

## ANTHROPOLOGIE UND PRÄHISTORIE

**Die Schädel-Gebiss-Entwicklung in  
unterschiedlichen Kulturen und Zeiträumen**I. HAKIM<sup>1</sup>, K. HOLLMANN<sup>2</sup>, E. JONKE<sup>3</sup> & O. VYSLOZIL<sup>4</sup>

(Mit 17 Abbildungen)

(Manuskript eingelangt am 5. August 2002,  
die revidierte Fassung am 30. September 2002)**Zusammenfassung**

In der vorliegenden Studie wird mit Hilfe von Fernröntgenseitaufnahmen und Gebissuntersuchungen von Gesichtsschädeln aus unterschiedlichen Kulturen und Zeiträumen (1800 v.Chr., 800 v.Chr., 19. und 20. Jahrhundert) erörtert, inwieweit bei der Schädel-Gebiss-Entwicklung geographische oder ethnische Faktoren eine Rolle spielen. Dabei werden auch die Einflüsse der Umwelt- und Lebensbedingungen der einzelnen Völker auf die Schädel-Gebiss-Entwicklung in Betracht gezogen.

Aufgrund der Messergebnisse kann von einem Zusammenhang zwischen der Körperhöhenzunahme und den Abweichungen in der Relation Oberkiefer- Unterkiefer (Klasseneinteilung nach ANGLE) gesprochen werden. Zeitliche Bestimmungen für die Phasen der Gebissentwicklung sind nur spezifisch für die untersuchten ethnischen Gruppen zulässig.

Die Analyse der Fernröntgenaufnahmen und der Gebisszustände wurde von zwei Teams durchgeführt. HAKIM & HOLLMANN (1996) untersuchten Nubier der Kerma-Kulturstufe (etwa 800 v.Chr.) und rezente Nubier sowie Mitteleuropäer der Bronzezeit. VYSLOZIL et al. (1994) unterzogen ebenso Teile des obengenannten bronzezeitlichen Materials sowie mitteleuropäisches Untersuchungsgut des 19. und 20. Jahrhunderts einer Untersuchung.

Bei der Beurteilung des allgemeinen Gebisszustandes wurde die sagittale Relation Unterkiefer M 1 – zu Oberkiefer M 1 (Klasseneinteilung nach ANGLE), der Zahnengstand und die Körperhöhe gemessen. Die Untersuchung zeigt, dass Nubier, die der hochindustrialisierten Lebensweise nicht ausgesetzt sind, von der idealen Kieferrelation Oberkiefer – Unterkiefer (ANGLE Klasse I) bis zur heutigen Zeit nur geringe Abweichungen von 0 % bis 1,4 % aufweisen. Die Körperhöhenzunahme betrug innerhalb des untersuchten Zeitraumes 3 cm.

Beim mitteleuropäischen Untersuchungsgut ist in der Bronzezeit eine Rücklage des Unterkiefers (Klasse II nach ANGLE) und Häufung des Zahnengstandes bei 15 % des Untersuchungsgutes festzustellen. Im 19. Jahrhundert sind diese Fehlstellungen bei 23 % der untersuchten Schädel nachweisbar. Am Ende des 20. Jahrhunderts wird ein sprunghaftes Ansteigen der Klasse II auf 43,6 %, eine zunehmende Irregularität der Zahnbögen sowie eine Körperhöhenzunahme von 11 cm beobachtet.

**Schlüsselwörter:** Gebissentwicklung; Schädel – Fernröntgenseitaufnahmen, praehistorische und historische Zeit; Säkulare Akzeleration.

---

<sup>1</sup> Dr. I. HAKIM, Police Hospital Khartum, Sudan.

<sup>2</sup> Univ.Prof. Dr. K. HOLLMANN, Währingerstraße 70, 1090 Wien.

<sup>3</sup> DDr. E. JONKE, Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Kieferorthopädie, Währingerstraße 25 a, 1090 Wien.

<sup>4</sup> Zahnarzt Prof. O. VYSLOZIL, Kierlingerstraße 140, 3400 Klosterneuburg.

### Summary

In the present study, which investigates by means of Lateral cephalometrics and examination of teeth from facial skulls from different cultures and periods (1800 BC, 800 BC and 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> century), it is discussed to what extent geographical or ethnic factors play a role in skull and dental development. Environmental influences and living conditions of the individual cultural groups with regard to skull and dental development have also been taken into consideration.

Based on measurement results, a direct connection between the increase in body height and the deviation in the relation between upper jaw and the lower jaw (classification according to ANGLE) can be made.

The analysis of the lateral cephalometrics and the condition of teeth were carried out by two teams. HAKIM & HOLLMANN (1996) investigated Nubians of the Kerma culture stage (approx. 800 BC) and recent Nubians. VYSLOZIL et al. (1994) carried out the investigations of Bronze Age material as well as Middle European material from the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> century.

For the evaluation of the general condition of the teeth, the sagittal relation of the lower jaw M1 to the upper jaw M1 (classification according to ANGLE), the crowding and the body height were measured. The examinations show that Nubians who are not subjected to a highly industrialised mode of life, only show minimal deviations of 0 % to 1.4 % from the ideal jaw relations upper jaw – lower jaw (ANGLE Class I) up to the present time. The increase in body height for the period investigated amounted to 3 cm.

For the Middle European study material in the Bronze Age, a rearward position of the lower jaw (Class II according to ANGLE) and an increase of crowding can be observed in 15 % of the investigated materials. In the 19<sup>th</sup> century these position defects can be proven on 23 % of the examined skulls. At the end of the 20<sup>th</sup> century, the number of Class II skulls jumps to 43.6 %, an increase of irregularities of the dental arch as well as an increase of 11 cm in body height can be observed.

**Key words:** Development of teeth; Lateral cephalometrics, prehistoric and historic time; Sekular acceleration.

### Einleitung

Die Möglichkeit, von mehreren zeitlich und kulturell unterschiedlichen Gruppen Gebissentwicklung und Fernröntgenseitenaufnahmen vergleichen zu können, veranlassten HOLLMANN und HAKIM, Nubier der Kerma-Kulturstufe (etwa 800 v.Chr.) und rezente Nubier sowie Mitteleuropäer der Bronzezeit zu untersuchen (HAKIM & HOLLMANN 1996). Die Studie wurde von VYSLOZIL und JONKE weitergeführt, wobei sie diese um Teile des obengenannten bronzezeitlichen Materials sowie mitteleuropäisches Untersuchungsgut des 19. und 20. Jahrhunderts erweiterten.

Bei den Nubiern wird das rezente Untersuchungsmaterial mit 2800 Jahre alten nubischen Gräberfunden verglichen, während für die vergleichende Studie in Mitteleuropa neben rezentem und 3800 Jahre altem Material (ANDRIK 1963, EHGARTNER 1959, NEUGEBAUER 1990) noch 112 – 127 Jahre alte Schädel der k. u. k. Angehörigen in Betracht gezogen werden.

Bei den Messungen werden für den Vergleich sowohl die unterschiedlichen Entwicklungen am Fernröntgenseitenbild der Schädel als auch die Abweichungen in der Relation Oberkiefer – Unterkiefer (Klasseneinteilung nach ANGLE 1913) festgehalten.

Neben den Veränderungen im allgemeinen Gebisszustand, wird auch der mögliche Zusammenhang zwischen den beobachtbaren Veränderungen im Schädel – Gesichtsbe- reich und der allgemein feststellbaren Körperhöhenzunahme (HOLLY SMITH, GARN & HUNTER 1991, KENNTNER 1963, 1992) erörtert.

## Problemstellungen

Ziel dieser Studie ist es, folgende Fragen zu beantworten:

1. Welche unterschiedlichen Veränderungen sind am Fernröntgenseitenbild der Schädel der vor 3000 Jahren Verstorbenen, der vor etwas mehr als 100 Jahren Verstorbenen und der rezenten Menschen festzustellen?
2. Welche Abweichungen in der Relation Oberkiefer – Unterkiefer (Klasseneinteilung nach ANGLE) sind erkennbar?
3. Gibt es Veränderungen im allgemeinen Gebisszustand?
4. Welche Unterschiede lassen sich bei der Körpergröße feststellen?

