Impressum

Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie
Bulletin de la Société Suisse d'Anthropologie
herausgegeben von der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie (SGA/SSA)
mit Unterstützung der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften (SANW)

Redaktion:
Dr. Susi Ulrich-Bochsler, Bern

Korreferentin (textes français):
Dr. Isabelle Gemmerich Pfister, Fislisbach

Layout:
Andreas Cueni, Aesch

Bezugsort:
Redaktion: S. Ulrich-Bochsler, Historische Anthropologie, Medizinhistorisches Institut der Universität Bern, Fabrikstrasse 29d, CH - 3012 Bern
Telefon 031/631 84 92. Fax 031/631 37 82. E-mail susi.ulrich-bochsler@mhi.unibe.ch.

Herstellung: Atelier d'Impression de l'Université de Genève
Couverture: Montage Isabelle Gemmerich d'après un dessin original de Lucrezia Bieler-Beerli (Zürich) pour l'exposition du Musée d'Anthropologie de l'Université de Zürich

Erscheinungsweise: Vom Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie erscheinen in der Regel zwei Hefte pro Jahr (Frühjahr, Herbst), die zusammen einen Band bilden.

ISSN 1420 - 4835

DNA Isolation from Ancient Bone Samples using a Mixture of Coca-Cola™ and Gall-Soap

Michael Scholz and Carsten Pusch

Abstract

Today numerous methods exist for DNA extraction from different types of tissues. The majority of those require large amounts of primary material in standard preparations as seen in the use of CsCl-gradients or silica columns. Therefore they are only of limited use for the extraction of so-called valuable and quantitatively limited tissues (e.g. mummified human tissue, and ancient bone samples recovered from the soil). Thus, we developed a technique that allows for an extremely efficient DNA extraction (fig. 1a) while requiring only small amounts of poorly conserved primary material. In particular, the use of two readily available commercial products (Coca-Cola™ Classic, Coca-Cola GmbH Essen; and liquid Gall-Seife™, Blücher-Schering) within the lysis procedure makes our method extremely cheap if not costless, relative to industry standards. This seemingly peculiar lysis mix utilizes the acidic cleansing effect of an American soft drink in combination with an easily biodegradable mixture of detergents (5 %), tensides (5-15 %), and enzymes (concentrated beef bile) (5-15 %).

Zusammenfassung

Die Isolierung von DNA aus vorgeschichtlichen Hart- und Weichteilproben ist in der Regel sehr schwierig. Nachfolgende Experimente, die z.B. die Amplifizierung spezifischer Nukleinsäure-Abschnitte ermöglichen sollen (PCR), sind daher bislang immer noch die Ausnahme. Ein weiteres Erschwernis stellt die Vervielfältigung nuklearer DNA (DNA des Zellkerns) dar, die im Gegensatz zur high-copy Fraktion der Zelle (mitochondriale DNA) nur in zweifacher Kopie vorliegt. Um die Informativität von alter bzw. fossiler DNA zu erhöhen, entwickelten wir ein schnelles und zudem nicht-toxisches Extraktionsverfahren. Damit ist es sogar möglich geworden, auch nukleare DNA erfolgreich aus prähistorischen Ausgangsproben zu isolieren, zu amplifizieren und zu typisieren.

One important improvement of the Cola/Gall-Soap preparation is, that the commonly and indiscriminately used - but highly toxic - phenol is not longer required for aDNA extraction. We thus modified our technique by carrying out a salt-chloroform extraction instead, which also made it possible to work with considerably larger sample quantities without undertaking exceptional and complicated precautions. The most relevant advantages of our method, in comparison to those commonly in use, include the absolute simplicity, efficiency, and in particular, the speed with which extracted DNA becomes available for further experiments. Requirements which have to be met by every laboratory working in the field of molecular genetics today and which are taken into account by various workgroups with new and innovative approaches (Bahl/Pfenninger 1996). The parameters of the lysis procedure are set so that the extraction does not take several days as does common, but an average of five hours with an actual preparation time (without incubation breaks) of thirty minutes. Thus our method, in contrast to many others currently employed (Goodyear et al. 1994, Hagelberg/Clegg 1991, Handt et al. 1994, Pääbo 1989), is with considerable justification termed rapid.

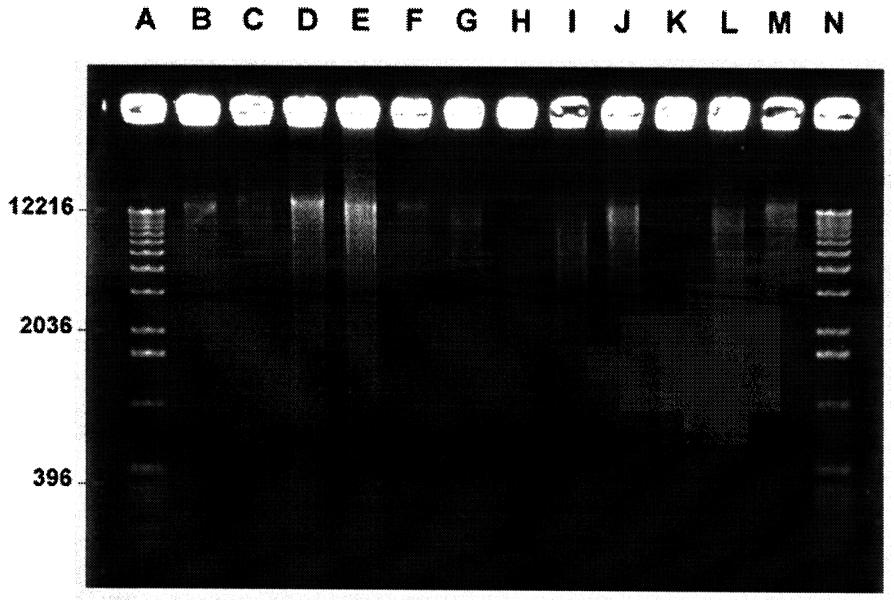

Fig. 1a: DNA extractions using our proposed isolation technique.
Lanes B-M, DNA isolated with the new Coca-Cola (classic)™/concentrated beef bile-lysis mix. The DNA isolation procedures were tested with bone samples from individuals of former graveyards from Neresheim (Germany/ ~500 A.D.) (lanes B-G), and Al Buhais (Sharjah, UAE/ ~4'700 B.C.) (lanes H-M). The marker we used for size determination was DNA standard marker X (Boehringer Mannheim), lanes A and N. 1 µl (~150-250 ng) of isolated total DNA (~10 µl) was separated on a 1 % agarose gel running in 1 x acetate buffer. Sizes are given in basepairs (bp).

According to our experience, it is hardly possible to improve the quality of DNA extracted from ancient bones recovered from the soil. Therefore our goal was to optimize each step of the extraction procedure in terms of extracted DNA quantities. This is the only way to realize successful polymerase chain-reactions (PCRs) which lead to the amplification of the desired genomic or mitochondrial (mt-) DNA segment, because it will remain in adequate amounts as template. In addition, we were able to isolate high molecular weight DNA from prehistoric bone for the very first time (fig. 1a). In order to verify human specificity we used southern blot analysis (fig. 1b).

Another serious problem accompanying the extraction of older DNA has been contamination with humin acids, sugar residues, and/or collagen structures, whose general presence prohibited the completion of successful PCRs (Goodyear 1994 et al.). Such contamination does not occur in the method described here. The underlying reason for this, however, could not be sufficiently identified by us, especially as the soft drink contains several ingredients which remain „secret".

We tested our method on bone samples extracted from the medieval graveyard of Neresheim (FRG), datable to 1'500 B.P., and the neolithic site of Al Buhais, Sharjah (UAE), with an age of 4'610-4'780 B.C. (fig. 1c). Our goal is to delineate kin- and family-relationships from ancient samples via PCR analysis. Because mt-specific PCR assays produce unusable results for our particular research (DNA inherited on the maternal side only), we had to use short tandem repeat (STR-) systems, which require large amounts of genomic nuclear DNA as so-called „low copy-number" template. STR-systems are short DNA strings (150-350 bp) characterized by the repetition of 2 to 5 bp. Because of their significant length polymorphism these systems are excellent in terms of typing determination and individualization in the fields of paternity analysis and forensics.

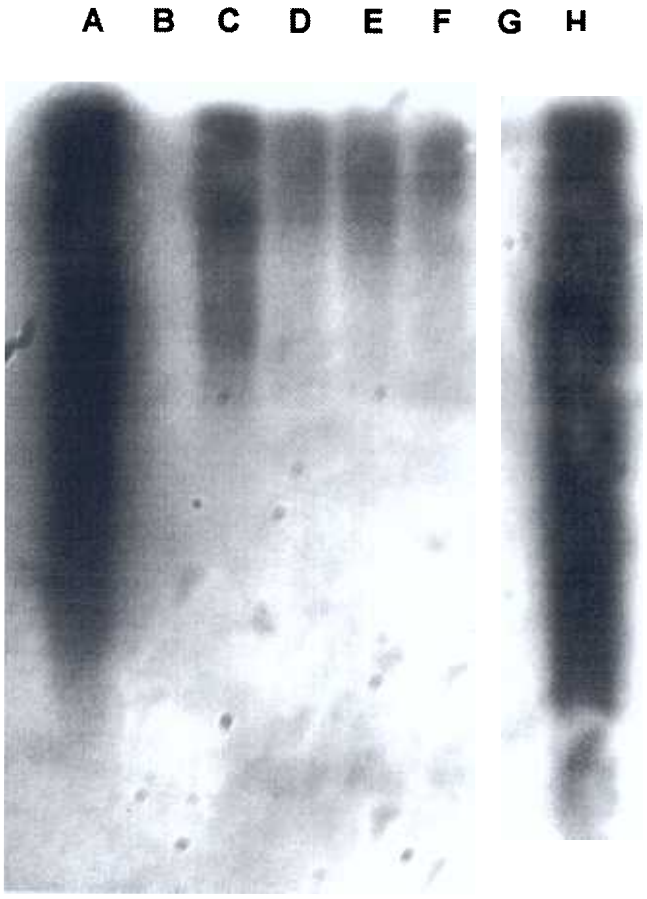

Fig. 1b: Autoradiographic film showing signals originated by the presence of human-specific repetitive high and low copy-number motifs.
Using our „Cola"-extraction protocol, approximately 1 µg of isolated DNA of each individual comparable to figure 1a were pooled (lanes C-F). Comparing qualitatively equal nucleic acids, we used as reference DNAs each 1 µg of sonicated human (lanes A and H) and E.coli DNA (lane G, negative control) for electrophoresis. The DNAs were separated on a 1 % agarose gel and transferred onto a positively charged nylon membrane (Genescreen) by alkaline blotting (Southern 1975). Lane B, protocol performed according to our new recipe, but without DNA (blank lane). The filter was hybridized to P^{32}α-dATP radiolabeled sonicated human placental DNA to further test the isolated DNA for human specific integrity. Labelling and hybridizing conditions were performed according to the manufacturers specifications (random primed DNA labelling kit, Boehringer Mannheim).

Only certain areas of prehistorical skeletal remains are suitable for DNA extraction. We mainly took samples from the diaphysis region of the long extremity bones such as femur, tibia and humerus. Apart from the spongious substances unsuitable for use in the subsequent extraction these consist of solid bone substance, the Compacta. In it, because of its dense structure and under favorable preservation conditions, a sufficient amount of organic components (collagen) remain from which DNA can be isolated. In order to prevent possible contaminations when taking samples we took the following precautions as described previously (Scholz/Pusch 1997). In brief, all steps were carried out under sterile conditions. All appliances and containers used for working with or storing the bone material were cleaned from possible remaining bone meal residue in several steps (stone meal, acetone, propan-2-ol) before and after use. The decontamination of the containers and instruments used was carried out in two stages with substances capable of dissolving DNA and DNAses (DNAaway, Molecular Bio-Products™, Inc., San Diego, CA). The bone parts are removed with the help of a hand mill (DBP Supra; Kaltenbach & Voigt/Biberach) which is normally used in dental work. In order to work as exactly as possible the mill has to be fitted with a diamond separation disc

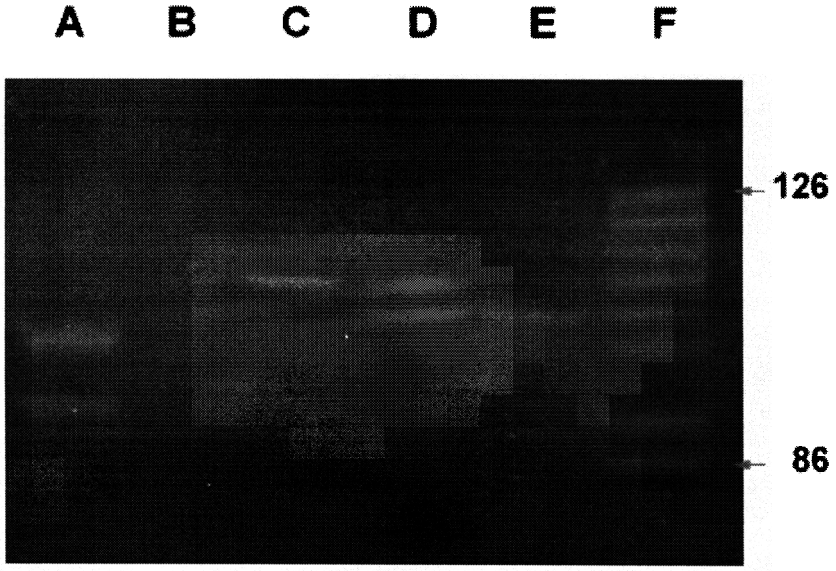

Fig. 1c: PCR products generated by the human specific system HumCD4 (Serac) with bonesampled DNA as templates.
Amplificated DNA fragments using the STR-system HumCD4 (Serac) (lanes A, and C-E); negative control without DNA (lane B). The PCR was performed in 25 µl total volume on a trio-thermocyler (Biometra) with 5-80 ng of isolated ancient DNA as template under the following conditions: 1 x PCR buffer (Goldstar), 0.2 mM of each dNTP, 0.75 mM $MgCl_2$, 0.2 µM of each specific primer applied in the HumCD4-kit, and 0.2U Taq polymerase (Goldstar). The PCR program was 94 °C for 4 min, 30 cycles at 94 °C for 30 sec, annealing temperature of 62-65 °C for 30 sec, 72 °C for 45 sec and a final extension step at 72 °C for 7 min. Lane F corresponds to the DNA marker showing all CD4 locus-specific allelic variants of the caucasian population (Serac). Electrophoresis was performed with 10 % polyacrylamide gels running in 1 x TBE-buffer. Both gels (from figures 1a and 1b) were stained with ethidium bromide. Sizes are given in basepairs (bp).

(Orthodontros™, Ultraflex 912-EF). After the sample has been removed a slice of about 3 mm is milled off the sides of all sample fragments in order to remove any contaminations and Spongiosa from the area of the Cavitas medullaris. For this work the mill has to be fitted with a new disc (Orthodontros™, milling head of plastic-diamond with 3-layer trianonlining, GD-No. 6830). The bone samples are then mechanically ground into a fine meal with a vibration mill and sterile agate mortars in order to obtain the largest possible surface for subsequent lysis and extraction steps. After that, the bone powder was aliquotted in 0.1-0.2 g-portions of Eppendorf containers (1.5 ml).

The lysis of the bone DNA was realized in a mixture of 300 µl Coca-Cola™, 100 µl 0.4 N NaOH, 15 µl liquid Gall-Seife™, and 5 µl 1.2 M NaCl for 1-14 hours at 45 °C on a rotating platform (IKA-Vibrax-VXR/attachment VX2E; Janke und Kunkel). After the addition of 1 cm^3 sterile polymerwool (synthetic cotton-wool; JBL) we centrifuged for 15 seconds, aspirated the liquid through the polymerwool and transferred it into a new 1.5 ml-container. The removal of the proteins and salts was realized with 1.0 volume of chloroform in another five minute incubation step under room temperature (RT) on the shaker. Thereafter we centrifuged in an Eppifuge for 5 minutes at 15'000 rpm in order to separate both phases from each other. To avoid any contamination by the recurring interphase, we again added polymerwool to the container and centrifuged for another 2 minutes on the highest level possible. The upper phase was removed through the wool and transferred into a new container. The precipitation was

carried out with 1.0 volume of propan-2-ol under low-level rotation for 10 minutes at RT. The pelletization was realized at 12'500 xg for 15 minutes at 4 °C. The supernatant was saved by pipetting and the pellet was washed with 1.0 ml 70 % ethanol for 5 minutes. The air-dried, white or colored pellet was resuspended in a second lysis step in 10-20 µl H_2O_{dd} at 40 °C in the incubator, accompanied by manual finger-taps against the test tube. Rarely a portion of the pellet remained unsoluable. In several cases, we could neglect the chloroform purification entirely. These differences in DNA qualities are not predictable in advance, because they result from the varied regional conditions of the soils from which bones were recovered.

Table 1: This table shows a list of 11 test series for aDNA extraction according to the coke/gall soap method with varying concentrations of the reactive components used. The optimum concentration values for the isolation of ancient bone DNA can be seen in experiment 1 (IE = Isolation Efficiency).

Experiment	0.4 M NaOH [µl]	Coca-Cola Classic [µl]	Gall-Soap [µl]	1.2 M NaCl [µl]	H_2O_{dd} ad 580 µl	IE
1	100	300	15	5	160	+++
2	200	300	20	0	60	+
3	0	300	10	30	250	+-
4	200	300	20	60	0	+
5	0	300	20	30	230	+-
6	0	300	40	60	180	-
7	500	0	0	0	80	-
8	0	500	0	0	80	-
9	0	0	500	0	80	-
10	0	0	0	500	80	-
11	0	0	0	0	580	-

Summing up, our method enabled us to obtain large quantities of DNA to be extracted from small amounts of poorly preserved prehistoric bone (500-1'600 ng/preparation). In several test series with different concentrations of the main components of the extraction buffer we have been able to develop this optimized mixture for isolating ancient DNA (table 1). Furthermore we were able to increase the rate of successful PCRs considerably in contrast to previous experiments. This encloses not only amplification with the help of mt-DNA specific primers (5984s and 6026opx; data not shown), but also in particular the systems which make use of only nuclear DNA as template (e.g. amelogenin, HumVWA, HumFes, HumCD4, HumTH01). Furthermore it must be stressed that reagents used here are so common as to be cheap and easily available, not to mention absolutely non-toxic as well.

References

Bahl A., Pfenninger M. 1996
A rapid method of DNA isolation using laundry detergent. Nucl. Acids Res. 24, p. 1587-1588.

Goodyear P.D., MacLaughlin-Black S., Mason I.J. 1994
A reliable method for the removal of co-purifying PCR inhibitors from ancient DNA. Biotechniques 16, p. 232-235.

Hagelberg E., Clegg J.B. 1991
Isolation and characterization of DNA from archaeological bone. Proc. R. Soc. Lond. (Biol.) 244, p. 45-50.

Handt O., Höss M., Krings M., Pääbo S. 1994
Ancient DNA: methodological challenges. Experimentia 50, p. 524-529.

Pääbo S. 1989
Ancient DNA: extraction, characterization, molecular cloning and enzymatic amplification. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 86, p. 6196-6200.

Scholz M., Pusch C. 1997
An efficient isolation method for high-quality DNA from ancient bones. Technical Tips Online (http://www.elsevier.com/locate/tto) T01045.

Southern E.M. 1975
Detection of specific sequences separated by gel electrophoresis. J. Mol. Biol. 98, p. 503-517.

Acknowledgment

The authors especially want to thank Dr. A. Czarnetzki, Osteologic Collection of the University of Tübingen, Department of Physical Anthropology, for his indefatigable and invaluable commitment to supporting us in our work. Furthermore, we would like to thank Tina and John Frymire for expert help with the English manuscript.

Anschriften

Michael Scholz
Institut für Ur- und Frühgeschichte
Abt. Archäobiologie
Universität Tübingen
Eugenstrasse 40
D - 72072 Tübingen

Carsten Pusch
Institut für Anthropologie und Humangenetik
Abt. Molekulare Genetik
Universität Tübingen
Wilhelmstrasse 27
D - 72074 Tübingen

Eingang: 28.4.1998

Impressum

Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie
Bulletin de la Société Suisse d'Anthropologie
herausgegeben von der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie (SGA/SSA)
mit Unterstützung der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften (SANW)

Redaktion:
Dr. Susi Ulrich-Bochsler, Bern

Korreferentin (textes français):
Dr. Isabelle Gemmerich Pfister, Fislisbach

Layout:
Andreas Cueni, Aesch

Bezugsort:
Redaktion: S. Ulrich-Bochsler, Historische Anthropologie, Medizinhistorisches Institut der Universität Bern, Fabrikstrasse 29d, CH - 3012 Bern
Telefon 031/631 84 92. Fax 031/631 37 82. E-mail susi.ulrich-bochsler@mhi.unibe.ch.

Herstellung: Atelier d'Impression de l'Université de Genève
Couverture: Montage Isabelle Gemmerich d'après un dessin original de Lucrezia Bieler-Beerli (Zürich) pour l'exposition du Musée d'Anthropologie de l'Université de Zürich

Erscheinungsweise: Vom Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie erscheinen in der Regel zwei Hefte pro Jahr (Frühjahr, Herbst), die zusammen einen Band bilden.

ISSN 1420 - 4835

Enhanced ligation efficiencies of unstable DNA sequences by compensation for damaged single-strand overhangs

Carsten M. Pusch and Michael Scholz

Abstract

When unstable DNA sequences are used for ligation, the generation of non-compatible DNA ends appears to be a major mechanism of in vivo amplification-failure. It has previously been shown that genuine ancient DNA extracts consist of a remarkable portion of repetitive DNA. Thus - as demonstrated in recent publications - both kinds of DNA (repetitive DNA, ancient DNA) display a comparable behaviour in ligation reactions. In order to overcome the problems connected to the two types of unstable DNA sequences we modelled the successful production of replicons by using highly repetitive nucleic acids. With the technique described here, a significant increase (up to 46 fold) in cloning efficiency is observed, for the direct ligation of ancient DNA or DNA fragments derived from modern repetitive sequences. The use of alternative vector ends and/or a fill-in reaction in the second step of a double ligation approach compensates for damaged/altered insert material, allowing non-complementary DNA double-strand breaks to be ligated to replicons.

The cloning of DNA fragments can be a time-consuming affair. A number of factors including the source/type of DNA and its physical condition can result in low cloning efficiencies or the absence of the desired DNA fragment within the collection of screened recombinants.

The isolation and purification of vector and fragment DNAs (Sealey/Southern 1989, Ericson 1990, Heery et al. 1990, Pusch 1997, Scholz/Pusch 1997), the use of different bacterial strains and different recipes for the preparation of competent cells (Mandel/Higa 1970, Dagert/Ehrlich 1979, Inoue et al. 1979, Raleigh 1994), and modification of the ligation and transformation procedures (Inoue et al. 1990, Dracopoli et al. 1994, Lund et al. 1996, Pusch et al. 1997) can require significant optimization. To circumvent this optimization, the reutilisation of leftover non-recombinant material from the failed original ligation reaction is proposed.

Unstable DNA sequences (direct/tandemly organized repeats, or ancient DNA) have previously been reported to yield low transformation efficiencies or to be refractory to cloning (Wyman et al. 1986, Nakamura et al. 1987, Wyman/Wertman 1987, Kang/Cox 1996, Pusch/Scholz 1998). The ligation of repetitive DNA segments into a wide range of plasmid vectors suffers from problems generated by enzymatic slippage mechanisms (Smeets et al. 1989, Hauge/Litt 1993), active DNA repair pathways (Dracopoli et al. 1994, Ausubel et. al. 1994) and/or the enzymology of *E. coli* strains (Raleigh 1994). These factors may lead to complete or partial loss of the specific single-stranded overhang and therefore low numbers of positive transformants. Severe exonuclease activity and/or further enzymatic contaminants have been reported in isolates of ancient DNA (Scholz/Pusch 1997, Goodyear et al. 1994, Pusch/Scholz 1997). This mechanism may explain this comparable behaviour, and less information about ligation of native ancient DNA fragments has been reported to date (Pusch/Scholz 1998).

In order to test these hypotheses, sequences that contained highly repetitive elements with a single basic unit of less than 300 bp (e.g. STRs, SSRs consisting of ≥ 30 nucleotides, (e.g. $(CA)_{15}$), mini/midi-satellites, SINEs) were used in cloning experiments. These first round ligation reactions containing *Eco*R I restricted vector and insert DNA (symmetric sticky-end), were then cloned into new preparations of both *Sma* I-*Eco*R I (asymmetric) and *Sma* I (symmetric blunt-end) restricted plasmid vectors.

The plasmid vector pUC19 (2.7 kb) and *Eco*R I-generated pericentromere/centromere-specific cosmid fragments (0.8-7.1 kb) used for the cloning procedures were produced according to standard protocols (Sambrook et. al. 1989). Plasmid vectors were prepared for *Eco*R I (symmetric sticky-end), *Sma* I (symmetric blunt-end), and *Sma* I-*Eco*R I (asymmetric) with the appropriate enzymes. The cosmid fragments were isolated from 1.0 % agarose gels by column centrifugation (Heery 1990).

All ligation reactions were performed by temperature cycle-ligation (Pusch et al. 1997). The first round reaction mix consisted of 1.5 µl 10x ligation buffer, 0.5 U T4-DNA ligase (Boehringer Mannheim), DNA at a concentration of 5-8 ng/µl with a ratio of vector:insert molecule ends of 1:5, and ddH_2O to a total volume of 15 µl. New reactions were then prepared using the original ligation reaction (0.5 volume) and 50 ng new vector DNA prepared for either asymmetric or blunt-end ligation. Additionally, a further blunt-end ligation reaction was setup by performing a fill-in reaction on the original ligation reaction. The fill-in reaction was carried out in the presence of 2.0 nmol dNTPs and 1.5 U Klenow fragment of *E. coli* DNA polymerase I (Boehringer Mannheim) at 20 °C for 10 minutes (Sambrook et al. 1989). This filled-in blunt-end DNA was purified by centrifugation through Sephadex G-50/glasswool columns (Pusch/Scholz 1997). All second round ligation reactions were performed with the addition of an extra 0.2 U T4-DNA-ligase and 0.75 µl 10x buffer. Competent DH5a bacterial cells (Gibco BRL) were transformed with 1-4 ng DNA from each ligation reaction following the manufacturer's instructions. Aliquots of 200 µl from the transformation cell suspension were plated onto LB agar-plates containing 50 µg/ml ampicillin, 100 µg/ml IPTG and 80 µg/ml X-Gal. The use of DNA fragments derived from constitutively heterochromatic arrays of various human chromosomes containing poly (CA)/poly (GA) elements of various sizes ($(CA)_{9-24}$,$(GA)_{7-19}$), pericentromeric satellites (I, II, III, and ß), and alpha/non-alphoid sequences for ligation enabled monitoring of the cloning efficiency. For this a colony lift onto nylon membranes (Genescreen) was followed by hybridization with 10 pmol of radiolabelled sonicated human placental DNA (Sigma).

Figure 1 summarizes the transformation efficiencies obtained. Four independent experiments, consisting of six reactions, were performed for each type of ligation reaction. The second round asymmetric *Eco*R I-*Sma* I and the *Sma* I-*Sma* I ligation reactions yielded, respectively, 5-7 fold and 7-11 fold higher transformation efficiencies, in comparison to the original *Eco*R I-*Eco*R I ligation reaction. In addition, the second round blunt-end ligation reaction with filled-in insert and vector molecules produced a remarkable 41-46 fold improvement in the transformation efficiency for the reaction. Comparable efficiencies were also obtained using each vector system when *Eco*R I restricted prehistoric human DNA (~5'000 BC; UAE) was used for the original ligation (data not shown).

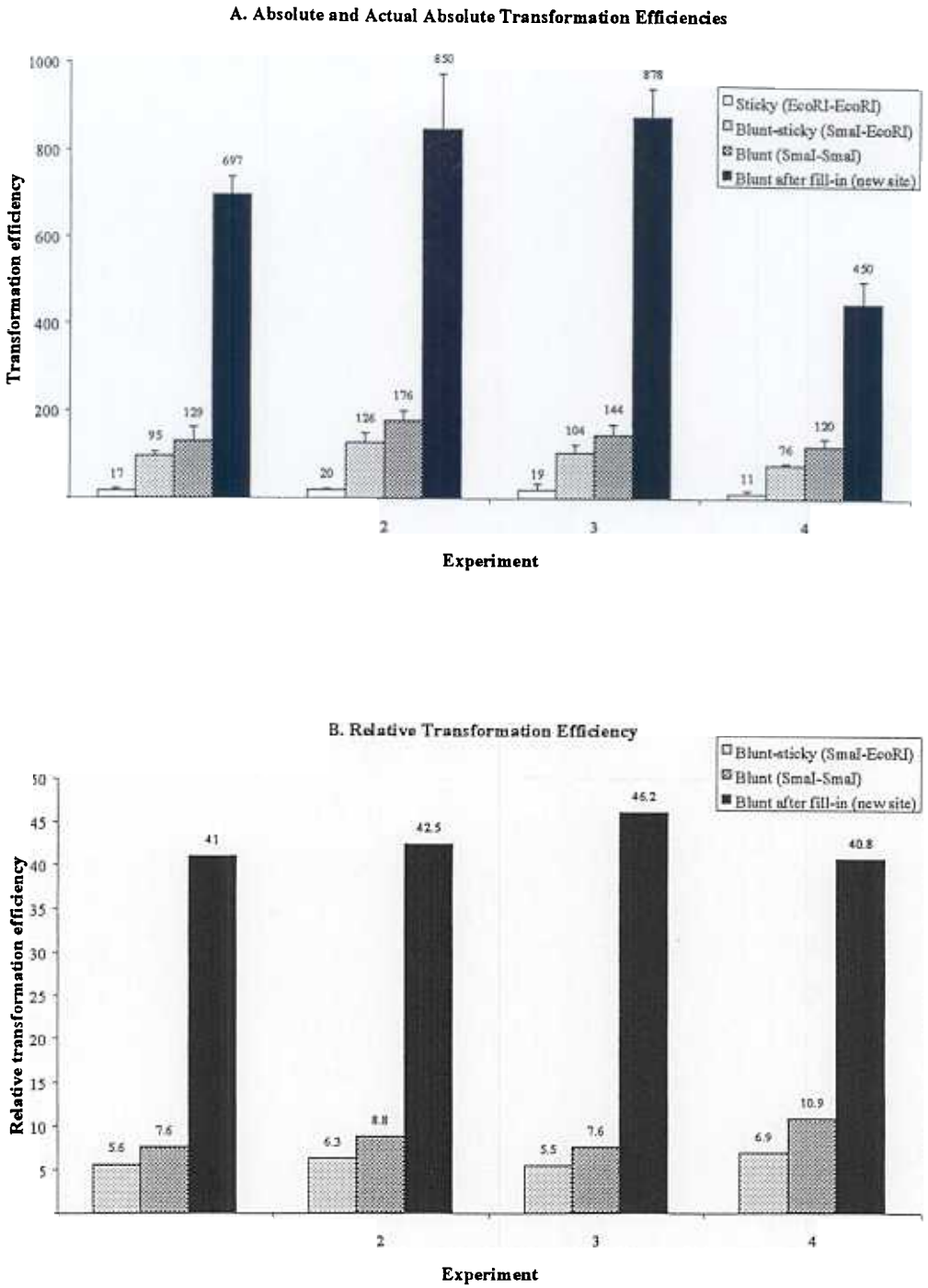

Fig. 1: Transformation efficiencies for ligation reactions. (A) Absolute transformation efficiencies (ATEs) for the original ligation reaction (sticky *Eco*R I-*Eco*R I) were defined as the number of hybridization positive colonies per 1.0 ml SOC-medium ± the standard deviation. Second round transformation efficiencies are corrected for the presence of the original ligation reaction. This actual absolute transformation efficiency (AATE) was obtained by subtracting the ATEs of the second round ligations, from the ATE of the original ligation reaction. (B) Relative transformation efficiencies (RTEs) were determined as the ratio between AATEs found in the blunt-end or asymmetric ligations, and the ATE of the original symmetric sticky-end ligation reactions.

Reduced numbers of transformants in the original transformation may be due to non-recombinant, but partially ligated DNA fragments (one-sided connection with vector molecules). The second round ligation may allow the building up of fully circularized recombinants. In addition, the use of the substitute vectors bearing different end combinations increases ligation efficiencies as damaged/altered insert material becomes recombinant. This increase in efficiency is further enhanced by the fill-in reaction which compensates for the partial loss of the single-stranded overhang. The use of calf thymus extract to join non-complementary DNA double-strand breaks, has shown the major mechanism of joining to be blunt-end ligation following removal or fill-in of single strand bases (Mason et al. 1996). Thus the fill-in reaction is a more successful substitute for the less targeted action of calf thymus extract.

This technique is clearly a low cost, time-saving simple alternative for the cloning of fragments that include repetitive, chemically altered or unstable DNA elements. Compensation for damaged single-stranded overhangs in the original ligation reaction can significantly increase the efficiency of otherwise failed ligation reactions.

Zusammenfassung

Es existieren verschiedene Verfahren, um DNA-Fragmente zu typisieren. Eines davon ist die Klonierung von Nukleinsäuren in Replikon-Einheiten, sogenannten Vektoren. Auch die Disziplin der ancient DNA (aDNA)-Forschung bedient sich solcher Hybrid-Konstrukte, die abhängig vom einzuschleusenden DNA-Segment unterschiedlich erfolgreich zu generieren sind. Von allen DNA-Typen sind repetitive DNA und ancient bzw. fossil DNA am schlechtesten zu prozessieren. Dies ist darin begründet, dass diese Nukleinsäuren vergleichbaren Regeln aberranter enzymatischer Reaktionen unterliegen (z.B. slippage, mispriming, jumping). Zudem konnte erst kürzlich gezeigt werden, dass isolierte aDNA zu über 80 % aus mittel- bis hochrepetitiven DNA-Sequenzen besteht. Um daher die Transformationseffizienzen von Klonierungsprodukten signifikant erhöhen zu können, favorisieren wir ein Protokoll, welches speziell an die Natur dieser Sequenzen adaptiert wurde.

References

Ausubel F.M., Brent R., Kingston R.E., Moore D.D., Seidman J.G., Smith J.A., Struhl K. 1994
Current Protocols in Molecular Biology. Greene Publishing Associates and Wiley-Interscience, Wiley and Sons.

Dagert M., Ehrlich S.D. 1979
Prolonged incubation in calcium chloride improves the competence of E. coli cells. Gene 6, p. 23-28.

Dracopoli N.C., Haines J.L., Korf B.R., Moir D.T., Morton C.C., Seidman C.E., Seidman J.G., Smith D.R. 1994
Current Protocols in Human Genetics. Wiley and Sons.

Ericson M.L. 1990
DNA isolation from gels by using ultracentrifugation. Trends Genet. 6, p. 278.

Goodyear P.D., MacLaughlin Black S., Mason I.J. 1994
A reliable method for the removal of co-purifying PCR inhibitors from ancient DNA. Biotechniques 16, p. 232-234.

Hauge X.Y., Litt M. 1993
A study of the origin of „shadow bands" seen when typing dinucleotide repeat polymorphisms by the PCR. Hum. Mol. Genet. 2, p. 411-415.

Heery D.M., Gannon F., Powell R. 1990
A simple method for subcloning DNA fragments from gel slices. Trends Genet. 6, p. 173.

Inoue H., Nojima H., Okayama H. 1990
High efficiency transformation of Escherichia coli with plasmids. Gene 96, p. 23-28.

Kang H.K., Cox D.W. 1996
Tandem repeats 3´of the IGHA genes in the human immunoglobulin heavy chain gene cluster. Genomics 35, p. 189-195.

Lund A.H., Duch M., Pederson S. 1996
Enhanced ligation efficiencies by temperature cycle-ligation. Nucleic Acids Res. 24, p. 800-801

Mandel M., Higa A. 1970
Calcium dependent bacteriophage DNA infection. J. Mol. Biol. 53, p. 159-162.

