

Blødt Staal

-

Tidsskrifter

Industriforeningens Tidsskrift. 1897. 23. Juli

1897

Blødt Staal.

For et Aarstid siden har den tyske Metallurg Dr. Wedding i Berlin holdt et Foredrag om Fremstilling og Anvendelse af det bløde Staal. Dette Materiale har jo en udbredt Anvendelse ogsaa her i Landet, og det vil formentlig derfor ogsaa være af Interesse for mange Industridrivende at blive bekendte med den korte Redegjørelse, som Dr. Wedding fremkom med i en Forsamling af Jernbaneingeniører og -embedsmænd.

Historisk Udvikling. Da Jern i Form af Støbejern kræver en høj Temperatur for at smelte og i Form af Smedejern nærmest maa betragtes som usmelteligt, er det ikke til at undre sig over, at man først i Slutningen af det 15. Aarhundrede, da man opfandt Højovnsprocessen, lærte at fremstille smeltet Jern. Dette flydende og smeltede Jern benyttedes til direkte Fremstilling af grove støbte Gjenstande, saasom Ovnplader o. l. Smedejernet blev paa den Tid fremstillet direkte af Malmene eller ved Behandling af Raajernet ved Ferskning, men det kunde ikke smeltes ved Anvendelse af noget den Gang bekendt Middel, da det indeholdt altfor lidt Kulstof. Først i Aaret 1740 lykkedes det Huntsman i England at nedsmelte kulstoffrigt Staal i Digler af ildfast Materiale og ved Hjælp af en Kokesild i en Ovn med stærk Træk. Dette var vel et Fremskridt, men Ingen forsøgte i Løbet af et helt Aarhundrede at udstøbe dette smeltede Staal til Brugsgjenstande. Vel havde siden 1810 Krupp i Essen bragt Staal-smeltning i Digler til en høj Grad af Fuldkommenhed; men dog var det ikke ham, men derimod Bochum-Værket, der i 1851 for første Gang udstøbte det smeltede Staal umiddelbart i en Form for at give det en blivende Skikkelse. Dette Værk udstillede i 1862 paa Verdensudstillingen i London en stor Klokke støbt af Staal, der vejede 10 Tons og tildrog sig almindelig Opmærksomhed. Der blev endog rejst Tvivl om, hvorvidt det anvendte Materiale virkelig var smedeligt Staal, men en sagkyndig Undersøgelse bekræftede fuldt ud Fabrikens Udsagn. Siden den Tid blev alle Bestræbelser rettede paa ikke blot at udstøbe Materialet i Blokke, som ved Smedning skulde bearbejdes videre, men netop at udstøbe det til færdige Brugsgjenstande. Nogle Aar senere kom Bessemer med sin Methode til Fremstilling af Staal, der fremkaldte en fuldstændig Omvæltning i Jernværksdriften. Bessemer var istand til uden nogen Vanskelighed at holde 15—20 Tons smeltet i Ovn-pæren, men trods den flydende Tilstand støbte man ikke færdige Brugsgjenstande, men fulgte Traditionen og støbte det smeltede Staal i Blokke af simpel Form, der saa skulde bearbejdes videre ved Valsning, Smedning eller Presser. Senere kom Siemens med sin Flammeovn med Regeneratorer, hvorved man blev istand til med godt økonomisk Resultat at benytte denne Ovn til Staal-smeltning, men man vedblev dog at støbe Staalet i Blokke til videre Behandling paa førnævnte Maade. Men

snart lærte man ogsaa den basiske Methode, hvorved det lykkedes at fremstille meget rent Jern, næsten uden Spor af fremmede Stoffer. Man forsøgte nu at udstøbe dette fortrinlige Materiale til færdige Gjenstande, og efter vedholdende Anstrengelser og flere forgjæves Forsøg lykkedes det dog tilsidst, saa at man nutildags meget almindeligt udfører færdigstøbte Gjenstande af blødt Staal, og det saavel efter den sure som den basiske Methode.

Det saaledes udstøbte bløde Staal benævnes ofte Staal-gods i Modsætning til det sædvanlige Støbejern, der ligeledes udstøbes i Form til færdige Brugsgjenstande. Medens Staal-gods lader sig smede og tildels svejse, om end ikke med samme Lethed som almindeligt Smedejern, er dette jo ikke Tilfældet med Støbejern. Staal-gods er kulstoffattigt, medens Støbejern indeholder meget Kulstof.

