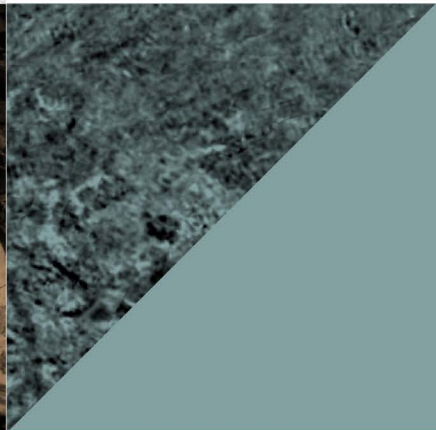


ARKÆOLOGISK FORUM

46 · 2022



INDHOLD · 46 · 2022

At skille fårene fra bukkene ZooMS som værktøj til artsbestemmelse af kæber og tænder fra får og geder * Jonas Holm Jæger	4
Status på nordiske klinkbådstraditioner – over 1000 år gammel og stadig levende! Søren Nielsen & Triona Sørensen	14
Hvordan går det så med det der teori? Indtryk og refleksioner efter Nordic TAG 2022 Anna Severine Beck	28
Det nære og det storslåede To aktuelle vikingeutstillinger fortæller helt forskellige historier Nikolaj Mangurten Rubin	36
Presenting the PastCoast-project – A novel interdisciplinary approach to the study of resilience in prehistoric marine coastal environments Arne Anderson Stamnes	50

*) Peer reviewed

At skille fårene fra bukkene

ZooMS som værktøj til artsbestemmelse af kæber og tænder fra får og geder

Jonas Holm Jæger

Abstract

Sorting the sheep

ZooMS as a tool for species identification of sheep and goat mandibles and teeth

Mandibles and teeth are of particular interest in zooarchaeology as they often form the basis of mortality profiles used in the study of prehistoric wool production. However, the methods for morphological species identification of ovicaprine mandibles and teeth suffer from problems with accuracy. ZooMS (Zooarchaeology by Mass Spectrometry) has sought to provide reliable, fast and cheap species identifications of ovicaprines. Here, the morphological identifications of 35 ovicaprine mandibles ($n = 25$) and teeth ($n = 10$) are compared to species identification by ZooMS. The results show inconsistencies in the morphological identifications. However, ZooMS only provides species information. If other information such as sex, age-at-death or health status is desired, ZooMS must be complemented with further biomolecular or osteological analyses.

Peer reviewed

De tidligste arkæologiske vidnesbyrd om får eller geder i Sydsandinavien kan med sikkerhed henføres til begyndelsen af neolitikum, måske så tidligt som slutningen af det 5. århundrede f.Kr. (Sørensen 2014:90). Med starten af bronzealderen (1700-500 f.Kr.) begynder man at se de tidligste indikationer på, at lokal fåreuld benyttes til fremstilling af tekstiler, omend i relativt små mængder (Frei et al. 2017). Ikke desto mindre vidner nyere studier om, at tekstiler og herunder uld har været en eftertragtet vare, som har indgået i komplekse handelsnetværk på tværs af bronzealderens Europa. Det er dog først med bronzealderens afslutning, at der opstår en egentlig lokal uldøkonomi (Frei et al. 2017). Denne uldøkonomi bliver især tydelig i den sene del af jernalderen og vikingetid (ca. 550-1050 e.Kr.), hvor behovet for uldtekstiler stiger. Foruden et allerede eksisterende behov for uldtekstiler af varierende kvaliteter og til forskellige formål må en øget efterspørgsel også ses i lyset af befolkningsstilvæksten i Nordeuropa samt potentielt i lyset af indførelsen af uldsejlet (Andersson 2007; Jørgensen 2012; Kastholm 2014; Margaryan et al. 2019). Hvordan den forhistoriske uldproduktion i Sydsandinavien har været organiseret, er stadig et åbent spørgsmål. Bengt Wigh (2001) har studeret det zooarkæologiske materiale fra Birka. Her konkluderes det, at fåreholdet har tilgodeset både uld- og kødproduktion. I sin gennemgang af det zooarkæologiske materiale fra Bejsebakken drager Jacob Kveiborg samme konklusion men understreger nødvendigheden af korrekte aldersestimater af de relevante dyr samt nøjagtige artsbestemmelser (Kveiborg 2019:206). Tove Hatting (1991:49ff) har beskæftiget sig med det zooarkæologiske materiale fra Ribe. Her konkluderer Hatting, at stort set alle identificerede får opnår en høj alder, hvilket er i overensstemmelse med uldproduktion.

Erik Andersen et al. (1989) estimerede, at der i 1030'erne, under Knud den Stores Nordsøimperium, har været et overordnet behov for 1.000.000 m² sejldug til at udstyre den samlede dansk-norske flåde. Selv hvis flåden kun delvist har været udstyret med uldsejl frem for sejl af plantematerialer, står dette estimat som et tydeligt eksempel på, at behovet for råmaterialer såvel som visse typer tekstiler må have været betydelig sammenlignet med tidligere perioder. Det er derfor en rimelig antagelse, at en øgning i behovet for råmaterialer må efterlade en øget mængde fåreknogler i det zooarkæologiske materiale fra perioden, såfremt dele af uldbehovet blev dækket af uld fra lokale får.

