

# Arkæologisk Forum

Nr. 44  
2021

Særtryk



Leder	OTK Ildsjælene fra 1939	1
Metode	Esben Schlosser Mauritsen & Rachel Facius Andersen Arkæologisk feltopmåling med drone Fra specialistopgave til almen praksis	3
Artikel	Riemer R. Knoop, Heleen van Londen, Monique van den Dries & Stella Landskroon* Brave new worlds Dutch archaeology in search of inspiration abroad	12
Artikel	Anna S. Beck* De lovpligtige udgravninger og begrebet "ny viden"	18
Artikel	Ole Thirup Kastholm & Jesper Langkilde Skibe i skiver – om museumsloven og punktødelæggelser	26
Naturvidenskab	Adam Cordes, Peter Steen Henriksen & Kim Henrik Hebelstrup* Drak vi øl i stenalderen? Stivelse i arkæologi og i relation til forhistorisk ølbrygning	32
Projekt	Trine Kellberg Nielsen NeanderEDGE – nyt projekt om nordlige neandertalere	40

\*Fagfællebedømt artikel

\* Peer reviewed Paper

# Drak vi øl i stenalderen?

## Stivelse i arkæologi og i relation til forhistorisk ølbrygning

Den følgende artikel diskuterer stivelses anvendelse i arkæologisk forskning og områdets muligheder for at belyse forhistorisk planteudnyttelse i relation til ølbrygning. Der præsenteres en ny metode baseret på scanning elektron mikroskopi (SEM) til at identificere maltning på forkullede kornkerner af nøgen byg type, og metodens potentiale til at belyse den tidligste brygning af øl i det danske område, samt hvilken betydning øl og alkohol kan have spillet i forhistoriske samfund. Herunder øl og alkohols betydning i forbindelse med ritualer og sociale dynamikker i tidlige landbrugssamfund i det nordeuropæiske område. Afslutningsvis diskuteres der i hvilke arkæologiske kontekster malt kan optræde, og hvad lokale museer fremover bør være opmærksomme på, for at kunne erkende bevarede spor efter maltning i forbindelse med ølbrygning.

### Introduktion

Vores viden om det tidligste øl i Skandinavien er til dato meget begrænset. På trods af stor folkelig interesse, har forskningsområdet hidtil manglet fund og konkrete metoder til at kunne dokumentere forhistorisk brygning af øl i det arkæologiske kildemateriale.

Nylige forskningsmæssige fremskridt åbner op for, at vi i fremtiden kan blive klogere på øllets mulige tilstedeværelse og betydning i tidlige agerbrugssamfund i Sydsandinavien. Forkullede korn er ofte det eneste tilbageværende produkt fra ølbrygning, der kan erkendes arkæologisk. En nyudviklet metode baseret på stivelse gør det muligt at identificere maltning på forkullede bygkorn af nøgen type, hvilket ikke tidligere har været muligt. Metoden kan på længere sigt afgøre, hvornår det tidligste malt optræder i det danske område, og dermed hvornår man begynder at brygge og drikke øl, samt i sidste ende medvirke til belyse, hvilken betydning øl og alkohol har haft i forbindelse med ritualer og sociale dynamikker i forhistoriske samfund.

I denne artikel diskuteres stivelses anvendelse i arkæologisk forskning og i hvilken grad mikroskopi-analyser af stivelseskorn, herunder fra forkullede kornkerner, kan bidrage til en større viden om forhistorisk brug og/eller dyrkning af planter og afgrøder. Med særlig vægt på det sydskandinaviske område diskuteres muligheden for at identificere korn til fremstilling af malt og øl, samt i hvilke arkæologiske sammenhænge malt kan optræde.

### Stivelsens biokemi og biologi – stivelse er næsten det samme som sukker

Stivelse er et plantestof, som udgør størstedelen af vegetabiliske fødevarer i et typisk måltid. Den biologiske funktion af stivelse i planter er at oplagre produkterne fra planters fotosyntese til brug under senere forhold, hvor mangel på lys begrænser eller umuliggør fotosyntese. Det er for eksempel i blade til brug om natten, eller i planteorganer, som skal være aktive under jorden. Det direkte produkt af fotosyntese er sukkerstoffer, og den kemiske sammensætning af stivelse er som sådan blot suktermolekyler sat sammen som perler på en snor i lange forgrenede kæder. Af samme årsag opbygger mange plantefrø netop store mængder stivelse i deres indre, også kaldet frøhvide. Disse sukkerstoffer har blandt andet to vigtige funktioner i planter: 1) at bidrage til energidannelse hvorved sukkeret nedbrydes til vand og CO<sub>2</sub>, ligesom vi kender det fra mennesker og dyrs biokemiske forbrænding; og 2) som byggestene i planteorganer. Den sidstnævnte funktion indebærer, at størstedelen af sukkerstofferne omdannes til fibre, som af mennesker ikke kan omdannes tilbage til sukker, og derfor ikke bliver optaget i menneskekroppen ved indtagelse. Stivelse er derimod let omsætteligt både for planter, dyr og mennesker. Det bliver omsat til sukker, når enzymer i tarmkanalen klipper suktermolekylerne fra. Sukkeret optages efterfølgende i blodet. Stivelse fra frø af dyrkede kornafgrøder, eller indsamlet fra vilde græsarter, er derfor en betydelig kilde til kalorier og hurtig energi. Sukkeret kan desuden, ved forgæring, omsættes til alkohol som