Ovnene. Det er allerede berørt, at der til Uds-meltning af blødt Staal til Brugsgjenstande benyttes Flamme-ovne, og det er det almindeligste. Det er Siemens Regenerativ-Ovne, hvor Varmen fra Forbrændingsprodukterne opsamles i Regeneratorer, for senere atter at afgives fra disse til Brændslet (Gas) og den atmosfæriske Luft, som skal ernære Forbrændingen, og som paa Grund af den modtagne Varme fremkalder en stærk forhøjet Forbrændingstemperatur. Ovnene ere af meget forskjellig Størrelse, men bør i det hele være rummelige. Bundfladen kan saaledes have rektangulær Form og være indtil 5 m. lang og 4 m. bred, den er ikke plan, men fordybet i Midten, for at det smeltede Staal kan samle sig her. Bundfladen bestaar enten af Kvarssand eller af brændt Dolomit eller Magnesit. Man indretter sig paa den sure eller den basiske Methode, eftersom der i det givne Raamateriale er den ene eller den anden Slags fremmede Indblanding, som ønskes fjernet.

Staalets Beskaffenhed maa være forskjelligt efter Øjemedet. Af Indblandinger kan fremhæves Kulstof, Silicium og Mangan, der kan bruges i vexlende Mængder:

	Kulstof	Silicium	Mangan
Klokker	0,30 0/0	0,35 0/0	0,80 0/0
Maskindele	0,50 —	0,20 —	0,50 —
Grovt Gods, Cylindre,			
Hjertestykker o. l. . .	0,80 —	0,25 —	0,60 —
Vals	1,10 —	0,30 —	0,70 —
Fodstykkerne til Eiffel-			
taarnet i Paris	0,22 —	0,20 —	0,52 —
Kanonlavetter	0,39 —	0,56 —	0,32 —
Svære Tandhjul til Val-			
seværker	0,55 —	0,20 —	0,85 —

Da Hærdeligheden af Staal betinges af 0,60 0/0 Kulstof omtrent, saa ser man af de anførte Tal, at det haarde, hærdelige Staal kun bruges til grovere Dele, medens det uhardelige, bløde Staal anvendes til tyndere Gods. Kulstofmængden vælges desto større, jo mere Vægt man lægger paa Styrke og Modstand mod Slid.

Styrke, Sejghed. Disse to Egenskaber ere karakteristiske for det bløde Staal i Modsætning til Støbejern. Det sædvanlige Støbejern har en Brudstyrke af omtrent 12 kg. pr. □ mm. og er meget skørt. Derimod har Staalgoods en Brudstyrke paa 45—60 kg. pr. □ mm., og taaler i Brudøjeblikket en Forlængelse paa 14—30 % af den oprindelige Længde, og en 40—57 % Formindskelse af Tværnsnitsarealet, alt under Forudsætning af, at der lægges særlig Vægt paa Styrken. Kommer det derimod mest an paa Sejghed af Materialet, saa maa Brudstyrken ikke være mere end 36—40 kg. pr. □ mm., idet Forlængelsen da bliver 27—34 %, og Tværnsnitsarealet formindskes 40—70 %. Hvis man undtagelsesvis ikke lægger Vægt paa Sejghed, men derimod i høj Grad paa Styrke, kan man opnaa en Brudstyrke af 70 kg. pr. □ mm. og derover.

Staalgodsets Dimensioner kan variere indenfor meget vide Grænser, idet man nutildags ikke har nogen Vanskelighed ved at støbe Staal i Stykker af nogle faa Kilogrammeters Vægt, men ogsaa kan støbe Stykker, der veje 50,000 Kilogram. I sidste Tilfælde kommer det blot an paa, om man har tilstrækkelig mange og store Flammeovne, idet man ikke plejer at bygge disse større end til 15,000 kg. Indhold, og nødvendig gaar til 20,000 kg. og derover. Det volder dog adskillig Vanskelighed at faa flere Flammeovne til at arbejde sammen.