Udnyttelsen af tamdyr er et centralt emne for zooarkæologien. Gennem 1970'erne forsøgte man at opstille modeller og mortalitets- eller slagteprofiler for dyrehold med henblik på at udvikle en metode til at analysere formålet bag det enkelte dyrehold. Den bagvedliggende præmis var en forventning om en sammenhæng mellem, hvor længe et dyr holdes i live, og dyreholdets overordnede, produktionsmæssige formål (Payne 1973). Hvad angår

fårehold var antagelsen derfor, at uldproducerende får holdes i live længere end eksempelvis slagtefår således, at man maksimerede udbyttet af uld fra de individuelle får. Da aldersbestemmelser foretaget på baggrund af epifysesammenvoksninger kun kan bidrage med en slagtealder frem til sammenvoksningstidspunktet, hvilket sker omkring 3-3,5 årsalderen for et får, må aldersbestemmelser af ældre får foretages på baggrund af tandfrembrud og -slid (Buckley & Kansa 2011). Dermed er nøjagtige artsbestemmelser af kæber eller tænder fra får en forudsætning for at kunne opstille en model for, hvilke får der udnyttes med henblik på produktion af uld.

Morfologisk artsbestemmelse af får og geder

At metoderne til adskillelse af får- og gedeknogler har været påhæftet betydelige usikkerheder har været et velkendt problem i zooarkæologien (Zeder & Lapham 2010). Dette gælder ikke mindst artsbestemmelse af får og geder på baggrund af kæbe- og tandmorfologi (Zeder & Pilaar 2010). Der er gjort flere forsøg på at opstille morfologiske kriterier, hvormed det er muligt, med lav risiko for forveksling, at adskille kæber og tænder fra de to arter (Payne 1985; Helmer 2000; Halstead et al. 2002; Balasse & Ambrose 2005). I deres review af disse kriterier rejser Zeder & Pilaar (2010) en række vægtige kritikpunkter. De understreger, hvordan anvendelsen kan medføre væsentlige skævvridninger i datagrundlaget, når disse benyttes til udarbejdelsen af arts-specifikke slagteprofiler. Dermed vil slagteprofiler baseret på disse kriterier i ringe grad afspejle reelle aflivningspraksisser.

Artsbestemmelse med ZooMS

En nyere metode til artsbestemmelse af dyrekogler er Zooarchaeology by Mass Spectrometry (ZooMS) også kendt som Peptide Mass Fingerprinting. Metoden har over det seneste årti vist sig som et nyttigt værktøj til artsbestemmelse af en række biologiske materialer, herunder knogle, bløddele, sener og skind (Brandt et al. 2018). ZooMS er et billigere, hurtigere og simplere alternativ til DNA-analyser, og metoden kan med stor nøjagtighed artsbestemme og hermed adskille fåre- og gedeknogler. I visse tilfælde er det endda muligt at foretage analysen uden at beskadige prøvematerialet (Buckley et al. 2010; van Doorn et al. 2011; von Holstein et al. 2014; Welker, et al. 2015; Evans et al. 2016; McGrath et al. 2019).

I forbindelse med en ZooMS-analyse undersøges kollagenindholdet i den ønskede prøve. Kollagen er et protein, som findes i eksempelvis knoglevæv og dentin (Goldberg et al. 2011; Bruice 2015). Både knoglevæv og især dentin indeholder meget store mængder kollagen, og begge materialer er ofte godt bevarede under sydiskandinaviske forhold. Dentin er et meget hårdt materiale, som er særdeles modstandsdygtigt overfor nedbrydning i jorden. Da tænder ofte udgør en stor del af en zooarkæologisk assemblage, ud-

gør tænder en særdeles værdifuld genstandsgruppe i denne sammenhæng (Buckley et al. 2008; Buckley et al. 2010).

Artsbestemmelse af får og geder med ZooMS

For at vurdere, hvorvidt ZooMS udgør en bedre metode til artsbestemmelse af kæber og tænder fra får og geder, sammenlignet med kriterierne for morfologisk artsbestemmelse, foretog forfatteren en række ZooMS-analyser på morfologisk artsbestemte tænder og kæber fra får og geder. I forbindelse med undersøgelsen blev der anvendt 25 hele kæber og 10 tænder fra fem svenske lokaliteter: Löddeköpinge 90:1 (Johanson 2000), Nabberör (Zachrisson 2020), Öllsjo 67:1 (Macheridis 2020a), Öllsjo 6:22 (Macheridis 2020b) samt Västra Karaby 24 (Helgesson 2002). Alle samples stammede fra kontekster sikkert dateret fra yngre germansk jernalder til sen vikingetid eller tidlig middelalder (Macheridis, S. personlig meddelelse, 29. juni 2020). Alle samples blev morfologisk artsbestemt af en zooarkæolog med udgangspunkt i kriterierne beskrevet af Payne (1985), Halstead et al. (2002), Balaase & Ambrose (2005) og Zeder & Pilaar (2010) samt gennem sammenligning med den zooarkæologiske referencesamling ved Lunds Universitet (se tab. 1).

Som det fremgår af tab. 1 kunne, af de 35 samples, 12 henføres til får; 12 til ged samt 11 til enten får eller ged på basis af den morfologiske artsbestemmelse.