ud over sin berusende funktion også kan være en betydelig energikilde.

## Stivelseskorn i arkæologisk og arkæobotanisk kontekst

Stivelseskorn udgør hovedbestanddelen i mel samt kornkernens indre hvide del, frøhviden. Stivelseskorn er typisk omkring 1 til 5 mikrometer store, hvilket gør, at de ikke kan observeres med det blotte øje (fig.1a-1b). Stivelseskorn kan i stedet identificeres ved forskellige mikroskopiske metoder. De er i nogle grad genkendelige ved hjælp af almindelig lysmikroskopi. Ved tvivl kan man her benytte polariseret lys, i hvilket stivelseskorn udviser et karakteristisk såkaldt malteserkors, som er unikt. Stivelseskorn kan desuden undersøges ved meget høj opløsning under brug af SEM. Identifikation af stivelseskorn fra planter, primært ved brug af lysmikroskopi, er i stigende grad blev brugt i arkæologiske analyser i løbet af de sidste to årtier. I 2015 udgav Barton og Torrence en oversigtsartikel i *Journal of Archaeological Science*, i hvilken der identificeredes 110 publikationer fra perioden 2006-2015 omhandlende brugen af stivelseskorn i forbindelse med arkæologiske analyser. Stivelseskorn kan i nogen grad bestemmes tilhørende bestemte planteslægter. Derfor kan tilstedeværelsen af bestemte stivelseskorn være indikation for brugen af bestemte typer planter, f.eks. afgrøder. Stivelsesholdige planter, herunder afgrøder, er på denne måde blevet identificeret

brugt sammen med gruttesten eller sammen med andre stenredskaber, i keramik, i sedimenter, i spor fra fødevarer eller i tandsten. Nogle fund af stivelseskorn vurderes at være meget gamle og vidner om stivelsesbevaringsevne. Eksempelvis optræder der stivelseskorn i tandsten i to fund af homininer dateret til henholdsvis 420.000-200.000 BP og 1,2 mio. BP (Barton & Torrence 2015; Hardy *et al.* 2016).

En væsentlig andel af forhistoriske planter, herunder afgrøder, fra Sydsandinavien, er derimod kun bevaret i forkullet form. Det gælder især for korn, som i øvrigt udgør en vigtig kilde til at fastlægge udbredelsen af landbrug i oldtiden. Der er på nuværende tidspunkt gjort en lang række fund af forkullet korn fra oldtiden, som kan fortælle om hvornår og hvor man dyrkede de forskellige kornarter, men man har hidtil ikke set efter bevarede stivelseskorn i de forkullede kerner. Som tidligere nævnt, har brug af SEM vist sig nyttig til identifikation af stivelseskorn, og det er nu lykkedes forfatterne af denne artikel at påvise, at det også kan lade sig gøre på forkullet materiale, hvilket åbner helt nye muligheder for at belyse oldtidens ølbrygning (Cordes *et al.* 2021; Valamoti 2018).

## Stivelse i relation til ølbrygning

Ølbrygningens faser kan meget forenklet forklares således: Malten knuses og tilsættes varmt vand, som påbegynder mæskningsprocessen, hvor kornets ind-