Udstøbning af Staal til Brugsgjenstande foregaar nu for Tiden omtrent lige saa let som Udstøbning af Støbejern. Forskjellen ligger i den langt højere Smelte-temperatur, som Staalet kræver, og som bevirker, at det langt hurtigere størkner end Støbejern. I nær Forbindelse med den høje Temperatur ved Udstøbningen staar det stærke Længdesvind, man faar ved Afkjølingen. Medens man ved Støbejern regner højst 1 %—1¹/₃ %, maa man ved Staalgoods gjøre Regning paa mindst 1²/₃ % ofte 2 % eller mere. Heraf følger, at naar Metallet er størknet paa Overfladen, men endnu er flydende i det Indre, vil der ved den paafølgende Afkøling og Sammentrækning danne sig Utætheder i Massens Indre i Form af Revner eller Sprækker. Selv om man støber efter ligesom ved Støbejern, vil man dog i Regelen altid kunne paavise saadanne Sprækker i det Indre af tykke Masser. Brudfladen er paa saadanne Steder altid grovkornet, krystallinsk ved Undersøgelse med Mikroskop.

En stor Ulempe ved Udstøbning af Staal er Metallets Evne til at optage Luftarter, især Brint. Brinten optages meget begjærligt, og desto mere jo varmere det er, og jo mere kulstoffattigt det er. Det er derfor vanskeligere at faa kulstoffattigt Staal tæt end mere kulstofholdigt, og dette Forhold er ogsaa Grunden til, at man i sin Tid, da man smeltede i Digler, benyttede kulstofholdigt Staal, medens man nu i alt væsentligt holder sig til det bløde, kulstoffattige Staal. De i Staalet optagne Luftarter give imidlertid let Anledning til Blæredannelse, idet de atter udskille sig, naar Metallet størkner, og saadanne Blærer kunne findes enten paa Overfladen eller inde i Massen. Findes de paa Overfladen, skæmme de Stykkets Udseende, men ere ellers ikke skadelige; de ere da Tegn paa, at

Temperaturen af det udstøbte Staal har været for høj. Liggende Blærerne lige under Overfladen, saa at de dækkes af en tynd Skæl, kan Udseendet vel være bedre, men der kan nu snarere være Tale om Skade. Hvis det smeltede Staal under Udstøbningen har haft en mere moderat Temperatur, ville Blærerne trække sig længere ind i Massen og der antage Pæreform. De ville ikke være synlige, og Stykkets Udseende vil være tilfredsstillende. Men hvis de findes i større Mængde gennem hele Massen, vil Stykket være daarligt, det er Tegn paa, at Staalet er udstøbt for koldt.

Nu gives der dog Midler til at formindske Blæredannelsen og dens skadelige Virkninger. Man kan sætte forskellige Stoffer til det smeltede Staal, og benytter hertil Mangan, Silicium og Aluminium. Mangan giver det flydende Staal større Absorptionsevne, saa at der udskiller sig mindre Luft i Størkningsøjeblikket, altsaa ved lavere Temperatur. Silicium og Aluminium virke endnu kraftigere end Mangan, de hindre Luftarterne i at udskille sig ved at optage dem og give derfor mindre Anledning til Blæredannelse. Virkningen er meget iøjefaldende, saa at to Udstøbninger af samme Sort Staal kunne være i høj Grad forskellige, det ene tæt i Brudet, naar der har været tilsat en forsvindende Mængde Silicium, det andet blæret, naar der ikke har været nogen Tilsætning. Endnu kraftigere virker Aluminium, og det uagtet det næppe er muligt i det færdige Støbegods at paavise noget Spor af Aluminium. Naar man har stukket noget smeltet Staal af Ovnens i en stor Støbeske, vil man kunne iagttage en stærk Opbobling, efterhaanden som Temperaturen falder. Men i samme Øjeblik, man i en saadan smeltet Masse paa f. Ex. 10,000 kg. kaster et Stykke Aluminiummetal paa kun 1—2 kg., vil Boblerne pludselig høre op at udvikle sig, ganske som om man med Olie dæmper Bølger. Støbegodset vil nu vise sig langt tættere end uden nogen Tilsætning. Desuagtet vil man ikke kunne undvære Mangan helt og holdent, og det kommer deraf, at Jernet har optaget Ilt i Flammeovnen, efterat det her er blevet befriet for hele sit Indhold af Kulstof. Men nu er Ilt vel det Stof, der gjør størst Skade, idet det i høj Grad forringer Staalets Styrke. Men nu er Mangan netop istand til at optage Ilt, og det langt fuldstændigere end Silicium og Aluminium. Og derfor plejer man altid at anvende en ringe Mængde Mangan, selv om man ellers benytter Silicium og Aluminium for at gjøre Godset tæt.