Mason R.M., Thacker J., Fairman M.P. 1996
The joining of non-complementary DNA double-strand breaks by mammalian extracts. Nucleic Acids Res. 15, p. 4946-4953.

Nakamura Y., Leppert M., O´Connel P., Wolff R., Holm T., Culver M., Martin C., Fujimoto E., Hoff M., Kumlin E., White R. 1987
Variable number of tandem repeat (VNTR) markers for human gene mapping. Science 235, p. 1616-1622.

Pusch C.M. 1997
A simple and fast procedure for high quality DNA isolation from gels using laundry detergent and inverted columns. Electrophoresis 18, p. 1103-1104.

Pusch C.M., Schmitt H., Blin N. 1997
Increased cloning efficiency by cycle restriction-ligation (CRL). Trends Genet. 13, p. 164.

Pusch C.M., Scholz M. 1997
DNA extraction from ancient human bones via enzymatic treatment. Trends Genet. 13, p. 417. Technical Tips Online (http://www.elsevier.com/locate/tto), T01217.

Pusch C., Scholz M. 1998
Detecting Prehistoric Human DNA: Construction and Screening of a Small-Scale Plasmid Library Reveals a New Repetitive and Tandemly Organized 25 bp Motif. Ancient Biomolecules, in press.

Raleigh E.A. 1994
in: Ausubel F.M. et al. (eds.), Current Protocols in Molecular Biology. Vol I. Wiley and Sons, p. 1-4.

Sambrook J., Fritsch E.F., Maniatis T. 1989
Molecular Cloning: A Laboratory Manual. Second edition. Cold Spring Harbor Laboratory Press. Cold Spring Harbor, NY, p. F1-F3.

Sealey P.G., Southern E.M. 1989
in: Rickwood D. and Hames B.D. (eds.), Gel Electrophoresis Of Nucleic Acids. IRL Press. Oxford, p. 39-76.

Scholz M., Pusch C.M. 1997
An efficient isolation method for high-quality DNA from ancient bones. Trends Genet. 13, p. 249.

Smeets H.J.M., Brunner H.G., Ropers H.-H., Wieringa B. 1989
Use of variable simple sequence motifs as genetic markers: Application to study the myotonic dystrophy. Hum. Genet. 83, p. 245-251.

Wyman A.R., Wertman K.F., Barker D., Helms C., Petri W.H. 1986
Factors which equalize the representation of genome segments in recombinant libraries. Gene 33, p. 103-119.

Wyman A.R., Wertman K.F. 1987
Host strains that alleviate underrepresentation of specific sequences: overview. Methods Enzymol. 152, p. 173-180.

Anschrift

Carsten Pusch
Augenklinik
Abt. Molekulare Genetik
Universität Tübingen
Auf der Morgenstelle 15
D - 72076 Tübingen

Michael Scholz
Institut für Ur- und Frühgeschichte
Abt. Archäobiologie
Universität Tübingen
Eugenstrasse 40
D - 72072 Tübingen

Eingang: 28.4.1998

Impressum

Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie
Bulletin de la Société Suisse d'Anthropologie
herausgegeben von der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie (SGA/SSA)
mit Unterstützung der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften (SANW)

Redaktion:
Dr. Susi Ulrich-Bochsler, Bern

Korreferentin (textes français):
Dr. Isabelle Gemmerich Pfister, Fislisbach

Layout:
Andreas Cueni, Aesch

Bezugsort:
Redaktion: S. Ulrich-Bochsler, Historische Anthropologie, Medizinhistorisches Institut der Universität Bern, Fabrikstrasse 29d, CH - 3012 Bern
Telefon 031/631 84 92. Fax 031/631 37 82. E-mail susi.ulrich-bochsler@mhi.unibe.ch.

Herstellung: Atelier d'Impression de l'Université de Genève
Couverture: Montage Isabelle Gemmerich d'après un dessin original de Lucrezia Bieler-Beerli (Zürich) pour l'exposition du Musée d'Anthropologie de l'Université de Zürich

Erscheinungsweise: Vom Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie erscheinen in der Regel zwei Hefte pro Jahr (Frühjahr, Herbst), die zusammen einen Band bilden.

ISSN 1420 - 4835

Bull. Soc. Suisse d'Anthrop. 4(2), 1998, 13-25.

Erfahrungen mit der Rekonstruktion des Ernährungszustandes prähistorischer Skelette[1]

Miriam Noël Haidle

Summary

Nutritional conditions of prehistoric and historic populations can be modelled by theoretical estimations of available food resources per person, by written sources about food prices, losses of harvests and famines, or by analysis of the nutritional status of skeletons. There are several traits of general protein-energy-malnutrition cited in the literature. The best known are enamel hypoplasias, Harris's Lines as unspecific markers of single interruptions in growth caused by individual crisis of nutrition and health, and body height as a cumulative marker of supply-related stress during phases of growth. But to some extent even these characteristics lack the basic knowledge about causality, development and especially assessment of the age at formation. Despite all problems, the skeletal approach to the assessment of nutritional status is the most useful for comparisons among several populations from different periods or regions and may also be used to distinguish among social groups within a population.

Einführung

Ernährungszustände von Individuen und die daraus abgeleitete Versorgungssicherheit ganzer Populationen stehen im Spannungsfeld zwischen Vorgeschichte/Geschichte einerseits und Physischer Anthropologie andererseits. Unterernährung, Versorgungskrisen und Hungersnöte, aber auch paradiesische Zustände mit überreichlichem Fleischgenuss werden für die verschiedenen Zeiten immer wieder postuliert (Haidle 1997); die Schwierigkeit besteht darin, dies zu belegen. Es wurde versucht, dieser Fragestellung mit verschiedenen Ansätzen zu begegnen, die unterschiedliche Potentiale und Probleme aufweisen.

Zum einen bietet der theoretische Ansatz (z.B. Gross et al. 1990, Caselitz 1986), der, ausgehend von verfügbaren Ressourcenarten und Abschätzungen ihres Ertrags unter vorgeschichtlichen und historischen Bedingungen, die Versorgungslage einer Bevölkerung abwägt, die Möglichkeit, die Bedeutung unterschiedlicher Nahrungsbestandteile gegeneinander abzuschätzen. Die an archäologischem Material zu überprüfenden hypothetischen Ergebnisse dieses Ansatzes können als Grundlage weiterer Forschungen dienen und den Blick für bislang nicht erwogene Modelle öffnen. Sie erlauben allerdings keine Aussagen über die tatsächliche Versorgungssicherheit früherer Populationen.

Zum anderen ermöglicht der Schriftquellenansatz (z.B. Abel 1965, Teuteberg 1972) einen direkteren Zugang zur Versorgungslage historischer Bevölkerungen anhand von schriftlichen Zeugnissen, Momentaufnahmen von als besonders berichtenswert erachteten Ereignissen und

[1] Vortrag, gehalten an der Jahresversammlung der AGHAS am 25. April 1998 in Basel.

Zuständen, sowie durch allgemeinere Überlieferungen wie Steuerlisten, Marktberichte und Zollaufstellungen. Jedoch sind die Quellen meist singulär, oft subjektiv gefärbt und tendenziös in die eine oder andere Richtung überhöht. Die Aussagemöglichkeiten sind zeitlich begrenzt, vergleichende Untersuchungen zwischen verschiedenen Regionen oder Zeiten sind aufgrund der quantitativ und qualitativ ungleichen Quellenlage mit äusserster Vorsicht zu betrachten.

An dieser Stelle soll insbesondere auf die Möglichkeiten und Schwierigkeiten der Rekonstruktion des Ernährungszustandes mittels anthropologischer Untersuchungen von Skelettserien eingegangen werden. Dieser dritte Ansatz (z.B. Cohen/Armelagos 1984, Grupe 1986) wird interessant durch die sehr breite zur Verfügung stehende Datenbasis prähistorischen und historischen Skelettmaterials, die einen Vergleich von Populationen aus verschiedenen Gebieten und Perioden, aber auch zwischen einzelnen Bevölkerungsgruppen sowie die Untersuchungen von Entwicklungen zulässt. Zudem gewähren Skelettserien nicht nur Einblick in einzelne Ereignisse, sondern bieten einen Lebensquerschnitt der untersuchten Individuen. Der anthropologische Ansatz öffnet darüber hinaus den Zugang zu Ernährungszuständen schriftlich nicht erfasster menschlicher Gruppen. Allerdings lässt er nur die Ermittlung individueller Versorgungskrisen zu, und die Interpretation der an Skelettmaterial gewonnenen Daten ist nicht immer eindeutig.

Grundlagen der Ernährungszustandsrekonstruktion an Skelettserien

Als Grundlage einer Rekonstruktion der Ernährungszustände an Skelettserien und deren Vergleich zwischen verschiedenen Gruppen sind zwei Dinge unbedingte Voraussetzung. Als erstes muss darauf geachtet werden, dass lediglich adulte Individuen einer Skelettserie, bei denen die Wachstumsphase abgeschlossen ist, in die Untersuchung über Nahrungsversorgungssicherheit mit einbezogen werden. Dadurch wird ausgeschlossen, dass einzelne Individuen, die vor Ausbildung der Merkmale an einer schweren Krise verstarben, das Ergebnis positiv verfälschen (Wood et al. 1992, Goodman 1993, Eisenberg 1992, Lukacs 1992, Byers 1994, Haidle 1997). Bei Betrachtung ausschliesslich erwachsener Individuen sind die Auswirkungen der während der Wachstumsphase erlebten Stressperioden jeweils abgeschlossen dokumentiert und ohne Abschätzung des Einflusses früherer Sterbealter bzw. einer verborgenen Risikoheterogenität direkt vergleichbar. Dies heisst nicht, dass nicht auch Gesundheits- und Ernährungszustände von Kindern grundsätzlich erhebbar sind; zur vergleichenden Untersuchung der Häufigkeit und Auswirkungen von Stressperioden eignen sie sich jedoch nicht.

Um die an Skelettserien erhobenen Daten bewerten zu können, müssen sie an einer Referenzpopulation gewonnenen Daten gegenübergestellt werden. Je besser die Ernährung und Versorgungssicherheit dieser Bezugsgruppe bekannt ist, um so eher können abstrakte Merkmalsausprägungen in Ernährungszustände der Vergleichspopulationen übersetzt werden. Als solche Referenzserie für Mangelzustände und Unterernährung eignet sich das Skelettmaterial des Basler Spitalfriedhofs von St. Johann aus dem 19. Jahrhundert (Etter et al. 1993). Von den meisten Individuen dieser Gruppe sind nicht nur Alter, Geschlecht, Geburts- und Todesdatum aus den erhaltenen Sterbebüchern bekannt, sondern auch Herkunftsort, ehemals festgestellte Todesursache und Beruf bzw. Stand. Der grösste Teil der auf dem Spitalfriedhof St. Johann Bestatteten ist demnach der Unter- und der unteren Mittelschicht zuzurechnen, deren Ernährung relativ gut dokumentiert ist (Haidle 1997).

Anzeiger allgemeiner Nährstoffunterversorgung am Skelett

Die Auswirkungen quantitativer Aspekte der Ernährung auf den menschlichen Körper sind vielfältig. Die Zahl der Aussagemöglichkeiten über Nahrungsversorgungssicherheit und eventuelle Ernährungskrisen reduziert sich aber beträchtlich bei ausschliesslicher Betrachtung des Skeletts. Dieser Umstand liegt in der charakteristischen Reaktion des Körpers auf allgemeine Mangelzustände begründet. Unterernährung und Hunger sind charakterisiert als Protein-Energie-Mangel, der zusätzlich von anderen Mangelerscheinungen begleitet werden kann. Körperliche Hungeranzeichen treten auf, wenn der für die Körperfunktionen notwendige Energie- und Proteinbedarf mittelfristig durch die Nahrung nicht erbracht werden kann. Die Folge ist eine Stoffwechselumstellung mit dem vorrangigen Ziel, den Energiebedarf des Gehirns zu decken.

Für den Erhalt seiner Funktionen benötigt das Gehirn Glucose. Ist diese nicht in ausreichendem Masse vorhanden, kann sie zum Teil durch in der Leber aus Fettsäuren umgewandelten Ketonkörpern ersetzt werden. Der darüberhinausreichende Bedarf kann aus glucoplastischen Aminosäuren von Proteinen gedeckt werden. Die grössten Energiereserven des Körpers, das gespeicherte Fett, sind für den Hirnstoffwechsel nur zu einem kleinen Teil nutzbar. Die in der Leber gespeicherte Glucose deckt nicht einmal einen Tagesbedarf.

Alle Proteine haben im Körper spezifische Funktionen, es gibt keinen Vorrat. Wird der Glucosebedarf des Gehirns nicht gedeckt, kommt es rasch zu einem Substanzverlust an wichtigen Proteinen. Verschiedene Bestandteile des Immunsystems, der Darmschleimhaut sowie Verdauungs- und andere wichtige Enzyme sind solche „labilen" Proteine, Muskelproteine hingegen werden erst bei längerfristigem Mangel nach einigen Wochen mobilisiert (Bässler et al. 1987). An lebenden Individuen zeigen sich natürlich auch im Erwachsenenalter deutliche körperliche Auswirkungen von Hunger, die Veränderungen an den Knochen sind allerdings aufgrund der geringen Umbaurate diffus und nicht charakteristisch. Während des Wachstums jedoch hinterlassen Hungerkrisen und lange Phasen der Unterversorgung deutliche Spuren am Skelett.

Als solche Anzeiger allgemeiner Nährstoffunterversorgung am Skelett werden in der Literatur (z.B. Huss-Ashmore et al. 1982, Larsen 1987) u.a. genannt:

- Grösse der Zähne des Milch- und Dauergebisses
- Asymmetrie der Gebisshälften
- Haufenstellung der Zähne/Malocclusion
- abnehmende Knochendichte
- abnehmende Kompaktadicke der Langknochen
- geringere Schädelbasishöhe
- Abflachung des Beckeneingangs
- geringerer Geschlechtsdimorphismus

Allen diesen Merkmalen ist gemein, dass sie gelegentlich bei allgemeinen Energie-Protein-Mangelzuständen beobachtet wurden; es fehlen jedoch weitgehend grundlegende Untersuchungen zu den ursächlichen Zusammenhängen. Systematische Erhebungen zu Vergleichszwecken stehen bislang nicht zur Verfügung. Daneben gibt es charakteristische Veränderungen bei speziellen Mangelzuständen wie Vitamin C-, Vitamin D- und Eisenmangel, die zwar Phasen des generellen Energie-Protein-Mangels begleiten können, aber auch unabhängig davon auftreten können. Auf sie soll daher an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden.

Bislang am besten untersucht und dokumentiert als Anzeiger allgemeiner Nährstoffunterversorgung sind Schmelzhypoplasien der Zähne, Harris's Lines sowie die Körperhöhe. Dennoch ist die Aufnahmemethodik auch dieser Merkmale bislang nicht ausreichend standardisiert, was einen Vergleich von Skelettserien aufgrund von Angaben in der Literatur häufig erschwert bis unmöglich macht.

Hypoplasien des Zahnschmelzes

Schmelzhypoplasien der Zähne sind definiert als unregelmässige horizontale Linien und einzelne Gruben bzw. Grübchenreihen infolge der Verminderung der Schmelzdicke der Zahnkrone. Hervorgerufen werden diese Läsionen durch die Verlangsamung bis Unterbrechung der Ameloblasten(Schmelzbildner)tätigkeit. Ihre Entstehung ist in den meisten Fällen verbunden mit Zeiten physischen Stresses während der Kronenbildung und lässt sich auf mangelhafte Versorgung mit nicht exakt definierten Nahrungskomponenten zurückführen. In Vergesellschaftung mit Protein-Energie-Mangelernährung konnten hypoplastische Veränderungen des Zahnschmelzes regelmässig beobachtet werden (Goodman 1988). Die Defekte sind am deutlichsten auf der buccalen bzw. labialen Seite der Zähne ausgeprägt. Schmelzhypoplasien der Zähne sind, anders als Harris's Lines, irreversibel; die Zahl der beobachtbaren Krisenanzeiger kann nach ihrer Bildung lediglich durch den Verlust von Zahnsubstanz beeinträchtigt werden. Hypoplasien müssen bei der Datenerhebung abgegrenzt werden von Schmelzdefekten mit anderen Ursachen wie die genetisch bedingte Amelogenesis imperfecta oder opaken Schmelzflecken aufgrund von Mineralisationsstörungen.

Grundsätzlich gibt es bei der Merkmalsaufnahme von Schmelzhypoplasien zwei methodologische Hauptfragen zu klären: zum einen, welche und wieviele Zähne eines Individuums untersucht werden sollen, zum anderen die Bestimmung des Entstehungsalters eines Defekts. Eine Differenzierung in diesem Aspekt ist notwendig, um bei der Beurteilung mehrerer Zähne mit überlappender Kronenbildungsphase Doppelzählungen von defektbildenden Krisen zu vermeiden. Ausserdem wird dadurch die Ermittlung von individuellen Belastungsschwerpunkten in der Kindheit ermöglicht.

Die Basis der Bestimmung des Entstehungsalters bildete bislang in den meisten Arbeiten über Schmelzhypoplasien der Aufsatz von Massler et al. (1941) über Kalzifikationsstadien der Zähne bei Kindern. In ihm wurden aufgrund der Untersuchung von ca. 1000 Zähnen von insgesamt nur 33 autopsierten Individuen die Entwicklungsstadien des Gebisses in vagen Schaubildern zusammengefasst ohne mögliche Variabilitäten zu diskutieren. Einen Hinweis, dass solche Abweichungen aber als wahrscheinlich zu erwarten sind, bilden Untersuchungsergebnisse, die für das Dauergebiss bei Mangelernährung einen verzögerten Zahndurchbruch und eine, bei verschiedenen Populationen allerdings unterschiedliche, Veränderung der Zahndurchbruchsreihenfolge zeigen (Frisancho 1978).

Aufbauend auf der Publikation von Massler et al. (1941) erstellen Sarnat/Schour (1941) und Swärdstedt (1966) Entwicklungsschemata der Zahnkronen, um das Entstehungsalter von Schmelzhypoplasien zu bestimmen, wobei konstante Zahnmasse und ein gleichmässiger Ablauf der Kronenbildung vorausgesetzt wurde. Die wenig präzisen Diagramme von Massler et al. bilden dabei die Grundlage für die Ermittlung bis auf 0.1 mm exakt festgelegter Entwicklungsstadien der Zahnkronen. Aus einer ungenauen Darstellung einer Beobachtung auf relativ dünner Basis wird so ein feines Instrument zur Bestimmung des Alters eines Individuums bei

der Ausprägung eines Schmelzdefektes. Sarnat/Schour (1941) differenzieren damit das Entstehungsalter von Schmelzhypoplasien in einzelne Monate, Swärdstedt (1966) u.a. begnügen sich mit der Bestimmung in Halbjahresabschnitte, Goodman/Rose (1991) schlagen lediglich eine jährliche Unterscheidung vor.

Einen eigenständigen Ansatz wählt hingegen Hillson (1986). Er definiert Alterszonen der Zahnkronen anhand einer bestimmten Anzahl an Perikymatien. Unter dem Mikroskop wird dann die Zahl der Zuwachsstrukturen zwischen der Schmelz-Zement-Grenze und der Hypoplasie ermittelt und einer Bildungszone zugeordnet. Aber auch diese aufwendige Methode kann nur eine „Schätzung des Entstehungsalters" bleiben, die „mit einem Fehler unbekannter Grösse" behaftet ist (Goodman/Rose 1991). Grundsätzlich muss noch geklärt werden, wie weit die Zahl der Zuwachsstrukturen bei grossen im Vergleich zu kleinen Zähnen abweicht. Ebenso ist offen, wie gross die Unterschiede in der Zahnentwicklungsgeschwindigkeit zwischen verschiedenen Individuen und Populationen sein können, ob es geschlechtsspezifische Differenzen gibt und ob bestimmte Umweltbedingungen die Entwicklung verzögern können.

Da bei der Entwicklung der Zahnkronen nach wie vor zahlreiche Fragen unbeantwortet im Raum stehen und somit die Bestimmung des Entstehungsalters eines Schmelzdefektes nur eine grobe Schätzung sein kann, spiegeln die Unterteilung der Krone in monatliche oder halbjährliche Bildungszonen ebenso wie die Vermessung des Abstandes der Hypoplasie von der Schmelz-Zement-Grenze auf 0.1 mm genau oder die Zählung der Zuwachsstrukturen eine Genauigkeit vor, der die Grundlage fehlt.

Anstatt des Entwicklungsschemas der Zahnkronen nach Massler et al. (1941) wird als Basis für die Ermittlung des Individualalters bei der defektbildenden Krise der auf einer kritischen Zusammenschau der Ergebnisse verschiedener Untersuchungen fussende Standard von Smith (1991) vorgeschlagen. Sie gibt als Resultat ihrer Analyse der Zahnentwicklung, das aber auch nur eine Näherung darstellt, für jeden Zahn einen annähernd dreijährigen Kronenbildungszeitraum an. Ausgehend von diesen Ergebnissen können die einzelnen Zahnkronen in drei gleich grosse Teile unterteilt werden (Abb. 1). Es spielt dabei keine Rolle, wie hoch die einzelne Krone tatsächlich ist. Diese Zonen können auch in abgekautem Zustand durch zahnmorphologische Vergleiche abgeschätzt werden. Es muss an dieser Stelle jedoch noch einmal darauf hingewiesen werden, dass die Gleichsetzung der Drittel mit jährlichen Unterteilungen nur eine Annäherung darstellen kann, da Schwankungen in der Entwicklungsgeschwindigkeit bisher zu wenig untersucht sind. Auf eine Unterteilung in kleinere Zeitabschnitte wird aus diesem Grund verzichtet.

Eine Mehrfachzählung der Defekte wird vermieden, indem bei der Auswertung der Merkmalserhebung nur die Altersklassen der Kronenbildung mit Schmelzhypoplasie unter Betrachtung aller untersuchter Zähne eines Gebisses registriert werden und nicht die Hypoplasienhäufigkeit jedes einzelnen Zahnes. Dadurch kommt es zwar möglicherweise zu einer leichten Unterschätzung der tatsächlich dokumentierten Krisen, von denen mehrere in einem Jahr durchlebt worden sein können, in der Praxis hat sich aber herausgestellt, dass dieses Problem nur sehr selten auftritt und der einfachen Handhabung halber vernachlässigt werden kann. Bei der Ermittlung der durchschnittlichen Defektzahl einer Population und ihrer Schwerpunkte des Bildungsalters fallen diese Einzelfälle nicht ins Gewicht.

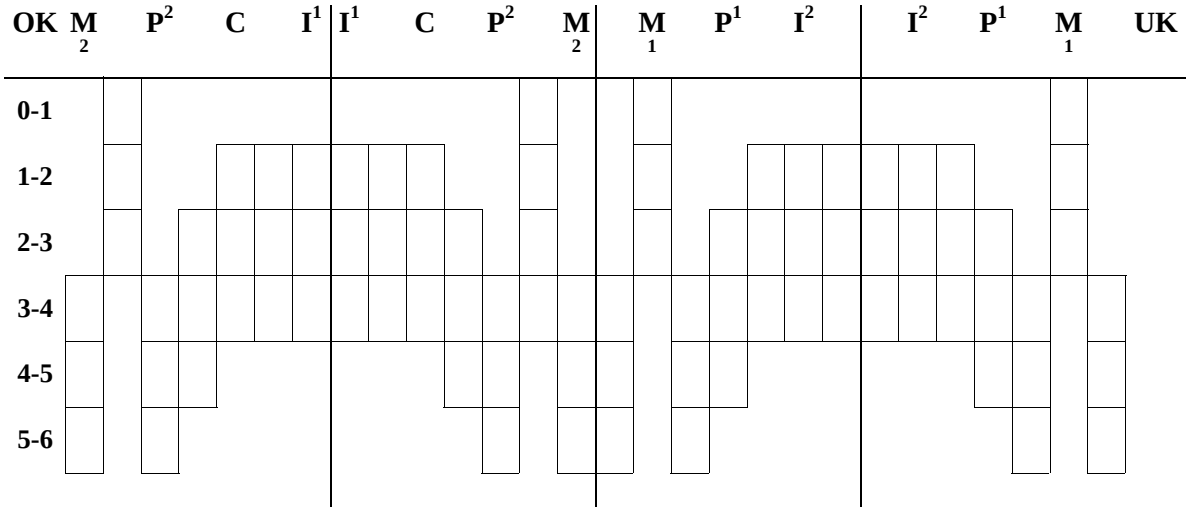

Abb. 1: Schema für die Aufnahme von Schmelzhypoplasien.

Um eine Verwechslung von Schmelzhypoplasien aufgrund systemischen Stresses mit genetisch oder traumatisch bedingten Schmelzdefekten einzelner Zähne auszuschliessen, werden nur die Altersklassen als „mit defektbildender Krise" gezählt, für die an mindestens zwei Zähnen eine Hypoplasie nachgewiesen werden kann. Die Ausprägungsgrade von Hypoplasien des Zahnschmelzes werden nach Schultz (1988) bei makroskopischer Betrachtung in sechs verschiedene Kategorien eingeteilt. 0 entspricht nicht vorhandenen, 1 Andeutungen von Hypoplasien; beide Grade werden aber als nicht oder noch nicht krankhafter Befund und als Variationen des Normalzustandes gewertet. Schweregrad 2 bezeichnet leichte, 3 mittlere, 4 schwere und 5 sehr schwere Hypoplasien. Für die Untersuchung der Defekthäufigkeit in einer Population gilt für alle Zonen mit der Merkmalsausprägung 0 und 1 die Schmelzhypoplasie als „nicht vorhanden" und werden alle Hypoplasien der Grade grösser oder gleich 2 als „Merkmal vorhanden" zusammengefasst. Die Schmelzhypoplasien werden an allen Zähnen des Dauergebisses sowohl im Ober- wie auch im Unterkiefer beurteilt, um möglichst wenige Individuen aufgrund des Fehlens einzelner oder mehrerer Zähne ausschliessen zu müssen. Nur die dritten Molaren werden für die Erhebung nicht herangezogen: Der Bildungszeitraum ihrer Krone zeigt keine Überschneidungen mit denen anderer Zähne, sie sind häufig nicht angelegt und ihre Entwicklung ist individuell zu verschieden. Die an den M3 zu gewinnende Datenbasis zu Ernährungskrisen in der Altersgruppe infans II ist daher nicht direkt vergleichbar mit den an den restlichen Zähnen gewonnenen Daten zu Krisen während der ersten Kindheitsphase infans I; ihre Beurteilung soll deshalb hier unterbleiben.

Um das Aussagepotential des Merkmals Schmelzhypoplasie als Anzeiger für individuelle Nahrungsversorgungskrisen, bedingt durch fehlende Nahrung oder Mangelernährung bei pathologischen Zuständen, auszuschöpfen, haben sich für den Populationsvergleich die Ermittlung der Häufigkeit der hypoplasienfreien Individuen, die durchschnittliche Anzahl der Altersklassen mit ausgeprägtem Merkmal, die Häufigkeit der Schmelzhypoplasien nach dem Bildungsalter sowie bei wenigen Serien auch die Verteilung der Ausprägungsgrade der Hypoplasien als nützlich erwiesen.

Harris's Lines

Harris's Lines sind definiert als quer zu Medianlinie des Knochens auftretende, linienförmige

Zonen verstärkter Mineralisation aufgrund einer Wachstumsunterbrechung. Prinzipiell können Harris's Lines an allen Elementen des Skeletts auftreten, am häufigsten aber sind sie im Schaftbereich der Langknochen zu beobachten. Ursache der Verdichtungslinien sind Störungen im Wachstum, bei denen zuerst die Bildung und Reifung der Knorpelzellen eingestellt wird, während die Osteoblasten noch einige Zeit weiter Osteoid und Kollagenfibrillen abscheiden. Ist der Stress vorüber, erholen sich die Osteoblasten schneller als die Chondroblasten, die vor der erneuten Knorpelbildung erst einen Reifeprozess durchlaufen müssen. Bis neuer Knorpel zum Umbau und zur Ausbildung vertikaler knöcherner Strukturen zur Verfügung steht, wird die von den Osteoblasten neugebildete Knochensubstanz in einer zweiten, dickeren Schicht horizontal gerichteter und verdichteter Knochenbälkchen abgelagert.

Harris's Lines sind ebenso wie Schmelzhypoplasien der Zähne als unspezifische Indikatoren von Wachstumsstopps zu betrachten. Anders als die Zahnschmelzdefekte scheinen die Wachstumsstillstandslinien der Langknochen aber schon bei weniger schweren und kürzeren Stressepisoden mit rascher Erholung aufzutreten (Huss-Ashmore et al. 1982, Larsen 1987). Die Ausbildung von Harris's Lines wird im Zusammenhang der Proteinmangelerkrankung Kwashiorkor häufig beobachtet; aber auch die Stoffwechselumstellung im Zuge der Geburt oder die Nahrungsumstellung und häufig damit verbundene Verdauungsprobleme beim Abstillen können zur Linienentwicklung führen. Durch die während des ganzen Lebens andauernde, wenn auch relativ geringen Umbauprozesse im Knochen können Harris's Lines mit der Zeit zurückgebildet werden. Bei der Datenerhebung sind Harris's Lines deutlich abzugrenzen gegenüber Metall- und Vitamin D-Vergiftungen: Diese stellen keine Wachstumsstillstandslinien dar, sondern beruhen auf einer veränderten Zusammensetzung der Knochensubstanz. Histologisch unterscheiden sie sich durch eine vertikale Ausrichtung der Knochenbälkchen; makroskopisch sind sie meist durch die Ausbildung breiter Bänder verdichteter Mineralisation gegenüber den relativ feinen Zonen der Harris's Lines zu unterscheiden.

Anders als bei den Schmelzhypoplasien ist die Datenerhebung bei den Harris's Lines stärker vereinheitlicht, was den Vergleich von Daten aus der Literatur erleichtert. Als Ausgangspunkt der Analyse dient die distale Hälfte der Tibia, da sich hier Harris's Lines am häufigsten manifestieren und für diesen Bereich die meisten Vergleichsdaten zur Verfügung stehen. Meist werden antero-posteriore und latero-mediale Röntgenaufnahmen als Beurteilungsgrundlage gefordert, es konnte aber beim Vergleich der nur an antero-posterioren Aufnahmen ermittelten Linienanzahl mit dem auf der Kombination von antero-posterioren und latero-medialen Bildern basierendem Ergebnis kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (Maat 1984, Haidle 1997).

Für den Populationsvergleich sind zwei Ansätze gebräuchlich: zum einen die am häufigsten publizierte durchschnittliche Zahl der Harris's Lines der Individuen einer Population, die dem Morbiditätsindex nach Wells (1967) entspricht, und zum andern die Ermittlung von Bildungsschwerpunkten. Hierfür muss das Individualalter bei Bildung der Linien bestimmt werden. Die von Maat (1984) und Byers (1991) entwickelten Methoden erlauben die Ermittlung relativ präziser Werte für das Bildungsalter und sind, im Gegensatz zu älteren Verfahren, unabhängig von der Variabilität der Körperproportionen, da sie mit dem relativen Wachstum des Schienbeins arbeiten. Die Ergebnisse der beiden Methoden entsprechen sich sowohl bei weiblichen wie bei männlichen Individuen sehr gut (Byers 1991). Es soll hier aber lediglich kurz das Verfahren nach Maat (1984) vorgestellt werden, da es einfacher zu handhaben ist.

Um das Ossifikationszentrum im Knochen zu bestimmen, wird die kürzeste Distanz zwischen

proximaler und distaler Gelenkfläche gemessen und 43% dieses Werts von der distalen Facies articularis aus abgetragen. Die distale Diaphysenlänge ergibt sich aus dem Abstand des Ossifikationszentrums von der im Röntgenbild sichtbaren Epiphysenfuge. Die Entfernung der Harris-Linie zum Ossifikationszentrum wird ermittelt und zur distalen Diaphysenlänge in Relation gesetzt. Dadurch erhält man den Prozentsatz der Diaphysenlänge zum Zeitpunkt des Wachstumsstillstandes. In nach Geschlechtern getrennten Tabellen bzw. Formeln lassen sich die Bildungsalter abschätzen. Grundlage dieser Tabellen/Formeln sind die von Maresh (1955) an insgesamt 175 Mädchen und Jungen röntgenographisch ermittelten Daten zum Längenwachstum der Tibia für das Alter zwischen zwei Monaten und dem Wachstumsende. Die Linienpräsenz kann nach Maat halbjährlich, nach Byers jährlich begutachtet werden. Eine Untergliederung in jährliche Wachstums- bzw. Linienbildungsabschnitte trägt der aus den Tabellen von Maresh nicht ersichtlichen Variabilität der Wachstumsraten in grösserem Masse Rechnung und ist auch aufgrund der besseren Vergleichbarkeit mit den Daten der Hypoplasienausbildung vorzuziehen. Maat (1984) geht für männliche Individuen von einer möglichen Ausbildung von Harris's Lines maximal bis zum 18. Lebensjahr, für Frauen höchstens bis zum 16. Lebensjahr aus. Es gibt jedoch Hinweise, dass der Zeitraum einer möglichen Wachstumsstillstandslinienbildung schon früher, spätestens mit dem 15. Lebensjahr, endet (Wells 1967, Haidle 1997).

Körperhöhe

Die Körperhöhe wird durch das individuelle genetische Potential der maximal erreichbaren Körperhöhe und durch Umwelteinflüsse bestimmt. Der Grad der Wachstumsverzögerung und Grössenminderung durch unzureichende Ernährung variiert je nach Zeitpunkt des Beginns und der Dauer der Krise. Bei einer zeitlich begrenzten Mangelphase während der Kindheit werden bei nachfolgend ausreichender Ernährung die Wachstumsdefizite wieder aufgeholt. Die Körpergrösse eines Individuums ist ein kumulatives Merkmal. Es dokumentiert, anders als Schmelzhypoplasien und Harris's Lines, keine einzelnen und kurzfristigen Wachstumsunterbrechungen. Vielmehr wird die Körperhöhe geprägt vom Verlauf der individuellen Ernährungs- und Gesundheitszustände während der Wachstumsphase, von Zahl und Dauer der Krisen ebenso wie der Erholungsphasen. Bei wiederholten und langandauernden Mangelzuständen kann die ausgewachsene Körpergrösse bis zu 10% unter dem Durchschnitt bei ausreichender Ernährung liegen (Frisancho 1978).

Zur Körperhöhenermittlung von Skeletten stehen zwei grundlegend unterschiedliche Methoden zur Verfügung: einerseits die direkte Vermessung der Körperhöhe der Individuen bei der Freilegung und vor der Bergung sowie andererseits die Körperhöhenschätzung anhand von Langknochenmassen. Maat (1986) bevorzugt für den Vergleich der Körperhöhe zwischen verschiedenen Populationen die direkte Abnahme der individuellen Grösse an ausgestreckt und in situ liegenden Skeletten. Die Skelettlänge wird dabei vom tiefsten Punkt des Tuber calcanei bis zum höchsten Punkt der Schädeldecke gemessen. Diese Messstrecke soll ungefähr der Körperhöhe des Individuums zum Zeitpunkt des Todes entsprechen, da die Streckung des Körpers nach dem Tod durch das Fehlen der Haut an Schädel und Fusssohle ausgeglichen wird.

Prinzipiell ist diese Methode allerdings nur an vollständigen Skeletten durchzuführen, die nicht verschoben oder verkrümmt liegen und nicht als Hocker bestattet wurden, was den potentiellen Anwendungsspielraum stark einschränkt. Das Mass der direkt abgenommenen Kör-

perhöhe sinkt zudem altersabhängig und wird durch degenerative Veränderungen des Skeletts in die gleiche Richtung beeinflusst. Es ist daher völlig ungeeignet für den Vergleich wachstumsbedingter Grössenunterschiede und somit auch für die Nutzung als kumulativem Marker der allgemeinen Energie- und Proteinversorgung.