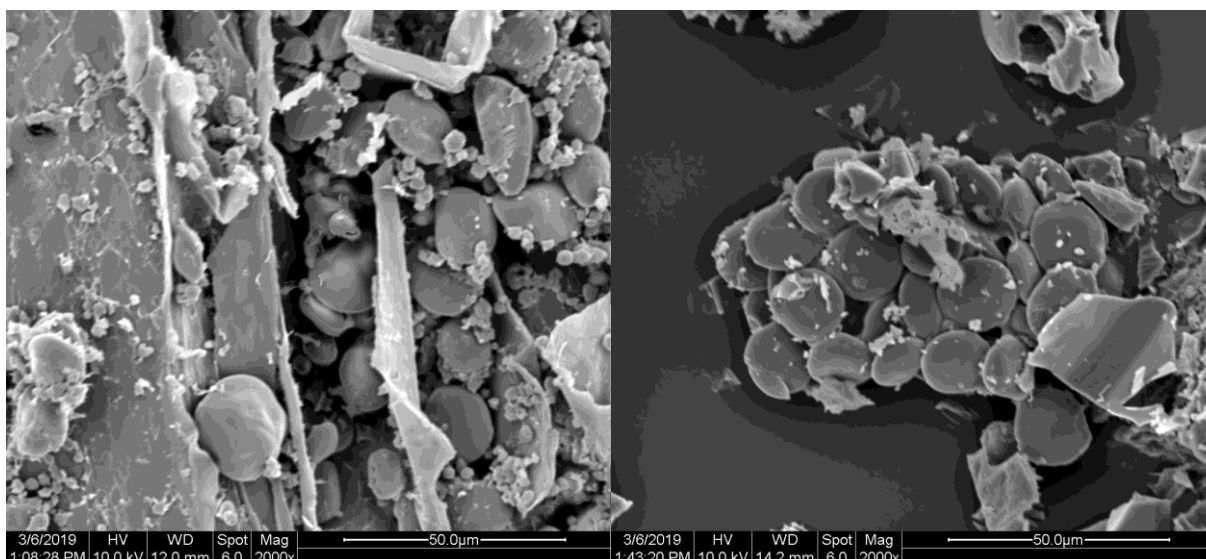


Fig 1a-1b. SEM-billede af stivelse fra byg (*Hordeum vulgare*). De enkelte stivelseskorn optræder som cirkulære og aflange former. Foto: Adam Cordes & Kim H. Hebelstrup.

<b>Maltning</b>	Kornet udsættes for vand eller fugt, hvilket påbegynder spiringsprocessen. Enzymaktivitet omdanner kornet indhold af stivelse til maltsukker. Kornet tørres eller ristes for at stoppe spirings- og omdannelsesprocessen. Herefter består kornet af malt.
<b>Mæskning/kogning</b>	Maltet knuses og tilsættes varmt vand på ca. 65°C. Herved trænger enzymer og stivelse ud og opløses i vandet, hvilket påbegynder mæskningen.  Blandingen består herefter af to dele, der kan adskilles: skaller fra maltet, og den flydende del, der kaldes urten, som anvendes i den videre brygningsproces.  Urten koges og tilsættes eventuelt planter, der giver bitterhed, som humle eller pors samt smagsgivende bær eller planter.
<b>Fermentering/gæring</b>	Urten tilsættes gær eller man lader naturlig vildgær fra omgivelserne starte gæringen, hvilket omdanner sukkerstoffet til alkohol.

Fig 2. Forenklet fremstilling af ølbrygningens faser.

hold af stivelse omdannes til sukkerstoffer af enzymer og udvaskes, hvorefter blandingen koges og filtreres. Gæringsprocesser fortærer derefter sukkerstoffet og producerer alkohol (fig. 2). Hver af brygningens overordnede faser indeholder biokemiske reaktioner, som opstår under de forskellige trin. Ved brygningens indledende fase, maltning, nedlægges kornet enten i vand eller bliver på anden vis udsat for fugt, hvorefter det drænes. Under denne proces, også kaldet støbning, bliver enzymer i kernen enten dannet eller på anden vis aktiveret. De essentielle enzymer,  $\alpha$ -amylase og  $\beta$ -amylase, omdanner herefter stivelse fra kernernes frøhvite til maltsukker, som aktiverer kornets spiringsproces. Denne omdannelse er en naturlig proces i planter, som derved opnår energi til at vokse og danne en begyndende spire (koleoptil). Ved maltning afbrydes denne proces typisk ved tørring i en ovn eller foran et ildsted, således at kernerne efter få dage udsættes for en tørringsproces, som stopper omdannelses- og spiringsprocessen. Herefter består kornet af den malt, som gennem mæsknings- og gæringsprocesser omdannes til øl og alkohol.