For at hindre Luftarterne i at udskille sig af det flydende Staal under Størkningen og danne Blærer, har man søgt at presse Staalet, medens det endnu er flydende. Det nemmeste er da at anvende et Dødhoved ligesom i mange Tilfælde ved Støbejern. Man bruger da Underløb og lader det flydende Staal stige op i Formen og saa højt over det højeste Punkt, at der kommer et Dødhoved paa mindst 1 m. Højde. Denne store Højde giver dog ogsaa betydeligt Affald, idet man ogsaa maa gjøre Regning paa, at af 100 kg. smeltet Staal, er den ene Trediedel Affald og de to Trediedele færdigt Gods, medens man ved almindeligt Støbejern kun behøver at

regne $\frac{1}{8}$ Affald og Resten færdige Varer. Man har ogsaa forsøgt at presse det udstøbte Staal ved stærkt hydraulisk Tryk, men dertil fordres, at selve Stykket skal have en simpel Form, saa at det kan støbes i en Blokform. Trykket maa være tilstrækkelig højt, men hele Fremgangsmaaden er meget omstændelig.

Det er tidligere fremhævet, at Staalets tekniske Værdi afhænger af den Mængde Kulstof, der findes i det. Jo mere Kulstof, desto stærkere er Staalet, men ogsaa mindre sejgt. Det er derfor af største Betydning at kunne bestemme iforvejen, hvormeget Kulstof der vil være i det færdige Gods, for at dette kan være tjenligt i det Øjemed, hvortil det skal anvendes. Vil man nu imidlertid fuldstændigt rense Jernet for uvedkommende og skadelige Stoffer især Fosfor saa maa man først bortskaffe alt Kulstoffet og derefter tilsætte det i passende Mængde. Dette udførte man tidligere paa den Maade, at man anvendte Mangan enten i det kulstofrige Spejljern eller som Ferromangan og tilsatte saa meget af det ene eller det andet, at man samtidig fik en passende Mængde baade af Mangan og Kulstof. Man fik imidlertid paa denne Maade let for meget Mangan ind i Staalet i mange Tilfælde, og man søgte da at tilsætte Kulstof alene uden noget Mangan. Faar man nemlig for meget Mangan i Staalet, kan det virke skadeligt, idet det dels kan gjøre Staalet for haardt til dets Anvendelse, dels har Tilbøjelighed til at sondre sig i kugleformede Masser, hvorved Staalet bliver uensartet og faar Spændinger, som undertiden kan være saa store, at Brud kan indtræde, naar blot et Stykke falder ned.

Imod disse Ulemper har der hidtil kun vist sig et eneste virksomt Middel, nemlig Düdelinger-Metoden. Den bestaar deri, at man presser en Blanding af Kalkhydrat og Kul (Antracit eller Kokes) i Form af Teglsten, og derefter anbringer en afvejet Mængde heraf i Bunden af Støbeskeen, inden det smeltede Staal tappes ud deri. Denne Maade at tilføre Kulstof paa har ogsaa vist sig overordentlig virksom til at fjerne Luftarterne, og fortjener derfor særlig Omtale. Det Vand, der udskiller sig af Kalkhydratet, har nemlig ifølge hyppige Iagttagelser den Virkning, at det driver Brinten ud af det flydende Staal og saaledes befrier dette for det blæredannende Stof, samtidig med at Kulstoffet tilsættes uden Mangan. Denne Metode synes dog ikke at være trængt rigtig ud i Praxis og at have vakt den Opmærksomhed, den egentlig fortjener.

Ved Udstøbning af Staal er det overordentlig vanskeligt at bedømme den rigtige Temperatur, som dog har saa stor Indflydelse paa Kvaliteten af det færdige Stykke. Man er egentlig ganske henvist til at stole paa Mesterens eller Arbejderens mangeaarige Erfaring, som af det smeltede Staals Farve og hele Udseende bedømmer Øjeblikket for Udstøbningen. Alle Forsøg paa at finde et Pyrometer eller lignende Apparat, hvorved man kunde bestemme Temperaturen, have hidtil været ganske frugtesløse.

