

Bondejern

Landbefolkningens fremstilling og anvendelse af jern fra førromersk jernalder til middelalder

af *Henriette Lyngstrøm*

Gennem totusinde år har danske bønder selv fremstillet og smedet det jern, der blev anvendt til det daglige arbejde. I mange egne af Danmark var gravning af myremalm, udvinning af jern, rensning af jernsvamp og smedning af redskaber integrerede dele af livet på landet fra jernalderens begyndelse 500 år før Kristi fødsel til langt op i 1500-tallet. Mellem mange andre næringer var bonden jernproducent og smed.¹

Dansk jern i oldtid og middelalder

Bortset fra de rene jernmeteoritter findes jern ikke gedigent i naturen. Her er jern altid kemisk bundet, som tilfældet er med de velkendte, danske myre- og okkermalm.

Denne malm dannes, hvor grundvandet kommer op til overfladen, iltens jernoxid udfældes. Malmen dannes til stadighed. Næsten overalt i Danmark. Den ligger i jorden som tynde

flager eller som kompakte lag på op til en meters tykkelse.

Malmens fysiske tilstand, dens farve, form, porøsitet og vandindhold varierer betydeligt efter de forhold, hvorunder den er udfældet. Umiddelbart optræder den i to forskellige former. En hård, kompakt myremalm og en løs, jordagtig okkermalm. Også malmens kemiske sammensætning er stærkt vekslende – ikke kun fra egn til egn, men også inden for det samme lokalområde. Dens indhold af jernoxid skal være over 70%, før udvinning er rentabel.

Adgang til malm af en god fysisk og kemisk sammensætning var afgørende for, om bonden kunne fremstille jern i oldtid og middelalder.

Ved jernudvinning efter de gamle, danske principper skulle malmen først graves op, den skulle så tørres og ristes for sidst at blive opvarmet til

Henriette Lyngstrøm (f. 1955), mag.art. og ph.d. i forhistorisk arkæologi, forskningsadjunkt ved Københavns Universitet. Siden 1991 beskæftiget med den tidlige jernteknologiske kulturhistorie, et arbejde, der omfatter traditionel arkæologisk typologi, metallurgi samt eksperimental-arkæologiske studier. Adresse: Institut for Arkæologi og Etnologi, Vandkunsten 5, 1467 København K.

nær 1200 grader C i en udvindingsovn. Da smeltede slaggen og efterlod det metalliske jern som en fast, spongiøs klump: luppen eller jernsvampen.

Jernet var, modsat forholdene i de moderne højovne, fast under hele forarbejdningsprocessen, ikke flydende. Alle tidlige jerngenstande i Danmark er smedede – ingen er støbte. Jern af malm fra forskellige lokaliteter er altså ikke blandet flydende, som det var tilfældet med flere andre metaller, men svejset sammen stykke for stykke. Det er således muligt at undersøge de enkelte jernlameller metallurgisk, også når genstandene er fremstillet af mere end én.

Sammenlignet med moderne handelsjern er det gamle jern bemærkelsesværdigt kemisk rent. Det indeholder kun to vigtige legeringselementer: kulstof og fosfor.

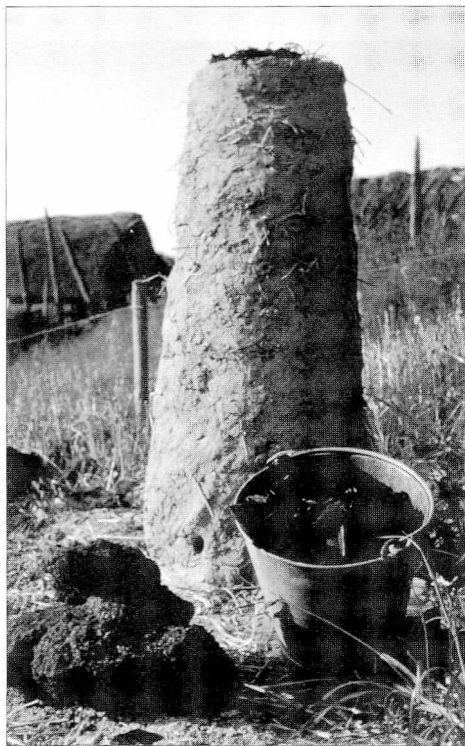
Kulstof øger jernets hårdhed og slidstyrke. Jern med mere end 0,35% kulstof, stål, kan gøres endnu hårdere ved bratkøling i vand eller olie.

Gennem oldtid og middelalder blev stål fortrinsvis anvendt til ægredskaber og til flader, der skulle kunne modstå et stort slid eller pres, som ambolte, file, slædemeder og som visse typer af søm. Knive blev kun sjældent smedet udelukkende af stål. Ofte kombinerede bønderne det seje, rene jern og det hårde stål i en optimal knivkonstruktion. På en gang blød og skarp. Stålet i mange

knive indeholder 0,8% kulstof, hvilket svarer til dét i moderne værktøjsstål.

En stor del gammelt jern indeholder også fosfor, op til 0,9%. Fosforjern er hårdt, sprødt og glinsende gråt. Fosforjern kan ikke hærdes, og fosfor hindrer til en vis grad kulstof i at difundere. Derfor er det næsten umuligt at opkulle.