Der blev udtaget prøver fra tændernes rødder med henblik på ZooMS-analyse. Analysen blev foretaget i henhold til fremgangsmåderne beskrevet af Buckley et al. (2009) og van Doorn et al. (2011). Inden udtagning af prøven blev tandroden rengjort med et kuglebor monteret på et Dremel multiværktøj. Selve udtagning af materiale til ZooMS foregik ved hjælp af et diamantskivebor ligeledes monteret på et Dremel multiværktøj. Alle værktøjer og arbejdsoverflader blev inden brug desinficeret med en kloropløsning efterfulgt af ethanol. Prøvemængden varierede fra 24,9 mg til 131,2 mg. Hver prøve blev analyseret over tre omgange med hver prøve analyseret tre gange pr. omgang. Foruden de arkæologiske samples blev analysen foretaget ved brug af en positiv og negativ kontrolsample for at udelukke kontaminering. Den positive sample bestod af en tand fra kvæg og den negative sample blev behandlet som de resterende men indeholdt intet biologisk materiale. Alle prøver til ZooMS blev udtaget, ekstraheret og forberedt af forfatteren i et dedikeret, keratin-kontrolleret laboratorie ved Section for Evolutionary Genomics på GLOBE-Instituttet, Københavns Universitet. Efterfølgende MALDI-TOF (Matrix Assisted LASER Desorption/Ionization Time-of-Flight) massespektrometri blev foretaget ved BioArCh, University of York. Behandling af rådata blev efterfølgende foretaget i mMass v. 5.4.1. Rådata og behandlede data er frit tilgængelige og deponeret i GitHub (jhj-proteomics 2020).

SAMPLE ID	PROVINIENCE	CHRONO- LOGY	TAXA*	ANATOMI***	PART	SIDE	MWS/PAYNE CLASS	AGE**	NSP
SH1	Löddeköpinge 90:1	Viking (800-950 AD)	Ovis/ Capra	Mandibula	M1-3, corpus	d	M1 h M2 g. bra val	2-7y	1
SH2	Löddeköpinge 90:1	Viking (800-950 AD)	Ovis	Mandibula	dp2-4, corpus	s	dp4 18L/k	19-22 m	1
SH3	Löddeköpinge 90:1	Viking (800-950 AD)	Ovis?	Mandibula	P4-M3, corpus	s	46/l	e. 10y	1
SH4	Löddeköpinge 90:1	Viking (800-950 AD)	Ovis/ Capra	Mandibula	dp2-M1, corpus	d	dp4 f M1b M2 C	5-8 m (C3/4)	1
SH5	Löddeköpinge 90:1	Viking (800-950 AD)	Capra	Mandibula	(l), diastema, P3-M1, (M2), M3	s	F	c 3-4y	1
SH6	Löddeköpinge 90:1	Viking (800-950 AD)	Ovis	Mandibula	diastema, dp2-4, M1, M2, corpus	s	dp4 13L (Capra), M1 2a, M2 C = C1/2	c 4m	1
SH7	Löddeköpinge 90:1	Viking (800-950 AD)	Capra	Mandibula	P3-M1, corpus	s	P4 9a, M1 10A=G	4-e. 9y	1
SH8	Löddeköpinge 90:1	Late Viking/ Early Medieval (1000-1100 AD)	Capra	Mandibula	P3-M3, corpus	d	MWS 50 (P4g, M1j, M2 g, M3g)/P4: 12S, M1: 11A, M2: 9A, M3: 11G=G	4-e.9y	1
SH9	Löddeköpinge 90:1	Late Viking/ Early Medieval (1000-1100 AD)	Capra	Mandibula	diastema, P3-M3, corpus	d	MWS 53 (P4j, M1k, M2g, M3g)/P4: 14S, M1: 12A, M2: 9A, M3: 11G=G	4-e.9y	1
SH10	Löddeköpinge 90:1	Viking (800-950 AD)	Capra	Mandibula	complete: (P2), P3-M3	s	MWS 53/P4 12S, M1 12a, M2 9a, M3 11g=G	4-e. 9y	1
SH11	Löddeköpinge 90:1	Viking (800-950 AD)	Capra	Mandibula	complete	s	MWS 46/P4 8a, M1 9a, M2 9a, M3 7a=F9/10	4y	1
SH12	Löddeköpinge 90:1	Viking (800-950 AD)	Ovis/ Capra	Mandibula	dp4, P2, (P3), P4, corpus, diastema	s	dp4 23L, P4E	22-24 m	1
SH13	Löddeköpinge 90:1	Late Viking (950-1050 AD)	Ovis/ Capra	Dens-	M2-	s	bra val. Bedöm igen	3-7 y	1
SH14	Löddeköpinge 90:1	Late Viking (950-1050 AD)	Ovis?	Mandibula	dp2-4 (M1), corpus	s	dp4: 16L/g. bra val	1-2 y	1
SH15	Löddeköpinge 90:1	Viking (800-950 AD)	Ovis/ Capra	Mandibula	P3-M1, corpus	d	bra val	>4-5 y	1
SH16	Löddeköpinge 90:1	Late Viking (950-1050 AD)	Ovis	Mandibula	P3-M3, corpus, diastem (P2)	s	:WS 31 (P4:U, M1:g, M2: f, M3: E)/P4: U, M1: 9A, M2: 8a, M3: E/H =E3+	30 m	1
SH17	Löddeköpinge 90:1	Late Viking (950-1050 AD)	Ovis	Mandibula	P2-M3, corpus, diastema	s	MWS 51 (P4: g, M1: k, M2 g, M3 g)/P4: 12S, M1: 12a, M2:9a, M3: 11g=G	4-e.9y	1
SH18	Löddeköpinge 90:1	Late Viking (950-1050 AD)	Ovis/ Capra	Mandibula	dp3-M1, corpus	s	MWS 15 (dp4: f, M1 E, M2 C)/dp4: 13L, M1: E, M2 C=B	2 m	1
SH19	Löddeköpinge 90:1	Late Viking (950-1050 AD)	Ovis?	Dens	M3-	s	c/5a=E1/2	23 m	1
SH20	Löddeköpinge 90:1	Viking (850-950 AD)	Ovis/ Capra	Mandibula	dp4, M1-2, corpus	s	dp4h, M1f, M2b/ dp4: 16L, M1: 8A, M2: 2A=D1-4	12-15 m	1
SH21	Löddeköpinge 90:1	Viking (850-950 AD)	Ovis/ capra	Dens	M3-	s	c/4a=E3+	30 m	1
SH22	Nabberör 1938	Vendel	Capra	Mandibula	dp2-M2, corpus	d	MWS31	20 m	1
SH23	Öllsjö 67:1	Late Ven- del-Early Viking (670-810 AD)	Ovis/ Capra	Dens	M1/2-	s	-	>1 y	1

