

# Jernslagge og smedning

Af Tove Nyholm

## 1. Indledning

Fremskaffelse af jern betød meget for det middelalderlige samfund, og der blev så at sige udvundet jern alle vegne i Europa, hvor ressourcerne malm, træ og eventuelt vandkraft var tilstede. Produktionen varierede meget: i nogle områder udvikledes en regulær industri, med eksport til andre europæiske lande – det gjaldt især for Sverige, Østrig og Spanien – mens man andre steder blot fremstillede jern »til husbehov« og måske lidt til salg eller til dækning af afgifter. Således betalte midtjyske bønder i 15-1600-årene landgildeafgifter i form af jernkloder (1).

Dette er omtrent også det eneste vi ved om en jernproduktion i Danmark i middelalderen, indenfor dets nuværende grænser (2). Der er dog registreret flere hundrede anlæg i form af ovnrester og slaggedynger (3) – flest i Jylland hvor myremalmen var mest udbredt – men kun få af disse er velundersøgte og daterede, og blandt dem er der ingen fra middelalderen, kun jernalderen er repræsenteret (4). At dømme ud fra omtalte klodeafgifter, og ud fra de ressourcer vi havde af malm og træ, må man formode at der også i middelalderen blev udvundet jern i et vist omfang. Vi ved dog, at der blev importeret en del jern, først og fremmest fra Sverige (5).

Studiet af jern udgør et meget bredt og omfangsrigt forskningsområde, der faktisk strækker sig lige så langt tilbage i tiden, som selve udnyttelsen af jernet gør det.

Det involverer idag arkæologer, metallurger, historikere, sprogforskere, smede, ingeniører m.fl. i et nært, internationalt samarbejde. Både jernudvindingsteknikken, ovnene og deres udbredelse, samt de færdigt smedede redskaber, har således været udsat for omfattende undersøgelser, mens det mellemliggende led, forstået som op- og bearbejdningsprocessen fra udvundet jern til det færdigt smedede redskab, kort sagt smedning i bred betydning, er langt mindre udforsket.

Et af problemerne for både den teknologiske og arkæologiske forskning er, at denne »mellempoces« ikke efterlader sig så tydelige og omfattende spor, som f.eks. jernudvinding gør det.

Processen efterlader sig dog affaldsprodukter, nemlig de såkaldte *kalotformede slagge*, også kaldet smedeslagge eller raffineringsslagge. Jeg vil holde mig til den neutrale, morfologiske betegnelse. Typen er udbredt over hele Europa, og synes bemærkelsesværdigt uforandret indenfor de 2-3000 år som den arkæologiske materialesamling dækker. De ældste eksemplarer er fundet i Toscana og dateres til ca. 700 år f.Kr. (6), og typen lever videre, gennem middelalderen, indtil den omkring 1600 næsten helt forsvinder (7).

Der hersker nogen forvirring med hensyn til at skelne kalotformede slagge fra udvindingsslagge, og nogle af disse kan da også antage en kalotagtig form. Kalotformede slagge er dog generelt langt mindre, og desuden er de fortrinsvis at finde i byer, landsbyer, på

borge, klostre eller lignende beboede steder, mens udvinding fandt sted, hvor træ og malm var at finde, og dette vil oftest sige i mere øde områder.

## 2. Metallografiske undersøgelser

Metallografiske undersøgelser viser, at de kalotformede slagge hovedsageligt består af jernilte ( $\text{FeO}$  og  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), og kvarts ( $\text{SiO}_2$ ). Udvindingsslagge har en lignende sammensætning, hvilket skyldes, at den kemiske reaktion der finder sted i en udvindingsovn og en esse, fundamentalt set er den samme (8).

Undersøgelser viser yderligere, at de kalotformede slagge er et produkt af meget vekslende og uensartet karakter: de har en uhomogen struktur, de synes lagdelte, og man kan se, at der har været skiftevis oxiderende og reducerende betingelser i forløbet. Det høje indhold af  $\text{CaO}$  i nogle slagge, kan muligvis tilskrives anvendelsen af kalk som flusmiddel, dvs. som slaggedannende middel. Andre flusmidler var sand, genanvendt slaggemateriale, eller ler. Smeltepunktundersøgelser viser temperaturer på 11/12/1300 grader (9).

I store træk tolker man således processen, der fører til dannelsen af kalotformede slagge på følgende måde: den er foregået i en flad eller let fordybet esse, med anvendelse af blæsebælg (nødvendig for at opnå så høje temperaturer). Metallisk jern har under slaggedannelse og med tilstedeværelsen af trækul, været stærkt opvarmet, og der har været skiftevis oxiderende og reducerende betingelser tilstede i forløbet. Efterhånden som processen skrider frem, dannes en større og større slagge, der tager form efter det leje af trækul og aske som den ligger i (10).

## 3. Identification af kalotformede slagge

Spørgsmålet er imidlertid, *hvilken* smedeprocesser der ligger bag dannelsen af disse slagge.

Eftersom de har samme kemiske sammensætning som udvindingsslagge, går de hyppigst fremførte teorier ud på, at de kalotformede slagge dannes på to forskellige måder, nemlig enten ved en raffineringsproces, hvor jern renses for slagge, eller ved almindelig smedning.

Ved rensning af luppejern (11) eller andet slaggefyldt jern, varmes jernet op til slaggens smeltepunkt, der er lavere end jernets. Den flydende slagge løber fra den svampeagtige jernmasse og aflejres i essen, mens noget bankes af på ambolten. Herved fremkommer en slagge lig udvindingsslagge. Ved almindelig smedning, og især ved essesvejsning, dannes glødeskal, dvs. en hinde af jernilte, på jernet. For at opnå ren metallisk kontakt ved sammensvejsning, er det nødvendigt at fjerne denne glødeskal, og hertil anvendes et flusmiddel, som regel sand. Det smides på jernet, hvorved glødeskallen omdannes til letsmeltelige jernsilikater, der dels aflejres i essen, dels bankes af på ambolten. Man vil altså igen få en slagge bestående af jernilte (fra glødeskallen), og kvarts (fra flusmidlet) (12).

Robert Thomsen, der er smed og ingeniør, har eksperimenteret med at rekonstruere disse smedeteknikker (13). Til forsøgene anvender han trækul, samt jern fremstillet ved udvindingsforsøg i primitive lavovne. Hans erfaringer indtil nu er, at rensning af jern for slagge umiddelbart efterlader en betydelig slagge, mens det tager tid at danne en slagge fra essesvejsning. Den begrænsede slaggedannelse sker fortrinsvis omkring blæserøret på essestenen. Thomsen henviser endvidere til en afhandling fra 1782, hvori der gives en nøje beskrivelse af omsmelting af jern til stål. I en sådan proces vil halvdelen af jernet gå tabt, skriver forfatteren, og Thomsen mener derfor at også dette må give en betydelig slagge (14).

