

Om Jærn og Staal

Fr. Wagner

Tidsskrifter

Maanedsskrift, udgivet af Industriforeningen. 1883. Attende Aargang

1883

Erstatning af Stormkroge. — Øresunds kemiske Fabrikker af Kbhvn.: en Fremgangsmaade til Dækning af Sukker samt tilhørende Apparater.

31. Jan. *Samuel Sudheim* af Cassel: Dobbeltvirkende Varmluftsmaskiner. — *John George Horsey* af London: en Maskine til Fabrikation af Børster og Koste. — Instrumentmager *Carl P. Rasmussen* af Kbhvn.: Repetitionsmechanik for opretstaaende Pianoer.

Februar.

2. Febr. Brænderibestyrelse *I. E. Asmussen* og *Kleinsmed D. C. Petersen*, Begge af Kbhvn.: en Maskine til Sigtning af Gjør for Brænderier og kemiske Fabrikker. — *Thomas Anthony Connolly* af Washington: Fristen for hans Eneret af $\frac{3}{2}$ 82 paa Telefon- og Telegrafapparater forlænget til $\frac{3}{2}$ 84.

9. Febr. *Grev Wilhelm v. Schlieffen* til *Schlieffenberg* ved *Güstrow* i *Mecklenburg-Schwerin*: Pneumatisk Lukkeapparat for Flasker og andre Beholdere for Vædske og andre Substanser, fra hvilke Luften skal afspærres. — *Hiram Stevens Maxim* af *Brooklyn, New-York*: Elektriske Maaleapparater. — *Architekt Alfred Jensen Raavad* og *Blikkenslager H. B. Flyge*, Begge af Kbhvn.: En Kjøkkenvask med fast Vandlaas. — *Vognmand C. Nielsen* og *Kreaturcommissioanir N. Josephsen*, begge af Kbhvn.: en Høpresse. — *Edward I. Mallet jun.* af *New-York*: Dampkedelovne og andre Fyrsteder. — *Fabrikant I. Møller* af *Rørkjær, Jerne Sogn, Ribe Amt*: Forbedrede Tagsteen. — *Savværkseier Jens P. Hansen* af *Sorø*: Hans Eneret af $\frac{29}{3}$ 82 paa en Filemaskine til Skærping af Baandsave og andre Save udvidet til Forbedringer ved samme. — *Dr. Hubert Grouwen* af *Leipzig*: Fristen for hans Eneret af $\frac{11}{2}$ 82 paa en Fremgangsmaade til Bestemmelsen af Kvælstofmængden i hvilke som helst organiske Stoffer samt paa det tilhørende Apparat forlænget til $\frac{11}{2}$ 84. — *Ingenieur H. C. Vogt* af *Kbhvn.*: en Træmotor.

15. Febr. *Drewsen & Sonner* af *Kbhvn.*: Den Firmaet under $\frac{17}{10}$ 81 af Selskabet for Tilberedning af Træmasse i *Grellingen* overdragte Eneret af $\frac{8}{1}$ 80 paa en Fremgangsmaade ved Papir- og Papfabrikationen samt de tilhørende Apparater udstrakt til 10 Aar fra $\frac{8}{1}$ 80 at regne. — *Smed og Vægtfabrikant Vilhelm Julius Berg* af *Kbhvn.*: Hans Eneret af $\frac{3}{5}$ 81 paa en Kjøkkenvask udstrakt til 10 Aar fra $\frac{3}{5}$ 81 at regne. — *Bethel Burton* af *New-York*: Bagladegeværer. — *I. P. Topp* af *Randers*: Lugtfrie Closetter. — *Hermann Gruson* og *Richard Handrick* af *Buckau ved Magdeburg*: En Varmemotor med Regenerativinsector. — *August Fich* af *Kbhvn.*: et Stilleads. — *Kunstdreier A. Sørensen* af *Aarhus*: Tobakspiber. — *N. P. Hassing* af *Kbhvn.*: Et Hurtigfilter. — *Joseph Wilson Swan* af *Newcastle on Tyne*: Polarisationsbatterier eller elektriske Accumulatorer med Forbedringer.

23. Febr. *F. Jühne* af *Korsør*: Lugtfrie Peberrods-Rivemaskiner. — *Heinrich Lages* af *Zorge* i *Htg. Brunsvig*: en Jagtlanterne. — *Meubelfabrikant Chr. Klementsens* af *Christiania*: Sofa og Lænestol, der tillige kunne bruges som Seng. — *Johannes Ernst Meyer* af *Kbhvn.*: en Centrifuge (8 Aar).

27. Febr. *Herman Emanuel Nøke* af *Aarhus*: en Ildstedsdør.

Om Jærn og Staal.

Foredrag, holdte i Industriforeningen d. $\frac{29}{2}$ og $\frac{14}{3}$ 1883 af Capitain i Artilleriet *Fr. Wagner*.

Det er en ofte gjentagen Sætning, at den, der skriver Industriens Historie, dermed skriver Civilisationens, naar vi indskrænke dette Begreb til at omfatte den ydre Civilisation, til hvilken den indre Civilisation, Dannelsen, ingenlunde staaer i noget direct eller simpelt Forhold.

Industriens Historie er atter saa inderlig knyttet til Jærnets Historie, at man, naar man for et givet Tidspunkt kjender Jærnindustriens Standpunkt, derfra kan slutte til den øvrige Industris Standpunkt og følgelig faa et Billede af hele den Tids ydre Civilisation.

Det er med velberaad Hu, at Jærnet og ikke Metalerne i Almindelighed fremhæves; før vor Jærnalder var der en Broncealder, i hvilken ganske vist Haandværksdygtigheden stod meget høit, baade hvad Behandlingen af det Metal, som har givet den sit Navn, og af Guldet angaaer; dog Broncefolkenes Samfund ere meer eller mindre adskilte, og de tilhøre nærmest Sagntiden, men med Jærnet holder Verdenshistorien sit Indtog.

Der fortælles en ganske karakteristisk Anekdote om, hvorledes dette skete paa *Otahaiti*, hvor det er bekjendt, at den europæiske Cultur i Løbet af den sidste Menneskealder har trængt ind i alle ydre Forhold. Da *James Cook* paa sine Opdagelsesreiser kom til denne Ø, traf han en Høvding, der i 2 Jærnsøm besad en Skat, som han gjorde frugtbringende ved for Betaling at laane dem ud til sine Naboe, naar de skulde bore Huller.

Naar man seer paa de uhyre Kanoner, der veie indtil 100 Tons o: 200 000 \mathcal{E} , og paa Skibspandserne, hvis enkelte Stykker i uforarbejdet Tilstand kunne veie lige saa meget og mere, da bliver man tilbøielig til at ansee Jærnet fortrinsviis for Krigens Metal; imidlertid skal det dog antydes, at man i vore Dage har Bronceanoner op til 10 000 \mathcal{E} , som tilfredsstillende enhver Fordring, at man er i Stand til at fabrikere Geværer heelt af Bronze, ja at man endog, som

paaviist af den afdøde General Uchatius i Wien — hvem man skylder den moderne Bronze, som han gav det noget vildledende Navn Staalbronze — kan skaffe sig fuldgode Broncesværd.

Nei Jærnet er fortrinsviis Fredens, Culturens Metal, vort Bevægsmiddel over Hav og Land, som Materiale baade til Dampskibene og Dampvognene og de Kæmpebroer paa 500 Fods Spændvidde og mere, som føre disse over Floder og Afgrunde, selv som Bevægsmiddel for vor Tanke, som Materiale for Telegraftraaden, foretrække vi ofte det billige Jærn for det bedre ledende, men dyrere Kobber.

Kalde vi end med Rette vor Periode en Blod- og Jærntid, saa kunde vi med ikke mindre Ret kalde den en Damp- og Jærntid; vi kunne ikke sige, hvad den næste Periode vil komme til at hedde — mon en Elektricitets- og Jærntid? men „Jærn“ vil næppe nogensinde komme ud af Tidsaldernes Banner mere.

Er nu saaledes Jærnet end fuldt saa meget Fredens som Krigens Metal, saa skal det dog ikke nægtes, og maa regnes med til Krigens Fortjenester, at det i mange Tilfælde har været dens Fordringer, som have givet Jærnindustrien mægtige Stød fremad. For at nævne aldeles nærliggende Exempler, var det nødvendigt at indrette Ovne, Kraner, Hammere og Valser for at smedde Kæmpekanonerne og valse Pandserpladerne, men disse Redskaber, af hvilke et enkelt kan koste Millioner, anvendes dernæst med megen Nytte i Fredens Gjærning. Det er ingen Tilfældighed, at Industriens stærke Udvikling i de sidste 25 Aar falder sammen, ikke med en Fredsperiode, men med en Krigsperiode, hvor de store Kanoners Vægt voxer til at blive fjorten Gange saa stor som tidligere, og hvor Pandsertykkelserne tiltage syv Fold.

