

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*

Schlesien.
Oma
Jahres.

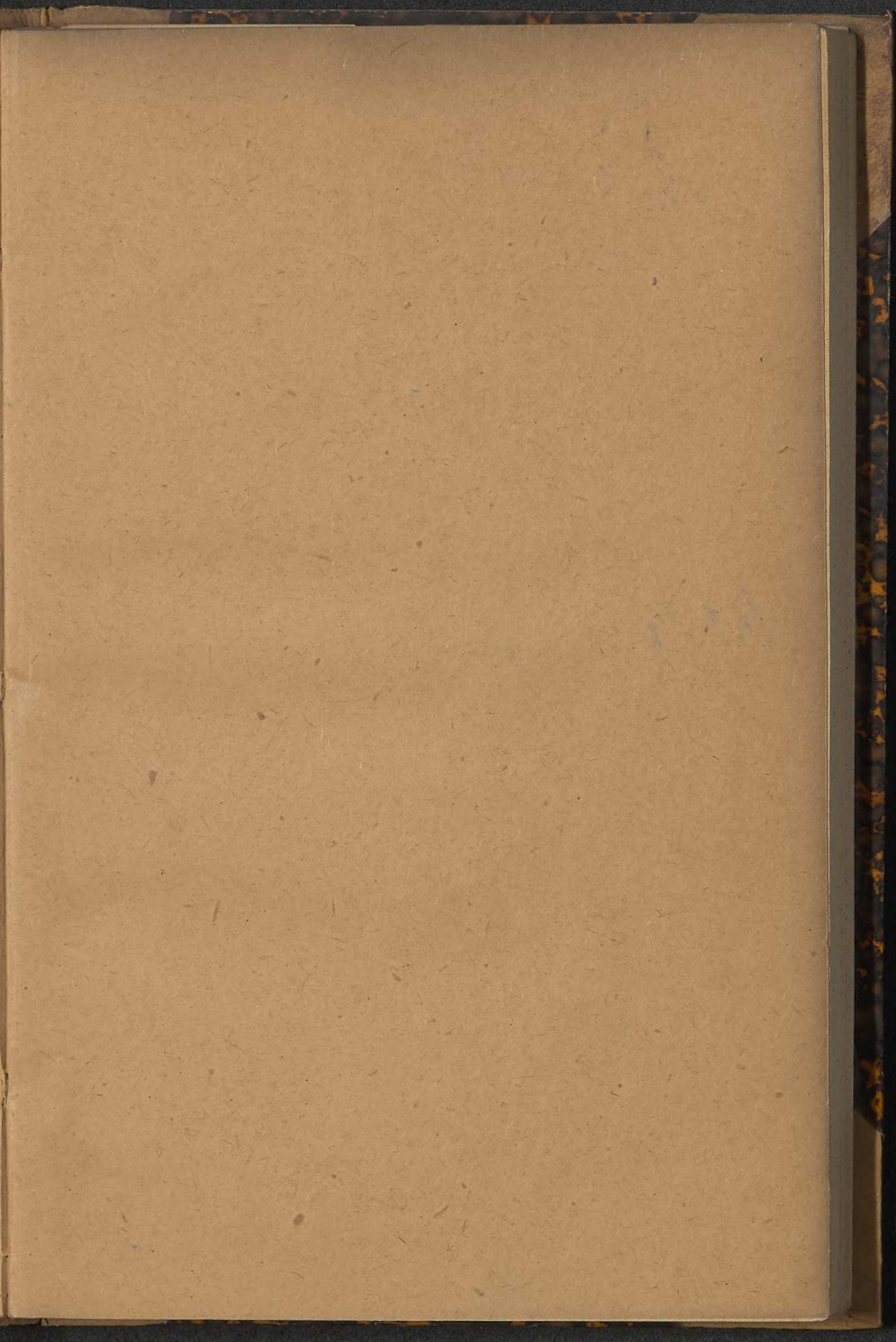
INDUSTRIE-
FORENNINGEN.

1296

669 109

669 109

IB 98



13-16.

Om Jernet

sortig med Høvsger Tid til at bane

veierne i Skotsk - og

Braskildgraving

af

A. E. M. Schellner.

Om Jernets Værdi i Foreningen til

Opførelse af Jernbane.

København.

1887.

INDUSTRI-
FORENINGEN.

INDUSTRI- FORENINGEN.

Mødet den 24de Januar 1887.

Dagsordenen var:

Kandidat Schleisner vil begynde et med Experimentør ledsaget Foredrag om Jernet, særlig med Hensyn til dets Anvendelse i Skibs- og Maskinbygning.