Tynde knivblade af fosforjern splintrer som glas, når de tabes på et hårdt underlag. Og æggen flosser og



Myremalm, trækul og jernudvindingsovn.

er svær at holde skarp. I nutidens jernproduktion er fosfor et uønsket legeringselement, men alligevel har det vist sig, at bønder overalt i Danmark i tiden omkring Kristi fødsel faktisk foretrak fosforjern til deres halvmåneformede rageknive. De tynde knivblade blev smedet af to lameller stærkt fosforholdigt jern (0,7-0,9% fosfor), og svejsningen blev med stor sikkerhed lagt i knivens midterlinie. Det var ikke uden grund, at rageknivene blev opbevaret omhyggeligt emballeret i skindforede træfutteraler. De var vel-smedede, sarte redskaber. Også i vå-

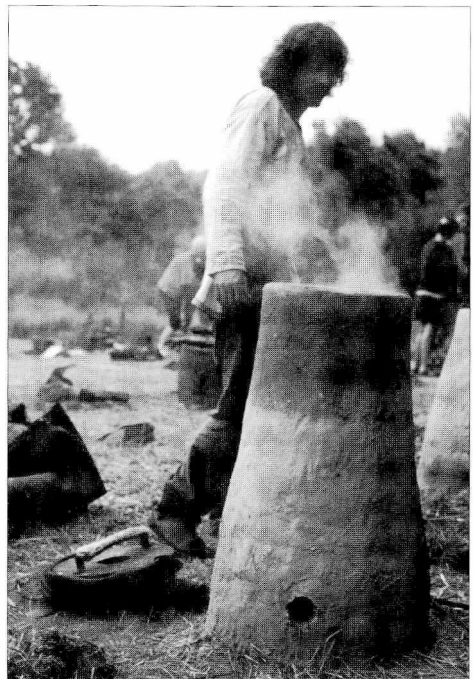
bensmedjerne var fosforjern efterspurgt til de mønstersmedede emner. Mønstersmedning er teknisk lettere at udføre i fosforjern, og resultatet fremstår smukt sølvfarvet på den ætsede og polerede overflade. Mange af de navngivne sværd, der kendes fra blandt andet sagalitteraturen, har haft mønstersmedede klinger.

Måske blev fosforjern også foretrukket til skibsnagler, fordi det kun rustet langsomt i saltvand.

Dén bonde, der kunne fremstille sta-



Den ristede myremalm knuses før den kan hældes i jernudvindingsovnen.



Jernudvindingsovnene har været placeret i beskyttende afstand fra gårdens stråttækte huse.

bile leverancer af fosforjern af sin myremalm, havde en særdeles købedygtig kundekreds. Fortrinsvis bestod den af professionelle smede tilknyttet centralmagten.

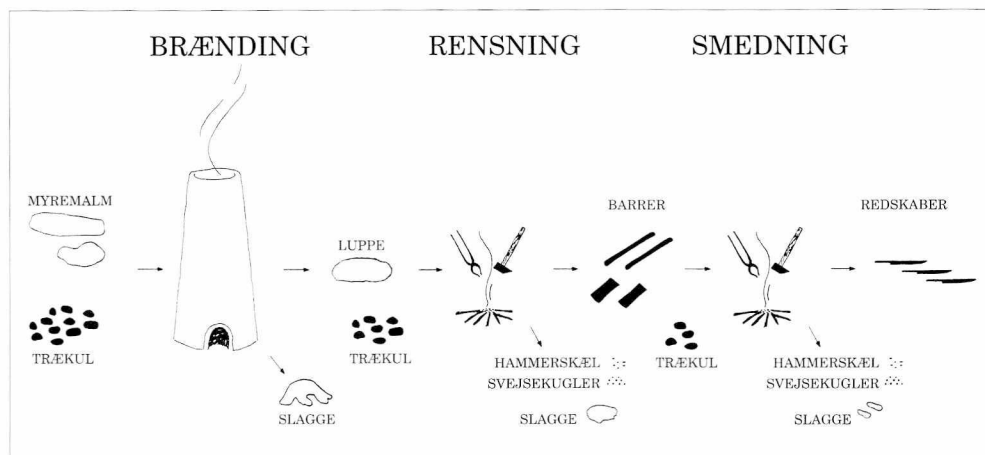
Sammenlignet med moderne handelsjern indeholder gammelt jern mange slagger. For jern og slagge blev ikke fuldstændigt adskilt ved den direkte udvindingsmetode. Slaggen indeholdt jern, og jernet indeholdt slagge. De mange slagger påvirkede ikke kvaliteten negativt, måske tværtimod. Nutidens smede er glade for at arbejde i myremalmsjern, som de finder holder en god varme og er let og elastisk at bearbejde.

Slaggen i jernet blev allerede dannet under udvindingsprocessen. Her blev små slagger fanget i jernsvampen og

fulgte så med, da svampen blev banket til jernstykker og stykkerne smedet til redskaber.

Ved hjælp af et mikroskop kan man analysere disse bittesmå slagger. Deres kemiske sammensætning afspejler den malm, der blev benyttet ved udvindingen, og svarer til sammensætningen i den slagge, der blev efterladt på de gamle jernudvindingspladser. For slaggen var affald for de danske bønder. Modsat forholdene i Sverige, hvor den tidlige jernudvinding havde et betydeligt større omfang. Her brugtes slagge som byggemateriale og kunne derfor transporteres et godt stykke bort. Men i Danmark fik slaggen lov at ligge til arkæologerne på selve udvindingspladsen.