Radomir Pleiner fra Arkæologisk Institut i Prag me-

ner at det først og fremmest er anvendelsen af *trækul*, der skaber disse store slagger, eftersom trækul danner mere slagge end kul og koks (15). Dette stemmer også rimeligt overens med det faktum, at slaggetypen næsten helt forsvinder fra 1600-årene, samtidig med at man for alvor begynder at anvende kul i stedet for trækul i smedeesserne (16).

Trækul synes imidlertid ikke at være den eneste faktor, der spiller ind ved dannelsen af de kalotformede slagger. Smeden Thomas Nørgård på Djursland har nemlig smedet med trækul og *moderne* jern, og dette giver en lille, let, sprød slagge, der ikke indeholder jern, og som trædes i stykker efter at man har raget den ud af essen (17).

Også jernets *kvalitet* må altså have betydning for slaggens størrelse og sammensætning. Med indførelsen af højovne i senmiddelalderen (18), produceredes gradvist renere og renere jern, hvis sammensætning dog stadig varierede meget, afhængig af råmaterialer og teknik. Først med den moderne stålproduktion fra 1800-årene bliver jernet rent og homogent. Ikke desto mindre finder man stadig eksempler på primitive jernudvindings- og bearbejdningsmetoder helt op i dette århundrede.

#### 4. Arkæologiske undersøgelser

De kalotformede slaggers *indre* struktur og sammensætning må altså siges at have været genstand for en del undersøgelser. Det kniber derimod med typologiske og sammenlignende undersøgelser af slaggetypen i dens arkæologiske sammenhæng – dette i modsætning til en lignende udforskning af udvindingsslagge, der er betydelig mere fremskreden (19). Det nævnes således sjældent, at der – som det også vil fremgå i det følgende – også fremkommer *andre slaggeformer* fra smedning, end blot de kalotformede. Men eftersom det drejer sig

om mindre entydige forekomster, der er vanskeligere at bestemme, forbigås de oftest.

Det er udfra de her skitserede problemstillinger, at jeg i 1983-85 gennemførte en undersøgelse, hvis resultater jeg vil præsentere i det følgende (20). Selv om det er vanskeligt at udføre en typologi på et affaldsprodukt som jernslagge, har jeg alligevel gjort forsøget, idet jeg mener at det kan give et vejledende indtryk af de forskellige slaggeudformninger og deres fordeling. Ikke mindst når en sådan opdeling knyttes sammen med en undersøgelse af slaggeforekomsternes stratigrafiske og topografiske sammenhæng.

Undersøgelsen omfatter alt tilgængeligt materiale vedrørende jernbearbejdning i det nuværende Danmark, som kan dateres til middelalderen. Det drejer sig om slagge, glødeskaller, jernstykker, og -genstande, esser, bygningsspor, fyldskifter m.v. Der blev registreret ca. 3700 slagge, fordelt på 87 lokaliteter.

#### 5. Typeinddeling

Jeg har opdelt materialet i tre hovedtyper, nemlig *Type I*: kalotformede slagge, *Type II*: essestensfragmenter og *Type III*: uregelmæssige slagge.

*De kalotformede slagge* har nogenlunde plan overside og hvælvet bund. Set fra oven er de omtrent runde, eller D-formede med den flade side vendt mod essestenen. Slaggeerne er mørke, ofte rustfarvede, især på bunden, mens oversiden i mange tilfælde er glacificerede, dvs. størknet i en glasagtig substans, i sorte, røde, grønne eller lyse grå farver. Fastbrændt ler, sand, eller sandaftryk ses ofte, ligesom trækul eller aftryk heraf er almindeligt. På nogle slagge ses endvidere små, hvide sten. Ved en del slagge sidder fastbrændt ler fra essestenen, eventuelt så meget, at der fremkommer en vinkelformet slagge (se fig. 3).



Fig. 1. Kalotformede slagger, type Ia og Ib. Set fra oven. 1:2. Foto: P. Dehlholm.

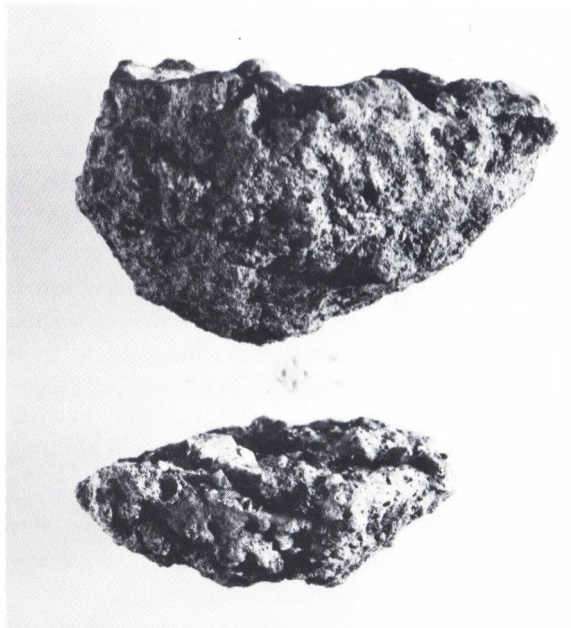


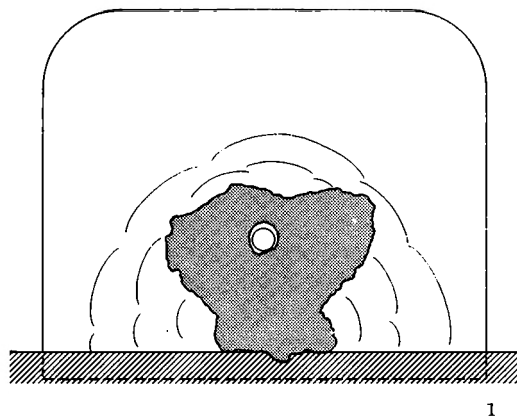
Fig. 2. Samme som fig. 1, set fra siden. 1:2. Foto: P. Dehlholm.

De kalotformede slagger kan underinddeles i grupperne Ia og Ib (se fig. 1 og 2).

