

Denne fil er downloadet fra
Danmarks Tekniske Kulturarv
www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på
www.tekniskkulturarv.dk/about

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

THOMSEM

Nye Fremgangsmaader

ved Jern - og

Staaltilvirkningen

INDUSTRI-
FORENINGEN

~~2559.~~

~~130e~~

6691

J B g l

6691

INDUSTRI-
FORENINGEN.

Nyere Fremgangsmaader ved Jærn- og Staaltilvirkningen.

Af Docent Aug. Thomsen.

Med Tegninger.

1. *Jærn og Staal indvunden direkte af Malmen.*
Trods de gennemgribende Forandringer, som Jærn- og Staalindustrien har undergaaet i de sidste 25 Aar, er den dog for saa vidt blevet i det gamle Spor, som Smedejærnet og Staalet fremdeles aldeles overvejende vindes ad indirekte Vej, nemlig af Raajærnet. Dog ere Bestræbelserne vedblivende rettede paa at fremstille Jærn og Staal direkte af Malmene, hvilken Methode som bekendt følges af adskillige vilde Folkeslag. Jærniltet lader sig nemlig ved forholdsvis lav Varmegrad reducere til metalisk Jærn, og naar det ikke efter Reduktionen ophedes stærkt, medens det er i Berøring med Brændselet, optager det kun saa meget Kulstof, at Smedejærn eller et staaagtigt Jærn dannes. I Højovnen derimod, hvor Temperaturen kan naa Platinets Smeltepunkt (1775°), optager det reducerede Jærn mere Kulstof, saa at Raajærn dannes; ved den høje Varmegrad optager det ogsaa fremmede Bestanddele, f. Ex. Silicium og Fosfor, hvilke Stoffers Ilt kræve en højere Varmegrad end Jærniltet til deres Reduktion.

Det direkte vundne Jærn bliver saaledes meget rent, men paa den anden Side er Udbyttet betydelig mindre, da en stor Del af Malmens Jærnilt smelter sammen med dens øvrige Urenheder til en letsmeltelig Slagge, og dette Tab kan ikke undgaas, da Slaggen kun ved at optage Jærnilt kan blive saa letsmeltelig, at den er flydende ved den anvendte Temperatur, saa at den ad mekanisk Vej kan skilles fra Jærnet. I Højovnen derimod undgaar man dette Tab, idet man tilblander Stoffer, hyppigst Kalk, hvorved der dannes en tungsmeltelig Slagge, der først smelter, efter at alt Jærniltet er reduceret, men ved en saadan Temperatur, at Raajærn maa dannes.

Arbejdsmaaden er forholdsvis simpel, idet Malmen blandet med Trækul anbringes enten i ganske lave Skaktovne (i Finland) eller i aabne Herder (Pyrenæerne, Staterne Ny-York og Ny-Yersey i Nordamerika) under Tilledning af Blæsevind, og den ved Reduktionen og ved Sammenklæbning af de enkelte Jærnpartikler dannede usmeltede Jærnklump befries ved Hamring for Slagge.

Efter en nyere af *Chenot* angivet Methode foretages Reduktionen (i det nordlige Spanien) i staaende Retorter, der opvarmes udvendig fra, og tømmes ud for neden i et lodret Kølerør; den reducerede Jærnsvamp affineres derefter i en Svejsherd. I Nordamerika (ved St. Louis) benyttes ogsaa (af Peckham Iron Co.) *Peckhams* kombinerede Methode, idet Blandingen af knust kornet Malm og Trækulstøv først passerer suksessive 3 vandrette, murede Retorter, der opvarmes ved Spildevarme fra en (katalonisk) Herd og derefter anbringes i denne og i andre almindelige Herder, hvor Reduktionen fuldføres og Jærnet samles til en „Bolle“ (Luppe). Bollerne behandles under Damphammer, ophedes til Svejshede i Herden og strækkes til Jærnstænger (6—7" i Firkant). Jærnet, som er uensartet, samt fattigt paa Kulstof og Fosfor, benyttes til tyndt Blik og til Martinmetal; det er bedre end Jærn, indvundet i almindelige kataloniske Herder, Kulforbruget er langt mindre, og værdiløst Trækulsmuld kan benyttes. Der arbejdede i 1880 i alt 12 Herder; i hver Herd behandlede man 8 Tons Malm (af 60—68 pCt. Jærn) daglig, hvilket gav 50 pCt. Jærn.

En mere gennemgribende Forandring i den direkte Methode skyldes *C. W. Siemens*, idet han foretager Behandlingen i en Rotator, det er en paa fire Frik-tionshjul hvilende, liggende roterende Cylinder. Saaledes som denne anvendes af *Anderson & Co.* i Tyrone, Philadelphia, U. S., er den udvendig af Smedejærn, som er fodret først med ildfaste Sten og derefter med et 3" tykt paasmeltet Lag af Friskslagge, Valsesinter og ren Jærnmalm; Cylinderens indvendige Længde og Vidde er $9\frac{1}{2}'$. Den ophedes ved Generatorgas, hvis Flamme slaar ind i Cylinderen fra en Aabning ved den ene Ende, cirkulerer i Cylinderen og atter forlader den ad den ene af to Aabninger, der ere anbragte ved Siden af Aabningen for Gassen; kun Luften forvarmes i Regeneratoren, og den træder ind i Ovnens afvexlende ad en af de to Aabninger, af hvilke den anden, som omtalt, fører Forbrændingsprodukterne til den Regenerator, som skal opvarmes. I Cylinderens modsatte Endeflade findes

tæt ved Omkredsen mindre Slaggehuller og, excentrisk anbragt, en større Aabning til Fjærnelse af Bollerne; alle disse Aabninger ere til at lukke. I Ovnen fyldes en Blanding af Malm (f. Ex. 4000 engl. Pd. af en brun Hæmatit med 48 pCt. Jærn), Kalk (150 Pd.), Hammer-skjæl (500 Pd. = 300 Pd. Jærn) og Stenkul (525 Pd.); baade Malm og Kalk er knust fint paa Blakes Knuse-maskine. Man lader Ovnen rotere 4 Gange i Minuten, nogle Timer efter begynder Udtapningen af Slagge og efter i alt 5—8 Timers Forløb fjærner man det reducerede Jærn, som danner Klumper af meget forskellig Størrelse, men ikke egentlige Boller. Med de oven omtalte Kvantiteter fik man kun 40.9% af Jærnet, medens de andre 59.1% fandtes i de 2000 Pd. Slagge, som tappedes ud, og i den Slagge, som pressedes ud ved Hammeren. Jærnet indeholder saa megen Slagge (12—14%), at det ikke lader sig gjøre at faa et brugbart Jærn ved Udvalsning, fordi den gjentagne Behandling i Svejsovn vilde medføre et for stort Tab af Jærn ved Iltning (Afsbrænding). Derimod er det et udmærket Materiale for Fabrikationen af Martinmetal, hvortil det benyttes i samme Firmas Staalværk i Pittsburgh. Saaledes som Metoden udføres, lader den noget tilbage at ønske; en Forbedring vilde det være, om Malmene ristedes, hvorved Svovl fjærnedes og de bleve lettere at reducere, om der tilsattes Stenkul i tilstrækkelig Mængde, saa at alt det Jærnilte, som ikke indgaar kemisk i Slaggen, reduceredes, og om der tilsattes Kalk nok, saa at mindre Jærnilte bandtes af Kiselsyre i Malmen. Ved Anbringelse af en cirkulær „Bro“ i Cyllinderen vilde Dannelsen af lige store Boller rimeligvis lettes (ligesom i Bouvards Konstruktion af Danks' Puddelov). Rige Malme turde ogsaa være mest brugbare, da det forholdsvis Udbytte af Jærn er større, fordi en temmelig konstant Mængde Jærn som Ilte gaar over i Slaggen.

Siemens's Rotator har dog den ubestridelige Fordel at kræve ringe Arbejdskraft og muliggjøre Anvendelse af Stenkul til Reduktion, foruden at den, som den direkte Methode i Almindelighed, giver et fosforfattigt Jærn. Resultaterne stillede sig ogsaa saa gunstig, at oven nævnte Firma paatænkte at bygge fem andre Rotatorer, hvorved Arbejdskraften bliver forholdsvis billigere. Den svenske Metallurg *Th. Rosendahl*, der leverer en udførlig Redegjørelse for Arbejdsmaaden i Tyrone, mener, at Siemens Rotator rimeligvis vil være anvendelig paa de svenske rige, men fosforholdige Grängesberg-Malme, hvorved der kunde faas Raamateriale for Martin-Processen.

2. *Forandringer ved Pudlingsmetoden.* Den indirekte Fremstilling af Jærn og Staal er, som omtalt, næsten eneraadende. Den bestaar i, at man ved en iltende Omsmeltning saa vidt muligt fjærner Raajærnets fremmede Bestanddele og kun lader den rette Mængde Kulstof blive tilbage. Denne udgjør (efter ældre Antagelser) for Staalet 1.8—0.6%, for Smedejærn 0.60—0.01%, men Grænserne ere dog ingenlunde skarpe. Raajærnet indeholder derimod fra 2—5.5% Kulstof, desuden Silicium, hvis Mængde kan naa over 3%, Svovl, Fosfor, Mangan og Spor af forskellige Metaller. Af de nævnte Stoffer fjærnes under Omdannelsen til Jærn og Staal vanskeligst Svovlet, der selv i meget ringe

Mængder gjør Smedejærn og Staal rødskjørt, hvorfor man ved Udsmeltningen i Højovnen sørger for, at det ikke optages i Raajærnet, men gaar over i Slaggen (som Svovl-kalcium). Fosforet, som gjør koldskjørt, er, i alt Fald ved nogle af de anvendte Fremgangsmaader, lettere at fjærne. Silicium og Mangan derimod frembyde ingen Vanskelighed, da de iltes lettere end Kulstof, ligesom dette atter iltes lettere end Jærnet; i Overfladen af det smeltede Metalbad ville vel alle nævnte Stoffer samtidig blive iltede, men Jærniltet, som har den mindste Tiltrækning til Ilt, vil, naar det blander sig med det øvrige upaavirkede smeltede Raajærn, afgive sin Ilt til dettes Silicium, Mangan og til sidst til Kulstoffet; dog vil Kiselsyren gaa i Forbindelse med en vis Mængde Jærnilte (foruden med Manganilte og andre Metalilte) og danne en smeltet Slagge. Paa denne Maade lykkes det altsaa næsten fuldstændig at udsondre de andre fremmede Stoffer før Kulstoffet og kun lade saa meget af dette tilbage, som svarer til den tilsigtede Beskaffenhed af Produktet. Omsmeltningen udføres enten ved Friskning i en Esse, en af Støbejerns-plader dannet kasseformig Fordybning, hvor Raajærnet nedsmeltes i Berøring med brændende Trækul og under Tilledning af Blæsevind. I Friskesser kan man dog kun magte mindre Mængder (2—300 Pd.), Behandlingen tager lang Tid (c. 5 Timer), og Trækul ere sjældne og dyre, hvorfor man overvejende anvender Pudling, det er Omsmeltning paa Herden af en Reverberovn ved Flamme fra et Ildsted; paa dette kan man benytte et billigere Brændsel (Stenkul, Brunkul), da dettes Urenheder ikke gjøre Skade, fordi Brændslet ikke kommer i Berøring med Metallet. I en almindelig Puddelovn kan der behandles 300—450 Pd. Raajærn i 1 $\frac{1}{4}$ —2 Timer*), og saa vel Jærntabet (ved Slaggedannelse) som Brændselforbruget er mindre. Puddelovns Herd er fodret med et paasmeltet Lag af jærnilterigt Materiale (Slagger, ren Jærnmalm, ristet Svovlkis fra Svovlsyrefabrikkerne), som ligeledes virker iltende, og man tilsætter ogsaa saa meget Puddelslagge fra et foregaaende Arbejde, at det nedsmeltede Raajærn er helt bedækket deraf. Raajærnet er saaledes kun under Nedsmeltningen udsat for direkte Iltning; senere er det helt dækket af Slagge, hvormed det saa sammenrøres livlig (Pudling); Iltningen af Raajærnet foregaar da indirekte ved Indvirkning af Fodrets Jærnilte og af Slaggens Jærnilte (især Jærnmellemilte, der maa antages at være opløst i Slaggen), og Slaggen gjeniltes atter af Flammens hede Luft. Naar Iltningen til sidst griber Kulstoffet, hæves den hele Masse, som gjærende Dejg, af den dannede Kulilte; de talrige stærkt glødende smaa Jærn- eller Staalpartikler samles da efterhaanden ved Hjælp af en Rager til større og større Klumper (Boller, Lupper); disse befries for Slagge under Damphammer eller i et Ælteværk og vales ud efter at være ophedede i en Svejsovn.

Det ved Puddelovnen forefaldende Arbejde er meget besværligt, tillige vanskeligt og altsaa dyrt. Man har derfor forsøgt at indføre mekanisk Pudling. Den

*) I det franske Værk Montataire har man, som et ualmindeligt Resultat, naaet 11 Charger 325 Kgr. i 12 Timer (med 10% Tab med Iltning og 65% Forbrug af Kul).

mest bekendte mekaniske Puddelovn er konstrueret af Amerikaneren *Danks*, og vakte saa stor Opsigt i England, da den blev bekendt i 1871, at en Kommission blev sendt til Amerika for at studere den nøjere. Den er, ligesom Siemens's oven omtalte Ovn til direkte Indvending af Jærn, en Rotator, men Flammen slaar gennem Ovnen til et knæbøjlet bevægeligt Røgrør, som fører til Skorstenkanalen og med Lethed kan fjærnes og atter bringes paa sin Plads. Den opledes ved fast Brændsel eller Generatorgas; ved en Modifikation af Ovnen, som skyldes *Crampton*, er Brændslet Kulstøv, der tillige med Luft indblæses ved den ene Ende. Saaledes som *Danks* Ovn nu bygges i de forskellige Jærnværker, afkøles en større eller mindre Del af dens Overflade ved Vandcirkulation, og man anvender selv Overrisling. Derved søger man at svalde Ovnens Foder og saaledes gjøre det mere holdbart; Fodret bestaar inderst, der hvor Raajærnet kommer direkte i Berøring dermed, af ren Jærnmalm, bedst Rødjærnsten fra Bilbao (72% Jærntveite); Malmen maa i hvert Fald være ren, især fattig paa Kiselsyre, som vilde forslagge en tilsvarende Mængde Jærn. Fodret er befæstet til indvendig fremspringende Ribber, som dog dækkes fuldstændig. Dets Mangel paa Holdbarhed er den svage Side ved *Danks* Ovn, da Fornyelsen er besværlig; i *Creusot* holder Fodret kun 24 Charger og Fornyelsen kræver over 12 Timer. Da det væsentlig fortæres af Kiselsyre, der dannes under Pudlingen, gjør man i et amerikansk Værk denne uskadelig ved Tilsætning af Hammerskjæl; eller man omsmelter Raajærnet, (i *Creusot*), hvorved i alt Fald indblandet Svovl fjærnes, eller man underkaster Raajærnet forinden en affinerende Omsmelting i en Gas-Puddelovn, hvorved næsten alt Silicium fjærnes som Kiselsyre, hvorefter man lader Jærnet løbe smeltet i Rotatoren. I *Creusot*, der benytter 2 *Danks*-Ovne, udgjør hver Charge 0.85 til 1 Ton, og Pudlingen kræver kun 30 Minuter; Fosfor fjærnes godt, idet Raajærn med resp. 0.815 og 0.04% Fosfor gav Puddejærn med resp. 0.082 og 0.004% Fosfor, der bruges som Raamateriale for Smeltning af Martinmetal; Benyttelsen af store Charger lettes derved, at Ovnen i Midten har en cirkulær Bro, som deler Massen i 2 Boller. *Danks*-Ovnen benyttes ogsaa i Amerika, og ikke mindre end 10 findes i et Værk i Pittsburgh (*Graff, Bennett & Co.*). I England fandtes allerede i 1874 mindst 40 saadanne Ovne, og man haabede her, paa Grund af disses store Produktionsevne, fremdeles at kunne hævde Puddeljærnets Anvendelse til Jærnbaneskiner, som mere og mere fabrikeredes af Bessemermetal. Ovnen gjorde det nemlig muligt at udvalse Skinner af en og samme Bolle, hvorved de bleve mere ensartede, end naar de, som Tilfældet er med almindelige Puddelboller, maa dannes ved Paquettering. Dette Haab er imidlertid ikke gaaet i Opfyldelse. Uagtet *Danks*-Ovnen i det hele frembyder væsentlige Fordele, nemlig sparer Arbejdskraft, gjør det muligt at anvende mindre drevne Arbejdere, har stor Produktions-evne, renser godt for Fosfor og ligeledes synes at være Brændsel besparende, er den dog ikke ret trængt igjennem, uagtet den har været kjendt i 20 Aar. Ovnfodrets ringe Holdbarhed synes at være Hovedårsagen til dette Resultat. Hvis den besad afgjørende Fortrin fremfor den ældre Puddelovn,

vilde man vel ikke, især da den er fuldstændig gennemprøvet i England, have det Særsyn, at det store Værk *Creusot* endnu i 1878 kun havde 2 *Danks*-Ovne mod 98 Haand-Puddelovne. En god Rensning for Fosfor kan ogsaa opnaas i en almindelig Haand-Puddelovn, da den blot er betinget af, at Jærnet ved Omrøring bringes i livlig Berøring med det jærnilteholdige Foder, og at Temperaturen ikke stiger for højt.