Ligeledes tvinge de strænge Fordringer til Qualiteten, som maa opstilles for Krigsmateriel, Industrien bort fra den rene Erfarings- eller Forsøgsvei og til at tage Videnskaben med paa Raad.

Résultatet maa siges at have overgaaet de dristigste Forventninger. Ordet „umulig“ trænges Dag for Dag mere og mere tilbage, det Umulige bliver muligt derved, at

det Materiale, som kræves, ei alene kan faaes, men faaes til en overkommelig Priis, billigere end den, der før betaltes for det simplere. I vore Dage have vi seet Jærnet fortrænge Træet paa mange Omraader, det vil saaledes endnu være i frisk Minde, hvorledes i vor By Trævændrerne vege for Støbejærnsrør; vi see Jærnet atter fortrænges af Staal, vi kjøre paa Staalskinner, som koste mindre end tidligere Jærnskinne.

Just i den sidste Tid er der gjort nogle længselsfuldt imødesete Forbedringer i Jærn- og Staalindustrien, saa at den for Øieblikket til en vis Grad kan siges at være i et Hvilepunkt, dog ingenlunde saaledes forstaaet, at der nu er naaet en Grændse, ud over hvilken Fremskridtet ei kan føres — nei Industrien hviler aldrig: Dag og Nat arbeide Tusinder af Hænder, Tusinder af Hoveder paa at føre den frem; men det er næppe for meget at sige, at ved de nyeste Opfindelser de nye Veie ere anviste, og at Opgaven nu hovedsagelig gaaer ud paa at bane dem bredere og benytte dem paa den bedste, det er den meest økonomiske Maade, thi den sunde Industris Endemaal er Fordelen: om et Fremskridt end er aldrig saa skjönt i reent videnskabelig Forstand, kan det aldrig blive det i teknisk Forstand, før det har staaet sin økonomiske Prøve; først derved bringes det fra Laboratoriet ud i Værkstedet, fra Videnskaben ud i Livet.

Kort historisk Oversigt.

Raaæmnerne for Jærnfabrikationen have altid været Jærnmalm og Brændsel. Sees bort fra Ureenhederne, bestaaer Jærnmalmen af Jærn i Forbindelse med Ilt, eller bringes til at bestaa heraf, og Jærnfremstillingen foregaaer, idet Brændselet for en Deel forbrænder paa denne Ilt's Bekostning, afilter, reducerer Malmen; samtidig vil det hede Jærn optage mere eller mindre af Brændselets Kulstof.

Medens vi nu inddele Jærnet i 3 Grupper, Støbejærn, Smedejærn og Staal, der i mange Henseender have saa forskjellige fysiske Egenskaber, at de i Techniken optræde som heelt forskellige Metaller, til Trods for, at den kemiske

Forskjellighed indskrænker sig til nogle ganske faa Procent, ja maaskee Brøkprocent af Kulstof, saa kjendte man i Oldtiden kun Smedejærn og Staal.

Man fremstillede Smedejærnet og Staalet umiddelbart af Malmen ved at reducere den med Trækul i en Esse eller lille Ovn; det var kun smaa Mængder, man fik ad Gangen, og medens Smeden nu kun behandler Jærn som Raaemne, saa maatte han den Gang begynde med at fremstille det af Malmen, med at være Jærnfabrikant. Smeden nød høi Anseelse. Jærnet stod høit i Priis, og dette forklarer, at man f. Ex. seer Colossæum i Rom berøvet en stor Deel af sine Jærnankere, hvad der er skeet ved en Erobring; selv den meest barbariske Erobrer vilde i vore Dage næppe som Bytte bortføre Stangjærn eller Lygtepæle.

Ved Renaissancetiden, eller som vi hyppigere kalde den, Reformationstiden, blev Støbejærnet mere og mere almindeligt; Smelteovnene vare blevne større, Varmen deri var tiltagen, Jærnet blevet i Stand til at optage mere Kulstof, dets deigagtige Tilstand forvandlede til en flydende, og man fik en Jærnsort, som ikke alene var smeltelig, men tillige støbelig, det vil sige, at den kunde fylde Formen, fordi den paa samme Maade som Vand udvider sig ved Overgangen fra flydende til fast Tilstand. Ikke nok hermed, det viste sig at være praktisk at forlade den directe Fremstilling af Smedejærn og Staal og at gaa Omveien gjennem Raajærn, hvorved forstaaes Støbejærnet saaledes, som det kommer ud af Ovnen, og berøve Raajærnet mere eller mindre af dets Kul.

Hvor mange Processer man efterhaanden kunde faa, indsees bedst ved at betragte en Staalsort, som vist Dag for Dag bliver sjældnere, Cementstaalet eller Blærestaalet. Først har man fremstillet Raajærnet ved en Kullingsproces, dernæst Smedejærn ved en Afkullingsproces, og endelig Staal ved en ny, men svagere Kullingsproces.

Tiltog nu end Jærnproductionen betydelig gjennem den nyere Tid, saa var der dog ikke Tale om en saadan Masseproduction, som den vi kjende; ved forrige Aarhundredes Slutning var et stort Jærnværk ikke større, end hvad man i vore Dage vilde kalde et meget lille Jærnværk, og den

egentlige Staalproduction i det Store kan man uden Ubillighed give vort Aarhundrede Æren for.

De to Factorer, der have bevirket det store Omslag i vore Fædres og navnlig vor egen Tid, som kun kan sammenlignes med Støbejærnets Indførelse i Renaissancetiden, men har det forud, at det er skeet langt hurtigere, ere Dampmaskinens Indførelse og Kemiens Udvikling i Metallurgiernes Tjeneste. Dampmaskinen gjorde det muligt at transportere Malm og Brændsel til Værket, at behandle uhyre Blokke af Smedejærn og Staal under Hammer og Valse i Værket, hvor man tidligere høist fik sin Kraft fra Vandhjul, og at sende det færdige Product fra Værket til de fjærneste Egne. Til de store kemiske Forbedringer, som Metallurgien har modtaget, maa ikke alene regnes de, der ere fremgaaede ved et omhyggeligere Studium af de forskjellige Processers kemiske Betydning, og som medførte, at man ikke længer turde betro deres Ledelse til raa Empirikere, men underlagde dem Videnskabsmænds Control, men ogsaa de store Beparelser i Brændsel, som fulgte med Indførelsen af det luftformige Brændsel, Gas, istedenfor det faste Brændsel. Dette er interessant som Modstykke til, hvad der skete ved Aarhundredets Begyndelse, hvor man til Udsmeltning af Raajærnet just kom ind paa at anvende et Brændsel, Koks eller Cinders, som var berøvet sit Gasindhold.

Takket være de nævnte Factorer kan vor Tids Jærnindustri levere ganske eensartede, forud bestemte Qualiteter Jærn med høist forskjellige Egenskaber, og fremstille Jærnet i fortrinlig Qualitet af en saadan Malm, som man tidligere vilde vrage, og endelig kan den forarbeide Blokke af Smedejærn og Staal paa henved $\frac{1}{4}$ Million Punds Vægt.

Jærnsorternes almindelige Egenskaber.

Det er alt nævnt, at det væsenligst er en ringe Forskjel i Procentholdigheden af Kulstof, som betinger Jærnets Henførelse til Støbejærn, Staal eller Smedejærn; Fremstillingsmaaden har dog ogsaa nogen Betydning, thi i Malmen ledsages Jærnet af Indblandinger af Kisel, Svovl, Fosfor o. s. v., der som mere eller mindre skadelige saa vidt muligt

maa fjærnes, og desuden af Mangan, men Tilstedeværelse selv i mindre Grad af disse Stoffer vil kunne være afgjørende med Hensyn til, om en paa Overgangen staaende Jærnsort skal henføres til den ene eller den anden Gruppe; de fleste Indblandinger virke nemlig i visse Retninger paa samme Maade som Kulstof, om end svagere. Sprogbrugen har ogsaa Betydning; Metallet i de Ringe, vi og andre Stater lægge om Kanonerne, hedder paa Fransk „acier“, paa Dansk „Jærn“; begge Benævnelser ere fuldkommen correcte, uagtet „acier“ i Lexiconet kun betyder Staal, thi dette er et mere omfattende Begreb paa Fransk end paa Dansk. Den sidste Ubestemthed har imidlertid medført adskillige Ulemper, endog Processer, og det maa derfor hilses med Glæde, at den internationale Congres i Philadelphia fastslog en bestemt Terminologi, som tiltraadtes af de forsamlede Technologer og vil blive fulgt i neden staaende Fremstilling.