Ved at sammenligne den kemiske kom-



De tre led i den tidlige jernteknologi: brænding, rensning og smedning. Hver arbejdsgang kræver trækul og for hvert trin øges densiteten. (AL).

bination i slagterne fra genstandene med den i slagterne fra en jernudvindingsplads kan man nogenlunde bestemme, hvorfra jernet i den enkelte genstand stammer.²

Der er således fristende mange muligheder for at gå på opdagelse med mikroskop inde i selve det gamle jern.

Jernets kulturhistorie

Men den tidlige jernteknologi er også en del af et langt og kompliceret kulturhistorisk forløb. Indtil for få år siden var forskningen i Danmark og i Europa ganske domineret af naturvidenskabernes interesse for isolerede, teknologiske aspekter.

Der har i langt højere grad været fokuseret på, hvordan man producerede jern, end på, hvorledes det samlede fundbillede skulle forklares. Men metallurgiske beregninger over produktion og udbytte bliver først for alvor værdifulde, når de relateres til det samfund, der producerede og anvendte jernet. Og netop fra Danmark foreligger et omfattende og nuanceret arkæologisk materiale til belysning af jernteknologiens kulturhistoriske implikationer – fra begyndelsen af førromersk jernalder til langt op i 1500-årene.

I områder med skov og god malm var bønderne rutinerede smeltedestre.



Forsøg med tidlig jernudvinding samler altid mange interesserede tilskuere på Historisk-Arkæologisk Forsøgscenter i Lejre.

Som i Vestjylland nær Skjern, hvor de omkring Kristi fødsel blev gravlagt med deres knive smedet af jern udvundet fra den lokale myremalm. Her havde bønder forkærlighed for store, robuste knive, tunge og med en klingelængde på omkring 10 cm. Knivene var smedet af ét enkelt stykke velbearbejdet jern uden den store mængde kulstof eller fosfor.

Jernet var tydeligvis ikke genbrugt, men direkte udvalgt på jernsvampen. Et tegn på, at smeltemester, smed og – i mange tilfælde – knivejer var den samme bonde.

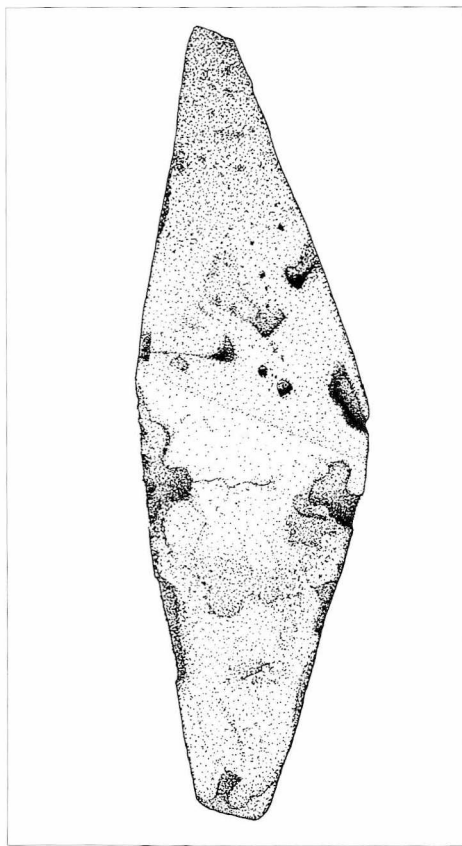
Men bønderne handlede også med jernet. For samtidig brugte de i Vendsyssel knive fremstillet af myremalm fra Vestjylland. Men knivenes skafter var smedet ud i skaftlapper, en form især de nordenfjordske bønder foretrak. Det indhandlede jern var, ganske som



En jernbarre og den færdige kniv af myremalmsjern. Historisk-Arkæologisk Forsøgscener.

det af lokal oprindelse, velbearbejdet og svejssesømmene slaggefri og skarpe. Et tegn på godt smedehåndværk.

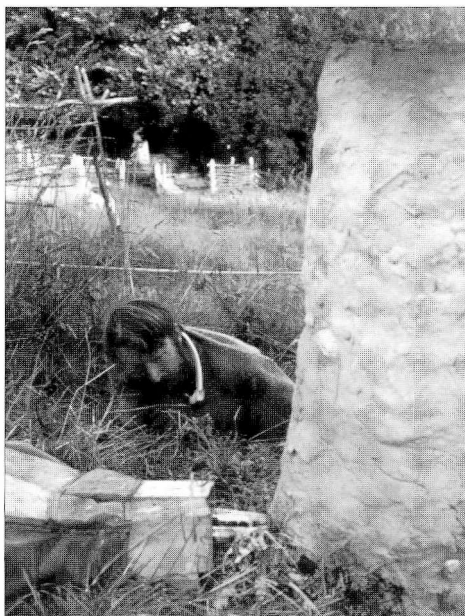
Nær Vogn og Idskov levede der således kvinder, børn og mænd, der ved livet bar en kniv i jern produceret et par hundrede kilometer længere nede i Jylland. Men rutineret smedet af lokale bønder, der også kunne fremstille jern selv.