Støbeformen. Medens man til almindeligt Støbejern kan bruge Forme af vaadt Sand, og kun undtagelsesvis er nødt til at anvende Forme af Ler, som maa tørres,

saa maa man ved Staalstøbning anvende ganske andre Materialer. Det paalideligste Materiale ifølge hidtidige Erfaringer er det samme, som anvendes til Digler for Støbestaal, nemlig en Blanding af brændt Ler (Chamotte) og Kul (Kokes, Antracit eller Grafit) med en Tilsætning af netop saa meget ildfast Ler, at hele Massen bliver plastisk. I Frankrig bruges ofte en Blanding af Ler, Chamotte og Sand, uden Tilsætning af Kul. I Amerika har man blandet Kwartssand med Melasse eller andre organiske Stoffer; men ingen af disse Masser har givet noget vedblivende godt Resultat.

Det smeltede Staals høje Temperatur kræver imidlertid, at Formene maa tørres før Brugen, og tørres saa stærkt, at der ikke findes Spor af Fugtighed i dem, og dette frembyder atter store Vanskeligheder. Formen maa ofte være varm, naar den skal bruges, og ved store, komplicerede Gjenstande, f. Ex. Dampcylindre med tilhørende Gliderkasse og Flanger maa Formen endog være glødende, naar der støbes ud i den. Disse Forhold frembyde overordentlige Vanskeligheder og gjør det ønskeligt, at man kunde finde en Formmasse, der kunde anvendes lige saa nemt som almindeligt Formsand ved Støbejern. Men for Tiden er der ikke nogensomhelst Udsigt til, at en saadan Masse kan findes.

Støbegodsets Behandling. Paa Grund af det stærke Svind (omtrent 2%) af det udstøbte Staal, maa Formen slaas istykker, saasnt Staalet er størknet, men endnu medens det er rødglødende. Dette er især nødvendigt, naar Støbegodset har mere indviklede Former, da dette ellers ufejlbarlig vil revne paa disse Steder. Det er i høj Grad at anbefale at dykke Staalgodset ned i et Bad af Olie eller Petroleum, strax naar det er taget ud af Formen, eller idetmindste at pakke det ind med Kulstøv og lade det afkøle sig meget langsomt. For at ophæve mulige Støbespændinger plejer man ofte, og det med fuld Føje, at udgløde Godset og enten paany bringe det i et Oliebad eller lade det afkøle sig meget langsomt. Saavel Udglødningen som Afkølingen maa foregaa meget langsomt og kræver derfor lang Tid, man regner hertil 24 Timer eller mere.

Anvendelse af støbt Staal har udbredt sig stærkt i Aarenes Løb. I Sverige findes Værker i Bofors, Fin-spong, Söderfors, Kobeswa, som levere udmærkede Varer. I Amerika maa særlig fremhæves »Solid Steel Company«, Alliance, Ohio; i Frankrig kan nævnes Værket i »Terre noire«. I Tyskland findes flere Værker, særlig Krupp i Essen og Bochum Staalværk, foruden Staalværker ved Hagen og Dortmund. De fleste Værker behandle Staalet i Martinovne af større eller mindre Dimensioner.

Det er tidligere anført, at det støbte Staal er i Besiddelse af stor Styrke og overordentlig Sejghed. Men foruden disse værdifulde Egenskaber kan man ogsaa fremhæve, at Staalet lader sig videre bearbejde ved Smedning og Presning, saa at man paa denne Maade er i Stand til at fremstille Former, saa indviklede eller tynde, at de ikke lade sig frembringe direkte ved Støbning. Staalet lader sig endogsaa svejse, omend der kræves særlig Kyndighed dertil. Det lader sig bearbejde

i kold Tilstand med overordentlig Lethed, baade bore, dreje og høvle. Staalet er, netop fordi det har været i smeltet Tilstand, i højeste Grad ensartet gennem hele Massen baade paalangs og paatværs, baade tykke og tynde Stykker. Netop i disse Egenskaber adskiller det sig væsentlig fra det »hammerbare Støbegods«, som er haardt Støbejern, der ved en langvarig Udglødning sammen med Jernite er blevet afkullet, og det overgaar disse Varer i enhver Henseende. Naar Staalet indeholder mindre end 0,5 % Kulstof, lader det sig ikke hærde, men derimod med et Kulstofindhold af 0,6 % og derover. Findes der over 1,2 % Kulstof, bliver Staalet for sprødt til at faa nogen videre Anvendelse.