Pernots's roterende Ovn har ikke faaet nogen Betydning ved Pudling, hvortil den fra først var bestemt, men anvendes en Del til Smeltning af Martinmetal, og skal derfor omtales under dette.

3. *Bessemerprocessen* har derimod havt en saa gennemgribende Betydning, at man vel kan sige, at den har fremkalt en Omvæltning i Jærnindustrien. Den har sit Navn efter Opfinderen *Henry Bessemer*, som havde den Ide at iværksætte Friskningen af det smeltede Raajærn ved at blæse Luft gennem samme. Den atmosfæriske Luft eller rettere dens Ilt er nemlig direkte eller indirekte det virksomme ved de ældre Friskningsmaader; men medens ved Pudlingen Luften kun virker paa Overfladen af den smeltede Masse, bragte *Bessemer* Luften, fordelt i talrige Strømme, i Berøring med den hele smeltede Masse; derved opnaaede han, at Iltningen forløb saa hurtig, at den heraf resulterende Varmeudvikling alene var tilstrækkelig til at holde Massen smeltet under hele Processen. Det var derfor med rette, at *Bessemer* ved *British Associations* Møde i 1856 i Cheltenham, hvor han gjorde den videnskabelige og tekniske Verden bekendt med sin Opfindelse, gav sit mindeværdige Foredrag Titlen: Fabrikation af Jærn og Staal uden Brændsel. Saadant benyttes nemlig ikke til selve Friskningen, men kun til Omsmeltingen af Raajærnet (naar dette ikke benyttes direkte som det løber for Højovnen) og til Frembringelse af den fornødne mekaniske Kraft. *Bessemer*'s første engelske Patent er af 17de Oktober 1855, men Gjennemførelsen af Metoden mødte mange Vanskeligheder, deriblandt den, at ikke enhver Slags Raajærn var brugbart. Endnu i 1863 arbejdede i England selv kun tre af hans Apparater, deraf 1 i hans eget Forsøgsværk i Sheffield og 2 i *John Browns* bekendte *Atlas Works* samme Steds; Kontinentets jærnproducerende Lande havde dog allerede begyndt at indføre Metoden, men størst Fortjeneste af dens praktiske Gjennemførelse har, næst *Bessemer* selv, Sverige, hvor *Göranson* fra Högbo udviklede den ved selvstændige Forsøg, saa at der oven nævnte Aar allerede fandtes 4 arbejdende Apparater foruden 5 under Bygning. I 1880, 17 Aar senere, var Produktionen af *Bessemermetal*, det er *Bessemerjærn* og *Bessemerstaal*, naaet til det umaadelige Beløb af 3½ Million Tons.

Til Vanskelighederne hørte blandt andet Konstruktionen af et Apparat, som kunde tilfredsstille de Fordringer, som Methodens praktiske Udførelse krævede. Hvilke disse vare, indses bedst ved Betragtning af Apparatet i den Form, som nu bruges, og som væsentlig skyldes *Bessemer*.

Apparatet, der kaldes *Konverter*, *Pære* eller *Re-tort*, er i Reglen bestemt til at rumme indtil 7 Tons, sjældent 10 Tons smeltet Raajærn. Som Fig. 1 viser, er

det en pæreformig Beholder, som er ophængt i to Tapper, saa at den kan drejes i en lodret Plan ved Hjælp af et Tandhjul paa den ene Tap, hvori indgriber en horisontal Tandstang, befæstet til Stempelstangen for en hydraulisk Cylinder*). Gennem den anden Tap, som er hul, blæses Luften fra et Cylinderblæseapparat, som kan give Vind med et Overtryk af indtil 1.7 Kgr. pr. $\square^{\text{cm.}}$. Vinden føres gennem et Rør udvendig langs Apparatet ned i et Vindkammer under Bunden, hvorfra den fordeles i talrige mindre Vindpiber, grupperede i 7 forskellige „Former“, der ligesom Propper ere indsatte i Bunden og holdes fast i deres Stilling. Konverteren dannes af et Smedejærnshylster, som indvendig er fodret med en tyk ildfast Beklædning. Bunden, hvis Beklædning er mest udsat og derfor hyppigst maa fornyes, kan skilles fra den øvrige Del af Apparatet og efter Udbedring anbringes paa sin Plads. Som ildfast Beklædning kan ildfast Ler ikke benyttes; derimod benyttes en ren Sandsten, saaledes den i Nærheden af Sheffield aflejrede Ganister, der indeholder 93% Kiselsyre, 4% Lerjord, 1—2% Jærntveilt og for Resten kulsure Salte af Kalk, Kali og Natron; den pulveriseres og blandes med den mindst mulige Mængde ildfast Ler, saaledes at Massen faar en ringe Grad af Plasticitet. Udfodringen foregaar ved Faststampning af den pulveriserede Masse, eller Massen formes til Sten ved Presning; i sidste Tilfælde udfyldes Fugerne med pulveriseret Masse. Den færdige Beklædning maa før Brugen tørres og opvarmes langsomt, saa at der ikke opstaar Rids, til sidst til stærk Rodglødhede; derved og yderligere ved den stærkere Hede under Benyttelsen ville Sandstenens Indblandinger med noget Kiselsyre smelte eller fritte sammen og danne et Bindemiddel mellem de enkelte Sandskorn. I Sverig benyttede man i Begyndelsen et faststaende Apparat, som mindede om en Kupolovn, men det har maatte vige Pladsen for den her beskrevne Konverter.

Raajærnet, som skal være siliciumrigt, altsaa er graat grafitholdigt Støbejern, tages sjældent direkte fra Højovnen, fordi det er vanskeligt altid at kunne levere netop et saadant Jærn, som udkræves, eller at tappe det paa de Tider, da det skal benyttes, eller at anbringe Bessemerværket nær nok ved Højovnen. Man foretrækker derfor hyppigst at omsmelte Raajærnet; hertil brugtes tidligere Flammeovne, men da i disse Jærnet mister en større Del af sit Indhold af Silicium, det Stof, der netop skal tjene til at udvikle Varmen i Bessemerkonverteren, foretrækker man Kupolovne. En saadan maa kunne nedsmelte det fornødne Raajærn saa hurtig, som det skal benyttes, og den er forsynet med en Samleherd, i hvilken det smeltede Raajærn kan samle sig og holde sig varmt, indtil det skal benyttes. En Kupolovn af Krigars Konstruktion, 5.4^{m.} høj, med en Vidde af 1.25^{m.} ved Munding og Herd, 1.57^{m.} i Midten, kan smelte 6—6½ Ton Raajærn i 1 Time med et Forbrug af 15—20% Cinders; den faar Vind gennem 4 Piber, hver med 22.9 mm. Tværmaal og liggende 275 mm. over Bunden.

*) Hele denne Mekanisme er paa Tegningen for Simpelteds Skyld anbragt fortil, men har virkelig sin Plads bagved.

Forsyningen med Blæsevind sker meget hyppig med Roots Blæser.

Hvad Bessemerprocessens Udførelse angaar, drejes Konverteren, der antages at være tilstrækkelig opvarmet, saaledes om i liggende Stilling med opad vendt Munding, at den nederste Rand af Mundingen og af Bunden ligge i samme horisontale Plan. Derefter lader man det smeltede Raajærn løbe til gennem fodrede Jærrender, saaledes at Overfladen dog ikke naar Vindpiberne; Vinden ledes til, og først derefter rejses Konverteren op i lodret Stilling; paa denne Maade undgaas Forstoppelse af Vindpiberne ved indtrængende Jærn. Der blæses i 20—25 Minutter, hvorefter Konverteren atter drejes om i vandret Stilling, førend Vinden afbrydes; den færdige Masse støbes da ud.

De kemiske Forandringer, som foregaa under Blæsningen, ere væsentlig de samme som ved Pudlingen, men foregaa her hurtigere. I Begyndelsen fjærnes hovedsagelig Silicium ved Iltning til Kiselsyre, men Iltningen foregaaar overvejende indirekte, idet den indtrædende Luftstrøm ogsaa ilter en stor Mængde Jærn, men Jærnilte, som i de øvre Lag af Metalbadet hvirvles sammen med Raajærnet, afiltet her atter af Silicium, hvorved Jærnet atter udskiller sig. En Del af Jærniltet gaar dog i Forbindelse med Kiselsyre, der ogsaa optager samtidig dannede Metalilter, især Manganilte, men desuden lidt Kalk, Megnesia og Lerjord. Derved dannes en smeltende Slagge. Denne optager ogsaa en Del Kiselsyre fra Konverterens Foder, hvilket er Aarsagen til, at det efterhaanden fortæres. Som Følge af, at Silicium udskilles, bliver den i Raajærnet tilstedeværende Grafit optaget af samme som kemisk bundet Kulstof, der i denne Form iltes lettere end som Grafit. Ved fortsat Gjennemblæsning af Luft iltes nu Kulstoffet, ligeledes væsentlig indirekte af Jærnilte, og den livlige Udvikling af Kulilte bevirker en stærk og til sidst voldsom Stigning, „Kogning“, som bringer Konverteren til at ryste i sine Lejer; medens man under den første Periode kun iagttaget en mat Flamme ved Konverterens Munding, bliver den efterhaanden større og tillige stærkere lysende, til sidst blændende hvid; brændende Jærn og glødende Slagge kastes med Voldsomhed ud og frembringe et imponerende Ildfænomen. Efterhaanden taber Flammen sig, idet Mængden af Kulstof aftager; den bliver først klarere og trækker sig til sidst hurtig ind i Mundingen. Nedenstaaende Tabel viser, hvorledes den procentiske Mængde af de tre Stoffer Kulstof, Silicium og Mangan havde forandret sig i Intervaller af 5 Minutter ved en Blæsning, som varede 25 Minutter.

	0 ^{m.}	5 ^{m.}	10 ^{m.}	15 ^{m.}	20 ^{m.}	25 ^{m.}
Kulstof	3.5	3.6	3.3	3.25	2.0	Spor
Silicium	2.25	1.0	0.5	0.2	0.1	Spor
Mangan	1.00	0.35	0.2	Spor		

Det Øjeblik, da Flammen forsvinder, maa bestemmes med Sikkerhed, da Jærnets Kvalitet bliver mindre god, baade naar Blæsningen afbrydes tidligere eller fortsættes længere; det rette Øjeblik skjønnes dels med det blotte Øje i Henhold til indvunden Erfaring, eller ved Spektroskopets Hjælp, ved de grønne Linjers Forsvinden. Konverteren maa da hurtig svinges om i vandret Stilling og

Vinden afbrydes. I Konverteren findes nu Smedejærn, men af ubrugbar Beskaffenhed, da det paa Grund af et Indhold af Jærnilte er rødskjort. Der tilsættes derfor nogle faa Procent smeltet Spejljærn, et meget rent, manganrigt, hvidt Støbejærn; dettes Mangan vil afilte Jærniltet; det her dannede Manganilte gaar over i Slaggen og gjør den mere flydende, medens Spejljærnets Kulstof fordeler sig i det samlede Metal og forøger Kulstofmængden. Ved at tilsætte større Mængder af Spejljærn kan man altsaa forøge Produktets Kulstofmængde, saa at man har det i sin Magt at fabrikere alle Sorter Metal, lige fra blødt Jærn til haardt Staal. Ved Fabrikationen af det blødeste Metal foretrækker man, i Stedet for Spejljærn, at anvende Ferromangan eller Manganjærn, der kan betragtes som et jærn- og kulstofholdigt Mangan, hvis Manganindhold kan naa 85 %; derved bliver det muligt at tilsætte tilstrækkeligt Mangan til Reduktion af Jærniltet uden at forøge Mængden af Kulstof mere end ønskeligt. Sine Steder anvendes i Stedet for Spejljærn eller Ferromangan almindeligt Raajærn, hvor der ikke stilles strænge Fordringer til Produktet, f. Ex. naar det skal anvendes til Jærnbanseskiner. — Naar det Raajærn, som underkastes Bessemerprocessen, er meget rigt paa Silicium, f. Ex. indeholder 1.7 % og derover, bliver Temperaturen saa høj, at man under selve Processen kan tilsætte en Del af Raajærnet koldt, eller ogsaa kaster man Smedejærnsaffald i Konverteren; ellers bliver for meget Sicilium tilbage (se Side 50).

I Følge C. P. Sandberg kan Procentindholdet af de fremmede Stoffer i Bessemermetal variere inden for følgende Grænser:

Kulstof	0.25—0.40 %
Silicium	0.05—0.25 —
Fosfor	0.05—0.10 —
Svovl	0.03—0.06 —
Mangan	0.5—0.8 —

I Metal til Konstruktionsøjemed kan indeholdes 0.10 til Jærnbanseskiner 0.25 Silicium. Der fabrikeres dog ogsaa mere kulstoffrigt Bessemermetal.