### Identifikation af maltning

Øllets vigtige betydning i forhistoriske samfund i Mellemøsten afspejles gennem billedmæssige fremstillinger, skriftlige kilder og arkæologiske fund fra det 4. og 5. årtusinde f.Kr. (Geller 1992, 1992a; Hornsey 2003; Manniche 2018). Arkæologiske fund fra Nord-

europa, der kan sættes i forbindelse med ølbrygning, er dog sjældne. Dette skyldes både en mangel på arkæologiske fund og manglende metoder til påvisning af øl og brygning. Én indikator på ølbrygning er tilstedeværelsen af malt. Tidligere studier har påvist maltning i relation til ølbrygning på baggrund af spirede avnklædte bygkerner på bronzealderlokaliteterne Archondiko og Argissa i Grækenland (Valamoti 2018), på den keltiske jernalderbebyggelse Eberdingen-Hochdorf (Stika 1996), på jernalderlokaliteten Roquepertuse i Frankrigs Middelhavsområde (Bouby *et al.* 2011) og på jernalderlokaliteten Uppåkra i Sverige, dateret til 5. århundrede e.Kr. (Larsson *et al.* 2018).

Et tværfagligt samarbejde mellem Nationalmuseet, Københavns Universitet og Aarhus Universitet, Flakkebjerg har for nyligt udviklet en ny metode til at identificere spiring og maltning på forkullede kornkerner af den nøgne type. Samarbejdet opstod i forsøget på at løse et hidtil eksisterende problem indenfor arkæobotanik, der bunder i dyrkningen af to forskellige bygsorter i forhistorisk tid. De første bønder dyrkede nøgen byg, hvor kernerne sidder løst i avnerne i modsætning til den avnklædte byg, hvor avnerne sidder fast på kernen. Den nøgne byg dominerer sammen med hvedarten emmer landbruget i neolitikum og bronzealder. Først midt i bronzealderen på Sjælland og under jernalderen i Jylland overgår man til at dyrke den avnklædte byg, som stadig dyrkes i dag (Henriksen *et al.* 2018). De to sorter adskiller sig fra hinanden under spiring og maltning. På



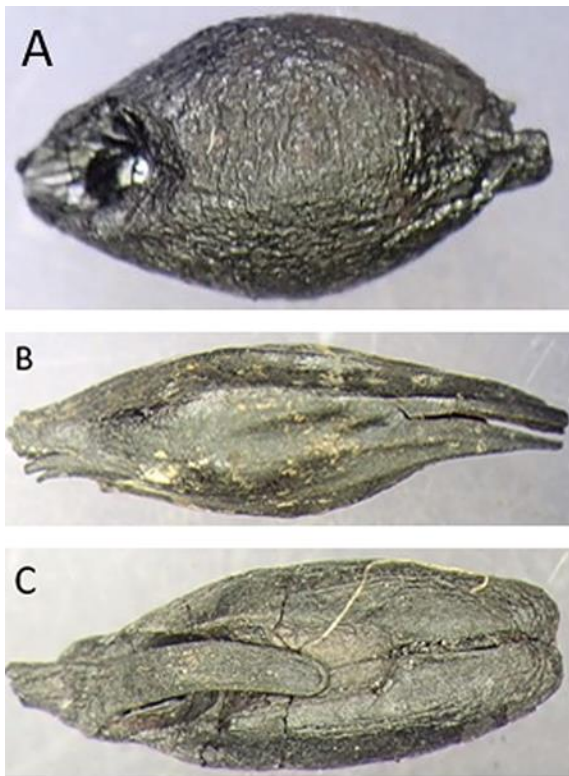


Fig. 3. A) Forkullet nøgenbyg. B) Forkullet spiret avnklædt byg. C) Forkullet spiret avnklædt byg uden den dækkende avn. Spiren (koleoptilen) kan ses danne en fure i kernens overside. Fotos: Peter Steen Henriksen.

den avnklædte byg vokser den begyndende spire (koleoptilen) under kernens avner, og danner hermed en let genkendelig fure i kernens overside (fig. 3b-3c). Den nøgne kerne er ikke dækket af avner, og på denne vokser spiren frit ud fra kernen og danner derfor ikke den karakteristiske fure, der muliggør identifikationen

af malt på makroskopisk niveau (fig. 3a). Eftersom at kornmaterialet i både neolitikum og bronzealder domineres af den nøgne bygtype, kan malt være underrepræsenteret i disse perioder i det danske område, hvilket tæller flere tusinde år af Danmarks forhistorie.