For imidlertid, da det er Kulstoffets Mængde, der spiller Hovedrollen, at angive et Holdpunkt, skal anføres, at det ofte angives, at

Støbejærn indbef. Jærn med 5—6 ned til 2—1,5 % Kulstof,			
Staal	—	— 2 eller 1,5	— 0,5
Smedejærn	—	— under 0,5	%.

Reent Jærn fremstilles kun i det kemiske Laboratorium og er uden industriel Betydning.

Støbejærnet indeholder Kulstoffet i 2 Former, deels opløst, saa at det ikke kan sees — Bruddet kan endog være sølvhvidt — deels udskilt og saaledes ikke kemisk bundet, men mekanisk indblandet som sorte Blade af Grafit; Staalet har i det Høieste Spor af Grafit, ellers alt Kulstoffet bundet; Smedejærn har kun bundet Kulstof.

Hvad de fysiske Egenskaber angaaer, da kan Støbejærn opnaa en høi Grad af Haardhed, naar det pludselig bringes fra sin flydende Tilstand, i hvilken det altid maa fremstilles til Brugen, over i fast Tilstand, hvad der har Betydning ved Fremstilling af Pandsergranater og Sporvognshjul m. m., men det kan ikke behandles med Hammeren, da det er sprødt og skjørt, lige saa lidt som det kan sveises. Jo kulrigere det er, des lettere smelter det i Reglen.

Smedejærnet kan ikke hærdes ved pludselig Afkøling fra stærkt ophedet Tilstand, naar der herved forstaaes en saadan Haardhed, at det staaer imod Filen, derimod egner det sig paa Grund af sin Strækkelighed og Seighed i høi Grad til at behandles mekanisk i kold eller endnu bedre i varm Tilstand; ligeledes egner det sig til at sveises, det er i hvidglødende Tilstand at forenes ved Tryk eller Slag. I samme Grad, som dets Kulstofindhold er mindre, egner det sig bedre til at sveises, men kræver høiere Temperatur for at smeltes. Tidligere fremstilledes det udelukkende i deigagtig Tilstand, nu ofte i flydende, og eftersom den ene eller den anden Maade er anvendt, benævnes det Sveisejærn eller Gydejærn.

Staal ligger i fysisk som i kemisk Henseende mellem Støbejærn og Smedejærn. De kulstofrigere, haardere Staal-sorter nærme sig i Smeltelighed til Støbejærnet, egne sig mindre godt til at sveises, men udmærket godt til at hærdes, de bruges derfor til Værktøi, de kulstoffattigere, blødere Staal-sorter ere tungsmeltelige og egne sig bedre til at sveises, men Staal er altid saavel strækkeligt og seigt som hærdeligt; hvad der ikke kan hærdes, er efter Philadelphiacongressens Vedtægter ikke at benævne Staal men Jærn, hvilket stemmer med vor gamle Sprogbrug.

Seet bort fra Staalets Fremstilling i fast Tilstand af Smedejærn ved Cementering, der, som nævnt, bliver sjeldnere og sjeldnere, fremstilles det ogsaa som Sveisestaal eller som Gydestaal, og hvad der just giver Nutidens Staalindustri sin Charakter, er, at Gydestaalet mere og mere fortrænger Sveisestaalet, og det i en endnu høiere Grad, end Gydejærnet er ved at fortrænge Sveisejærnet.

Smedejærn og Staal sammenfattes ofte ved Fællesbetegnelsen smedeligt eller smidigt Jærn.

Ordet Gydejærn er, som allerede antaget i Svensk og Norsk, hvor dets Form er Gjøtjærn, foretrukket for det tyske Flussjærn.

Raajærnets Fremstilling.

Raajærnet fremstilles i en Ovn af Form som en stor

men er blandet med Lag af Brændsel og om fornødent med slaggedannende Stoffer, og udsmeltes ved Blæst, som har et betydeligt Tryk.

Der skal her hverken dveles ved Ovnens Construction eller dens Gang, derimod skulle de Forbedringer, den har undergaaet, omtales.

Først afløstes den lave Trækulsovn saa at sige overalt — i Europa blev omtrent kun Sverig tilbage — af den høie Koksovn. Der sattes herved en Grændse for Skovødelæggelsen, som allerede henimod Slutningen af forrige Aarhundrede truede med at blive et Nationalonde f. Ex. i England. I Sverig regner man saaledes selv i vore Dage et Trækulforbrug for 1 Ton eller 2000 $\text{\textcircled{R}}$ Raajærn af c. 250 Cubikfod eller 3,3 Favne efter vort Maal, hvortil svarer et Behov af Skov paa 5 Tdr. Land.

Det næste Fremskridt baner sig for c. 50 Aar siden Vei fra Skotland og bestaaer deri, at man benytter den af Ovnens Munding, Gigten, udstømmende Spildevarme, idet man lader Gigtflammen ophede den Blæst, der presses ind i Ovnen for at nære Forbrændingen. Man undgaaer herved den Afkøling, det Varmetab, som Brugen af kold Blæst medfører, og har opnaaet at kunne udsmelte 1 Ton Raajærn med omtrent samme Vægt Koks ved de bedste Systemer og c. 1,3 Tons Koks ved de mindre fuldkomne, medens man endnu i 1830 ved Clyden brugte 4 Tons Cinders for hver Ton Raajærn. 1 Ton Cinders optager vel c. 50 Cbfd. eller Femteparten af den fornødne Mængde Trækul, hvoraf der dog tabes saa meget, at der i Ovnen høist indgaaer $\frac{4}{5}$.

Af dobbelt Grund voxer derfor Cindersovnens Production, og den forøges yderligere derved, at den varme Blæst medfører en hurtigere Smeltning. Medens de største svenske Trækulsovne kun levere 12—17 Tons Raajærn daglig, har man allerede for 20 Aar siden i Cindersovne — omtrent saa høie som Rundetaarn — naaet op til en daglig Production af 100 Tons Raajærn, mod 5 à 10 Tons tredive Aar tidligere, og der eksisterer nu i Amerika Ovne, der kunne levere endog 250 Tons Raajærn daglig.

De første Forvarmere for Blæsten vare af Støbejærn og gjordes glødende ved i et muret Kammer at om-

spilles af de brændende Gigtgasser. Temperaturen for Vinden kunde ved dem bringes op til 3—400° C., men de havde som alle Jærnsystemer, der i længere Tid udsættes for Glødhede, den store Mangel, at de hurtigt fortæredes og idelig maatte repareres, selv om man nøiedes med den angivne Temperatur for Blæsten, som kun tildeels opfyldte Hensigten. Men just, som Ønsket om at afløse Jærnforvarmerne blev mere og mere levende, fremkom Forvarmere af ildfaste Steen, som paa andre Omraader af Industrien have viist sig saa nyttige; der skal saaledes henvises til de ogsaa ved de danske Glasværker indførte Siemenske Regeneratoren.

I Stedet for at lade Blæsten uafbrudt passere de glødende Jærnrør indførte man 2 Varmekamre, som benyttedes samtidig, men med skiftende Tjeneste saaledes, at Gigtgassen forbrændte i det ene under Lufttilgang, hvorved det bragtes op til en klar Rødgldhede, medens Blæsten gennemstrømmede det andet og ophededes ved den Varme, det havde faaet ved forrige Forbrænding. Ved Spjæld er man i Stand til i et Nu at lade Kamrene skifte Rolle: dette skeer ved store Kamre efter 2 Timers Forløb, og Varmen i det hidtil af Blæsten gennemstrømmede Kammer er da sunken 20—50°. Man kan opnaa en Varmegrad for Blæsten af 700—750° eller endog lidt mere, i Almindelighed er Varmegraden dog c. 100° lavere; de forbrændte Gigtgasser ledes bort gennem en meget høi Skorsteen.

For at faa en meget stor Varmeflade i Kamrene opstiller man „Chicaner“ af ildfaste Steen i dem, og det er navnlig Chicanernes forskjellige Form, som adskiller de efter deres Opfindere benævnte Systemer. Cowper lader, med Siemens, Chicanerne bestaa af løst opstillede Steen; for at opvarme 32 Cubikf. Luft i Minuten behøver han en Overflade af 180—190 \square' , medens Whitwell ved at tvinge Blæsten til at gaa i Slangegang kun behøver 70—80 \square' Overflade.