## Material und Methode

### a) Material

Das Untersuchungsgut wurde in fünf Gruppen eingeteilt.

Gruppe a: "Kerma" – etwa 3000 Jahre alte nubische Gräberfunde der Kermakulturstufe.

Gruppe b: "Nuba" – rezente Bewohner meist nubischer Abstammung aus Khartum (Sudan).

Gruppe c: "Hainburg" ("Hai") – etwa 3800 Jahre alte, bronzzeitliche Gräberfunde aus Hainburg an der Donau, Österreich.

Gruppe d: "Weisbach" ("W") – Untersuchungsgut von zwischen 1875 und 1890 verstorbenen Soldaten der k.u.k. (kaiserlich und königlichen) österreichischen Armee aus der "WEISBACH-Sammlung".

Gruppe e: "Soldaten" ("Sol") – Jungmänner des österreichischen Bundesheeres der Geburtsjahrgänge 1970/1971.

Zum zentralen Thema der Anthropologie gehört das Studium der Variabilität. Laut SZILVASSY ist das vorliegende mitteleuropäische Untersuchungsgut der Bronzezeit mit dem des 19. und 20. Jahrhunderts vergleichbar. (SZILVASSY 2002).

### Kerma

Die 35 untersuchten Schädel aus der archäologischen Abteilung des Nationalmuseums Khartum (Sudan) entstammen der Kerma-Kulturstufe. Das Alter dieses Untersuchungsgutes entspricht etwa 2800 Jahren, d.h. es stammt aus dem Übergang der mitteleuropäischen Bronzezeit zur Eisenzeit (FISCHER 1986). Durch Rettungsgrabungen vor der Errichtung des Assuanstaudammes kam die eigenständige nubische Kultur wieder deutlich zu Tage, ersichtlich aus dem Bericht des "Österreichischen Nationalkomitees der Unesco-Aktion zur Rettung der nubischen Altertümer" (STROUHAL & JUNGWIRTH 1984). Abb. 1.

### Nuba

Unter diesem Sammelbegriff ist das rezente Untersuchungsgut aus Khartum und Umgebung zu verstehen. Es standen 38 männliche und 36 weibliche Personen für die Untersuchung zur Verfügung. Durchschnittsalter 26 Jahre, Volksgruppenzugehörigkeit: 55 Nubier, 19 Mitglieder anderer Volksstämme aus dem Sudan (Nubisches Museum 2002). Abb. 2 und 3.



Abb. 1 - 4: (1) Schädel der Kerma-Kulturstufe, ca 1200 v. Chr., Naturhistorisches Museum, Wien. Zahnverlust infolge tiefer Abrasion. (2) Nubischer Bewohner aus Khartoum - Advokat. (3) Berg-Nuba. Das Profil ist mit dem der städtischen Bewohner Khartoums völlig deckungsgleich. (4) Bronzezeitlicher Schädel (Hai) aus dem Gräberfeld Hainburg (Porta Hungarica). Naturhistorisches Museum, Wien.

### Hainburg

Für die Studie wurden die 21 besterhaltenen Schädel aus dem bronzezeitlichen Gräberfeld bei Hainburg an der Donau, östlich von Wien, herangezogen, die sich in der anthro-



Abb. 5: Schädel (W) eines Angehörigen der k.u.k. Armee. (WEISBACH-Sammlung).



Abb. 6: Soldat des österreichischen Bundesheeres (Sol), 20 a. Rücklage des Unterkiefers – Retrognathie.

pologischen Abteilung des Naturhistorischen Museums Wien befinden (EHGARTNER 1959). Das Gräberfeld Teichtal am Fuße des Braunsbergs, der Porta Hungarica, befand sich am Kreuzungspunkt der "Bernsteinstraße" und des "Donauweges", bedeutender Verkehrswege ihrer Zeit. Grabbeigaben lassen eine eindeutige Datierung des Untersuchungsgutes aufgrund anthropologischer oder urgeschichtlicher Funde zu (NEUGEBAUER 1990, SCHUMACHER & SCHMIDT 1976). Abb. 4.

#### Weisbach

Die anthropologische Abteilung des Naturhistorischen Museums Wien besitzt die äußerst wertvolle "Weisbach-Sammlung". Sie besteht aus 704 Schädeln von verstorbenen Angehörigen der k.u.k. Armee (Abb. 5) aus allen Kronländern und einem weiteren umfangreichen, osteologischen Sammelgut (WEISBACH). Bei rund 200 Schädeln sind die Zähne in der Originalposition im Ober- und Unterkiefer reponiert und befestigt worden. (WEISBACH 1892). Von diesen vor 112 bis 127 Jahren verstorbenen Armeeinghörigen wurden 141 männliche Schädel für die Vergleichsuntersuchung ausgewählt (VYSLOZIL et al. 1994, WEISBACH 1892). Es wurden seitliche Fernröntgenaufnahmen und einartikulierte Gipsmodelle von Ober- und Unterkiefer angefertigt.

#### Soldaten ("Sol").

145 Jungmänner der Geburtsjahrgänge 1970/71 des österreichischen Bundesheeres (Präsenzdiener) meldeten sich freiwillig zur Vergleichsuntersuchung. Die Soldaten, mit einem Durchschnittsalter von 20 Jahren, stammen aus Wien und Niederösterreich. Abb. 6.



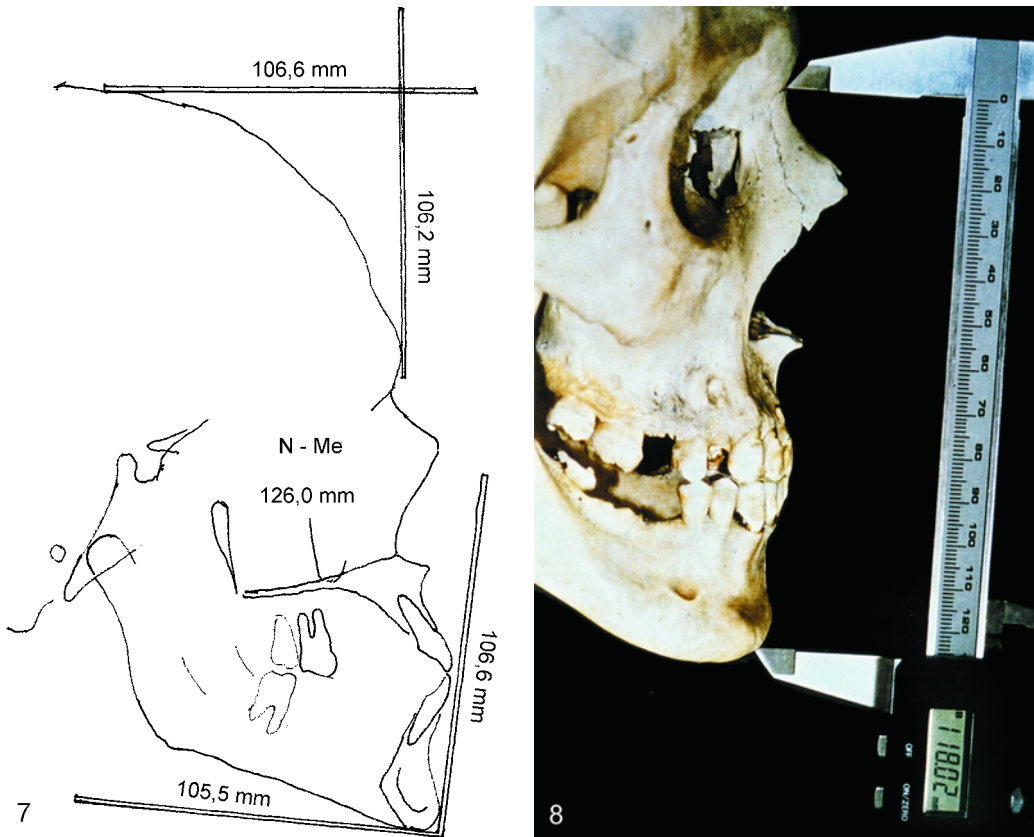


Abb. 7, 8: (7) Fernröntgendurchzeichnung mit Kontrollwinkel 100x100 mm und resultierende Vergrößerung des Röntgenbildes. (8) Elektronische Schiebelehre an Nasion-Menton zur Kontrolle des Vergrößerungsfaktors.