I mange Tilfælde maa man give det færdigstøbte Staal et smukt og tiltalende Ydre, omend det nærmest maa opfattes som Blændværk, idet en lille Blære ved Overfladen ikke skader det allermindste, som tidligere nævnt. Er Staalet støbt ud, medens det var snarest for varmt, vil det jo muligvis vise Blærer paa Overfladen, men være tæt inde i Massen. Har det derimod været koldere ved Udstøbningen, ville Blærene derimod være forsvundne fra Overfladen, men være trængt ind i det Indre, og det er uheldigt. Nu kan man imidlertid aldrig være sikker paa at undgaa Blærer, og naar man ikke kan høvle eller dreje Ujævnhederne bort, kan man udfylde Hullerne f. Ex. ved elektrisk Svejsning.

Som talende Exempler paa, hvad der kan udføres af støbt Staal, kan nævnes de Gjenstande, som Firmaet Krupp i Essen havde udstillet i Chicago. Der fandtes saaledes et stort Tandhjul til et Panserplade-Valseværk, og som vejede ikke mindre end 20,200 kg., var 4,2 m. i Diameter og 1 m bredt. Endvidere en Forstævn til et Krigsskib, den var samlet af 3 Stykker, som tilsammen maalte 12,62 m. i Højde og 8,35 m. i Længde langs Kjølen, og vejede ialt over 24,000 kg. Der fandtes en Agterstævn og Rorramme til et Panserskib, næsten 8 m. i Højden og 11 m. i Længden langs Kjølen; Stævnsens Vægt var 12,800 kg., Rorrammens 11,300 kg. Fundamentrammen til Dampmaskinen til en Krydserkorvet maalte over 5,5 m. i Længden og 2,16 m. i Bredden; den vejede 6318 kg., og en Prøve viste en Brudstyrke paa 45,5 kg. pr. □mm.; en Forlængelse paa 22 % og en Formindskelse af Tværnittet paa 50 %. En Lokomotivramme af blødt og sejgt Staal vejede 1500 kg. Begge disse Rammer viste ikke Spor af Svejsning nogetsteds. Der fandtes ogsaa Hjul til Lokomotiver udførte af blødt Staal, og for ret at vise, hvor sejgt Materialet var, saa var nogle af dem med Forsæt ødelagte, vredne og bukkede; men Maaden, hvorpaa Brud indtraadte, viste tydeligt Materialets gode Egenskaber. Brudstyrken var 40 kg. pr. □mm., Forlængelsen ikke mindre end 31 % og Tværsnitsformindskelsen 61 %. Alle disse Gjenstande vare færdigstøbte Gjenstande af blødt Staal uden anden Bearbejdelse end hist og her en Udboring eller Afhøvling, saaledes som det sædvanlig foretages ved raat Støbegods.

Som Exempel paa videre Bearbejdning af støbt Staal kan anføres, at Centrifugeskaale efter Støbningen ikke blot kunne presses til den ønskede Form ved stærkt

hydraulisk Tryk, men tillige faa den ønskede Godstykkelse, f. Ex. 5—6 mm., altsaa en meget ringe Tykkelse. I kold Tilstand lader Materialet sig ogsaa bearbejde til forskjellig Form, men bliver dog let haardt, saa at det maa udglødes for at taale videre Bearbejdning.

Det bløde Staal er i det Hele taget et Materiale, som har vundet en udstrakt Anvendelse i Industrien i de forskjelligste Øjemed, og som i Styrke og Sejghed overgaar Støbejern og meget ofte ogsaa Smedejern. Prisen paa de færdige, støbte Gjenstande af Staal er imidlertid betydeligt højere, end hvis disse Stykker vare blevne støbte af Støbejern. Prisen pr. Kilogram er vel større, men hvis der fordres stor Styrke af vedkommende Gjenstand, kan den være lettere, naar den støbes af blødt Staal, end naar den udføres af Støbejern, saa at Prisen paa selve Gjenstanden derved ikke bliver fuldt saa forskjellig. Der gives ogsaa mange Tilfælde, hvor en ringe Egenvægt er af største Betydning, og hvor Prisen kommer i anden Række, her er Staalet paa sin Plads fremfor Støbejern, f. Ex. ved Maskinerier i Torpedobaade o. lign. Ved Jernbanebygning og Skibsbygning anvendes det bløde Staal i stort Omfang, da man paa dette Omraade ret har faaet Øjet aabent for dette Materiales gode Egenskaber. I det øvrige Maskinfag har man stillet sig noget mere tilbageholdende overfor det bløde Staal, men det anvendes dog ogsaa her i stort Omfang, idet Prisen paa det færdigvalsedede Materiale i Plader og Stænger fuldt ud kan konkurrere med Prisen paa lignende Dele af Smedejern.