Udviklingen af en ny metode til at kunne identificere malt på mikroskopisk niveau løser imidlertid dette problem. Metoden er baseret på brug af SEM, og blev udviklet i forbindelse med et kandidatspeciale i forhistorisk arkæologi på Københavns Universitet (Cordes *et al.* 2021; Cordes 2019). Oprettelse af komparative samlinger af både maltede og umaltede nøgne og avnklædte byg forkullet ved forskellige intervaller og temperaturer, dannede grundlag for projektets eksperimentelle undersøgelser. Det blev dokumenteret at arkæologiske korn op til 6000 år gamle, bevarer store dele af deres indre struktur og stivelsesindhold på trods af forkulning og deponering i jorden i mange tusinde år. Undersøgelser af stivelsesindholdet viste, at det er muligt at dokumentere forandringer forårsaget af spirings- og maltningsprocesser på de enkelte stivelseskorn (fig. 4). Således kunne det dokumenteres, hvordan enzymer under spiringsprocessen danner huller i de enkelte stivelseskorns overflade i stil med, hvordan orm æder sig igennem et æble og laver ormegange. Tilstedeværelsen af spirede korn kan dog ikke udelukkende henføres til maltningsproces, da korn også spirer spontant, enten i marken inden høst eller under opbevaring, hvis det udsættes for vand eller fugt. Eksperimenterne viste, at metoden kan anvendes til at afgøre hvorvidt, der er tale om en spontan spiringsproces eller hvorvidt kornet er spiret som led i en maltningsproces.

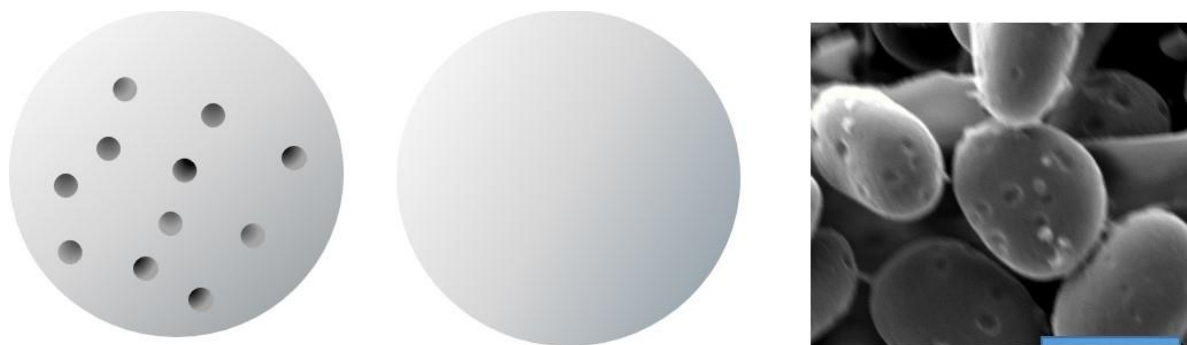


Fig. 4. Til venstre: illustration af et stivelseskorn med huller, som er forårsaget af spirings- og maltningsprocesser. I midten: illustration af stivelseskorn fra en ikke-maltet kerne. Til højre: SEM-billede fra maltbyg af stivelseskorn med huller svarende til illustrationen til venstre. Den blå kile angiver 10 µm i SEM-billedet til højre.

Illustration og foto: Kim H. Hebelstrup & Adam Cordes.

Metoden gør det muligt, ved brug af SEM, at dokumentere maltning på nøgne bygkerner, som det hidtil ikke har været muligt at identificere på baggrund af kernernes ydre (Cordes *et al.* 2021). Et nyligt publiceret studie har forslået, at tykkelsen på kernens omkransende aleuronlag, tilsvarende kan anvendes til identifikation af malt på forkullede kornkerner (Heiss *et al.* 2020). Disse nyudviklede metoder åbner op for at undersøge museernes samlinger af forkullede korn fra neolitikum og bronzealder, og giver os dermed en mulighed for at kunne påvise, hvorvidt man allerede bryggede øl i disse perioder.

Hermed åbner der sig mulighed for at kunne påvise, hvorvidt de tidlige indvandrende bønder i det sydskandinaviske område omdannede deres korn til malt og øl, og hvorvidt den vigtige viden om at omdanne kornet til malt, øl og alkohol, kan have været en del af den "neolitiske pakke" med husdyrhold og korn dyrkning, der optræder i det sydskandinaviske område fra 4000 f.Kr. (Bogucki 2017; Dineley 2004). Befolkningsvækst i neolitikum har sandsynligvis medført et øget behov for sociale begivenheder og feasts, hvori øl og alkohol kan have spillet en vigtig rolle i forbindelse med fællesskabsdyrkelse og nedbrydelse af hierarkier (Hayden 2009; Shennan *et al.* 2013).