Es wurden seitliche Fernröntgenaufnahmen, einartikulierte Gipsmodelle von Ober- und Unterkiefer, ein Orthopantogramm von allen Soldaten angefertigt sowie eine klinische Anamnese erhoben.

## b) Methoden

Anfertigung der Fernröntgenaufnahmen und metrische Methoden.

Die Auswertung von Fernröntgenseitenaufnahmen sowie Vermessungen am Untersuchungsgut sind Basis dieser Studie (McNAMARA 1974, MELSEN 1974, RICKETTS 1981, RIOLO et al. 1975, SCHWARZ 1958).

Die Seitenaufnahmen wurden mit vier verschiedenen Röntgengeräten mit 150 cm Abstand angefertigt. Zur Anwendung kamen zwei Kontrollmethoden für individuelle Vergrößerung

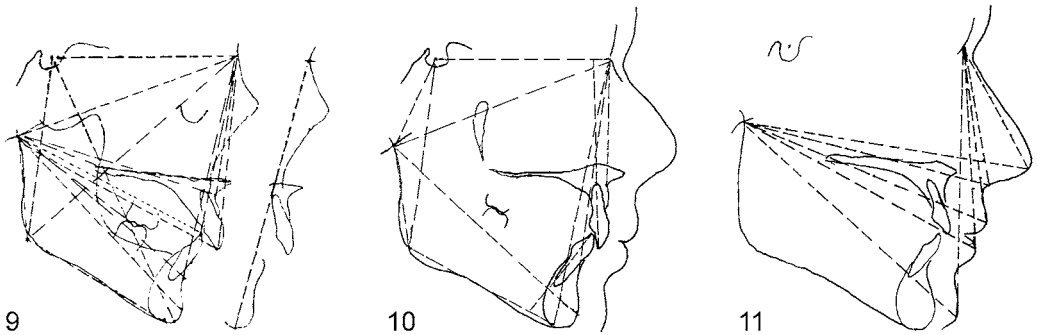


Abb. 9 - 11: (9) Die wichtigsten linearen Messstrecken zur Rekonstruktion eines Durchschnittsbildes aus Röntgenseitbildern nach RIOLO et al. (1974) und SCHWARZ (1958). (10) Messstrecken der Jarabak-Analyse, die bei der Auswertung der Röntgenaufnahmen der k.u.k. und Bundesheer-Soldaten zur Anwendung kam. (11) Lineare Messstrecken zur Rekonstruktion der Weichteilzeichnung nach K. HOLLMANN.

der Röntgenaufnahme unter der Voraussetzung, dass der Abstand Focus – Objekt (sagittale Ebene) 152 cm (5 Fuß) eingehalten wird. Die von HAKIM in Khartum am osteologischen (Kerma) und rezenten Untersuchungsgut (Nuba) durchgeführten Röntgenseitenaufnahmen wurden mit der von HOLLMANN empfohlenen Kontrollmethode durchgeführt (HOLLMANN in HOLLMANN & STRASSL 1973).

Ein 90°iger Stahldrahtwinkel mit dem Drahtdurchmesser von 2 mm und 100 mm Seitenlänge wird vor der Aufnahme auf die Sagittalebene (Schädel – Gesichtsmitte) des Kopfes (Schädels) aufgeklebt. Siehe Abb. 7,8.

Das Messergebnis ergibt einen Vergrößerungsfaktor von 6 %. Der Vergrößerungsfaktor 6 % resultiert aus dem Anlegen des Objektes (Schädel) an die Kasette. Der Vergrößerungsfaktor 1.10 ergibt sich durch den standardisierten Abstand Objekt – Kasette.

Die Aufnahmen des bronzezeitlichen Untersuchungsgutes (Hai), des 19. Jahrhunderts (W) und des 20. Jahrhunderts (Sol) wurden mit dem standardisierten Vergrößerungsfaktor von 1.10 durchgeführt.

Vom bronzezeitlichen Untersuchungsgut (Hai) wurden sowohl von HAKIM und HOLLMANN als auch von VYSLOZIL & JONKE Fernröntgenaufnahmen mit den beiden unterschiedlichen Vergrößerungsfaktor-Techniken aufgenommen. Aus Abbildung 9., 10. und 11. sind die Messmethoden für die Rekonstruktion und Auswertung der Fernröntgenseitenaufnahmen zu ersehen (FREUDENTHALER et al. 1999).

Die Röntgenbilder wurden von drei erfahrenen Untersuchern je zweimal durchgezeichnet und zweimal elektronisch erfasst. Von der zweimaligen Eingabe wurde der Mittelwert errechnet. Die Erfassung und Analyse der Fernröntgenbilder erfolgte computerunterstützt (CA-Dias, Version 3.2.d, Gamma GmbH, Klosterneuburg, Österreich) (SLAVICEK 2000).

Aus dem gesamten osteologischen Untersuchungsgut wurden nur Schädel bearbeitet, die eine einwandfreie Zuordnung der Mandibula zuließen.

Untersucht wurde die Klasseneinteilung nach ANGLE und der allgemeine Gebisszustand.

#### Erläuterungen der zur Anwendung gekommenen Merkmale

1. linear: S-N = Sella – Nasion  
 N-Ar = Nasion – Artikulare  
 S-Ar = Sella – Artikulare  
 Ar-Go = Artikulare – Gonion  
 N-Me = Nasion – Menton

$\underline{1}$  – N-Pgo = Abstand oberer Incisivi zur Linie – Nasion – Pogonion

2. Winkel: SNA = Sella, Nasion und A-Punkt  
 ANB = A-Punkt, Nasion und B-Punkt  
 MdP-SNP = Mandibula Plane, Sella – Nasion Plane  
 Ar-Go-Gn = Artikulare, Gonion und Gnathion  
 $\underline{1}$  – S-N = oberere Incisivi, Sella - Nasion Plane  
 1-MdP = untere Incisivi – Mandibula Plane

#### 1. Mathematisch-Statistische Auswertung

Wie aus dem Kapitel "Untersuchungsmaterial" ersichtlich, wurde bei jeder Untersuchungsgruppe eine unterschiedlich große Anzahl an Proben (n) untersucht. Von den Messwerten für jedes Merkmal jeder Probe wurden der arithmetische Mittelwert (mean), die Standardabweichung (S.D.), der Minimal- und der Maximalwert (min., max) sowie der Medianwert ermittelt. Um vergleichende Untersuchungen mit den von BROADBENT et al. (1975) publizierten Werten zu ermöglichen, wurde als Maß für die Probenvariabilität auch der Standardfehler (S.E.) ermittelt. Bei den Probengruppen "Hainburg", "Weisbach" und "Soldaten" wurde dieser aus den gegenübergestellten Standardabweichungen errechnet.

Vergleichende Untersuchungen zwischen den Gruppen "Kerma" und "Nuba" wurden – sofern die Voraussetzungen für eine parametrische Analyse gegeben waren – mittels t-Test durchgeführt. In jenen Fällen, in denen diese Voraussetzungen nicht erfüllt waren, wurde statt dessen der KOLMOGOROV-SMIRNOV-Test als nicht-parametrischer Test herangezogen.

Die multiplen Vergleiche zwischen den Werten für die Merkmale der drei Gruppen "Hainburg", "Weisbach" und "Soldaten" erfolgte mittels einer ANOVA; bei erwiesener Signifikanz ( $\alpha < 0,05$ ) wurde anschließend ein multipler Rang-Test durchgeführt. In jenen Fällen, in denen keine Normalität der Daten vorlag, wurde als nicht-parametrischer Test der KRUSKAL-WALLIS-Test verwendet.

Die Datenanalyse erfolgte mit dem Programm STATGRAPHICS PLUS, Version 3.0. Siehe Tab. 1, 2, 3.



**Ergebnisse**

Tab. 1, 2: Ergebnisse der mathematisch-statistischen Bearbeitung des Datenmaterials (1) der Gruppen Kerma und Nuba, sowie (2) der Gruppen Hainburg, Weisbach und Soldaten.