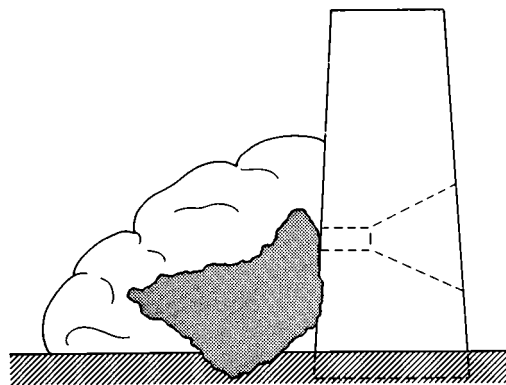
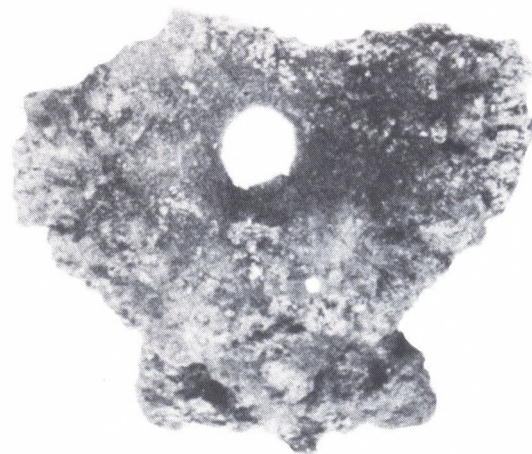
Gruppe Ia er *tykke slagger*: 8-10 cm i diameter, 6-10 cm høje, vægt mellem 500 og 2500 gram.

Gruppe Ib er *tynde slagger*: 5-15 cm i diameter, 2-6 cm høje, vægt mellem 300 og 700 gram. De er mere uregelmæssige i formen end de tykke slagger. Enkelte er halvmåneformede, og må være dannet ved at slaggen er »blæst sammen« i den ene side af essen.

*Essestensfragmenter* er flade lerslagger, glacificerede på den ene side, i sorte, grønne, brune og lyse grå farver, og grå-gul-rødbrændte på den anden side, se fig. 4. Ved en del slagger ses rester af hullet til bælsebælgens



1



3

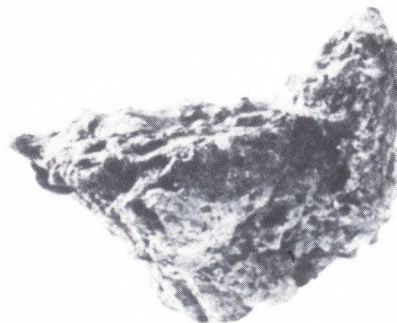


Fig. 3. Rekonstruktion af en esse fra Hedeby, med anvendelse af et essestensfragment og en »vinkelformet« slagge. 1:2. Efter Thomsen 1971.

dyse, se fig. 5. Der er altså tale om, at den forreste, mest brændte og sintrede del af en essesten af ler er bevaret, mens resten må være opløst (21). Størrelsen på fragmenterne varierer fra 1-17 cm i bredde og højde, 0,3-3 cm i tykkelse. Diametrene på dysehullerne er fra 1,8-2,1 cm.

De uregelmæssige slagge er, som det fremgår, meget uregelmæssige, de er ofte lette og porøse, dog må nogle ud fra rustdannelse og vægt at dømmes indeholde jern. Slaggeerne er næsten altid glacificerede i sorte, grønne, grå eller lystspættede farver. Størrelsen varierer fra 2-8 cm (se fig. 6).



Fig. 4. Essestensfragmenter set forfra. Næsten 1:1. Foto: Nationalmuseet.

Gruppe I findes ved alle lokaliteter, bortset fra nogle ganske få, hvor slaggerne var svære at bestemme. Gruppe II findes ved 37 lokaliteter, og gruppe III ved

62 lokaliteter. Kombinationen af I og III er den mest almindelige: den forekommer 30 steder. Ved 20 lokaliteter finder man både I, II og III, og ved 19 lokaliteter er der kun gruppe I. Det skal dog understreges, at ved opsamling af slagger er de kalotformede formodentlig i mange tilfælde blevet prioriteret, idet de fremkommer som den mest »helstøbt« type.

### 6. Diskussion af typeinddelingen

Som det fremgår af undersøgelsen, så er der ingen tvivl om, at de kalotformede slagger og essestensfragmenter hører sammen. Der er jo ligefrem eksempler på, at de er brændt sammen i en vinkelformet slagge. Forskellen mellem de kalotformede i gruppe Ia og gruppe Ib, kan enten bero på en tilfældighed, dvs. almindelig variation i en proces, eller den kan afspejle to forskellige processer. Hvis man sammenstiller opdelingen med de tidligere omtalte teorier om kalotformede slagger, så kunne man tænke sig at de tykke slagger er fra rensning eller omsmeltning af jern, mens de tynde slagger er et resultat af almindelig smedning.

Hvis der på den anden side er tale om, at alle slagger i gruppe I stammer fra den samme proces, kunne man tænke sig, at mens denne gruppe repræsenterer én slags smedning, nemlig raffinering, så repræsenterer slaggerne i gruppe II (eventuelt kun de jernholdige) almindelig smedning.

### 7. Fundforhold

Slaggeforekomsterne varierer meget, både med hensyn til antallet af slagger, og den fundsammenhæng de fremkommer i, samt den måde de er dokumenterede på. Dertil kommer at kulturlagene i byerne som bekendt er bedre bevarede end ved de landlige bosættelser såsom landsbyer, voldsteder, klostre m.v. I kirkerne er det oftest gulvfylde og fundamentspor der under-

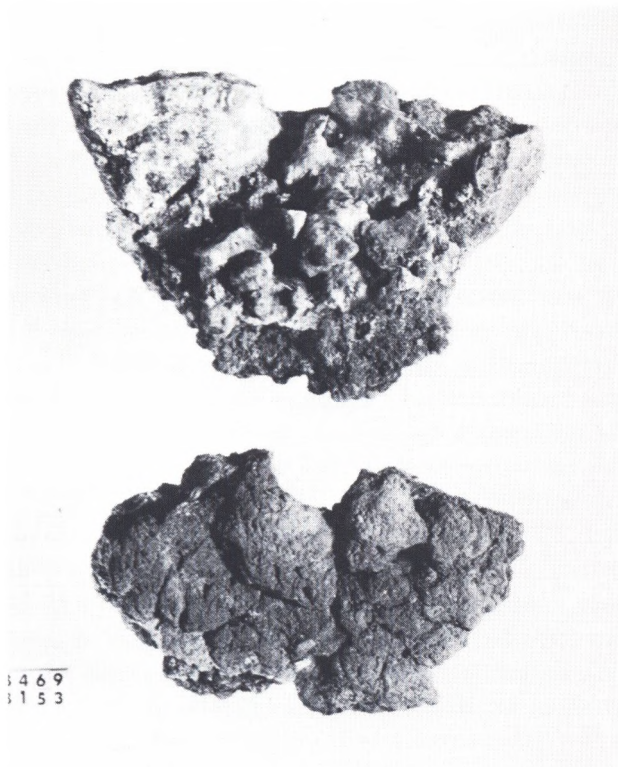


Fig. 5. Essestensfragmenter med halvt blæsehul. Den øverste set forfra, den nederste set bagfra. 1:2. Foto: P. Dehlholm.

søges, og fundmaterialet er også her af mere sparsom karakter.