SAMPLE ID	PROVINIENCE	CHRONO-LOGY	TAXA*	ANATOMI***	PART	SIDE	MWS/PAYNE CLASS	AGE**	NSP
SH24	Öllsjö 6:22	Late Viking/ Early Medieval (11th cent AD)	Ovis/ Capra	Dens	M1-	s	-	>4 y	1
SH25	Öllsjö 6:22	Late Viking/ Early Medieval	Ovis	Mandibula	P3-M3, corpus	d	-	30 m	1
SH26	Öllsjö 6:22	Late Viking/ Early Medieval	Ovis/ Capra	Mandibula	dp2-M1, corpus	s	-	2 m	1
SH27	Öllsjö 6:22	Viking/Early Medieval	Ovis	Mandibula	dp2-M1, corpus	d	-	12 m	1
SH28	Öllsjö 6:22	Viking/Early Medieval	Ovis/ Capra	Mandibula	M1-M2, corpus	d	-	12 m	1
SH29	V Karaby 24	Vendel	Ovis?	Mandibula	dp2-M2, corpus	s	-	8 m	1
SH30	V Karaby 24	Vendel	Ovis/ Capra	Dens	M3-	s	-	3-4 y	1
SH31	V Karaby 24	Vendel	Ovis aries	Dens	M2-	d	-	3-7 y	1
SH32	V Karaby 24	Vendel (7th cent AD)	Ovis aries	Dens	M2-	d	-	15-17 m	1
SH33	V Karaby 24	Vendel	Capra	Mandibula	P3-M2, corpus	s	-	e. 8 y	1
SH34	V Karaby 24	Vendel	Ovis aries?	Dens	M3-	s	-	30 m	1
SH35	V Karaby 24	Vendel	Ovis/ Capra	Dens	M3-	d	-	20 m	1

Tab. 1. *Taksonomisk identifikation er baseret på Payne (1985), Halstead & Collins (2002), Balasse & Ambrose (2005) og Zeder & Pilaar (2010). **Alder er baseret på Jones (2006) *** Mandibula = underkæbe, dens = tand (Macheridis, S. personlig kommentar, 29. juni 2020).

Resultater

Resultatet af ZooMS analysen viste, at ud af de 35 analyserede samples kunne 26 henføres til får; to til ged; fire fra enten får eller ged, mens tre samples ikke indeholdt tilstrækkeligt med kollagen til at kunne give en sikker artsbestemmelse. Den positive kontrol kunne henføres til kvæg som forventet og den negative indeholdt ingen kollagen (Jæger 2020). Resultaterne fra den morfologiske artsbestemmelse og ZooMS er præsenteret i fig. 1.

Af resultaterne ses en tydelig uoverensstemmelse mellem de to fremgangsmåder. Det er iøjnefaldende, at en stor del af gederne er fejlbestemt på baggrund af de morfologiske artsbestemmelser. Dette resultat er dog helt i overensstemmelse med observationerne gjort af Pilaar Birch et al. (2019), som bemærker, at artsbestemmelser foretaget ved hjælp af de morfologiske kriterier præsenteret af Zeder & Pilaar (2010) netop medfører en overrepræsentation af geder.

På baggrund af de præsenterede resultater tegner der sig et billede af, at der

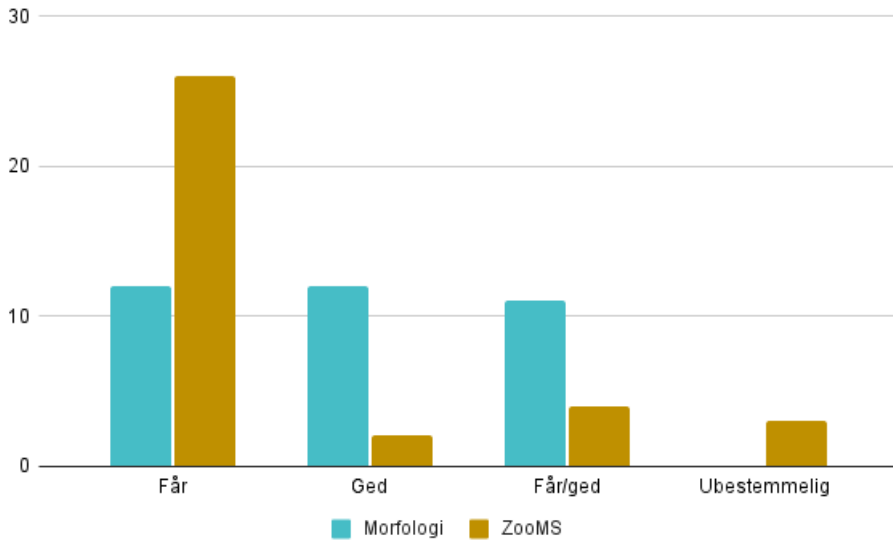


Fig. 1. Relativ fordeling af artsbestemmelser foretaget på baggrund af morfologiske artsbestemmelser og artsbestemmelse ved ZooMS.