Merkmal		Kerma (n=35)						Nuba (n=74)					
		mean	S.D.	S.E.	Min.	Max.	Med.	mean	S.D.	S.E.	Min.	Max.	Med.
Linear	S-N	66,59	3,69	0,62	56,1	73,1	67,3	66,57	4,27	0,5	46,6	75,9	66,4
	N-Ar	89,9	3,69	0,62	83,7	88,8	88,8	89,56	5,86	0,68	63,9	102,9	89,5
	S-Ar	36,03	3,48	0,59	30,8	45,8	35,5	36,21	3,43	0,4	25,6	46	36,1
	Ar-Go	45,27	4,17	0,7	36,4	53,7	45,4	45,83	5,56	0,65	28,8	57,3	45,7
	N-Me	114	8,23	1,39	99,1	130,2	114,6	114,1	8,26	0,96	79,2	138,5	114,8
Winkel	SNA	82,4	3,5	0,59	76,3	92,6	82,4	83,69	6,78	0,79	53,7	96,6	84,2
	ANB	4,82	2,89	0,49	0,5	12,1	4,7	4,23	2,35	0,27	0,8	12,3	3,9
	MdP-MxP	24,78	4,84	0,82	14,8	34	24,1	26,8	5,05	0,59	15,6	40,1	26,5
	MdP-SNP	27,13	5,32	0,9	16,7	36,4	27,1	27,47	5,27	0,61	13,2	45	28
	Ar-Go-Gn	110,4	5,27	0,89	98,6	124,1	111,2	111	7,84	0,91	71,6	127,5	112,5
	1-SN	67,75	8,05	1,36	51,2	87,9	67,5	62	7,71	0,9	41,5	75,2	62,2
	1-MdP	76,11	7,7	1,3	61,4	92	75,8	74,36	8,02	0,93	42,2	96,2	75,6

1-SN = Komplementärwinkelmessung Kerma 112,25 °      1-MdP = Komplementärwinkelmessung Kerma 104,00 °  
 Komplementärwinkelmessung Nuba 118,00 °      Komplementärwinkelmessung Nuba 105,60 °

Merkmal		Hainburg (n=21)						Weisbach (n=141)					
		X	S.D.	S.E.	Min.	Max.	Med.	X	S.D.	S.E.	Min.	Max.	Med.
Linear	S-N	64,59	4,72	0,78	55,7	72,1	65,5	66,33	3,07	0,3	57,9	75,8	66,5
	N-Ar	90,11	5,34	0,97	81,1	97,2	91,2	91,25	3,85	0,38	77,8	99,3	91,3
	S-Ar	35,07	3,64	0,7	29,4	41,6	35,4	34,6	3,28	0,27	21,5	42,5	34,4
	Ar-Go	48,92	5,3	1,08	39,8	60,2	48,8	54,01	4,49	0,42	41,1	76,1	54,1
	N-Me	113,4	6,91	1,46	103,9	128,5	112,1	119	6,85	0,56	92,1	133,5	119,2
	1-N-Pgo	5,93	3,06	0,85	0,7	11,9	5,5	5,18	5,51	0,3	-2,4	13,6	5,2
Winkel	SNA	80,73	4,3	0,86	70,4	89	81	82,15	4,23	0,33	73,1	91,9	81,8
	ANB	3,74	2,21	0,6	0,1	6,8	4	1,87	2,95	0,23	-5,1	9,3	1,6
	MdP-SNP	30,4	6,56	1,34	16,6	40,6	29,3	30,39	6,21	0,52	10,5	46,1	30
	Ar-Go-Gn	121,5	6,52	1,56	111,4	139,7	120,7	122,5	7,62	0,6	95,4	144,8	122,7
	1-SN	97,36	8,3	1,79	77,2	113	97,7	100,5	7,51	0,64	78,4	119,4	100,3
1-MdP	96,49	5,3	1,53	87,1	112,3	95,9	90,56	6,89	0,58	72,8	106,9	89,9	
Merkmal		Soldaten (n=145)											
		X	S.D.	S.E.	Min.	Max.	Med.						
Linear	S-N	73,35	3,8	0,29	64,1	85,7	73,35						
	N-Ar	99,21	4,86	0,37	86,1	111,8	38,5						
	S-Ar	37,42	3,06	0,27	29,4	45,7	37,25						
	Ar-Go	54,39	5,3	0,41	43,9	71,8	53,95						
	N-Me	123	6,52	0,55	104	138,5	122,8						
	1-N-Pgo	5,37	3,76	0,3	-2,2	115,5	5,05						
Winkel	SNA	82,4	3,56	0,33	73,8	91,1	81,7						
	ANB	2,66	2,59	0,23	-4,3	8,5	2,85						
	MdP-SNP	28,37	6,03	0,51	13,6	43,4	28,2						
	Ar-Go-Gn	120,9	6,7	0,59	105	136,3	121						
	1-SN	104	7,55	0,63	82,8	121,9	103,3						
	1-MdP	94,6	6,92	0,57	78,7	111,7	94,55						

Das Hainburger Untersuchungsgut wurde sowohl von HAKIM und HOLLMANN als auch von VYSLOZIL et al. untersucht. Es wurden letztendlich nur die besterhaltenen Schädel für die Endauswertung herangezogen.

Tab. 3: Ergebnisse der mathematisch-statistischen multiplen Vergleiche der Gruppen Hainburg (H), Weisbach (W) und Soldaten (S), versus (vs).

Merkmale	F-Test*				Kruskal-Wallis-Test		
	F-Wert	H vs. W	H vs. S	W vs.S	H vs. W	H vs. S	W vs.S
S-NS	159,39	+	+	+			
N-Ar					-	+	+
S-Ar					-	+	+
Ar-Go	11,38	+	+	-			
N-Me					+	+	+
SNA	1,19	-	-	-			
ANB	5,81	+	-	+			
MdP-SNP	3,95	-	-	+			
Ar-Go-Gn					-	-	-
1-Sn	9,17	-	+	+			
1-MdP	15,32	+	-	+			
1-N-PGO	0,39	-	-	-			

+ entspricht signifikante ( $\alpha \leq 0,05$ ) Differenz; F-Tafelwert  $\alpha \leq 0,05$ , 3,03

Tab. 4: Klasseneinteilung nach ANGLE

	N	Kl. I	Kl. II/1	Kl. II/2	Kl. III
Kerma	35	100,0 %	-	-	-
Nuba	74	100,0 %	-	-	-
Hai	21	78,0 %	15,0 %	-	5,0 %
W	141	61,0 %	22,9 %	5,0 %	4,3 %
Sol	145	50,6 %	33,9 %	9,7 %	5,8 %

Tab. 5: Körperhöhe in cm

	N	A	Kh
Kerma	35	44,9	170,4
Nuba	74	28	173
Hai	21	30	166
W	141	23	167
Sol	145	20	178

Die Auswertung des umfangreichen Datenmaterials erfolgte mittels der angeführten mathematisch-statistischen Methoden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind aus den Tabellen 1 und 2 ersichtlich.

Vergleichende Untersuchungen erfolgten zwischen den Gruppen "Kerma" vs. "Nuba" und "Hainburg" vs. "Weisbach" vs. "Soldaten" und brachten folgende Ergebnisse:

### "Kerma" vs. "Nuba"

Die Auswertung des Zahlenmaterials zeigte nur bei dem Merkmal 1-SN einen signifikanten ( $\alpha < 0,05$ ) Unterschied, wobei bei der Personengruppe "Nuba" eine Zunahme der Protrusion (Vorkippen) um  $5,75^\circ$  zu beobachten ist. Bei allen anderen untersuchten Merkmalen konnten keine signifikanten Unterschiede konstatiert werden.

### "Hainburg" vs. "Weisbach" vs. "Soldaten"

Wie aus Tabelle 3 ersichtlich, bestehen bei neun der zwölf untersuchten Merkmale signifikante Differenzen zwischen den drei Gruppen.