Ved opsamling af slagger angives det sjældent om antallet blot er et repræsentativt udvalg, eller om det udgør en totalopsamling.

På trods af denne uensartethed har jeg inddelt forekomsterne i fire kategorier, dels for at få et overblik over materialet, og for at kunne udpege de bedst bevarede slaggeforekomster, som er egnede til en mere indgående diskussion, nemlig kategori 4.

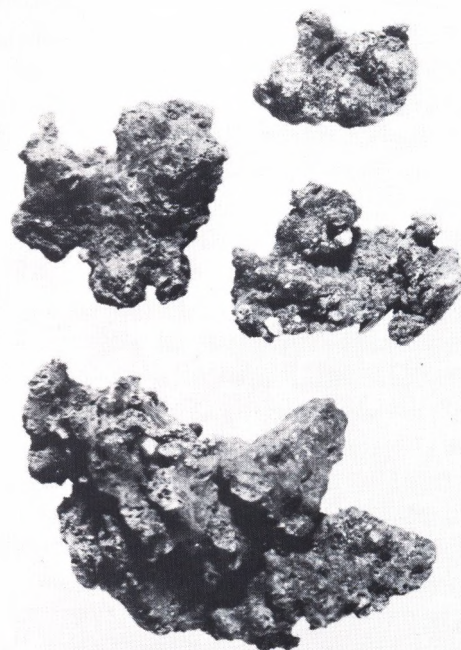


Fig. 6. Uregelmæssige slagger. 1:2. Foto: P. Dehlholm.

*Kategori 1* er slaggeforekomster med kun 1 eller 2 slagger (i enkelte tilfælde 3 og 5) – som løsfund, i brønde, i kulturlag m.v. Gælder for 15 lokaliteter.

*Kategori 2* er forekomster hvor man kan påvise at slaggerne er bevidst sekundært anbragt – som opfyld eller stabilisering ved vejanlæg og byggeri, i voldgrave, fugtige sænkninger og lignende, eller de er fyldt i affaldsgruber, eller blot smidt ud i affaldslag. Gælder for 16 lokaliteter.

*Kategori 3* er slagger der fremkommer spredt i kultur-

lagene, hvor det ikke er muligt at knytte dem til en mere begrænset stratigrafisk sammenhæng, hvor der med sikkerhed kan påvises smedning. Gælder for 28 lokaliteter.

*Kategori 4:* Her finder man slagger i kulturlag, i tilknytning til esser, glødeskaller, jernstykker og jerngenstande, fyldskifter med trækul og aske – hvoraf det med stor sandsynlighed fremgår, at der har været en håndværksmæssig aktivitet med smedning på stedet. Gælder for 28 lokaliteter.

Forekomsterne fordeler sig med 45 lokaliteter fordelt på 15 byer, dertil kommer 16 voldsteder, 11 kirker, 9 landsbyer, 2 klostre, 1 fiskerleje, 1 ladeplads, 1 gårdsmedje og 1 kirkesmedje.

### 8. Smedespor

Esser og glødeskaller er de sikreste tegn på at smedning har fundet sted. *Esserne* ligner i de fleste tilfælde almindelige ildsteder, bestående af en brændt lerplade og/eller en ansamling varmpåvirkede sten. Disse kan være pakket i ler. Et enkelt sted består esserne af flade lergruber, den ene lerforet. Det er ofte en koncentration af jernslagger, glødeskaller, jernstykker og -genstande, der definerer dem som esser. Ved nogle esser er der imidlertid tale om kraftigt brændte lerplader, hvori slagger er sintret fast, og hvor man således af selve arnen kan se at der har været arbejdet med jern.

*Glødeskaller* fremkommer dels i essen, hvor de smelter sammen i slaggen, dels ved udbankning af jern. I sidste tilfælde optræder de som små, 2-10 mm, mørke flager af jernniter, spredt omkring ambolt eller en sten. Finder man en sådan ansamling, som i en landsbysmedje i Bolle, eller i Trands kirke, hvor glødeskallerne ligger i et pænt, hvælvet lag, netop som de er faldet fra ambolten, så er det mest sandsynligt at de ligger in situ. I en smedje i Køge finder man glødeskaller i en

grube med jernslagger, men fundsammenhængen viser dog klart, at de er fra smedning på stedet. Hvis der har været flyttet for meget rundt med sådanne småskaller, vil de være rustet væk, eller i hvert fald betydeligt sværere at finde, med mindre de er blevet eftersøgt intenst ved hjælp af en magnet.

En koncentration af *jerngenstande* og *jernstykker* i forbindelse med slaggeforekomster er ikke ualmindeligt, og især når det gælder jernstykker, dvs. ikke færdigt bearbejdet jern (22), har man et godt indicium for smedning. Det samme må siges om *fyldskifter* med megen trækul, sod, aske, eventuelt brændt ler og ildpåvirkede sten.

### 9. Bebyggelsesspor

Ved 13 lokaliteter er der bebyggelsesspor. I de fleste tilfælde er væggene markerede af stolpespor eller syldsten, mens gulvene består af stampet ler, eventuelt tilsat kalk. I en højmiddelalderlig smedje fra Ibsgade i Viborg har man dog lagt gulv i munkesten og natursten, og her finder man også rester af en lerkliningsvæg. Ved en enkelt lokalitet er der spor efter bulvægge, nemlig på voldstedet Sæby, hvor man har fremdraget en lille bygning fra 11-1200-årene, der højst sandsynligt har været borgens smedje. En gårdsmedje ved Gunderupgård i Nordjylland, dateret til 12-1400-årene, ser ud til at have været et grubehus, omend et meget fladt et. Der er gulvlag og et par stolpehuller ved den ene side. Tørverester antyder at grubehuset havde tørvevægge og/eller tørvetag.