## Det tidligste øl i det danske område

Det tidligste kendte øl fra Europa er blevet påvist ved kemiske analyser af keramik fra Can Sadurní, Spanien, og dateres til omkring 4000 f.Kr., hvilket er samtidigt med landbrugets udbredelse i det sydskandinaviske område (Blasco *et al.* 2008). Ligheder i materiel kultur i neolitisk samfund i Europa indikerer, at udveksling af innovationer var essentielt blandt de neolitiske samfund på det europæiske kontinent. Derfor er det ikke utænkeligt, at viden om omdannelsen af korn til øl og alkohol, kan have nået det nordeuropæiske- og sydskandinaviske område allerede i den neolitiske periode. Ølbrygning kræver ingen avancerede redskaber foruden korn, vand og beholdere, og eksperimenter med maltning og brygning omkring bålsteder har vist, at skåle samt store og mellemstore kar, sammenligneligt med Tragtbægerkulturens keramik, fungerer fremragende til formålet (Dineley 2004). Det er dog endnu ikke med sikkerhed lykkedes at påvise, at man i det danske område bryggede øl i neolitikum eller i bronzealderen.

Det tidligste påviste malt og sikre tegn på ølbrygning fra det danske område stammer fra en brandtomt fra Østerbølle i Nordjylland, der dateres til omkring år 0-50 e.Kr, romersk jernalder. Her fandtes ved udgravningen i 1936 store mængder korn spredt over gulvet af et treskibet hus. Undersøgelser viste, at der ved brændingstidspunktet var placeret to lerkar med korn sat til spiring i huset (Hatt 1954; Helbæk 1954). Eftersom at det øvrige korn fra huset ikke viste tegn på spiring blev det konkluderet, at kornet i lerkarrene repræsenterede malt i hver deres forskellige spirings-stadie. Fundet fra Østerbølle repræsenterer som sagt på nuværende tidspunkt det tidligste fund af malt fra det danske område, og selvom forfatterne af denne artikel anser det for sandsynligt, at bronzealderens alkoholiske drikke, heriblandt Egtvedpigens drik fundet i en barkspand i graven, har indeholdt malt, er det ikke muligt at påvise rester af malt i disse drikke. Hermed er det på nuværende tidspunkt ikke lykkedes at påvise arkæologisk, at man før år 0 anvendte malt i alkoholiske drikke i det danske område. Naturvidenskabelige analyser af bronzealderens drikke, heriblandt Egtvedpigens, indikerer, at man har drukket en form for honningsødet øl, brygget på en blanding af korn, honning og vand tilsat forskellige bær, som trane- og tyttebær samt smagsgivende planter, som porse (Troels-Smith 2018).

## Malt i arkæologiske kontekster

Arkæologiske udgravninger frembringer ofte forkullede korn, frø og andre plantedele. Disse findes typisk i huse, gruber eller i områder hvor madlavning har fundet sted, og kan repræsentere fragmenter fra diverse fødevarer, som planter, frugt, korn eller malt fra ølbrygning. Nylige fremskridt muliggør identifikation af mindre, tidligere uidentificerbare, forkullede fragmenter i takt med at teknologien, i særdeleshed mikroskoper og specifikke metoder, bliver forbedret. Identifikation af fragmenter, der enten på grund af tilberedningsteknikker eller tafonomiske omstændigheder ikke har bevaret deres oprindelige form, kræver oftest et SEM eller lysmikroskop. Dernæst er en eksperimentelt dannet komparativ samling af diverse fragmenter af forskellige fødevarer, forkullet ved forskellige temperaturer og intervaller, en nødvendighed for at undersøge celler og mikrostrukturer, og dermed muliggøre identifikation.

Det kan ofte være svært at vurdere, hvorvidt forkullet malt, korn eller måltidsrester stammer fra en tilberedningsproces eller fra en utilsigtet nærkontakt med ild, for eksempel ved tab i et madlavningsområde eller nær et bålsted. Malt kan optræde i fundkontekster, hvor det spirende korn udsættes for varme for at tørre det, hvilket, som tidligere nævnt, afbryder enzymaktiviteten og omdannelsen af kornets stivelse til sukker. Et sådant eksempel kendes fra et tørringsanlæg fundet under en udgravning af den keltiske jernalderbebyggelse ved Eberdingen-Hochdorf, Tyskland, dateret til 600-400 f.Kr. (Stika 1996). Foruden en række huse og grubehuse indeholdt lokaliteten seks lange u-formede grøfter. Eftersom der ikke kunne observeres erosion i grøfternes sider, har anlæggene antageligt været indvendigt foret med træ. Store mængder forkullede korn, heraf 98,4% avnklædt byg, blev fundet i to af grøfterne, hvoraf størstedelen var spirede. På baggrund af anlæggenes form og den store andel spirede byg, antages det, at stedet repræsenterer et bryggeri, og at anlæggene har haft funktion som tørringsanlæg til malt, hvor det spirede korn formentlig har været placeret på træ, mens svag ild og varme har cirkuleret i grøfternes nedre del. Formentlig har et uheld med ildspåsættelse af træet været skyld i grøfternes kollaps, hvorefter at malten er faldet ned i grøftens nederste lag, hvor det under udgravningen blev fundet under et lag trækul.