med en vis sandsynlighed vil forekomme fejlidentificeringer blandt morfologisk artsbestemte kæber og tænder fra får og geder. Dette er ikke nødvendigvis problematisk i de tilfælde, hvor en zooarkæologisk assemblage fremstår med komplette eller delvist komplette individer, da en morfologisk artsbestemmelse ville kunne foretages på det postkraniale skelet. Dette er dog desværre ikke altid tilfældet, og her vil ZooMS udgøre et velegnet værktøj til at sikre en nøjagtig artsbestemmelse. Derudover vil metoden være særlig anvendelig i de tilfælde, hvor et materiale fremstår meget fragmenteret eller hvis de relevante knogleelementer fremstår uden de nødvendige diagnostiske træk (Brandt et al. 2018). Da det er muligt at foretage analyser med ZooMS uden at beskadige prøvematerialet, kan metoden ydermere bruges til analyser af genstande, som enten er sjældne eller på anden vis for værdifulde til udtagning af prøvemateriale.

Metoden har dog også sine begrænsninger og udfordringer. Som ved andre naturvidenskabelige analyser udgør kontaminering altid en risiko. Kontaminering kan dog undgås ved korrekt håndtering af prøvemateriale, brug af steriliserede værktøjer, keratin-kontrollerede laboratoriefaciliteter og ved brug af negative kontroller (Hendy et al. 2018). Derudover er ZooMS underlagt den begrænsning, at den udelukkende kan bidrage med artsinformation. Metoden giver dermed ingen informationer om alder, køn, eventuelle pato-

logier eller lignende. I de tilfælde, hvor yderligere information ønskes, må ZooMS-analysen derfor suppleres med zooarkæologiske undersøgelser eller andre biomolekylære analyser. Derudover findes der meget tæt beslægtede dyrearter, hvor det endnu ikke er muligt at skelne mellem de to. Dette er dog ikke umiddelbart en begrænsning, som omfatter dyr, der normalt forbindes med sydkandinaviske dyrehold (Brandt et al. 2018).

Konklusion og perspektiver

Nøjagtige metoder til artsbestemmelse og aldersvurdering af dyreknogler er en forudsætning for at opstille slagteprofiler, der på artsspecifikt niveau kan hjælpe med at forstå formålet bag forhistoriske dyrehold. I denne sammenhæng udgør får og geder en særlig udfordring, da knogleelementer let forveksles, herunder kæber og tænder. Dette er på trods af flere forsøg på at identificere diagnostiske træk, hvorpå en sikker artsbestemmelse kan baseres. Da slagteprofiler af ældre dyr, herunder fårehold målrettet optimering af uldudbyttet, nødvendigvis må baseres på en aldersvurdering foretaget på baggrund af tandfrembrud eller -slid fremfor epifysesammenvoksninger, er en sikker artsbestemmelse af kæber eller tænder en nødvendighed. Da en zooarkæologisk assemblage ofte fremstår fragmenteret uden komplette individer, kan en artsbestemmelse ikke altid sikres gennem metoder baseret på knoglemorfologi. I disse tilfælde udgør ZooMS et billigere og hurtigere alternativ til DNA-analyser og kan foretages minimalt destruktivt og i visse tilfælde non-destruktivt. ZooMS er dermed et velegnet alternativ til morfologisk artsbestemmelse af får og geder.

Der kan ikke være tvivl om, at uld har været et uundværligt råmateriale i Sydskandinavien gennem forhistorien. Men hvordan fåreholdet har været organiseret, hvordan forholdene omkring uldproduktionen har ændret sig over tid og hvordan ændrede behov har påvirket fåreholdet er stadig åbne spørgsmål. Men for at komme tættere på en forståelse af, hvordan produktionen af uld har udviklet sig, er det nødvendigt at inddrage værktøjer fra andre naturvidenskabelige discipliner som supplement til zooarkæologiske undersøgelser. Palaeoproteomics (studiet af forhistoriske proteiner) er en ung disciplin i stadig udvikling (Cappellini et al. 2014; Hendry et al. 2018) der, foruden artsbestemmelse, kan benyttes i en lang række andre sammenhænge. Herunder til kønsbestemmelse eller til undersøgelser af udnyttelsen af sekundærprodukter (Stewart et al. 2017; Charlton et al. 2019; Parker et al. 2019; Ramsøe et al. 2021; Wilkin et al. 2021). Ydermere vil ZooMS, eller lignende metoder, på sigt kunne automatiseres helt eller delvist og optimeres til en grad, hvor hundredvis af samples vil kunne analyseres på få minutter, hvilket muliggør analyser af meget store fundmængder. En automatiseret proces vil tilmed minimere risikoen for menneskelige fejl eller kontaminering i processen (Rüther et al. 2021).

Med nye muligheder for at analysere og studere proteiner fra forhistoriske dyrehold, åbner der sig helt nye muligheder for, hvilke spørgsmål og problemstillinger der kan undersøges. Ved at kombinere ZooMS og morfologiske metoder til artsbestemmelse, kan metodiske usikkerheder undgås eller rettes. Det er derfor ønskværdigt at efterprøve kriterierne for morfologisk artsbestemmelse af kæber og tænder i flere blindstudier med muligheden for at bekræfte arten gennem ZooMS. Med potentiale for at forbedre eksisterende fremgangsmåder, samt mulighed for at foretage artsbestemmelser af ikke-diagnostiske eller fragmenterede knogler, vil det empiriske grundlag for zooarkæologiske betragtninger blive større. Resultatet vil dermed give et bedre og mere sikkert datagrundlag at basere arkæologiske tolkninger på.