I en Henseende staar dog Tilvirkning af færdigstøbte Gjenstande af Staal tilbage for tilsvarende Stykker af Støbejern, idet man nemlig uden Vanskelighed kan indrette en Ovn til Nedsmeltning af det almindelige Støbejern, endog for en meget ringe Aarsproduktion, medens Indretningen af en Smelteovn for Staal kræver ikke blot stor Anlægs kapital, men ogsaa en betydelig Omsætning. En Flammeovn til Staalsmeltning maa nemlig gaa Nat og Dag, saalænge den kan holde. Den kræver altsaa hyppig Udtømning af det nedsmeltede Staal og fornyet Indsætning af frisk Raamateriale. Der maa altsaa til Stadighed være Forme tilstede i tilstrækkeligt Antal til at modtage de nedsmeltede Staalmasser, og denne Drift kan ikke forceres efter Markedsforhold, men maa gaa sin jævne, rolige Gang. Man kan nok bygge Flammeovne til større eller mindre Produktion, men den mindste Flammeovn, man har forsøgt at bygge, har haft et Rumfang til 1000 kg. Staal, men Forsøget kan ikke siges at være lykkedes. Her er et Omraade, hvor den lille Industri ikke kan trænge sig frem for Tiden, og hvor der ikke er Udsigt til, at den vil kunne trænge sig frem i en overskuelig Fremtid. Storindustrien kan her selv have sine Vanskeligheder at overvinde, idet Erfaringen viser, at man helst maa benytte Ovne til 15,000 kg. Produktion. Naar en eller flere saadanne Ovne skulle være i Gang Nat og Dag, kræves der en meget betydelig Omsætning, og en jævnere Tilgang af Bestillinger, end man kan gjøre Regning paa. Et saadant Staalværk bør derfor kaste sig over en eller anden Specialitet, som kan give

en regelmæssig Drift Aaret rundt, til hvilken de tilfældige Bestillinger kunne slutte sig uden at give nogen generende Afbrydelse. Nødvendigheden af at indrette sig paa Stordrift af støbte Staalvarer er saaledes den

eneste væsentlige Hindring for denne Industris videre Udvikling til helt at fortrænge Støbejernet fra dets Omraade.

Om Sporvejsdrift.

Den »internationale Sporvejs-Forening« holdt et stort almindeligt Møde i Stockholm for et Aar siden. Paa dette Møde fremsatte Ingeniør Ziffer fra Wien en Række Meddelelser om mekanisk Drift af Sporveje, som her skulle gjengives i Uddrag, da de give et ret godt Overblik over disse Forhold.

De Fremdriftsmidler, som have være forsøgte, ere af meget forskjellig Art. Saaledes kan nævnes:

1) Dampkraft og Kjelder dels med, dels uden Ildsted, anbragt paa selve Vognen.

2) Trykluft, idet Luft af høj Spænding er indesluttet i en Beholder paa Vognen, hvorfra den føres til Maskinen.

3) Gasmaskiner, der drives ved Gas, komprimeret i en Beholder paa Vognen.

4) Petroleumsmotorer, der drives ved lettere eller tungere Petroleumsarter.

5) Tovtræk, idet et Tov løber i en Kanal under Gadens Niveau og drives af en stor Dampmaskine ved en Station. Vognene kunne ved passende Klemmeapparater forbindes med Tovet, naar de skulle sættes igang, og atter udløses derfra, naar de skulle stanses.

6) Elektrisk Drift, enten med Tilførsel af elektrisk Strøm gennem Luftledninger, eller gennem Ledninger under Gadens Niveau, eller ved Hjælp af Akkumulatorer.