I en smedje fra 1500-årene i Møllergade i Svendborg, viser syldstenene en rumopdeling på langs og på tværs, og der er rester af bindingsværk og lergulve. Essen ligger i et rum ud mod gaden, og måske har der været direkte adgang herfra (udgravningsfeltet slutter lige før den formodede gavl).



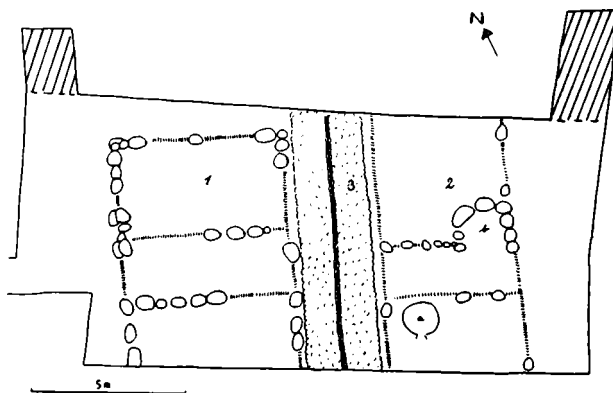


Fig. 7. Undersøgelse i St. Gertrudsstræde, Køge. Yngste byggefase: Bygning 1 var formentlig til beboelse. Bygning 2 var en smedje. a er munkestensfundament til en esse (ældre fase); b er stenfundament til eventuelt et skorstenssat ildsted; 3 er brolagt gade. Efter Fraes Rasmussen 1981.

På en skråning ned mod Skjern Å, har man undersøgt en hustomt, der ser ud til at have rummet både smedje og beboelse. Et reguleret vandløb, ført gennem huset, kunne tyde på, at smeden har benyttet sig af vandkraft (23).

Der er flere eksempler på, at smedeaktiviteten fortsætter i generationer, eller århundreder, på samme matrikel. Således i St. Sct. Pedersstræde i Viborg, hvor man har smedespor og huslag fra 1000-årene og de følgende århundreder, måske middelalderen igennem.

Spinkle bebyggelsesspor i form af mindre stolpehuller, samt mange gulvlag, afretnings- og nedbrydningslag, foruden en snes esser, hvoraf flere er reparerede adskillige gange, vidner om kraftig smedeaktivitet i Nørregade i Ålborg, gennem det meste af middelalderen. Området lå da udenfor byens befæstning, og at dømme ud fra de lette bygningsspor, har der næppe været helårsbeboelse på stedet.

Mere solid er smedjen i Køge (se fig. 7), hvor der

har været smedning fra ca. 1300-1550 (24). Det drejer sig om bygninger på begge sider af en smal gade, og det fremgår klart, at den ene bygning var en smedje, mens den anden bygning havde præg af beboelse. På et tidspunkt var der i beboelseshuset foretaget en stabilisering af grunden med et kraftigt lag slagger, eftersom terrænet var blødt og fugtigt, og det er da ikke umuligt at det drejer sig om smedens egen bolig. Fund af munke/nonne tagsten viser at husene var teglhængte i den yngste fase, dvs. i 1500-årene.

Ildstederne i smedjen var i de ældre faser stensatte med munkesten og natursten, og i en yngre fase var der så kraftigt et stenfundament, at det tyder på et skorstenssat ildsted, men formentlig stadig en esse, eftersom der lå jernslagge i det. Jeg finder det forbausende, at dette ildsted, som det eneste af indendørseserne, synes at have haft et arrangement til udslusning af røg og gnister, når man tager i betragtning, at der i en smedje er tale om højst brandfarlige aktiviteter.

### 10. Datering af smedjer

Med hensyn til datering og udviklingstendenser af smedjerne, kan man anføre at de syldstenssatte, og i mange tilfælde de mest gedigne bygninger, er fra 1300-årene eller senere, hvilket måske afspejler en mere etableret og formuende position af smede i senmiddelalderens byer. Det skal dog understreges at bedømmelsesgrundlaget for disse betragtninger er ret spinkelt.

### 11. Kirkesmede

I flere af kirkerne er der smedespor. Mest overbevisende i Trands kirke, hvor man kan påvise, at der har siddet en smed og arbejdet, under selve opbygningen af kirken i romansk tid (25). I Viv, Søvind og Hørdum kirker er der også spor efter smedning, og ved disse lokaliteter, såvel som i Trands, må der være tale om

smedeopgaver, udført af en mobil smed, i forbindelse med byggeri eller reparationer.

Af optegnelser fra 15-16-1700-årene ved man at flere kirker ejede smedjer og inventar, som de lejede ud for at skaffe sig ekstra indtægter (26). I sådanne tilfælde må man naturligvis formode at en smed, der skulle udføre opgaver i kirken, har brugt dens smedje, i stedet for at etablere sig i selve kirken.

Et indirekte vidnesbyrd efter en sådan kirkesmedje har men ved Humble kirke på Langeland: nordvest for præstegården er der fremdraget en meget stor affaldsgrube, blandt andet indeholdende ca. 100 kg smedslagge. Keramikken daterer grubens indhold til 15-1600-årene. I skriftlige kilder nævnes Humble kirke som en af de kirker på Langeland, der i senmiddelalderen og de følgende århundreder havde egen smedje, som sammen med inventaret lejes ud (27).

### *12. Bysmedjernes topografiske placering*

De tidlig middelalderlige smedespør befinder sig ofte i perifere områder, der har været lettere bebygget eller slet ikke, mens de fleste af smedjerne i senmiddelalderen er anbragt mere centralt, hvor bebyggelsen ser ud til at have været ret intens.

Af vægtterruter fra Tønsberg og Trondhjem, der omtales i Magnus Lagabøters Bylov fra sidst i 1200-årene, samt af sagaberetninger der omtaler hændelser i Bergen omkring 1150, synes det at fremgå, at »smiebue-  
ne« lå yderligt placeret i byerne. Det er også værd at bemærke, at smedjerne omtales i flertal, hvilket vel må betyde, at der lå flere samlet på et sted (28). I Lagabøters Bylov fra Tønsberg står der endvidere, at »alle badstuer og bakovne og smiebuer skal eierne flytte ut av vor by«, og noget lignende kan man læse i Bergen Bylov fra 1282 (29).

Skattelister fra St. Kolumba kirkesogn i Køløn fra

1286, viser at sognet, som var byens største, både angående indbyggertal og udstrækning, havde 13, eventuelt 16 smede. Halvdelen af smedjerne var samlet i et kvarter, der lå tæt op mod et af byens hovedstrøg, og det har formentlig været ikke blot sognets, men hele byens center for smedning. De øvrige smedjer lå spredt i sognet (30).