Jernbarre 737 g. (PF).

I nogle egne havde bondesmedene altså mulighed for at vælge mellem mange jernkvaliteter, når de skulle smede.

Andre bønder var dårligere stillet, deres udvalg var kun begrænset og deres håndværksmæssige kunnen langt mindre. Som bønderne, der i vikingetiden blev gravlagt på de langlandske pladser Stengade, Bogøvej og Kaa-gaarden.³ Her var mange knive dårligt smedet med store slaggeindeslutninger mellem de enkelte stykker jern. Selve jernet var heller ikke bearbejdet til bunds. Det var dels fremstillet af den lokale myremalm – og den var ikke specielt velegnet til



Opmærksomhed og erfaring kendetegner den gode smeltømester.

knivklinger – dels indhandlet fra Vestjylland, Norge og Sverige.

Her stod bonden ikke ofte ved ambolten, men adgangen til indhandlet jern var langt bredere end i Vendsyssel tusind år tidligere. Rutine og mangel på håndværksmæssig kunnen førte dog til en noget tilfældig brug af det ellers udmærkede jern, der således ikke i alle knive fandt optimal anvendelse.

Men fund fra de samme gravpladser viser, at langlandske bønder forstod at sætte pris på et godt smedehåndværk. De velbjergede gårdfolk bar smukt forarbejdede knive smedet med professionel sikkerhed af førsteklasses jern. Det var knive, der lignede dem, der samtidig blev fremstillet på de store gårde i Jylland, på Fyn, Sjælland og Bornholm.

Denne teknik havde en bonde fra Kregme i Nordsjælland også haft kendskab til, da han smedede en lille, enægget kniv i 1000-tallet. Han havde den fornødne rutine, men knaphed på jern. Han pressede sit materiale til det yderste. Den lille kniv var smedet af en oprindelig meget længere, nok knækket, knivklinge. Den var kyndigt smedet sammen af fem stykker jern fra mindst tre forskellige lokaliteter. Ingen af dem særlig velegnede til knivsmedning, men et lille stykke lavkullet stål var omhyggeligt placeret i knivens æg. En dygtig håndværker med alt for lidt jern at vælge imellem. Han var henvist til at smede en kniv af regulært skrot.

Det synes, som om jernproduktionens tradition og ekspertise helt fra begyndelsen af førromersk jernalder var koncentreret i visse regioner af Danmark, nemlig dér, hvor de naturgivne forudsætninger var til stede. Langt vanskeligere er det at forklare relationerne mellem producent og konsument i den lavteknologiske jernhåndtering.

I denne diskussion spiller jernbarrer en betydningsfuld rolle.

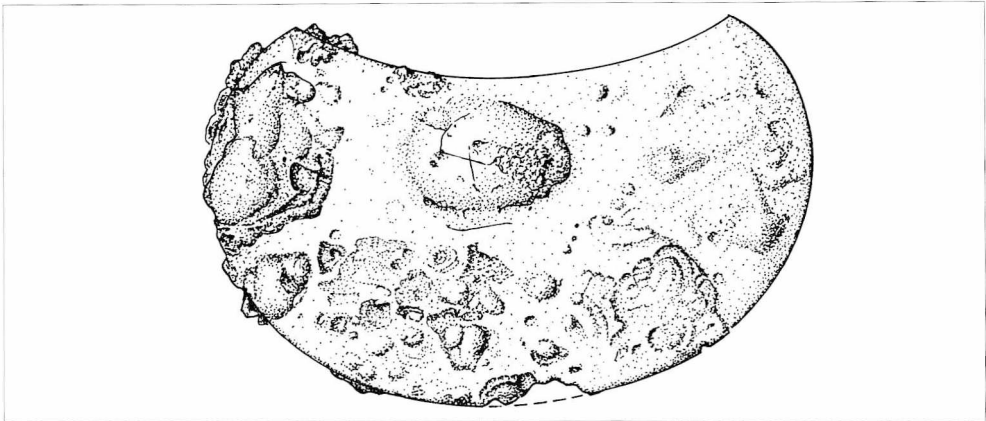
En barre er et stykke brugsjern – et stykke rensat jernsvamp parat til at blive smedet ud som redskab eller våben. Formen er ikke afgørende, for den er skabt til at viderebearbejdes – og dog optræder der helt klare, standardiserede barretyper i det arkæologiske kildemateriale.

I Norge, Sverige og Tyskland finder man

regionalt begrænsede barretyper i omfattende depoter med op til flere hundrede kilo jern. Her er der utvetydigt tale om varelagre, nedlagt af jernhandlere. Det er sådanne depoter, der har forledt arkæologer til en sammenligning med vikingetidens brudsløvdepoter, og de ser et begyndende økonomisk symbolsprog udtrykt i jernbarrerne.

Andre forskere går fornuftigvis ikke så vidt, men mener, at smeltemestrene med barrernes størrelse og form udtrykte jernets kvalitet og herkomst. Et symbolsprog mellem en producent og konsument, der ikke mødte hinanden.

På trods af, at der blev produceret jern af dansk myremalm i totusind år, er der fundet forsvindende få standardiserede jernbarrer i Danmark. Dette faktum forklares altid som en arkæologisk fundlakune.