**Merkmal S-N:** Der Multiple-Range-Test zeigt, daß statistisch gesicherte Unterschiede zwischen den drei Gruppen bestehen. Eine besonders deutliche Zunahme der Werte kann bei der Gruppe "Weisbach" zu "Soldaten" beobachtet werden. Die Längenzunahme der vorderen Schädelbasis S-N beträgt bei den Soldaten 7,02 mm.

**Merkmal N-Ar:** Die Personengruppe Soldaten unterscheidet sich signifikant von den beiden anderen. Zwischen letzteren besteht kein statistisch gesicherter Unterschied. Die Zunahme der Messstrecke N-Ar beträgt bei den Soldaten 7,96 mm.

**Merkmal S-Ar:** Dieses Merkmal zeigt dasselbe Ergebnis wie das Merkmal N-Ar. Es resultiert bei den Soldaten eine Größenzunahme der hinteren Schädelbasis von 2,82 mm.

**Merkmal Ar-Go:** Die Gruppen "Weisbach" und "Soldaten" unterscheiden sich nicht signifikant; die Gruppe "Hainburg" weicht davon signifikant ab. Der aufsteigende Ast der Mandibula ist bei "Weisbach" um 5,09 mm höher als bei "Hai" und bei "W" um 5,47 mm länger als bei "Hai".

**Merkmal N-Me:** Die drei Gruppen sind signifikant verschieden. Dabei ist eine Zunahme der Werte von "Hainburg" zu "Weisbach" und eine weitere von "Weisbach" zu "Soldaten" festzustellen. Die vordere Gesichtshöhe hat von "Hainburg" zu "Weisbach" um 6 mm zugenommen und von "Hainburg" zu "Soldaten" um weitere 9,6 mm.

**Merkmal 1-N-PGO** Zwischen den drei Gruppen bestehen keine signifikanten Unterschiede.

**Merkmal SNA:** Es bestehen keine signifikanten Differenzen zwischen den Werten der drei Gruppen.

**Merkmal ANB:** Die Werte für die Gruppen "Hainburg" und "Soldaten" sind statistisch gleich, jene für die Gruppe "Weisbach" weichen davon signifikant ab. Der B-Punkt (Mandibula) liegt bei der Gruppe "Weisbach" um 1,86° weiter dorsal verglichen mit der Gruppe "Hainburg".

**Merkmal MdP-SNP:** Ein gesicherter Unterschied (Abnahme) besteht zwischen den Gruppen "Weisbach" und "Soldaten". Der Winkel zwischen der Unterkieferebene (MdP) zur vorderen Schädelbasis (SnP) ist um 2,16° niedriger.

**Merkmal Ar-Go-Gn:** Es bestehen keine signifikanten Differenzen zwischen den drei Gruppen. Kein signifikanter Unterschied im Winkel zwischen dem aufsteigenden Ast und der Basis der Mandibula.

**Merkmal 1-Sn:** Die Gruppe "Soldaten" unterscheidet sich von den Gruppen "Hainburg" und "Weisbach". Die Inklination des oberen Schneidezahnes hat von der Gruppe "Hainburg" zur Gruppe "Weisbach" um 3,14° zugenommen und von der Gruppe "Hainburg" zu "Soldaten" um 6,34°.

**Merkmal 1-MdP:** Zwischen den Gruppen "Weisbach" und "Soldaten" sowie zwischen den Gruppen "Weisbach" und "Hainburg" finden sich signifikante Differenzen. Zwischen den Gruppen "Hainburg" und "Soldaten" sind keine Differenzen festzustellen.

Die Inklination der unteren Schneidezähne Gruppe "Hainburg" zu Gruppe "W" hat um 5,93° abgenommen. Bezüglich der Inklination der unteren Schneidezähne der Gruppe "Hainburg" zur Gruppe Soldaten hat sich der Winkel um 1,89° verringert.

## Diskussion der Ergebnisse

Die Untersuchungsgruppen Kerma – Nuba zeigen bei der Überlagerungszeichnung der Schädelröntgenaufnahmen trotz des großen Zeitraumes nur geringe Dimensionsunterschiede. Das gleiche Ergebnis finden wir bei den Überlagerungszeichnungen von Hai (Hainburg) und W (k.u.k. Armee) trotz des Zeitunterschiedes in beiden Gruppen von etwa 3000 Jahren.

Den signifikantesten Unterschied bringt die Überlagerungszeichnung der verstorbenen Angehörigen der k.u.k. Armee (W) im Vergleich mit rezenten jungen Männern aus Wien und Niederösterreich (WEISBACH 1889). In diesen 112-127 Jahren ist eine statistisch gesicherte Dimensionszunahme eingetreten, die allerdings von den Erscheinungen der säkularen Akzeleration begleitet wird. (KNUSSMANN 1996). Siehe Überlagerungszeichnungen (Abb. 12, 13, 14) und Tabellen 1, 2, 3.

In den letzten hundert Jahren hat die Länge der vorderen Schädelbasis um 7 mm, die Strecke Nasion zu A-Punkt um 7,96 mm und die hintere Schädelbasis um 2,82 mm zugenommen.

Der aufsteigende Ast der Mandibula ist bei den Weisbach-Schädeln um 5,09 mm höher als in der Bronzezeit und vom 19. zum 20. Jahrhundert ist der aufsteigende Ast der Mandibula annähernd gleich geblieben (Vergrößerung um 0,38 mm).

In der vorliegenden Studie ergibt sich ebenso wie von HOLLY SMITH et al. 1991 beschrieben, dass eine Größenzunahme in der sagittalen und in der vertikalen Dimension proportional zur Körperhöhenzunahme festgestellt werden kann (KNUSSMANN 1996).

Die Länge der vorderen Gesichtshöhe hat sich in den letzten 3000 Jahre bis zum 19. Jahrhundert um 6 mm vergrößert. In den letzten hundert Jahren hat sie am vorliegenden Untersuchungsgut jedoch schon um 4 mm zugenommen. Diese Veränderung ist in der gesamten industrialisierten Welt zu beobachten. (GYENIS 1994, SCHEIL & GOECKE (1984), SCHWIDETZKY, GERHARD & MÜHLEMANN 1969).

SCHEIL & GOECKE stellten 1984 bereits in ihrer Langzeitstudie an 2000 rezenten wehrfähigen Männern aus Westdeutschland eine Kopflängenzunahme in einem Zeitraum von 22 Jahren von 2 mm fest. Ebenso kam GYENIS 1994 bei 8280 Studenten zu dem gleichen Ergebnis einer Zunahme der Kopflänge um 2,2 mm.

Die Achsenneigung der oberen Schneidezähne hat von der Bronzezeit (Hainburg) zum ausgehenden 19. Jahrhundert (W) um  $3,14^\circ$  zugenommen ( $97,36^\circ$  zu  $100,50^\circ$ ). In den 110 Jahren zwischen "W" und "Soldaten" ist eine weitere Vergrößerung der Achsenneigung um  $3,5^\circ$  zu beobachten ( $100,5^\circ$  zu  $104^\circ$ ).

Die Achsenneigung der unteren Schneidezähne ist von der Bronzezeit ("Hainburg") zum 19. Jahrhundert ("W") steiler geworden, d.h. sie hat um  $5,93^\circ$  abgenommen (von  $96,49^\circ$  zu  $90,56^\circ$ ). Vom ausgehenden 19. Jahrhundert ("W") zum ausgehenden 20. Jahrhundert ("Sol") hat der Winkel der unteren Frontzähne wieder um  $4,04^\circ$  zugenommen ( $90,56^\circ$  zu  $94,60^\circ$ ). HOLLY SMITH et al. kommen 1991 in ihrer Arbeit ebenfalls zu ähnlichen Ergebnissen. Die veränderten Ernährungs- und Kaugewohnheiten in der Gegenwart führen nicht nur zur Veränderung der Zahnbogenform, sondern auch der Zahnachsenneigung der Zähne.