Ein Vergleich der direkt gemessenen Körperhöhe mit der Körperhöhenschätzung anhand von Langknochenmassen ergab für 211 Individuen des Spitalfriedhofs Basel St. Johann beträchtliche Diskrepanzen (Haidle 1997). Die bei der direkten Vermessung ermittelten Werte liegen bei den 138 untersuchten Männern bei einer Standardabweichung von 4.6 cm um durchschnittlich 5.5 cm niedriger als die anhand der Langknochen geschätzten Körperhöhen. Bei den 73 Frauen wurde im Mittel eine gegenüber den Schätzungen um 7.3 cm geringere Grösse gemessen, die Standardabweichung beträgt 5.0 cm.

Diese Abweichung ist nicht durch den Schätzfehler zu erklären, der bei den anhand der Langknochenmasse ermittelten Werten in die Beurteilung einbezogen werden muss. Für die männlichen Individuen wird von Breitinger (1937) bei Verwendung nur eines Langknochenmasses ein einfacher Schätzfehler von $\pm$ 5 cm angegeben; der Schätzfehler mit 95% Wahrscheinlichkeit beträgt $\pm$ 5 cm x 1.96 = $\pm$ 9.8. Dieser ist bei n Individuen durch $\sqrt{n}$ zu dividieren. Bei 138 Individuen beträgt der Schätzfehler also nur noch $\pm$ 0.83 cm und fällt deutlich geringer aus als die beobachtete durchschnittliche Minderung von 5.5 cm. Für weibliche Individuen beträgt der Schätzfehler nach Bach (1965) $\pm$ 4 cm, mit 95% Wahrscheinlichkeit $\pm$ 7.84 cm. Dividiert durch $\sqrt{73}$ liegt er für die Serie von Basel bei Verwendung selbst nur eines Langknochens pro Individuum bei $\pm$ 0.92 cm. Auch bei den Frauen ist demnach die durchschnittlich um 7.3 cm geringere Messlänge nicht mit dem Schätzfehler in Einklang zu bringen.

Für die Körperhöhenschätzung anhand von Langknochenmassen wurden im Laufe dieses Jahrhunderts verschiedene Formeln an unterschiedlichen Populationen aus verschiedenen Regionen der Erde entwickelt. Um eine möglichst präzise Körperhöhenschätzung zu erzielen, muss die der gewählten Formel zugrundeliegende Referenzpopulation möglichst gut der zu untersuchenden Gruppe entsprechen, da sich durch Proportionsunterschiede bei den verschiedenen Populationen z.T. erhebliche Schätzfehler ergeben können. Als Minimaltest bietet sich an, die Proportionsindizes der oberen und unteren Extremitäten der Serien mit denen der Referenzpopulation zu vergleichen, wodurch auf unpassenden Referenzgruppen basierenden Formeln aussortiert und einige der möglichen Fehlerquellen für die Interpretation offenbart werden können. So zeigen die den Formeln von Breitinger (1937) und Bach (1965) als Basis dienenden ostdeutschen Gruppen eine gute Übereinstimmung mit verschiedenen süddeutschen und Nordschweizer Vergleichspopulationen ausser bei dem Index des Beines der Frauen (Haidle 1997). Die Erklärung liegt in den relativ langen Tibiae der weiblichen Referenzpopulation, wodurch die Anwendung der Schätzformel von Bach auf „normale" Tibiae in einer Unterschätzung der Körperhöhe resultiert. Die als Lösung des Problems der regional unterschiedlichen Referenzpopulationen von Sjøvold (1990) vorgeschlagene Generalformel wurde bislang nicht allgemein anerkannt.

Bei der Körperhöhenschätzung muss bei der Wahl der Formel auch immer mit einfliessen, wie sich die Referenzpopulation nach dem Alter zusammensetzt und ob sie einen Querschnitt durch die berücksichtigte Altersgruppe erfasst oder eine wie auch immer geartete Auswahl getroffen wurde. So bilden Anatomieleichen die der Arbeit von Rother (1978) zugrundeliegende Gruppe, deren durchschnittliches Alter bei den Frauen 77.5 und bei den Männern 76

Jahre betrug. Ebenso muss beachtet werden, wie die Masse, insbesondere die Körperhöhe, ermittelt wurden, ob am lebenden oder toten Individuum, liegend oder hängend, unter Einbeziehung oder Vernachlässigung der Leichenstreckung. Eine gute Verknüpfung bilden Langknochenlängen Toter mit zu Lebzeiten gemessenen Körperhöhen (Rösing 1988), wie dies bei der Arbeit von Trotter/Gleser (1952) der Fall ist. Ausserdem muss beachtet werden, dass Extremwerte bei Anwendung der Regressionsgleichungen im allgemeinen reduziert werden.

Um eine möglichst grosse Datenbasis für den Vergleich verschiedener Populationen zu erhalten und mögliche Schätzfehler gering zu halten, empfiehlt es sich, nicht nur einen Langknochen als Grundlage der Körperhöhenschätzung zu wählen, sondern Femur, Tibia, Humerus und Radius in die Untersuchung einzubeziehen. Sind mehrere Masse für ein Individuum verfügbar, wird der Durchschnitt der jeweiligen Körperhöhenschätzungen gebildet. Waldron (1998) bevorzugt die ausschliessliche Verwendung des Langknochens mit der geringsten Standardabweichung, da er feststellte, dass bei Nutzung des Mittelwertes möglichst vieler Langknochen die Körperhöhenschätzung bei männlichen Individuen unter der nur auf dem Femurmass Basierenden liegt. Allerdings bleibt die Diskussion darüber, welche der zur Verfügung stehenden Formeln bzw. Referenzpopulationen für die zu vergleichende Skelettserie herangezogen wird, in Waldrons Untersuchung ausgespart.

Fazit

Eine definitive Rekonstruktion der Ernährungszustände prähistorischer und historischer Populationen ist auch mit dem anthropologischen Ansatz nicht möglich, da zu viele nicht mit Hunger und Mangel zusammenhängende Faktoren Einfluss auf die Merkmale haben. Dieser Ansatz bietet jedoch die Möglichkeit zum Vergleich verschiedener Perioden in einem beschränkten geographischen Raum, der z.B. durch die mangelnde Quellenlage bei den Schriftquellen nicht gegeben ist. Die relativ grosse mögliche Datenbasis würde es auch erlauben, Vergleiche zwischen verschiedenen Bevölkerungsgruppen innerhalb einer Periode zu ziehen; bislang wurde aber an dieser Frage wenig systematisch gearbeitet.

Es hat sich als sinnvoll herausgestellt, nur Individuen in die Untersuchung einzubeziehen, deren Wachstum abgeschlossen war, wodurch Verfälschungen durch zu rasch, ohne Ausbildung der Merkmale Verstorbene vermieden werden können. Die Merkmale Schmelzhypoplasien der Zähne und Harris's Lines sind Anzeiger einzelner Stressphasen, die Körperhöhe ist ein kumulatives Merkmal, das mit der Wirkung von Mangelzeiten, aber auch Erholungsphasen eher einen Querschnitt der Versorgungslage des Individuums während des Wachstums abbildet. Die verschiedenen Merkmale ergänzen sich daher bei der Beurteilung des Ernährungszustandes.

Literatur

Abel W. 1966
Agrarkrisen und Agrarkonjunktur. 2., neubearb. u. erw. Aufl. Parey. Hamburg, Berlin.

Bach H. 1965
Zur Berechnung der Körperhöhen aus den langen Gliedmassenknochen weiblicher Skelette. Anthrop. Anz. 29, S. 12-21.

Bässler K.H., Felkl W.L., Lang W. 1987
Grundbegriffe der Ernährungslehre. 4., überarb. Aufl. Springer. Berlin, Heidelberg, New York.

Breitinger E. 1937
Zur Berechnung der Körperhöhe aus den langen Gliedmassenknochen. Anthrop. Anz. 14, S. 249-274.

Byers S. 1991
Technical Note: Calculation of Age at Formation of Radiopaque Transverse Lines. Am. J. Phys. Anthrop. 85, S. 339-343.

Byers S. 1994
On Stress and Stature in the 'Osteological Paradox'. Curr. Anthrop. 35/3, S. 282-284.

Caselitz P. 1986
Ernährungsmöglichkeiten und Gewohnheiten prähistorischer Bevölkerungen. BAR Intern. Ser. 314, Oxford.

Cohen M.N., Armelagos G.J. (Hg.) 1984
Paleopathology at the Origins of Agriculture. Academic Press. Orlando.

Eisenberg L.E. 1992
Comment on 'The Osteological Paradox' by J. W. Wood et al. Curr. Anthrop. 33/4, S. 359.

Etter H., Bockmühl P., Heinrichs C., Hitz I., Hotz G., Lörcher M., Rigert E., Schröder S., Uhl A. 1993
Armut – Krankheit – Tod im frühindustriellen Basel. Der Spitalfriedhof St. Johann in Basel. Funde und Befunde aus einer anthropologischen Ausgrabung. Veröffentlichungen aus dem Naturhistorischen Museum in Basel Nr. 25. Basel.

Frisancho A.R. 1978
Nutritional Influences on Human Growth and Maturation. Yb. Phys. Anthrop. 21, S. 174-191.

Goodman A.H. 1988
Teeth as Tools: Dental Developmental Defects as Records of Dietary Insufficiency. In: Kennedy B.V., Lemoine G.M. (Hg.), Diet and Subsistence: Current Archaeological Perspectives. Proceedings of the Nineteenth Annual Conference of the Archaeological Association of the University of Calgary (Chacmool). Calgary, S. 260-266.

Goodman A.H. 1993
On the Interpretation of Health from Skeletal Remains. Curr. Anthrop. 34/3, S. 281-288.

Goodman A.H., Rose J.C. 1991
Dental Enamel Hypoplasias as Indicators of Nutritional Status. In: Kelley M.A., Larsen C.S. (Hg.), Advances in Dental Anthropology. Wiley-Liss. New York, S. 279-293.

Gross E., Jacomet S., Schibler J. 1990
Selbstversorgung in neolithischen Dörfern am Zürichsee. In: Schweizerisches Landesmuseum Zürich (Hg.), Die ersten Bauern. Bd.1. Zürich, S. 105-115.

Grupe G. 1986
Umwelt und Bevölkerungsentwicklung im Mittelalter. In: Herrmann B. (Hg.), Mensch und Umwelt im Mittelalter. Deutsche Verlagsanstalt. Stuttgart, S. 24-34.

Haidle M.N. 1997
Mangel – Krisen – Hungersnöte? Ernährungszustände in Süddeutschland und der Nordschweiz vom Neolithikum bis ins 19. Jahrhundert. Urgeschichtliche Materialhefte 11. Tübingen.

Hillson S. 1986
Teeth. Cambridge University Press. Cambridge.

Huss-Ashmore R., Goodman A.H., Armelagos G.J. 1982
Nutritional Inference from Paleopathology. In: Schiffer M.B. (Hg.), Advances in Archaeological Method and Theory 5. Wiley-Liss. San Diego, S. 395-474.

Larsen C.S. 1987
Bioarchaeological Interpretations of Subsistence Economy and Behavior from Human Skeletal Remains. In: Schiffer M. B. (Hg.), Advances in Archaeological Method and Theory 10. Wiley-Liss. San Diego, S. 339-445.

Lukacs J.R. 1992
Comment on 'The Osteological Paradox' by J.W. Wood et al. Curr. Anthrop. 33/4, S. 361.

Maat G.J.R. 1984
Dating and Rating of Harris's Lines. Am. J. Phys. Anthrop. 63, S. 291-299.

Maat G.J.R. 1986
Features of Malnutrition, their Significance and Epidemiology in Prehistoric Anthropology. In: Herrmann B. (Hg.), Innovative Trends in der prähistorischen Anthropologie. Mitt. Berl. Ges. Anthrop. Ethnol. Urgesch. 7, S. 157-164.

Massler M., Schour I., Poncher H.G. 1941
Developmental Pattern of the Child as Reflected in the Calcification Pattern of the Teeth. Am. J. Diseases in Children 62, S. 33-67.

Rösing F.W. 1988
Körperhöhenrekonstruktion aus Skelettmassen. In: Knussmann R. (Hg.), Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen. Bd. 1/1. Fischer. Stuttgart, New York, S. 586-600.

Rother P. 1978
Zur Rekonstruktion der Körpergrösse. In: Hunger H., Leopold D. (Hg.), Identifikation. Springer. Berlin, Heidelberg, New York, S. 199-210.

Sarnat B., Schour I. 1941
Enamel Hypoplasia (Chronologic Enamel Aplasia) in Relation to Systemic Disease: A Chronologic, Morphologic and Etiologic Classification. J. Am. Dent. Assoc. 28, S. 1989-2000.

Schultz M. 1988
Paläopathologische Diagnostik. In: Knussmann R. (Hg.), Anthropologie. Handbuch der vergleichenden Biologie des Menschen. Bd. 1/1. Fischer. Stuttgart, New York, S. 480-496.

Sjøvold T. 1990
Estimation of Stature from Long Bones Utilizing the Line of Organic Correlation. Hum. Evol. 5/5, S. 431-447.

Smith B.H. 1991
Standards of Human Tooth Formation and Dental Age Assessment. In: Kelley M.A., Larsen C. S. (Hg.), Advances in Dental Anthropology. Wiley-Liss. New York, S. 143-168.

Swärdstedt T. 1966
Odontological Aspects of a Medieval Population in the Province of Jämtland/Mid-Sweden. Stockholm.

Teuteberg H.J. 1972
Studien zur Volksernährung unter sozial- und wirtschaftsgeschichtlichen Aspekten. In: Teuteberg H.J., Wiegelmann G., Der Wandel der Nahrungsgewohnheiten unter dem Einfluss der Industrialisierung Teil 1. Vandenhoek und Ruprecht. Göttingen, S. 14-221.

Trotter M., Gleser G.C. 1952
Estimation of Stature from Long Bones of American Whites and Negroes. Am. J. Phys. Anthrop. 10, S. 463-514.

Waldron T. 1998
A Note on the Estimation of Height from Long-bone Measurements. Int. J. Osteoarchaeology 8/1, S. 75-77.

Wells C. 1967
A New Approach to Palaeopathology: Harris's Lines. In: Brothwell D.R., Sandison A.T. (Hg.), Diseases in Antiquity. Charles C. Thomas Publishers. Springfield, Illinois, S. 390-404.

Wood J. W. et al. 1992
The Osteological Paradox. Problems of Inferring Prehistoric Health from Skeletal Samples. Curr. Anthrop. 33/4, S. 343-370.

Anschrift

Dr. Miriam Noël Haidle
Institut für Ur- und Frühgeschichte
und Archäologie des Mittelalters
Abt. Ältere Urgeschichte und Quartärökologie
Schloss, Burgsteige 11
D - 72070 Tübingen

Eingang: 25.5.98

Impressum

Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie
Bulletin de la Société Suisse d'Anthropologie
herausgegeben von der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie (SGA/SSA)
mit Unterstützung der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften (SANW)

Redaktion:
Dr. Susi Ulrich-Bochsler, Bern

Korreferentin (textes français):
Dr. Isabelle Gemmerich Pfister, Fislisbach

Layout:
Andreas Cueni, Aesch

Bezugsort:
Redaktion: S. Ulrich-Bochsler, Historische Anthropologie, Medizinhistorisches Institut der Universität Bern, Fabrikstrasse 29d, CH - 3012 Bern
Telefon 031/631 84 92. Fax 031/631 37 82. E-mail susi.ulrich-bochsler@mhi.unibe.ch.

Herstellung: Atelier d'Impression de l'Université de Genève
Couverture: Montage Isabelle Gemmerich d'après un dessin original de Lucrezia Bieler-Beerli (Zürich) pour l'exposition du Musée d'Anthropologie de l'Université de Zürich

Erscheinungsweise: Vom Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie erscheinen in der Regel zwei Hefte pro Jahr (Frühjahr, Herbst), die zusammen einen Band bilden.

ISSN 1420 - 4835

Der Einfluss von Nahrungsmitteln auf den Eisenhaushalt des Körpers aus anthropologischer Sicht[1]

Laura Trellisó Carreño

Abstract

Iron deficiency is considered to be one of the most common nutritional deficiencies in both developing and developed countries. Although its manifestations on skeletons have only been recently well studied, it has become apparent that its prevalence in past human populations was so frequent as is today. Iron absorption is a very complex mechanism that depends on several factors, both endogenous (e.g. diseases, iron demands due to growth, pregnancy and blood loss) as exogenous (e.g. diet composition, cooking styles).

Die Paläoernährung ist eine ziemlich neue Forschungsrichtung in der Anthropologie, die sich mit der Analyse und Rekonstruktion des Ernährungs- und Gesundheitszustandes früherer Bevölkerungen auseinandersetzt. Zur Verfügung stehen der Anthropologie direkte und indirekte Daten, die aus verschiedenen Fächern bezogen werden. Diese umfassen die Paläobotanik, die Zooarchäologie, die Paläobiochemie, aber auch die Ernährungswissenschaft, die sich mit aktuellen Populationen befasst. Die Information aus allen diesen Disziplinen ist von grosser Bedeutung, um das gesamte Ernährungs- und Gesundheitsbild vorheriger Populationen zu rekonstruieren.

Anthropologische Untersuchungen über die Paläodiät gehen in das Ende der 60 Jahre zurück, als die ersten chemischen Analysen an menschlichen Knochen (vor allem Spurenelement- und Aminosäureanalysen) durchgeführt wurden. In der Regel aber werden Schlussfolgerungen über die Ernährung früherer Gesellschaften eher anhand ihrer Gesundheitszustände gezogen, oder besser gesagt, anhand der Präsenz bestimmter Erkrankungen oder Stressfaktoren, die sich makroskopisch am Knochen erkennen lassen, welches zum Gebiet der Paläopathologie gehört. Die Paläopathologie ist jedoch weit weg davon entfernt, die Gesundheits- und Ernährungszustände früherer Populationen in ausreichendem Masse zu rekonstruieren. Einerseits gibt es nur eine geringe Zahl von Krankheiten, die sich am Skelettmaterial manifestieren (etwa 10 bis 15 % der gesamten Erkrankungen). Anderseits erschwert die Abwesenheit von Weichteilen die genaue Ätiologie und Diagnose der pathologischen Veränderungen, die am mazerierten Knochenmaterial zu beobachten sind (Götz 1988). Ein gutes Beispiel ist die sogenannte *Hyperostosis spongiosa*, auch *Criba cranii* und *Criba orbitalia* genannt. Sie lässt sich bekanntlich als poröser, gelegentlich trabekulärer und gelegentlich regelmässiger Umbau im Form einer Verdünnung oder sogar Auflösung bis hin zur spongiösen Verdickung der *Tabula externa* des Schädel- und Orbitadaches beschreiben. Diese Knochenveränderung ist auf eine Erweiterung der Diploëräume, bedingt durch eine Hypertrophie und Hyperplasie des

[1] Vortrag, gehalten an der Jahresversammlung der AGHAS am 25. April 1998 in Basel.

Knochenmarks, zurückzuführen. Weil die Knochenmarkausdehnung sich extrakranial richtet, kann das Knochenmark genügend Raum gewinnen, ohne dass das Gehirn vom Druck dieser Verbreitung betroffen wird (Götz 1988, Czarnetzki et al. 1996).

Heutzutage stimmen fast alle Autoren darin überein, dass die *Hyperostosis spongiosa* ein geeigneter Indikator des Gesundheits- und Ernährungszustandes früherer Bevölkerungen ist. Wie problematisch auch immer die Frage der Ätiologie sein mag, so wird doch von den meisten Autoren angenommen, dass Eisenmangelanämie für die Genese der *Hyperostosis spongiosa* verantwortlich ist (Götz 1988, Stuart-Macadam 1991, Stuart-Macadam/Kent 1992). Infolgedessen wird diese Krankheitserscheinung oft als direkter Hinweis auf eine reduzierte oder mangelhafte Eisenzufuhr in der Ernährung interpretiert. Seltener wird berücksichtigt, dass andere vielfältige und komplexe Faktoren auch eine wichtige Rolle im Eisenhaushalt des Körpers spielen. Mit dieser Problematik werde ich mich im folgenden beschäftigen. Dazu soll auf den physiologischen Prozess und dessen Voraussetzungen eingegangen werden.

Das Eisen ist als Element ein essentieller Nährstoff, der verschiedene wichtige Funktionen im Organismus erfüllt. Erstens transportiert es als Bestandteil des Hämoglobins Sauerstoff über das Blut von den Lungen zu allen anderen Zellen des Körpers. Zweitens ermöglicht das Eisen als Komponente des Myoglobins die Speicherung des Sauerstoffbedarfs während der Muskelkontraktionen. Ausserdem ist das Eisen ein wichtiger Bestandteil anderer vitaler Enzyme und Proteine und spielt eine wichtige Rolle in den energetischen Vorgängen (Bernát 1981, Fischbach 1962, Deetjen et al. 1994).

Obwohl das Eisen in vielen verschiedenen Nahrungsmitteln zur Verfügung steht, ist der Eisenmangel noch heutzutage die häufigste und verbreitetste Form von Mangelernährung und die gewöhnliche Ursache der Anämien. Nach Angaben der WHO waren circa 2 Millionen Menschen anfangs der 80er Jahre in entwickelten und in Entwicklungsländern von dieser Erkrankung betroffen. Kinder und alle Frauen vor dem Klimakterium, vorwiegend schwangere Frauen, gehören zu den Risikogruppen (Ryan 1997, Sanders/Reddy 1994). Eine Eisenzufuhr mit der täglichen Nahrung von circa 10-12 mg reicht in der Regel, um den Eisenverlust (1 mg bei Männer und 3 mg bei Frauen im geschlechtsreifen Alter) zu ersetzen und um den Eisenbedarf für die Hämatopoese und Eisenspeicher zu decken, wenn der Eisenhaushalt nicht zusätzlich belastet wird (Fischbach 1962, Thews et al. 1989).

Ein Teil des mit der Nahrung aufgenommenen Eisens wird im Magen aus seiner organischen Bindung durch die Salzsäure freigesetzt und zu Ferroeisen reduziert. Die Eisenresorption vollzieht sich hauptsächlich im Duodenum und oberen Dünndarm (Jejunum). Im unteren Dünndarm und im Magen wird vergleichsweise nur sehr wenig Eisen aufgenommen. Die Magensalzsäure erleichtert die Resorption von komplexgebundenem Nahrungseisen. Das heisst, dass Personen mit gestörter Magensekretion nicht in der Lage sind, die Eisenresorption in gleichem Masse wie gesunde Leute zu steigern. Mit Hilfe der Magensalzsäuren kann Eisen offenbar aus komplizierten organischen Komplexen, die in der Nahrung enthalten sind, herausgelöst werden. Der Hauptanteil wird im Knochenmark zur Hämoglobinsynthese verwendet. Die beim Erythrozytenabbau anfallende Eisenmenge von 20-30 mg täglich geht nicht verloren, sondern findet bei der Neubildung von Erythrozyten wieder Verwendung (Deetjen et al. 1994).

Der Gesamtbestand an Eisen beträgt beim gesunden erwachsenen Menschen in Abhängigkeit vom Körpergewicht etwa 3-5 g (45-60 mg/kg). Der grösste Teil - annähernd 70 % - ist Hä-

moglobineisen. Im Myoglobin sind etwa 0.1-0.3 g Eisen enthalten. Die gesamte Enzymeisenmenge liegt unter 100 mg. Der Rest von circa 1.0-1.5 g findet sich, eingebaut in Hämosiderin und Ferritin (Speichereisen), als Depot- oder Reserveform praktisch in allen Organen, hauptsächlich in Leber, Knochenmark und Milz, in Spuren auch in Blut (Fischbach 1962, Deetjen et al. 1994). Insgesamt besitzt der Körper einen beträchtlichen und daher ausreichenden Eisenvorrat, so dass die Ausbildung eines Mangelzustandes in der Regel längere Zeit beansprucht.

Wenn dem Organismus weniger Nahrungseisen zugeführt wird, als er durch Verlust nach aussen bei Frakturen, oder bei Frauen (z.B. durch menstruelle Blutungen) und bei Kindern während des Körperwachstums benötigt, dann werden die gespeicherten Eisenreserven absinken. Es kommt zu einer latenten Eisenmangelanämie, die klinisch nicht bedeutend ist. Erst wenn die Eisenbilanz nach Verbrauch des Reserveeisens negativ bleibt, wird es kritisch. Die Erythropoese bleibt zuerst normal; nur bei sehr schwerem Eisenmangel wird auch sie eingeschränkt.

Der Eisenstoffwechsel unterscheidet sich grundsätzlich vom Stoffwechsel anderer Mineralstoffe, weil der Eisenbestand im wesentlichen durch Anpassung der Aufnahme reguliert wird. Die Aufnahme des Eisens richtet sich nach dem Bedarf des Organismus: je grösser der Bedarf (wie zum Beispiel bei Anämien), desto grösser ist die Eisenaufnahme. Von den zugeführten Eisenverbindungen wird nur ein kleiner Teil je nach Bedarf resorbiert; der Rest wird ausgeschieden (Fischbach 1962, Bernát 1981). Durch Steuerung der Resorption, Deposition und Ausfuhrsperre wird der Eisenstoffwechsel reguliert. Täglich sind etwa 12 mg Eisen für Erwachsene, 15 mg für Schwangere und 7-12 mg für Kinder zwischen 1-14 Jahren notwendig, um den Eisenbedarf zu erhalten. Verschiedene Faktoren und Genese wie zum Beispiel eine mangelnde Eisenaufnahme, unzureichende Eisenzufuhr in der Nahrung, die schon erwähnte Dünndarm- und Darmstörungen oder die Eisen-Fixierung an falschem Ort (wie bei Infekten (Bernát 1981)) sowie Blutverluste beeinflussen also den Eisenhaushalt. Allerdings haben Arbeiten an heute Lebenden über Ernährung festgestellt, dass die Art der Nahrung eine sehr wichtige Rolle im Eisenhaushalt als Folge der komplexen Mechanismen der Eisenresorption spielen kann. Eisen ist in unterschiedlicher Menge in vielen verschiedenen Nahrungsmitteln vorhanden. Jedoch ist seine Verfügbarkeit im Körper sehr unterschiedlich. Die Eisenaufnahme des Organismus hängt wesentlich von der Art des Eisens ab (siehe Häm- oder Nicht-Häm-Eisen), die ihm in der Kost zu Verfügung steht. Eisen kommt in der Nahrung hauptsächlich in zwei Darreichungsformen vor: als Häm- (aus Hämo- und Myoglobin) und als Nicht-Häm-Eisen (Fe^{2+} und Fe^{3+}). Häm-Eisen ist in Fleisch und Blut enthalten und findet sich deswegen fast ausschliesslich in rotem Fleisch, Geflügel und Fisch, deckt aber nur 40 % des gesamten täglichen Eisens, das in der Nahrung zur Verfügung steht. Dafür wird es besser als Nicht-Häm-Eisen resorbiert. Diese Art vom Eisen bleibt unmetabolisiert und wird fast ungehindert von den Dünndarmmukosazellen schnell absorbiert. Die Häm-Eisenresorption findet also unabhängig von Nahrungsfaktoren oder der Art des Eisenspeichers statt (Turnbull et al. 1962).

Im Gegensatz dazu findet man Nicht-Häm-Eisen vorwiegend in pflanzlicher Nahrung, aber auch in tierischer (weniger). Insgesamt beträgt der Nicht-Häm-Eisengehalt etwa 80 % des gesamtes Eisens, das in der Nahrung zur Verfügung steht. Eine reiche Quelle von Nicht-Häm-Eisen sind Hülsenfrüchte, Vollkorngetreide, Samen, Vollkornreis, getrocknetes Obst, grünes Gemüse und Nüsse. Nicht-Häm-Eisen ist durch seine Unlöslichkeit gekennzeichnet und lässt sich infolgedessen nur in geringen Mengen absorbieren sowie assimilieren. Im Gegensatz zum Häm-Eisen muss es zuerst als freies Eisen aufgenommen und an Proteine gebunden werden. Allerdings muss das dreiwertige Eisen (Fe^{3+}) in verschiedenen Phasen durch den sauren

pH im Magen zur lösbarsten Form des Eisen (Fe^{2+}) umgewandelt werden, da für sie eine höhere Bioverfügbarkeit besteht. Diese metabolischen Vorgänge werden durch gastrische Säuren wie Ascorbinsäure, Saccharide, Aminosäuren und Galle ermöglicht. Nicht-Häm-Eisen wird weniger und schlechter (2-10 % bis 20 %) als Häm-Eisen (20-23 % bis 35 %) vom Körper resorbiert (Heinrich et al. 1971, Turnbull et al. 1962).

Entscheidend für den Eisenbestand des Körpers ist nicht nur die endgültige Eisenresorption, sondern vor allem auch die Zusammensetzung der Nahrung. Allerdings ist seit längerer Zeit bekannt, dass bestimmte in der Nahrung enthaltene Stoffe wie die Oxalate, Karbonate, Phytate, Phosphate, Fasern ebenso wie einige Proteine und Polyphenole (Tannine, Anthoziane, die eine günstige Einwirkung auf Herzgefässkrankheiten haben), Kalzium und Essigsäure die Eisenresorption des Nicht-Häm-Eisens hemmen, während andere Stoffe, wie Ascorbinsäure, Vitamin A, Milchsäure, Häm-Eisen und andere organischen Säuren die Optimierung der Resorption des Nicht-Häm-Eisens ermöglichen (siehe Tab. 1). In den meisten pflanzlichen Nahrungsmitteln sind einerseits hemmende Stoffe und andererseits ein Eisengehalt in Form eines Nicht-Häm-Eisen vorhanden, von dem eine entsprechende Menge notwendig ist, um den täglichen Eisenbedarf im Körper zu decken.

Tab. 1: Bioverfügbarkeit des Eisens in verschiedenen Nahrungsmitteln.

ART DER NAHRUNG	**BIOVERFÜGBARKEIT DES EISENS**		
	Niedrig	**Mittel**	**Hoch**
Getreide	Mais	Kornmehl	
	Reis	Weissmehl	
	Vollkorn		
Obst	Äpfel		
	Avocados		Tomaten
	Bananen		Zitronen
	Trauben	Ananas	Papayas
	Birnen	Mangos	Orangen
	Erdbeeren		
	Rhabarber		
Gemüse	Auberginen	Karotten	Broccoli
	Spinat	Kartoffeln	Blumenkohl
	Linsen		
Nüsse	Mandeln		
	Brasilianische Nüsse		
	Kokosnüsse		
	Walnüsse		
	Erdnüsse		
hoch proteinisch	Eier		Fische
	isoliertes Soja Protein		Fleisch
	Sojamehl		Geflügel

Tabellen 2 bis 4: Gehalt von Eisen, Vitamin C, Phosphor, Kupfer und Kalzium in verschiedenen Nahrungsmitteln (Wissenschaftliche Tabellen Geigy 1987).

Tab. 2

100 g essbare Substanz	**Vitamin C mg**	**Eisen mg**	**Phosphor mg**	**Kupfer mg**	**Kalzium mg**
Fleisch					
Ente	**8**	**1.8**	**188**	0.4	1.5
Hase	-	3.2	157	-	12
Huhn, Poulet	**2.5**	**1.8**	200	0.3	12
Huhn, Leber	**35**	**7.9**	236	0.32	12
Kalb, Kotelettstück	**0**	**2.9**	206	0.25	11
Kalb, Leber	**32**	**5.4**	311	4.4	8
Kalb, Niere	13	3.4	171	0.51	10
Kaninchen	0	2.4	210	-	18
Lamm, Kotelettstück	-	**2.2**	**138**	-	10
Lamm, Leber	33	**10.9**	**349**	6.3	13
Lamm, Niere	15	**7.5**	**218**	0.3	13
Reh, Muskelfleisch	0	5.0	183	-	19
Rind, Lende	1	2.5	154	-	3
Rind, getrocknet, gesalzen	0	**5.1**	404	-	20
Rind, Corned Beef	0	4.3	106	-	20
Rind, Leber	31	**6.5**	352	2.1	11
Rind, Niere	11	5.5	219	0.35	11
Schwein, Kotelettstück	0	**2.3**	**170**	-	9
Schinken, gesalzen, gekocht	0	2.5	150	-	10
Schwein, Leber	**27**	**19**	**316**	0.85	10
Schwein, Niere	12	6.7	218	0.38	11
Eier					
Hühnereier, Vollei, roh	0	**2.3**	**205**	0.03	54
Eidotter, roh	0	**7.2**	**569**	0.02	141
Eiweiss, roh	0	**0.2**	**17**	0.03	9
Hefe					
Bierhefe, getrocknet	Spur	17.3	1753	3.32	210
Torulahefe	Spur	20	1713	-	424
Brote und Teigwaren					
Roggenbrot	-	1.9	134	0.28	22
Weissbrot	-	0.95	89	0.22	58
Eierteigwaren	-	2.1	196	-	20

Wie schon erwähnt ist die Komplexität des Zusammenwirkens der Nahrungsstoffe miteinander und ihre Bedeutung in bezug auf die Häufigkeit der weltweit verbreiteten Eisenmangelanämie von der Ernährungswissenschaft intensiv untersucht worden. Die Bioverfügbarkeit des Nicht-Häm-Eisens wurde bei verschiedenen Diäten und an Patienten mit einem unterschiedlichen Grad der Eisenmangelanämie getestet (Taylor et al. 1995). Die Ergebnisse wiesen darauf hin, dass die Bioverfügbarkeit des Eisens eher von der Korrelation zwischen den hemmenden,

Tab. 3

100 g essbare Substanz	**Vitamin C mg**	**Eisen mg**	**Phosphor mg**	**Kupfer mg**	**Kalzium mg**
Fleisch von Kaltblütern					
Austern	Spur	5.5	143	1.2	94
Forelle	-	1.0	220	0.33	19
Froschschenkel	5	1.5	147	-	18
Garnelen	2	2.0	300	0.43	63
Hering	0.5	1.1	240	0.3	57
Kammel u. Pilgermuschel	-	1.8	208	-	26
Krabbe	Spur	0.8	182	1.3	45
Lachs	1	0.8	266	0.2	29
Lachs, geräuchert	-	-	245	-	14
Makrele	0	1.0	239	0.16	5
Sardinen	0	3.5	434	0.04	354
Schnecken (*Helix)*	-	3.5	434	0.4	170
Thunfisch, in Büchsen	0	1.2	294	-	7
Tintenfisch *(Sepia officinalis)*					
Nüsse					
Erdnüsse, geröstet	0	2.2	407	0.27	74
Haselnüsse, trocken	7.5	4.5	320	1.35	250
Kastanien	6	**1.4**	**74**	0.06	46
Kastanien, getrocknet	0	**3.3**	174	-	57
Mandeln	Spur	4.7	504	0.14	234
Pinienkerne	-	5.2	604	-	12
Walnüsse	2	3.1	380	0.31	99
Getreide und Mehle					
Mais, Vollmehl	0	**1.8**	**164**	-	6
Mais, Popcorn	0	**2.7**	**281**	0.31	11
Reis, Vollreis	0	1.6	221	0.36	32
Roggen, Vollmehl	-	**2.6**	**362**	0.42	23
Roggen, Feinmehl	-	**1.1**	**185**	-	31
Soja, Vollfett	0	**8.4**	**558**	-	199
Soja, halb entfettet	0	**9.1**	**634**	-	244
Weizen, Vollmehl	0	**3.3**	**372**	0.17	41
Weizen, Feinmehl	0	**0.8**	**87**	-	16
Weizenkeime	0	9.4	1118	1.3	72

und fördernden Faktoren abhängt. In diesem Zusammenhang muss berücksichtigt werden, dass die Zubereitung der Nahrungsmittel eine grosse Rolle im Eisengehalt und den Mechanismen der Eisenresorption spielt. Wie Yang und Mitarbeiter feststellten, ist der Eisengehalt, wenn Rindfleisch über offenem Feuer gegrillt wird, um circa 15 % höher, als wenn es am Herd gekocht wird (Yang et al. 1994). Das gleiche Phänomen kann beobachtet werden, wenn man den Eisen- und Phosphorgehalt zwischen frischen und getrockneten Früchten von Mais und Popcorn oder von Vollmehl und Feinmehl vergleicht (Tab. 3-4). Phytate sind die häufigsten und bedeutendsten resorptionshemmenden Faktoren für Nicht-Häm-Eisen, denn die meisten pflanzlichen Erzeugnisse wie zum Beispiel Getreide, Hülsenfrüchte, Nüsse, Samen enthalten unterschiedliche Mengen davon (Brune et al. 1992, Macfarlane 1988).