Referencer

Andersen, E., J. Millard & E. Myhre 1989: *Uldsejl i 1000 år*. Vikingeskibshallen.

Andersson, E.B. 2007: Textile Tools and Production during the Viking Age. I: Gillis, C. & M.-L.B. Nosch (red.) *Ancient Textiles – Production, Crafts and Society*. Oxbow Books, 17-25.

Balasse, M. & S.H. Ambrose: Distinguishing sheep and goats using dental morphology and stable carbon isotopes in C4 grassland environments. *Journal of Archaeological Science* 32, 691-702.

Bencard, M., L.B. Jørgensen & H.B. Madsen (red.) 1991: *Ribe Excavations 1970-76*, vol. 3. Sydjysk Universitetsforlag.

Berge, R., M.E. Jasinski & K. Sognnes (red.) 2012: *N-TAG TEN – Proceedings of the 10th Nordic TAG conference at Stiklestad, Norway* 2009. Archaeopress.

Brandt, L.Ø., K. Haase & M.J. Collins 2018: Species identification using ZooMS, with reference to exploitation of animal resources in the medieval town of Odense. *Danish Journal of Archaeology* 7 (2), 139-153.

Bruice, P.Y. 2015: *Essential Organic Chemistry* (3rd ed.). Pearson Education Limited.

Buckley, M. & S.W. Kansa 2011: Collagen fingerprinting of archaeological bone and teeth remains from Domuztepe, SouthEastern Turkey. *Archaeological and Anthropological Sciences* 3 (3), 271-280.

Buckley, M., M. Collins, J. Thomas-Oats & J.C. Wilson 2009: Species identification by analysis of bone collagen using matrix-assisted laser desorption/ionisation time-of-flight mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 23, 3843-3854.

Buckley, M., M. Collins & J. Thomas-Oates. 2008: A method of isolating the collagen (I) $\alpha 2$ chain carboxyterminal peptide for species identification in bone fragments. *Analytical Biochemistry* 37, 325-334.

Buckley, M., S.W. Kansa, S. Howard, S. Campbell, J. Thomas-Oates & M. Collins 2010: Distinguishing between archaeological sheep and goat bones using a single collagen peptide. *Journal of Archaeological Science* 37, 13-20.

- Cappellini, E., M.J. Collins & M.T.P. Gilbert 2014: Biochemistry. Unlocking ancient protein palimpsests. *Science* 343 (6177), 1320-1322.
- Charlton, S., A. Ramsøe, M. Collins, O.E. Craig, R. Fischer, M. Alexander & C.F. Speller 2019: New insights into Neolithic milk consumption through proteomic analysis of dental calculus. *Archaeological and Anthropological Sciences* 11 (11), 6183–6196.
- Evans, S., I.B. i Godino, M. Álvarez, K. Rowsell, P. Collier, R.N.P. de Goodall, J. Mulville, A. Lacrouts, M.J. Collins & C. Speller 2016: Using combined biomolecular methods to explore whale exploitation and social aggregation in hunter-gatherer-fisher society in Tierra del Fuego. *Journal of Archaeological Science: Reports* 6, 757-767.
- Frei, K.M., U. Mannering, I.V. Berghe & K. Kristiansen 2017: Bronze Age wool: provenance and dye investigations of Danish textiles. *Antiquity* 91 (357), 640-954.
- Gillis, C. & M-L.B. Nosch (red.) 2007: *Ancient Textiles – Production, Crafts and Society*. Oxbow Books.
- Goldberg, M., A.B. Kulkarni, M. Young & A. Boskey 2011: Dentin: Structure, Composition and Mineralization: The role of dentin ECM in dentin formation and mineralization. *Front Biosci* (Elite red.) 3, 711-735.
- Halstead, P., P. Collins & V. Isaakidou 2002: Sorting the Sheep from the Goats: Morphological Distinctions between the Mandibles and Mandibular Teeth of Adult Ovis and Capra. *Journal of Archaeological Science* 29, 545-553.
- Hatting, T. 1991: The Archaeozoology, I: Bencard, M., L.B. Jørgensen & H.B. Madsen (red.) *Ribe Excavations 1970-76*, vol. 3. Sydjysk Universitetsforlag, 43-57.
- Helgesson, B. 2002: *Järnålderens Skåne – Samhälle, centra och regioner*, Acta Archaeological Ludensia 8 (38). Almqvist & Wiksell International.
- Helmer, D. 2000: Discrimination des genres Ovis et Capra à l'aide des prémolaires inférieures 3 et 4 et interprétation des âges d'abattage: l'exemple de Dikili Tash (Grèce). *Anthropozoologica* 31, 29-38.
- Hendy, J., F. Welker, B. Demarchi, C. Speller, C. Warinner & M.J. Collins 2018: A guide to ancient protein studies. *Nature Ecology and Evolution* 2 (5), 791-799.
- jhj-proteomics 2020
<https://github.com/jhj-proteomics>
 (tilgæet 04.05.2022)
- Johansson, F. 2000: Benmaterialet från Löddeköpinge 90:1. I: Svanberg, F. & B. Söderberg (red.) 2000: *Porten till Skåne – Löddeköpinge under järnålder och medeltid*. Riksantikvarieämbetet.
- Jones, G.G. 2006: Tooth Eruption and Wear Observed in Live Sheep from Butser Hill, the Cotswold Farm Park and Five Farms in the Pentland Hills, UK, I: Ruscillo, D. (red.) *Recent Advances in Ageing and Sexing Animal Bones*. Oxbow Books, 155-178.
- Jørgensen, L.B. 2012: The introduction of sails to Scandinavia: Raw materials, labor and land, I: Berge, R., M.E. Jasinksi & K. Sognnes (red.) *N-TAG TEN – Proceedings of the 10th Nordic TAG conference at Stiklestad, Norway 2009*. Archaeopress, 173-181.
- Jæger, J.H. 2020: *ZooMS'ing in on Sheep and Goats – Wool Production during the Southern Scandinavian Late Iron Age and the Potential of Biomolecular Methods*. Upubliceret speciale, Forhistorisk Arkæologi, SAXO-Instituttet, Københavns Universitet.
- Kastholm, O.T. 2014: Under sejlet – Vikingetidens skibe i langtidsperspektiv, I: Lyngstrøm, H. & L.C.A. Sonne (red.) 2014: *Vikingetidens aristokratiske miljøer*. Seed-money netværket Vikingetid i Danmark. Saxo-instituttet, Københavns Universitet, 103-112.
- Kveiborg, J. 2008: Fårehyrder, kvægbonder eller svineavlere – En revurdering af jernalderens dyrehold. *Kuml* 2008, 59-100.