Ved Udstøbningen af Bessemermetallet tømmes Konverterens Indhold først ud i en Jærnstøbepande (Fig. 2), udfodret med ildfast Materiale (Ganister) og ophængt i den ene Ende af en Vægtstang, som kan afbalanceres ved en Vægt, der kan forskydes paa Vægtstangens modsatte Arm. Vægtstangen er drejelig i et vandret Plan, saa at man suksessiv kan fylde de i en Kreds opstillede Former, men kan tillige hæves og synkes, idet dens lodrette (hule) Axe fungerer som Kolbe i en hydraulisk Cylinder; Støbepanden kan altsaa sænkes, efterhaanden som Konverterens Munding maa sænkes under Udtømningen. I Støbepanden, som maa være opvarmet til Rødgloedehede, skiller Slaggen sig fra Metallet, der tømmes ud gennem et Taphul i Bunden, hvori passer en Prop; denne er ligesom Jærnstangen, hvortil den er befæstet, beklædt med idfast Ler, og den løftes ved en Vægtstang.

Formerne (Coquillerne) ere af Støbejærn og med løs Bundplade; de ere som oftest snævrere for oven, saa at Formen kan løftes af efter Størkningen, og firkantede med afrundede Hjørner. En Vedhængning af Metallet ved Coquillerne undgaar man paa en simpel Maade ved

forinden at dyppe dem i en Lervælling eller give dem et Overtræk af Grafit.

Den støbte Bessemerblok („ingot“) bliver let utæt (porøs), hvilket skyldes dels Luft, som rives med af Metalstraalen, dels vist nok Kulilte, som dannes ved Indvirkning af Ilten paa Metallets Kulstof. For saa vidt Blærerne have metallisk Overflade, kan Metallet gjøres tæt ved Hamring, da en fuldstændig Sammensvejsning af Overfladerne kan opnaas; nogle Blærer have derimod en svagt iltet Overflade, saa at Utætheden ikke kan hæves for disses Vedkommende. Luftens Undvigen under Støbningen bevirker en mere eller mindre stærk Skumning, som gjør det nødvendigt at afbryde Støbningen, for at Metallet kan synke; men ved kulstoffattigt, altsaa tungtsmelteligt Metal, vil størknet Metal blive siddende paa Siderne, og det kan da hænde, at det ikke smelter sammen med det senere tilflydende Metal, eller, naar det har et Overtræk af selv den svageste Iltehinde, ikke svejser sammen med det. Den herved opstaaende Utæthed i Støbeblokken kan ikke fjernes ved nogen af de senere Behandlinger.

Utætheden har man søgt at modarbejde paa forskjellig Maade. Man foretager Støbningen fra nedden, idet man lader Metallet løbe ud i et fælles lodret Rør, som for nedden forgrener sig til alle Coquillerne, der saaledes fyldes fra Midten af Bunden. Efter en anden Fremgangsmaade lader man Metallet størkne under stærkt Tryk. Withworth anvender hydraulisk Tryk af 600 Atmosfærer; han fastkiler for oven i Coquillen en løs Overdel med et Hul i Midten, hvorigennem Støbningen foregaar; derefter lægges en Plade over Aabningen, og den presses ved hydraulisk Tryk ned i Coquillen, indtil Størkningen er iværksat. Ved det franske Jærnværk Firminy udføres Komprimeringen paa den Maade, at Coquillen sættes paa den hydrauliske Presses Stempel og trykkes i Vejret, medens nævnte Overdel holdes paa sin Plads ved et Tværstykke og fire i Fundamentet nedgaaende Skruer. Metoden giver udmærket tæt Støbning, som talrige Prøver paa Udstillingen i Paris 1878 viste; men det maa betvivles, om Fordelene svare til Bekostningen. Ved andre Værker (baade i Amerika og England) komprimeres ved Damp; efter Støbningen anbringes nemlig et tæt sluttende Laag med et Rør, som ved en Slange sættes i Forbindelse med en Dampbeholder for Damp af 5 Atm. Spænding; denne forøges imidlertid overordenligt som Følge af Berøring med det glødende Metal, saa at Blokken komprimeres 6" for en Højde af 6'; ved denne Arbejdsmaade er Coquillens Bundplade fastkilet til Coquillen. Siemens har forsøgt at erstatte Dampen med Vand, hvoraf en bestemt Mængde bringes i Berøring med det flydende Metal; da man imidlertid her slet ikke er Herre over Trykket, kunne Explosjoner indtræde, som ikke med Vished kunne forebygges ved Anvendelse af Sikkerhedsventiler, der tilmed fordyre Metoden.

Den mekaniske Bearbejdelse af Støbeblokken bestaar, medmindre Metallet skal tættes ved Behandling under svære Hamre, i en gjentagen Udvalsning til de rette Dimensjoner, afvejlende med Ophedning i Svejsovnene. Man søger at spare Varme ved at anbringe Blok-

kene, endnu medens de gløde, i Svejsovnene, hvorved Forvarmningen falder bort. *Gjers* er gaaet betydelig videre, idet han foretager Udvalsningen udelukkende ved den Varme, Metallet har fra Støbningen. Blokken indeholder nemlig Varme nok, men den er ikke fordelt paa rette Maade, saa at den enten er for varm indvendig eller for kold udvendig. Den sænkes derfor i en om samme temmelig tæt sluttende Grube, udfodret med ildfast Materiale og dækket med dobbelt Laag. Gruberne findes i et Antal af 8 i et fælles Murværk og opvarmes kun første Gang; senere holder Varmen sig ved bestandig Brug paa den rette Højde. I Gruben udjævner Blokkens Varme sig i Løbet af 20—30^m, saa at de synes varmere, end da de sættes ned; der udvikles ogsaa af Metallet brændbare Luftarter, som forbruge den tilstedeværende atmosfæriske Luft, saa at Metallet ikke ilttes. Blokken løftes atter ud og føres direkte til Valseværket. Darlington Steel and Iron Co. i Darlington har efter denne Methode i Juni Maaned 1882 udvalset hele sin Produktion, 500 Blokke (125 Tons) i 22 Timer; en betydelig Mængde dobbelthovedede Skinner ere saaledes blevne valsede direkte af Blokkene, uden at deres Kvalitet lod noget tilbage at ønske. Ved denne Fremgangsmaade gjøres altsaa Metallet færdigt uden Anvendelse af andet Brændsel end det, som Udsmeltningen i Højovnen har krævet.

En Besparelse i Brændsel er ogsaa opnaaet ved Konstruktionen af Valseværker med skiftende Rotationsretning; naar Metallet har passeret Valseparret, skifter Rotationsretningen ved Træk i Haandtag, og Metallet sendes tilbage i modsat Retning mellem de samme Valser. Derved spares megen Tid, og Udvalsningen kan foretages i én Hede. Den længste udvalsedes Skinne, af 55 Meters Længde, som fandtes paa Udstillingen i Paris 1878, var udvalset paa et saadant Omkastningsvalseværk i Seraing.

Det mekaniske Arbejde ved selve Bessemerprocessen udføres ved hydraulisk Kraft, fordi Vandtrykket virker hurtigere, idet Vandet ikke, saaledes som Dampen, lader sig sammentrykke. Hydrauliske Trykcylindre bruges derfor, ikke blot til Drejning af Konverteren og Hævning og Sænkning af Støbepanden, men ogsaa til Løftning af Coquiller og Ingots. I de amerikanske Værker, hvor der er gjort alt for at muliggøre en stor, altsaa hurtig Produktion, forsynes ogsaa Kupolovnen og Flammeovnen til Spejljærnets Omsmelting med Materiale, og Konverteren med smeltet Raajærn ved hydraulisk Kraft, ligesom transportable hydrauliske Løfteapparater besørge Indsætning af friske Bunde i Konverteren; til længere Transport af Materiale ind i og ud af Hytten benyttes Lokomotiver. Arbejderne kunne saaledes ganske have deres Opmærksomhed henvendt paa selve Processen. Samtlige i et Bessemerværk arbejdende hydrauliske Trykapparater ere forbundne med en Akkumulator; det er en stærkt belastet vertikal Trykcylinder, hvori det til enhver Tid af Pumperne leverede Vand, som ikke benyttes i de arbejdende Trykcylindre, opsamles. Uagtet der til bestemte Tider er Brug for en betydelig Mængde Trykvand, gjør Anvendelsen af Akkumulatoren det muligt at benytte mindre, kontinuerlig arbejdende Pumper, som alene ikke vilde være tilstrækkelige. Fig. 3

viser en saadan Armstrongs Akkumulator; af de to Rør er det ene i Forbindelse med Pumperne, det andet med Trykcylindren.

Hvad der har givet Bessemermetoden den store Betydning, er, bortset fra Muligheden af at tilvirke et slaggefrit Metal i smeltet Tilstand af et hvilket som helst Kulstofindhold fra blødt Jærn til haardt Staal, Methodens store Hurtighed og deraf følgende store Produktionssevne. Denne er drevet til sin yderste Grænse i Amerika, hvor man er mindre nøjeseende end i Europa med Hensyn til Produktets Kvalitet. Den største Produktion i et Døgn har der været 700 Tons i et Par Konvertere, hvoraf dog ordinært kun én bruges ad Gangen; i samme Værk har man i Løbet af en Uge (Søndag Nat Kl. 12 til Lørdag Morgen Kl. 4) udført 96 Blæsninger i Døgnet i Konvertere à 8 Tons og derved produceret 3813 Tons, medens 40—45 Blæsninger ikke er ualmindeligt i andre Værker. I Europa nøjes man med 16—24 Blæsninger i Døgnet. Antallet af Blæsninger formindskes som Følge af forskellige Arbejder, der maa foretages i Mellemtiden mellem to Blæsninger, eller i hvert Fald af og til. Konverteren skal tømmes og fyldes, Støbningen tilendebringes, Coquiller og Støbeblokke løftes ud af Støbegruben og skilles ad, de første efterses, tættres, om Ridser findes, forsynes paany med et Overtræk af Lervælling eller Grafit og atter anbringes paa deres Plads, medens Blokkene skulles ud af Hytten. Støbepanden efterses, forsynes med ny Ventilprop, og forvarmes derefter paa ny, hvilket sidste ogsaa udføres med Konverteren. Stor Tidsspilde forarsager den ringe Holdbarhed af Fodret i Konverteren; Formerne med Vindpiberne taale ofte kun 2 Blæsninger, før end de maa udbedres eller fornyes, Bundfoderet 10—25, Sidefoderet derimod fra 400 til 2000, inden det fuldstændig skal fornyes, alt eftersom man udbedrer det mere eller mindre i Hviletiden, f. Ex. om Søndagen. Udbedringen forudsætter en Afkøling og altsaa en længere varende Forvarmning; Fornyelsen af Sidefoderet tager saaledes mindst 2 Døgn. Af Hensyn hertil haves almindelig 2 Konvertere, hvoraf den ene er i Brug; i Amerika lægger man desuden, som omtalt, Vind paa at forkorte Tidsanvendelsen til alle oven nævnte Arbejder ved den mest udstrakte Benyttelse af mekanisk Kraft, ligesom ogsaa løse Reservebunde holdes i Beredskab, der ved Anvendelsen af det omtalte hydrauliske Løftebord kunne anbringes fra neden og befæstes i Løbet af 30—45 Minuter.

Bessemerhytternes store Forbrug af Raajærn nødvendiggjør en Udvidelse af Højovnenes Produktionsevne; et Værk, der udfører blot 20 Blæsninger à 7 Tons i Døgnet, lægger udelukkende Beslag paa 3 Højovne med en daglig Produktion af c. 50 Tons Raajærn. I Stedet for nu at forøge Højovnenes Antal, forøgede man den enkelte Højovns Produktionsevne ved Anvendelsen af stærkere ophedet Blæsevind. Allerede i 1829 havde Skotten Neilson vist, at Anvendelsen af varm Blæsevind forøgede Produktionen og formindskede det relative Kulforbrug, helt afset fra den frie Varme, som den hede Vind indeholder. Man var imidlertid begrænset med Hensyn til den Temperatur, som kunde naas ved Konstruktion af de benyttede Vindvarmeapparater, idet man dels ikke kunde naa en saa høj Tempe-

ratur, som man tilsigtede, 6—700°, dels Støbejærnet, hvoraf Varmeapparaterne vare byggede, ikke i Længden kunde modstaa denne Varme. Man udførte derfor Vindvarmeapparater efter Siemens's Regenerativsystem, bestaaende af Regeneratorer af ildfast Materiale; en saadan opvarmes ved Forbrænding af Højovngas (Gichtgas), idet denne under Gjennemstrømningen blandes med atmosfærisk Luft, og naar den rette Temperatur er naaet, afspærres den, og Blæsevinden presses igjennem i modsat Retning til Vindpiberne. Til Højovnen hører saaledes mindst to saadanne Regeneratorer, hvoraf den ene opvarmes, medens den anden afgiver sin Varme til Blæsevinden. En Beklædning med Jærnplader gjør Regeneratorerne lufttætte, saa at Vinden kan faa et Tryk af 200^{mm}. Kviksølv. Jærnledningen for den varme Vind er fodret med ildfast Materiale. Et meget benyttet Vindvarmeapparat af denne Art er konstrueret af Whitwell. Derved er Cindersforbruget ved Udsmeltningen gaaet ned fra 1.3 til 1 Ton og derunder pr. Ton Raajærn, medens det ved kold Vind er 1.8; gaar man tilbage til Tiden før 1830, brugte man i Skotland ikke mindre end 4 Tons Cinders pr. Ton Raajærn. Produktionen, som steg med Vindens Temperatur, forøgede man yderligere ved at forøge Vindmængden, f. Ex. fra 200 til 500 Kubikmeter pr. Minut, og desuden byggedes Ovnene større. Nu til Dags ere saaledes Ovne, der producere 50 Tons i Døgnet, meget udbredte, en Produktion af 100 Tons er ikke noget ualmindeligt, og flere Højovne levere 150 Tons i Døgnet. Den største Produktion er naaet i Amerika, hvor der fra en enkelt Højovn (i Thomsons Steel Works) opnaaedes 1805 Tons i en Uge eller 258 Tons i Døgnet. — Hvad Manganjærnet angaar, blev det i Begyndelsen tilvirket i Digel; Jærnværket Terrenoire indførte derimod senere Udsmeltning i Højovn med Benyttelse af et tilsvarende manganholdigt Raamateriale. Der kan saaledes fremstilles af Metal med indtil 85 pCt. Mangan, men ordinært gaar man ikke højere end til 80 Procent. Der kræves meget høj Temperatur og stærkt basisk (kalkholdig) Blanding, for at Manganet ikke skal gaa over i Slaggen, hvilket dog er Tilfældet med en stor Del; Ovnens Gang er meget langsom og Forbruget af Brændsel meget stort; en Højovn, som i Døgnet leverer 42 Tons almindeligt Raajærn med et Forbrug af 0.95 Tons Cinders pr. Ton Jærn, producerer kun 10—11 Tons Jærnmangan med 81 pCt. Mangan og forbruger hertil 3.3 Tons Cinders pr. Ton; Vindens Varmegrad var i første Tilfælde 750°, i sidste 715°.

Bessemermethoden lider af den væsentlige Mangel, at Fosfor og Svovl, som findes i Raajærnet, ikke fjernes ved Behandlingen. Da kun Svovlet, men ikke Fosforet lader sig drive over i Slaggen ved Raajærnets Udsmeltning, og Fosforet overvejende stammer fra Malmen, maa man anvende rene Malme til Raajærn, som er bestemt for Bessemermethoden. Saadanne Malme ere de, som indeholde vandfrit Jærntveilt (Jærnglans, Hæmatit, Blodsten, Rødjærnsten), Jærnmellemilte (Magnetjærnsten) og kulsurt Jærnforilte, men i sidste Tilfælde dog kun den saakaldte Spathjærnsten, der tillige er stærkt manganholdig. Deres Forekomst i de stærkt jærnproducerende Lande er dog forholdsvis indskrænket.