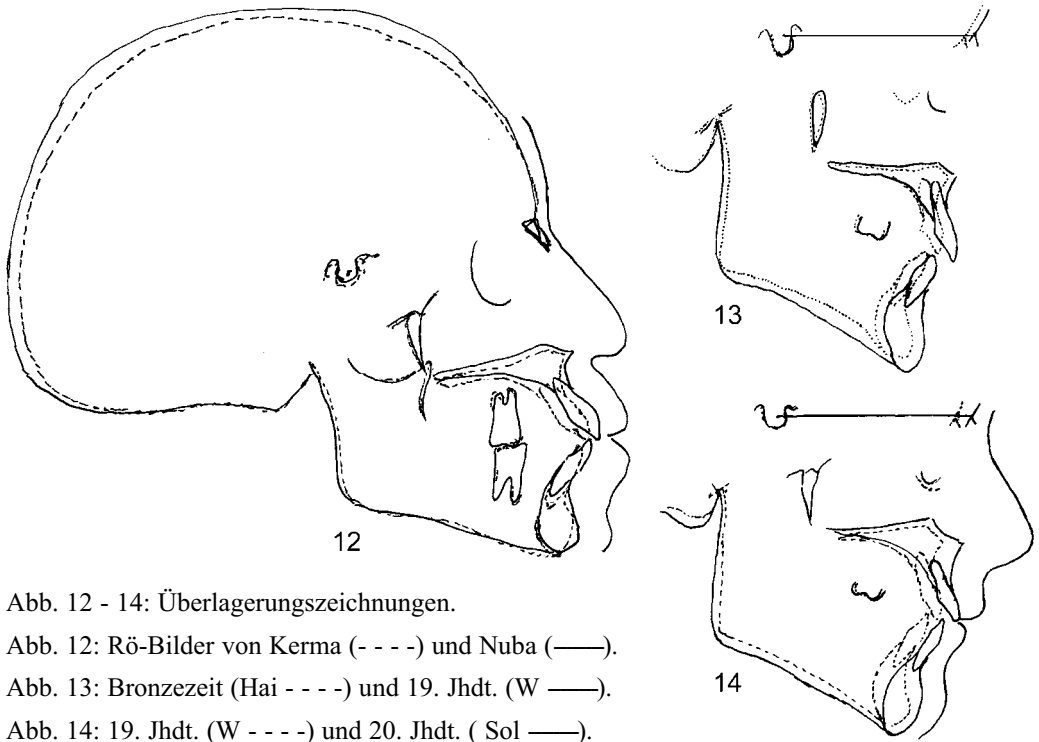


Abb. 12 - 14: Überlagerungszeichnungen.

Abb. 12: Rö-Bilder von Kerma ( - - - - ) und Nuba ( ——— ).

Abb. 13: Bronzezeit (Hai - - - - ) und 19. Jhdt. (W ——— ).

Abb. 14: 19. Jhdt. (W - - - - ) und 20. Jhdt. ( Sol ——— ).

Die Überprüfung der Relation Ober- und Unterkiefer (Klasseneinteilung nach ANGLE) zeigte beim gesamten Untersuchungsgut der Gruppe Kerma und Nuba eine Klasse I-Verzahnung im molaren Bereich.

Den Grund für die Beibehaltung der optimalen Verzahnung in den letzten 3000 Jahren sieht die folgende Studie einerseits in der Beibehaltung der Lebensgewohnheiten der Bevölkerung und andererseits im Vorherrschen der Primärwirtschaft. (VYSLOZIL 1969, ANDRIK 1963, WARREN & BISHARA 2001, CORRUCINI 1985). Die Gruppe Hainburg weist zu 78% eine Klasse I Verzahnung auf. Bei den Schädeln sinkt der Anteil der Klasse I Verzahnung um 17% auf 61% und in der Gruppe Soldaten um 27,4% auf 50,6%. Siehe Tab. 4. Somit ist deutlich eine zunehmende Rücklage des Unterkieferzahnboogens zu beobachten. Abb. 6.

Die geringfügige Zunahme der Malokklusion zwischen den Gruppen Hainburg und Weisbach ist durch eine beginnende Verfeinerung der Lebensmittelaufbereitung zu erklären. CORRUCINI 1985 kommt in seiner Studie zur gleichen Konklusio. Die Abnahme der Kl I Verzahnung zwischen Gruppe W und Sol läßt sich auf eine Industrialisierung der Nahrungsmittelaufbereitung, die Verschlechterung der Nasenatmung, die Zunahme der Mundatmung, Verschmälerung der Kieferbasen und die Erhöhung des Muskeltonus der mimischen Muskulatur zurückführen. Als Auslöser dieser Veränderungen wird wie bei FRÄNKEL 1992, LINDER-AARONSON 1979, SLAVICEK 2000 und VAN DER LINDEN 1984 unter anderem die akustische und optische Überreizung der heutigen Gesellschaft angesehen.



Abb. 15, 16: (15) Schädel aus dem Gräberfeld Hainburg. Regelgebiss, hohe Abrasion, Zystenbildung. (16) Angehöriger der k.u.k. Armee (W). Kariesfreies Regelgebiss.

Der Gebisszustand hat sich von der Bronzezeit bis ins 19. Jahrhundert nur geringgradig verändert (HARRIS & JOHNSON 1991). Die Getreidemahltechnik der Bronzezeit hat am Untersuchungsgut aus Hainburg und auch bei Kerma zu hoher Abrasion bis zum Pulpentod und teilweise zu massiver Zystenbildung geführt (EHGARTNER 1959, STROUHAL & JUNGWIRTH 1984). Abb. 15.

Der Gebisszustand der kuk Angehörigen zeigt einen hohen Anteil an Regelgebissen und eine geringe Kariesanfälligkeit und Abrasion. Abb. 16. Bei den Bundesheersoldaten ist deutlich eine zunehmende Rücklage des Unterkieferzahnbogens und ein Engstand an den unteren Schneidezähnen (LITTLE & RIEDEL 1990) sowie eine hohe Kariesanfälligkeit zu beobachten. Abb. 17 a., 17 b.

Zur Bewertung des Unterkieferfrontzahnengstandes wurde der Irregularitätsindex nach LITTLE herangezogen. Der Irregularitätsindex errechnet sich aus der Summe der Distanzen zwischen den benachbarten anatomischen Kontaktpunkten der unteren Frontzähne.

		Kerma	Nuba	Hai	Sol
Idealer Zahnbogen	0-09 mm	100,0 %	98,0 %	85,7 %	10,4 %
Minimale Irregularität	1-2,9 mm	--	1,5 %	1,0 %	32,6 %
Mittelmässige Irregularität	3-5,9 mm	--	--	--	35,9 %
Starke Irregularität	6-8,9 mm	--	--	1,0 %	17,6 %
Sehr starke Irregularität	9 mm +	--	--	--	3,7 %

Die Größenzunahme der Nubier im Vergleich zu den Kerma beträgt ca. 3 cm. In Mitteleuropa ist zwischen dem 3800 Jahre alten bronzezeitlichen Untersuchungsgut ("Hai") und dem Material aus dem 19. Jahrhundert ("W") eine Körpergrößenzunahme von 1 cm feststellbar. Im Gegensatz dazu konnte zwischen der Gruppe "W" und der Gruppe "Sol" eine Zunahme der Körperhöhe in den letzten hundert Jahren von 11 cm gemessen werden. Siehe Tab. 5. Diese Beobachtung deckt sich mit Messungen in der gesamten industria-



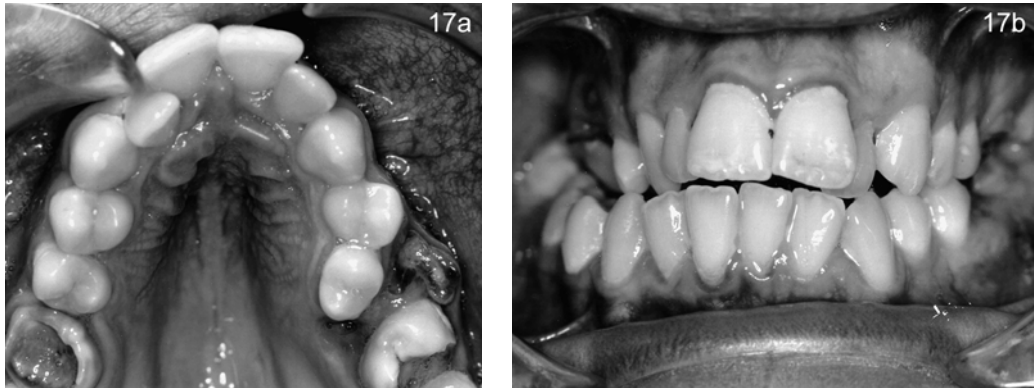


Abb. 17: Bundesheersoldat, 20 a, Engstand, Zahnverlust, desolater Zahnzustand.

lisierten Welt (VYSLOZIL et. al. 1994). Als säkulare Akzeleration versteht KNUSSMANN: "...die durchschnittliche Entwicklungsbeschleunigung von Individuen einer bestimmten Epoche gegenüber denen einer anderen Epoche (Eltern – Kinder)."