Tab. 4

100 g essbare Substanz	**Vitamin C mg**	**Eisen mg**	**Phosphor mg**	**Kupfer mg**	**Kalzium mg**
Früchte					
Ananas	17	0.5	8	0.07	17
Äpfel	**5***	**0.3**	**10**	**0.08**	**7**
Äpfel, getrocknet	**10***	**1.6**	**52**	**-**	**31**
Aprikosen	7	0.5	23	0.12	17
Avocato	14	0.6	42	0.4	10
Bananen	10	0.7	28	0.2	8
Birnen	4	0.3	11	0.3	8
Brombeeren	21	1.0	19	0.12	32
Datteln, getrocknet	0	3.0	63	0.21	59
Erdbeeren	60	1.0	21	0.13	21
Feigen	2	0.8	22	0.06	35
Himbeeren	25	1.0	22	0.13	49
Kirschen	10	0.5	19	0.07	19
Oliven	0	1.6	17	0.46	61
Orangen	50	0.4	23	0.07	41
Pfirsiche	**7**	**0.5**	**19**	**0.01**	**9**
Pfirsiche, getrocknet	**18**	**6.0**	**117**	**0.3**	**48**
Pflaumen	**6**	**0.4**	**23**	**0.3**	**13**
Pflaumen, getrocknet	**8**	**3.9**	**79**	**0.16**	**51**
Rosinen	**1**	**3.5**	**62**	**0.14**	**22**
Trauben	**4**	**0.4**	**20**	**0.1**	**11**
Wassermelonen	7	0.5	10	0.07	7
Zitronen	45	0.6	16	0.26	26
Milch und Milchprodukte					
Kuhmilch, frisch	1	0.04	88	0.01	133
Muttermilch	5	0.05	14	0.05	33
Ziegenmilch	2	0.01	103	0.04	180
Kamelmilch	6	-	-	-	-
Schafmilch	3	0.1	150	-	190
Stutenmilch	10	-	60	-	100
Käse, Camembert	0	0.5	184	0.08	382
Käse Emmentaler	0.5	0.9	860	0.13	1180
Käse, Parmesan	0	0.4	781	0.36	1140
Käse, Roquefort	0	1.0	-	-	700

Da, wie bereits erwähnt, das Häm-Eisen besser als das Nicht-Häm-Eisen im Körper metabolisiert wird, sind einige Forscher davon ausgegangen, dass beim Veganer und Vegetarier ein geringerer Eisenbestand im Körper zu finden wäre und dass sie anfälliger als Omnivore für eine Eisenmangelanämie wären. Verschiedene Experimente bestätigten, dass eine ausreichen-

de Vitamin-C-Zufuhr in der Nahrung die negative Auswirkung von Resorptionshemmern wie Phosphaten und Phytaten ohne weiteres reduzieren oder verhindern kann. Eine balanzierte vegetarische Diät erfüllt dementsprechend den Eisenbedarf des Organismus genau so wie bei den Omnivoren (Craig 1994, Gibson 1994, Hallberg et al. 1989, Hunt et al. 1994, Reddy et al. 1996).

Eine weitere Möglichkeit der Reduktion der Eisenresorption liegt in Nahrungsmitteln wie etwa Tee, Kaffe oder Rotwein, die mit Polyphenolen angereichert sind (Cook et al. 1995, Simpson et al. 1981). Als Beispiel sei das Tannin angeführt. Eine hohe Dosierung von Tanninsäure bildet der Eisentannat-Komplex, der durch seine reduzierte Lösbarkeit die Eisenresorption stark vermindern kann (Simpson et al. 1981).

Einige Untersuchungen wurden an verschiedenen Gruppen gemacht, deren Ernährung im wesentlichen aus pflanzlichen Nahrungsmitteln besteht, die reich an Phytaten und Carbonaten sind. Als Beispiel dienen die Beobachtungen über die Mais-Diät in verschiedenen Populationen von Nord- und Südamerika, die grundlegende Ernährung mit Soja in verschiedenen Gebieten, das in der Alten Welt verbreitete Brot und die Kuhvollmilch als Haupt- und Ersatznahrung für Kinder, die nicht gestillt werden (Fuchs et al. 1993, Ryan 1997, Scholl/Hediger 1994).

Brot ist bekanntlich ein Hauptnahrungsmittel in verschiedenen Ländern, ähnlich wie die Sojabohnen. Beide sind zwar wichtige Quelle für Eisen aber auch für hemmende Phytate (Brune et al. 1992, Hallberg et al. 1987, Hallberg /Rossander 1982, Hallberg et al. 1987). Sein Eisenbestand variiert ebenso wie sein Inhalt an Phytaten je nach der Sorte des Mehls. Der bedeutendste Faktor für die Reduktion der Eisenresorption ist eigentlich der Anteil an Kleie, da Kleie sehr reich an Phytaten ist, jedoch bestehen weitere Faktoren, die eine wichtige Rolle im Vorgang der Eisenresorption spielen. Hierzu gehört z.B. die Zubereitungsart des Brotes. Bei der Fermentierung des Brotes sind die Phosphate und besonders die Phytate teilweise oder völlig zu anorganischen Phosphaten und zu Phytaten mit geringerer Komplexität degradiert. Beim Mais erhöht sich der Phosphatgehalt zum Beispiel von 164 auf 281 mg, wenn er zu Popcorn verarbeitet wird, wie aus der Tabelle 3 zu sehen ist.

In allen Fällen wurde festgestellt, das die Phytate auch in kleinen Mengen eine starke hemmende Wirkung in der Eisenresorption haben. Durch die Aufnahme von Ascorbinsäure - in gewissem Masse von Vitamin A - kann jedoch diese hemmende Wirkung der Eisenaufnahme reduziert oder sogar verhindert werden (Garcia Casal et al. 1998, Hallberg et al. 1989, Hunt et al. 1994, Layrisse et al. 1998).

Sojabohnen sind einerseits eine wichtige traditionelle Proteinquelle für viele asiatische Populationen. Anderseits wird oft in diesen Ländern eine erhöhte Rate der Eisenmangelanämie beobachtet. Rezente Studien über die Soja-Ernährung haben auch darauf hingewiesen, dass im wesentlichen zwei bedeutende Faktoren in der Sojabohne vorhanden sind, die die Eisenresorption hemmen. Einerseits gehören dazu die bereits erwähnten Phytate, anderseits Proteine (ISP), welche die Resorption des Eisens in Dünndarm verhindern, unabhängig von der Menge an Phytaten (Cook et al. 1981, Kojima et al. 1981, Lynch et al. 1994, Reddy et al. 1996). Die Auswirkung dieser zwei hemmenden Elemente hängt von der Verarbeitung der Sojabohne ab. Diese Studien behaupten, dass die traditionell fermentierten Sojaprodukte eine höhere Bioverfügbarkeit des Eisens besitzen.

Ein weiteres Beispiel für den Einfluss von Nahrungsmitteln auf den Eisenbestand des Körpers

findet man in der Kuhvollmilch. Bei kleinen Kindern besteht natürlich die Hauptnahrungsquelle zuerst aus Muttermilch und danach aus Tiermilch, in vielen Ländern aus Kuhvollmilch. Die Eisenmenge (in Form von Nicht-Häm-Eisen) in der Kuhvollmilch ist etwa gleich der der Muttermilch (Tab. 4). Entscheidend ist, dass die Eisenresorption aus der Muttermilch etwa bei 50 % liegt im Gegensatz zur Kuhvollmilch, von der nur 10 % absorbiert werden, was bedeutend ist, da der Eisenbedarf bei kleinen Kindern wegen des Wachstums sehr hoch ist (Ryan 1997, Turnlund et al. 1990). Der Unterschied liegt darin, dass in mütterlicher Milch eine höhere Konzentration von Laktose und Ascorbinsäure als bei Kuhmilch vorhanden ist, welche die Bioverfügbarkeit des Eisens im Organismus fördert. Als Beispiel sei hier auch die Ziegenmilchanämie erwähnt: sie trifft allerdings nur dann ein, wenn die Ernährung ausschliesslich darauf beschränkt ist.

Zuletzt sollte das Beispiel der Mais-Diät amerikanischer Populationen erwähnt werden. Es ist bekannt, dass sich verschiedene amerikanische Bevölkerungen in der Vorgeschichte, manche auch heutzutage, fast ausschliesslich von Mais ernährt haben. Wegen des geringen Eisengehaltes dieser Nahrung und der niedrigen Bioverfügbarkeit des Nicht-Häm-Eisens im Mais wird von vielen Autoren die Eisenmangelanämie verantwortlich für die in diesen Populationen höhere Frequenz an *Hyperostosis spongiosa* gemacht (Walker 1985). Viele andere Elemente, die in kleinen oder grossen Mengen in der Nahrung zur Verfügung stehen, wie Kupfer, Zink, können unter entsprechenden Bedingungen ebenfalls den Eisenhaushalt beeinflussen.

Aufgrund der hier angeführten Fakten erscheint es wichtig, die Eisenmangelanämie nicht nur als Krankheitserscheinung einer defizitären Nahrung zu interpretieren. Verschiedene Faktoren des Eisenstoffwechsels, unterschiedliche infektiöse Krankheiten im Darm wie Diarrhö, aber auch das komplexe Zusammenwirken der Stoffkonstellation in der Nahrung können die Eisenresorption und den Eisenhaushalt des Organismus stark beeinflussen.

Die Studien aus dem Bereich der Nahrungswissenschaft erbringen wichtige und zahlreiche Quellen von Daten zur Physiologie und zum Mechanismus der Ernährung, die für die Rekonstruktion der Gesundheits- und Ernährungszustände prähistorischer und vorgeschichtlicher Populationen von grossem Nutzen sind. Ausserdem ist es notwendig, durch die Ergebnisse der Zooarchäologie und der Paläobotanik ein präziseres Bild der Subsistenzmittel zu erarbeiten, um eine weitere genauere Interpretation der aus der Paläopathologie erhobenen Daten zu erreichen. Die Paläopathologie interpretiert die Gesundheits- und Ernährungszustände in einer deduktiven Art. Zur Unterstützung dieser Verfahren wäre es daher wünschenswert, zu den eigenen Daten auch die aus der Paläobiochemie, aus der Zooarchäologie und aus der Paläobotanik sowie die sicheren rezenten Quellen über die komplexen Mechanismen heranzuziehen, unter denen die Ernährung und der Stoffwechsel des Organismus stehen. Nur unter diesen Bedingungen ist es sinnvoll, eine Rekonstruktion des Ernährungs- und Gesundheitszustandes früherer Gesellschaften mit Erfolg zu verwirklichen und die Veränderungen der ossären Strukturen annähernd richtig zu interpretieren.

Résumé

La carence en fer est considérée comme l'une des maladies nutritionnelles la plus commune. Elle se développe aussi bien dans les pays développés que ceux en voie de développement. Ses manifestations sur le squelette ont fait l'objet d'études récentes. Il est apparu évident que la fréquence et la prévalence de cette maladie chez les populations préhistoriques étaient semblables à celles des populations actuelles. L'absorption du fer est un mécanisme très complexe dépendant de différents facteurs, notamment endogènes (cas de certaines maladies, demande en fer pendant la croissance ou la grossesse, perte de sang), ou exogènes (facteurs nutritionnels, composition des repas, préparation de la nourriture).

Literatur

Bernát I. 1981
Eisenstoffwechsel. Physiologie. Pathophysiologie. Klinik. Therapie. Fischer. Stuttgart.

Brune M., Rossander-Hultén L., Hallberg L., Gleerup A., Sandberg A.S. 1992
Iron Absorption from Bread in Humans: Inhibiting Effects of cereal Fiber, Phytate and Inositol Phosphates with different Numbers of Phosphates groups. American Institute of Nutrition 122, S. 442-449.

Cook J.D., Morck T.A., Lynch S.R. 1981
The inhibitory effect of soy products on nonheme Iron absorption in man. Am. J. of Clin. Nutr. 34, S. 2622-2629.

Cook J.D., Reddy M.B., Hurrel R.F. 1995
The effect of red and white wines on nonheme iron absorption in man. Am. J. of Clin. Nutr. 61, S. 800-804.

Craig W.J. 1994
Iron status in Vegetarians. Am. J. of Clin. Nutr. 59 (suppl.), S. 1233-1237.

Czarnetzki A. 1996
Stumme Zeugen ihrer Leiden. Paläopathologische Befunde. Attempto. Tübingen.

Deetjen P., Speckmann E.-J. 1994
Physiologie. Urban & Schwarzenberg.

Fuchs G.J., Farris R.P., Dewier M., Hutschinson S.W., Warrier R., Doucet H., Suskind R.M. 1993
Iron status and intake of older infants fed formula vs cow milk with cereal 1-3. Am. J. of Clin. Nutr. 58, S. 343-348.

Fischbach E. 1962
Grundriss der Physiologie und physiologischen Chemie. 9. Aufl. Fischer. München.

Garcia Casal M.N., Larysse M., Solano L., Baron M.A., Arguello L., Llovera D., Ramirez J., Leets I., Tropper E. 1998
Vitamin A and beta-carotene can improve nonheme iron absorption from rice, wheat, and corn by humans. J. of Nutr. 128 (3), S. 646-650.

Gibson R.S. 1994
Content and bioavailability of trace elements. Am. J. of Clin. Nutr. 59 (suppl.), S. 1223-1232.

Hallberg L., Rossander L. 1982
Absorption of iron from Western-type lunch and dinner meals. Am. J. of Clin. Nutr. 35, S. 502-509.

Hallberg L., Rossander L., Skånberg A.B. 1987
Phytates and the inhibitory effect of bran on iron absorption in man. Am. J. of Clin. Nutr. 45, S. 988-996.

Hallberg L., Brune M., Rossander L. 1989
Iron absorption in man: ascorbic acid and dose-dependent inhibition by phytate. Am. J. of Clin. Nutr. 49, S. 140-144.

Heinrich H.C., Garbe E.E., Kugler G. 1971
Nahrungs-Eisenresorption aus Schweinefleisch, Leber und Hämoglobin bei Menschen mit normalen und erschöpften Eisenreserven. Untersuchung zur diätetischen Eisen-Prophylaxe und Therapie. Klinische Wochenschrift 49, S. 819-825.

Hunt J.R., Gallagher S.K., Johnson L. 1994
Effect of ascorbic acid on apparent iron absorption by women with low iron stores. Am. J. of Clin. Nutr. 59, S. 1381-1385.

Kojima N., Wallace D., Bates G.W. 1981
The inhibitory effect of soy products on nonheme iron absorption in man. Am. J. of Clin. Nutr. 34, S. 1392-1401.

Layrisse M., Garcia Casal M.N., Solano L., Baron M.A., Arguello L., Llovera D., Ramirez J., Leets I., Troppere E. 1998
The role of Vitamin A on the inhibitors of nonheme iron absorption: Preliminary results. Am. J. of Clin. Nutr. 8 (2), S. 61-67.

Leigh M.J., Miller D.D. 1983
Effects of Ph and chelatin agents on iron binding by dietary fiber: implication of iron availability. Am. J. of Clin. Nutr. 38, S. 202-213.

Lynch S.R., Dassenko S.A., Cook J.D., Juillerat M.A., Hurrell R. 1994
Inhibitory Effect of a soybean protein-related moiety on Iron absorption in Humans. Am. J. of Clin. Nutr. 60, S. 567-572.

Macfarlane B.J., Bezwoda W.R., Bothwell T.H., Baynes R.D., Bothwell J.E, Macphail A.P., Lamparelli R.D., Mayer F. 1988
Inhibitory effect of nuts on iron absorption. Am. J. of Clin. Nutr. 47, S. 270-274.

Reddy M.B., Hurrell R.F., Juillerat M.A., Cook J.D. 1996
The influence of different protein sources on phytate inhibition of nonheme iron absorption in humans. Am. J. of Clin. Nutr. 63, S. 203-207.

Reinhold J.G., Garcia J.S., Garzon P. 1981
Binding of iron by fiber of wheat and maiz. Am. J. of Clin. Nutr. 34, S. 1384-1391.

Ryan A. S. 1997
Iron-deficiency anemia in infant development: implications for growth, cognitive development, resistance to infection and iron supplementation. Am. J. Phys. Anthrop. 40 (suppl.), S. 25-62.

Sanders T., Reddy S. 1994
Vegetarian diets and children. Am. J. of Clin. Nutr. 59 (suppl.), S. 1176S-1181S.

Scholl T.O., Hediger M.L. 1994
Anemia and iron-deficiency anemia: compilation of data on pregnancy outcome. Am. J. of Clin. Nutr. 59 (suppl.), S. 492S-501S.

Simpson K.M., Eugene B.S., Morris R., Cook J.D. 1981
Iron absorption from bread in humans: inhibiting effects of cereal fiber, phytate, and inositol phosphates with different numbers of phosphates groups. Am. J. of Clin. Nutr. 34, S. 1469-1478.

Stuart-Macadam P. 1987
A Radigraphic Study of Porotic Hyperostosis. Am. J. Phys. Anthrop. 74, S. 511-520.

Stuart-Macadam P. 1991
Porotic Hyperostosis: Changing Interpretations. In: Ortner/Aufderheide (Hg.), Human Paleopathology. Current Synthesis and future Options. Smithsonian Institution Press. London, S. 36-39.

Taylor G.P., Mendez-Castellanos H., Martinez-Torres C., Jaffe W., Lopez de Blanco A., Landaeta M., Leets J. 1995
Iron bioavailability from diets consumed by different socioeconomic strata of the Venezuela population. American Institute of Nutrition 1995, S. 1860-1867.

Thews G., Mutschler E., Vaupel P. 1989
Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie des Menschen. Stuttgart.

Turnlund J.R., Smith R.G., Kretzsch M.J., Keyes W.R., Shah A.G. 1990
Milk's effect on the bioavailability of iron from cereal-based diets in young women by use of in vitro and in vivo methods. Am. J. of Clin. Nutr. 52, S. 373-378.

Walker P.L. 1985
Anemia among Prehistoric Indians of the American Southwest. In: Merbs/Miller (Hg.), Health and Disease in the Prehistoric Southwest. Arizona State University. Anthropological Research Papers 34, S. 139-161.

Wissenschaftliche Tabellen Geigy 1973
Ciba Geigy (Hg.), 7. Auflage. Pharmazeutika. Wehr. S. 494-512.

Yang J., Sulaeman A., Setiawan B., Atughonu A., Giraud D.W., Driskell J.A. 1994
Sonsory qualities and nutrient retention of beef strips prepared by different household coocking techniques. J. of Am. Dietary Assoc. 94, S. 199-201.

Anschrift

Laura Trellisó-Carreño
Osteologische Sammlung
Universität Tübingen
Wilhelmstrasse 27
D - 72074 Tübingen

Eingang: 20.10.1998

Impressum

Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie
Bulletin de la Société Suisse d'Anthropologie
herausgegeben von der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie (SGA/SSA)
mit Unterstützung der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften (SANW)

Redaktion:
Dr. Susi Ulrich-Bochsler, Bern

Korreferentin (textes français):
Dr. Isabelle Gemmerich Pfister, Fislisbach

Layout:
Andreas Cueni, Aesch

Bezugsort:
Redaktion: S. Ulrich-Bochsler, Historische Anthropologie, Medizinhistorisches Institut der Universität Bern, Fabrikstrasse 29d, CH - 3012 Bern
Telefon 031/631 84 92. Fax 031/631 37 82. E-mail susi.ulrich-bochsler@mhi.unibe.ch.

Herstellung: Atelier d'Impression de l'Université de Genève
Couverture: Montage Isabelle Gemmerich d'après un dessin original de Lucrezia Bieler-Beerli (Zürich) pour l'exposition du Musée d'Anthropologie de l'Université de Zürich

Erscheinungsweise: Vom Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie erscheinen in der Regel zwei Hefte pro Jahr (Frühjahr, Herbst), die zusammen einen Band bilden.

ISSN 1420 - 4835

Bull. Soc. Suisse d'Anthrop. 4(2), 1998, 39-55.

Ernährung und (Zahn-)Gesundheitszustand einer Bergbaubevölkerung des 12. Jh. aus Sulzburg, Kr. Breisgau-Hochschwarzwald[1]

Kurt W. Alt und Brigitte Lohrke

Einleitung

Die Beschäftigung mit humanökologischen Fragestellungen einschliesslich der Bereiche Ernährung, Nahrungsproduktion und Subsistenz nimmt in der Anthropologie (z.B. Paläoökologie, Skelettbiologie) heute einen breiten Raum ein. Angebot und Mangel hinterlassen ihre charakteristischen Spuren am Skelett und ermöglichen eine, wenn auch oft nur fragmentarische Rekonstruktion der Ernährungsgewohnheiten früherer Bevölkerungen. Das Methodenspektrum reicht dabei von der Befundung spezifischer pathologischer Mangelerscheinungen über die Analyse der Abnutzungsmuster der Zahnkronen bis hin zur chemischen Bestimmung anorganischer und organischer Bestandteile des Skelettes (Spurenelemente, Stabilisotope), wenngleich diese Untersuchungen noch Gegenstand hochkontroverser Diskussionen sind. Die Erwartungen, die ursprünglich in die Spurenelementanalyse (vgl. Schutkowski 1994) gesetzt wurden, haben sich bisher nur z.T. erfüllt. Von Fundort zu Fundort schwankt das Risiko postmortaler Veränderungen, die zudem schwer abschätzbar sind. Problematisch ist insbesondere der Mangel an standardisierten Kontrollmassnahmen. Postmortale Veränderungen im bodengelagerten Skelett bergen also die Gefahr der Fehlinterpretation in sich, darüber hinaus ist auch der theoretische Hintergrund nicht so stringent, dass stets eine eindeutige Interpretation gewährleistet wäre (Wolfsperger 1993).

Das Projekt „Archäometallurgie – Früher Bergbau im Schwarzwald"

Als Teilprojekt im Forschungsverbund „Archäologie und Geschichte des ersten Jahrtausends in Südwestdeutschland" wurde mit Hilfe der Volkswagen-Stiftung seit 1987 ein Forschungsvorhaben durchgeführt, das sich der „Frühgeschichte des Erzbergbaus und der Verhüttung im südlichen Schwarzwald" widmet (Steuer 1990). Blei-Silber-Erze sind in römischer Zeit und dann wieder seit dem Mittelalter in grossem Umfang im Südschwarzwald gewonnen worden. Der Bergbau im Sulzburgtal, ca. 35 km südlich von Freiburg, datiert wahrscheinlich bis in die römische Zeit zurück und wird urkundlich erstmalig im 11. Jh. erwähnt. Hauptmetall war das Blei, und an das Silber gelangte man nur über die Bleigewinnung, da Silber zu geringen Anteilen im Bleierz vorhanden ist. Der Silberbergbau bildete die Grundlage für die mittelalterliche Münzprägung, sorgte für Wohlstand und Reichtum, brachte aber auch Auseinandersetzungen um Besitz- und Abbaurechte. Zunehmender Holzmangel soll der Grund für das vorläufige Ende des Bergbaus im Mittelalter gewesen sein.

[1] Vortrag, gehalten an der Jahresversammlung der AGHAS am 25. April 1998 in Basel.

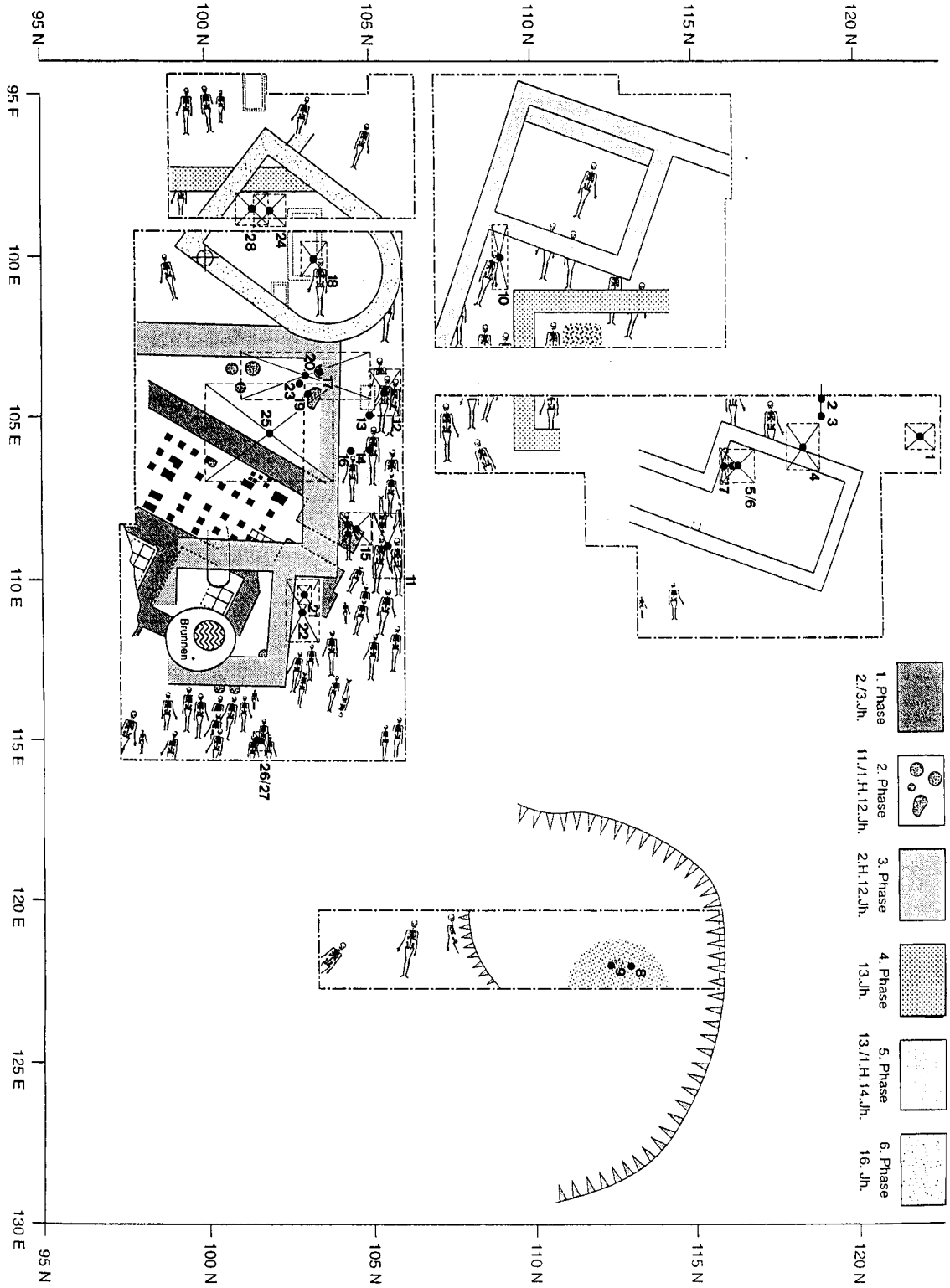

Abb. 1: Grabungsplan Sulzburg.

Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit den Menschen, die ehedem im Bergbaurevier Sulzburg mit dem Abbau und der Verhüttung der Blei-Silber-Erze beschäftigt waren. Das untersuchte Skelettmaterial stammt von dem mittelalterlichen Friedhof von Sulzburg und datiert überwiegend in das 12. und 13. Jahrhundert. Der Friedhof wurde in den Jahren 1993–1995 vom Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Freiburg ausgegraben. Die Bearbeitung des Skelettmaterials fand im Rahmen eines anthropologischen Praktikums (WS 1996–WS 1997) durch Studenten des Studienganges Historische und Biologische Anthropologie der Universität Freiburg statt (Leitung: K.W. Alt/B. Lohrke). Bei den mehr als 100 Gräbern, die sich um die ehemalige Kirche gruppieren, handelt es sich nur um einen Ausschnitt aus der ehemaligen Bevölkerung (Abb. 1). Es darf bezweifelt werden, dass eine repräsentative Stichprobe aus diesem Friedhof vorliegt, der leider nur unvollständig ausgegraben werden konnte. Die Alters- und Geschlechtsverteilung der geborgenen Individuen zeigen die Tabellen 1 und 2.

Tab. 1: Altersverteilung der Skelettindividuen aus Sulzburg (n=87).

Altersverteilung	**Individuen (absolut)**	**Individuen (Prozent)**
Infans I	33	37.9
Infans II	7	8.0
Juvenil	2	2.3
Adult	18	20.7
Matur	8	9.3
Senil	5	5.7
Erwachsen	14	16.1

Tab. 2: Geschlechtsverteilung der Skelettindividuen aus Sulzburg (n=87).

Geschlechtsverteilung	**Individuen (absolut)**	**Individuen (Prozent)**
weiblich	6	6.9
weiblich fraglich	14	16.1
männlich	12	13.8
männlich fraglich	5	5.7
indet	50	57.5

Aufgrund der Alters- und Geschlechtsverteilung der Bevölkerung wird deutlich, dass es sich hier nicht um einen siedlungsfernen Friedhof handelt, denn sonst dürften sich nicht so viele Kinder und Frauen unter den Bestatteten finden. Für Sulzburg bedeutet diese Tatsache, dass sich Bergbau und Siedlung resp. Wohnhäuser in unmittelbarer Nachbarschaft befinden, was im Hinblick auf eine weitere Fragestellung bei unserer Untersuchung des Skelettmaterials, die hier nur am Rande diskutiert wird (Bleiverseuchung), interessant ist (Abb. 2). Der Erhaltungszustand des Skelettmaterials vieler Bestattungen ist aus verschiedenen Ursachen sehr schlecht (u.a. aufgrund schlechter Bodenverhältnisse für die Skeletterhaltung); manche Bestattungen konnten aus grabungstechnischen Gründen auch nur unvollständig geborgen werden.

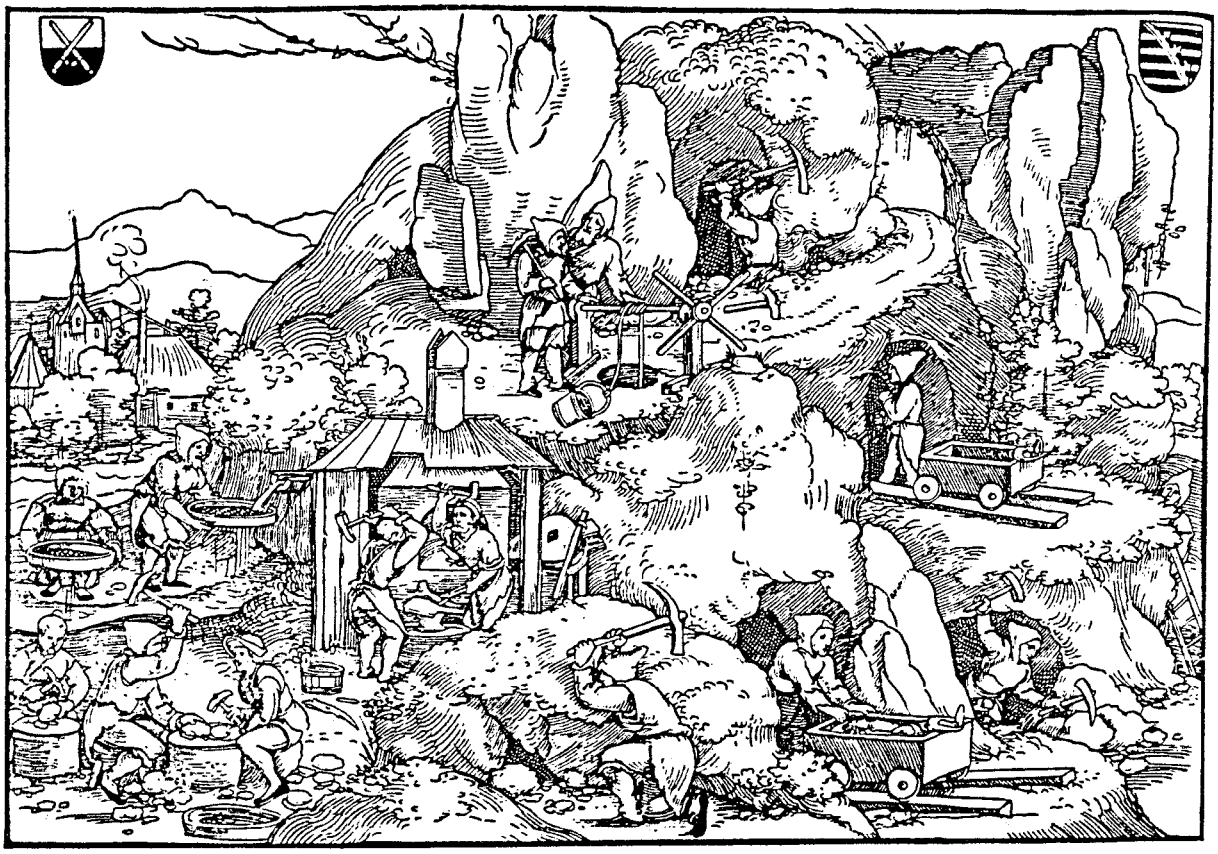

Abb. 2: Bergbaueinrichtungen (Abbaue, Erzaufbereitung, Bergschmiede) und Wohnhäuser in dichtem Gemengelage; Holzschnitt eines unbekannten sächsischen Meisters (um 1530); (aus U. Zimmermann, Die Ausgrabungen in alten Bergbaurevieren des südlichen Schwarzwaldes [1990, S. 130, Abb.11]; in: Erze, Schlacken und Metalle. Freiburger Universitätsblätter 109).

Rekonstruktionsversuche des Ernährungszustandes von Bevölkerungen mittels dental-anthropologischer Parameter

Die Ernährungsweise, die Zusammensetzung der Nahrung und die Mundhygiene, aber auch die strukturelle Zusammensetzung der Zahnsubstanz sowie die Morphologie der Zähne beeinflussen den Gesundheitszustand des Gebisses. Von den vielfältigen Einflüssen der Nahrung auf das Gebiss seien herausgestellt:

Der Gehalt an wichtigen Energieträgern

> intrauterin und postnatal während der Zahnentwicklung
> posteruptiv – direkt oder indirekt – wobei die Art der zugeführten Nahrung die Zusammensetzung des Speichels beeinflusst und die Gärungs- und Fäulnisprozesse in den Plaques und auf den Zahnoberflächen mitbestimmt

Mechanisch-funktionelle Auswirkungen, d.h. die physikalische Beschaffenheit der Nahrung (grob-fein und roh-aufbereitet) ist nicht gleichgültig

> grobe, schleifkörperreiche Kost bewirkt durch die Abrasion der Höcker, dass Retentionsstellen nach kurzer Gebrauchsperiode eliminiert werden

rohe, halbrohe und harte Kost benötigt zu ihrer Zerkleinerung kräftige und langandauernde Kauarbeit: die Sekretion der Speicheldrüsen wird verstärkt, was sich mechanisch und biochemisch positiv auswirkt

grobe Kost reinigt als „natürliche Zahnbürste" die Zahnoberflächen

weiche, stark aufbereitete und klebrige Kost bewirkt vor allem das Gegenteil und ist daher negativ zu bewerten

Das sind skizzenhaft die sich gegenseitig beeinflussenden und miteinander verknüpften Faktoren, wobei sich die Verhältnisse in Wirklichkeit sehr viel komplizierter darstellen, da enge Wechselbeziehungen zwischen Ernährungsgewohnheiten einerseits und dem Gesamtorganismus andererseits bestehen.