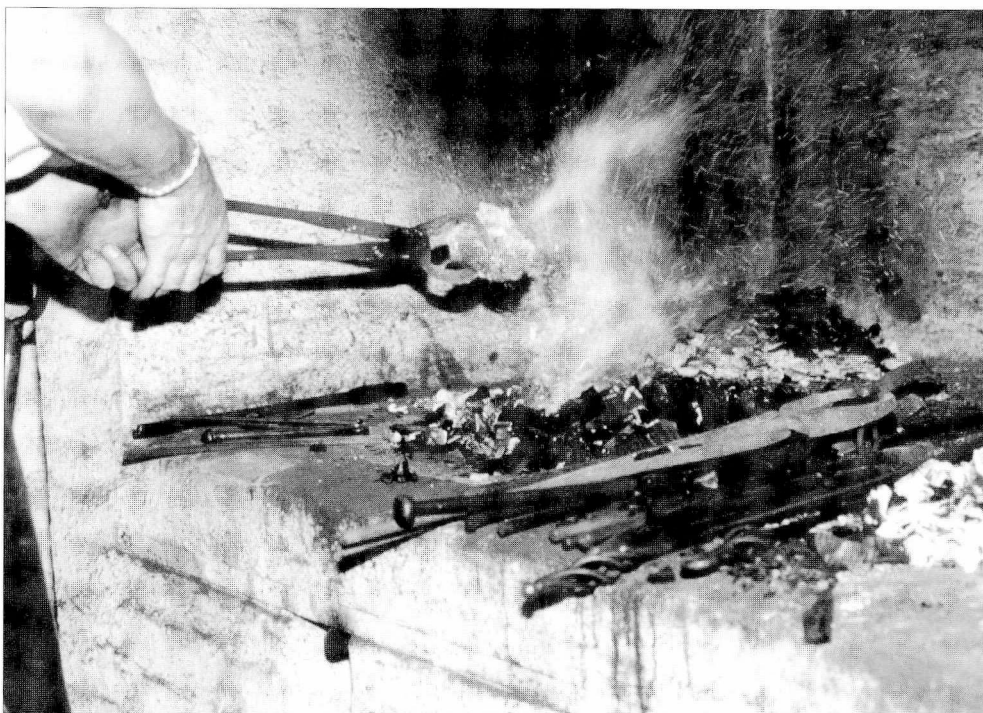


Halvmåneformet ragekniv fra Erritsø i Sydøstjylland. Bønderne smedede deres rageknive af fosforjern, der var skarpt, men skrøbeligt. Derfor blev knivene omhyggeligt opbevaret i skindforede træfutteraler. (AL).

I mange år er kildematerialet ikke øget væsentligt, skønt fagfolk og dygtige fritidsarkæologer – flere af dem med metaldetektorer – metodisk har afsøgt det danske kulturlandskab. Det kan derfor hævdes, at standardiserede barretyper ikke findes i samme omfang i Danmark, som de gør eksempelvis i Tyskland, Sverige og Norge. Den afstand, der fandtes mellem producent og konsument i vore meget rigt producerende naboer, var slet ikke til stede i Danmark, hvor jernproduktionen til stadighed

mere havde karakter af at dække et husbehov.

Der *blev* handlet med jern mellem bønderne – men denne handel omfattede især typologisk ukarakteristiske jernstykker som dem, der er fundet i Overbygård, Snorup og Århus,⁴ og færdige redskaber. Handel med jern over store afstande kunne foregå som regulære jernbarrer, ganske som middelalderens afgifter til centralmagten blev afregnet i standardiserede kloder.



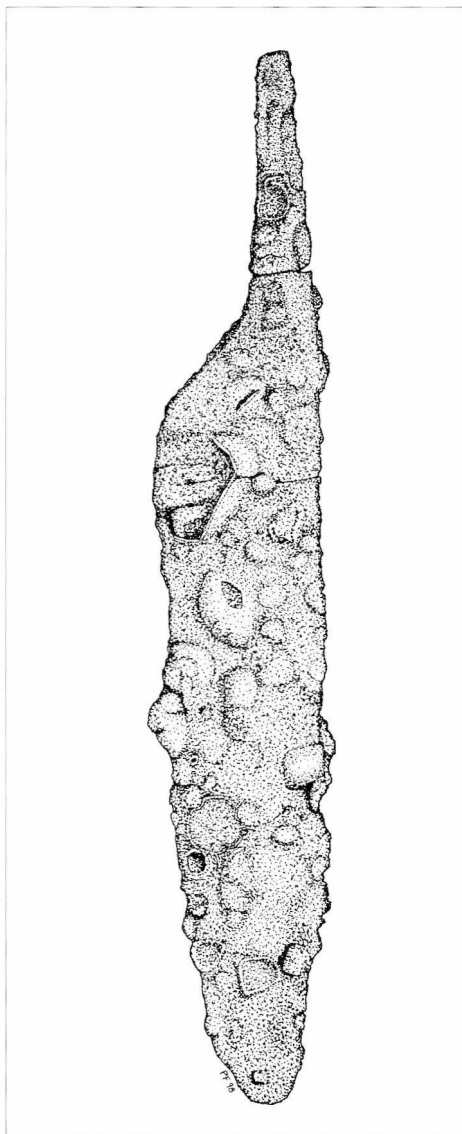
Et stykke myremalmsjern holdes i essen. Bønderne forstod at vurdere jernet. Holdt det god varme, var det ægstål, eller var det jern til søm og nagler ?