Heldigst stillet er Sverig, hvis Bjærgmalme, som ere Magnetjærnsten og Jærnglans, kun indeholde 0.005—0.050 pCt. Fosfor. Malmene fra Dannemora og Uppland indeholde endda kun 0.002—0.003 pCt., medens der paa den anden Side kan findes Malme med nogle Tiendedele pCt. Fosfor (Grangärde i Dalarne og Gellivare); enkelte indeholde endog 1 pCt. Dette Forhold har lettet Bessemermethodens Indførelse i Sverig, idet man i andre Lande først maatte indhøste den Erfaring, at rene Malme vare nødvendige. Hele Sverigs aarlige Indvinden af Bjærgmalm er dog kun c. 800 000 metriske Tons, medens England, Cumberland og Lancashire bryder c. 2.2 Mill. Tons rene Malme, som er mellem $\frac{1}{6}$ og $\frac{1}{7}$ af dets samlede Produktion. I Frankrig findes derimod ingen Lag, som ere Omtale værd, og det lidet forekommer endda i Udkafterne af Landet (østlige Pyrenæer og Alperne). Tyskland har Spathjærnstenen (Siegen i Westfalen og Nassau), og Østerrig den samme Malm i Steirmark og Kärnten. Heldigvis findes der andre Lande, som ere rige Findesteder for rene Malme, men mangle Eyne til selv at benytte dem. Saadanne ere Spanien, som har rige og rene Hæmatiter ved Bilbao og Spathjærnsten ved Carthagena og Almeria; Elba, som har mægtige Lag af Magnetjærnsten og Jærnglans, og Algier, hvor der findes Magnetjærnsten og brune Hæmatiter (vandfattige Jærntveilt hydrater). Disse Malme ere blevne en gængse Handelsartikel, som transporteres ikke blot til Havnestæderne, f. Ex. til Cleveland-Distriktet i det østlige England, men ogsaa pr. Jærnbane dybt ind i Kontinentet, til Creusot i Frankrig og Bochum i Westfalen; de passere endog Atlanterhavet og forsyne Bessemerværkerne i de nordamerikanske Fristater; en Tredjedel af Frankrigs Produktion af Raajærn i 1879 skyldtes importerede Malme. Dampkraften har gjort det muligt at udføre denne Transport tilstrækkelig økonomisk, idet den tilmed udføres med store Dampere, der specielt konstrueres til dette Brug, drives frem med jævn Hastighed, men baade losse og lade hurtig; de ere indrettede til Vandballast, saa at de vende vandballastede tilbage. De store Værker, saasom Staalværkerne Denain og Anzin i det nordlige Frankrig, gjøre sig tilmed uafhængige af Rhederierne, ved selv at anskaffe sig en Flaade af saadanne Dampere. Den billige Fragt har ligeledes gjort det muligt at blive uafhængig af Kulgruberne, nu da Kulforbruget i Jærn- og Staalindustrien er gaaet saa betydelig ned. Engelske Cinders tilføres saaledes de franske Værker i Departementerne Calais og Nedre-Loire, saa vel som de spanske Jærnværker ved Bilbao, og Jærnværker ere blevne anlagte i Havnestæder (Marseille), hvor der hverken findes Kul eller Malm, der begge Dele tilføres langvejs fra ad Søvejen.

4. Den basiske Bessemersproces. I Aaret 1878 bekendtgjorde Englænderne Thomas og Gilchrist deres modificerede Arbejdsmaade ved Bessemersprocessens Udførelse, hvorved den er gjort anvendelig ogsaa paa fosforholdigt Raajærn. Den beror paa den alt tidligere gjorte Erfaring, at Fosforet ikke kan fjernes, naar der dannes en meget kiselsyrerig („sur“) Slagge, hvilket nødvendigvis er Tilfældet, naar Beklædningen dannes af Kiselsyre, som tidligere ansaas for det eneste brugbare Materiale. Kisel-

syren uddriver nemlig Fosforsyren, som af Silicium, Kulstof og Jærn reduceres til Fosfor, der optages af Jærnet. De omgik Vanskeligheden ved at fodre Konverteren med brændt Dolomit, altsaa en Blanding, der væsentlig bestaar af Kalk, noget mindre Magnesia og kun ganske lidt (f. Ex. 3 pCt.) Kiselsyre; desuden indkastes i Konverteren brændt Kalk (c. 20 pCt. af Raajærnets Vægt). Derved dannes en saa „basisk“ og kiselsyrefattig Slagge, at Fosforsyren bindes tilstrækkelig af samme. Derfor kaldes Processen den basiske Proces, i Modsætning til den sure; efter den ene Opfinder fører den ogsaa Navnet Thomasering, og Produktet kaldes Thomas-Metal (Thomas-Staal, Thomas-Jærn). Raajærnet hertil kan ikke blot indeholde Fosfor, men skal endda indeholde rigeligt deraf, naar det er fattigt paa Silicium; Fosforet skal nemlig ved den basiske Proces, lige som Silicium ved den sure, udvikle den fornødne Varme ved sin Forbrænding. Man foretrækker siliciumfattigt, altsaa hvidt Støbejærn, da saadant er langt lettere at udsmelte, idet Temperaturen i Højovnen er betydelig lavere, og man forøger Fosformængden ofte til over 3 Procent (f. Ex. 3.46) ved at tilsætte Slaggen fra Konverteren i Højovnen, hvormed Fosforet optages af Jærnet, medens de tilstedeværende Baser (Kalk, Magnesia) gjøre samme Nytte som Kalksten, der ellers maa tilsættes i større Mængde; Slaggens Jærnilte reduceres til Jærn. Men graat Støbejærn, saa vel som mellemliggende Sorter, kunne ogsaa anvendes, f. Ex. et Raajærn med 1.2 pCt. Silicium og 1.75 Fosfor, medens det oven omtalte Raajærn med 3.46 Fosfor kun indeholdt 0.11 pCt. Silicium. Raajærnet omsmeltes i Almindelighed, men tages ogsaa (f. Ex. i Creusot) direkte fra Højovnen.

Den basiske Proces forløber paa følgende Maade. Silicium, Mangan og Kulstof iltes først i Løbet af c. 10—15 Min., hvorefter Fosforet, hvis Mængde indtil da kun er aftaget lidt, iltes ved fortsat Blæsning, „Efterblæsning“; da der under denne ingen Flamme-fænomener optræder, fordi Kulstoffet er brændt bort, og man altsaa savner dette Kjendetegn til Bedømmelse af Processens Slutning, maa man hjælpe sig med at tage Prøver, efter at Konverteren er lagt ned og Vinden afspærret, og disses Smedelighed, Brud o. desl. undersøges. I Almindelighed tager selve Blæsningen i alt 18 Min. (10—25 Min.) og Prøvetagningen 3—4. Til sidst tilsættes Spejljærn, og der støbes som sædvanlig. Nedenstaaende Tabel viser de Forandringer, der foregik ved en 18 Min. varende Blæsning i den procentiske Mængde af Kulstof, Silicium, Mangan, Fosfor og Svovl.

	0 m.	5 m.	10 m.	15 m.	18 m.
Kulstof . .	3.50	3.55	2.35	0.07	Spor.
Silicium . .	1.50	0.50	0.09	Spor.	—
Mangan . .	0.71	0.56	0.27	0.12	Spor.
Fosfor . .	1.57	1.60	1.43	1.32	0.08
Svovl . .	0.16	0.14	0.13	0.12	0.10

I Sammenligning med den sure Proces stille Omkostningerne sig større, for saa vidt Forbruget af ildfast Materiale er større og dette selv er dyrere, da Dolomitstenene skulle brændes ved meget høj Temperatur, altsaa under stort Brændselsforbrug; Arbejdslønnen er derfor ogsaa større, og det samme er Tilfældet med Afbrændingen,

d. e. Tabet af Jærn i Slaggen som Følge af Iltning. Den store Slaggemængde nødvendiggjør ogsaa Anvendelsen af større Konvertere for samme Produktion. Sine Steder, hvor man har indført den basiske Proces i Stedet for den sure, har man forøget Antallet af Konvertere fra to til tre. Hvor den basiske Proces skal benyttes, maa derfor Raajærnet være saa meget billigere end Raajærnet for den sure Proces, at der endda bliver nogen Fordel. Produktet staar i hvert Tilfælde ikke tilbage for Bessemermetallet. Af den Grund, og fordi Processen muliggjør Anvendelsen af saa godt som ethvert Slags blot nogenlunde svovlfrit Raajærn, og i Modsætning til Bessemerprocessen ogsaa saadant, som er udsmettet af urene Malme, som tilmed ere de almindeligste, har Thomaseringen tiltrukket sig den allerstørste Opmærksomhed i den metallurgiske Verden. Den er allerede tilstrækkelig gennemarbejdet og dens Fremtid sikret. I Efteraaret 1881 fandtes 36 arbejdende Konvertere, og 30 nye var man i Færd med at sætte op. Den maanedlige Produktion svarede den Gang til en aarlig Produktion af 360 000 Tons, altsaa $\frac{1}{10}$ af den ældre Bessemermethodens Produktion. Enkelte Steder arbejdes saaledes, at man først behandler det siliciumrige Raajærn efter den sure Proces og derefter behandles det i en basisk Konverter, hvor Defosforingen foregaar.

Slaggen, som indeholder en betydelig Mængde Fosforsyre i Forbindelse med Kalk, kan muligvis faa Betydning som Gjødningsmiddel, da denne Forbindelse er ligesaa opløselig som i de saa kaldte tilbagegaaede Fosfater, der nu vinde mere og mere Udbredelse som Gjødning. En saadan Anvendelses Betydning for Agerbruget kan ikke vurderes højt nok, paa Grund af den overordentlig store Mængde Fosforsyre, der saaledes stilles til Agerbrugets Raadighed. I Slagger fra enkelte Værker indeholdes ogsaa saa meget Vanadinsyre (der ved denne Proces følger med Fosforsyren), at man har begyndt at ekstrahere den af Slaggen; i Creusot indeholder Slaggen saaledes 1.92% Vanadinsyre. Vanadinets Forbindelser finde nu Anvendelse i Tøjtrykkerierne ved Trykning med Anilinsort.

Nedenfor meddeles Analyser af Slagger fra den sure og den basiske Proces, som vise, at Slaggerne ogsaa svare til denne Betegnelse, idet Mængden af Syrer (Kiselsyre, Fosforsyre) i den første udgjør 54 %, i den sidste kun 25 %.

	Bessemerlagge fra	
	den sure Proces.	den basiske Proces.
Kiselsyre	54.56	8.22
Fosforsyre	Spor.	17.15
Kalk	3.49	56.03
Magnesia	0.13	3.29
Jærnforilte	13.34	9.24
Manganilte	25.93	6.27
Svovl	0.06	0.29
	101.07	100.49

Lige over for Thomaseringen, som kun efterlader 0.02 til 0.05 pCt. Fosfor i Metallet, altsaa lige saa lidt som i det rene svenske Jærn, have alle andre Defosforingsmaader kun bevaret en forholdsvis ringe Betydning.

5. *Martin-Siemens's Methode.* Ved de ovenfor beskrevne gængse Methoder bliver Jærn og Staal tilvirket af Raajærn ved en Bortbrænding af en Del af Kulstoffet; men den rette Kulstofmængde kan ogsaa skaffes til Veje ved Sammensmeltning af Raajærn med Smedejærn eller med Staal; derved faas et Metal af mellemliggende Kulstofindhold, som yderligere vil formindskes under Sammensmeltningen som Følge af Iltning, paa samme Maade som ved Friskning og Pudling. Metoden har været kjendt længe, men har først faaet Betydning i den nyere Tid, da det blev muligt ved Hjælp af *Siemens's* Regenerativgasovne (s. 6. Aarg. S. 23) at udvikle en saadan Varme i en Flammeovn, at man kunde behandle store Masser og holde Produktet smeltet, selv om det var Smedejærn, der ellers maa betragtes som usmelteligt. Produktet kaldes hyppig Martinmetal efter en fransk Fabrikant *Martin*, som først gennemarbejdede denne Methode i Frankrig. Bessemersmethoden har fremmet Tilvirkningen af Martinmetal ved at levere rigeligt Affald (afsavede Ender af Skinner, størknede Metalrester i Konverter og i Støbepande, utætte Ender af Støbeblokke og desl.), ligesom man ogsaa hertil benytter opslidte Jærnbanseskinner. Større Bessemerværker have derfor alene af denne Grund en Martin-Ovn. Naar der stilles større Fordringer til Produktets Kvalitet, bruges ogsaa godt Puddeljærn, tilvirket i almindelige eller (*Creusot*) i roterende Ovne.

Fig. 4 viser Ovnens Indretning. Herden danner en Jærnskaal, udfodret med ildfast Sand, som først i den stærkeste Hede sintrer sammen, og den svales for neden ved Luftcirkulation. Den har en Arbejdsaabning (*r*) ved den ene Side, og lige over for en Tappeaabning, der fortsætter sig i en Rende; herfra løber Metallet ud i Coquiller, anbragte i en Række paa en Vogn, ved hvis Forskydning de efterhaanden fyldes. Der benyttes dog ogsaa Støbepande, hvorved faas et mere ensartet Produkt, da ellers det sidst aftappede Metal, som Følge af fortsat Iltning, bliver kulstoffattigere, altsaa haardere. Ovnens Hvelving dannes af Dinas-Sten, der overvejende bestaa af Kiseltsyre. Under Ovnens findes de 4 Regeneratorer; de to Gasregeneratorer under den ene Halvdel efter Længden, de to Luftgeneratorer under den anden Halvdel. Ved Skifteventilerne (*p* og *q*, Fig. 4, Snit *gh*) fordeles Luft og Gas afvejlende til de to modsatte Sider, og Strømmen reguleres ved Tallerkenventiler. Den ophedede Gas og Luft mødes ved deres Indtrædelse i Ovnens, slaa paa langs gennem denne, hvorefter Forbrændingsprodukterne bevæge sig ned gennem de to andre Regeneratorer og derfra til Skorstenen, efter at have passeret den anden Side af Skifteventilerne. Ovnens Størrelse varierer stærkt, saa de kunne rumme fra under 5 indtil 20 Tons Materiale. Man benytter ogsaa Pernots Ovn, som har en tallerkenformet, hældende Herd, der roterer om en skraat stillet Tap og med hele Bevægelsesmekanismen kan trækkes ud af Ovnens og atter anbringes paa sit Sted.