I skattelister fra Stockholm fra 1460 fremgår det at byen – der på daværende tidspunkt havde ca. 6-7000 indbyggere – havde 13 smede, hvoraf de seks lå i et slags »industrikvarter« i byens vestre del, sammen med andre ild- og vandkrævende erhverv, såsom slagtere, bagere, metalhåndværkere, skomagere m.v. En enkelt smed var placeret i den indre kerne af byen, tre lå i det søndre kvarter, og tre var anbragt i forstæder (31).

Disse skriftlige vidnesbyrd følger de arkæologiske, for så vidt angår smedjernes varierende topografiske placering, omend de ikke viser samme tendens til forskydning fra en tidlig middelalderlig, perifer placering, til en senmiddelalderlig central placering. Det fremgår desuden, at smedjerne ofte lå samlet i smedekvarterer og at man samtidig kunne finde enkeltliggende smedjer i samme by. I de norske byer har man forsøgt at flytte de smedjer der lå i den tætbebyggede bykerne, ud af byen, og disse lovpåbud må nok især ses på baggrund af den udprægede brandfare, der var i disse byer, hvor byggeriet var kompakt og helt i træ.

### *13. Andet håndværk*

Det er ikke usædvanligt at finde bronzestøberi, og i få tilfælde også arbejde med ædle metaller, på samme sted som jernsmedning. Dette gør sig gældende ved 14 lokaliteter.

I Kolding, ved fiskerlejet i Dragør og på en ladeplads ved Vitsø Nor på Ærø, ligger smedesporene i om-

råder hvor der også var andet håndværk, såsom garvere, benmagere og tømrere.

#### *14. Produktionsomfang*

Ved visse smedjer kan man som omtalt påvise smedning i mange generationer efter hinanden ud fra bebyggelsessporene. Derimod er det vanskeligt at bedømme omfanget af smedning ud fra antallet af slagger ved en forekomst. Hvis man tæller slaggerne sammen ved et smedeværksted, både dem der ligger i kulturlagene, og dem der ligger i eventuelle affaldsgruber på tomten, så kommer man op på et forholdsvis ringe antal, i modsætning til slaggefund i deciderede affaldsaffejringer, eller i vejanlæg. Her har man til gengæld ikke nogen smedje at relatere slaggerne til. På mere isolerede steder mener jeg dog at man kan påvise omfattende smedaktivitet hvis der er mange slagger, for eksempel ved Vitsø Nor, men ikke omvendt tale om en begrænset produktion, hvis der kun er få slagger. I så fald kan de jo, som der ses eksempler på i byerne, være smidt ud i mere perifere affaldslag.

#### *15. Sammenfatning*

På basis af en morfologisk undersøgelse af arkæologisk fremdragne smedeslagger fra danske museer, har jeg opdelt materialet i tre hovedtyper, nemlig kalotformede slagger, essestensfragmenter, og uregelmæssige slagger.

De kalotformede underinddeles i to grupper, og hermed rejses spørgsmålet om denne inddeling afspejler forskellige smedeprocesser, hvor gruppe Ia er fra raffinering af jern, forstået som enten rensning for slagge, eller som den mere komplicerede teknik, omsmelting af jern. Slaggerne i gruppe Ib skulle så tilskrives såkaldt almindelig smedeprocesser, vel nok især esse-

svejsning, der efterlader mere slagge end andre teknikker. En anden mulighed er, at alle kalotformede slagger repræsenterer samme proces, nemlig raffinering, og at gruppen af uregelmæssige slagger (eventuelt kun de jernholdige) repræsenterer almindelig smedning.

Som forskningssituationen ser ud nu, synes de bedste muligheder for at udbygge disse teorier, at ligge i udførelsen af yderligere smedeeksperimenter, som dem Robert Thomsen har været igang med.

Undersøgelser af smedeslagger og deres arkæologiske sammenhæng, giver os følgende billede af den middelalderlige smed: siddende på hug over en esse på jorden, med en hjælper til at betjene en hånd- eller foddreven blæsebælg. Ved sin side – også på jorden? – har han haft ambolt, værktøj og råmaterialer, foruden væske til hærkning i et kar eller en tønde. Smeden kan have arbejdet i det fri, eller han har siddet i en lille smedje, der måske blot var et simpelt læskur, *eller* som kunne være et mere solidt bygget hus, der eventuelt samtidig tjente til beboelse.

Smedespor uden bebyggelse kan muligvis vidne om *sæsonarbejdende eller omrejsende* smede, ligesom smedespor i kirkerne må tilskrives en mobil smed.

I byerne viser placeringen af smedjerne, at smedene langt fra altid efterkom de fra middelaldernorsk bylovgivning kendte påbud om at smede skulle placere sig udenfor tætbebyggede områder, sammen med andre brandfarlige erhverv.

*Specialisering og forskel i faglig kunnen* lader sig ikke påvise ud fra slagger og smedespor. Arkæologiske og metallografiske undersøgelser af jernemner, halvfabrikata, og af færdigt smedede redskaber, fra jernalder, vikingetid og middelalder fortæller meget om smedens kunnen. For det første at smedeteknikken mange steder var på et højt niveau, som ikke er set bedre siden, men også at der var en betydelig variation, både i

jernets kvalitet, i smedens færdigheder og i de opgaver som de udførte (32).

I Tjekkoslaviet har Pleiner udført en sammenlignende analyse mellem en bysmed og en landsmed fra 1200-årene. Den viser, at smeden i byen arbejdede med gode råvarer, var specialist i mønstersvejste knive, og i øvrigt udførte mange forskellige opgaver, mens landsmeden omvendt brugte dårligere jern, udførte et begrænset udvalg af redskaber, fortrinsvis til brug ved landbruget – eller lappede på værktøj, der var slidt eller gået i stykker (33).

Depot- og gravfund fra jernalder og vikingetid peger hen på en lignende differentering, idet nogle fund består af få og simple redskaber, mens andre viser at smeden var specialiseret, og atter andre at han både arbejdede i jern, træ og ædle metaller (34).

Undersøgelsen viser dog at det er muligt at inddrage et affaldsprodukt som jernslagge, hvis man vil studere smedehåndværket. Den kan måske danne grundlag for en videre udforskning af emnet, for eksempel ved undersøgelser lig den, der blev udført i Tjekkoslaviet, eller man kunne tænke sig et projekt som det der er igang i Sverige, hvor man systematisk har registreret og sorteret alt jern fra en given periode indenfor et begrænset område, hvorefter disse iagttagelser sammenstilles med arkæologiske, skriftlige, katografiske og eventuelt sproghistoriske informationer, foruden metallografiske analyser (35).