Kyndige bønder

Gennem hele vor oldtid og middelalder var jernteknologien tilknyttet landbefolkningen og de civile interesser. At der med mellemrum ligeledes var interesse for jernproduktion og smedning fra centralmagten og fra militær side, synes ikke at have påvirket de basale rurale produktions- og konsumtionsmønstre væsentligt. Her blev jernet ikke fremstillet af egentlige specialister, men af bønder, der havde lært sig håndværket. At kunne håndtere jernet krævede nemlig både erfaring og et godt håndslag. Den bonde, der også ernærede sig som smeltømester og smed, synes at være den samme gennem alle tusinder af år. Det var ham, der havde adgang til skov og god malm. Han havde en grundig erfaring. Jernudvinding var i høj grad et håndværk. Og den bonde, der samtidig var en erfaren og dygtig smeltømester, kunne stort set selv bestemme, hvor stor mængde og hvilken kvalitet jern han ville fremstille. Selvfølgelig var han i sidste ende underlagt de naturgivne ressourcer, men han evnede i høj grad selv at påvirke procesforløbet.

Man må forestille sig, at jernudvinding foregik én gang om året, og udbyttet dækkede gårdens forbrug af jern det følgende år.

Malmen skulle bonden grave op i god tid og lægge til tørre. Den var ofte våd, og det var tunge læs, der blev stablet. Til arbejdet blev der brugt



Stor kniv fra Skjern i Vestjylland. Kniven er smedet af en dygtig bonde i tiden omkring Kristi fødsel. Det var formodentlig ham selv, der havde udvundet jernet af den lokale myremalm. (PF).

spader, bærebøje eller kurve. Desuden skulle der fældes skov og skaffes trækul. Skønt udvindingsteknologien effektiviseredes i løbet af de totusind år, er det realistisk at regne med, at der blev anvendt lige vægtdele tørret malm og træ til én brænding, formodentlig omkring 200 kilo.



Selv om myremalmsjern indeholder en del slagge, er moderne smede glade for at arbejde i det. Det er sejt og holder en god varme.

Udvindingsovnene blev bygget i betryggende afstand fra gårdens bygninger, og til hver ovn blev der brugt omkring 100 liter halmblandet ler, hvilket var forsvindende lidt i sammenligning med mange andre lerforbrugende opgaver på en gård. Nogle ovne var konstrueret med en dyb grube, hvor den flydende slagge blev samlet. Denne grube blev foret med håndfulde af kornplanter fra de omkringliggende marker. Ved at analysere kornet i gruberne ses det, at arbejdet med jernudvinding ofte foregik ganske kort tid før høst.⁵ Selve brændingen varede et døgn, og to mand kunne med lethed drive to eller tre ovne samtidig. Til dette arbejde skulle bønderne bruge kurve, blæsebælg og lange stænger.

Resultatet af brændingen var en jernsvamp, der omgående blev taget ud af den varme ovn, trykket og presset forsigtigt sammen med en hammer. Allerede på dette tidspunkt af processen kunne smeltimesteren nøje vurdere jernets indhold af fosfor og kulstof. En jernsvamp af rent, blødt jern kunne nemlig udmærket indeholde store områder med stål. Og der kendes eksempler på nutidige, japanske sværdsmede, der med det blotte øje kan vurdere jernets indhold af kulstof med hundrededeleles nøjagtighed. Erfarne danske smeltimestre har været lige så kyndige.

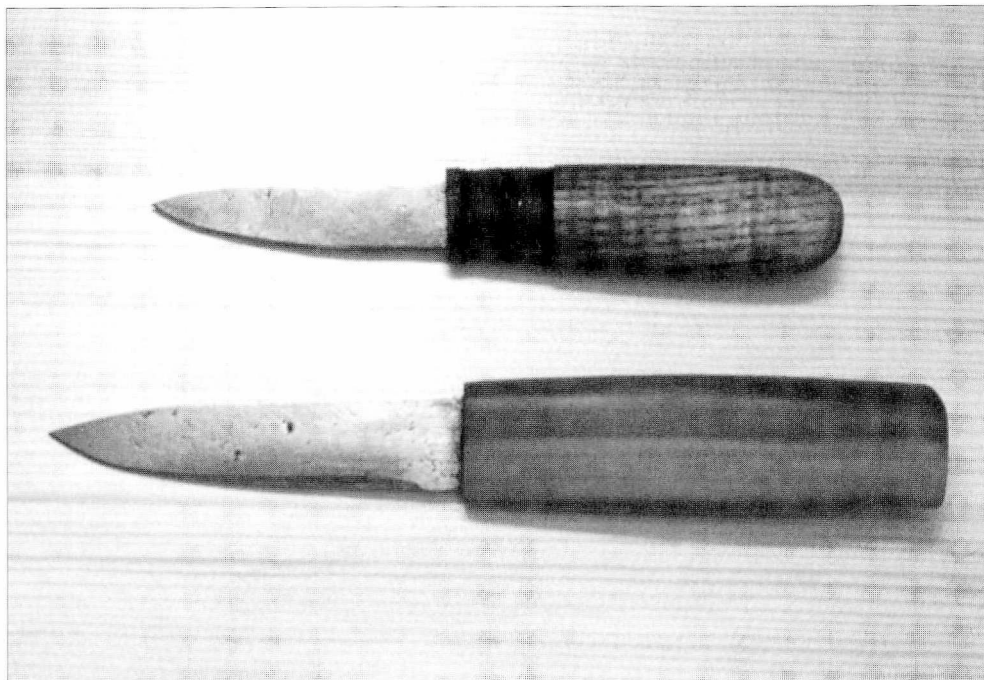
Bonden udvalgte og samlede jernet i forskellige stykker alt efter dets