Førend Indførelsen af varm Blæst havde man fastholdt som en Troessætning, at man skulde bringe Malmen til Brændselet, thi for at udsmelte 1 Ton Raajærn behøvede man 6—7 Tons Steenkul (omdannet til Koks) og 3—4 Tons Malm, men nu blev denne Sætning bogstavelig blæst bort.

Det vil blive paaviist, at den senere til en vis Grad gjorde sig gjældende paany. Man maa ingenlunde tro, at der kun var Fordeel ved Anvendelsen af den varme Blæst i Masovnen, der var den store Mangel forbunden dermed, at man, saafremt Raajærnet skulde forarbejdes videre til smedeligt Jærn, var henviist til kun at beskikke sin Masovn med meget rene Malme. Aarsagen hertil var, at den høie Temperatur, som den varme Blæst frembragte i Ovnen, medførte, at det Fosfor, som var i Malmen, gik over i Raajærnet, og fosforholdigt Raajærn, som til Støberibrug endog i enkelte Tilfælde kan være fordelagtigere end fosforfrit, er ikke godt som Materiale til Smedejærn og Staal; disse maa være saa frie for Fosfor som muligt, og de Metoder, man anvendte til Fremstilling af smedeligt Jærn, tillode enten slet ikke Fosforets Udskillelse eller ogsaa kun at gjøre det til en vis Grad og da paa en besværlig og kostbar Maade.

I de store jærnproducerende Lande: England, Frankrig og Tydskland var den overveiende Deel af Malmen af simplere Beskaffenhed; Fordringen til rene Malme bevirkede paany en Revolution i Jærnindustrien, der kan sammenlignes med den, der foregik, da man forlod Skoven og søgte sit Brændsel i Minen og derfor forlagde Smeltehytterne til Steenkulsdistricterne. Paa den ene Side tillod den opnaaede Brændselsbesparelse at oprette Jærnværker, hvor der intet Brændsel var, saaledes som i Nordfrankrig eller Bilbao med engelske Kul som Brændsel og i England selv at føre Koks fra Newcastle 25—30 Miil bort for at udsmelte Cumberlands Blodsteensmalme eller Lincolnshires Rognsteensmalme; paa den anden Side kom atter som i Jærnindustriens Barndomsperiode den gode Malm til sin Ret; i endeløse Jærnbanetog, paa hele Flaader af Dampere, der ofte kun vare Tilbehør til Jærnværkerne og ved at være indrettede til Vandballast i den kortest mulige Tid kunde gjøre en Vending, bragtes de fortrinlige Malme fra Middelhavsbassinet, navnlig fra Mokta el Hadid o: Jærnbjærg, ved Bona (Magnetjærnsteen) og Tafna (brun Hæmatit) i Algier, fra Bilbao og Carthage, fra Sardinien og Elba ikke alene til Frankrigs industrielle Egn omkring Lyon, men langt videre, til Nordfrankrig,

Belgien, Tydskland, ja endog Middlesboro. Jærnværkerne eiede tildeels selv deres Miner, Petin & Gaudet baade i Sardinien og Algier, Krupp i Spanien.

De økonomiske Omvæltninger, som ledsage de tekniske Reforme i Storindustrien, ere af saa meget voldsommere Art, som Reformerne hurtig trænge igjennem, det Nye kræver altid sine Ofre: samtidig med, at store Formuer skabes, tabes andre, Arbejderbefolkningen strømmer til, hvor den nye Ovn sættes i Gang, strømmer bort, hvor den gamle Ovn „dør“, for enten andensteds at arbejde i Industriens Tjeneste eller forsvinde ved Agerbruget, der for Industrien virker som Svinghullet paa Dampmaskinen, snart optagende overflødig Arbejde, snart afgivende begjæret Arbejde.

Den Tid, som begynder med den varme Blæst, var fordelagtig for vore svenske Naboer paa Grund af deres Malmes Reenhed, det svenske Raajærn — mindre vel de svenske Malme — gik til Tydskland, Frankrig og England for at forarbejdes videre.

Hvor stort end det gjorde Fremskridt i mange Maader var, saa fjærnede det sig dog fra den vigtige Fordring i Industrien, af simpelt Materiale at fremstille et fortrinligt Product. Den varme Blæst nød — selv for bedre Malme — ikke bedre Credit, end at det, naar særlig godt Jærn krævedes som f. Ex. til Pandserplader, udtrykkelig indtil den seneste Tid opstilledes i Contracterne som Fordring, at det anvendte Raajærn skulde være „koldt blæst“.

Mere og mere blev det Kemien, man appellerede til ved Spørgsmaalene om Masovnen, og Betydningen af, at Videnskabsmanden der kom til at afløse den raa Empiriker, sporedes snart: Masovnens „Sygdomme“, der ytre sig ved uregelmæssig og slet Gang, bleve sjeldnere og sjeldnere, og for at bruge et Citat, „den bragtes til at adlyde Ingenieuren som Skolehesten adlyder Berideren“; viste det sig end under de almindelige Forhold umuligt at opnaa et fosforfrit Raajærn i Masovnen, saa opnaaede man det fuldt saa vigtige Resultat til videre Forarbejdelse at kunne levere et eensartet Raajærn af aldeles bestemt Beskaffenhed, og efterat man forgjæves havde forsøgt at udskille Fosforet i Masovnen, maatte denne Proces, der er uund-

gaelig, hvor der var Tale om, at ureent Raajærn skal anvendes til smedeligt Jærn, indgaa under Fremstillingen af dette.

Fosforets Udskillelse var i adskillige Aar det store metallurgiske Spørgsmaal, ja man kunde næsten i Betragtning af dets Betydning kalde det de Vises Steen. Forinden der gaaes ind herpaa, vil det være nødvendigt at fremsætte, deels hvad man fremdeles naaede til i Masovnen, deels Methoderne til Fremstilling af det smedelige Jærn.

Manganforbindelserne.

Saa snart man blev fuldstændig Herre over Masovnen, sattes man i Stand til at fremstille Legeringer af kulholdigt Jærn og Mangan i vekslede Forhold, som spille en stor Rolle ved flere af de Methoder, der anvendes ved Fremstillingen af det smedelige Jærn. Tydskland havde hidtil factisk haft Monopol og mod høi Betaling til Frankrig og England solgt den manganholdige Jærnsort, som ogsaa i Udlandet benævnedes „Spiegeleisen“ eller blot „Spiegel“ paa Grund af de hvide, speilende Flader, som Bruddet viser. Det var her, som ofte i Metallurgien, Frankrig, som gik i Spidsen og af indenlandsk Malm naaede til at fremstille først et Speiljærn med 10—12 % Mangan og derpaa egenligt Manganjærn, hvor Manganmængden er mindst 20 %, men kunde gaa op endog til 87 % mod 7—8 % Jærn (Resten navnlig Kulstof og Kisel), og fra Frankrig bredte denne Industri sig til England.

Manganets store Betydning for Tilvirkning af smedeligt Jærn er navnlig dets Lethed til at ilte sig og dernæst at gaa over i Slaggen, det virker derved reducerende paa tilstedeværende Jærnilte, og forhindrer Ilte, som medfører saakaldet Slaggeskjørhed, fra at være i det færdige Metal.

Manganets Betydning, naar det virker i Forening med Kisel, vil blive omtalt under det færdig støbte blærefrie Staal.

Raajærnets Lutring.

Af, hvad der er sagt om det smedelige Jærns Kulstofindhold i Forhold til Raajærnets, følger det, at man maa

kunne faa smedeligt Jærn ved at berøve Raajærnet Noget af dets Kulstof, hvad der ogsaa virkelig er Veien, men foruden Afkullingen, som ganske uafhængig af Maaden, hvorpaa den foregaaer, kaldes Færskning (Friskning), maa man tillige sørge for en Lutring (Raffineri, Affineri) o: skille Raajærnet af med dets Indhold af Fosfor, Svovl og Kisel, thi Fosfor gjør smedeligt Jærn skjørt ved almindelig Temperatur, koldskjørt, Svovlet gjør det skjørt ved Rødvarmen, rødskjørt, Kisel endelig gjør det vanskeligere at sveise, og naar det optræder i større Mængde, baade koldskjørt og rødskjørt.

I Staal ere de nævnte Ureenheder endnu langt skadeligere end i Smedejærn, Mangan spiller ogsaa her en nyttig Mæglers Rolle, thi det afdæmper Ureenhedernes Virkning, navnlig naar Jærnet er kulfattigt.

Ved Raajærn, fremstillet af udmærkede Malme, falder Raffineringen heelt bort, ved et Product af simplere Malme kan den enten foregaa i en egen Ovn, Raffineringsovnen, eller ogsaa, naar Malmen er noget bedre, samtidig med Færskningen.