Som eksemplet fra Eberdingen-Hochdorf illustrerer, kan malt optræde i gruber med funktion som tørringsanlæg/ovne. Malt forkullet ved et uheld, f.eks. under

tørringen, vil dog formentlig oftest optræde i affaldsgruber og -lag sammen med andet udsmid fra husholdningen. Malt kan desuden optræde i huse og bygninger, hvor både maltnings- og brygningsaktivet kan have fundet sted, som fundet fra Østerbølle illustrerer.

### Perspektiver

Museer og udgravende arkæologer opfordres til at hjemtage prøver af forkullet materiale til SEM-analyse, også prøver som umiddelbart under udgravningstidspunktet måske vurderes som fragmenteret eller dårligt bevaret. Nye metoder og mikroskoperingsmuligheder af fragmenter af forkullet plantemateriale har vist, at cellestruktur og stivelse ofte kan identificere materialet som værende malt eller andre specifikke fødevarer. Dermed kan værdifulde informationer om fødevarer, og eventuelt brygning af øl, i dag indhentes gennem materiale, som tidligere blev anset som værende værdiløst. Forfatterne af denne artikel har for nylig modtaget et legat fra Carlsbergfondet til indkøb af et SEM til forskningsprojektet *Malt and beer brewing in North Europe*. Projektet skal i fremtiden forsøge at afklare, hvornår det tidligste øl optræder i det danske område, og hvilken rolle øl og alkohol har spillet i forhistoriske samfund. I samme forbindelse opfordres der til, at museers samlinger af forkullede korn i fremtiden undersøges med SEM for enzymatisk aktivitet, der kan afsløre forhistorisk maltning og brygning.

### Litteratur

Barton, H. & R. Torrence 2015

Cooking up recipes for ancient starch: assessing current methodologies and looking to the future. *Journal of Archaeological Science*, 194-201.

Blasco, A., M. Edo, and M.J. Villalba 2008

Evidencias de procesado y consumo de cer-veza en la cueva de Can Sadurní (Begues, Barcelona) durante la Prehistoria.

*Pro-ceedings of the IV Congreso del Neolítico Peninsular: 27-30 de noviembre de 2006*, 428-31.

Bogucki, P. 2017



“Disruptive technologies” and the transition to agriculture in Scandinavia and the British Isles.  
I: Crabtree, J. P. & P. Bogucki. *European Archaeology as Anthropology: Essays in Memory of Bernard Wailes*. Philadelphia, University Museum of Archaeology and Anthropology, 9-37.

Bouby, L., Boissinot, P., Marinval, P. 2011  
Never mind the bottle. Archaeobotanical evidence of beer-brewing in mediterranean France and the consumption of alcoholic beverages during the 5th century BCE.

*Hum. Ecol.* 39, 351–360.

<https://doi.org/10.1007/s10745-011-9395-x>

Cordes, A., Henriksen, P. S., Sørensen, L., Blennow A., Hald, M. M., Lund, J., Møller, A. N., Nielsen, P. O., Nielsen, F. O., Bech, J., H., Sarauw, T., Simonsen, J., Sparrevohn, L., Westphal, J. & K. H. Hebelstrup 2021  
Identification of prehistoric malting and partial grain germination from SEM analysis of starch granules in charred barley.

*Journal of Archaeological Science*, 125, (2021), 105297.

Cordes, A. 2019

*Malt og øl i forhistoriens Sydsandinavien*

Kandidatspeciale, Forhistorisk Arkæologi, Saxo-Instituttet, Københavns Universitet, Upubliceret.

Dineley, M. 2004

*Barley, Malt and Ale in the Neolithic*,  
BAR International Series 1213, Oxford.

Geller, J. R. 1992

*Predynastic beer production at Hierakonpolis, Upper Egypt: Archaeological evidence and hropological implications*.

Ph.D. afhandling, Washington University.

Geller, J. R. 1992a

“From Prehistory to History: Beer in Egypt”.

I: Friedman, R. & B. Adams (red.) *the Followers of Horus*, Oxbow books, 19-26.

Hardy, K., Radini, A., Buckley, S., Sarig, R., Copeland, L., Gopher, A., Barkai, R., 2016

Dental calculus reveals potential respiratory irritants and ingestion of essential plant-based nutrients at Lower Palaeolithic Qesem Cave Israel.  
*Quaternary International*, 398, 129-135.

Hayden, B. 2009

The Proof Is in the Pudding: Feasting and the Origins of Domestication.

*Current Anthropology* 50 (5):597-601.