Arbejdsmaaden er den, at man først nedsmelter en vis Mængde Raajærn, som maa være fosforfattigt, da Slaggen er for sur til at optage Fosforsyre, og ligeledes kun maa indeholde lidt Svovl. Derefter tilsættes i mindre Portioner Smedejærn og Staal, der er ophedet forinden. Slaggen beskytter mod direkte Iltning, men under Ned-

smeltningen af Raajærnet har der altid dannet sig Jærnilte, og Rust vil findes paa det tilsatte Affald, saa at noget Kulstof af den Grund vil brænde bort under Udvikling af Kulilte. Til sidst bringes den rette Kulstofmængde til Veje ved Tilsætning af Spejljærn eller af Manganjærn, naar blødt Metal ønskes. Processen varer længe, 8–10 Timer; men derved bliver det muligt med stor Sikkerhed at afpasse Produktets Beskaffenhed, idet der bliver bedre Tid til at kontrollere den ved Prøver og ændre den ved Tilsætninger. Martinmetal foretrækkes derfor fremfor Bessemersmetal til de Anvendelser, hvor der stilles strængere Fordringer til Materialet og kræves bestemte Egenskaber. Produktet er i det hele mere tæt end Bessemersmetal. Ved en i *Terrenoire* indført Fremgangsmaade er det blevet muligt at fremstille aldeles blærefrit Metal, der kan benyttes til Façonstøbning, d. e. Støbning af færdige Varer, der ellers maa fremstilles af Støbeblokkene ved mekanisk Bearbejdelse, Hamring, Valsning og Svejsning. Det væsentlige i Metoden bestaar i, at der anvendes et stærkt manganholdigt Raajærnsbad, hvis Mangan, paa Grund af dets stærke Tiltrækning til Ilt, vil befri Metallet for Jærnilte, saa at der dannes en manganrig Slagge; desuden tilsættes mod Slutningen et stærkt siliciumholdigt Manganjærn (*Ferrosiliciummangan*), hvis Silicium antages at dekomponere tilstedeværende Kulilte under Dannelsen af noget Kiseltsyre, medens Manganet afilter Jærnilte ligesom ellers, og der vil dannes en mangan- og jærnholdig Slagge, som er let flydende og derfor lettere udskiller sig fra Metallet (s. 3. Aarg. S. 64). Den videre Behandling af de paa denne Maade façonstøbte Gjenstande af blærefrit Metal bestaar i en langsom, gradvis stigende Opvarmning og paafølgende forsigtig Afkøling, saa at farlige Spændinger undgaas. Hvis Gjenstandene skulle afdrejes, maa man give dem deres raa Form før Glødningen og efterarbejde dem senere. Projektiler blive efter Glødning hærdede ved at opvarmes til lav kirsebærrød Glødhede og bag efter at dypes i Olie. Den største Styrke faa de ved en gentagen Glødning efter Hærdning. Ved de façonstøbte Gjenstandes Glødning efter Støbning stiger Vægtfylden fra 7.82 til 7.9 og er saaledes større end for smedet Flusmetal. Glødning og Hærdning meddeler i det hele taget Metallet samme fysiske Egenskaber (Styrke, Strækkelighed og Elasticitet), som om det var smedet og valset; og dette er i en anden Henseende af Betydning, da Flusmetal er meget følsomt lige over for gentagen Opvarmning og Behandling under Hammer, hvilket vanskeliggjør denne Arbejdsmaade ved mere komplicerede Gjenstande. Paa den anden Side er der nogen Fare for, at Metallet, som Følge af Tilsætning af Siliciummanganjærnet, kan komme til at indeholde mere Silicium end ønskeligt; dette Stof gjør nemlig Jærnet koldskjort, ligeledes noget rødskjort, skjønt ikke i den Grad som tidligere antaget. *Terrenaires* Udstilling i 1878 af blærefrit Metal omfattede Kanonlavetter, Krumpapaxer for Lokomotiver o. a. Gjenstande, men især Projektiler; men man havde ogsaa sin Opmærksomhed henvendt paa andet Krigsmateriel, saaledes Kanoner. Blærefrit Metal tilvirkes ogsaa i andre Værker i Frankrig, ligeledes i Amerika.

Fosforstaal er en Staalsort, der ogsaa tilvirkes

i Martins Ovn. Fosfor har som bekjendt i Almindelighed den Indflydelse paa Flusmetal, at det bliver skjørt, mindre strækeligt, skjønt tillige noget haardere; derfor holder man dets Mængde saa vidt muligt nede paa 0.05 Procent. Undersøgelser paa Terrenoire have dog vist, at det kun gjælder, naar Kulstoffets Mængde ligger over 0.5 Procent; er der mindre Kulstof, kan der taales mere Fosfor, f. Ex. 0.25 pCt. for 0.25 til 0.50 pCt. Kulstof. Dette har havt stor Betydning, da det herved er blevet muligt at benytte de gamle af Puddeljærn fabrikerede Jærnbanseskiner, der indeholde indtil 0.7 pCt. Fosfor, som Raamateriale for Martinmetal, naar samtidig Kulstoffets Mængde holdes under nævnte Grænse. Denne Fabrikation drives nu flere Steder foruden i Terrenoire selv.

For øvrigt foretages nu ogsaa Defosforering af fosforholdige Raamaterialier i Martin-Ovnen, idet man giver denne en basisk Udfodring i Stedet for en kiselsur. Ved denne basiske Martinproces var der midt i f. A. ved Alexandrowsky Staalværk i Nærheden af St. Petersborg allerede tilvirket 14 000 Tons Støbeblokke. Som Ovnfoder benyttes en Blanding af brændt Dolomit (knust til Størrelse af en Ært) og varm, tyndtflydende Tjære, som rammes fast og bagefter ophedes til Sintring. Den benyttede Metalblanding indeholder 44 pCt. forskelligt Jærnskraa og 35 af de resterende 56 pCt er Cleveland-Raajærn med indtil 2 pCt. Fosfor. Ved Processen fjernes c. 85 pCt. af Fosforet, og man faar et Metal, som kun indeholder fra 0.037—0.065 pCt. Fosfor, altsaa er saa fattigt paa Fosfor, som man kan ønske det.

En Ændring i Martinmetoden bestaar i, at man i Stedet for Smedejærn benytter en ren Malm, f. Ex. Blodsten. Raajærnet (f. Ex. 19 000 engl. Pd.) nedsmeltes paa én Gang, og naar Badet er overhedet, tilsættes Malmene i mindre Portioner (i alt 5000 Pd.), hvorved Processen forløber paa lignende Maade som i Konverteren, idet Jærniltet først ilter Silicium i Raajærnet, senere Kulstoffet, saa at en Kogning indtræder, hvorfor Portionerne efterhaanden gjøres mindre. Til sidst tilsættes Spejljærn (2400 Pd. med 11 Proc. Mangan). Dette er altsaa en Maade til at indvinde Jærn og Staal direkte af Malm.

6. *De nye Produkters Anvendelse og Egenskaber.* Bessemermetallet benyttes aldeles overvejende til Jærnbanseskiner (Rails), der konkurrere sejrrig med Skinner af Puddeljærn. Dog tilvirkes ogsaa andre Produkter deraf, saaledes for Jærnbanamateriellets Vedkommende Hjulringe, Axer og Fjedre; det blødeste benyttes til Kjedelblik, Jærntraad*), og et enkelt fransk Værk (Denain) leverer et Materiale, der er saa strækeligt og besidder en saadan Svejseevne, at det benyttes til Kjætinger. Blandt andre Gjenstande skal nævnes Tandhjul, ligeledes Dele af Geværlaase, der smedes ved Damphammer i forsønkede Former og konkurrere med tilsvarende af aduceret Jærn (hammerbart Støbejærn). Martinmetallet benyttes overvejende til Gjenstande, der kræve et Materiale, hvor den tilladelige Variation i Egenskaberne ligger inden for snævrere Grænser; saadanne Gjenstande ere

Axer, Fjedre, Skibs- og Kjedelplader, Konstruktionsmetal, Maskindele, som ere udsatte for stærkt Slid, Geværer, Kanoner, Kanonringe og Projektiler. Thomasmetallet synes især at skulle gjøre sig gjældende overalt, hvor der kræves blødt Staal og Jærn. Saadant er nemlig vanskeligt at fremstille ved den almindelige Bessemermethode, da Metallet let bliver rødskjørt ved Dannelsen af Jærn- ilte, som kun kan fjernes ved en rigeligere Tilsætning af Spejljærn eller Manganjærn, og dette forøger Kulstofmængden, altsaa Haardheden. Ved den basiske Proces synes derimod Fosforet, som iltet til sidst, at beskytte Jærnet mod Iltning; man er fuldstændig sikker paa at faa et overordentlig blødt Staal, naar her Raajærnet indeholder $1\frac{1}{2}$ —2 pCt. Mangan, og man til sidst tilsætter blot $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ pCt. af et righoldigt Manganjærn. Det bløde Staal vil være et fortrinligt Materiale for Dampkjedler, og vil tage Konkurrencen op med Puddeljærnet, da det kan produceres billigere og endda er stærkere. Tilvirkningen af Puddeljærn, som allerede er bleven trykket stærkt ved Bessemermethodens Fremkomst, synes derfor at være truet i sin Existens. En lignende Fare truer Jærnindustrien i visse Lande, f. Ex. Sverig; efter at Bessemermetoden, der syntes særlig at maatte kunne trives dette Land, hvor brugbare Malme findes i rigelig Mængde, mere og mere har vist sig at være en Skuffelse, idet Landet af Mangel paa mineralsk Brændsel ikke har kunnet drive sine Bessemerværker til en saa stor Produktion, at en heldig Konkurrence med Udlandet blev mulig, medens Landets eget Forbrug af Bessemermetal er forholdsvis ringe, ser det sig nu ogsaa gennem Thomasingen berøvet Fordelen ved Besiddelsen af gode Malme. Thomasmetallet maa nemlig i Godhed sættes ved Siden af det udmærkede rene svenske Bessemermetal. Dette ses af nedenstaaende Analyser af 3 Sorter Thomasmetal fra Wittkowitz i Mähren og af svensk Bessemermetal:

	Thomasmetal fra Wittkowitz *).			Svensk Bessemermetal.
	1.	2.	3.	
Kulstof	0.45 0/0	0.19 0/0	0.06 0/0	0.1—0.3 0/0
Silicium	Spor	Spor	0.00	0.017—0.029
Fosfor	0.04	0.04	0.02	0.028—0.031
Svovl	0.06	0.04	0.03	Spor—0.01
Mangan	?	0.34	0.50	0.15—0.36
Kobber	0.07	0.20	?	"

(1) er Railstaal af almindelig Haardhed; (2) er haardere Jærn til Pladejærn, Axeler, Vinkeljærn og Nitnagler; (3) er det blødeste Jærn til Telegraftraad og pressede Sager.

Hvad der især udmærker Thomasmetallet er Fraværelsen af Silicium, som jo altid er til Stede i større eller mindre Mængde i Bessemermetallet, og hvis Mængde man her ikke er Herre over; naar Raajærnet nemlig er meget siliciumholdigt, bliver Temperaturen i Konverteren saa høj, at Kulstoffet begynder at ilte sig tidligere, saa at der endnu er Silicium tilbage, naar Kulstoffet er brændt bort, d. e. Processen afbrydes. Thomasmetallet er brugbart, ikke blot til blødt Staal og Jærn, men ogsaa til

*) Et amerikansk Firma, som tidligere aarlig indforskrev 100 Tons svensk Jærn til Traadtrækning, bruger nu næsten udelukkende Bessemerjærn fra Indlandet.

*) Nogle ældre Prøver fra Wittkowitz viste ved en i Se-raing foretagen Undersøgelse endnu større Renhed.

haardt Railstaal, hvilket man i Tyskland og Østerrig har været tilbøjelig til at benægte; men dette modbevises derved, at man i Wittkowitz helt nedlægger Bessemerprocessen og kun vil anvende den basiske Proces; ovenfor findes Analyse af dette Værks Railstaal. Med Hensyn til Værkets øvrige Sorter skal meddeles de Oplysninger, som Værkets Direktør, Prof. *Kupelwieser* har givet ved et Møde (i Slutningen af 1881) af „Iron and Steel Institute“. Dampkjedelblik af defosforeret Jærn er herefter i sine Egenskaber mindst lige saa godt som de bedste forud kjendte Mærker. I Sammenligning med Plader af svejset Jærn (almindeligt Smedejærn) vurderes det nye Materiale højt for dets Ensartethed og Tæthed, ligesom for den mærkværdige Lethed, hvormed det lader sig bearbejde baade varmt og koldt. Flere Tusende Plader ere blevne leverede til et tysk Rørvalseværk for at anvendes til valsede Lokomotivrør, hvilke ere blevne lige saa gode som af svenskt Jærn. Der blev forevist Prøver af saadanne Rør (fra S. Huldchinsky & Söhne i Gleiwitz, Schlesien), hvoraf nogle viste Svejsningens overordentlige Styrke; ved en i det kolde Rør inddreven Konus var nemlig, uden at Svejsningen var gaaet op, en oprindelig Diameter af 48^{mm}. bleven udvidet med 9 til 17^{mm}, saa at Materialet i Periferien havde strakt sig 20 til 36 pCt. Baade i kold og varm Tilstand kunne Rørene bores og falses. Letheden, hvormed Thomasmetallet lader sig svejse, fremgaar ogsaa deraf, at Pladeafklippet paketteres og udvalses til et fortrinligt Materiale for Nitnagler. Pladeskraa, som paketteres med Raaskinner og vales til Plader, overgaar i Styrke og Strækkelighed de bedste af Svejsjærntilvirkede Plader. Tyndt Blik benyttes til pressede Sager. Ledningsevnen for den elektriske Strøm, som stiger med Jærnets Renhed, nærmer sig ogsaa til det rene Jærns og er, naar Kobberets sættes lig 100, omtrent 14, medens svensk Jærn har 12 til 13, og kun det allerblødeste og reneste 15.75.

Medens saaledes Thomasmetallet maa antages at være et Materiale af første Rang, ere Menerne dog noget delte med Hensyn til Bessemermetallet og Martinmetallet. Den franske Metallurg *Lan* omtaler (i 1880), at ved for nylig anstillede Forsøg paa at benytte Flusjærn i Stedet for blødt Svejsjærn til Panserplader, saadant Flusjærn (med 0.15 til 0.20 pCt. Kulstof, 0.1 til 0.15 pCt. Silicium, næppe 0.2 til 0.3 pCt. Mangan og ikke Spor af andre Stoffer) blev valset til tykke Plader, der bleve hærdede og atter opvarmede, saa at Prøver deraf viste samme Brudstyrke (ved Træk) og samme Strækning som det blødeste Svejsjærn; disse Plader gjorde større Modstand mod Projektilernes Gjennemtrængning end Svejsjærnet, men revnede betydelig mere. I Sammenligning med Digelstaal viser Flusstaal (ligeledes i Følge *Lan*) mindre gode Egenskaber; Hjulringe og Fjedre springe ofte hurtigere under Brugen, selv om de indeholde mindre Kulstof (altsaa skulde være mindre haarde og skjøre) end Digelstalet. Ved Traadtrækning faas ligeledes Traad, som ikke besidder den Blødhed og Bøjelighed, som naar selv kulstofrigere Digelstaal anvendes. *Lan* mener i det hele taget, at Flusmetal besidder en større „molekylær Bevægelighed“, og han mener, at det samme er Tilfældet med Jærntilvirket af Raajærn, som er ud-

smeltet ved Koke, varm Vind og Tilslag af Ler, i Sammenligning med Trækulsjærn. Denne Egenskab fremtræder ikke ved de almindelige Strækningsprøver; ved disse er Prøvelegemet tillige saa lille, at det er tilfældigt, om det bliver en Gjennemsnitsprøve; man maa anvende Prøve- maader, som udsætte Metallet for Slag og Vibrationer.