Lutningsprocessen er simpel at forklare: det smeltede Raajærn udsættes ved saa lav Temperatur som muligt for en iltende Flamme, denne vil forbrænde Svovlet og Fosforet og deels lade dem gaa bort i Dampform, deels lade dem gaa over i Slaggen, bundne til Jærnilte, de to eneste Forsvindingsmaader; endvidere vil Kiselen iltes og danne Slagge af kiselsure Salte, og Raajærnet vil begynde at afkules, altsaa Færskningen at indtræde — den kan ikke heelt holdes ude fra Lutringen.

Idet Kiselen forslages, vil det som Graft i Raajærnet tilstedeværende Kulstof blive bundet, det graa Raajærn forvandles til hvidt.

Luften er det saaledes, som fortrinsviis er agerende ved Raffineringen. At fortsætte denne Proces videre til egentlig Færskning i Raffineringsovnen er ikke praktisk; skal det lutrede Jærn færskes til Sveisejærn, foregaaer dette nu til Dags næsten altid i Puddelovnen.

Puddelovnen.

Puddelovnen er en Flammeovn, d. e. en Ovn, hvor Brændslet ligger foran Ovnens paa en Rist, hvorfra Flammen ledes over en Brystmuur ned mod Herden i den lukkede Ovn. Denne Herd er ved Puddelovnen beklædt med Jærnilte, og idet det flydende Raajærn her er udsat baade for Ilten i den overskydende Trækluft, som følger med Flammen, og for Ilten fra Herdens Jærnmalm, skeer der en rask Om-sætning. Raajærnet afkølles mere og mere, hvorimod en Deel af Herdens Jærnilte reduceres, og man kan saaledes faa mere Jærn ud, end man satte ind; Overfladen iltes og reduceres afvejlende ved en Vandring af Kulstoffet indvendigfra udefter.

Men efterhaanden forbrænder der saa meget Kulstof, at Jærnet ikke kan holde sig flydende ved Ovnens Temperatur og bliver mere og mere deigagtigt; der brækkes stadig op i det for at faa nye Overflader frem, og det er dette, som kaldes at pudle; til Slutning dannes Jærnet i Boller eller Lupper paa 80—100 \mathcal{R} , der hvidglødende, som de ere, bringes under Damphammeren for at befries for Slagge og dernæst forarbejdes videre, i Reglen i Valseværket til Stænger, som er et Mellemstadium i Fabrikationen, ved hvilket vi imidlertid ville blive staaende.

Pudlingen er et meget strængt Arbejde, den utaalige Hede fra Ovnens gjør, at Pudleren næsten er nøgen; intet Under derfor, at man har bestræbt sig for at lade mekanisk Pudling afløse Haandpudling. Det er her atter Frankrig, som har Fortjenesten deels af at have forbedret det amerikanske System, Danks, deels af at have indført et nyt System, Pernot.

Den Danske eller — som den i Creusot kaldes — den Schneiderske Ovn bestaaer af en ægdannet Tromle af Pladejærn; den er fodret med Jærnilte og dreier sig omkring sin vandrette Axe. Fyrstedet, som staaer for den ene Ende, og Mundstykket, som staaer for den anden Ende, ere fast staaende. For at Bollen, som danner sig selv, ikke skal blive for stor og uhandlelig, er selve Ovnens ved en i Midten aaben Skillevej deelt i to Dele, men endda blive Bollerne 10 Gange saa store som ved Haandpudlingen.

Man pudler i Danks's Ovn 20 000 \mathcal{R} Jærn i 24 Timer, medens man i en almindelig Haandpudlovn kun naaer 4800 \mathcal{R} , og 7200 \mathcal{R} , naar man har forsynet den med mekaniske Kradsere til at brække op.

Pernots Ovn har fra St. Chamond fundet Vei til Sve- rig og andensteds hen. Den har en tallerkendannet, med Jærnilte udfodret Herd, som under Færkningen dreier sig om en lidt hældende Axel, det flydende Jærn vil derved stadig løbe op ad Bakke og falde ned igjen og saaledes frembyde ny Overflade for Luften. Processen foregaaer derved godt og hurtigt. Ladningen er 2000 \mathcal{R} og 10 Færskninger i 24 Timer give altsaa daglig 20 000 \mathcal{R} , just som Danks Ovn. Forskjellen er, at Arbejderen her maa danne Bollerne; de gjøres derfor som sædvanlige Haandboller, men saa behøver man heller ikke større Hammere end ved Haandpudling.

Hvorledes nu end Ovnens er indrettet, saa beroer det paa, om man standser tidligere eller senere, om Productet bliver Puddelstaal eller Puddeljærn.

For c. 30 Aar siden var Pudlingen, som skyldes Englænderen Cort 1785 og først fremkom som en Nødhjælp, hvor Mangel paa Trækul tvang til at ty til Steenkullene, i Færd med heelt at fortrænge den ældre Færskning i aaben Trækulsild, Herdfærskningen, idet den leverede mere Jærn og var billigere, men saa fremstod Bessemer 1855, og da det efter mange Forsøg lykkedes at bringe hans Idee ud i Livet, blev det Pudlingens Tour at vige; mange Technologer betragte den allerede som dødsdømt og med den altsaa Sveisejærn og Sveisestaal, idet den nu ikke mere har det forud for Gydeprocesserne at kunne udskille Ureenhederne, da Puddeljærnet i Eensartethed og i Reenhed for Slagge staaer tilbage for det ved Gydning frembragte Jærn, ligesom Pudlingen ogsaa, hvad der spiller den overveiende Rolle, er dyrere.

Bessemerprocessen.

Bessemer's Forslag maa lyde næsten som Galmands Snak: han vilde færske Raajærnet uden Brændsel, medens Pudlingen vel omtrent heraf krævede Jærnets Vægt, og dog

viste Erfaringen, Theoriens store Prøvesteen, at hans storartede Idee var rigtig og praktisk.

Flydende Raajærn lige fra Masovnen eller omsmeltet, dog saaledes, at det maa være tilstrækkelig kiselholdigt. Hældes ned i en med ildfast Steen fodret Retort af Smedejærn, som kaldes Pæren paa Grund af sin Lighed med en under Stilken overskaaren Pære. Pæren kan dreie sig om en horizontal Axel for at modtage sin Ladning; den reises dernæst op, og i samme Nu indledes gennem dens hullede Bund Blæsten fra et Blæseværk paa flere hundrede Hestes Kraft, og Trykket er saa stærkt, ofte $1\frac{1}{2}$ Atmosfære, at Raajærnet bæres af Blæsten, og saaledes ikke løber ned og stopper Bundens Huller eller flyder gennem dem og fylder Vindkammeret. I Stedet for at virke afkølede, virker Blæsten opvarmende, thi den i Jærnet indeholdte Kisel begynder strax at brænde, og Temperaturen stiger derved fra noget over 1000° efterhaanden til det Dobbelte eller mere, Kiselen brænder under temmelig svag Flammeudvikling til Kiselsyre, men efterhaanden bliver Forbrændingen ledsaget af en stærk Kogning, der skeer Udkastninger af Slagge og Jærn som af en Vulkan, Flammen bliver blændende hvid, det er nu navnlig Kulstoffet, som brændes bort, saa trækker Flammen sig tilbage, ofte pludselig; den tilsyneladende Flamme er Gasarterne, som belyses af den hvidglødende Masse — Jærnet brænder, Processen gaer atter roligere.

Raajærnet sees saaledes virkelig selv at have leveret Brændselet til Raffineringen og Færskningen. Tidligere standsede man, naar Afkøllingen var naaet til en vis Grad, hvad man skjønnede ved at see paa Flammen, og Processens Varighed beroede da paa, om man vilde have Staal eller Jærn; nu foretrækker man at drive den til næsten fuldstændig Afkølling, saa deels kulle paany, deels reducere, hvad der er iltet af Jærnet i den sidste Periode ved at vippe Pæren om og indhælde en aldeles bestemt Mængde Speiljærn eller Manganjærn. Efterat Badet derved just har faaet sin rette Kulstofmængde, støber man det Hele ud i en stor Skaal og fra denne atter til de i Krands opstillede Jærnformer. Paa

c. 20 Minuter har man lutret og færsket maaskee 20 000 \mathcal{R} Raajærn til smedeligt Jærn og faaet Gydejærn eller Gydestaal, alt efter Mængden af det tilsatte Manganjærn, men i hvert Fald et Product af en aldeles bestemt Sammensætning, og saaledes har man altsaa paa 20 Minuter udført, hvad de bedste Puddelovne behøve 24 Timer til at præstere.