Im folgenden sollen die üblicherweise zur Rekonstruktion der Ernährungsweise von Populationen herangezogenen dentalen Parameter einer kritischen Überprüfung unterzogen werden, ob sie sich tatsächlich dazu eignen, Aufschluss über die Ernährungsgewohnheiten früherer Bevölkerungen zu liefern. Zu den relevanten oralen Erkrankungen bzw. Veränderungen der Zahnhartsubstanzen gehören:

Schmelzhypoplasien
Kariesbefall
Zahnsteinbildung
Parodontopathien
Abrasion

Schmelzhypoplasien

Störungen während des Wachstum des Zahnschmelzes führen zu Schmelzhypoplasien, d.h. zur Mindermineralisation des Schmelzes. Schmelzhypoplasien werden u.a. mit einer Vitamin D-Mangelerscheinung (Rachitis) während der frühen Kindheit in Verbindung gebracht, möglicherweise im Gefolge der Entwöhnung und Umstellung auf eine an Vitamin D arme Erwachsenendiät. Power (1985/86) stellte in Studien an mittelalterlichen irischen Populationen eine Häufung solcher Hypoplasien um das dritte und vierte Lebensjahr herum fest, was für wesentlich verlängerte Stillzeiten sprechen würde. Auch vorübergehende Störungen im Zusammenhang mit fiebrigen Infektionserkrankungen, allgemeine Unterernährung sowie Hypokalziämie können zu Wachstumsstörungen im Schmelz führen.

Die Fédération Dentaire International unterscheidet sechs Klassen von Schmelzdefekten, von denen im Zusammenhang mit paläopathologischen Untersuchungen vor allem die Grübchen (engl. pits) sowie die transversalen Linien (engl. horizontal grooves) von Interesse sind (Schultz et al. 1998).

Da die Schmelzbildung bereits in der Kindheit abgeschlossen wird – daher wird der Schmelz auch als das Archiv der Kindheit bezeichnet –, kann man anhand solcher Phänomene wie der Schmelzhypoplasien generelle Mangelerscheinungen bzw. den Gesundheitszustand der Kinder in einer entsprechenden Population ableiten (Hillson 1979, Power 1985/86). Da sich die Entwicklung der Zähne ausserdem in verschiedenen Zeitabschnitten abspielt, kann anhand der umweltbedingten Hypoplasien eine – individuell variable – Skala von

Entwicklungsstörungen in der Kindheit erstellt werden. Die anderen Zahnstrukturen wie das Dentin oder das Zement spielen bei der vorliegenden Fragestellung zur Ernährung keine Rolle.

Wie sieht es nun mit der Häufigkeit von Schmelzhypoplasien in der von uns untersuchten Sulzburger Bevölkerung aus? Die Häufigkeit von Schmelzhypoplasien, bezogen auf die Gesamtindividuenzahl, liegt in Sulzburg unter fünf Prozent. Ulrich-Bochsler et al. (1997) befundeten im mittelalterlichen Skelettmaterial der St. Petersinsel insgesamt 16 %, teilweise, wie auf dem Friedhof Ost, ebenfalls unter 10 % Betroffene. Power (1985/86) fand Schmelzhypoplasien in zwei zeitgleichen irischen Bevölkerungen in einer Häufigkeit von 28 % (12./ 13. Jh.) bzw. 13 % (16. Jh.).

Ganz anders ist die Situation in kulturgeschichtlich früheren Populationen. Kreuz (1996) fand Schmelzhypoplasien in einer frühmittelalterlichen Bevölkerung von Straubing zu 42 %. Carli-Thiele (1996) fand in neolithischen Bevölkerungen Schmelzhypoplasien von 80 % bei den Kindern aus Aiterhofen und zu 54 % bei den Kindern aus Wandersleben. Der wesentlich höhere Prozentsatz von Schmelzhypoplasien in Bevölkerungen vor dem Mittelalter könnte aufgrund ökologisch ungünstigerer Lebensbedingungen verursacht sein, was jedoch bezweifelt werden darf. Möglicherweise kommen die Unterschiede durch methodisch unterschiedliche Ansätze bei der Befundung zustande, wie dies bei Studien durch verschiedene Bearbeiter nicht selten zu beobachten ist. Auch soziokulturelle Gründe sollten nicht ausser acht gelassen werden. Dazu gehören lange Stillzeiten, niedrige Kinderzahl, eine aufwendige Pflege der Kinder usw.

Die Häufigkeit von Schmelzhypoplasien wird oftmals im Kontext mit den sog. Harris-Lines untersucht, wobei interessante Zusammenhänge gefunden wurden. Zur Erklärung des Sachverhalts sei kurz erwähnt, dass Harris-Lines nur im Röntgenbild sichtbare, verkalkte Wachstumslinien im wachsenden Knochen darstellen, die als Indikatoren für Mangelerscheinungen gelten. Solche Befundüberschneidungen können auch für Sulzburg bestätigt werden.

Kariesbefall

Zahnschmelz ist eine stark mineralisierte Substanz (95 %) mit einem geringem Anteil an organischer Substanz (1 %) und Wasser (4 %), welche gegenüber mechanischer Belastung sehr resistent ist. Nach ihrem Durchbruch in die Mundhöhle werden die Zähne mehr oder weniger schnell von Bakterien besiedelt, welche dann Beläge formieren, die sog. Plaques. Die mineralisch sehr harte, scheinbar in wässrigem Milieu unlösliche Zahnoberfläche steht in einem permanenten Austausch von Mineralionen mit dem Speichel und der Flüssigkeit des Zahnbelages (dentale Plaque). Karies ist ein sehr komplexer Prozess, der infolge eines gestörten Gleichgewichts zwischen De- und Remineralisation an der Schmelzoberfläche des Zahnes entsteht. Treibende Kraft des kariösen Substanzverlustes ist eine lang andauernde oder häufig wiederholte Produktion von Säuren durch die Mikroorganismen in der dentalen Plaque. Die kariesverursachenden Säuren entstehen beim Abbau der Kohlenhydrate, die über die Nahrung in die Mundhöhle gelangt sind, in der Plaque. Sie geben Wasserstoffionen ab und verursachen dadurch einen pH-Abfall. Die positiv geladenen Wasserstoffionen werden durch die Phosphationen des Schmelzapatits puffernd abgefangen, wodurch die negative Ladung der Phosphationen verlorengeht. So kann das positive Kalziumion nicht mehr von den Phosphationen gebunden werden und wird folglich aus dem Kristallgitter mobilisiert und freigesetzt (König 1992).

Die Demineralisation an der Schmelzoberfläche ist prinzipiell reversibel, solange die morphologische Integrität der Zahnoberfläche erhalten ist. In diesem Fall können Kalzium- und Phosphationen, die immer im Speichel in ausreichender Konzentration vorhanden sind, wieder in den Schmelz im Sinne einer Rekristallisation eingelagert werden. Dazu sind jedoch ausreichend lange Remineralisationszeiträume erforderlich, denn dieser Vorgang ist unter physiologischen Mundhöhlenbedingungen zeitaufwendiger als der Destruktionsprozess. Bei häufigem Kohlenhydratangebot für den Bakterienstoffwechsel und entsprechend häufiger Säurebildung bleibt die Remineralisation unvollständig. Es überwiegt ein saurer pH-Wert im Zahnbelag der Schmelzoberfläche, der die irreversible kariöse Demineralisation verursacht.

Bei mangelnder Mundhygiene, die für vergangene Zeiten pauschal konstatiert wird, resultieren aus einer fehlenden bzw. schlechten Oralhygiene Erkrankungen an Zähnen (Karies) und Zahnhalteapparat (Parodontopathien). Ein starker Kariesbefall in einer früheren Bevölkerung wird in der Regel mit einem hohen Anteil an Kohlenhydraten in der Nahrung gleichgesetzt. Deren Abbau durch Bakterien führt zur Bildung von Milchsäure, welche den Schmelz attak??kiert. Dies führt früher oder später zu Läsionen in Schmelz und Dentin und eventuell zu weiteren unangenehmen Folgeerscheinungen wie Entzündungen der Pulpa sowie zu fortgeleiteten Entzündungen an der Wurzelspitze des Zahnes, die dann den Kieferknochen in Form von apikalen Granulomen und Zahnzysten auflösen. Gelegentlich dürfte es hierbei im Zusammenhang mit Abszessbildungen auch zu lebensbedrohlichen Zuständen bis hin zu letalen Ausgängen gekommen sein. Diese Vorstellungen sind nur bedingt richtig, denn es handelt sich dabei um eine unikausale Verknüpfung. Es ist eine gutbelegte Tatsache, dass in früheren Zeiten wesentlich mehr rohe Nahrungsbestandteile konsumiert wurden, weshalb viel intensiver gekaut werden musste, was sich in einer heute nur noch extrem selten zu beobachteten deutlichen Abrasion der Zahnkauflächen niederschlug (im Extremfall sogar zum völligen Verlust der Zahnkrone und zur Eröffnung der Pulpa führt).

Wie sieht es in der Bevölkerung von Sulzburg mit dem Auftreten von Karies aus? Dazu sind zunächst zwei Begriffe zu erklären, die als Kariesindices bekannt sind:

> Definition 1: Als *Kariesbefall* bzw. Kariesintensität betrachten wir die relative Häufigkeit kariöser gegenüber der Anzahl erhaltener Zähne
>
> und
>
> Definition 2: Als *Kariesfrequenz* bezeichnen wir die relative Häufigkeit kariesbefallener Individuen gegenüber der Gesamtzahl der in dieser Richtung beurteilbaren Skelette

Ein Problem bei der Benutzung von Kariesindices ist, dass bisher keine Verständigung über deren Gebrauch existiert, was einen Vergleich von Serien so schwierig macht. Die oben gegebenen Definitionen orientieren sich an der Zahnmedizin (vgl. K.W. Alt, im Druck).

Wir finden in Sulzburg einen Kariesbefall von nur 3.6 % (26 kariöse Zähne bei einer Gesamtzahl von 730 vorhandenen und beurteilbaren Zähnen). Die Vergleichszahlen für das Dominikanerkloster in Schleswig (4.5 %) oder das Augustinerkloster in Basel (5.3 %) liegen ähnlich hoch wie für die Sulzburger Bevölkerung (Caselitz 1983, Roos 1973). Ulrich-Bochsler et al. (1997) fanden bei den von ihnen untersuchten Teilfriedhöfen auf der St. Petersinsel im Bielersee einen stark schwankenden Kariesbefall zwischen 7.8; 10.7; 13.3; 13.2 aber auch 30.7 %, wobei der Durchschnitt bei 13.1 % liegt.

Nach diesem Befund scheint in Sulzburg eine relativ ärmliche Bevölkerung bestattet worden zu sein - nämlich diejenigen Menschen, die für den Abbau und die Verhüttung des Erzes zuständig waren und nicht die Nutzniesser des Wohlstandes, der mit dem Erzbergbau verbunden war. Ihnen wird vermutlich nur eine karge Kost zur Verfügung gestanden haben, die womöglich einen ausreichenden Kalorienbedarf abgedeckt hat, ansonsten aber eher einfach und einseitig ausgerichtet war. Dafür spricht auch, dass die Kariesfrequenz mit 21.7 % (10 Betroffene inkl. einem Kind bei insgesamt 46 Individuen mit Zahnresten) nicht gerade dem Prozentsatz an kariösen Zähnen entspricht, der für mittelalterliche Bevölkerungen zu erwarten war. Denn üblicherweise liegen die Karieshäufigkeiten (mit Ausnahme für Klosterbevölkerungen [s.o.]) doch wesentlich höher als die für Sulzburg gefundenen Werte (vgl. Tab. 3 und 4).

Power (1985/86) fand in einer irischen Bevölkerung des 12./13. Jh. eine Kariesfrequenz von 50 %, wovon diese in 11 % bei Individuen unter 16 Jahren auftrat, aber nur bei einem Kind unter 10 Jahren. Die Häufigkeit liegt damit etwa doppelt so hoch wie in Sulzburg. Weitreichende Rückschlüsse sind aber schwierig, da sowohl methodische als auch populationsspezifische Gründe für die Unterschiede geltend gemacht werden können.

Zahnsteinbildung

Proteinreiche Kost soll zur Anreicherung basischer Abbauprodukte führen und der resultierende basische pH die Präzipitation von im Speichel enthaltenem $CaCO_3$ fördern, welches im Regelfall den in den sauren Perioden zu verzeichnenden Verlust an Zahnmineralien ausgleicht. Anhaltende basische Bedingungen sollen zu einer massiven Zahnsteinbildung führen, wie sie bei vielen mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Populationen beschrieben wird (Hillson 1979, Power 1985/86).

Eine Zahnsteindiagnostik scheint aus mehreren Gründen problematisch. Sowohl bei prähistorischem als auch historischem Skelettmaterial fällt bei der Bearbeitung auf, dass prinzipiell jedes Individuum Zahnsteinbefall aufweist, was auch nicht anders zu erwarten ist, da sich bei fehlender Mundhygiene der Zahnstein auf dem Boden der existierenden Plaque aufbaut. Aufgrund der Lagerung im Boden, bei der Bergung des Skelettmaterials durch das Ausgrabungspersonal und während der Vorarbeiten im Labor, insbesondere durch das Waschen und Zusammensetzen von Kieferfragmenten, löst sich entweder durch unsachgemässes mechanisches Säubern, aber auch allein durch das häufige Bewegen und Anfassen fast immer ein Teil des an den Zähnen befindlichen Zahnsteins, so dass den anthropologischen Bearbeiter so gut wie nie die ursprüngliche Situation hinsichtlich des Zahnsteinbefalls zur Begutachtung erwartet.

Geübte Bearbeiter können zwar auch an Restspuren von Zahnstein, die oft kranzförmig an den Zähnen aufliegen, einen Rückschluss auf mehr oder weniger Zahnstein wagen, jedoch spielen neben der schon genannten Abhängigkeit vom pH noch weitere, schwieriger zu beurteilende Faktoren eine Rolle (darunter z.B. die Abhängigkeit vom Hormonhaushalt, was etwa während der Schwangerschaft zu einer vermehrten Zahnsteinbildung führt, die Abhängigkeit vom Alter, die Berücksichtigung einer gewissen Selbstreinigung des Gebisses, die aber stark von der Zahnstellung und von dem Vorliegen oder der Absenz von Parodontopathien abhängig ist, usw.), weshalb interpretative Aussagen zur Bedeutung des Zahnsteins mit grosser Vorsicht zu behandeln sind. Der Zahnstein gehört sicher zu den überschätzten

Tab: 3: Kariesfrequenz und Karieshäufigkeit bei Erwachsenen; Zeitstellung: Frühmittelalter bis frühe Neuzeit; Region: Südwestdeutschland (Quelle: Alt, im Druck).

Autor	**Jahr**	**Fundort**	**Lokalität**	**Zeitstellung**	**Individuen**	**Zähne**	**Individuen mit Karies**	**Kariöse Zähne**	**Kariesfrequenz %**	**Kariesbefall %**
Laux	1989	Endingen	Reihengräberfeld	6. – 7. Jh.	62	1297	51	342	82.3	26.4
Laux	1989	Sindelsdorf	Reihengräberfeld	6. – 7. Jh.	86	2175	79	449	91.9	20.7
Laux	1989	Bohlingen	Reihengräberfeld	7. Jh.	35	777	31	214	88.7	27.5
Staudenmayer	1993	Esslingen	St. Dionysius	8. – 13. Jh.	112	1546	87	254	77,7	16.4
Ott	1992	Heidelberg	Spitalfriedhof	1250 – 1290	89	2138	71	322	85.5	15.1
Alt & Lohrke	i.V.	Sulzburg	Bergarbeiterfriedhof	12. – 13. Jh.	46	730	9	26	19.6	3.6
Knedeisen	1983	Villingen	Grablege	14. Jh – 1753	250	1858	94	292	37.6	15.7
Raddatz	1986	Wiebelskirchen	Am Kirchberg	11. – 19. Jh.	485	4000	256	744	52.8	18.6
Weimar	1984	Wiebelskirchen	Am Kirchberg	11. – 19. Jh.	158	883	116	283	73.2	32.1
Sahner	1984	Wiebelskirchen	Am Kirchberg	11. – 19. Jh.	286	1724	111	236	38.8	14.1
Lehnert	1993	Esslingen	St. Dionysius	1230 – 19. Jh.	127	1514	100	361	78.7	23.8

Tab: 4: Kariesfrequenz und Karieshäufigkeit in der Schweiz in der Zeit vom Frühmittelalter bis in die frühe Neuzeit (* Milch- und bleibendes Gebiss; ** nur Erwachsene; # Erwachsene inkl. ält. Kinder [nur 2. Dentition]); (Quelle: Alt, im Druck).

Autor	**Jahr**	**Fundort**	**Lokalität**	**Zeitstellung**	**Individuen**	**Zähne**	**Individuen mit Karies**	**Kariöse Zähne**	**Kariesfre-quenz %**	**Karies-befall %**
Wiederkehr et al.*	1982	Amsoldingen	Stiftskirche	11.–15. Jh.	30	553	27	253	90.0	45.8
Ulrich-Bochsler**	pers. Mitt.	Bern	Klösterlistutz 18a	1339-1528	8	171	8	70	100.0	40.9
Ulrich-Bochsler**	pers. Mit.	Bern	Klösterlistutz 18a	1533–18.Jh.	15	249	14	73	93.3	29.3
Roulet/Ulrich-Bochsler*	1979	Biel	Mett-Reform. Kirche	6.–7. Jh.	28	318	25	111	89.3	34.9
Roulet/Ulrich-Bochsler*	1979	Biel	Mett-Reform. Kirche	8.–9. Jh.	15	199	13	52	86.7	26.1
Ulrich-Bochsler*	1994	Büetigen	Hauptstrasse	7. Jh.	9	89	8	24	88.9	27.0
Wiederkehr et al.*	1982	Kirchlindach	Reformierte Kirche	8.–10. Jh.	12	223	11	71	91.7	31.8
Wiederkehr et al.*	1982	Kirchlindach	Reformierte Kirche	11.–15. Jh.	17	341	16	127	94.1	37.2
Ulrich-Bochsler/Meyer**	1990	Köniz	Buchsi	7. Jh.	16	254	14	51	87.5	20.1
Ulrich-Bochsler*	1994	La Neuveville	Blanche Eglise-Friedhof	8.–14. Jh.	28	428	25	99	89.3	23.1
Ulrich-Bochsler*	pers. Mitt.	La Neuveville	Blanche Eglise-Innengräber	8.–14. Jh.	6	99	5	20	83.3	20.2
Ulrich-Bochsler*	pers. Mitt.	La Neuveville	Blanche Eglise-Innengräber	14.–18. Jh.	33	415	30	103	90.9	24.8
Wiederkehr et al.*	1982	Meikirch	Reformierte Kirche	7 –8. Jh.	10	210	10	91	100.0	43.3
Ulrich-Bochsler**	pers. Mitt.	Nidau	Nikolauskapelle	15. Jh.–1521	21	373	19	93	90.5	24.9
Ulrich-Bochsler*	1989	Rohrbach	Reformierte Kirche	8.–14. Jh.	15	328	14	49	93.3	14.9
Wiederkehr et al.*	1982	Twann	Reformierte Kirche	9.–13. Jh.	10	157	9	46	90.0	29.3
Wiederkehr et al.*	1982	Twann	Reformierte Kirche	14.–18. Jh.	22	355	22	146	100.0	41.1
Ulrich-Bochsler et al.*	1997	Twann	St. Petersinsel, Priorat	12.–15. Jh.	12	154	7	12	58.3	7.8
Ulrich-Bochsler et al.**	1997	Twann	St. Petersinsel, Priorat	12.–15. Jh.	33	523	21	56	63.6	10.7
Ulrich-Bochsler et al.**	1997#	Twann	St. Petersinsel, Priorat	12.–15. Jh.	8	165	7	22	87.5	13.3
Ulrich-Bochsler et al.*	1997	Twann	St. Petersinsel, Priorat	12.–15. Jh.	9	189	6	25	66.7	13.2
Ulrich-Bochsler et al.*	1997	Twann	St. Petersinsel, Priorat	12.–15. Jh.	5	114	5	35	100.0	30.7
Roos**	1973	Basel	Augustinerkloster	1276-1529	-	1235	-	65	-	5.3
Ulrich-Bochsler*	1994	Unterseen	Obere Gasse 42	9.–10. Jh.	8	145	8	41	100.0	28.3

Indikatoren für die Interpretation der Ernährungsbasis einer Bevölkerung, ganz zu schweigen von der Bedeutung für die Paläopathologie. Innerhalb der Parodontopathien gibt es mit wenigen Ausnahmen keine Zahnbetterkrankungen ohne vorausgehende Zahnbeläge bzw. Zahnstein. In historischen Zeiten leidet im Prinzip jedes erwachsene Individuum (heute ist es übrigens kaum anders) in Abhängigkeit von seinem Alter an einer mehr oder weniger fortgeschrittenen Parodontopathie. Aufgrund der geschilderten Problematik wurde bei den Sulzburger Individuen darauf verzichtet, den Zahnsteinstatus zu erfassen.

Parodontopathien

Chronische Parodontopathien, deren Auftreten stark mit dem Lebensalter korreliert ist, kommen in allen ur- und frühgeschichtlichen Populationen vor. Wie bei der Karies liegt die Primärursache von Parodontopathien in einer fehlenden bzw. nicht adäquaten Mundpflege. Daraus resultieren entzündliche Prozesse des Zahnfleisches, was schliesslich zum knöchernen, mehr oder minder schnellen Abbau des Zahnhalteapparates (Desmodont) führt. Gelegentlich ist dies sogar mit dem vorschnellen Verlust der Zähne verbunden. Bei sehr stark ausgeprägter Parodontitis kommt es häufig zu Hyperzementosen an der Zahnwurzel der betroffenen Zähne, d.h. zu einer Überschussproduktion von Zahnzement, was als kompensatorische Antwort des Körpers zu verstehen ist, den durch die Parodontitis locker gewordenen Zahn stärker im Kieferknochen zu verankern.

Ein direkter Bezug von Parodontopathien zur Ernährung eines Menschen besteht nicht, daher darf auch nicht aus dem Vorkommen von Parodontopathien allein auf die mögliche Ernährung zurückgeschlossen werden. Wie bereits erwähnt steigt die Häufigkeit und der Schweregrad von Parodontopathien vor allem mit dem Alter und dem Grad der Mundhygiene und nicht so sehr mit der guten oder schlechten Wahl der Nahrungsprodukte. Lediglich indirekt spielt die Ernährung bei den Parodontopathien eine Rolle. Eine weiche, klebrige Nahrung führt natürlich leichter zur Nahrungsretention im Mund und damit zu Zahnbelägen als eine überwiegend roh ausgerichtete Kost, welche die Selbstreinigung fördert, weshalb die Beschaffenheit der Nahrung eine Begleitursache für das Auftreten von Parodontopathien bildet.

Wegen der Unvollständigkeit und des schlechten Erhaltungszustandes des Skelettmaterials war die Beurteilung des Vorkommens von chronischen Parodontopathien im Sulzburger Material stark eingeschränkt. Beurteilungsgrundlage ist der Alveolarknochenverlust, also der knöcherne Abbau des Kieferkammes, was in der Regel in mm-Verlust festgehalten wird. Gemessen wird von der Schmelz-Zement-Grenze des Zahnes bis zum Limbus alveolaris; das ist der aktuelle knöcherne Rand des jeweiligen Zahnfaches auf dem Kieferkamm. Ein knöcherner Abbau bis 2 mm gilt als physiologisch, alles darüber hinaus als pathologisch. Im Skelettmaterial aus Sulzburg findet man in Abhängigkeit vom Alter ausgeprägte Knochendefekte am Kiefer, wie sie auch in anderen, synchronen und diachronen Serien beobachtet werden können. Diese Befunde können jedoch nicht für eine Rekonstruktion der ehemaligen Ernährung der Sulzburger Bevölkerung herangezogen werden.

Abrasion

Ebenfalls altersabhängig sind die nahrungsbedingten Abnutzungserscheinungen auf der Kaufläche der Zähne, die unter dem Begriff Abrasion bekannt sind. Zurückgeführt werden können diese Prozesse auf die mehr oder minder rapide Abtragung des Schmelzes aufgrund

von Verunreinigungen in der Nahrung, was in früheren Zeiten z.B. durch die Mahlsteine verursacht sein kann, mit denen die Getreidekörner zermahlen wurden, zum anderen aber auch durch die Konsistenz der Nahrung. Bis in die frühe Neuzeit hinein wurden die Zähne viel intensiver als heute abgenutzt; teils weil weniger weich zubereitete Kost gegessen wurde, teils weil wegen der erwähnten Verunreinigungen, die bei den heutigen Produktionsprozessen nicht mehr anfallen. Wie bei allen anderen genannten Befunden nimmt die Ernährung auch hier nur indirekt Einfluss auf die Zahnabrasion, wobei eine relativ strenge Korrelation zum Alter besteht, wenngleich auch genetische Faktoren wie die Schmelzhärte und –dicke Einfluss auf den Abrieb der Zahnkauflächen nehmen.

Im Sulzburger Zahnmaterial finden sich bei allen Individuen Abrasionsspuren auf den Zähnen, doch liegen überwiegend nur leichtere Abrasionsgrade vor, d.h. Schliffacetten im Schmelz (Grad 1) und kleine Dentininseln (Grad 2). Nur 6 von 46 Individuen, die hierzu befundet werden konnten, zeigen fortgeschrittene Abrasionsgrade, d.h. Abrasionsgrad 3 (totaler Schmelzverlust) und 4 (exzessive Abrasion mit oder ohne Eröffnung der Pulpa). Alle sechs Individuen mit einer fortgeschrittenen Abrasion haben bereits ein mittleres oder höheres Lebensalter, was die erwähnte Altersabhängigkeit bestätigt. Dieser Befund kann für die Gesamtbevölkerung nur so interpretiert werden, dass hier spezifische Nahrungsstrategien verfolgt wurden, wo der Schwerpunkt auf einer weichen, möglicherweise gekochten Zubereitung der Nahrung lag. Dies wäre nichts ungewöhnliches für mittelalterliche Bevölkerungen, wo der Verzehr von Hafergrütze und Haferbrei einen wesentlichen Bestandteil an der Ernährung ausmacht.

Die Daten aus Vergleichsuntersuchungen können dies nicht bestätigen. Power (1985/86) erwähnt einen hohen Abrasionsgrad bei den von ihr untersuchten Erwachsenen und Kindern in einer mittelalterlichen Bevölkerung des 12. Jh. aus Irland. 82 % aller Individuen wiesen dort einen Abrasionsgrad 3 auf, unter den Erwachsenen 54 %. Rund 25 % aller Individuen wiesen sogar exzessive Abrasionsfolgen an ihren Zähnen auf. Wie dies zu interpretieren ist, kann nur vermutet werden. Möglicherweise liegen jeweils besondere Subsistenzbedingungen vor, vielleicht handelt es sich aber wiederum auch um methodisch unterschiedliche Bearbeitungen, obwohl dies nicht aus dem Text erschlossen werden kann.

Diskussion

Über die Ernährungssituation und die Subsistenzbedingungen im Mittelalter sind wir nur unzureichend informiert, obwohl für bestimmte Gruppen wie z.B. Klosterbevölkerungen detaillierte Schriftquellen existieren (Egger 1907, Zimmermann 1973). Daher müssen Interpretationen über die allgemeine Ernährungslage mittelalterlicher Bevölkerungen zwangsläufig unvollständig bleiben. Die vielfach zur Beurteilung des Gesundheitszustandes einer Bevölkerung herangezogenen Zahnbefunde (einige davon wurden hier diskutiert) leisten lediglich indirekt einen Beitrag zur Einschätzung der zeitgenössischen Ernährungsbasis bzw. Ernährungsweise. Eine Ausnahme bildet allein die Karies, obwohl auch sie in einem gewissen Masse von genetischen Faktoren abhängig scheint. Bleibt festzuhalten, dass eine gesunde Ernährung allein kein gesundes Gebiss macht, sondern dass hier neben der genetischen Ausstattung (gut mineralisierter dicker Zahnschmelz, optimales Mundmilieu, wozu z.B. auch ausreichend Speichel gehört) unbedingt die Zahnform und Oberflächengestalt der Zähne, die Zahnstellung, der funktionell unterschiedliche Gebrauch der Zähne, die Mundhygienemassnahmen sowie weitere individuelle Faktoren zu berücksichtigen sind, die bisher kaum Erwähnung in der Literatur finden.

Für das Mittelalter spielen Ernährungsfragen eine wichtige Rolle. Ab dem 9. Jh. begann in Europa eine Periode expansiven Bevölkerungswachstums, während der die Zahl der bewohnten Orte stark wuchs (Städtegründungen). Als Folge dieser Ereignisse entstand eine Stadt- und Landbevölkerung mit sehr unterschiedlichen Umwelten. Es ist leicht einzusehen, dass sich dies auf die Ernährungssituation auswirken musste. Nach Dirlmeier (1987) kommt es um 1000 und nach 1300 auch zu Ernährungskrisen, die sich auch auf die Nahrungsmittel des täglichen Bedarfs erstreckten, während die dazwischen liegenden Jahrhunderte keine grösseren Hungersnöte gekannt zu haben scheinen. Worin aber bestand die Ernährungsgrundlage in Wirklichkeit? Quantifizierbare Angaben zum Nahrungsmittelverbrauch liegen erst ab dem 14. Jh. vor (Dirlmeier 1987). Zwar existieren schriftliche Überlieferungen, die sich jedoch überwiegend auf den weltlichen und geistlichen Adel beziehen und nicht repräsentativ für die breite Bevölkerungschicht sind. Diese steht aber zunehmend mehr im Mittelpunkt der Betrachtungen, seit man sich in den historischen Wissenschaften verstärkt dem Alltag der damals lebenden Menschen widmet. Hier stehen sich verschiedene Meinungen diametral gegenüber, etwa wenn Borst (1979, S. 189) schreibt: „Von ihren Bestandteilen her gesehen war die mittelalterliche Ernährung, wie in archaischen Kulturen überall, gemischt, doch überwog pflanzliche Nahrung die tierische bei weitem. Bei aller Verbesserung der Quantität blieb die Qualität ziemlich gleich. Wer satt werden wollte, musste viel essen; der Reiche ass nicht besser, sondern mehr. Vielleicht waren für die Gesundheit mittelalterlicher Menschen Hungersnöte und Epidemien auf lange Sicht nicht verhängnisvoller als die einseitigen Ernährungsgewohnheiten", während Braudel (1985, S. 104) von einem insgesamt sehr hohen, wenn nicht exzessiven Fleischverbrauch im Mittelalter ausgeht und dazu bemerkt: „Ganz Europa hingegen huldigt dem Fleischverzehr... Jahrhunderte lang bogen sich dort im Mittelalter die Tische unter einer Last von Speisen und Fleisch, wie sie dem Argentinien des 19. Jahrhunderts alle Ehre gemacht hätten". Wie Grupe (1986, S. 149) für die Schleswiger Bevölkerung nachweisen konnte, war dort „eine fleischreiche und damit qualitativ hochwertige Grundnahrung" verfügbar. Insgesamt sind sicher noch zu wenige Skelettserien ausgewertet, um ein einigermassen sicheres Bild der Ernährungslage jener Zeit zu zeichnen.

Bei einer derartig unterschiedlichen Meinungslage zur Ernährung im Mittelalter fällt die Entscheidung schwer, der einen oder anderen Seite mehr Gewicht einzuräumen. Wie Haidle (1996) treffend anmerkt, werden sowohl in populären als auch in fachwissenschaftlichen Beiträgen für alle kulturhistorischen Zeiten hinsichtlich der Nahrungsversorgungssicherheit meist entweder Horrorszenarios oder geradezu paradiesische Zustände ausgemalt. Die anthropologischen Befunde, auch diejenigen, die über modernste Verfahren wie Spurenelementanalysen gewonnen wurden, sind nicht immer eindeutig, und es kann nicht stark genug betont werden, wie wichtig es ist, den sozialgeschichtlichen Rahmen der jeweiligen Bevölkerung und ihren sozioökonomischen Status zu berücksichtigen, was nur unter einem interdisziplinären Ansatz zu erreichen ist. Hier liefern paläobotanische und archäozoologische Untersuchungen wichtige Hinweise für die Rekonstruktion früherer Ernährungsgewohnheiten (Reichstein 1987, Willerding 1987).

Die Versorgung einer Bevölkerung ist von einer Vielzahl von Faktoren unterschiedlichster Art abhängig (z.B. ökologische Bedingungen, ökonomische und politische Lage). Dies zeigt weitreichende Auswirkungen hinsichtlich der Nahrungsversorgungssicherheit einer Bevölkerung. Kommt es zu einer Nahrungsmittelverknappung, so reduziert sich zwar die Vielfalt der Ressourcen, und es kommt zu einer Beschränkung auf wenige Grundnahrungsmittel, aber dies bringt für sich genommen noch keine körperlichen Nachteile mit sich. Treten dagegen über längere Zeiträume quantitative Mangelzustände auf, so kommt es je nach Allgemeinzustand

zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen wie Unterernährung, in deren Folge eine erhöhte Infektionsgefahr besteht. Qualitative Mangelzustände, die sich z.B. in Form von Stoffwechselstörungen bemerkbar machen, treten erst in echten Krisenzeiten auf, wenn die notwendige Zufuhr essentieller Nahrungsbestandteile unter das physiologische Minimum sinkt. Ein solches Stadium ist für die körperlich Schwachen wie Kinder, Alte und Kranke bereits lebensbedrohlich. Kommt es im Verlauf einer Krisenzeit dann zu einer echten Hungersnot, wird dies nicht ohne zahlreiche Todesopfer zu fordern ablaufen (vgl. Haidle 1996).

Für Sulzburg existieren anhand des Zahnmaterials nur indirekt Befunde, die den realen Ernährungskontext dieser Bergbaubevölkerung widerspiegeln. Die eher geringen Schweregrade der Abrasion sprechen eindeutig gegen eine überwiegend rohe und relativ harte, wenig zubereitete Kost. Andererseits wird diese kaum ausschliesslich sehr weich und klebrig gewesen sein können (wie z.B. Hafergrütze), weil sich dies sicher in einem insgesamt höheren Kariesbefall niedergeschlagen hätte. Auch die weiteren Zahnbefunde, die häufig im Kontext von Ernährungsrekonstruktionen bemüht werden, liefern für Sulzburg keine schlüssigen Belege für die Ernährungslage. Insgesamt darf festgehalten werden, dass die Zahnbefunde immer nur indirekte Hinweise auf die Ernährungslage liefern und daher – wie oben ausführlich dargelegt – als Kriterien zur Beurteilung der Nahrungsversorgung wenig aufschlussreich sind.

Zuletzt soll noch ein weiterer Punkt angesprochen sein, der für Sulzburg im Zusammenhang mit der Ernährung interessant ist: die chronische Intoxikation mit dem Schwermetall Blei. In den Wachstumszonen der Langknochen (Femora, Tibiae) von Kindern und Jugendlichen aus dem untersuchten Gräberfeld von Sulzburg zeigen sich die typischen Anzeichen chronischer Bleivergiftung. Unter der Einwirkung von Blei kommt es im Knochen zur Stimulierung von Osteoblasten einerseits und zur Knochennekrose und Stimulierung der Osteoklasten andererseits (Adler 1983). Charakteristisch dafür ist eine fleckige Osteosklerose in den Metaphysen, die auch breitbandig verdichtet sind (sog. Bleilinien oder Bleibänder). Nach Beendigung der Bleiintoxikation kann ein vollständiges Verschwinden dieser Strukturveränderungen erfolgen. Das Blei, das den Sulzburger Boden so verseucht hat, dass wir eine postmortale Bleibelastung der Knochen von durchschnittlich 8000 ppm finden, hat die Knochen der auf dem mittelalterlichen Friedhof Bestatteten nach deren Tod aufgrund von Dekompositionsvorgängen (d.h. von Austauschvorgängen mit dem Bodenmilieu) mit Blei geradezu getränkt (Schutkowski in Vorb.). Zur Feststellung der intravitalen Belastung wurde das Diffusionsprofil des Bleieintrags in den Knochen gemessen (Zander 1997), denn das in Luft und Boden befindliche Blei wurde auch zu Lebzeiten über die Nahrungskette aufgenommen und verstoffwechselt. Es findet sich eine sehr hohe Belastung mit Blei an der Knochenoberfläche, welche den bekannten, oben erwähnten postmortalen Eintrag widerspiegelt. Der Wert im Knocheninneren fällt dagegen auf einen konstanten Wert ab (durchschnittlich ca. 20 ppm), der vermutlich die reale intravitale Belastung mit Blei repräsentiert. So gewinnen wir hier wichtige Informationen über die Gesundheit (indirekt auch über die Ernährung) der Bevölkerung als Nebenbefund aus einer Spurenelementuntersuchung, die der Belastung mit Schwermetallen galt.