- Kveiborg, J. 2019: Husdyrhold og fiskeri i yngre jernalder. En zooarkæologisk analyse af knoglemateriale fra Bejsebakken. I: Sarauw, T. 2019: *Bejsebakken – En nordjysk bebyggelse fra yngre jernalder og vikingetid*. Syddansk Universitetsforlag, 199–215.
- Lyngstrøm, H. & L.C.A. Sonne (red.) 2014: *Vikingetidens aristokratiske miljøer*. Seed-money netværket Vikingetid i Danmark. Saxo-instituttet, Københavns Universitet.
- Macheridis, S. 2020a: *Grophusben från en vendeltida gård: Osteologisk analys av djurben från Öllsjö 67:1*. Reports in Osteology 2020 (1).
- Macheridis, S. 2020b: *Osteologisk analys av djurben från ett sent vikingatida/tidligmedeltida gårdsläge vid Öllsjö*. Reports in Osteology 2020 (2).
- Margaryan, A., D. Lawson, M. Sikora, F. Racimo, S. Rasmussen, I. Moltke, L. Cassidy, L. Jørsboe, A. Ingason, M. Pedersen, T. Korneliusen, H. Wilhelmson, M. Bus, P. de Barros Damgaard, R. Martiniano, G. Renaud, C. Bherer, J.V. Moreno-Mayar, A. Fotakis, M. Allen, M. Molak, E. Cappellini, G. Scorrano, A. Buzhiloca, A. Fox, A. Albrechtsen, B. Schütz, B. Skar, C. Arcini, C. Falys, C.H. Jonson, D. Blaszczyk, D. Pezhemsky, G. Turner-Walker, H. Gestsdottir, I. Lundstrøm, I. Gustin, I. Mainland, I. Potekhina, I. Muntoni, J. Cheng, J. Stenderup, J. Ma, J. Gibson, J. Peets, J. Gustanfsson, K. Iversen, L. Simpson, L. Strand, L. Loe, M. Sikora, M. Florek, M. Vretemark, M. Redknap, M. Bajka, T. Pushkina, M. Søvsø, N. Grigoreva, T. Christensen, O.T. Kastholm, O. Uldum, P. Favia, P. Holck, R. Allmäe, S. Sten, S. Arge, S. Ellingvåg, V. Moiseyev, W. Bogdanowicz, Y. Magnusson, L. Orlando, D. Bradley, M.L. Jørkov, J. Arneborg, N. Lynnerup, N. Price, M.T. Gilbert, M. Allentoft, J. Bill, S. Sindbæk, L. Hedeager, K. Kristiansen, R. Nielsen, T. Werge & E. Willerslev 2019: Population genomics of the Viking World. *Nature* 585, 390–396.
- McGrath, K., K. Rowsell, C.G. St-Pierre, A. Tedder, G. Foody, C. Roberts, C. Speller & M. Collins 2019: Identifying Archaeological Bone via Non-Destructive ZooMS and the Materiality of Symbolic Expression: Examples from Iroquoian Bone Points. *Scientific Reports* 9 (11027).
- Parker, G.J., J.M. Yip, J.W. Eerkens, M. Salemi, B. Durbin-Johnson, C. Kiesow, R. Haas, J.E. Buikstra, H. Klaus, L.A. Regan, D.M. Rocke & B.S. Phinney 2019: Sex estimation using sexually dimorphic amelogenin protein fragments in human enamel. *Journal of Archaeological Science* 101, 169–180.
- Payne, S. 1973: Kill-off Patterns in Sheep and Goats: The Mandibles from Asvan Kale. *Anatolian Studies* 23, 281–303.
- Payne, S. 1985: Morphological distinction between the mandibular teeth of young sheep and goats. *Journal of Archaeological Science* 12, 139–147.
- Pilaar Birch, S.E., A. Scheu, M. Buckley & C. Çakırla 2019: Combined osteomorphological, isotopic, aDNA, and ZooMS analyses of sheep and goat remains from Neolithic Ulucak, Turkey. *Archaeological and Anthropological Sciences* 11(5), 1669–1681.
- Ramsøe, A., M. Crispin, M. Mackie, K. McGrath, R. Fischer, B. Demarchi, M.J. Collins, J. Hendy & C. Speller 2021: Assessing the degradation of ancient milk proteins through site-specific deamidation patterns. *Scientific Reports* 11 (1), 7795.
- Ruscillo, D. (red.) 2006: *Recent Advances in Ageing and Sexing Animal Bones*. Oxbow Books.
- Rüther, P. L., I.M. Husic, P. Bangsgaard, K. Murphy Gregersen, P. Pantmann, M. Carvalho, R.M. Godinho, L. Friedl, J. Cascalheira, M.L.S Jørkov, M.M. Benedetti, J. Haws, N. Bicho, F. Welker, E. Cappellini & J.V. Olsen 2021: SPIN – Species by Proteome Investigation. *bioRxiv – Biochemistry*. <https://doi.org/10.1101/2021.02.23.432520>.