brugsegenskaber. Noget blev omgående smedet til redskaber, andet blev gemt til senere opgaver.

Til dette arbejde var det nødvendigt med tang og hammer. Som ambolt blev nok brugt en stor sten.

Der ligger kun ganske få dele af jernsvampe i det arkæologiske kilde-materiale – lidt bedre kendes kloderne, men det er formede og kløvede jernsvampe.⁶ Vi kender således ikke det resultat, der kom direkte ud af de danske jernudvindingsovne. Men

man kan forestille sig, at der af 200 kilo malm kunne fremstilles en jernsvamp på 20 kilo. Den kunne renses til 5-10 kilo jernstykker, hvilket var ganske tilstrækkeligt, i betragtning af, at et knivblad sjældent vejer over 50 gram, og at jern tidligere blev recirkuleret i det uendelige – knækkede klinger blev til søm, og store emner var yderst værdifulde. Ambolte og hammerhoveder blev ikke deponeret i grave, men kun ved triste uheld tabt i søer og moser for siden at ende som arkæologisk kildemateriale.



Kopier af vikingetidsknive. Det er ikke alene formen, der er kopieret, men også smedeteknikken og kvaliteten i de enkelte stykker jern.

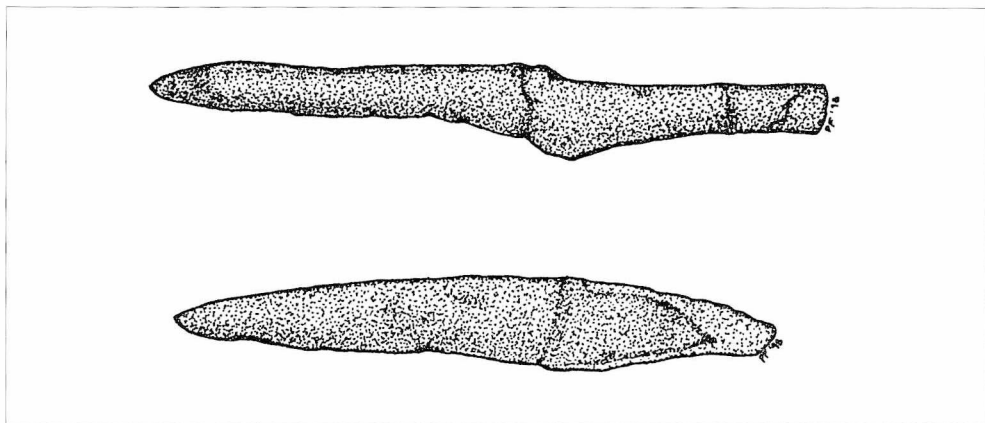
Jerntechnologien i Danmark er de første 1500 år udelukkende tilknyttet landbebyggelsen. Disse rurale produktions- og konsumtionsmønstre fortsætter næsten uændrede op i middelalderen. Sideløbende sker der en gradvis centralisering og specialisering omkring borge og byer. Op mod vikingetiden sker en markant ændring i smedeteknikken. Man forenmer øget overordnet styring og dermed også øget efterspørgsel af stabile og homogene leverancer af jern.

Det sidste halve årtusinde, hvor der blev produceret jern i Danmark, skabtes der grundlag for smedens professionalisering. Det tidligste smedelaug er fra 1424, og af første skrå fremgår det, hvor nuanceret håndværket er. Den omfatter såvel sverdfege, keddelsmede, grovsmede, klein-

smede og sporesmede. At arbejdet med jernet var et betydningsfuldt hverv, vidner de mange fortællinger om smede om – ligesom det besynderlige faktum, at den døde smed er den eneste håndværker, der krydser grænsen mellem hedenskab og kristendom med sit værktøj i behold.⁷

På landet kunne bønderne til hver en tid smede et par søm, reparere en kniv og rette en le, men de mere avancerede opgaver blev overladt egentlige smede.

Men jernudvinding – smeltemesterens kunnen – var derimod et døende håndværk. Højmiddelalderens øgede efterspørgsel på ensartet jern og stål kunne ikke efterkommes af de danske bønder. Og de professionelle smede importerede i stedet de ønskede jernkvaliteter fra Sverige, Norge og Tysk-



Små knive fra Frederiksværk i Nordsjælland. Knivene er smedet af flere stykker skrot, hvoraf intet var af lokal oprindelse. 1000-tallet. (PF).

land. Men helt frem til 1500-tallet var der danske bønder, der fremstillede, smedede og anvendte jern udvundet af dansk myremalm.