Die Körperhöhenbestimmung des osteologischen männlichen Untersuchungsgutes kann nur aus dem Durchschnitt geographisch differierender Fundortlagen gezogen werden. Bei der Untersuchung der bronzezeitlichen Gräber in Ostösterreich konnten bemerkenswerte morphologische Unterschiede der im gleichen Zeitraum lebenden Bronzezeitmenschen festgestellt werden. Ernährungsmöglichkeiten, Nahrungsmittelaufbereitung und soziale Stellung sind die Haupthintergründe der Körperhöhenvariation bei gleichen Volksstämmen (TESCHLER-NICOLA 1989, 1992 und TESCHLER-NICOLA & PROSSINGER 1998). Die Körpergröße am Skelett wurde anhand der langen Röhrenknochen bestimmt (BREITINGER 1937). Die Messmethode wird durch die Messung nichtfunktioneller Knochenlängen ergänzt (KNUSSMANN 1996).

Eiweißreiche Nahrung fördert Wachstum, insbesondere das Längenwachstum. Zusätzliche Milchrationen brachten bei Internats- und Waisenhauskindern eine Jahreszuwachsrate von 2 cm gegenüber Kontrollgruppen. Diese Zuwachsrate ist jedoch nur bis zur optimalen Ausnützung des vom Erbgut gesteckten Rahmens der Größenentwicklung möglich. Der genetische Eltern-Kind-Einfluss auf das Körperhöhenwachstum ist niedriger als der Umwelteinfluss auf die Kinder (Geschwister) in der industrialisierten Welt. Auf die vielen sozio-ökonomischen Einflüsse (Lebensstandard, Wohnverhältnisse, Geschwisterzahl, Schwerarbeit, Sport, Schulgattung, psychische Faktoren, geborgenes Elternhaus oder dessen Imitation wie SOS-Kinderdörfer) der heranwachsenden Jugend haben die zitierten Autoren in weiterer Folge ebenso hingewiesen. Diese Entwicklung hat in den letzten anderthalb Jahrhunderten eingesetzt.

RIEFENSTAHL (1973) berichtet von ihren jahrelangen Studienreisen zu den Bergnubastämmen. Koronga-Nubas können durch günstige Bodenbedingungen ausreichend Milchwirtschaft betreiben und konsumieren reichlich Kuhmilch. Sie überragen die Masakin-Nuba, denen wesentlich schlechtere Lebensbedingungen zur Verfügung stehen, oft um Haupteslänge. Die Körpergröße ist jedoch kein Kriterium für die körperliche Leistungsfähigkeit.

Es hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, daß Umwelteinflüsse entscheidend für die Ursache der säkularen Akzeleration sind, da deren Erklärung auf genetischer Basis nicht gelingt. Es ist ebenso unwahrscheinlich, daß ein Evolutionsprozess als Erklärung für diesen Wachstumsschub dienen kann. Die dafür in Frage kommende Zeitspanne umfasst zuwenig Generationen (KNUSSMANN 1996).

Die Körpergrößenzunahme folgte einem proportionalen allometrischen Prozess – Allometrie – unterschiedliches Wachstumtempo, z.B. Knochenlänge und Muskelwachstum (BREITINGER 1937, SZILVASSY 1997, KNUSSMANN 1996). Bemerkenswert ist die schnelle morphologische Veränderung – Verlängerung und Verschmälerung entsprechend einer Leptosomie – des Habitus und somit auch des Schädels in der industrialisierten Welt. Das Körpergrößenzunahme verläuft nicht kontinuierlich (SEIDLER 1986). Die akzelerationsbedingte Körperhöhe ist sowohl für die Bauindustrie als auch für die Bekleidungs- und Autoindustrie eine Herausforderung. Neue Untersuchungen stellen jedoch ein Ausklingen des Wachstumsschubes in der industrialisierten Welt fest.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass aufgrund des veränderten Nahrungsangebotes und vermehrter industrieller Einflüsse eine verminderte Aktivität das Kauorganes weniger aktiv ist. In weiterer Folge kam es zu einer Veränderung des Gesichtschädels und einer Häufung von Malokklusionen.

Die geänderten Lebensformen und Ernährungsgewohnheiten haben in den letzten 150 Jahren eine neue durch Umwelt und Erbfaktoren beeinflusste Erscheinungsform (Phänotyp) des Menschen entstehen lassen (SLAVICEK 2000). Nubisches Untersuchungsgut wurde von D. CARLSON und D. VAN GERVEN 1977 über den Zeitraum von 11.950 v.Chr. bis 1100 n.Chr. anthropometrisch untersucht. Es zeigt sich, daß vom Übergang der Jagdkultur zur Feldwirtschaft eine morphologische Veränderung in der Schädeldimension sowie eine weniger robuste Kaumuskulatur zu beobachten war. Näher wird in weiteren Publikationen darauf eingegangen.

#### Danksagung

Herrn Generalsekretär HR Dr. Kritscher, Naturhistorisches Museum, Wien, für die ständige Bereitschaft der fachlichen Beratung, Frau Univ.Prof. Dr. M. Teschler-Nicola, Anthropologische Abteilung des Naturhistorischen Museums für die Bereitstellung des osteologischen Untersuchungsgutes, der Literatur und Beratung, Herrn Univ.Prof. Dr. Sepp Weiss für die mühevollen, umfangreiche statistische Bearbeitung, Herrn Frank Geisler, Anthropologische Abteilung des Naturhistorischen Museums, für die unermüdliche Materialbereitstellung, Herrn Univ.Prof. Dr. H.-P. Bantleon, Universitätsklinik – Kieferorthopädie für die Überlassung von Datenmaterial, Frau Univ.Prof. Dr. B. Melsen, Dental College Aarhus, Dänemark, für fachliche Beratung und zur Verfügung gestellte Literatur, Herrn Prof. W.O. Ambros, Zahnarzt, Wien, für die Lektoratsarbeit, Herrn Dr. O. Schultz, Naturhistorisches Museum, Wien, für die Korrektur und Verlagsarbeit, Herrn Dr. Hans Eirew, Manchester, für Überlassung von Literaturmaterial, Frau Rosemarie Vyslozil-Stellamor für unermüdliche Computerschreibarbeit und Frau Dr. Susanne Pyka für nächtelange Lektoratsarbeit.

#### Literaturverzeichnis

- ANDRIK, P. (1963): Die Entwicklung der Bissanomalien vom Neolithikum bis zur Gegenwart. – Fortschr. Kieferorthop., **24**:12-21.
- (1959): Beitrag zur Problematik der Beziehungen zwischen Gesichts- und Gebissbereich. – Acta f. r. r. Univ. Com. Anthrop., **3**: 295-302.