Bessemerprocessen mødte først en Deel Mistillid, hvad der dog vist nærmest laa i de engelske Malmes mindre gode Beskaffenhed, men i Begyndelsen af Tresserne, just for 20 Aar siden, trængte den rask frem i alle Europas jærnproducerende Lande. Sverig havde allerede været med fra 1857 og nød paa Grund af sine fortrinlige Malme særlig godt af den; her skal kun nævnes Værkerne Sandviken, Fagersta, Bångsbro, hvis fortrinlige Bessemerjærn og Bessemerstaal ogsaa hos os anvendes til Krumtapper, Axler etc.

Bessemer blev en rig Mand, hans Opfindelse trængte det blødere Jærn tilbage. Staalet, som nu kunde leveres billigt, fortrængte Jærnet mere og mere fra Dampskibs- og Jærnbanemateriellet. Den samlede aarlige Production i Verden er ikke mindre end $3\frac{1}{2}$ Millioner Tons, hvoraf de amerikanske Fristater producere over 1 Million.

Men Bessemerprocessen havde sine Mangler. Det var ikke saa meget, at Anlægget var særdeles kostbart — i Sverig og andensteds hjalp man sig meget godt med mindre Apparater, og desuden har Jærnindustrien altid fundet den Capital, den behøvede — nei, Indvendingen var af en langt alvorligere Art, man var ikke i Stand til at faa Fosforet ud af Raajærnet i Bessemerpæren, thi den høje Varme hindrede Dannelsen af Fosforsyre, idet der er suur Slagge med overveiende Kiselsyre. En mindre, men dog følelig Mangel var det, at Bessemerprocessen kun i meget ringe Grad tillod at benytte Affald i Skikkelse af Spaaner, Smaastumper, Raaender, med eet Ord, Brokker af smedeligt Jærn, og paany at gjøre dem nyttige ved Omsmeltning.

Naar man betænker, hvilken umaadelig økonomisk Betydning det vilde have, om de jærnproducerende Lande i Europa til Bessemerprocessen kunde benytte deres egne, mindre gode, men i store Masser optrædende Malme i

Stedet for langveisfra at hente rene Malme, da kan man forstaa, at der er gjort store Anstrængelser saavel paa Tankens som paa Forsøgets Veie for at naa dette Maal.

Bessemerprocessens Forbedring ved Udskillelse af Fosforet.

En fransk Videnskabsmand, Grüner, viste den kemiske Vei, ad hvilken Opgaven skulde løses, to engelske Ingenieurer, Thomas og Gilchrist, naaede 1879 Løsningen ved deres Forsøg, og nu, knap 20 Aar efter, at Bessemerprocessen er bleven almindelig, staa kun Bispørgsmaal tilbage, der dog, fordi de ere af økonomisk Betydning, kunne være vigtige nok; imidlertid ville de vel ogsaa faa deres rette Besvarelse, og allerede er man i Estons i Cleveland i England, i flere westphalske Fabrikker, i Angleur Staalværk i Belgien og i Creusot i Frankrig naaet til af fosforholdig Malm at fremstille Jærn og Staal, mere fosforfrit end tidligere af langt renere Malme. Grüner opstiller Sagen saaledes: Det, som under sædvanlige Forhold forhindrer Fosforet fra at forslagges er, at da Pæren er udfodret med ildfaste Steen, og der ved Forbrændingen af Jærnets Kisel produceres Kisel-syre, kan man ikke undgaa at faa en suur kisel-suur Slagge, og derved forhindres Fosforet, som selv ved sin Iltning skal danne Syre, fra at iltes. Opgaven maa altsaa være at forvandle Pærens Foder saaledes, at den fremkommende Slagge bliver basisk, og dette naaes ved at gjøre Foderet selv stærkt basisk.

Thomas & Gilchrist, hvis Forsøg ere fortsatte af Windsor Richards i Estons og senere i Westphalen, have løst Opgaven paa følgende Maade. Pærens Udfodring skeer ikke med ildfast Leer, men med dolomitisk Kalk, et almindeligt Dobbelsalt af kulsuur Kalk og kulsuurt Magnesia, som f. Ex. i Alperne optræder i store Masser, og Bunden, hvorigjennem Blæsten kommer op, belægges med brændt Kalk, ligesom ogsaa Kalk kan indføres i Pæren som Tilslag.

Hvad Ledelsen af Processen angaaer, da fortsættes Blæsningen nogle Minuter, efterat Afkøllingen er foregaaet. Fosforet vil da forbrænde og gaa over i Slaggen, som bliver fosforsuur Kalk og fosforsuurt Magnesia, og

den vil blive saa fosforholdig, at man endog har villet anvende den som kunstig Gjødning. Det skulde dog synes, at Magnesiaindholdet gjorde den mindre egnet hertil. Selvfølgelig tilsættes saa tilsidst — som sædvanlig — Speiljærn, og Processen er dermed endt. Man er nu kommen til at anvende graat, fosforholdigt Raajærn, og Fosforet spiller ved „Thomasingen“ væsentlig den samme Rolle, som Kiselen ved Bessemeringen.

Medens det saaledes lykkedes i Bessemerpæren at realisere den ene af Industriens Opgaver, af simpelt Raamateriale at fremstille et dadelfrit Product, maatte man opgive den anden, næppe mindre vigtige, i Bessemerpæren at anvende det Affald, som i store Mængder ophober sig paa Jærnværkerne, og søge dens Løsning ved andre Midler.

Martinsprocessen.

Omtrent 10 Aar efter Bessemer lykkedes det uden Bessemerproces at fremstille Gydejærn, idet det ligesom ved Masovnen var Anvendelsen af Gas, som bragte en langt større Varmegrad tilveie, end man tidligere kunde naa. Man blev i Stand til i et Bad af Støbejærn at opløse Affald af smedeligt Jærn og at faa et Product af aldeles bestemt Kulstofindhold, hvad enten man arbeidede paa Jærn eller paa Staal.

Varmekamrene for Gassen, Regeneratorerne, maa ved Flammeovnen, som denne Proces kræver, være fuldstændigere end ved Masovnen. Der anvendes 2 Par Kamre, hvert Par gennemstrømmes vekselsvis af Spildevarmen fra Ovnen for at modtage Varme, og af Gas og Trækluft for at afgive Varme. Tænker man sig saaledes, at der fra Ildstedet, Generatoren, hvor en ufuldstændig Forbrænding finder Sted, gennem Nr. 1 strømmer Gas, som skal opvarmes, for at man i Ovnen kan naa en Varme af c. 1800°, medens der samtidig gennem Nr. 2 strømmer den dertil fornødne Trækluft, som opvarmes af samme Grund, saa vil i det betragtede Øieblik Ovnens Forbrændingsproducter for at naa Skorstenen maatte passere Kamrene Nr. 3 og Nr. 4 og afgive en Deel af deres Varme til dem. Efter nogen Tid, 15—20 Minuter, styres om, Gassen opvarmes i Nr. 3, Luften

i Nr. 4, hvorimod Nr. 1 og Nr. 2 gennemstrømmes af Spildevarmen. Ogsaa i disse Kamre er der opstabet ildfaste Steen; Nr. 1 og Nr. 3 ere lige store, Nr. 2 og Nr. 4 ligeledes, men $\frac{1}{3}$ mindre. De Siemenske Regeneratorer, som skyldes William og Frederik Siemens i England, ere combineerede med den Form af Flammeovn, som er angivet af Emil og Peter Martin fra Sireuil i Frankrig.

Den Martin-Siemenske Ovn har en Herd af Støbejern, som bedækkes med et tykt Lag ildfast Sand. Støbejernet indføres enten flydende eller blot glødende. Jærnaffaldet tilsættes, og det Hele smeltes sammen. Ogsaa her kan man drive Færskningen til næsten heel Afkøling og sætte Speiljern til tilsidst. Productet tappes ud gennem et Udslagshul som i en almindelig Støbeovn i et Jærnstøberi ned i en stor Støbeskaal, der atter som ved Bessemerprocessen kjøres hen til eller svinges rundt til Formene, som her ligeledes ere af Støbejern.

I St. Chamond har man med Held combineret Pernots bevægelige Herd med Martin-Siemens Ovn og benævner Systemet Pernot-Martin-Siemens. Omdreiningen befordrer Opløsningen og Blandingen. Herden er beklædt med ildfast Sand i Stedet for som ved Pudlingen med Jærnilte.