I Sverig er der i Anledning af Udstillingen i Paris i 1878 og ligeledes efter den Tid under Ledelse af det svenske Jærnkontoer bleven udført Prøver dels med svenske, dels med enkelte fremmede Plader af Flusjærn. Der blev foretaget Strækningsprøver, hvorved man bestemte Elasticitetsgrænsen og Brudbelastningen (Styrken) udtrykt i Kgr. pr. □^{mm}, og den til denne sidste svarende procentiske Forlængelse og Brudfladens Kontraktion; fremdeles Stødprøver, idet cirkelrunde Plader (1^m. i Tværmaal), bleve udspændte mellem Ringe og den frie Midte underkastet Slag af en faldende Vægt (saakaldet Kugle), idet man bestemte, hvor mange Slag (fra en konstant Højde) Pladen kunde taale, inden den slog Revner, og hvor stærkt Pladen bøjede sig maalt i lodret Højde; „Kupningsprøver“, idet Pladen blev stillet op med en Ring og paavirket af en Puns med stigende Belastning, indtil Revner viste sig, hvilken Prøve foretoges med hovedsagelig samme Apparater som Strækningsprøven; endelig foretoges Bøjningprøver ved almindelig Varmegrad. For alle Plader bestemtes Vægtfylden og den kemiske Sammensætning. Kulstofmængden laa mellem 0.04 og 0.30 pCt.; Fosformængden var i de svenske Flusmetalprøver højst 0.041 pCt. i Bessemer- og 0.049 pCt. i Martinpladerne, og Plader med større Fosformængde kunde ikke skaffes til Veje; Svovlmængden var højst 0.025 pCt. i en Bessemerplade, den blev betegnet som rødskjør.

De fleste Plader vare svenske, nemlig dels Bessemer- og Martinplader dels herdfriskede (efter Lancashiremetoden), dels pudlede; desuden undersøgtes enkelte fremmede Puddel- og Flusmetalplader.

Resultaterne vare følgende. Modstandsevnen mod Stød beror paa Strækkeligheden, saa at Stødprøverne falde desto bedre ud, jo større Strækkeligheden er. I de Tilfælde, hvor der kræves stor Modstandsevne mod Stød, saasom ved Skibsbygning, give Brudbelastningen og den tilsvarende Forlængelse vel Oplysninger om Materialets Strækkelighed, men en paa rette Maade udført Stødprøve giver dog i alle Tilfælde de paalideligste Resultater. Plader af svensk Flusmetal besidde i Almindelighed større Styrke og Strækkelighed og derfor større Modstandsevne mod Stød end Plader af pudlet og herdfrisket Jærn, tilberedt af samme Malme. Pladerne af svensk Flusjærn og svensk Lancashirejærn viste ingen Forskel i Styrken paa langs og paa tværs af Pladen, medens Puddeljærnpladerne i denne Henseende variere ganske betydelig; de sidste kunne derfor ingenlunde prøves alene ved Strækningsprøven, da Prøvelegemet er for lille til at garantere et Gjennemsnitsresultat. Uagtet de svenske Flusmetalplader vare tagne fra 8 forskellige Værker, viste de ikke synderlig Variation hverken i den kemiske Analyse eller med Hensyn til Styrken. En Udglødning virker gavnlig ved at forøge Modstanden mod Stød, som staar i direkte Forhold til Strækkeligheden; derimod formindskes

Styrken mod Træk (Brudbelastningen) noget; i flere større Værker, f. Ex. Seraing, udglødes ogsaa altid de Plader, som skulle benyttes til Skibsbygning. Mellem Bessemer- og Martinjærn er der nogen, om end ringe Forskjel, idet Martinjærnet har en lavere Elasticitetsgrænse og mindre Styrke (ved Træk), men en større Strækkelighed. De undersøgte Puddeljærnplader viste sig de for Udlandet indforskrevne Puddeljærnplader langt overlegne i Sejghed, skjønt de sidst nævnte vare højt skattede. Foruden Flusjærnets Overlegenhed over Svejsjærnet vise Resultaterne ogsaa, at Lan har Ret i den Anskuelse, at der kræves Stødprøver til den rette Vurdering af Metallet. Samtlige Prøver ere udførte ved „Jærnkontolets Profninganstalt“, Liljeholmen, der bestyres af C. A. Dellwick; denne udfører saadanne Undersøgelser ikke alene for Interessenter i Jærnkontolet, men ogsaa for udenforstaaende for en bestemt normeret Betaling.

Da Flusjærnet, som godtgjort, besidder større Styrke, Strækkelighed og Modstandsevne mod Stød, ligesom det er mere egalt end Puddeljærn, egner det sig bedre til Skibsbygning. Det engelske Forsikrings-selskab Lloyd har ogsaa indrømmet, at Flusmetal maa anvendes til Bygning af de af Selskabet forsikrede Skibe med en Formindskelse af 20% af Pladernes Tykkelse, saaledes som den var fastsat for Puddlingsplader, under følgende Betingelser: 1. Prøvestrimler, skaarne paa langs eller paa tværs af Pladen, bør ved Strækningsprøven vise en Brudstyrke ikke mindre end 43.2 og ikke over 49.6 Kgr. pr. □ mm., samt en Strækkelighed, som efter Bruddet svarer til 20% Forlængelse, maalt paa 200 mm. Længde. 2. Saadanne Strimler maa, ophedede til svag kirsebærrød Varme og derefter afkølede i Vand af 28° C., udholde Bøjning efter en Kurve, hvis Diameter ikke overstiger Forsøgspladens 3-dobbelte Tykkelse. Ved Anvendelsen af saadant Metal (blødt Staal) til Skibe spares altsaa 20% af Vægten og Skibets Bæreevne forøges med samme Beløb. Det er begyndt at blive anvendt i den engelske Marine i 1876 og formindsker Faren ved Sammenstød betydelig, da Skibssiden kan give efter flere Fod, uden at vise Tegn til Brud. Paa Clyden har Bygningen af Staalskibe derfor været i stærk Stigning; fra 18 000 Tons i 1879 til 108 254 Tons i 1882.

I Tilfælde, hvor en Gjenstand skal forene stor Styrke med Sejghed, overstøber man Jærn med Staal. Over en hvidglødende Jærnkjerne støbes saaledes i Firminy Flusstaal, hvorved Svejsningen bliver saa fuldstændig, at den ikke kan opdages paa Brudfladen, og Blokken lader sig udvalse til alle Profiler. *Kompound-Puddersplader* ere dannede derved, at der over en tyk valset Jærnplade er støbt blødt Staal i en vis Tykkelse; Staalet skal afparere Projektilet og paa Grund af sin Haardhed om muligt knuse det, medens den bagved liggende Jærnplade paa Grund af sin Sejghed bøjer sig og enten sammenholder den knuste Staalplade eller hindrer dens Knusning. Saadanne Compound-Plader tilvirkes baade i England (John Brown & Co., Sheffield) og paa Kontinentet.

7. *Nomenklatur og Klassifikation.* Bessemermetodens Fremkomst havde nogen Forvirring i Nomenklaturen til Følge, idet Fabrikanterne foretrak at kalde

deres Produkt Staal, selv om det ikke besad den Egen-skab, der hidtil var bleven betragtet som Særkjende for Staalet, Evnen til at kunne hærdes. Direktøren for Staalværkerne i Seraing, Ad. Greiner gik endog saa vidt at foreslaa, at kun de smedelige Jærnsorter, som vare fremstillede ved Smeltning, skulde kaldes Staal, medens andre smedelige Jærnsorter skulde kaldes Smedejærn. Den franske Prof. Jordan o. fl. støttede denne Anskuelse, under Henvi-sning til den store Betydning, som Ensartetheden og Slaggefriheden har, hvilken kun kan garanteres ved en stedfunden virkelig Smeltning. Denne Anskuelse har dog ikke vundet Bifald, hvorimod man synes at ville antage de Betingelser, der enstemmig bleve vedtagne af den internationale Kommission, som var samlet i Filadelfia i 1876 under Verdensudstillingen, og som var sammensat af fremragende Metallurger fra de jærnproducerende Lande, R. Akermann, Q. Lowthian Bell, H. Wedding, P. Tunner, A. L. Holley, Th. Egleston og L. Gruner. Resolutionerne vare saalydende:

1. Alle smedelige Jærnforbindelser*) af sædvanlig Sammensætning, som fremstilles enten af dejagtige Masser eller ved Pakettering eller paa en anden Maade, Smeltning undtagen, som ikke kjendelig lade sig hærde og „tempre“ (anløbe), og som overhovedet ligne det, som nu kaldes Smedejærn, skulle kaldes Svejsjærn (Schweisseisen, Välljærn, Weld-iron, Fer soudé).

2. Naar de saaledes fremstillede Forbindelser af en eller anden Aarsag lade sig hærde og tempre og ligne det saakaldte Puddelstaal, skulle de kaldes Svejsstaal (Schweissstahl, Vällstål, Weld-Steel, Acier soudé).

3. Alle smedelige Jærnforbindelser af almindelig Sammensætning, der faas ved Støbning fra flydende Tilstand, og som ikke hærdes kjendelig ved Opvarmning til Rødgldhede og paafølgende Afkøling i Vand, skulle kaldes Flusjærn**) (Flusseisen, Götjærn, Ingot-iron, Fer fondu).

4. Alle under (3) beskrevne Jærnforbindelser, som af en eller anden Aarsag lade sig hærde paa den angivne Maade, skulle hedde Flusstaal (Flussstahl, Götstål, Ingot-steel, Acier fondu).

Det tyske „Patentamt“ udsondrer som særskilt Gruppe Støbestaal (Gussstahl, Gjut-stål, Cast-steel, Acier fondu au creuset) som et ved Omsmeltning forbedret Staal, der for Øjeblikket kun kan fremstilles i Digler, altsaa er synonymt med Digelstøbestaal. Ved Götmetal (Flus-metal) forstaaes i Sverig baade Bessemermetal, Martin-metal og Støbestaal.

Da de nye Methoder have gjort det muligt at fremstille et Metal med alle Gradationer af Kulstofmængde lige fra Støbejærn til næsten rent Jærn, og ligeledes at benytte Tilsætninger, Mangan, Silicium, Krom, Volfram, der ogsaa give Jærnlegeringen særegne Egenskaber, er en

*) Herved forstås Raajærn (Støbejærn), Staal og Smedejærn, der kaldes Forbindelser, fordi Jærnet er i kemisk Forbindelse med de øvrige tilstedeværende Stoffer; i Stedet for „Jærnforbindelser“ benytte andre Betegnelsen „Lege-ringer“.

**) Da det tyske Flus allerede er gaaet over i Sproget i Ordet „Flusmiddel“, kan Benævnelsen Flusjærn vel antages.

Klassifikation ønskelig, som gjør det muligt for Fabrikanten at betegne Beskaffenheden af sine forskellige Produkter og for Brugeren at udvælge det, som tilfredsstiller de Krav, som han i hvert enkelt Tilfælde stiller. En almindelig Klassifikation er man dog ikke naaet til; nogle Værker sortere efter Kulstofindhold, der enten udtrykkes ved Procentindholdet eller betegnes ved Nummering, men en saadan garanterer kun bestemte Egenskaber hos Produktet for vedkommende Værk, og saa længe den samme Arbejdsmaade (Udsmeltningsmaade, Raastoffer, Til sætninger m. m.) beholdes, idet andre tilstedeværende Stoffer ogsaa gjøre sig gjældende. Kulstofindholdet er kun betryggende ved et saa rent Produkt som Digelstøbestaalet. Et Staalværk i Sheffield (Seeborn & Dieckstahl) har saaledes 6 Klasser, hvor Kulstofmængden aftager fra $1\frac{1}{2}\%$ til $\frac{3}{4}\%$, og der leveres endda et Nr. 7, som er haardt udvendig og blødt indvendig. En anden Sorteringsmaade er efter Metallets mekaniske Forhold, idet man dog indskrænker sig til at bestemme Styrken (Belastningen for Brud pr. $\square$ mm.) og den hertil svarende Strækning. Saaledes benytter Seraing for sit Bessemermetal følgende Klasser, som have den vedføjede Kulstofmængde, Egenskaber og Anvendelser.

1. „Acier extra-doux“ 0.05—0.20% Kulstof. Styrke 40—50 Kgr. pr. $\square$ mm.; Strækning 27—20% pr. 200 mm. — Kan svejses, men ikke hærdes. — Anvendelser: Plader til Dampkedler, Dampskibe og Broer, Kanonringe, Traad, Spiger o. desl.

2. „Acier doux“. 0.25—0.35% Kulstof. Styrke 50—60 Kgr. Strækning 20—15%. — Kan svejses med Vanskelighed; antager nogen Hærning. — Anvendelser: Axer for Vogne og Lokomotiver, Hjulringe (tyres), Jærnbanseskiner, Geværer, Kanoner og Maskindele, som ere udsatte for stærkt Slid.

3. „Acier dur“. 0.35—0.50% Kulstof. Styrke 60—70 Kgr. Strækning 15—10%. — Kan ikke svejses; antager Hærning. — Anvendelser: Jærnbanseskiner, Hjulringe, Fjedre for Jærnbanevogne, Sabler, o. fl. Vaaben, Hamre, Maskindele, som ere udsatte for Slid.

4. „Acier extra-dur“. 0.50—0.65% Kulstof. Styrke 70—80 Kgr. Strækning 10—5%. — Kan ikke svejses; hærdes let. — Anvendelser: Fine Fjedre, File, Fræser, Save, skærende Redskaber.

8. *Produktionens Størrelse.* Produktionen af Bessemermetal (efter den oprindelige Methode) udgjorde i 1880 c. 3.5 Million Tons (à 1000 Kgr.), hvoraf Amerika leverede 1.074, England 1.044, Tyskland 0.643, Frankrig 0.334 Million. Rusland, Østerrig, Sverig og de andre Lande Resten; Sverig præsterede kun 30 000 Tons. Af Martinmetal skønnedes Produktionen samme Aar at være 1.2 Mill. Ton (England 0.538, Amerika 0.305, Tyskland 0.150, Frankrig 0.110). Med Hensyn til basisk Bessemermetal angiver *Gilchrist* Produktionen for forrige Aar, 1882, til $\frac{1}{2}$ Mill. og antager, at den vil blive fordoblet i Aar. Den samlede Produktion af Flusmetal i 1880 udgjorde altsaa c. 5.2 Mill. Tons, eller hen imod 30% af den samlede Produktion af Staal og af smedeligt Jærn. At et saadant Resultat er naaet efter kun 24 Aars Forløb, viser, at de nyere Metoder, der vare banebrydende, idet de arbejdede med et vidt forskelligt

Materiel, baade have været udtænkte med stort Snille og ere blevne gennemførte med tilsvarende praktisk Dygtighed. Det er derfor med rette, at man har sagt, at de have fremkaldt en Revolution i Jærnindustrien. I hvert Fald kan der næppe i Industriens Historie vises Exempler paa lignende Held. Den Leblancske Sodafabrikation, hvis Betydning for den egentlige kemiske Industri ikke er mindre ved Flusmetal-Tilvirkningen for Metallurgien, har kun arbejdet sig langsomt frem, og selv Ammoniaksodafabrikationen, der ikke havde en ældre Tids mange Hindringer at kæmpe med, laa længe i Dvale, før end den kunde komme til kraftigt Liv. Resultatet maa vurderes saa meget højere, som Metallurjerne lige til den nyeste Tid have været meget konservative og nødig have fraveget det overleverede. Det er imidlertid ogsaa kun blevet muligt derved, at Metallurgien er bleven beaaudet af Videnskaben; uagtet Bessemer selv kun har tilsigtet at forandre de mekaniske Metoder for Friskningsprocessen og næppe har staaet paa en videnskabelig Basis, foranledigede dog de Vanskeligheder, som Metoden mødte i de første Aar, at man ad kemisk Vej søgte at belyse deres Aarsager. Efter saaledes at have faaet Syn paa Kemiens Nytte, er man efterhaanden kommet til at benytte den i større og større Maalestok, og den kemiske Undersøgelse af Raastoffer og Produkter hører nu til Dagens Orden i ethvert større Jærn- og Staalværk, hvor det ved dens Hjælp er bleven muligt at arbejde med Sikkerhed, saa at man trods vexlende Raastoffer kan faa samme Fabrikat eller kan ændre Fabrikatets Beskaffenhed efter de varierende Fordringer. Den Hurtighed, hvorved den basiske Bessemerproces er kommen op og har skaffet sig Indpas, maa ogsaa for en væsentlig Del skyldes den ved den kemiske Analyse muliggjorte sikre Kontrol, som har givet Oplysning om de Affiniteter, der gjøre sig gjældende mellem de for Glødhede udsatte Bestanddele af Jærnet, Slaggen, Tilslaget, Beklædningen og den atmosfæriske Luft. Thermokemien specielt har ogsaa kastet Strejflys over Bessemermetoden ved at gjøre rede for den Varmedvikling, som ledsager Iltningen af de Jærnet ledsagende Bestanddele. Ogsaa i Metallurgien viger altsaa den rene Empiri for Videnskaben.*)

Formanden, Oberst Hoskiær. Skjønt det er 200 Aar siden, at Reaumur foreslog en ny Methode til at frembringe Staal af Jærn, er det dog især i de sidste 20 Aar, at der er gjort mærkværdig store Fremskridt i Staalproduktionen, og det er næppe muligt at faa en bedre, mere indholdsrig Fremstilling af denne Udvikling end den, Docent Thomsen nu har givet.