Alle disse Systemer have deres Fortrin og Mangler, saa at man ikke kan fremhæve noget enkelt af dem som de andre ubetinget overlegent, men snarere maa sige, at hvert enkelt har sit Omraade, hvor det er andre sideordnet og kan hævde sin Plads.

Dampkraften er jo hidtil eneraadende ved Jernbandedrift, og det ligger derfor nær at anvende den ogsaa paa Sporveje. Man kan da her let faa samme Fordel som ved Hestekraft, at hver enkelt Vogn kan gjøres uafhængig af de andre, men Driften bliver da let for dyr; og for at gjøre den mere økonomisk er man henvist til at anbringe en noget større Maskine paa en Motorvogn og lade denne trække en eller flere andre Vogne; men hertil kræves en betydelig Trafik. Medens Dampkraft er ganske paa sin Plads ved Jernbandedrift, hvor det gjælder om at magte en stor Trafik af Personer og Gods mellem By og By, paa lange Afstande og paa særlige Skinneveje, saa begynder Sagen at stille sig noget tvivlsom, naar der bliver Spørgsmaal om Person- eller Godstrafik gennem en By og dens Forstæder, og paa alfar Vej. En Dampkjedel med Ildsted burde vel aldrig taales til almindelig Trafik paa en Bys Gade, og heller ikke i en Bys Forstæder, i Villapartier, Alleer og Veje, hvor et æstetisk Hensyn er berettiget. Ildstedet og den

Røg, som kommer derfra er alt for generende for Omgivelserne. Den Damp, som kommer fra Maskinen, generer ved sin Fugtighed, Tæthed og den Lyd, der kommer, naar den stødes ud i Luften. Der kan vel nok bødes endel derpaa ved at fortætte den, saaledes som Tilfældet var ved Strandvejens Dampsporvogne her i Kjøbenhavn.

En særegen Slags Dampkjedel til Sporvejsdrift er Serpollet's Kjedel, der i Hovedsagen bestaar af flere buetrykte Rør, der udsættes for stærk Hede fra et Ildsted. Vandet presses ind i disse Rør med snever Passage og forvandles strax til Damp af høj Spænding og tilmed overhedet. Kjleden frembyder stor Sikkerhed, men giver ikke ret god Økonomi; den er nærmest forsøgt ved Motorvogne paa Landeveje og er næppe at anbefale i eller i Nærheden af Byer.

For at undgaa det særlige Ildsted ved en Dampkjedel og den deraf følgende Udvikling af Røg, har man forsøgt Dampkjelder uden Ildsted. Man har da paa Vognen haft en Dampkjedel, hvis Vand paa en Hovedstation opvarmedes til en passende høj Temperatur ved Hjælp af Damp fra en stor Kjedel. Den opsamlede Varme kunde da atter udvikle Damp under Kjørselen, men det er jo paa Forhaand givet, at der paa denne Maade er sat snevre Grænser for Kjørestrækningens Længde, inden Kjleden skal forsynes med Vand paany og dette opvarmes. Man er dog fri for Ildsted paa selve Vognen, og er fri for Pasning af et Ildsted, saa at denne Metode forsaavidt frembyder nogen Fordel. Men der findes ligesuldt en Maskine, som skal manøvreres, og denne Maskine vil let give Anledning til Lugt af Olie, som vil være i høj Grad generende.

Dampkraft synes saaledes ikke at have Betingelser for at kunne hævde sin Plads til Sporvejsdrift i eller ved Byer, men derimod nok i mere fri Luft. Dampkraft benyttes i mange store Byer til underjordiske Baner, eller ogsaa til Luftbaner, men man hører dog stadig Tale om Ulemperne af Røg o. s. v., og der er næppe nogen Tvivl om, at saadanne Baner fremtidigt ikke ville blive anlagte uden efter moden Overvejelse. Til større Trafik ville andre Fremdriftsmidler maaske ikke kunne tage Kampen op med Dampkraft, hvad Økonomien angaar, men den Tid kan maaske nok komme. Ved mindre Trafik eller dog hyppig Forbindelse vil Fordelen maaske nok være paa andre Sider.

Trykluft er anvendt enkelte Steder, men man har næppe nogen videre Erfaring paa dette Punkt. Systemet har megen Lighed med det foregaaende, hvor der an-