Literatur

Adler C.P. 1983
Knochenkrankheiten. Thieme. Stuttgart.

Alt K.W. (im Druck)
Karies in Vergangenheit und Gegenwart. Zur Epidemiologie einer „Volksseuche". In: Kemkes-Grottenthaler A., Henke W. (Hg.), Pein und Plagen, Aspekte einer Historischen Epidemiologie. Edition Archaea.

Andritzky M. 1992
Oikos: Von der Feuerstelle zur Mikrowelle; Haushalt und Wohnen im Wandel. Anabas. Giessen.

Borst A. 1979
Lebensformen im Mittelalter. Ullstein. Frankfurt.

Braudel F. 1985
Sozialgeschichte des 15.–18. Jahrhunderts. Der Alltag. München.

Carli-Thiele P. 1996
Spuren von Mangelerkrankungen an steinzeitlichen Kinderskeleten. Fortschritte in der Paläopathologie und Osteoarchäologie. Bd. 1. Goltze. Göttingen.

Caselitz P. 1983
Die menschlichen Skelettreste aus dem Dominikanerkloster zu Schleswig. Ausgrabungen in Schleswig. Berichte und Studien 1.

Dirlmeier U. 1987
Die Ernährung als mögliche Determinante der Bevölkerungsentwicklung. In: Herrmann B., Sprandel R. (Hg.), Determinanten der Bevölkerungsentwicklung im Mittelalter. Acta Humaniora. Weinheim, S. 143-154.

Egger B. 1907
Geschichte der Cluniazenser Klöster in der Westschweiz bis zum Auftreten der Cisterzienser. Freiburger Historische Studien 3. Freiburg (Schweiz).

Grupe G. 1986
Multielementanalyse: Ein neuer Weg für die Paläodemographie. Mat. Bevölkerungswiss. Sonderheft 7. Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung. Wiesbaden.

Haidle M. 1996
Mangel – Krisen – Hungersnöte? Ernährungszustände in Süddeutschland und der Nordschweiz vom Neolithikum bis ins 19. Jahrhundert. Phil. Diss. Tübingen.

Hillson S. 1979
Teeth. Cambridge Manuals in Archaeology. Uni Press. Cambridge.

König K.G. 1992
Ursachen der Karies. In: Ketterl W. (Hg.), Zahnerhaltung I, Praxis der Zahnheilkunde. Bd. 2. Urban & Schwarzenberg. München, S. 3-24.

Kreutz K. 1996
Ätiologie und Epidemiologie von Erkrankungen des Kindesalters bei der bajuwarischen Population von Straubing (Niederbayern). Nat. Diss. Giessen.

Power C. 1985/86
Diet and disease: evidence from the human dental remains in two Medieval Irish populations. J. Irish Archaeol. 3, S. 49-53.

Reichstein H. 1987
Tierknochenfunde: Eine Quelle zur qualitativen und quantitativen Erfassung des Nahrungsstatus? In: Herrmann B., Sprandel R. (Hg.), Determinanten der Bevölkerungsentwicklung im Mittelalter. Acta Humaniora. Weinheim, S. 143-154.

Roos A. 1973
Das Kieferskelettmaterial vom ehemaligen Gottesacker des Augustinerklosters. Rückschlüsse auf die Essgewohnheiten der Mönche und ihrer Zeitgenossen. Sandoz Bull. 28, S. 64-71.

Schultz M., Carli-Thiele P., Schmidt-Schultz T., Kierdorf U., Kierdorf H., Teegen W.R., Kreutz K. 1998
Enamel hypoplasias in archaeological skeletal remains. In: Alt K.W., Rösing F., Teschler-Nicola M. (Hg.), Dental Anthropology. Springer. Wien, S. 293-311.

Schutkowski H. 1994
Spurenelementuntersuchungen. In: Herrmann B. (Hg.), Archäometrie. Springer. Berlin, S. 67-86.

Schutkowski H. (in Vorb.)
Erste Ergebnisse zur Untersuchung der Schwermetallbelastung der Skelette aus Sulzburg.

Spiong S. 1996
Zum Abschluss der Ausgrabungen in der Bergbausiedlung Sulzburg, Kr. Breisgau, Hochschwarzwald. Archäol. Ausgr. in Baden-Württ. 1995, S. 332-338.

Steuer H. 1990
Das Forschungsvorhaben „Zur Frühgeschichte des Erzbergbaus und der Verhüttung im südlichen Schwarzwald". In: Erze, Schlacken und Metalle, Früher Bergbau im Südschwarzwald. Freiburger Universitätsblätter 109, S. 23-32.

Ulrich-Bochsler S., Meyer L., Nussbaumer M. 1997
Die anthropologischen Forschungen. In: Gutscher D., Ueltschi A., Ulrich-Bochsler S., Die St. Petersinsel im Bielersee – ehemaliges Cluniazenser-Priorat. Lehrmittel und Medienverlag. Bern, S. 261-345.

Willerding U. 1987
Paläoethnobotanische Befunde über die Lebens- und Umweltverhältnisse im Mittelalter. In: Herrmann B., Sprandel R. (Hg.), Determinanten der Bevölkerungsentwicklung im Mittelalter. Acta Humaniora. Weinheim, S. 143-154.

Wolfsperger M. 1993
Rekonstruktion des Nahrungsverhaltens anhand von Spurenelementen in menschlichen Skelettresten. Ein kritischer Überblick. Anthrop. Anz. 51, S. 131-146.

Zander S. 1997
Ortsaufgelöste Multi-Element-Analyse botanischer und archäologischer Proben unter Verwendung der PIXE-Methode. Staatsexamensarbeit Phys. Univ. Freiburg.

Zimmermann G. 1973
Ordensleben und Lebensstandard. Die Cura Corporis in den Ordensvorschriften des abendländischen Hochmittelalters. Beiträge zur Geschichte des Alten Mönchtums und des Benediktinerordens 32. Münster.

Dank

Wir danken den Fachstudenten des Praktikums Osteologie (WS 1996 – WS 1997) für ihre Mitarbeit an der Auswertung der Skelettreste von Sulzburg, Dr. S. Spiong und M. Rauschkolb für Informationen zur Archäologie des Fundortes und Dr. S. Ulrich-Bochsler für Datenmaterial zu Kariesfrequenzen in der Schweiz und für die Einladung zu diesem Beitrag.

Anschriften

PD Dr. Kurt W. Alt
Institut für Humangenetik und
Anthropologie der Universität
Breisacher Strasse 33
D - 79106 Freiburg i. Br.

Brigitte Lohrke
Institut für Humangenetik und
Anthropologie der Universität
Breisacher Strasse 33
D - 79106 Freiburg i. Br.

Eingang: 29.09.1998

Impressum

Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie
Bulletin de la Société Suisse d'Anthropologie
herausgegeben von der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie (SGA/SSA)
mit Unterstützung der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften (SANW)

Redaktion:
Dr. Susi Ulrich-Bochsler, Bern

Korreferentin (textes français):
Dr. Isabelle Gemmerich Pfister, Fislisbach

Layout:
Andreas Cueni, Aesch

Bezugsort:
Redaktion: S. Ulrich-Bochsler, Historische Anthropologie, Medizinhistorisches Institut der Universität Bern, Fabrikstrasse 29d, CH - 3012 Bern
Telefon 031/631 84 92. Fax 031/631 37 82. E-mail susi.ulrich-bochsler@mhi.unibe.ch.

Herstellung: Atelier d'Impression de l'Université de Genève
Couverture: Montage Isabelle Gemmerich d'après un dessin original de Lucrezia Bieler-Beerli (Zürich) pour l'exposition du Musée d'Anthropologie de l'Université de Zürich

Erscheinungsweise: Vom Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie erscheinen in der Regel zwei Hefte pro Jahr (Frühjahr, Herbst), die zusammen einen Band bilden.

ISSN 1420 - 4835

Ein Fall von ankylosierender Hyperostose der Wirbelsäule

Liselotte Meyer

Abstract

A male skeleton, 62-70 years old, showed ankylosing hyperostosis of the spine. Characteristic extraspinal manifestations, hyperostosis at ligaments attachments, were present in trunk as pelvis, breastbone and ribs and in the whole peripheral skeleton as femur, patella and calcaneus etc.

Einleitung

Im Zuge der Gesamtrestaurierung der Pfarrkirche von Wengi b. Büren wurden 1984 und 1986 insgesamt 91 Gräber freigelegt. Die 68 Friedhofgräber waren in einem Zeitraum von 1000 Jahren (8. -18. Jh.) niedergelegt worden. Die 23 Innenbestattungen umfassen einen Zeitraum von rund 700 Jahren (1000-1696/97). Zur jüngsten Gruppe der Innengräber gehört Grab 10. Es datiert in die Zeit zwischen 1523 und 1696/97.

Erhaltung

Grab 10 befand sich zusammen mit zwei weiteren Bestattungen in bevorzugter Lage im Chor vor dem Altar. Das Individuum war in einem Holzsarg bestattet worden; die Arme waren über dem Bauch angewinkelt, der Blick nach Osten gerichtet.

Schädel und Körperskelett sind annähernd vollständig und sehr gut erhalten. Es handelt sich um einen 62-70jährigen Mann von knapp 170 cm Körperhöhe und kräftiger Statur. Der Schädel zeichnet sich durch eine metopische Naht aus, die am Verschliessen ist. Das Hinterhaupt ist leicht abgesetzt (Chignon) und erweist sich als leicht schief, was möglicherweise durch den Erddruck verursacht wurde. Im übrigen sind Schädel und Unterkiefer ohne auffällige Befunde. Hingegen weisen die postkranialen Skelettreste im Bereich der Muskel- und Sehnenansätze Aufrauhungen, osteophytäre Ausziehungen sowie kleinere und grössere Exostosen auf. Ihre Ausbildung ist variantenreich, teils plättchenartig, teils röschenartig, teils zottig, wulstig oder leistenfömig. Alle Gelenkpartien sind davon betroffen, im proximalen Teil des Knochens immer etwas stärker als im distalen. Besonders ausgeprägt sind die erwähnten knöchernen Appositionen am Brustbein, an den Rippen, an der Wirbelsäule und am Becken. Am eindrücklichsten jedoch sind die Verknöcherungen im mittleren Abschnitt der Wirbelsäule.

Befunde

An den Anfang der kurzen Beschreibung des Krankheitsbildes sollen die auffälligsten Veränderungen im Bereich der Wirbelsäule und des Beckens gestellt werden. Im Anschluss werden

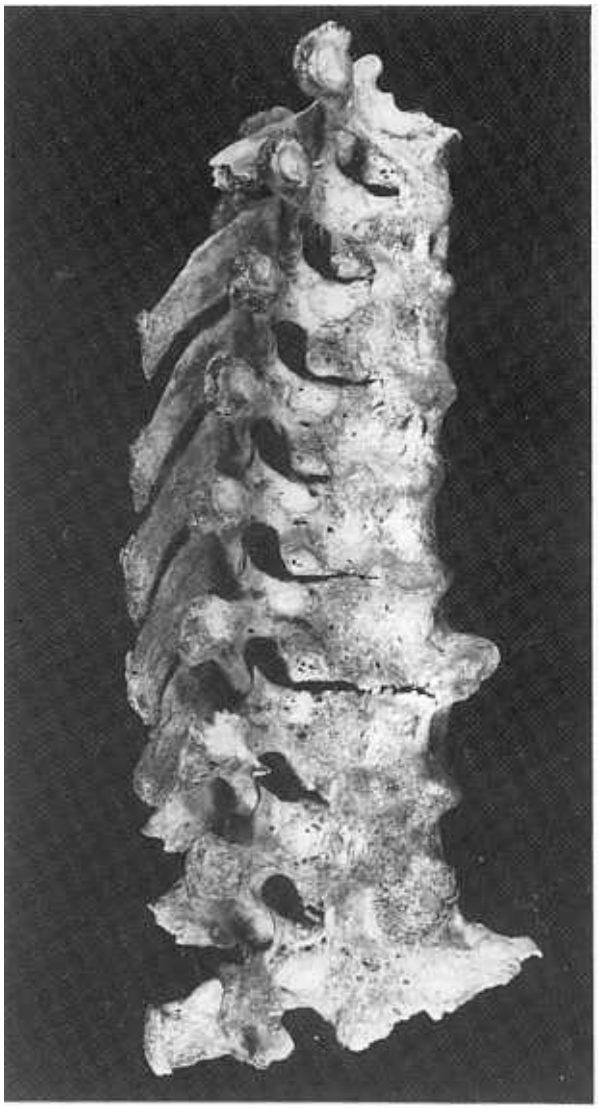

Abb. 1a: Ankylose der Brustwirbelsäule. Ansicht von rechts. Die Randwülste des dritten bis elften Brustwirbels sind fest verknöchert, die Oberfläche ist geglättet.

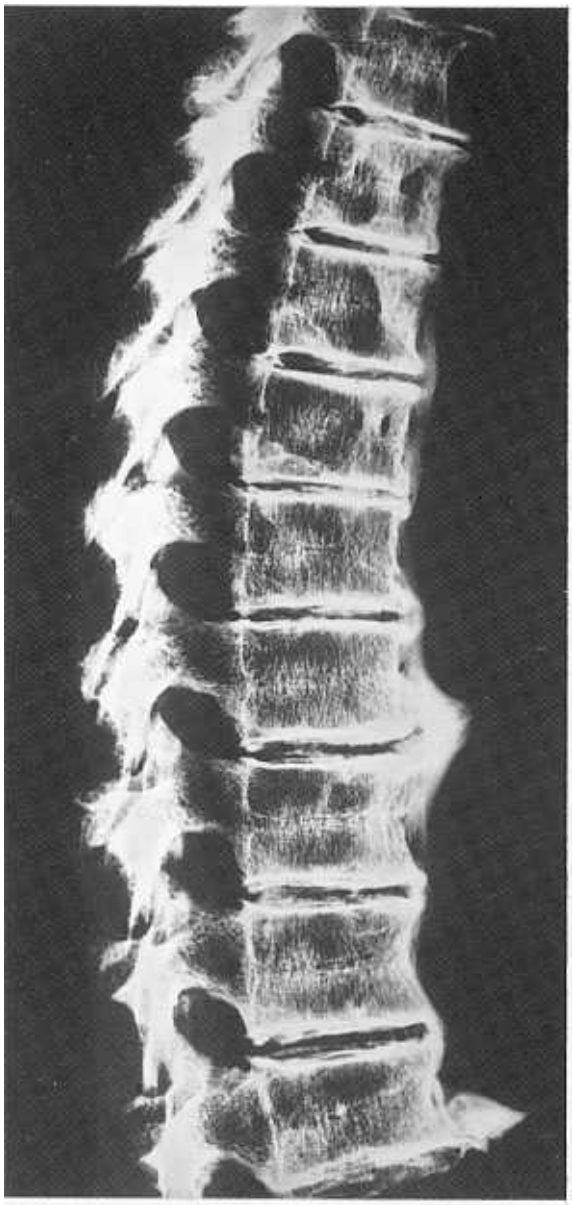

Abb. 1b: Darstellung desselben Befundes im Röntgenbild. Ansicht von rechts. Die überbrückende Spondylose der Brustwirbelsäule mit Verknöcherungen des vorderen Längsbandes sowie diskreten Verknöcherungen am hinteren Längsband sind deutlich erkennbar.

weitere Teile des Rumpf- und Extremitätenskeletts beschrieben, ohne jedoch dabei in alle Details zu gehen.

Wirbelsäule: Sämtliche Wirbelkörper zeigen Ausziehungen unterschiedlicher Ausprägung. Die Brustwirbelsäule ist jedoch besonders davon betroffen (Abb. 1a/b und 2). Die spondylotischen Randzacken erreichen hier z.T. eine Grösse von mehr als 5 mm und bilden so mehrfach eine Brücke. Vom dritten bis zum elften Brustwirbel rechts ist die Verknöcherung komplett, d.h. bandartig, mit geglätteter, zuckergussartiger Oberfläche. Links sind die Ausziehungen mehrheitlich schnabelartig ausgeprägt, d.h. etwas weniger fortgeschritten. Es handelt sich hier um die Verknöcherung bzw. eine ankylosierende Hyperostose des vorderen Längsbandes

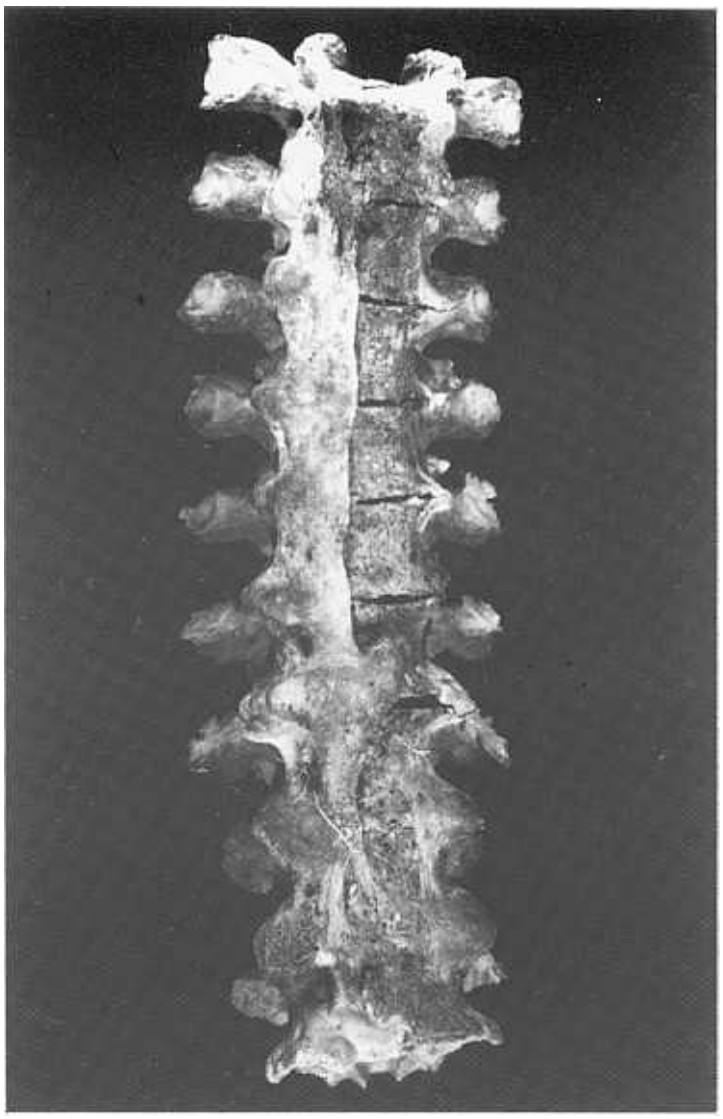

Abb. 2: Ankylose der Brustwirbelsäule. Ansicht vorne. Das Längsband bildet von der Mitte nach rechts einen festen Steg. Die knöchernen Verbindungen zwischen den einzelnen Wirbeln sind z.T. sehr stark aufgewölbt.

rechts und beginnend links. Auch die Lendenwirbel zeigen beidseitig kräftige Osteophyten. Am hinteren Längsband, im Bereich der Gelenkskapseln und der Ligamenta flava finden sich ebenfalls diskrete Verknöcherungen. Ausgeprägte Osteophyten haben sich auch an den Processus spinosi des zwölften Brustwirbels sowie der fünf Lendenwirbel gebildet. Zusätzlich zu diesem Krankheitsbild lassen sich altersbedingte Abnutzungen wie Spondylose, Spondylarthrose an der gesamten Wirbelsäule sowie Osteochondrose an den Halswirbeln beobachten

Becken und Sacrum: Becken und Kreuzbein sind an den Facies auriculares bzw. Alae sacrales im obersten Teil ganz verwachsen, im unteren Teil ist noch eine Fuge sichtbar (Abb. 3). Die Crista sacralis mediana ist extrem kräftig, gross und kammartig ausgebildet. Kräftige Ausziehungen finden sich am Becken, hier besonders stark ausgeprägt am Schaufelrand nach dorsal, an der tiefsten Stelle des Sitzbeines sowie an den Hüftgelenkspfannen. Die Aufrauhungen der Oberfläche sowie die Bildung von Osteophyten verschiedener Grösse finden sich alle im Bereich der Muskel- und Sehnenansätze, d.h. an den mechanisch stark beanspruchten Knochenteilen (Sitzbein!). Auffallend wenig Exostosen lassen sich am Foramen obturatum

feststellen. Die Hüftgelenkspfannen weisen die üblichen arthrotischen Veränderungen auf. Am Rand des Acetabulum hat sich beidseitig ein kräftiger Wulst gebildet. Die Ausprägung spricht für eine mittelstarke bis starke Arthrose.

Brustbein und Rippen: Die Knorpelverbindungen zwischen Brustbein und dem Schlüsselbein sowie dem Brustbein und den Rippen sind weitgehend am Verknöchern (Abb. 4). So zeigen sich Insertionshyperostosen am Brustbein sowohl am Manubrium wie auch am Corpus sterni, wo sich insbesondere über den Ansatzstellen der Rippen plättchenartige Exostosen gebildet haben. Zipfelartige Verknöcherungen zeigen sich entsprechend an den Rippenenden sternal. Aber auch im vertebralen Abschnitt fallen Verkalkungen im Bereich der Tubercula costae auf.

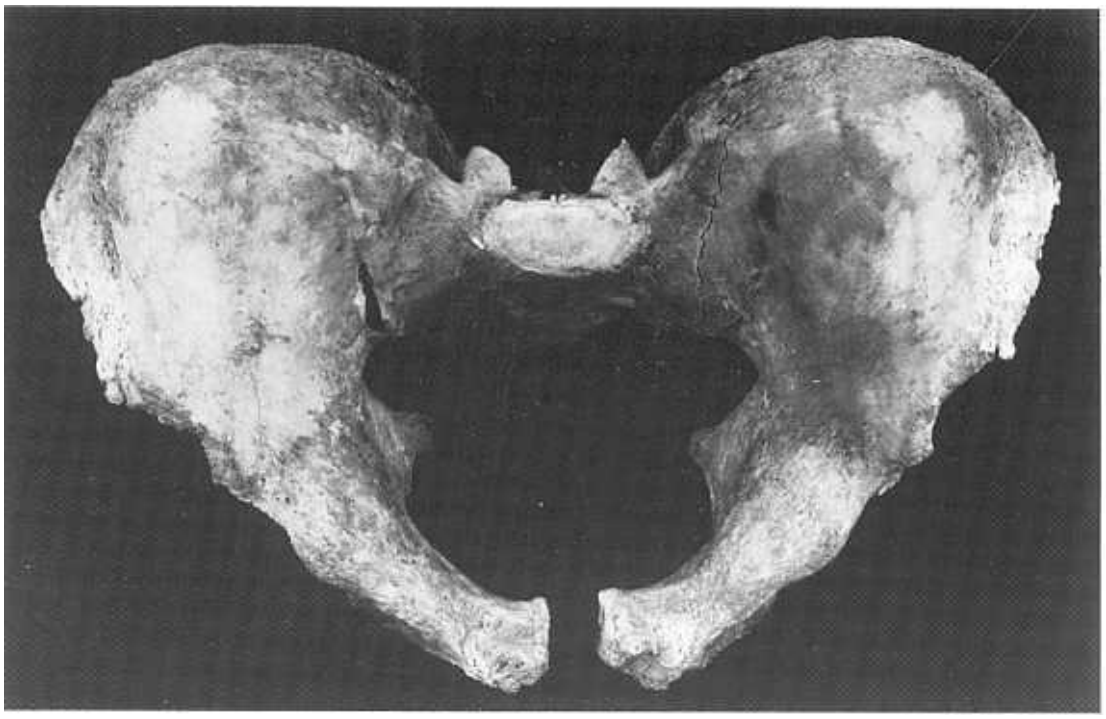

Abb. 3: Becken und Sacrum von vorn. Die Ilio-Sakralgelenke links und rechts sind weitgehend miteinander verwachsen.

Extremitätenskelett: Annähernd sämtliche langen Extremitätenknochen weisen extravertebrale Manifestationen auf. Hier sei nur kurz auf Veränderungen am Beinskelett hingewiesen. Sie sind alle etwas stärker ausgebildet als diejenigen Lokalisationen am Armskelett.

So zeigen die Oberschenkelknochen ähnlich starke Verschleisserscheinungen am Kopf, besonders im Bereich der Fovea capitis sowie am Collum wie das Hüftgelenk. Gleichzeitig finden sich im proximalen Teil des Knochens, auf den Trochantern und in der Fossa trochanterica, zottenartige, z.T. gebündelte, z.T. auch röschenartige Osteophyten. Röschenartige Exostosen betonen die Linea pectinea. Die Linea aspera ist leistenartig (bis 12 mm breit und 5 mm hoch) ausgebildet. An der distalen Hälfte des Knochens sind die Veränderungen gering. Einzig die Oberfläche des Knochens in der Facies poplitea und am Tuberculum adductorum sind stärker strukturiert.

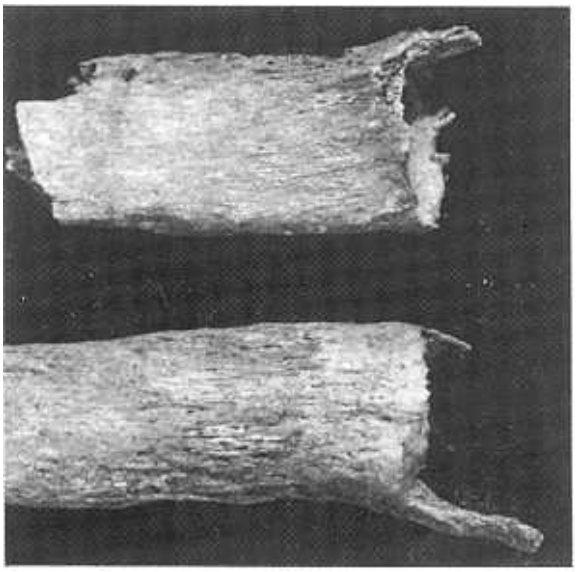

Abb. 4: Zwei rechte Rippenfragmente. Die Ausziehungen sternal weisen auf eine beginnende Verknöcherung mit dem Brustbein.

Abb. 5: Rechte Patella. Die kräftigen Osteophyten weisen auf die Verknöcherung des Bandapparates am Kniegelenk.

Weitere kräftige Exostosen finden sich an den Kniescheiben (Abb. 5) und Fersenbeinen. Kleine kräftige Sporne haben sich auf der Vorderseite der Patella, der Ansatzstelle der Patellarsehne und am Tuber calcanei, der Ansatzstelle des Tendo calcaneus, gebildet.

An den Schienbeinen fallen Aufrauhungen an der Facies medialis und posterior im oberen Drittel (Membrana interossea) auf. Die Linea m. solei ist kräftig und sehr unruhig strukturiert sowie mit vielen kleinen Osteophyten versehen. Kräftige, zottenartige Osteophyten finden sich auch an der Facies articularis fibularis. Exostosen unterschiedlicher Grösse haben sich ebenso im Bereich des proximalen und distalen Bandapparates der Fibula gebildet.

Diagnose

Die Spondylosis ankylosans der Wirbelsäule ist das Zentrale und Auffälligste an dieser Erkrankung. Die hyperostotischen Veränderungen mit Verkalkung des Längsbandes, beginnend bei den Brustwirbeln, absteigend zu den Lendenwirbeln, betreffen mehr als vier aufeinanderfolgende Wirbelkörper. Die Randwülste der Wirbelkörper sind vollkommen miteinander verwachsen, die Oberfläche ist glatt (zuckergussartig), die Knochenbälkchen zeigen einen deutlichen Umbau (Schmorl/Junghanns 1968). Die Lokalisationen bevorzugen im besonderen auch das Ilio-Sakralgelenk sowie die Ansatzstellen des ilio-lumbalen Bandapparates. Eine Anzahl weiterer Veränderungen sind knöcherne Appositionen, besonders kräftig am Becken allgemein, am Knie und am Fersenbein (oberes und unteres Sprunggelenk) und diskreter an andern Skelettteilen. Die ankylosierende Hyperostose der Wirbelsäule sowie die extravertebralen Manifestationen sind typisch für das Krankheitsbild einer diffusen idiopathischen Skeletthyperostose (DISH), die Forestier erstmals 1950 beschrieb, und die nach ihm als „M. Forestier" benannt wurde. Robotti und Schneekloth publizierten 1982 eine Studie, bei der sie 43 Patienten mit nachgewiesener ankylosierender Hyperostose der Wirbelsäule untersucht hatten.

Diese wurde vorwiegend bei über 60jährigen Männern beobachtet. Immer war eine ausgedehnte Verknöcherung des vorderen Längsbandes kennzeichnend, die bevorzugt die rechte Seite betraf. Immer kam eine grosse Zahl weiterer Veränderungen am Skelett hinzu. Charakteristisch war jeweils die diffuse Verteilung. Differentialdiagnostisch bei Längsbandverknöcherung sind hier die entzündlichen Spondylitiden, der M. Bechterew und der M. Forestier zu unterscheiden. Die Entstehung dieser Erkrankungen werden im Zusammenhang mit Diabetes mellitus und anderen Stoffwechselerkrankungen (Lagier et al. 1978) gesehen.

Unser über 60jähriger Mann zeigt ein für die oben beschriebene Erkrankung sehr typisches Bild: die überbrückende Spondylose der Brustwirbelsäule mit Verknöcherungen des vorderen Längsbandes, ausgeprägt auf der rechten Seite und die zahlreichen extravertebralen Manifestationen, vor allem knöcherne Appositionen im Bereich der Muskelreliefs, an den Muskel-, Sehnen- sowie an den Kapselansätzen, eine stärkere Ausbildung der Insertionshyperostosen an den unteren Extremitäten. Eine Morbus Forestier-Erkrankung darf hier vermutet werden.

Die fortgeschrittene Verknöcherung der Brust- und z.T. der Lendenwirbelsäule sowie des Bandapparates lässt eine Motilitätseinschränkung vermuten. Der Mann weist allgemein starke Verschleisserscheinungen an der Wirbelsäule und an den Gelenken auf. Ob sie altersbedingt entstanden sind oder sich im Zusammenhang mit der Erkrankung verstärkt entwickelt haben, ist nicht zu beurteilen. Ob sich die Krankheit z.B. unter dem Bilde unspezifischer Beschwerden des Bewegungspapparates manifestierte, muss offen bleiben.

Im Berner Material wurden bereits früher ähnliche Befunde an der Wirbelsäule und den extravertebralen Skelettteilen beobachtet. So wiesen drei über 50jährige Männer aus dem früh- bis spätmittelalterlichen Friedhof von Walkringen hyperostotische Veränderungen auf (Ulrich-Bochsler/Meyer 1992).

Zusammenfassung

Eine nachreformatorische Innenbestattung aus Wengi b. Büren weist eine fortgeschrittene Verknöcherung des Längsbandes im Bereich der Brustwirbelsäule auf sowie diffuse extravertebrale Manifestationen. Das Krankheitsbild spricht für einen M. Forestier mit ankylosierender Hyperostose der Wirbelsäule und diffusen idiopathischen Skeletthyperostosen (DISH)[1].

Literatur

Lagier R., Baud C.A. 1978
Diffuse Enthesopathic Hyperostosis - Anatomical and Radiological Study on a Macerated Skeleton. Fortsch. Röntgenstrahlen 129, S. 588-597.

Robotti G., Schneekloth G. 1982
Extravertebrale Manifestationen der ankylosierenden Hyperostose (M. Forestier). Radiologe 22, S. 408-411.

Schmorl G., Junghanns H. 1968
Die gesunde und die kranke Wirbelsäule in Röntgenbild und Klinik. Thieme. Stuttgart.

[1] Die Begutachtung und Diagnose der Wirbelsäule aus dem Jahr 1985 verdanken wir Dr. G. Robotti, damals Universität, Inselspital Bern. Fotos: Historische Anthropologie Bern.

Ulrich-Bochsler S., Meyer L. 1992
Die anthropologischen Forschungen. Die Skelettfunde aus der Kirchengrabung von Walkringen. In: Eggenberger P., Bossert M., Ulrich-Bochsler S., Walkringen. Reformierte Kirche. Haupt. Bern, S. 89-138.

Anschrift

Liselotte Meyer
Historische Anthropologie
Medizinhistorisches Institut der Universität Bern
Fabrikstrasse 29d
CH - 3012 Bern

Eingang: 19.11.98

Impressum

Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie
Bulletin de la Société Suisse d'Anthropologie
herausgegeben von der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie (SGA/SSA)
mit Unterstützung der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften (SANW)

Redaktion:
Dr. Susi Ulrich-Bochsler, Bern

Korreferentin (textes français):
Dr. Isabelle Gemmerich Pfister, Fislisbach

Layout:
Andreas Cueni, Aesch

Bezugsort:
Redaktion: S. Ulrich-Bochsler, Historische Anthropologie, Medizinhistorisches Institut der Universität Bern, Fabrikstrasse 29d, CH - 3012 Bern
Telefon 031/631 84 92. Fax 031/631 37 82. E-mail susi.ulrich-bochsler@mhi.unibe.ch.

Herstellung: Atelier d'Impression de l'Université de Genève
Couverture: Montage Isabelle Gemmerich d'après un dessin original de Lucrezia Bieler-Beerli (Zürich) pour l'exposition du Musée d'Anthropologie de l'Université de Zürich

Erscheinungsweise: Vom Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie erscheinen in der Regel zwei Hefte pro Jahr (Frühjahr, Herbst), die zusammen einen Band bilden.

ISSN 1420 - 4835

Erratum

C. Pusch, M. Scholz: A novel 96-bp allelic variant of the polymorphic CD4-pentanucleotide locus mapping to 12p13 retrieved from 1.500-year-old nuclear DNA of four alamannic individuals from Neresheim (Germany). Bull. Soc. Suisse d'Anthropologie 4(1), 1998, p. 8 (Zeile 10): ... standardized PCR assays (12.5 µl [anstelle von 12.5 ml]...).

In der gleichen Arbeit haben sich die Richtungspfeile in Abb. 2 verschoben. Wir geben hier diese Abbildung noch einmal mit der korrekten Positionierung der Pfeile wieder.

Impressum

Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie
Bulletin de la Société Suisse d'Anthropologie
herausgegeben von der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie (SGA/SSA)
mit Unterstützung der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften (SANW)

Redaktion:
Dr. Susi Ulrich-Bochsler, Bern

Korreferentin (textes français):
Dr. Isabelle Gemmerich Pfister, Fislisbach

Layout:
Andreas Cueni, Aesch

Bezugsort:
Redaktion: S. Ulrich-Bochsler, Historische Anthropologie, Medizinhistorisches Institut der Universität Bern, Fabrikstrasse 29d, CH - 3012 Bern
Telefon 031/631 84 92. Fax 031/631 37 82. E-mail susi.ulrich-bochsler@mhi.unibe.ch.