I de store Staalværker staa Bessemer- og Martinsystemerne Side om Side ikke som Fjender, men som Venner, de fortrænge ikke hinanden, men supplere hinanden. Har Bessemers System den store og hurtige Production for sig, da det paa 20 Minuter kan levere, hvad Martins kun kan naa i 24 Timer og i 4 Støbninger, saa medfører i sidste Tilfælde den langsommere Proces den Fordeel, at der er Tid til at tage Prøver ud og undersøge dem, hvorved man i aller høieste Grad har gjort sig til Herre over Processen — Bessemerprocessens hurtige Forløb tillader kun høist overfladiske Prøver.

Andre Maader at fremstille Gydejærn paa.

Den Martinske Ovn er udbredt langt ud over Frankrig; i England kaldes hans Fremgangsmaade Scrapprocessen, o: Brøkkeprocessen i Modsætning til den af William Siemens foreslaaede Oreproces o: Malmproces.

Ved denne tilsættes til det smeltede Raajærn ikke Jærnaffald, men Jærnmalm. Da Afkølingen saaledes foregaaer ei alene ved Trækluftens, men ogsaa ved Malmens Ilt, er der en vis Overeensstemmelse med Pudlingen, men den langt større Varme, man her har, gjør, at Productet bliver Gydejærn. Siemens er ikke bleven staaende herved, hans næste Skridt har, selv om dets praktiske Betydning endnu kun er ringe, for saa vidt stor Interesse, som det er en fuldstændig Tilbagevenden til den aller første Maade at udvinde smedeligt Jærn, nemlig ved en direct Reduction af Jærnmalmen, som man ellers af økonomiske Grunde næsten reent har maattet opgave i civiliserede Stater.

Han anvender en roterende Cylinderovn, fodret med Bauxit, et Mineral, som væsentlig bestaaer af Leerjord, og ophedet med Generatorgas. Den knuste Malm blandes med Trækul eller Koks og et Tilslag, som danner en let smeltelig Slagge. Under Varmens Indvirkning reduceres Malmen; efter 1—2 Timers Forløb faaer man meget reent Jærn, som, efterat man har ladet Slaggen løbe fra, samler sig i en Bolle. Bollen befries tildeels for Slagge ved Presning og opløses dernæst i et forholdsviis mindre Bad af Støbejern.

Siemens lover sig store Resultater af denne Modification af Oreprocessen, andre Technologer betvivle stærkt dens praktiske Værd, og i alt Fald kræver den og vil vist altid kræve de bedste Malme, medens Bessemerprocessen nu kan nøies med ringere.

Hvad enten man nu fremstiller Gydejærnet paa den ene eller den anden Maade, saa er det til Trods for, at det uden Vanskelighed ved de forhaandenværende Apparater har været bragt i flydende Tilstand, og som saadant hældt i Former, dog ikke noget Støbemetall, thi det tilfredsstiller ingenlunde Hovedfordringen til et saadant: at være tæt og blørefrit; Gydejærnet er som Sveisemetallet en Jærnart, der kun egner sig til videre mekanisk Behandling under Hammer eller Valse, og det, hvad enten det tages umiddelbart ud af Formen eller først vales ud, saa hugges itu, sorteres og omsmeltes i Digler som Krupps berømte Støbestaal.

I en roterende Pernotsk Ovn med Regeneratorild af meget store Dimensioner — c. 10' Tallerkendiameter — lægges et høit Lag Jærnilte paa Herden, og idet Temperaturen holdes lav, og Slaggen bliver basisk, er man i Stand til i 5—10 Minuter at lutre 10 000 \mathcal{T} Raajærn. Før hver ny Proces indsættes 1400—1600 \mathcal{T} reent Jærnilte.

Fremgangsmaaden beroer paa, at det tilstedeværende Jærntveilte vil ilte først Kiselen og saa Fosforet, det sidste dog først, naar der ikke er mere fri Kiselsyre, men at Kiselsyren saaledes maa ud først som Betingelse for Fosforets Fjærnelse gjør Fremgangsmaaden uanvendelig som Forarbeide til Bessemerprocessen, hvor Kiselen er Hovedbrændselet; man har da tidligere foreslaaet i dette Tilfælde at tilsætte Kiseljærn, men efterat man har opnaaet i selve Bessemerpæren at udskille Fosforet, vil man vel næppe gaa denne Omvei og altsaa indskrænke Bells Proces til at være Forarbeide for Martins.

Jærnindustriens nuværende Standpunkt.

De store Fremskridt, som Jærnindustrien for nylig og i saa kort Tid har gjort, og som Forholdene kun have tilladt at skitsere ganske løseligt her, bragte selvfølgelig de metallurgiske Centrere, som knap havde stillet sig i Ligevægt efter Bessemerprocessens almindelige Indførelse, til paany at svinge stærkt.

Næppe havde Sverig ved Hjælp af Bessemerprocessen gjenvundet sit Marked, ei blot — som tidligere — for sit Raajærn og sine Malme, men ogsaa — som i en endnu længere tilbage liggende Periode — stærk Efterspørgsel efter sit færdige Product, da lyder Tordenbudskabet for den svenske Jærnindustri: nu kan man i Bessemerpæren lave godt Raajærn af simple Malme. Det er imidlertid at haabe, at vore Naboer ved en Udvikling af Terrenoireprocessen eller ved Indførelse af Oreprocessen maa kunne gjenerobre den Plads i Verdensindustrien, som deres fortrinlige Malme hidtil have sikret dem.

Allerede for 20 Aar siden, da Bessemerprocessen saa stærkt truede det Land, hvor den opfandtes, idet den engelske Malm gennemgaaende er af simplere Beskaffenhed,

lød den Profeti: en Kemiker behøver kun at gjøre den Opfindelse at forarbeide ureent Raajærn i Bessemerpæren, saa vilde der komme et nyt Omslag; Ingen kunde vide, naar det kom, og Englænderne sade ikke med Hænderne i Skjødets. Med vant Ihærdighed mødte de Faren, hentede den nødvendige gode Malm langveisfra over Havet. Frankrig laa nærmere ved de rige Middelhavsminer, den franske Jærn- og Staalindustri fik og maatte faa et ganske overordentligt Opsving; hertil bidrog ikke mindst de store Krav, som stilledes baade af Jærnbaneselskaberne og af Krigsbestyrelsen, der skulde erstatte alt det i Krigen tabte Materiel og var gaaet over fra Bronze til Staal for sine Kanoner. Nu finder Frankrig som Englands Jærnindustri Malmen udenfor sin Dør; om den indenlandske Malm med den besværligere Fremstillingsmaade eller den udenlandske Malm med den besværligere Transport egner sig bedst som Æmne for smedeligt Jærn, er vel nærmest et reent økonomisk Spørgsmaal, muligviis Vægten kommer til at hælde mere og mere til Fordeel for den indenlandske Malm, da Productionsomkostningerne ved forskellige Smaaforbedringer kunne bringes forholdsviis mere ned end Transportudgifterne, som navnlig maa trykke stærkt i England.

Det er rimeligt, at Forholdene ville stille sig saaledes, at man, hvor man har brugelige Malme, selv om de ei ere af bedste Sort, mere og mere vil holde sig til dem, at man, hvor man derimod — som i Østfrankrig — ingen Malme har, vil tilføre de bedste Malme, thi det er da de for god og simpel Malm lige store Transportomkostninger, som spille en Hovedrolle. Det er muligt, at der i Østfrankrig vil kunne fremblomstre en Staalindustri, som forarbejder Middelhavsmalme med engelske Kul, til Trods for den gamle Sætning, at Jærnværket er knyttet til Kul- eller Malmleiet og helst til begge i Forening.

Verdensudstillingernes Nytte har i mange Maader været stærkt bestridt, men det vil næppe kunne nægtes, at de gjøre stor Nytte ved at give Leilighed til at opgjøre Jærnindustriens Status.

Holde vi os kun til de sidste 10 Aar, da sees det, at i 1873 hævdede i Wien Sveisejærnet sin Plads mod Gyde-

jærnet, som man bebreidede Fosforholdighed og utilstrækkelig Sveiselighed; allerede i Philadelphia i 1876, altsaa kun 3 Aar senere, gjorde Gydejærnet sig mere og mere gjældende, og kun 2 Aar senere udstillede Terrencoire i Paris 1878 fuldstændig tætte Blokke af støbt Staal, ja der forelaa saadant fra andre Værker baade i Frankrig og i England, og om Mangel paa Sveiselighed for Gydejærnet kunde der da ikke mere være Tale; man kunde fremstille det med saa lav en Kulstofmængde, som ønskedes, og derved opnaa al ønskelig Sveiselighed.