Den forskellige Sammensætning af Jærn og af Staal er i den seneste Tid ogsaa bleven undersøgt ad elektrisk Vej, ved Hjælp af Hughes' Induktionsbalance, og jeg

*) Ovenstaaende Skildring er udarbejdet paa Basis af de senere Aars Tidsskriftliteratur; særlig er benyttet de udtømmende Rejseberetninger, der findes i „Jærnkontoirets Annaler“, Aargangene 1879—1882. En lille Pjece af Prof. *Jordan*: Les progrès récents de la métallurgie du fer (Paris 1881) har ogsaa været mig til Nytte.

skal kortelig omtale nogle hermed gjorte Forsøg. Professor Hughes viste mig ved den elektriske Udstilling i Paris 1881 det nye Apparat, hvormed han paaviste det mindste Spor af Metal i ethvert Stof, fandt, hvor Kuglen hvilte, der var trængt ind i et menneskeligt Legeme, bestemte i Grader enhvers Høreevne og lod mig høre en Legeringsforskjel i to Frankstykker, som jeg ikke kunde se Forskjel paa. Princippet for dette Apparat anvendte han nu ved den her omtalte Undersøgelse. Et Batteri sættes i Forbindelse med en metallisk Ledning, der paa et Stykke er Axe for en Induktionsrulle, hvis Traadender ere forbundne med en Telefon, hvori man hører de elektriske Forandringer, som foregaa i Ledningen. Hvor Ledningen passerer Induktionsrullen indsætter man i den en c. 8 Tommer lang Jærntraad, der er fastgjort ved den ene Ende, men kan snoes ved den anden, og en Viser angiver, hvor mange Grader den snoes. Det viser sig nu, at snoes Jærntraaden til den ene Side, fremstaar Strøm i en Retning, snoes den til den anden Side, fremstaar Strøm i modsat Retning, og i begge Tilfælde paa-virker Induktionsstrømmen Telefonen, hvori saaledes Snoringens elektriske Virkning høres, en ret mærkelig Fremtoning, der først er kjendt i den nyeste Tid. Indsættes i Stedet for Jærntraaden en Staaltraad og snoes denne, høres derimod næsten intet, og Professor Hughes mener, at dette beror paa, at Molekulerne i Staalet ere fastere forbundne med hverandre end i Jærnet, saa at hver Molekule kun vrides noget, naar Staalet snoes, men derimod skifter Plads, naar Jærnet snoes, hvorved den større Virkning opnaas.

Han tog derpaa en Jærnstang, fast ved den ene Ende, helt fri ved den anden, magnetiserede den, lod den vibrere og fandt, at den hurtigt tabte 95% af sin Magnetisme, medens en Staalstang under lignende Forhold kun tabte 5%. Han vilde nu paavise, at dette beroede paa Molekulernes stærkere Sammenhæng i Staalet, og tog da et Glasrør, som han til Dels fyldte med Jærnfilsaaner, hvilke han magnetiserede, drejede derpaa Røret rundt og viste, at Magnetismen hurtig forsvandt. Hældte han derimod smeltet Harpax ned over Jærnfilsaanerne i Glasrøret, magnetiserede dem og drejede Røret rundt, fastholdt de Magnetismen meget længere.

Han gjorde nu Magnetiserings-Forsøget ikke med en Stang af blødt Jærn, men af Svovljærn, Manganjærn eller en anden Jærnlegering, og fandt, at disse Legeringer forholdt sig som Staal og bevarede Magnetismen meget længere end det bløde Jærn. Det viste sig tillige, at Hærdning forøgede Massens Evne til at bevare Magnetisme, og han antog derfor, at Legeringer dannedes ved Hærdningen.

Han sluttede derpaa af disse Forsøg, at Staal er en Legering af Kul og Jærn, og at dets Molekuler hænge stærkere sammen end det bløde Jærns.

Jeg har tilladt mig at nævne disse Forsøg, som

Professor Hughes for Tiden fortsætter, for at vise, hvorledes det vigtige Spørgsmaal om Staalets Sammensætning, nu ogsaa søges belyst ad elektrisk Vej.

Da flere af D'Hrr. sikkert ere meget fortrolige med de forskjellige Maader, hvorpaa Staal fremstilles, vilde det være velkomment, hvis de vilde fremkomme med oplysende Bemærkninger om denne Sag.

Artillerikaptajn F. Wagner. Jeg vil blot tillade mig at anføre med Hensyn til den roterende Ovn, at den ogsaa anvendes paa Fastlandet, saaledes i Creusot, hvor den har gaaet i over 7 Aar; der findes dér to roterende Puddelovne, og den daglige Produktion à 12 Timer er ikke mindre end 10 Tons for hver, ligesom man er særdeles fornøjet med det Produkt, der præsteres.

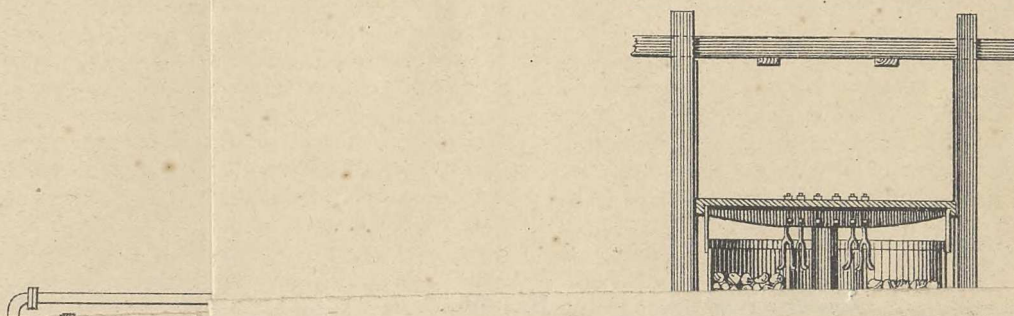
Jeg skal ligeledes give en supplerende Bemærkning med Hensyn til Terrenoireprocessen. At kunne støbe Staal som Jærn er et Ønske, der er næret længe og ofte, men man har efter forgjæves Forsøg i Regelen mistvivlet om at kunne producere det. Som det bedste Bevis paa, hvor vidt man er kommet med denne Industri, som egentlig kun kan siges at være 5 Aar gammel, skal jeg anføre, at Terrenoire leverer ikke saa lidt Artilleriemateriel, hvortil som bekjendt kræves det bedste Materiale; det er navnlig Projektiler til Pandserbrydning og Ringe til Kanoner. Det er en ejendommelig Betragtningssmaade, der her er gjort gjældende, stik modsat den sædvanlige, at det er Hammeren, som først egentlig gjør Staalet til det, det skal være. Her siger man, at det er Hammeren som virker ødelæggende, man støber det hele og lader det gjenemgaa forskellige Glødnings- og Afkølings-Processer. Denne Fabrikationsmaade har faaet en videre Udbredelse, man har f. Ex. i Sverig kjøbt Opfindelsen og har støbt Kanoner, og jeg tror, De vil indrømme, at det er den strengeste Prøve, man kan underkaste et Materiale at anvende det til Nutidens Kanoner. Det er ikke alene med Feltkaliberet men ogsaa med det 12 Pd's. Kaliber, der bliver gjort Forsøg. Den 12 Pd's. Kanon har i Fjor været underkastet en voldsom Prøveskydning i Sverig, hvorved den til sidst sprængtes og det ved et Tryk af 5500 Atmosfærer efter gjentagne Gange at have udholdt hen imod 4000. Det viste sig herved, at man allerede nu var i Stand til paa Bofors at frembringe Kanoner, der kunde stilles ved Siden af det allerbedste Skyts. Sverig har en Gang ved Jærnindustrien lidt et uhyre Tab, efter at den forbedrede Methode blev indført, som gjorde det muligt af slet Malm at producere godt Bessemerstaal; det skulde nu næsten synes, som om der i det støbte, blærefrie Staal var fundet et Materiale, der kunde give Oprejsning efter Nederlaget og atter stille Sverig paa sin rette Plads i Jærnindustrien.

Formanden. Da ingen flere begjære Ordet, takker jeg paa Forsamlingens Vegne Docent Thomsen for hans fortrinlige Foredrag og for de smukke Tegninger, som ere ophængte til Sagens Belysning.

VIRKNINGEN.

FIG.

FIG. 3. Armstrongs Akkumulator.



skal kortelig omtale nogle hermed gjorte Forsøg. Professor Hughes viste mig ved den elektriske Udstilling i Paris 1881 det nye Apparat, hvormed han paaviste det mindste Spor af Metal i ethvert Stof, fandt, hvor Kuglen hvilte, der var trængt ind i et menneskeligt Legeme, bestemte i Grader enhvers Høreevne og lod mig høre en Legeringsforskjel i to Frankstykker, som jeg ikke kunde se Forskjel paa. Princippet for dette Apparat anvendte han nu ved den her omtalte Undersøgelse. Et Batteri sættes i Forbindelse med en metallisk Ledning, der paa et Stykke er Axe for en Induktionsrulle, hvis Traadender ere forbundne med en Telefon, hvori man hører de elektriske Forandringer, som foregaa i Ledningen. Hvor Ledningen passerer Induktionsrullen indsætter man i den en c. 8 Tommer lang Jærntraad, der er fastgjort ved den ene Ende, men kan snoes ved den anden, og en Viser angiver, hvor mange Grader den snoes. Det viser sig nu, at snoes Jærntraaden til den ene Side, fremstaar Strøm i en Retning, snoes den til den anden Side, fremstaar Strøm i modsat Retning, og i begge Tilfælde paa-virker Induktionsstrømmen Telefonen, hvori saaledes Sno-ningens elektriske Virkning høres, en ret mærkelig Frem-toning, der først er kjendt i den nyeste Tid. Indsættes i Stedet for Jærntraaden en Staaltraad og snoes denne, høres derimod næsten intet, og Professor Hughes mener, at dette beror paa, at Molekulerne i Staalet ere fastere forbundne med hverandre end i Jærnet, saa at hver Molekule kun vrides noget, naar Staalet snoes, men derimod skifter Plads, naar Jærnet snoes, hvorved den større Virkning opnaas.

Han tog derpaa en Jærnstang, fast ved den ene Ende, helt fri ved den anden, magnetiserede den, lod den vibrere og fandt, at den hurtig tabte 95% af sin Magnetisme, medens en Staalstang under lignende Forhold kun tabte 5%. Han vilde nu paavise, at dette beroede paa Molekulernes stærkere Sammenhæng i Staalet, og tog da et Glasrør, som han til Dels fyldte med Jærnfilspaaner, hvilke han magnetiserede, drejede derpaa Røret rundt og viste, at Magnetismen hurtig forsvandt. Hældte han derimod smeltet Harpix ned over Jærnfilspaanerne i Glasrøret, magnetiserede dem og drejede Røret rundt, fastholdt de Magnetismen meget længere.

Han gjorde nu Magnetiserings-Forsøget ikke med en Stang af blødt Jærn, men af Svovljærn, Manganjærn eller en anden Jærnlegering, og fandt, at disse Legeringer forholdt sig som Staal og bevarede Magnetismen meget længere end det bløde Jærn. Det viste sig tillige, at Hærdning forøgede Massens Evne til at bevare Magnetisme, og han antog derfor, at Legeringer dannedes ved Hærdningen.

Han sluttede derpaa af disse Forsøg, at Staal er en Legering af Kul og Jærn, og at dets Molekuler hænge stærkere sammen end det bløde Jærns.

Jeg har tilladt mig at nævne disse Forsøg, som

Professor Hughes for Tiden fortsætter, for at vise, hvorledes det vigtige Spørgsmaal om Staalets Sammensætning, nu ogsaa søges belyst ad elektrisk Vej.

Da flere af D'Hrr. sikkert ere meget fortrolige med de forskjellige Maader, hvorpaa Staal fremstilles, vilde det være velkomment, hvis de vilde fremkomme med oplysende Bemærkninger om denne Sag.

Artillerikaptajn F. Wagner. Jeg vil blot tillade mig at anføre med Hensyn til den roterende Ovn, at den ogsaa anvendes paa Fastlandet, saaledes i Creusot, hvor den har gaaet i over 7 Aar; der findes dér to roterende Puddelovne, og den daglige Produktion à 12 Timer er ikke mindre end 10 Tons for hver, ligesom man er særdeles fornøjet med det Produkt, der præsteres.

Jeg skal ligeledes give en supplerende Bemærkning med Hensyn til Terrenoireprocessen. At kunne støbe Staal som Jærn er et Ønske, der er næret længe og ofte, men man har efter forgjæves Forsøg i Regelen mistvivlet om at kunne producere det. Som det bedste Bevis paa, hvor vidt man er kommet med denne Industri, som egentlig kun kan siges at være 5 Aar gammel, skal jeg anføre, at Terrenoire leverer ikke saa lidt Artillerimateriel, hvortil som bekjendt kræves det bedste Materiale; det er navnlig Projektiler til Pandserbrydning og Ringe til Kanoner. Det er en ejendommelig Betragtningssmaade, der her er gjort gjældende, stik modsat den sædvanlige, at det er Hammeren, som først egentlig gjør Staalet til det, det skal være. Her siger man, at det er Hammeren som virker ødelæggende, man støber det hele og lader det gennemgaa forskellige Glødnings- og Afkølings-Processer. Denne Fabrikationsmaade har faaet en videre Udbredelse, man har f. Ex. i Sverig kjøbt Opfindelsen og har støbt Kanoner, og jeg tror, De vil indrømme, at det er den strengeste Prøve, man kan underkaste et Materiale at anvende det til Nutidens Kanoner. Det er ikke alene med Feltkaliberet men ogsaa med det 12 Pd's. Kaliber, der bliver gjort Forsøg. Den 12 Pd's. Kanon har i Fjor været underkastet en voldsom Prøveskydning i Sverig, hvorved den til sidst sprængtes og det ved et Tryk af 5500 Atmosfærer efter gjentagne Gange at have udholdt hen imod 4000. Det viste sig herved, at man allerede nu var i Stand til paa Bofors at frembringe Kanoner, der kunde stilles ved Siden af det allerbedste Skyts. Sverig har en Gang ved Jærnindustrien lidt et uhyre Tab, efter at den forbedrede Methode blev indført, som gjorde det muligt af slet Malm at producere godt Bessemerstaal; det skulde nu næsten synes, som om der i det støbte, blærefrie Staal var fundet et Materiale, der kunde give Oprejsning efter Nederlaget og atter stille Sverig paa sin rette Plads i Jærnindustrien.