Herstellung: Atelier d'Impression de l'Université de Genève
Couverture: Montage Isabelle Gemmerich d'après un dessin original de Lucrezia Bieler-Beerli (Zürich) pour l'exposition du Musée d'Anthropologie de l'Université de Zürich

Erscheinungsweise: Vom Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie erscheinen in der Regel zwei Hefte pro Jahr (Frühjahr, Herbst), die zusammen einen Band bilden.

ISSN 1420 - 4835

Projets en cours du laboratoire de Paléoanthropologie du Département d'Anthropologie de l'Université de Genève

- **La base de données anthropométriques ADAM (Georges Puissant).**

Ce projet du département d'Anthropologie de l'Université de Genève, dont l'origine et les développements vous sont contés ci-après est issu de la compilation de nombreuses mesures anthropométriques. Mais si vous préférez le découvrir par le texte et par l'image, connectez vous sur le Web à l'adresse: **http://anthropologie.unige.ch/LP/ADAM/adam.html**

L'origine du projet

De 1975 à 1985, M. Roland Menk, maître-assistant au département d'Anthropologie de l'Université de Genève, gérait sur un ordinateur Univac 1100/60, un ensemble d'informations sur des sites archéologiques et sur des squelettes, réparti en de nombreux fichiers stockés sur disques et bandes magnétiques utilisables au moyen d'un programme spécifique écrit par lui-même en Fortran V (**Adams**: **A**nthropological **D**ata **A**nd **M**anagement **S**ystem).
Les anthropologues récoltaient les mesures sur les squelettes étudiés par eux-mêmes lors des campagnes de fouilles du département, les relevaient dans des publications, ou même dans des manuscrits gracieusement mis à disposition par des chercheurs du monde entier.
A la disparition brutale du responsable de cette banque de données, en novembre 1985, le département d'Anthropologie a eu le souci immédiat de sauvegarder cet immense travail de collecte d'informations, en prenant la décision d'améliorer l'administration générale tant pour le responsable technique qui succédait à M. Menk, que pour les utilisateurs, en souhaitant par là même faciliter l'accès à cette base.
L'idée originale, et généreuse, d'offrir à la communauté anthropologique une telle source de données a été depuis lors le moteur des multiples aménagements.
Le passage à Oracle, expliqué ci-après, ouvrira d'autres voies de collaboration à ce projet.

Les années de réorganisation

Au cours des années 1987 et 1988 on a dressé l'inventaire complet des données et des fichiers originaux.
Qu'on juge de l'ampleur de cette opération par les chiffres suivants: plus de 1600 fichiers traités pour plus de 100'000 lignes de données que des programmes, écrits en Fortran sur pc Olivetti M24, ont permis d'éclater en fichiers de sites et fichiers de squelettes.
L'année 1989 a vu la première mise en service de la nouvelle base, avec le remplissage des différentes tables à partir de ces fichiers.
Plus de 90 % des informations retrouvées au départ a été transféré sur l'IBM 3090 de l'Université de Genève, sous le contrôle du système SQL/DS.
Depuis lors, évidemment, de nouveaux sites et de nombreux squelettes sont venus s'incorporer à la base.

La structure sous SQL/DS

Un site est parfaitement défini par un identificateur unique et un ensemble d'attributs dont les principaux sont:

nom de site, nom du lieu-dit, pays, coordonnées géographiques, chronologie, nombre de squelettes, auteur, bibliographie.

Les informations relatives aux sites sont alors réparties dans une table comportant 60 colonnes pour les attributs et une ligne par site, appelée **Anthrog,** qui est la porte principale d'entrée dans la base puisque la plupart des requêtes des utilisateurs s'adressent à celle-ci.

Actuellement il y a 4'203 sites répertoriés, dans 94 pays.

De même, un individu (squelette) est parfaitement déterminé par un identificateur unique relié à l'identificateur du site dont il fait partie. Les données comprennent le sexe, l'âge, ainsi que les diverses mensurations effectuées sur le crâne ou les autres os.

Les attributs des squelettes peuvent être choisis dans un catalogue de plus de 1000 entrées, regroupées par nom d'auteur de la mesure (Martin, Simon, ...), par nom de l'os, associées à une définition précise.

A cause d'une limitation du système SQL/DS, nous avons dû répartir les informations relatives aux squelettes entre 5 tables, **Anthro1** à **Anthro5,** comportant chacune environ 200 colonnes (une par attribut), et une ligne par squelette. Actuellement il y a 53'059 squelettes référencés.

On peut souligner qu'en moyenne, 39 mesures sont effectuées sur un squelette, tandis que le maximum rencontré est de 250.

L'entrée et la sortie des données

Jusqu'à présent, les anthropologues enregistrent les mesures qu'ils effectuent sur les os avec des logiciels comme Dbase et Excel.

Nous avons dû mettre au point des procédures écrites dans les langages Pascal et Fortran pour extraire les mesures de ces types de fichiers et les enregistrer dans des formats lisibles sur l'IBM de l'Université.

Sur cet ordinateur central, nous avons utilisé le langage REXX afin de converser avec le système SQL/DS.

Il va sans dire que les chercheurs du département d'Anthropologie peuvent utiliser le réseau Ethernet et se connecter directement à la base pour exécuter des requêtes en langage SQL, mais cela n'est pas très commode car le traitement statistique des données se fait la plupart du temps sur pc avec des logiciels comme SPSS et BMDP.

C'est pourquoi, on a mis au point des procédures, inverses des premières, qui extraient les données dans des formats que les logiciels cités ci-dessus savent relire. Mais tout cela restait malgré tout encore trop spécialisé pour pouvoir être accessible facilement depuis l'extérieur, c'est pourquoi depuis fin 1997 nous travaillons à la migration sous ORACLE 8.

Le passage à Oracle, l'avenir par le Web et votre navigateur favori

La base ADAM quittera bientôt l'IBM central: avant la fin de l'année 1998, toutes les données devraient avoir été extraites de l'IBM et réparties dans d'autres tables, sur une station SUN académique, dans une autre structure.

A ce moment, commencera la 3ème phase: élaborer des procédures d'entrée/sortie par le WEB et votre navigateur favori.

Nous espérons qu'à la fin de mars 1999, cette étape sera atteinte et que toutes les vérifications nécessaires auront pu être accomplies pour permettre d'arrêter la vieille base de l'IBM.

Vous devriez alors pouvoir interroger librement la table des sites, tandis que les chercheurs

autorisés par un système de mot de passe, accéderaient aux données de toutes les tables bien plus aisément qu'aujourd'hui.

- **La santé et la maladie dans les populations anciennes de Suisse occidental, état de la recherche (Christiane Kramar).**

L'apport de la paléopathologie à la connaissance des populations anciennes n'ayant pas échappé à MM. les professeurs M.-R. Sauter et C.-A. Baud, c'est sous leur direction qu'a débuté, il y a une quinzaine d'années, l'étude de „l'état sanitaire des populations anciennes de Suisse occidentale". Elle avait pour objectif, par l'observation systématique de tous les restes osseux et dentaires de quelques populations entreposées au Département d'Anthropologie et d'Ecologie de l'Université de Genève, de connaître leur état de santé et leur mode de vie.
Dans un premier temps, grâce à des subsides alloués par le Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique, nous avons pu étudier des populations se rattachant au Néolithique moyen vaudois (Corseaux-sur-Vevey et Pully-Chamblandes) et valaisan (Collombey-Muraz, Barmaz I et II; Saint-Léonard „Les Bâtiments"; Bagnes-Villette; Sembrancher; Sion-Montorge; Sion-St Guérin), à l'âge du Bronze (Collombey-Muraz, Barmaz I, VS), au Haut Moyen Age (Nyon-Clémenty, VD) et au Moyen Age (cimetière de Ste Croix, Chapelle des Macchabées, GE). Par cette étude il a été possible de mettre en évidence une détérioration globale de l'état sanitaire – lié à un changement de style de vie – du Néolithique au Moyen Age.

Puis, dans les années suivantes, mandatée par plusieurs archéologues romands, nous avons eu l'opportunité d'élargir notre recherche à des populations provenant d'horizons chronologiques et géographiques nouveaux. Citons, pour exemple, les populations romaines d'Avenches-En Chaplix (VD) et de Payerne-Route de Bussy (VD) (études réalisées en 1996 pour D. Castella, Archéodunum SA), celles du Haut Moyen Age de la Tour-de-Peilz, VD (étude non terminée – réalisée pour D. Weidmann, Monuments historiques et Archéologie, Canton de Vaud) et d'Alle-Noir Bois (JU) (réalisée en 1996 pour F. Schifferdecker, Office du Patrimoine historique, Jura), la population médiévale de Romainmôtier (VD) (étude non terminée, réalisée pour D. Weidmann, Monuments historiques et Archéologie, Canton de Vaud) et des populations se rattachant à des périodes chronologiques plus „larges", telles celles de St Saphorin (VD) et de Moudon-Bourg (VD) (réalisées en 1995 et 96 pour D. Weidmann, Monuments historiques et Archéologie, Canton de Vaud). Il nous a aussi été donné de faire des études plus ponctuelles, soit de sujets „isolés", tels ceux provenant du site du Bronze d'Orbe-Boscéaz (VD) (études réalisées en 1995 et 1997 pour D. Paunier, Institut d'Archéologie et d'Histoire ancienne, Université de Lausanne), soit de sujets présentant des particularités „archéologiques" comme les „pèlerins", porteurs de coquille Saint-Jacques, mis au jour à Satigny (GE) (travail réalisé en 1996 pour C. Bonnet, Bureau cantonal d'Archéologie, Genève). L'ensemble des résultats issus de l'étude de ces diverses populations a déjà fait l'objet de plusieurs articles, tant dans des revues médicales qu'archéologiques, et de rapports remis aux archéologues cantonaux concernés. Une présentation générale des populations étudiées et de leur état de santé a fait l'objet de l'article „La santé et la maladie des populations de Suisse occidentale du Néolithique au Moyen Age", paru dans le numéro „Archéologie et Anthropologie" de l'Archéologie suisse (19, 1996, 4).
Ces recherches ont fait ressortir plusieurs faits archéologiques intéressants comme le style de vie différent de populations contemporaines et géographiquement proches (les populations romaines vaudoises d'Avenches-En Chaplix et de Payerne-Route de Bussy), différences que

la confrontation entre l'archéologie, l'histoire et la pathologie devrait contribuer à expliquer. Ces recherches ont aussi permis de découvrir des lésions pathologiques excessivement rares (comme un sarcome ostéogénique juxtacortical, tumeur osseuse maligne primitive, chez un homme du site d'Alle-Noir Bois, JU) ou particulièrement intéressantes et riches en informations sur l'environnement des sujets étudiés (par la présence de calcifications pathologiques parasitaires) ou sur leurs activités physiques (par exemple la présence d'exostoses du conduit auditif chez des hommes d'Avenches-En Chaplix, VD).
Pendant ces deux dernières années, à la demande de J. Bujard (Conservateur cantonal, Service des monuments et sites, NE) nous avons commencé l'analyse de sujets mis au jour à Serrières (NE) et à Dombresson (NE). Bien que non encore achevée, cette étude nous a déjà permis d'observer, sur le plan des lésions pathologiques, des cas intéressants, jamais relevés lors de nos études antérieures, qui soulèvent de nombreuses interrogations (dont celles relatives aux tréponématoses). Ces cas nécessitent encore une étude approfondie afin d'être diagnostiqués avec plus de sûreté.
Il convient enfin de citer la recherche des lésions pathologiques effectuée sur le squelette du Bichon (NE) (à la demande de Ph. Morel, archéozoologue, Neuchâtel) et l'analyse intéressante que nous menons actuellement sur le matériel osseux humain, provenant du site du Bronze final d'Hauterive-Champréveyres (NE) (étude réalisée grâce à J. Studer, Muséum d'Histoire naturelle de Genève, et B. Arnold, Service cantonal d'Archéologie, Neuchâtel) qui met en évidence des traces inhabituelles, traces artificielles laissées par l'homme.
Outre de montrer comment et grâce à quels archéologues (nous profitons de les remercier ici) nous avons pu poursuivre l'étude de „l'état sanitaire des populations anciennes de Suisse occidentale" le propos de cet article est surtout de souligner l'importance, pour la connaissance des populations anciennes, des études de paléopathologie.

- **Une nouvelle étape dans la constitution d'une collection de référence de squelettes récents (S. Eades, G. Perréard Lopreno).**

En 1991, Isabelle Gemmerich, doctorante en anthropologie à l'Université de Genève, a mis sur pied un projet qui avait pour but de constituer une collection de référence de squelettes récents de sexe, d'âge et de liens familiaux connus. Grâce à la collaboration des municipalités du canton de Vaud et avec l'autorisation des familles, entre 1992 et 1993, onze interventions ont pu avoir lieu dans des zones en désaffectation de cimetières récents permettant de prélever 151 squelettes (I. Gemmerich, 1997). Cette collection offre des possibilités inestimables sur le plan méthodologique.
Ce remarquable précédent nous encourage à poursuivre ce projet dans la mesure où, sur le plan statistique, l'effectif total de la collection n'est pas encore suffisant.
Dès le mois de janvier 1998, nous avons pu reprendre quelques fouilles grâce à un financement accordé par l'archéologie cantonale vaudoise. C'est ainsi que nous sommes intervenues à ce jour dans 11 nouvelles communes (Crassier, Cully, Valeyres-sous-Rances, Servion, Bournens, Etagnières, Provence, Saint-Oyens, Lavigny, Vallamand et Moiry) et prélever 110 nouveaux individus. La collection est ainsi composée actuellement de 260 sujets.
Nos objectifs sont de prélever des personnes présentant des liens familiaux étroits (parents, enfants, grand-parents, cousins germains) et chercher à équilibrer les effectifs des classes d'âge et la représentation par sexe.
Un crédit du Fond National Suisse de la Recherche Scientifique nous a été accordé pour deux thèses que nous présentons ci-dessous et qui permettra de financer les fouilles prévues pour 1999 dans une dizaine de communes.

- **Les marqueurs d'activité sur le squelette dans une perspective de compréhension de phénomènes sociaux (thèse Geneviève Perréard Lopreno).**

Le propos de cette recherche est de mettre en évidence des marqueurs d'activités pertinents pour tenter de distinguer différentes catégories socioprofessionnelles. L'identification d'un complexe de témoins laissés sur les ossements par un type d'activité, un genre de vie (par l'observation des enthésopathies, de la robustesse, des lésions ostéoarticulaires, des traumatismes et des facettes articulaires supplémentaires) se fera sur une population de squelettes récents composée d'individus dont on connaît l'activité professionnelle. Les résultats seront ensuite transposés à des populations archéologiques provenant exactement de la même région que la population de référence pour tenter de restituer, à l'aide de nouveaux indices, l'histoire de la population inhumée.

- **Les études sur les caractères discrets dentaires.**

Les travaux de Suzanne Eades (assistante au Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique) et Jocelyne Desideri (diplômante), portant sur les caractères discrets dentaires, s'inscrivent dans un nouveau courant de recherche qui se développe au sein du Laboratoire de Paléoanthropologie. En effet, les dents sont riches en traits déterminés génétiquement comme des variations dans le nombre ou la position des cuspides ou des racines, des sillons, des crêtes accessoires, etc. L'expression de ces traits est divisée arbitrairement en gradations qui vont de l'absence à un maximum qui varie selon les caractères. Ce type d'études s'intègre aux recherches entreprises par le Docteur C. Simon au cours des vingt dernières années au sein de ce Département concernant l'étude de la variabilité des populations.
Plusieurs chercheurs ont étudié les caractères discrets dentaires afin de comparer différentes populations entre elles. Toutefois, ces populations sont essentiellement non-européennes, et ils ont rarement entrepris des analyses intrapopulationnelles (analyses qui consistent à comparer des individus et non des ensembles d'individus entre eux). Pourtant, il semble bien que les phénotypes représentés par les traits dentaires soient fortement liés à leurs génotypes. En effet, les modifications liées à l'environnement (c'est-à-dire à toute perturbation qui peut agir sur le développement de l'enfant ou du fœtus lors de la calcification dentaire) sont moins importantes ici relativement à d'autres variables morphologiques (biométrie, caractères discrets crâniens et post-crâniens, etc.).
S. Eades et J. Desideri ont établi une nouvelle liste-type des traits dentaires cette année, en se basant sur des moulages dentaires et des gradations de traits élaborés par l'Arizona State University dès les années soixante. Elle rassemble des traits susceptibles d'être observés sur des dents permanentes (340 traits) et déciduales (198 traits). Cette liste présente l'avantage de regrouper pour la première fois des caractères discrets dentaires définis par différents chercheurs, américains et européens. Elle sera appliquée d'une part à des populations archéologiques, dans une approche inter- et intrapopulationnelle (travail de diplôme de J. Desideri), et de l'autre, à une population moderne, dans une optique plus méthodologique (thèse de doctorat de S. Eades).

- **L'héritabilité de quelques caractères discrets dentaires (thèse Suzanne Eades).**

S. Eades se concentrera sur des populations aux relations familiales connues (collection de squelettes récents vaudois - I. Gemmerich, populations vivantes…), en essayant de déterminer le degré d'héritabilité des différents traits. L'importance de la génétique dans l'expression

phénotypique de ces variantes pourra ainsi être cernée. Les traits les plus héritables seront ensuite utilisés pour calculer différentes distances interindividuelles. Si les individus de même famille présentent une distance petite entre elles, alors il sera possible d'utiliser ces traits dans des analyses archéologiques des liens familiaux. Il restera à déterminer si les traits fortement héritables à l'intérieur de ces populations de référence le sont de manière universelle.

- **Etude inter- et intrapopulationelle de quelques sites du Néolithique suisse d'après les caractères discrets dentaires (diplôme Jocelyne Desideri).**

J. Desideri étudie actuellement ces traits sur différentes populations du Néolithique et du Bronze ancien suisse. Premièrement, elle tentera de déterminer s'il existe des regroupements de type familiaux dans des cimetières à la répartition des tombes connue (Barmaz VD, Corseaux VD, Sion-Ritz VS, Sion-Collines VS). Si la situation topographique entre les tombes et la distance phénotypique entre les individus selon leurs traits dentaires est corrélée, alors on pourra postuler l'existence de liens de parenté entre les sujets de ces tombes proches, quels qu'ils soient et en tirer des conclusions sur le rituel funéraire. Deuxièmement, elle reprendra le problème de l'arrivée des populations campaniformes (Sion-Petit-Chasseur VS) dans nos régions, en situant ces ensembles funéraires les uns par rapport aux autres d'après les moyennes des fréquences de leurs traits dentaires. Cette approche permettra aussi de mieux comprendre le caractère homogène ou non de ces populations néolithiques.

Bibliographie

Alt K.W. 1997
Odontologische Verwandtschaftsanalyse: Individuelle Charakteristika der Zähne in ihrer Bedeutung für Anthropologie, Archäologie und Rechtsmedizin. Fischer. Stuttgart.

Alt K.W., Vach W. 1991
The reconstruction of „genetic kinship" in prehistoric burial complexes: Problems and statistics. In: Bock H.H., Ihm P. (Hg.), Classification, data analysis and knowledge organization. Springer. Heidelberg, S. 299-310.

Alt K.W., Vach, W. 1992
Non-spatial analysis of „genetic kinship" in skeletal remains. In: Schader M. (Hg), Analyzing and modelling data and knowledge organization. Springer. Berlin, S. 247-256.

Alt K.W., Vach W. 1994
Rekonstruktion biologischer und sozialer Strukturen in ur- und frühgeschichtlichen Bevölkerungen: Innovative Ansätze zur Verwandtschaftsanalyse in der Archäologie. Prähistorische Zeitschrift 69, S. 56-91.

Alt K.W., Vach W. 1995a
Odontologic kinship analysis in skeletal remains: Concepts, methods and results. For. Sci. Int. 74, S. 99-113.

Alt K.W., Vach W. 1995b
Detection of kinship structures in skeletal remains. In: Jacob B., Bonte V., Alt K.W., Pieper P. (Hg.), Adv. in For. Sci.. Bd. 7. Odontology and anthropology. Köster. Berlin, S. 27-34.

Carbonell V.M. 1963
Variations in the frequency of shovel-shaped incisors in different populations. In: Brothwell D.R. (Hg.), Dental anthropology. Pergammon Press. London, S. 211-234.
Dahlberg A.A. 1963
Analysis of the American Indian dentition. In: Brothwell D.R. (Hg.), Dental anthropology. Pergammon Press. London, S. 149-177.

Dahlberg A.A. 1971
Penetrance and expressivity of dental traits. In: Dahlberg A.A. (Hg.), Dental morphology and evolution. Chicago University Press. Chicago. S. 257-271.

Gemmerich I. 1997
Collection I. Gemmerich: squelettes récents vaudois 1992-1993 (CH). Dossier documentaire. Bull. Soc. Suisse d'Anthrop. 3(2), S. 1-12.

Hanihara K. 1963
Crown characters of the deciduous dentition of the Japanese-American hybrids. In: Brothwell D.R. (Hg.), Dental anthropology. Pergammon Press. London, S. 105-124.

Harris E.F. 1977
Anthropologic and genetic aspects of the dental morphology of Solomon Islanders, Melanesia. Tempe: Arizona State University (Ph.D. dissertation).

Jorgensen K.D. 1956
The deciduous dentition: a descriptive and comparative anatomical study. Acta Odont. Scand. 16, S. 1-202.

Scott G.R. 1973
Dental morphology: a genetic study of American White families and variation in living Southwest Indians. Ph.D. dissertation., Tempe, Arizona State University.

Turner II C.G., Nichol C.R., Scott G.R. 1991
Scoring procedures for key morphological traits of the permanent dentition: The Arizona State University Dental Anthropology System. In: Kelley M.A., Larsen C.S. (Hg.), Advances in dental anthropology. Wiley Liss. New York, S. 13-31.

Turner II C.G. 1967
The dentition of the arctic peoples. Ph.D. dissertation, University of Wisconsin, Madison.

Carbonell 1963, Dahlberg 1963, Harris 1977, Scott 1973, Turner 1967, pour ne citer que les plus importants.

Pour les dents permanentes: Alt 1997, Alt et Vach 1991, 1992, 1994, 1995a, 1995b, Dahlberg 1971, Scott 1973, Turner Nichol et Scott 1991, pour les dents déciduales: Hanihara 1963, Jorgensen 1956, Turner Nichol et Scott 1991, entre autres.

- **Contribution à l'Archéologie Brésilienne: Etude Paléoanthropologique de quelques nécropoles de la région Nord-Est du Brésil. (thèse d'Olivia Alexandre de Carvalho).**

Par cette recherche nous souhaitons contribuer à la connaissance des populations humaines préhistoriques et historiques brésiliennes. Les populations préhistoriques choisies pour cette étude proviennent de nécropoles situées dans la région Nord-Est du Brésil.
D'après Martin (1996), les premiers habitants du territoire brésilien possédaient des caractéristiques morphologiques semblables aux indiens actuels de la région. Ces individus appartenaient aux groupes mongoloïdes descendants des groupes archaïques qui ont traversé le détroit de Béring il y a très longtemps.

Les spécialistes portent un intérêt certain à ces premières occupations humaines dans la région, ces dernières étant les plus anciennes du pays. Un exemple des recherches archéologiques dans cette région est celui entrepris par le groupe de la Fondation Musée de l'Homme Américain (FUMDHAM), dans la commune São Raimundo Nonato, dans le sud-est de l'état de Piauí. Les travaux, dirigés par le Dr. Niède Guidón, sont considérés comme étant l'ensemble archéologique le plus important dans la région. En effet 380 sites préhistoriques ont déjà été découverts, dont près de 300 présentent des peintures rupestres appartenant à des groupes ethniques qui ont occupé la région depuis 50.000 B.P.[1]

Notre étude concernant l'analyse paléodémographique de quelques sites brésiliens va permettre de mettre en place de modèles comportementaux de ces populations. Les résultats obtenus permettrons la création d'une base de données, comprenant à la fois des informations sur les aspects paléodémographiques et des analyses comparatives plus étendues. En développant une approche systématique on pourra alors définir un ensemble d'informations utiles aux recherches régionales. Un des buts que nous poursuivons est de contribuer à la formation et à l'échange de personnel, pour développer la taphonomie à Brésil au travers l'observation des connexions des squelettes. Nous devrions pouvoir mettre en évidence le type de structure funéraire observé.

Les nécropoles retenues pour cette étude appartiennent aux sites archéologiques „Justino", „São José" et „Jerimum", elles sont localisées entre les états d'Alagoas et de Sergipe, dans la vallée moyenne San Francisco. Plus de 200 squelettes complets ont été exhumés par l'équipe du Projet Archéologique Xingó en collaboration avec l'Universidade Fédéral de Sergipe et la Compagnie Hydroélectrique du São Francisco (PAX/UFS/CHESF) lors de la fouille de sauvetage à l'occasion de la construction de la centrale hydroélectrique Xingó. Plus récemment, le projet compte aussi sur la participation de la Compagnie de Pétrole Brésilien (PETROBRAS). Les squelettes prélevés ont été trouvés en position fœtale ventrale avec les crânes couverts de céramiques. La fouille de ces inhumations s'est déroulées en laboratoire. La chronologie obtenue pour ce site était de 8.950 à 1.280 B.P. (Vergne et Amâncio 1992).

L'étude des caractères morphologiques, d'après Ferembach et al. (1979), il en ira de même pour les études ostéométriques. La détermination du sexe et de l'âge sera effectuée selon les méthodes proposées par Acsádi et Nemeskéri (1970), Bruzek (1991) et par Masset (1982). Pour la détermination de l'âge au décès chez les non-adultes nous utiliserons les schémas de Ubelaker (1978) et de Buikstra et Ubelaker (1994). Pour les fœtus et les sujets jusqu'à 12 ans, nous utiliserons les méthodes de Fazekas et Kósa (1978). Nous nous intéresserons dans un second temps à la reconnaissance et la restitution de l'architecture funéraire (Duday et al. 1990).

Un inventaire des pathologies sera effectué et des caractères discrets selon les méthodes décrites par Buikstra et Ubelaker (1994), et des anomalies de développement, seront enregistrés d'après Barnes (1994). Notre étude s'achèvera par analyse interpopulationelle qui situera les ensembles les uns par rapport aux autres.

Bibliographie

Acsádi G., Nemeskéri J. 1970
History of human life span and mortality. Akadémiai Kiadó. Budapest.

[1]D'après les dernières datations obtenues pour le site „Boqueirão da Pedra Furada".

Barnes E. J. 1994
Developmental Defects of the Axial Skeleton in Paleopathology. University Press of Colorado. Colorado. S. 360.

Buikstra J. E., Ubelaker D. H. 1994
Standards for data collection from human skeletal remains. Fayetteville, Arkansas Archaeological Survey. Research Series 44, S. 206.

Bruzek J. 1991
Fiabilités des procédés de détermination du sexe à partir de l'os coxal: implication à l'étude du dimorphisme sexuel de l'homme fossile. Paris: Inst. de paléontologie humaine et Muséum nat. d'hist. naturelle (Thèse de doctorat).

Duday H., Courtaud P., Crubézy E. Sellier P., Tillier A.-M. 1990
L'anthropologie de terrains: reconnaissance et interprétation des gestes funéraires. Bull. et Mém. de la Soc. d'Anthrop. de Paris, 2 (3-4), S. 29-50.

Fazekas I. G., Kósa F. 1978
Forensic fetal osteology. Akadémiai Kiadó. Budapest.

Ferembach D., Schwidetzky I., Stloukal M. 1979
Recommandations pour déterminer l'âge et le sexe sur le squelette. Bull. et Mém. de la Soc. d'Anthrop. de Paris, 6 série XIII, S. 7-45.

Martin G. 1996
Pré-história do Nordeste do Brasil. Ed. Universitária da Universidade Federal de Pernambuco.

Masset C. 1982
Estimation de l'âge au décès par les sutures crâniennes. Paris: Univ. Paris VII (Thèse).

Ubelaker D. H. 1978
Human skeletal remains. Excavation, analysis, interpretation. Chicago.

Vergne C., Amâncio S. 1992
A necrópole pré-histórica do Justino, Xingó, Sergipe. CLIO. (Série Arqueológica), Recife, UFPE 1 (8), S. 171-182.

- **L'homme du Bichon. Sa réévaluation à la lumière des connaissances récentes (Enzo Formicola, Helga Roth et Christian Simon).**

Ce chasseur épipaléolithique se représente actuellement comme un des plus anciens squelettes trouvés au territoire suisse depuis 50 ans. Il fait parti des populations de chasseurs à l'arc qui ont habité il y a 12'000 ans de très nombreux sites sur les plateaux et dans les vallées du Massif Jurassien et ses marges.
Selon les recherches paléoclimatiques (p. ex. les résultats de carottage dans la calotte glacière du Groenland et dans des sédiments marins, Magny 1998) cet homme vivait dans une période transitoire entre le Pléistocène final et le début de l'Holocène durant de fortes instabilités climatiques entre refroidissement et réchauffement assez rapide où s'amorce la mutation continue des modes de vie ancestrales de chasseurs et de cueilleurs vers la sédentarisation.
Le Bichon est un homme assez robuste d'âge moyen de 20 ans. Il possède un crâne allongé ressemblant au type „cromagnoïde" (face basse et large, orbites rectangulaires, ouverture du nez large). Sa stature est de taille moyenne en comparaison avec celle des paléolithiques supérieurs.

Il est donc intéressant de définir de manière plus détaillée la morphologie du squelette du Bichon et d'essayer de retracer les transformations enregistrées. Le Département d'Anthropologie dispose depuis longtemps d'une importante banque de données. Elle permet une comparaison avec les populations anciennes de chasseurs aux subactuelles sédentaires en impliquant également les observations de recherches récentes organisées en coopérations avec d'autres laboratoires. Ces travaux sont en cours et seront réunis dans la monographie sur l'homme de la Grotte du Bichon.

- **Etude de la mandibulaire du Bichon (Helga Roth et Christian Simon).**

Une évaluation de la forme de la mandibule sera effectuée par les mensurations de 7 longueurs et 7 largeurs. Les points d'intersections représentent les coordonnées cartésiennes des incisives latérales aux 3ièmes molaires. Ils sont mesurées par un dispositif de mensuration construit par Roth (1983). Le Bichon sera comparé aux données de plus de 80 mandibules fossiles et subactuelles (Roth et Simon 1993, 1995).

- **Chrono-evolution et variabilité des populations du Paléolithique et du Mésolithique en Europe (Helga Roth, Frederique Valentin et Christian Simon).**

Des études statistiques sur le sujet ont été menées par Henke entre 1983 et 1995. Recherchant l'aspect de la différenciation des hominidés du Pléistocène final en Europe, il analyse 546 individus de sexe connu d'Europe, du Proche Orient et d'Afrique du nord. Les données proviennent de la banque de données à Mayence et de la littérature. 32 variables crâniens sont étudiées par des méthodes de statistiques descriptives et multivariées ainsi que 8 indicateurs du sexe et de l'âge individuel, de la situation géographique et géochronologique des spécimens permettant de comparer des sous-groupes. Une de ses conclusions montre que c'est par leur robustesse, que les épipaléolithiques d'Afrique du nord ou Ibéro-Maurusiens se rapprochent aussi bien des proto-cromagnoïdes d'Israël de Skhul-Qafzeh que des Paléolithiques européens mais pas de leurs contemporains européens autour de 7'000 BP. En Europe, Henke constate la tendance de gracilisation entre le Paléolithique et le Mésolithique. Il trouve une différence dans les formes mésolithiques entre des régions européens occidentales avec des crânes plus eurydolichomorphes et des régions de l'est avec des formes plus leptodolichomorphes.

Nous avons analysé les crânes des Epipaléolithiques et des Mésolithiques d'Europe par des analyses en composantes principales basée sur des variables crâniennes et faciales (N= 488). Les populations ne se séparent que très peu. La variabilité est exprimée surtout par les caractères de la face. Au cours du temps la variabilité se réduit avec une nette tendance de gracilisation des Paléolithiques (couvrant la plus grande partie de la distribution) au groupe des rubanés (faces et orbites encore plus étroites, nez plus longs). Par rapport aux européens, les Mésolithiques d'Afrique du nord et du Proche Orient ont une variabilité neuro-crânienne exprimée. La gracilisation est moins visible pour les Mésolithiques d'Afrique du Nord.
Les européens ont été divisés en groupes géographiques (Centre, Sud et Est). La dispersion des Paléolithiques couvre entièrement, comme le groupe Sud, et en partie tous les autres groupes. On observe que la variabilité morphologique au sein des Mésolithiques dépend à la fois des caractéristiques des groupes Est et Centre**.**

Ce qui frappe dans une subdivision plus fine, 10 groupes géographiques et chronologiques (avec la banque de données du Laboratoire de ^{14}C à Lyon), c'est que les Mésolithiques du Sud, l'Italie et l'Espagne sont moins cohérents entre eux et par rapport aux Paléolithiques. L'Italie, avec des crânes moyennement long, est plus variable en largeur et comporte aussi des sujets sensiblement allongés - étroits. L'Espagne, plus variable pour les longueurs, comporte aussi de très petits sujets. La France a une position centrale.
Tout de même, les différences de taille et de robustesse (10 variables du squelette postcrânien) font éclater les Mésolithiques européens et les Paléolithiques et donnent un découpage régionalisant interprétable surtout en fonction de la taille. D'une façon générale, il y a une plus grande robustesse, en particulier de l'humérus, et une plus forte variation des tailles chez les Mésolithiques européens. Les Paléolithiques y compris le groupe d'Afrique du nord paraissent relativement cohérents avec une statue est entre moyenne et grande et une robustesse avec tendance de gracilité.
Remarque: pour réellement mieux interpréter les divergences dans les populations mésolithiques plus éloignées d'Europe occidental, comme la Yougoslavie, l'Ukraine, la Grèce, le Proche Orient etc., il sera important d'intégrer des documents d'Europe central.

- Sur la base de ces résultats, nous somme en train d'analyser la position du Bichon par rapport aux squelettes contemporains et dans un contexte géographiquement proche.

Bibliographie

Roth H. 1985
Morphometric Study of the Evolution of Mandibular Arcades. J. Hum. Evol. 14, S. 563-571.

Roth H., Simon C. 1992
The Relationship of Pleistocene and Modern Mandibles, Evaluated by Principal Component Analysis of the Arcade Dimensions, In: Toussaint M. (Hg.), Cinq Million d'Années, l'Aventure Humaine, E.R.A.U.L. 56, Liège, S. 111-124.

Roth H., Schrenk F., Simon C. 1995
Intérêt des arcades mandibulaires pour la phylogénie des hominidés: exemple d'Uraha 501 et de KNM-ER 992. In: Otte M. (Hg.), Nature et culture, E.R.A.U.L. 68, Liège, S. 529-561.

Henke W. 1990
Die morphometrischen Affinitäten der Epipaläolithiker Nordafrikas zu Populationen Europas und des Vorderen Orients. Homo. 41(2), S. 146-201.

Henke W. 1992
Die Proto-Cromagnoiden - Morphologische Affinitäten und phylogenetische Rolle. Anthropologie. XXX/2, S. 125-157.

Impressum

Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie
Bulletin de la Société Suisse d'Anthropologie
herausgegeben von der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie (SGA/SSA)
mit Unterstützung der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften (SANW)

Redaktion:
Dr. Susi Ulrich-Bochsler, Bern

Korreferentin (textes français):
Dr. Isabelle Gemmerich Pfister, Fislisbach

Layout:
Andreas Cueni, Aesch

Bezugsort:
Redaktion: S. Ulrich-Bochsler, Historische Anthropologie, Medizinhistorisches Institut der Universität Bern, Fabrikstrasse 29d, CH - 3012 Bern
Telefon 031/631 84 92. Fax 031/631 37 82. E-mail susi.ulrich-bochsler@mhi.unibe.ch.

Herstellung: Atelier d'Impression de l'Université de Genève
Couverture: Montage Isabelle Gemmerich d'après un dessin original de Lucrezia Bieler-Beerli (Zürich) pour l'exposition du Musée d'Anthropologie de l'Université de Zürich

Erscheinungsweise: Vom Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie erscheinen in der Regel zwei Hefte pro Jahr (Frühjahr, Herbst), die zusammen einen Band bilden.