DOI: 10.1086/605110

Hatt, G. 1938

Jernalders boplads i Himmerland.

*Aarbøger for nordisk Oldkyndighed og Historie*, 1938, Det Kongelige Nordiske Oldskriftselskab, København, 166-226.

Heiss, A., Azorin, B. M., Antolin, F., Kubiak-Martens, L., Marinova, E., Arendt, K. E., Biliaderis, G. C, Kretschmer, H., Lazaridou, A., Stika, H-P, Zarnkow, M., Baba, M., Bleicher, N., Cialowicz, K. M., Chlodnicki, M., Matuschik, I., Schlichtherle, H. & S. M. Valamoti 2020

Mashes to Mashes, Crust to Crust. Presenting a novel microstructural marker for malting in the archaeological record.

*PLOS ONE*. 15(5): e0231696.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231696>

Helbæk, H. 1954

Kornavl i Store Valby.

*Aarbøger for nordisk Oldkyndighed og Historie*, 1954, Det Kongelige Nordiske Oldskriftselskab, København, 198-205.

Henriksen, P.S., Robinson, D.E & Kelertas, K. 2018

Bronze Age agriculture, land use and vegetation at Bjerre Enge based on archaeobotanical analyses.

In: J.H. Bech, B.V. Eriksen & K. Kristiansen (eds.) *Bronze Age Settlement Structure and land Use in Thy, Northwest Denmark*.

Jysk Arkæologisk Selskab, 385-449.

Hornsey, I. S. 2003

*A History of Beer and Brewing*.

Cambridge, Royal Society of Chemistry.

Larsson, M., A. Svensson & J. Apel 2019

*Botanical evidence of malt for beer production in fifth–seventh century Uppåkra, Sweden*.

*Archaeological and Anthropological Sciences* 11, 1961-1972.

Manniche, L. 2018

I begyndelsen var øllet...

*Papyrus, Tidsskrift for Dansk Ægyptologisk Selskab*, 38/2, 2018, 18.31.

Shennan, S., Downey, S., Timpson, A., Edinborough, K, Colledge, S., Kerig, T., Manning, G. & M. G. Thomas. 2013

*Regional population collapse followed initial agriculture booms in mid-Holocene Europe.*

*Nat Commun* 4, 2486 (2013).

<https://doi.org/10.1038/ncomms3486>

Stika, H. P. 1996

Traces of a possible Celtic brewery in Eberdingen-Hochdorf, Kreis Ludwigsburg, southwest Germany. *Veg. Hist. Archaeobotany* 5, 81–88.

Troels-Smith, J., Jessen, C., & Mortensen, M. F. 2018  
Modern pollen analysis and prehistoric beer - a lecture by Jørgen Troels-Smith March 1977.

*Review of Palaeobotany and Palynology*, 259, 10-20.

Valamoti, S.M., 2018

Brewing beer in wine country? First archaeobotanical indications for beer making in Early and Middle Bronze Age Greece.

*Veg. Hist. Archaeobotany* 27, 611–625.

<https://doi.org/10.1007/s00334-017-0661-8>.

I Arkæologisk Forum er et fagligt tidsskrift der søger at sætte det arkæologiske fag ind i en større sammenhæng – både videnskabeligt og samfundsmæssigt. Her kan både arkæologisk faglige og fagpolitiske emner behandles og debatteres.

Skriv til Arkæologisk Forum:

Arkæologisk Forum modtager gerne bidrag. Kontakt redaktionen, og få råd og vink om indhold, læsere, formaliteter, deadlines m.v.

Fagfællebedømmelse:

Generelt bliver tekster i Arkæologisk Forum fagfællebedømt. Fagfællebedømte artikler er markeret med en stjerne (\*) ved forfatternavnet.

Kontakt:

redaktion@archaeology.dk  
www.archaeology.dk

© Forfatterne og Arkæologisk Forum.

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

Redaktion:

Anna Beck (ansv. redaktør)  
Jette Rostock  
Mette Palm  
Ole Thirup Kastholm  
Signe Lützau Pedersen  
Susanne Klausholm Dolleris  
Kamilla Majland

Udgiver:

Foreningen af Fagarkæologer – FaF

Forsidebillede:

Mørkholtgård – Baltic Pipe trace.  
© Museum Sønderjylland

Tryk og oplag:

Holbæk Museum trykker 250 stk.

Arkæologisk Forum udkommer:

Juni og december

Abonnement og løssalg private:

175,- kr. årligt (2 numre)  
87,50 kr. pr. nummer

ISSN 1399-5545



Foreningen af  
Fagarkæologer  
faf@archaeology.dk  
www.archaeology.dk

Nr. 44  
2021  
Arkæologisk Forum