Sarauw, T. 2019: *Bejsebakken – En nordjysk bebyggelse fra yngre jernalder og vikingetid*. Syddansk Universitetsforlag.

Stewart, N.A., R.F. Gerlach, R.L. Gowland, K.J. Gron & J. Montgomery 2017: Sex determination of human remains from peptides in tooth enamel. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 114 (52), 13649-13654.

Svanberg, F. & B. Söderberg (red.) 2000: *Porten till Skåne – Löddeköpinge under järnålder och medeltid*. Riksantikvarieämbetet.

Sørensen, L. 2014: From Hunter to Farmer in Northern Europe – Migration and Adaptation During the Neolithic and Bronze Age vol. I. *Acta Archaeologica* 85 (1).

van Doorn, N. L., H. Hollund & M.J. Collins 2011: A novel and non-destructive approach for ZooMS analysis: ammonium bicarbonate buffer extraction. *Archaeological and Anthropological Sciences* 3, 281-289.

von Holstein, I.C.C., S.P. Ashby, N.L. van Doorn, S.M. Sachs, M. Buckley, M. Meiri, I. Barnes, A. Brundle & M.J. Collins 2014: Searching for Scandinavians in pre-Viking Scotland: molecular fingerprinting of Early Medieval combs. *Journal of Archaeological Science* 41, 1-6.

Welker, F., M. Soressi, W. Rendu, J.J. Hublin & M. Collins 2015: Using ZooMS to identify fragmentary bone from the Late Middle/Early Upper Palaeolithic sequence of Les Cottés, France. *Journal of Archaeological Science* 54, 279-286.

Wigh, B. 2001: *Animal husbandry in the Viking Age town of Birka and its hinterland: excavations in the black earth 1990-1995*. Riksantikvarieämbetet.

Wilkin, S., A. Ventresca Miller, R. Fernandes, R. Spengler, W.T.-T. Taylor, D.R. Brown, D. Reich, D.J. Kennett, B.J. Culleton, L. Kunz, C. Fortes, A. Kitova, P. Kuznetsov, A. Epimakhov, V.F. Zaibert, A.K. Outram, E. Kitov, A. Khokhlov, D. Anthony & N. Boivin 2021: Dairying enabled Early Bronze Age Yamnaya steppe expansions. *Nature* 598, 629-633.

Zachrisson, T. 2020: Öland during the Late Iron Age and Early Middle Ages (550-1200 AD): A donkey between two strips of hay. I: Åhfeldt, L.K., C. Hedenstierna-Jonson, B. Widerström & B. Raffield (red.) *Relations and Runes: The Baltic Islands and Their Interactions During the Late Iron Age and Early Middle Ages*. Riksantikvarieämbetet, 107-126.

Zeder, M.A., & H.A. Lapham 2010: Assessing the reliability of criteria used to identify postcranial bones in sheep, Ovis, and goats, Capra. *Journal of Archaeological Science* 37, 2887-2905.

Zeder, M.A. & S.E. Pilaar 2010: Assessing the reliability of criteria used to identify mandibles and mandibular teeth in sheep, Ovis, and goats, Capra. *Journal of Archaeological Science* 37, 225-242.

Åhfeldt, L.K., C. Hedenstierna-Jonson, P. Widerström & B. Raffield (red.) 2020: *Relations and Runes: The Baltic Islands and Their Interactions During the Late Iron Age and Early Middle Ages*. Riksantikvarieämbetet.

Forfatteroplysninger:

Jonas Holm Jæger, cand.mag. i
forhistorisk arkæologi

ARKÆOLOGISK FORUM

Redaktion

Anna Beck (ansvarshavende redaktør)

Jette Rostock

Kamilla Ramsøe Majland

Mette Palm

Ole Thirup Kastholm

Signe Lützu Pedersen

Susanne Klausholm Dolleris

© Forfatterne og Arkæologisk Forum

Artikler, indlæg og billeder må ikke gengives i nogen form uden skriftlig tilladelse fra redaktionen eller forfatterne.

Skriv til Arkæologisk Forum

Arkæologisk Forum modtager gerne bidrag.

Kontakt redaktion@archaeology.dk

Peer review

Artikler, som indeholder forskningsbidrag, bliver som udgangspunkt peer reviewed.

Abonnement

Oplysninger om abonnement eller medlemskab af FaF findes på

www.archaeology.dk

Forsideillustration

Billederne stammer fra dette nummer side 21, 48 og 58.

Udgiver

Arkæologisk Forum udgives af FaF – Foreningen af Fagarkæologer

Grafisk tilrettelægning

Bente Stensen Christensen, girafisk.dk

Tryk

Stibo Complete

Oplag 210 stk.

ISSN 1399-5545