Formanden. Da ingen flere begjære Ordet, takker jeg paa Forsamlingens Vegne Docent Thomsen for hans fortrinlige Foredrag og for de smukke Tegninger, som ere ophængte til Sagens Belysning.

NYERE FREMGANGSMAADER VED JÆRN-OG STAALTILVIRKNINGEN.

FIG. 1. Bessemermateriel.

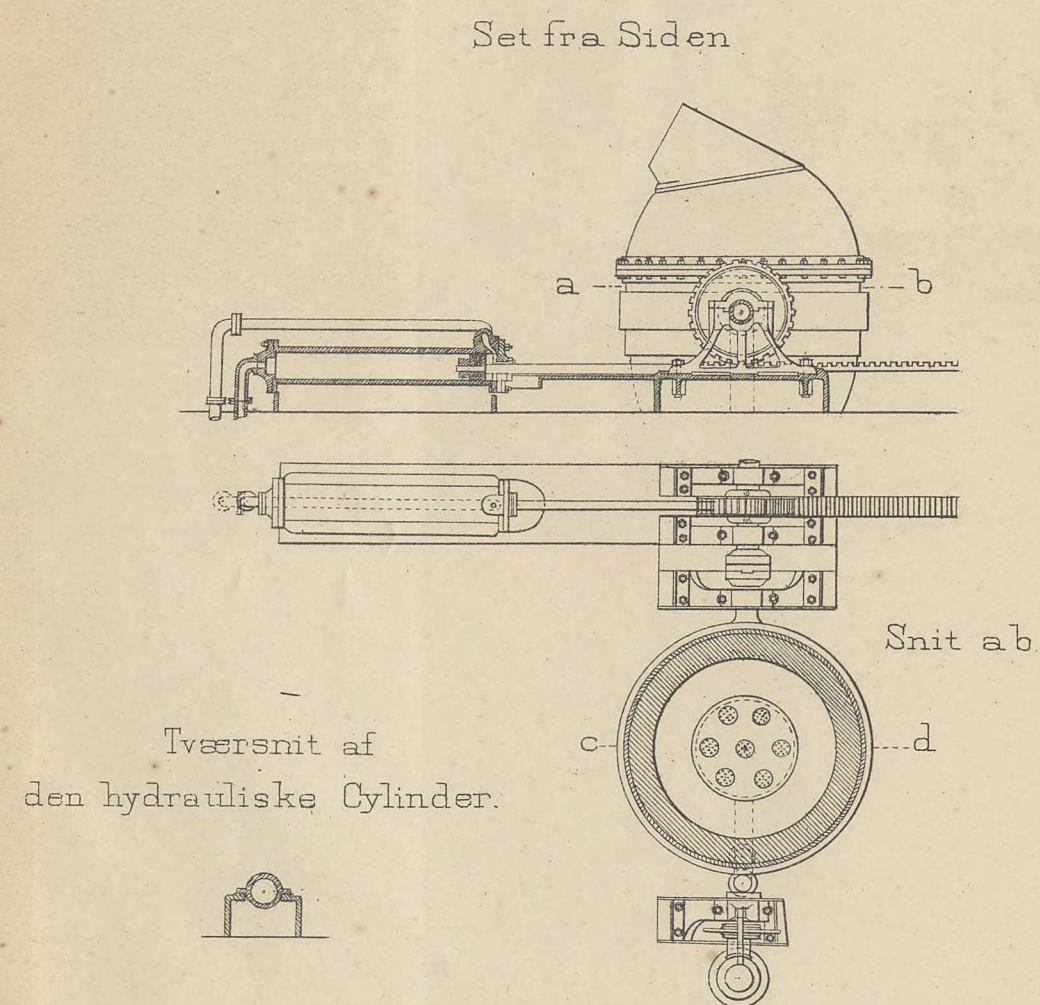


FIG. 2. Støbeapparatet.

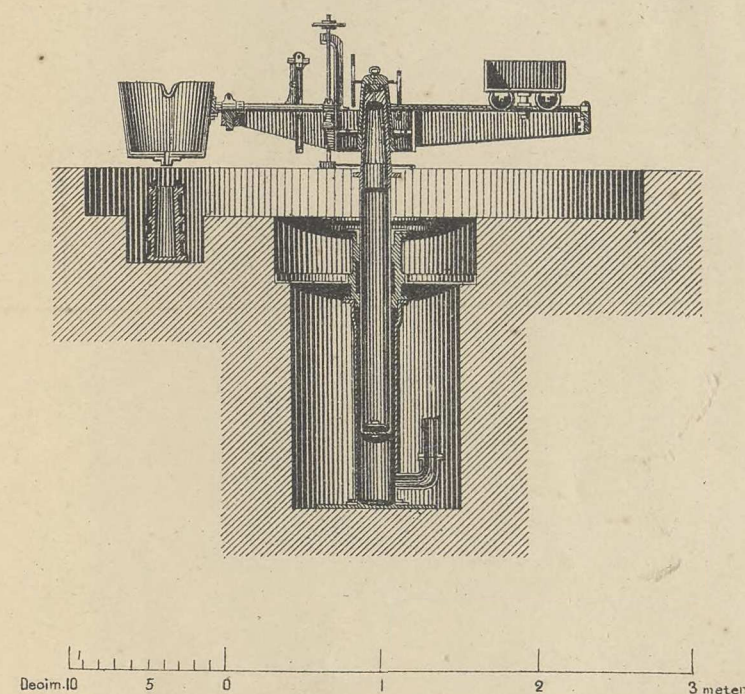


FIG. 3. Armstrongs Akkumulator.

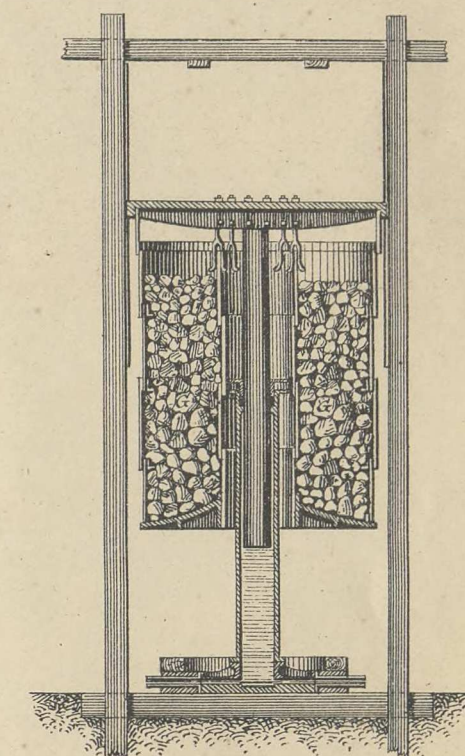
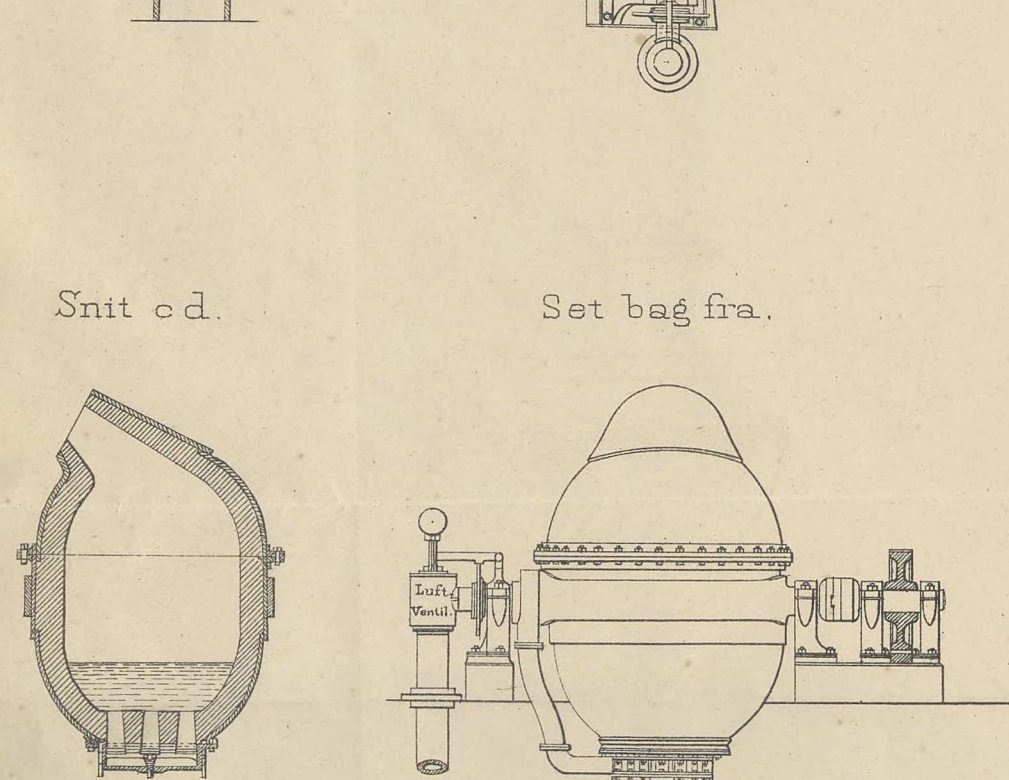
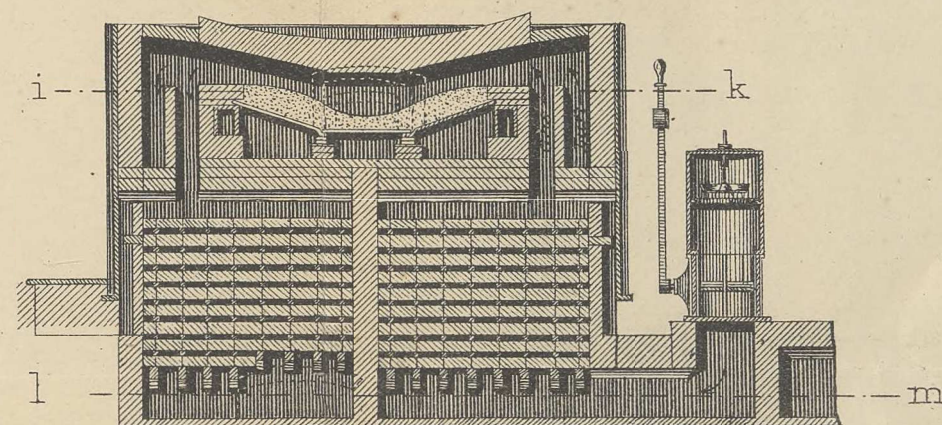


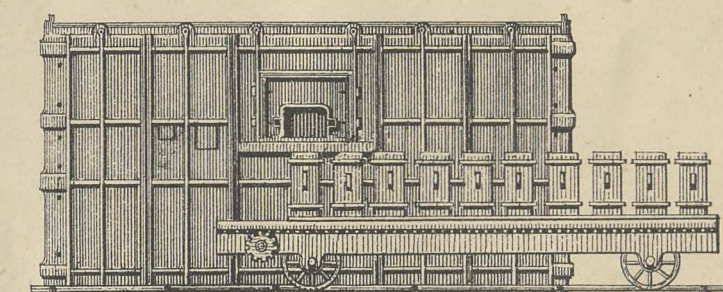
FIG. 4. Siemens-Martin's Ovn.



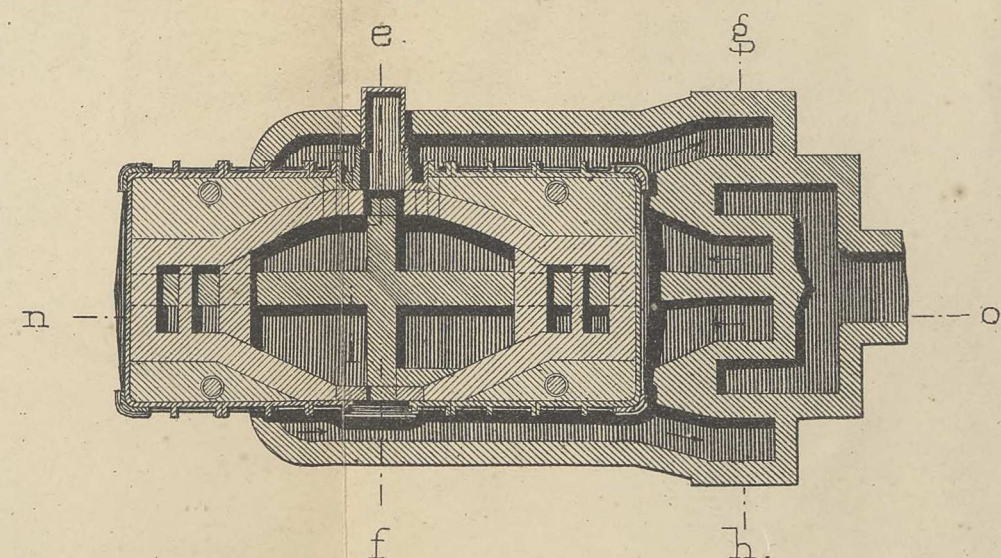
Længdesnit n o.



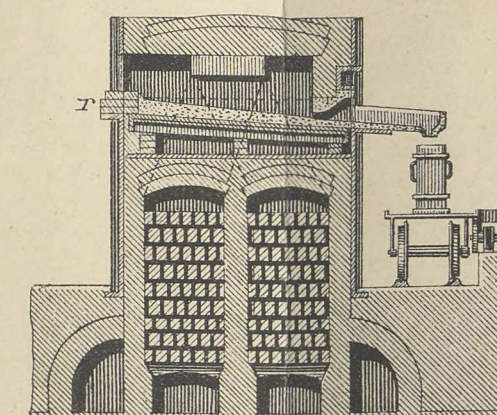
Set forfra



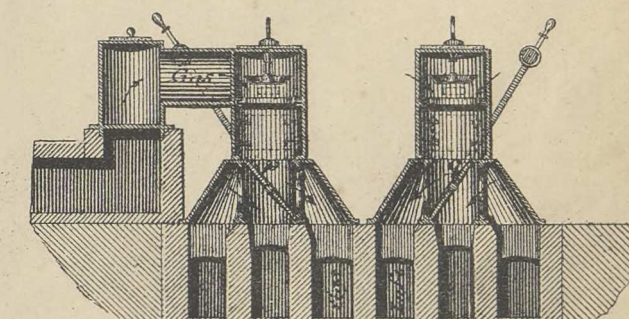
Grundplan efter ik og lm



Lodret Snit ef.



Snit gh.



Decim. 10 5 0 1 2 3 4 5 meter

Decim. 10 5 0 1 2 3 4 meter