Fotografierne er taget af Michael Nielsen. Tegningerne udført af Pernille Foss (PF) og Alice Lundgren (AL).

NOTER

1. Artiklen er skrevet på baggrund af forfatterens arbejde med *Dansk jern, – en kulturhistorisk analyse af produktion, distribution og konsumtion af jern i Danmark gennem to tusinde år*. Et to-årigt projekt finansieret af Statens Humanistiske Forskningsråd.
2. Forholdet mellem traditionel arkæologi og metallurgi er uddybet i Henriette Lyngstrøm: "Ketting – en vikingetidsgravplads med ryttergrave", *Aarbøger for nordisk Oldkyndighed og Historie* 1993, s. 143-179, (1995). Og i Henriette Lyngstrøm: "In the Borderland of Archaeology – Experimental Forging", *Early Iron Production – Archaeology, Technology and Experiment* (= Technical Report Nr. 3. Historical-Archaeological Centre), ed. L. Nørbach, Lejre 1997, s. 27-35.
3. Det arkæologiske materiale fra Stengade er publiceret i Jørgen Skaarup: *Stengade II*, Rudkøbing 1976, mens materialet fra pladserne Bogøvej og Kaagaarden er fremlagt af Ole Grøn, Anne Hedeager Krag og Pia Bennike: *Vikingetidsgravpladser på Langeland*, Rudkøbing 1995. De metallurgiske analyser af jernknivene er endnu upublicerede.
4. Jernstykkerne fra Overbygård er afbildet i Jørgen Lund: "Overbygård – en jernalderlandsby med neddybede huse", *Kuml*, 1976, s. 129-50, fig. 17, s. 147. Jernstykkerne fra Snorup er afbildet i Olfert Voss: "Snorup. Et jernudvindingsområde i Sydvestjylland". Summary, *Nationalmuseets Arbejdsmark*, 1993, s. 97-111, fig. 17, s. 109. Jernstykkerne fra Århus Sønder vold er afbildet i H.H. Andersen, P.J. Crabb og H.J. Madsen: *Århus Sønder vold – en byarkæologisk undersøgelse*. (Jysk Arkæologisk Selskabs Skrifter IX), Århus 1971, fig. AOH, FAM, ZL og DDH, s. 123.
5. Jernudvindingsovnene har været genstand for stor arkæologisk interesse. Den nyeste oversigt finder man i Olfert Voss: "Danish Iron Smelting Furnaces from 500 BC to 1600 AD", *Early Ironworking in Europe* 1, ed. P. & S. Crew, Gwynedd 1998, i tryk. En lidt ældre, men absolut læseværdig gennemgang findes i Olfert Voss: "Jernudvinning", *Da Klinger i Muld ... 25 års arkæologi i Danmark*, København/Århus 1991, s. 206-209 Om jernudvinningen i relation til en enkelt landbebyggelse kan anbefales Charlotte Fabech: "Gødsvang – et samfund med jernproduktion", *Mark og Montre*, 1989, s. 16-21. Materialet fra gruberne er blandt andet indsamlet af Olfert Voss på lokaliteterne Drengholm og Snorup og bearbejdes nu af Peter Mikkelsen, Institut for forhistorisk arkæologi, middelalderarkæologi, etnografi og socialantropologi ved Århus Universitet.
6. Den bedst bevarede klode, en fire-kløvet klode fra Karup å, vejer knap 10 kilo, mens halvdelen af en fire-kløvet klode fundet samme sted vejer 4,5 kilo. Den halve klode indeholdt nogenlunde lige dele slagge og jern og indeholdt op til 0,8% fosfor. De me-

tallurgiske vurderinger er fremlagt af Vagn F. Buchwald: "Jernfremstilling i Danmark i middelalderen: lidt om bondeovne og kloder", *Aarbøger for nordisk Oldkyndighed og Historie* 1991, s. 265-286, (1992). Om de eksperimental-arkæologiske forsøg med tidlig jernteknologi kan læses Henriette Lyngstrøm: "From bloom to bar. Experiments at the Historical-Archaeological Experimental Centre, Lejre, Denmark 1992-1996", *Early Ironworking in Europe* 1, ed. P. & S. Crew, Gwynedd 1998, i tryk. I denne artikel gøres der detaljeret rede for flere eksperimentale-arkæologiske forsøg med udvinning, rensning og smedning af dansk myremalm. Det bedste udbytte gav det for-

søg, hvor 80 kilo ristet malm og 150 kilo trækul kunne reduceres til 2 kilo jern (HAF forsøg 1994/III). De tekniske rapporter over forsøgsrækkerne opbevares på Historisk Arkæologisk Forsøgscenter j.nr. 5/92, 51/93, 46/94 og 30/98.

7. En grundig gennemgang af skandinaviske grave med smedeværktøj giver Michael Müller-Wille: "Der frühmittelalterliche Schmied im Spiegel skandinavischer Grabfunde", *Frühmittelalterliche Studien* 11, 1977, s. 127-201. Mens man finder en god oversigt over danske gravsten med afbildninger af smede og smedeværktøj hos Jens Velle: "Hammer og tang", *Skalk* 4, 1975, s. 25-30.