En mere bevidst undersøgelse af smedslagge og andre smedspor vil måske også kunne give yderligere oplysninger om smedjens indretning, smedeteknikker og omfang. Jeg vil da i hvert fald anbefale at man ved fremtidige udgravninger af smedjer og slagge, nøje mærker sig om der er glødeskaller (eftersøges bedst med en magnet), samt omhyggeligt registrerer essernes udformning, slaggenes position i forhold hertil,

bebyggelsesspor, gruber m.v., samt opsamler alle jernstykker.

Med hensyn til opsamling af slagge, som jo er et besværligt fundmateriale at slæbe med til museet og have liggende der, så vil det efter min mening være forsvarligt at lave et overslag over mængden (gerne indenfor de enkelte typer der måtte forekomme), *samt* at medtage et repræsentativt udvalg. Forhåbentlig kan denne undersøgelse være en hjælp til at foretage en forstandig udvælgelse.

#### Noter

1. Nyrop 1878, 136 f.
2. I Skåne, Halland og Blekinge har man adskillige vidnesbyrd om jernværker og jernhytter middelalderen igennem, bl.a. omtales Blekingejern som gangbar handelsvare side om side med Kalmarjern, i Flensborg Stadsrets Toldregnskaber o. 1300. Nyrop 1878, 127 f.; Enemark i Kulturhistorisk Leksikon for Nordisk Vikingetid og Middelalder, bd. 11: Metallhandel, sp. 574.
3. Nielsen 1924; Mortensen 1940; Fyrdendal, arkiv på Odense Stiftsmuseum.
4. Voss 1962; Andersen, Kaul & Voss 1987.
5. Enemark i Kulturhistorisk Leksikon for Nordisk Vikingetid og Middelalder, bd. 11: Metallhandel, og bd. 18: Trelasthandel, sp. 589 f; Nyrop 1878, 143 f.; Søgård 1961, 97; Fritz 1971, 18 f.
6. Keesmann m.fl. 1983.
7. Man har fundet kalotformede slagge i efterladte smedjer i Polen og Tjekkoslaviet, der daterer sig til begyndelsen af dette århundrede. Meddelt af Pleiner i brev af 2/12 1985.
8. Hagfeldt 1971, Bachmann 1970, 735 og 1982.
9. Keesmann m.fl. 1983, 72 ff.; Keesmann 1985, 356 f.; Bachmann 1970, 733 ff.
10. Keesmann 1985, 355 ff.; Pleiner m.fl. 1971, 112; Bachmann 1982, 31.
11. Luppen, kaldtes den jernmasse, der fremstilledes ved den direkte udvindingsmetode i en lavovn, se Voss 1962. Det drejede sig om slaggeholdigt, kulstoffattigt smedjern. Højovnen, der udvikledes i løbet af middelalderen, fremstillede råjern (støbejern) ved

- den indirekte udvindingsmetode. Det var nemlig jern med så højt et kulstofindhold, at det måtte ferskes, dvs. renses for kulstof, for at blive anvendeligt som smedejern.
12. Pleiner 1969, 570; Pleiner m.fl. 1971, 112; Bachmann 1982, 31; Keesmann m.fl. 1983, 74 f.  
I Sverige har Kresten & Serning etableret et system, som gør det muligt at opstille de mange kemiske og mineralogiske undersøgelser der findes, i et fælles normsystem (Kresten & Serning 1983). I en undersøgelse af middelalderlige slagger fra Sverige, omtaler Kresten tre slags smedslagge: 1) almindelige smedslagge, 2) raffineringsslagge, 3) ferskningslagge. Sidstnævnte kendes ikke i Danmark, men skulle være en slagge der dannes ved ferskning af råjern (Kresten 1984, 103 ff.).
  13. Thomsen 1964, 1975, samt breve og flere samtaler, senest i oktober 1987.
  14. Evenstad 1782.
  15. Meddelt af Pleiner i brev af 2/12 1985.
  16. Tylecote 1976, 105 ff.
  17. Meddelt af Thomas Nørgård ved flere samtaler i 1984-86.
  18. Se note 11.
  19. Sperl 1980; Serning m.fl. 1981; Bachmann 1982.
  20. Hovedfagsspeciale i middelalderarkæologi ved Århus Universitet, marts 1986, med titlen: Smedning med Jern i Dansk Middelalder.
  21. En essesten kunne være en rørformet, firkantet, rund, eller lignende udformet foranstaltning af ler, med et konisk hul igennem til blæsebælgens dyse. Vævevægte af ler er også blevet brugt (Madsen 1981, 95 ff.). Essesten af klæbersten kendes fra vikingetid i Skandinavien, bl.a. fra Hedeby (Thomsen 1971, 100 f.).
  22. En omfattende undersøgelse i Sverige af jerngenstande og jernstykker viser at ca. 11 % af materialet var emner og affald. Ved emnejern menes smedejern, der er bearbejdet i bevidst udformede firkantede stænger, bånd eller barrer. Halvfabrikat er emnejern, der er viderebearbejdet i arbejdsgangen mod den endelige udformning. Smedeaffald menes at være fremkommet ved den egentlige smedeprocess (Wallander 1981).
  23. Smedjen er nærmere beskrevet af Egebjerg Hansen 1987.
  24. Smedjen er nærmere beskrevet af Fraes Rasmussen, 1981.
  25. Venligst oplyst af Knud Krogh, Nationalmuseet, der har stået for undersøgelsen.
  26. Lütgen 1909, 97; Søgård 1961, 99.
  27. Lütgen 1909, 97.
  28. Knudsen i Kulturhistorisk Leksikon for Nordisk Vikingetid og

Middelalder, bd. 11: Magnus Lagabøters bylov, sp. 228 ff.; Helte, 1982, 6; Lindh & Bredalmo 1982, 16.

29. Keyser & Munch 1848, 247.
30. Herborn 1975, 214 og kort 3.
31. Dahlbäck 1975.
32. Der findes et omfattende antal publikationer, jeg vil blot nævne nogle få: Thomsen 1975, Buchwald 1976, Pleiner 1975 og 1979, Piaskowski 1985.
33. Pleiner 1979.
34. Müller-Wille 1979, 148, 194 f.; Christensen 1979, 34.
35. Wallander 1981.