ISSN 1420 - 4835

Projets en cours du laboratoire de Paléoanthropologie du Département d'Anthropologie de l'Université de Genève

- *La base de données anthropométriques ADAM (Georges Puissant).*

Ce projet du département d'Anthropologie de l'Université de Genève, dont l'origine et les développements vous sont contés ci-après est issu de la compilation de nombreuses mesures anthropométriques. Mais si vous préférez le découvrir par le texte et par l'image, connectez vous sur le Web à l'adresse: **http://anthropologie.unige.ch/LP/ADAM/adam.html**

L'origine du projet

De 1975 à 1985, M. Roland Menk, maître-assistant au département d'Anthropologie de l'Université de Genève, gérait sur un ordinateur Univac 1100/60, un ensemble d'informations sur des sites archéologiques et sur des squelettes, réparti en de nombreux fichiers stockés sur disques et bandes magnétiques utilisables au moyen d'un programme spécifique écrit par lui-même en Fortran V (**Adams**: **A**nthropological **D**ata **A**nd **M**anagement **S**ystem).
Les anthropologues récoltaient les mesures sur les squelettes étudiés par eux-mêmes lors des campagnes de fouilles du département, les relevaient dans des publications, ou même dans des manuscrits gracieusement mis à disposition par des chercheurs du monde entier.
A la disparition brutale du responsable de cette banque de données, en novembre 1985, le département d'Anthropologie a eu le souci immédiat de sauvegarder cet immense travail de collecte d'informations, en prenant la décision d'améliorer l'administration générale tant pour le responsable technique qui succédait à M. Menk, que pour les utilisateurs, en souhaitant par là même faciliter l'accès à cette base.
L'idée originale, et généreuse, d'offrir à la communauté anthropologique une telle source de données a été depuis lors le moteur des multiples aménagements.
Le passage à Oracle, expliqué ci-après, ouvrira d'autres voies de collaboration à ce projet.

Les années de réorganisation

Au cours des années 1987 et 1988 on a dressé l'inventaire complet des données et des fichiers originaux.
Qu'on juge de l'ampleur de cette opération par les chiffres suivants: plus de 1600 fichiers traités pour plus de 100'000 lignes de données que des programmes, écrits en Fortran sur pc Olivetti M24, ont permis d'éclater en fichiers de sites et fichiers de squelettes.
L'année 1989 a vu la première mise en service de la nouvelle base, avec le remplissage des différentes tables à partir de ces fichiers.
Plus de 90 % des informations retrouvées au départ a été transféré sur l'IBM 3090 de l'Université de Genève, sous le contrôle du système SQL/DS.
Depuis lors, évidemment, de nouveaux sites et de nombreux squelettes sont venus s'incorporer à la base.

La structure sous SQL/DS
Un site est parfaitement défini par un identificateur unique et un ensemble d'attributs dont les principaux sont:
nom de site, nom du lieu-dit, pays, coordonnées géographiques, chronologie, nombre de squelettes, auteur, bibliographie.
Les informations relatives aux sites sont alors réparties dans une table comportant 60 colonnes pour les attributs et une ligne par site, appelée **Anthrog,** qui est la porte principale d'entrée dans la base puisque la plupart des requêtes des utilisateurs s'adressent à celle-ci.
Actuellement il y a 4'203 sites répertoriés, dans 94 pays.
De même, un individu (squelette) est parfaitement déterminé par un identificateur unique relié à l'identificateur du site dont il fait partie. Les données comprennent le sexe, l'âge, ainsi que les diverses mensurations effectuées sur le crâne ou les autres os.
Les attributs des squelettes peuvent être choisis dans un catalogue de plus de 1000 entrées, regroupées par nom d'auteur de la mesure (Martin, Simon, ...), par nom de l'os, associées à une définition précise.
A cause d'une limitation du système SQL/DS, nous avons dû répartir les informations relatives aux squelettes entre 5 tables, **Anthro1** à **Anthro5,** comportant chacune environ 200 colonnes (une par attribut), et une ligne par squelette. Actuellement il y a 53'059 squelettes référencés.
On peut souligner qu'en moyenne, 39 mesures sont effectuées sur un squelette, tandis que le maximum rencontré est de 250.

L'entrée et la sortie des données

Jusqu'à présent, les anthropologues enregistrent les mesures qu'ils effectuent sur les os avec des logiciels comme Dbase et Excel.
Nous avons dû mettre au point des procédures écrites dans les langages Pascal et Fortran pour extraire les mesures de ces types de fichiers et les enregistrer dans des formats lisibles sur l'IBM de l'Université.
Sur cet ordinateur central, nous avons utilisé le langage REXX afin de converser avec le système SQL/DS.
Il va sans dire que les chercheurs du département d'Anthropologie peuvent utiliser le réseau Ethernet et se connecter directement à la base pour exécuter des requêtes en langage SQL, mais cela n'est pas très commode car le traitement statistique des données se fait la plupart du temps sur pc avec des logiciels comme SPSS et BMDP.
C'est pourquoi, on a mis au point des procédures, inverses des premières, qui extraient les données dans des formats que les logiciels cités ci-dessus savent relire. Mais tout cela restait malgré tout encore trop spécialisé pour pouvoir être accessible facilement depuis l'extérieur, c'est pourquoi depuis fin 1997 nous travaillons à la migration sous ORACLE 8.

Le passage à Oracle, l'avenir par le Web et votre navigateur favori

La base ADAM quittera bientôt l'IBM central: avant la fin de l'année 1998, toutes les données devraient avoir été extraites de l'IBM et réparties dans d'autres tables, sur une station SUN académique, dans une autre structure.
A ce moment, commencera la 3ème phase: élaborer des procédures d'entrée/sortie par le WEB et votre navigateur favori.
Nous espérons qu'à la fin de mars 1999, cette étape sera atteinte et que toutes les vérifications nécessaires auront pu être accomplies pour permettre d'arrêter la vieille base de l'IBM.
Vous devriez alors pouvoir interroger librement la table des sites, tandis que les chercheurs

autorisés par un système de mot de passe, accéderaient aux données de toutes les tables bien plus aisément qu'aujourd'hui.

- ***La santé et la maladie dans les populations anciennes de Suisse occidental, état de la recherche (Christiane Kramar).***

L'apport de la paléopathologie à la connaissance des populations anciennes n'ayant pas échappé à MM. les professeurs M.-R. Sauter et C.-A. Baud, c'est sous leur direction qu'a débuté, il y a une quinzaine d'années, l'étude de „l'état sanitaire des populations anciennes de Suisse occidentale". Elle avait pour objectif, par l'observation systématique de tous les restes osseux et dentaires de quelques populations entreposées au Département d'Anthropologie et d'Ecologie de l'Université de Genève, de connaître leur état de santé et leur mode de vie.
Dans un premier temps, grâce à des subsides alloués par le Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique, nous avons pu étudier des populations se rattachant au Néolithique moyen vaudois (Corseaux-sur-Vevey et Pully-Chamblandes) et valaisan (Collombey-Muraz, Barmaz I et II; Saint-Léonard „Les Bâtiments"; Bagnes-Villette; Sembrancher; Sion-Montorge; Sion-St Guérin), à l'âge du Bronze (Collombey-Muraz, Barmaz I, VS), au Haut Moyen Age (Nyon-Clémenty, VD) et au Moyen Age (cimetière de Ste Croix, Chapelle des Macchabées, GE). Par cette étude il a été possible de mettre en évidence une détérioration globale de l'état sanitaire – lié à un changement de style de vie – du Néolithique au Moyen Age.

Puis, dans les années suivantes, mandatée par plusieurs archéologues romands, nous avons eu l'opportunité d'élargir notre recherche à des populations provenant d'horizons chronologiques et géographiques nouveaux. Citons, pour exemple, les populations romaines d'Avenches-En Chaplix (VD) et de Payerne-Route de Bussy (VD) (études réalisées en 1996 pour D. Castella, Archéodunum SA), celles du Haut Moyen Age de la Tour-de-Peilz, VD (étude non terminée – réalisée pour D. Weidmann, Monuments historiques et Archéologie, Canton de Vaud) et d'Alle-Noir Bois (JU) (réalisée en 1996 pour F. Schifferdecker, Office du Patrimoine historique, Jura), la population médiévale de Romainmôtier (VD) (étude non terminée, réalisée pour D. Weidmann, Monuments historiques et Archéologie, Canton de Vaud) et des populations se rattachant à des périodes chronologiques plus „larges", telles celles de St Saphorin (VD) et de Moudon-Bourg (VD) (réalisées en 1995 et 96 pour D. Weidmann, Monuments historiques et Archéologie, Canton de Vaud). Il nous a aussi été donné de faire des études plus ponctuelles, soit de sujets „isolés", tels ceux provenant du site du Bronze d'Orbe-Boscéaz (VD) (études réalisées en 1995 et 1997 pour D. Paunier, Institut d'Archéologie et d'Histoire ancienne, Université de Lausanne), soit de sujets présentant des particularités „archéologiques" comme les „pèlerins", porteurs de coquille Saint-Jacques, mis au jour à Satigny (GE) (travail réalisé en 1996 pour C. Bonnet, Bureau cantonal d'Archéologie, Genève). L'ensemble des résultats issus de l'étude de ces diverses populations a déjà fait l'objet de plusieurs articles, tant dans des revues médicales qu'archéologiques, et de rapports remis aux archéologues cantonaux concernés. Une présentation générale des populations étudiées et de leur état de santé a fait l'objet de l'article „La santé et la maladie des populations de Suisse occidentale du Néolithique au Moyen Age", paru dans le numéro „Archéologie et Anthropologie" de l'Archéologie suisse (19, 1996, 4).
Ces recherches ont fait ressortir plusieurs faits archéologiques intéressants comme le style de vie différent de populations contemporaines et géographiquement proches (les populations romaines vaudoises d'Avenches-En Chaplix et de Payerne-Route de Bussy), différences que

la confrontation entre l'archéologie, l'histoire et la pathologie devrait contribuer à expliquer. Ces recherches ont aussi permis de découvrir des lésions pathologiques excessivement rares (comme un sarcome ostéogénique juxtacortical, tumeur osseuse maligne primitive, chez un homme du site d'Alle-Noir Bois, JU) ou particulièrement intéressantes et riches en informations sur l'environnement des sujets étudiés (par la présence de calcifications pathologiques parasitaires) ou sur leurs activités physiques (par exemple la présence d'exostoses du conduit auditif chez des hommes d'Avenches-En Chaplix, VD).
Pendant ces deux dernières années, à la demande de J. Bujard (Conservateur cantonal, Service des monuments et sites, NE) nous avons commencé l'analyse de sujets mis au jour à Serrières (NE) et à Dombresson (NE). Bien que non encore achevée, cette étude nous a déjà permis d'observer, sur le plan des lésions pathologiques, des cas intéressants, jamais relevés lors de nos études antérieures, qui soulèvent de nombreuses interrogations (dont celles relatives aux tréponématoses). Ces cas nécessitent encore une étude approfondie afin d'être diagnostiqués avec plus de sûreté.
Il convient enfin de citer la recherche des lésions pathologiques effectuée sur le squelette du Bichon (NE) (à la demande de Ph. Morel, archéozoologue, Neuchâtel) et l'analyse intéressante que nous menons actuellement sur le matériel osseux humain, provenant du site du Bronze final d'Hauterive-Champréveyres (NE) (étude réalisée grâce à J. Studer, Muséum d'Histoire naturelle de Genève, et B. Arnold, Service cantonal d'Archéologie, Neuchâtel) qui met en évidence des traces inhabituelles, traces artificielles laissées par l'homme.
Outre de montrer comment et grâce à quels archéologues (nous profitons de les remercier ici) nous avons pu poursuivre l'étude de „l'état sanitaire des populations anciennes de Suisse occidentale" le propos de cet article est surtout de souligner l'importance, pour la connaissance des populations anciennes, des études de paléopathologie.

- ***Une nouvelle étape dans la constitution d'une collection de référence de squelettes récents (S. Eades, G. Perréard Lopreno).***

En 1991, Isabelle Gemmerich, doctorante en anthropologie à l'Université de Genève, a mis sur pied un projet qui avait pour but de constituer une collection de référence de squelettes récents de sexe, d'âge et de liens familiaux connus. Grâce à la collaboration des municipalités du canton de Vaud et avec l'autorisation des familles, entre 1992 et 1993, onze interventions ont pu avoir lieu dans des zones en désaffectation de cimetières récents permettant de prélever 151 squelettes (I. Gemmerich, 1997). Cette collection offre des possibilités inestimables sur le plan méthodologique.
Ce remarquable précédent nous encourage à poursuivre ce projet dans la mesure où, sur le plan statistique, l'effectif total de la collection n'est pas encore suffisant.
Dès le mois de janvier 1998, nous avons pu reprendre quelques fouilles grâce à un financement accordé par l'archéologie cantonale vaudoise. C'est ainsi que nous sommes intervenues à ce jour dans 11 nouvelles communes (Crassier, Cully, Valeyres-sous-Rances, Servion, Bournens, Etagnières, Provence, Saint-Oyens, Lavigny, Vallamand et Moiry) et prélever 110 nouveaux individus. La collection est ainsi composée actuellement de 260 sujets.
Nos objectifs sont de prélever des personnes présentant des liens familiaux étroits (parents, enfants, grand-parents, cousins germains) et chercher à équilibrer les effectifs des classes d'âge et la représentation par sexe.
Un crédit du Fond National Suisse de la Recherche Scientifique nous a été accordé pour deux thèses que nous présentons ci-dessous et qui permettra de financer les fouilles prévues pour 1999 dans une dizaine de communes.

- *Les marqueurs d'activité sur le squelette dans une perspective de compréhension de phénomènes sociaux (thèse Geneviève Perréard Lopreno).*

Le propos de cette recherche est de mettre en évidence des marqueurs d'activités pertinents pour tenter de distinguer différentes catégories socioprofessionnelles. L'identification d'un complexe de témoins laissés sur les ossements par un type d'activité, un genre de vie (par l'observation des enthésopathies, de la robustesse, des lésions ostéoarticulaires, des traumatismes et des facettes articulaires supplémentaires) se fera sur une population de squelettes récents composée d'individus dont on connaît l'activité professionnelle. Les résultats seront ensuite transposés à des populations archéologiques provenant exactement de la même région que la population de référence pour tenter de restituer, à l'aide de nouveaux indices, l'histoire de la population inhumée.

- *Les études sur les caractères discrets dentaires.*

Les travaux de Suzanne Eades (assistante au Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique) et Jocelyne Desideri (diplômante), portant sur les caractères discrets dentaires, s'inscrivent dans un nouveau courant de recherche qui se développe au sein du Laboratoire de Paléoanthropologie. En effet, les dents sont riches en traits déterminés génétiquement comme des variations dans le nombre ou la position des cuspides ou des racines, des sillons, des crêtes accessoires, etc. L'expression de ces traits est divisée arbitrairement en gradations qui vont de l'absence à un maximum qui varie selon les caractères. Ce type d'études s'intègre aux recherches entreprises par le Docteur C. Simon au cours des vingt dernières années au sein de ce Département concernant l'étude de la variabilité des populations.
Plusieurs chercheurs ont étudié les caractères discrets dentaires afin de comparer différentes populations entre elles. Toutefois, ces populations sont essentiellement non-européennes, et ils ont rarement entrepris des analyses intrapopulationnelles (analyses qui consistent à comparer des individus et non des ensembles d'individus entre eux). Pourtant, il semble bien que les phénotypes représentés par les traits dentaires soient fortement liés à leurs génotypes. En effet, les modifications liées à l'environnement (c'est-à-dire à toute perturbation qui peut agir sur le développement de l'enfant ou du fœtus lors de la calcification dentaire) sont moins importantes ici relativement à d'autres variables morphologiques (biométrie, caractères discrets crâniens et post-crâniens, etc.).
S. Eades et J. Desideri ont établi une nouvelle liste-type des traits dentaires cette année, en se basant sur des moulages dentaires et des gradations de traits élaborés par l'Arizona State University dès les années soixante. Elle rassemble des traits susceptibles d'être observés sur des dents permanentes (340 traits) et déciduales (198 traits). Cette liste présente l'avantage de regrouper pour la première fois des caractères discrets dentaires définis par différents chercheurs, américains et européens. Elle sera appliquée d'une part à des populations archéologiques, dans une approche inter- et intrapopulationnelle (travail de diplôme de J. Desideri), et de l'autre, à une population moderne, dans une optique plus méthodologique (thèse de doctorat de S. Eades).

- *L'héritabilité de quelques caractères discrets dentaires (thèse Suzanne Eades).*

S. Eades se concentrera sur des populations aux relations familiales connues (collection de squelettes récents vaudois - I. Gemmerich, populations vivantes...), en essayant de déterminer

le degré d'héritabilité des différents traits. L'importance de la génétique dans l'expression phénotypique de ces variantes pourra ainsi être cernée. Les traits les plus héritables seront ensuite utilisés pour calculer différentes distances interindividuelles. Si les individus de même famille présentent une distance petite entre elles, alors il sera possible d'utiliser ces traits dans des analyses archéologiques des liens familiaux. Il restera à déterminer si les traits fortement héritables à l'intérieur de ces populations de référence le sont de manière universelle.

- ***Etude inter- et intrapopulationelle de quelques sites du Néolithique suisse d'après les caractères discrets dentaires (diplôme Jocelyne Desideri).***

J. Desideri étudie actuellement ces traits sur différentes populations du Néolithique et du Bronze ancien suisse. Premièrement, elle tentera de déterminer s'il existe des regroupements de type familiaux dans des cimetières à la répartition des tombes connue (Barmaz VD, Corseaux VD, Sion-Ritz VS, Sion-Collines VS). Si la situation topographique entre les tombes et la distance phénotypique entre les individus selon leurs traits dentaires est corrélée, alors on pourra postuler l'existence de liens de parenté entre les sujets de ces tombes proches, quels qu'ils soient et en tirer des conclusions sur le rituel funéraire. Deuxièmement, elle reprendra le problème de l'arrivée des populations campaniformes (Sion-Petit-Chasseur VS) dans nos régions, en situant ces ensembles funéraires les uns par rapport aux autres d'après les moyennes des fréquences de leurs traits dentaires. Cette approche permettra aussi de mieux comprendre le caractère homogène ou non de ces populations néolithiques.

Bibliographie

Alt K.W. 1997
Odontologische Verwandtschaftsanalyse: Individuelle Charakteristika der Zähne in ihrer Bedeutung für Anthropologie, Archäologie und Rechtsmedizin. Fischer. Stuttgart.

Alt K.W., Vach W. 1991
The reconstruction of „genetic kinship" in prehistoric burial complexes: Problems and statistics. In: Bock H.H., Ihm P. (Hg.), Classification, data analysis and knowledge organization. Springer. Heidelberg, S. 299-310.

Alt K.W., Vach, W. 1992
Non-spatial analysis of „genetic kinship" in skeletal remains. In: Schader M. (Hg), Analyzing and modelling data and knowledge organization. Springer. Berlin, S. 247-256.

Alt K.W., Vach W. 1994
Rekonstruktion biologischer und sozialer Strukturen in ur- und frühgeschichtlichen Bevölkerungen: Innovative Ansätze zur Verwandtschaftsanalyse in der Archäologie. Prähistorische Zeitschrift 69, S. 56-91.

Alt K.W., Vach W. 1995a
Odontologic kinship analysis in skeletal remains: Concepts, methods and results. For. Sci. Int. 74, S. 99-113.

Alt K.W., Vach W. 1995b
Detection of kinship structures in skeletal remains. In: Jacob B., Bonte V., Alt K.W., Pieper P. (Hg.), Adv. in For. Sci.. Bd. 7. Odontology and anthropology. Köster. Berlin, S. 27-34.

Carbonell V.M. 1963
Variations in the frequency of shovel-shaped incisors in different populations. In: Brothwell D.R. (Hg.), Dental anthropology. Pergammon Press. London, S. 211-234.
Dahlberg A.A. 1963
Analysis of the American Indian dentition. In: Brothwell D.R. (Hg.), Dental anthropology. Pergammon Press. London, S. 149-177.

Dahlberg A.A. 1971
Penetrance and expressivity of dental traits. In: Dahlberg A.A. (Hg.), Dental morphology and evolution. Chicago University Press. Chicago. S. 257-271.

Gemmerich I. 1997
Collection I. Gemmerich: squelettes récents vaudois 1992-1993 (CH). Dossier documentaire. Bull. Soc. Suisse d'Anthrop. 3(2), S. 1-12.

Hanihara K. 1963
Crown characters of the deciduous dentition of the Japanese-American hybrids. In: Brothwell D.R. (Hg.), Dental anthropology. Pergammon Press. London, S. 105-124.

Harris E.F. 1977
Anthropologic and genetic aspects of the dental morphology of Solomon Islanders, Melanesia. Tempe: Arizona State University (Ph.D. dissertation).

Jorgensen K.D. 1956
The deciduous dentition: a descriptive and comparative anatomical study. Acta Odont. Scand. 16, S. 1-202.

Scott G.R. 1973
Dental morphology: a genetic study of American White families and variation in living Southwest Indians. Ph.D. dissertation., Tempe, Arizona State University.

Turner II C.G., Nichol C.R., Scott G.R. 1991
Scoring procedures for key morphological traits of the permanent dentition: The Arizona State University Dental Anthropology System. In: Kelley M.A., Larsen C.S. (Hg.), Advances in dental anthropology. Wiley Liss. New York, S. 13-31.

Turner II C.G. 1967
The dentition of the arctic peoples. Ph.D. dissertation, University of Wisconsin, Madison.

Carbonell 1963, Dahlberg 1963, Harris 1977, Scott 1973, Turner 1967, pour ne citer que les plus importants.

Pour les dents permanentes: Alt 1997, Alt et Vach 1991, 1992, 1994, 1995a, 1995b, Dahlberg 1971, Scott 1973, Turner Nichol et Scott 1991, pour les dents déciduales: Hanihara 1963, Jorgensen 1956, Turner Nichol et Scott 1991, entre autres.

- ***Contribution à l'Archéologie Brésilienne: Etude Paléoanthropologique de quelques nécropoles de la région Nord-Est du Brésil. (thèse d'Olivia Alexandre de Carvalho).***

Par cette recherche nous souhaitons contribuer à la connaissance des populations humaines préhistoriques et historiques brésiliennes. Les populations préhistoriques choisies pour cette étude proviennent de nécropoles situées dans la région Nord-Est du Brésil.
D'après Martin (1996), les premiers habitants du territoire brésilien possédaient des caractéristiques morphologiques semblables aux indiens actuels de la région. Ces individus appartenaient aux groupes mongoloïdes descendants des groupes archaïques qui ont traversé le détroit de Béring il y a très longtemps.

Les spécialistes portent un intérêt certain à ces premières occupations humaines dans la région, ces dernières étant les plus anciennes du pays. Un exemple des recherches archéologiques dans cette région est celui entrepris par le groupe de la Fondation Musée de l'Homme Américain (FUMDHAM), dans la commune São Raimundo Nonato, dans le sud-est de l'état de Piauí. Les travaux, dirigés par le Dr. Niède Guidón, sont considérés comme étant l'ensemble archéologique le plus important dans la région. En effet 380 sites préhistoriques ont déjà été découverts, dont près de 300 présentent des peintures rupestres appartenant à des groupes ethniques qui ont occupé la région depuis 50.000 B.P.[1]

Notre étude concernant l'analyse paléodémographique de quelques sites brésiliens va permettre de mettre en place de modèles comportementaux de ces populations. Les résultats obtenus permettrons la création d'une base de données, comprenant à la fois des informations sur les aspects paléodémographiques et des analyses comparatives plus étendues. En développant une approche systématique on pourra alors définir un ensemble d'informations utiles aux recherches régionales. Un des buts que nous poursuivons est de contribuer à la formation et à l'échange de personnel, pour développer la taphonomie à Brésil au travers l'observation des connexions des squelettes. Nous devrions pouvoir mettre en évidence le type de structure funéraire observé.

Les nécropoles retenues pour cette étude appartiennent aux sites archéologiques „Justino", „São José" et „Jerimum", elles sont localisées entre les états d'Alagoas et de Sergipe, dans la vallée moyenne San Francisco. Plus de 200 squelettes complets ont été exhumés par l'équipe du Projet Archéologique Xingó en collaboration avec l'Universidade Fédéral de Sergipe et la Compagnie Hydroélectrique du São Francisco (PAX/UFS/CHESF) lors de la fouille de sauvetage à l'occasion de la construction de la centrale hydroélectrique Xingó. Plus récemment, le projet compte aussi sur la participation de la Compagnie de Pétrole Brésilien (PETROBRAS). Les squelettes prélevés ont été trouvés en position fœtale ventrale avec les crânes couverts de céramiques. La fouille de ces inhumations s'est déroulées en laboratoire. La chronologie obtenue pour ce site était de 8.950 à 1.280 B.P. (Vergne et Amâncio 1992).

L'étude des caractères morphologiques, d'après Ferembach et al. (1979), il en ira de même pour les études ostéométriques. La détermination du sexe et de l'âge sera effectuée selon les méthodes proposées par Acsádi et Nemeskéri (1970), Bruzek (1991) et par Masset (1982). Pour la détermination de l'âge au décès chez les non-adultes nous utiliserons les schémas de Ubelaker (1978) et de Buikstra et Ubelaker (1994). Pour les fœtus et les sujets jusqu'à 12 ans, nous utiliserons les méthodes de Fazekas et Kósa (1978). Nous nous intéresserons dans un second temps à la reconnaissance et la restitution de l'architecture funéraire (Duday et al. 1990). Un inventaire des pathologies sera effectué et des caractères discrets selon les méthodes décrites par Buikstra et Ubelaker (1994), et des anomalies de développement, seront enregistrés d'après Barnes (1994). Notre étude s'achèvera par analyse interpopulationelle qui situera les ensembles les uns par rapport aux autres.

Bibliographie

Acsádi G., Nemeskéri J. 1970
History of human life span and mortality. Akadémiai Kiadó. Budapest.

[1]D'après les dernières datations obtenues pour le site „Boqueirão da Pedra Furada".

Barnes E. J. 1994
Developmental Defects of the Axial Skeleton in Paleopathology. University Press of Colorado. Colorado. S. 360.

Buikstra J. E., Ubelaker D. H. 1994
Standards for data collection from human skeletal remains. Fayetteville, Arkansas Archaeological Survey. Research Series 44, S. 206.

Bruzek J. 1991
Fiabilités des procédés de détermination du sexe à partir de l'os coxal: implication à l'étude du dimorphisme sexuel de l'homme fossile. Paris: Inst. de paléontologie humaine et Muséum nat. d'hist. naturelle (Thèse de doctorat).

Duday H., Courtaud P., Crubézy E. Sellier P., Tillier A.-M. 1990
L'anthropologie de terrains: reconnaissance et interprétation des gestes funéraires. Bull. et Mém. de la Soc. d'Anthrop. de Paris, 2 (3-4), S. 29-50.

Fazekas I. G., Kósa F. 1978
Forensic fetal osteology. Akadémiai Kiadó. Budapest.

Ferembach D., Schwidetzky I., Stloukal M. 1979
Recommandations pour déterminer l'âge et le sexe sur le squelette. Bull. et Mém. de la Soc. d'Anthrop. de Paris, 6 série XIII, S. 7-45.

Martin G. 1996
Pré-história do Nordeste do Brasil. Ed. Universitária da Universidade Federal de Pernambuco.

Masset C. 1982
Estimation de l'âge au décès par les sutures crâniennes. Paris: Univ. Paris VII (Thèse).

Ubelaker D. H. 1978
Human skeletal remains. Excavation, analysis, interpretation. Chicago.

Vergne C., Amâncio S. 1992
A necrópole pré-histórica do Justino, Xingó, Sergipe. CLIO. (Série Arqueológica), Recife, UFPE 1 (8), S. 171-182.

- ***L'homme du Bichon. Sa réévaluation à la lumière des connaissances récentes (Enzo Formicola, Helga Roth et Christian Simon).***

Ce chasseur épipaléolithique se représente actuellement comme un des plus anciens squelettes trouvés au territoire suisse depuis 50 ans. Il fait parti des populations de chasseurs à l'arc qui ont habité il y a 12'000 ans de très nombreux sites sur les plateaux et dans les vallées du Massif Jurassien et ses marges.
Selon les recherches paléoclimatiques (p. ex. les résultats de carottage dans la calotte glacière du Groenland et dans des sédiments marins, Magny 1998) cet homme vivait dans une période transitoire entre le Pléistocène final et le début de l'Holocène durant de fortes instabilités climatiques entre refroidissement et réchauffement assez rapide où s'amorce la mutation continue des modes de vie ancestrales de chasseurs et de cueilleurs vers la sédentarisation.
Le Bichon est un homme assez robuste d'âge moyen de 20 ans. Il possède un crâne allongé ressemblant au type „cromagnoïde" (face basse et large, orbites rectangulaires, ouverture du nez large). Sa stature est de taille moyenne en comparaison avec celle des paléolithiques supérieurs.

Il est donc intéressant de définir de manière plus détaillée la morphologie du squelette du Bichon et d'essayer de retracer les transformations enregistrées. Le Département d'Anthropologie dispose depuis longtemps d'une importante banque de données. Elle permet une comparaison avec les populations anciennes de chasseurs aux subactuelles sédentaires en impliquant également les observations de recherches récentes organisées en coopérations avec d'autres laboratoires. Ces travaux sont en cours et seront réunis dans la monographie sur l'homme de la Grotte du Bichon.

- ***Etude de la mandibulaire du Bichon (Helga Roth et Christian Simon).***

Une évaluation de la forme de la mandibule sera effectuée par les mensurations de 7 longueurs et 7 largeurs. Les points d'intersections représentent les coordonnées cartésiennes des incisives latérales aux 3ièmes molaires. Ils sont mesurées par un dispositif de mensuration construit par Roth (1983). Le Bichon sera comparé aux données de plus de 80 mandibules fossiles et subactuelles (Roth et Simon 1993, 1995).

- ***Chrono-evolution et variabilité des populations du Paléolithique et du Mésolithique en Europe (Helga Roth, Frederique Valentin et Christian Simon).***

Des études statistiques sur le sujet ont été menées par Henke entre 1983 et 1995. Recherchant l'aspect de la différenciation des hominidés du Pléistocène final en Europe, il analyse 546 individus de sexe connu d'Europe, du Proche Orient et d'Afrique du nord. Les données proviennent de la banque de données à Mayence et de la littérature. 32 variables crâniens sont étudiées par des méthodes de statistiques descriptives et multivariées ainsi que 8 indicateurs du sexe et de l'âge individuel, de la situation géographique et géochronologique des spécimens permettant de comparer des sous-groupes. Une de ses conclusions montre que c'est par leur robustesse, que les épipaléolithiques d'Afrique du nord ou Ibéro-Maurusiens se rapprochent aussi bien des proto-cromagnoïdes d'Israël de Skhul-Qafzeh que des Paléolithiques européens mais pas de leurs contemporains européens autour de 7'000 BP. En Europe, Henke constate la tendance de gracilisation entre le Paléolithique et le Mésolithique. Il trouve une différence dans les formes mésolithiques entre des régions européens occidentales avec des crânes plus eurydolichomorphes et des régions de l'est avec des formes plus leptodolichomorphes.

Nous avons analysé les crânes des Epipaléolithiques et des Mésolithiques d'Europe par des analyses en composantes principales basée sur des variables crâniennes et faciales (N= 488). Les populations ne se séparent que très peu. La variabilité est exprimée surtout par les caractères de la face. Au cours du temps la variabilité se réduit avec une nette tendance de gracilisation des Paléolithiques (couvrant la plus grande partie de la distribution) au groupe des rubanés (faces et orbites encore plus étroites, nez plus longs). Par rapport aux européens, les Mésolithiques d'Afrique du nord et du Proche Orient ont une variabilité neuro-crânienne exprimée. La gracilisation est moins visible pour les Mésolithiques d'Afrique du Nord.
Les européens ont été divisés en groupes géographiques (Centre, Sud et Est). La dispersion des Paléolithiques couvre entièrement, comme le groupe Sud, et en partie tous les autres groupes. On observe que la variabilité morphologique au sein des Mésolithiques dépend à la fois des caractéristiques des groupes Est et Centre.

Ce qui frappe dans une subdivision plus fine, 10 groupes géographiques et chronologiques (avec la banque de données du Laboratoire de ^{14}C à Lyon), c'est que les Mésolithiques du Sud, l'Italie et l'Espagne sont moins cohérents entre eux et par rapport aux Paléolithiques. L'Italie, avec des crânes moyennement long, est plus variable en largeur et comporte aussi des sujets sensiblement allongés - étroits. L'Espagne, plus variable pour les longueurs, comporte aussi de très petits sujets. La France a une position centrale.
Tout de même, les différences de taille et de robustesse (10 variables du squelette postcrânien) font éclater les Mésolithiques européens et les Paléolithiques et donnent un découpage régionalisant interprétable surtout en fonction de la taille. D'une façon générale, il y a une plus grande robustesse, en particulier de l'humérus, et une plus forte variation des tailles chez les Mésolithiques européens. Les Paléolithiques y compris le groupe d'Afrique du nord paraissent relativement cohérents avec une statue est entre moyenne et grande et une robustesse avec tendance de gracilité.
Remarque: pour réellement mieux interpréter les divergences dans les populations mésolithiques plus éloignées d'Europe occidental, comme la Yougoslavie, l'Ukraine, la Grèce, le Proche Orient etc., il sera important d'intégrer des documents d'Europe central.

- Sur la base de ces résultats, nous somme en train d'analyser la position du Bichon par rapport aux squelettes contemporains et dans un contexte géographiquement proche.

Bibliographie

Roth H. 1985
Morphometric Study of the Evolution of Mandibular Arcades. J. Hum. Evol. 14, S. 563-571

Roth H., Simon C. 1992
The Relationship of Pleistocene and Modern Mandibles, Evaluated by Principal Component Analysis of the Arcade Dimensions, In: Toussaint M. (Hg.), Cinq Million d'Années, l'Aventure Humaine, E.R.A.U.L. 56, Liège, S. 111-124.

Roth H., Schrenk F., Simon C. 1995
Intérêt des arcades mandibulaires pour la phylogénie des hominidés: exemple d'Uraha 501 et de KNM-ER 992. In: Otte M. (Hg.), Nature et culture, E.R.A.U.L. 68, Liège, S. 529-561.

Henke W. 1990
Die morphometrischen Affinitäten der Epipaläolithiker Nordafrikas zu Populationen Europas und des Vorderen Orients. Homo. 41(2), S. 146-201.

Henke W. 1992
Die Proto-Cromagnoiden - Morphologische Affinitäten und phylogenetische Rolle. Anthropologie. XXX/2, S. 125-157.

Impressum

Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie
Bulletin de la Société Suisse d'Anthropologie
herausgegeben von der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie (SGA/SSA)
mit Unterstützung der Schweizerischen Akademie der Naturwissenschaften (SANW)

Redaktion:
Dr. Susi Ulrich-Bochsler, Bern

Korreferentin (textes français):
Dr. Isabelle Gemmerich Pfister, Fislisbach

Layout:
Andreas Cueni, Aesch

Bezugsort:
Redaktion: S. Ulrich-Bochsler, Historische Anthropologie, Medizinhistorisches Institut der Universität Bern, Fabrikstrasse 29d, CH - 3012 Bern
Telefon 031/631 84 92. Fax 031/631 37 82. E-mail susi.ulrich-bochsler@mhi.unibe.ch.

Herstellung: Atelier d'Impression de l'Université de Genève
Couverture: Montage Isabelle Gemmerich d'après un dessin original de Lucrezia Bieler-Beerli (Zürich) pour l'exposition du Musée d'Anthropologie de l'Université de Zürich

Erscheinungsweise: Vom Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie erscheinen in der Regel zwei Hefte pro Jahr (Frühjahr, Herbst), die zusammen einen Band bilden.

ISSN 1420 - 4835