- (1984-1985): Einige anthropologische Gesichtspunkte des Zahnengstandes. – *Anthrop.*, **32-33**: 6-12.
- ANGLE, E.H. (1913): Die Okklusionsanomalien der Zähne. – 196-198. – Berlin (Verlag Hermann Neusser).
- BREITINGER, E. (1937): Zur Berechnung der Körperhöhe aus den langen Gliedmaßenknochen. – *Anthropologischer Anzeiger*, Jahrg. **14**/Heft 3-4: 249-274.
- BROADBENT, B.H.sen., BROADBENT, B.H.jun. & GOLDEN, W.H. (1975): Bolton Standards of dentofacial development growth. – Saint Louis (The C.V. Mosby Company).
- CARLSON, D. & VAN GERVEN, D. (1977): Masticatory Function and Post-Pleistocene Evolution in Nubia. – *Amer. J. Anthrop.*, **46**: 495-506.
- CORRUCCINI, R.S. (1985): Bite-force variation related to occlusal variation in rural and urban punjabis (North India). – *Archs. Oral. Biol.*, **30**/1: 65-69.
- EHGARTNER, W. (1959): Die Schädel aus dem frühbronzezeitlichen Gräberfeld von Hainburg. – *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft Wien*, **86-89**: 8-90.
- FISCHER, R.G. (1986): Die schwarzen Pharaonen. – Bergisch-Gladbach (Gustav Lübbe Verlag).
- FRÄNKEL, C. & FRÄNKEL, R. (1992): Der Funktionsregler in der orofazialen Orthopädie. – Heidelberg (Verl.Hüthig).
- FREUDENTHALER, J.W., JONKE, E., CELAR, A., SCHMID, U. & SCHNEIDER, B. (1999): Signifikante Unterschiede in der Kephalmetrie bei brachy-, dolicho- und mesofazialen Probanden. – *Stomatologie*, **96**/6: 143-147.
- GYENIS, G. (1994): Rapid change of head and face measurements in university students in Hungary. – *Anthropolog. Anzeiger*, **52**/2: 149-158.
- HAKIM, I. & HOLLMANN, K. (1996): Vortrag 8. International Conference Lille. – Society for Nubian Studies.
- HARRIS, E.F. & JOHNSON, M.G. (1991): Die Vererblichkeit von kranio-metrischen und okklusalen Variablen. Eine Langzeitanalyse von Geschwistern. – *Inf. Orthod. Kieferorthop.*, **3**: 299-315.
- HOLLMANN, K. (1984): Zur Analyse der dentofazialen Strukturen mit dem graphischen Ist-Soll-Vergleich (ISV). – IOK, München, 4/84, Sonderdruck.
- & STRASSL, H. (1973): Beobachtung des Wachstums der verschiedenen Gesichtsschädelabschnitte an Hand des Fernseitröntgenbildes. – *Deutsche Zahn-, Mund und Kieferheilkunde mit Zentralblatt für die gesamte Zahn-, Mund und Kieferheilkunde*, **60**: 17-32. – Leipzig (Verl. Barth).
- HOLLY SMITH, B., GARN, M.S. & HUNTER, W.S. (1991): Säkulare Trends der Gesichtsdimensionen. – *Inf. Orthod. Kieferorthop.*, **2**: 153-166.
- KENNTNER, G. (1963): Die Veränderung der Körpergröße des Menschen. – Dissertationsschrift, Universität des Saarlandes, Karlsruhe.
- (1992): Wachstumsbeschleunigung und zunehmende Größe der Menschen. – *Fridericiana, Zeitschr. d. Universität Karlsruhe*, **46**: 45-55.
- KNUSSMANN, R. (1996): Vergleichende Biologie des Menschen. Lehrbuch der Anthropologie und Humangenetik. – Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm (Verlag Gustav Fischer).
- LINDER-AARONSON, S. (1979): Die Wirkung der Atemfunktion auf das Kauorgan. – *Internat. Kieferorth. Fortbildungswoche, Bad Gastein*.

- LITTLE, R.M. & RIEDEL, R.A. (1990): Stabilität und Rezidiv in der Postretention bei Unterkieferzahnbögen mit ausgeprägter Lückenstellung. – *IOK*, **3**: 319-326.
- MCNAMARA, J.A. (1974): An atlas of craniofacial growth: Cephalometric standards from the University School Growth Study. – The University of Michigan, Monograph No. **2**.
- MELSEN, B. (1974): The cranial base. – *Acta odontolog. Scandinavica*, **32**, Supplementum 62. – Aarhus.
- NEUGEBAUER, J.-W. (1990): Archäologie in Hainburg. Steinzeit – Bronzezeit – Eisenzeit. – Institut für Ur- und Frühgeschichte, Univ. Wien.
- Nubisches Museum, Assuan (2002): History and cultur of Nubia. – Persönliche Mitteilung.
- RICKETTS, R.M. (1981): Perspectives in the clinical application of cephalometrics. – *Angle Orthodont.*, **51**: 115.
- RIEFENSTAHL, L. (1973): Die Nuba. – Pöcking (Leni Riefenstahl-Produktion).
- RIOLO, M., MCNAMARA, S.A., HUNTER, W.S. & MOYERS, R.E. (1975): Atlas of Craniofacial Growth. – Universität Michigan.
- SCHEIL, H.G. & GOECKE, T.O. (1984): Kopfmaße und Körperhöhe 18 – 20-jähriger Männer. – *Anthrop. Anz.*, **42/4**: 277-280. – Stuttgart.
- SCHUMACHER, G.-H. & SCHMIDT, H. (1976): Anatomie und Biochemie der Zähne. – 489-492. – Berlin (Verlag Volk und Gesundheit).
- SCHWARZ, A.M. (1958): Die Röntgendiagnostik. – München, Berlin (Verlag Urban und Schwarzenberg).
- SCHWIDETZKY, I., GERHARD, K. & MÜHLEMANN, W.E. (1969): Grazilisation und Degrazilisation. – *Homo*, **20**. – Göttingen, Zürich (Muster-Schmidt Verlag).
- SEIDLER, H. (1986): Zur Variation der Körperhöhe bei 18-jährigen Männern in Ostösterreich. – *Anthropolog. Anzeiger*, Stuttgart, **3**: 189-313.
- SLAVICEK, R. (2000): Das Kauorgan. – Gamma-Dental Edition.
- STROUHAL, E. & JUNGWIRTH, J. (1984): Die anthropologische Untersuchung der C-Gruppen und Pan-Gräber-Skelette aus Sayala, Ägyptisch-Nubien. – Berichte des Österreichischen Nationalkomitees der UNESCO-Aktion für die Rettung der Nubischen Altertümer. – Wien (Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften).
- SZILVASSY, J. (1997 und 2002): Persönliche Mitteilung
- TESCHLER-NICOLA, M. (1989): Soziale und biologische Differenzierung in der frühen Bronzezeit am Beispiel des Gräberfeldes F von Gemeinlebarn, Niederösterreich. – *Ann. Naturhist. Museum Wien*, **90/A**: 135-145.
- (1992): Untersuchungen zur Bevölkerungsbiologie der Bronzezeit in Ostösterreich. – Habilitationsschrift. Formal- und Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Wien.
- & PROSSINGER, H. (1998): *Dental Anthropology*. – Wien, New York (Springer-Verlag).
- VAN DER LINDEN, P.G.M. (1984): Gesichtswachstum und faziale Orthopädie. – Berlin (Quintessenz Verlag).
- VYSLOZIL, O. (1969): Akzeleration und Zahnengstand. – *ÖDZ*, **2**: 31-35.
- (1979): Weichteileinfluss auf die Gebissentwicklung. – Vortrag Internat. Kieferorthop. Fortbildungswoche Bad Gastein.

- , JONKE, E. & KRITSCHER, H. (1994): Kieferorthopädisch-anthropometrische Vergleichsuntersuchung an 100 Jahre alten menschlichen Schädeln und österreichischen Bundesheersoldaten. – IOK, **4**: 409-436.
- , JONKE, E. & KRITSCHER, H. (1996): Akzeleration und Zahnengstand. Eine kieferorthopädisch-anthropometrische Vergleichsuntersuchung. Anhang: Die Bedeutung von Augustin Weisbach für die Anthropologie Österreichs. – Ann. Naturhist. Museum Wien, **97/A**: 167-219.
- WARREN, J.J. & BISHARA, S.E. (2001): Comparison of dental arch measurements in the primary dentition between contemporary and historic samples. – Amer. J. Orthod. Dentofacial Orthop., **119**: 211-215.
- WEISBACH, A. (1892): Deutsche Männer aus Niederösterreich und Wien. –Wien (Verlag Hölzl).
- (1889): Länge und Breite des Kopfes und Schädels. – MAG Wien, **19**: 198-200.
- Beschreibung der osteologischen Sammlung an Hand der Inventarbücher. Naturhistorisches Museum Wien.