### Litteratur

- Andersen, A. H., Kaul, F., Voss, O.: Sjællandsk jern. *Skalk*, 3, 1987.
- Bachmann, H.-G.: Eisenschlacken aus Eski Kähta (Vil. Adiyaman), Südost-Tükei. *Archiv für das Eisenhüttenwesen*, Heft 8. 1970.
- Bachmann, H.-G.: The Identification of Slags from Archaeological Sites. Occasional Publication No. 6, Institute of Archaeology. London 1982.
- Buchwald, V. F.: En metallografisk undersøgelse af en vikingetids-økse fra Sønder Onsild. *Aarb. for Nord. Oldk. og Hist.* 1976.
- Christensen, A. E.: Forhistorisk smiteknikk. AmS – Varia 4. Arkeologisk museum i Stavanger 1979.
- Dahlbäck, G.: Fanns det skomakere på Skomakargatan? *Sankt Eriks årsbok*. Utg. av Samfundet S:t Erik, Stockholm 1983.
- Egebjerg Hansen, T.: Tomten af en middelalderlig smedje ved Skjern. *Meta* 1987.
- Enemark, P.: Metallhandel. *Kulturhistorisk Leksikon for Nordisk Vikingetid og Middelalder*. Bd. 11. København 1956-78.
- Enemark, P.: Trelasthandel. *Kulturhistorisk Leksikon for Nordisk Vikingetid og Middelalder*. Bd. 18. København 1956-78.
- Evenstad, O.: Afhandling om jernmalm som findes i myer og morader i Norge, og omgangsmåden med at forvandle den til jern og stål. *Det Kongelige Danske Landhusholdningsselskabs Skrifter*. København 1782.
- Fraes Rasmussen, U.: Sct. Gertrudsstræde i Køge. *Historisk Aarvog fra Roskilde Amt* 1981.
- Fritz, M.: Den äldre svenska järnexporten. Jernkontorets Forskning, H 2, Stockholm 1971.
- Frydendal, H. C.: Arkiv over slaggeforekomster. Odense Stiftsmuseum.

- Hagfeldt, H.: Metod att bestämma förhistoriska slaggers sammansättning och smältpunkt. Jernkontorets Forskning, H 3, Stockholm 1971.
- Helle, K.: Bergen Bys Historie, bd. 1. Bergen, Oslo, Tromsø 1982.
- Herborn, W.: Sozialtopographie des Kölner Kirchspiels St. Kolumba im ausgehenden 13. Jahrhundert. *Zwei Jahrtausende Kölner Wirtschaft*, bd. 1. Herausgegeben im Auftrag des Rheinisch-Westfälischen Wirtschaftsarchivs zu Köln von Hermann Kellenbenz, Köln 1975.
- Keesmann, I., Niemeyer, H. G., Goldschani, F.: Schlackenfunde von Toscanos. Særtryk af *Madridere Mitteilungen* 24. Mainz 1983.
- Keesmann, I.: Chemische und mineralogische Untersuchung von Eisenschlacken aus der hallstattzeitlichen Siedlung von Niedererlbach. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 15, Heft 3. Mainz 1985.
- Keyser, P. & Munch, P. A.: Norges Gamle Love indtil 1387. Bd. 2, Christiania 1848.
- Knudsen, T.: Magnus Lagabøters bylov. Sp. 228 ff. *Kulturhistorisk Leksikon for Nordisk Vikingetid og Middelalder*. Bd. 11, København 1956-1978.
- Kresten, P. og Serning, I.: The calculation of normative constituents from the chemical analyses of ancient slags. Jernkontorets Forskning H 25. Stockholm 1983.
- Kresten, P.: The mineralogy and chemistry of selected ancient iron slags from Dalarna, Sweden. Jernkontorets Forskning H 29. Stockholm 1984.
- Lindh, J. & Bredalmsmo, J.: Funn fra en utgravning. Riksantikvarens Utgravningskontoret for Tønsberg 1982.
- Lütken, V.: Bidrag til Langelands Historie. 1909.
- Madsen, H. B.: Tuyeres. *Excavations at Helgø VII* (ed. Lundström & Clarke). Stockholm 1981.
- Mortensen, R.: Jysk Jærn. *Jyske Samlinger*, 5 Række, IV. Århus 1940.
- Müller-Wille, M.: Der frümiddelalterliche Schmied im Spiegel skandinavischer Grabfunde. *Frümiddelalterlichen Studien*, 11 Band. Berlin, New York 1977.
- Nielsen, N.: Studier over jernproduktionen i Jylland. København 1924.
- Nyholm, T.: Smedning med jern i dansk middelalder. Hovedfagsspeciale ved Lærestolen for middelalderarkæologi, Århus Universitet 1986.
- Nyrop, C.: Dansk Jern. *Historisk Tidsskrift* 1877-78.
- Piaskowsky, J.: Iron and steel technology on the territories of Poland in the 11th-14th century A.D. Jernkontorets Forskning H 34. 1985.
- Pleiner, R.: Experimental smelting of steel in early medieval furnaces. *Památky Archeologické*, Rocnik LX, Cislo Z. 1969.
- Pleiner, R., Pelikán, J., Bartuška, M.: Untersuchung einer Eisenschlacke aus Haithabu. *Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu*. Bericht 5. Neumünster 1971.
- Pleiner, R.: Eisenschmiede im frühmittelalterlichen Zentraleuropa. *Frühmittelalterlichen Studien*, 9. Band. Berlin, New York 1975.
- Pleiner, R.: Die Technik des Schmiedehandwerks im 13. Jahrhundert im Dorf und in der Stadt. *Geschichtswissenschaft und Archäologie*. Sigmaringen 1979.
- Serning, I., Molander, B., Hagfeldt, H.: Faltundersökningar av lågtekniska järnframställningsplatser och tekniska undersökningar av material från tidig järnhandtering. Handbok i arkeologi, fältarbete, Häfte 4, Utg. av Riksantikvarieämbetets dokumentationsbyrå, Stockholm 1981.
- Sperl, G.: Über die Typologie urzeitlicher, frühgeschichtlicher und mittelalterlicher Eisenhüttenschlacken. *Studien zur Industrie-Archäologie* VII. Wien 1980.
- Søgård, H.: Bidrag til smedens historie. *Købstadsmuset Den Gamle By. Årbog* 1961.
- Thomsen, R.: Forsøg på rekonstruktion af fortidige smedeprocesser. *KUML*, Århus 1964.
- Thomsen, R.: Essestein und Ausheizschlacken aus Haithabu. *Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu*. Bericht 5. Neumünster 1971.
- Thomsen, R.: Et meget mærkeligt metal. Varde 1975.
- Tylecote, R. F.: A history of metallurgy. London 1976.
- Voss, O.: Jernudvinding i Danmark i forhistorisk tid. *KUML*. Århus 1962.
- Wallander, A.: Medeltida järn i svenska fyndkomplex. *Meta*, 2. Lund 1981.