Tilbage stod kun den ingenlunde uvæsentlige Anke, at Fremstillingen af Gydejærnet krævede de bedste Malmé, medens Sveisejærnet kunde nøies med noget simplere; denne Anke vil næppe kunne gjøres gjældende paa næste Verdensudstilling, i alt Fald for Bessemerjærnets Vedkommende.

Det smedelige Jærns Styrkeforhold.

Det er nok en Undersøgelse værd at komme paa det René med, om ikke Jærindustriens Fremskridt, hvad Qvantiteten angaaer, skulde have medført en Tilbagegang i Qvaliteten, en Frygt, man undertiden hører udtale.

Der fremstiller sig her en Vanskelighed, og det er, at de foreliggende Talstørrelser for Jærnets Styrke ikke umiddelbart lade sig sammenligne; de kunne for samme Prøvestykke og paa samme Maskine variere efter Maaden, hvorpaa Styrkeprøven er anstillet, og Stykkets Dimensioner, samt de forskellige Constructioner af Maskinerne give Sammenstillingen af Resultater endnu tvivlsommere Værd, og endelig maa det ikke oversees, at for Staalets Vedkommende er det navnlig af overveiende Betydning, om det har været uhardet eller hardet, eller atter udglødet efter Hærdningen, og da til hvilken Grad. Om alt dette findes der i Reglen ingen Oplysninger, og der kan derfor ikke tillægges neden staaende Tal nogen overdreven stor Betydning. I Frankrig har man i de sidste 10 Aar, drøvet dertil af Staten, overalt indrettet sine Forsøg paa samme Maade, og navnlig er der ikke Tale om, at Tallene gjælde for hardet Staal, undtagen hvor dette udtrykkelig anføres.

For c. 25 Aar siden fandt man gjerne i Haandbøgerne opført følgende Elasticitets- og Belastningsgrændser, hvor ved Elasticitetsgrændsen forstaaes det Træk, udtrykt i Pund, som man kan udøve i en Prøvestang med et Tværnsnit af 1 □" uden at den, naar Trækket er ophørt, efter at være overladt til sig selv, har faaet nogen kjendelig Forlængelse, og ved Belastningsgrændsen, det Træk i Pund, som samme Stang lige kan udholde, før den brister, idet den rives over.

	Elasticitetsgrændse.	Belastningsgrændse.
Stangjærn.....	20 000	60 000
Pladejærn	16 000	48 000
hardet Staal	36 000	120 000
hardet Digelstaa (s. k. Støbestaal)	96 000	150 000

Ifølge Wöhler kan man nu regne

Stangsveisejærn.....	20 500	52 000
Stanggydejærn	27 400	61 700
Stangsveisestaa.....	30 100	82 200
Stænger af Bessemerstaa.....	45 200	95 900
— - uhardet Digelstaa ..	49 300	109 600
Pladesveisejærn	24 000	48 000
Pladegydejærn.....	28 800	56 500
Traad af Gydestaal.....	68 500	178 700

Der forfærdiges Staaltraad til at lægge om Forsøgs-Kanoner, som endog udholder 270 000 \bar{w} pr. □". Ved Bygnings- og Maskinconstructioner har en høj Elasticitetsgrændse Betydning, ved Kanoner og tildeels ved Pandserplader Strækkeligheden, der angives i Procent af Prøvestangens Længde, saaledes som denne er ved den sidste blivende Forlængelse før Bruddet. Imidlertid spiller Stangens Længde en stor Rolle for dette Tal: jo kortere den er, des større bliver Tallet. Navnlig her kunne kun eensartede Forsøg bruges.

Fordringen til Kanonstaa i Frankrig har været for de 2 Grændser henholdsvis 34 300 og 68 500 med 10 % Forlængelse, men nu leveres uden Vanskelighed Kanonstaa med 41 000, 82 000 og 10 %, fra Creusot endog med Belastningsgrændse 87 700 og 23 %. Krupps Kanonstaa har Tallene 37 000, 83 600 og 23 %.

Terrenoires bedste støbte Staal opnaar 31 500 og 71 200 med mellem 20 og 30 % sidste blivende Forlængelse.

Tilsidesættes Forlangendet om stor Strækkelighed, da vil man, om man f. Ex. gaaer ned til en sidste blivende Forlængelse af 5 % kunne faa en Staalsort, som uhardet udholder 124 000 π pr. □" før Bruddet.

Støbejærnet.

I den Fremstilling, som er givet i det Foregaaende, er Støbejærnet kun omtalt, for saa vidt som det i Egenskab af Raajærn er Æmne for det smedelige Jærn; der kan derfor være Grund til endnu med et Par Ord at omtale det egentlige Støbejærn. I de senere Aar har man vel opnaaet stor Færdighed i at fremstille visse Qualiteter, just Yderlighederne, det bløde Støbejærn, smidigt, ogsaa kaldet hammerbart Støbejærn, der faaes ved deelviis Afkuling af det færdig støbte Stykke, som foregaaer i malmfyldte Kasser under Glødning i flere Dage, hvorved der lides Afgang paa Kulstof, og hvorved der fremkommer et staalagtigt Product, som i stor Maalestok anvendes til alle Slags Beslag og til Laasedele, endog til simple Geværer og ret hører hjemme i Amerika, — og Modsætningen, det haarde Støbegods, der fremstilles af dertil egnet Jærn, som pludselig afkøles ved at støbes i Jærnformer, og, hvad der skulde synes at være heelt mod Støbejærnets Natur, har viist sig at egne sig godt til svære Kuppelpandsere (Opfinderen af det haarde Støbejærn er Gruson i Magdeburg, men det udføres ogsaa fortrinligt baade i Sverig og i Nordamerika). — og endelig Kunststøbegodset, til Lamper, Vaser, Skaale, navnlig fortrinligt fra Ilsenburg, hvortil anvendes Jærn, som paa Grund af sin Fosforholdighed flyder let og giver skarpt Aftryk — men paa den anden Side er det vist nok ikke mindre sandt, at den almindelige Jærnstøbning af Kakkelovne, Gryder, Maskindele o. s. v. endnu de aller fleste Steder staaer grumme langt tilbage og ikke drives tilstrækkelig økonomisk; dertil gaaer der paa Grund af Feil i Formningen eller i Støbningen alt for meget til Brokbunken.

Danmark er ikke noget jærnproducerende Land. Frederik VI's Interesse for c. 60 Aar siden for at kalde Jærnproductionen til Live strandede efter kort Tids Forløb paa den jyske Myremalms Ureenhed, navnlig af Svovl og Fosfor, og man behøver ikke at være Profet for at udtale, at Danmark heller ikke vil blive jærnproducerende; vore Industridrivende ville derfor aldrig komme til at lægge noget Lod med i Vægten med Hensyn til det smedelige Jærns Fremstilling; men der gives næppe nogen By her, uden at den har et eller flere Jærnstøberier. Disse Betragtninger turde derfor passende sluttes med at udtale det Haab, at gjennemgribende Reformere i denne saa vigtige Industrigreen ei maa lade vente for længe paa sig, og at de danske Jærnstøbere da maa være med blandt Banebryderne.

Fabrikation af kunstige Blade.

Af Wilhelm Schröder.

Bladene fabrikeres enten af Silke, Fløil, Atlask, Peluche eller linnede Stoffer.

De 4 først nævnte Stoffer tages fra Fabrikanten i de Farver, som man finder bedst passende, men da de i deres almindelige Tilstand ere alt for bløde og levende til Bladfabrikationen, maa de først underkastes en Proces, den saakaldte Appretur.

I dette Øiemed udspændes Stoffet i en dertil indrettet Ramme efter først at være udskaaret i Stykker paa $1\frac{1}{2}$ Meters Længde. Rammen, der gjerne er 2 Meter bred, bestaaer, som det vil sees af Fig. 5, af 2 Sidestykker, forbundne ved et Hovedstykke, samt af et bevægeligt Understykke, der fastholdes i sine forskellige Stillinger ved 2 Kiler; saavel Hovedstykket som Understykket ere forsynede med Kroge til deri at fasthæfte Stoffet.

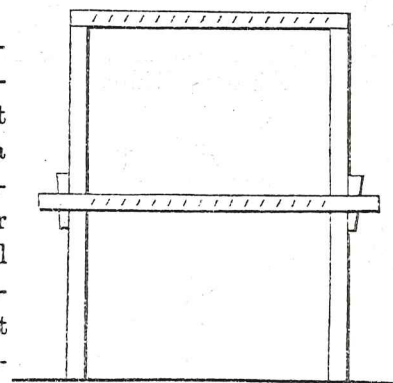


Fig. 5. Tøiramme.