Mødet dirigeredes af Grosserer M. Melchior, der gav Ordet til

Kand. Schleisner, som holdt følgende Foredrag:
„Mine Herrer: Den højtærede Bestyrelse for Foreningen til Søfartens Fremme har anmodet mig om at holde nogle Foredrag over Jern, særlig med Hensyn til Maskin- og Skibsbygning. Naar jeg skal tale om Jernet, saa kan det imidlertid kun blive fra et kemisk Standpunkt, da det mekaniske ligger udenfor mit Omraade. Jernet spiller, som vi alle vide, en overordentlig stor Rolle i vor Tid. Saa langt vor historiske Kundskab rækker tilbage i Tiden, har man kjendt Jern. Endogsaa i Bibelsens første Mosebog, 4. Kapitel, omtales Jern som kjendt før Syndfloden; det nævnes her, at man forfærdigede Gjenstande af Jern; da der imidlertid med Hensyn til de i Bibelen forekommende tekniske Navne ofte er rejst Tvivl om Textoversættelsens Rigtighed, faar det staa hen, om Tubalkain virkelig har arbejdet i Jern. Men vi vide i alt Fald, at saavel hos de gamle Grækere som hos Romerne spillede

Jernet en stor Rolle, og at ogsaa Fønikierne og Ægypterne fremstillede Jern. Paa de ægyptiske Oldtidsmindesmærker har man saaledes fundet Afbildninger af Folk, der vare i Færd med at tilvirke Jern, hvortil de brugte Blæsebælg, som det synes forfærdiget af Huder. At man i Grækenland tidligere har kjendt og tilvirket Jern, derfor har man foruden Forfatterernes Vidnesbyrd Bevis i den Omstændighed, at man paa enkelte græske Øer har fundet Hobe af Slakker, som have holdt sig gennem Tidernes Løb. — Slakkerne ere nemlig, desværre kan man sige, et langt mere holdbart Materiale end selve Jernet. Som bekjendt, plejer man at inddele den forhistoriske Tid i tre Perioder: Stenalderen, Broncealderen og Jernalderen, og har dermed forbundet Forestillingen om en fremadskridende Kulturudvikling. Der er dem, der have fundet det besynderligt, at Broncealderen skulde være gaaet forud for Jernalderen. Fra et kemisk Standpunkt er dette imidlertid let forklarligt, idet nemlig Udskilningen af de Stoffer, som danne Bronze — Kobber og Tin — er en langt lettere Operation end Jernudskilningen. Til at fremstille Jern hørte der for Urfolkene en langt større teknisk Dygtighed og Færdighed end til at fremstille Bronze. De ældste Jerngjenstande, som man har fundet, maa have været fremstillede af det gediegnede Jern, som findes i Naturen, det saakaldte Meteorjern. Som bekjendt, falder der af og til saakaldte „Meteorstene“ ned fra Luften, og enkelte af disse bestaa af Jern. I det de nu passere det Luftlag, der omgiver vor Klode, ophedes de, saa de blive glødende, de iltes paa Overfladen, og dette Ilte danner et beskyttende Dække for det underliggende Metal. I Meteorjernet findes altid andre Metaller, navnlig Nikkel (indtil 13 Procent) og Kobolt, undertiden Krom, Svovl og Fosfor. Men i de tidligste Jerngjenstande fra Oldtiden, som man har fundet, har man ved Undersøgelsen truffet de samme Stoffer som i Meteorjernet, navnlig Nikkel; dette har man anset som et tilstrækkeligt

Bevis for, at Gjenstandene have været fremstillede af Meteorjern. Man har sagt, at det Tidspunkt, paa hvilket et Folkeslag begyndte at bearbejde Jern, betegner en Overgang til en ny Civilisationsperiode, og paa samme Maade kan man ogsaa sige i Nutiden, at jo mere Jern en Nation forarbejder og forbruger, desto højere staar den i Henseende til Civilisation og Velstand. Det er ansete Naturforskere, som have fremsat denne Sætning, og de have søgt paa forskellig Maade at begrunde den. Jern er ikke alene et nyttigt Metal ved Fabrikationen af Husgeraadsgjenstande, Værktøj og Maskiner for Haandværk og Industri, men det er ubetinget det Metal, som har den største Betydning for Udbredelsen af almenyttige Goder og for Forøgelsen af et Lands industrielle og kommercielle Kapital. Man behøver blot her at minde om Nutidens Samfærdselsmidler, de umaadelige Jernveje, som omspænde og forbinde de civiliserede Lande og som daglig befares af et enormt Befordringsmateriel, ved hvilket atter Jernet er det mest fremtrædende Metal. I Søfarten blive Træskibene fortrængte af Jernskibe; i Landbruget med dets nu anvendte mangfoldige Maskiner; i Konstruktionen af Bygninger, Broer o. l. samt i al større Fabrikdrift spiller Jern stadig en større og større Rolle. Ogsaa de moderne Staters Forsvarsvæsen til Lands og Søs betinger et enormt Forbrug af Jern. Istedetfor de stolte Tredækere med de lange Rækker af Broncekanoner finde vi nu de pansrede Krigsskibe med en eller nogle enkelte kolossale Staalkanoner. Forbruget af Jern er i stadig Stigende og er i Nutiden aldeles overvældende i Sammenligning med, hvad der brugtes ved Aarhundredets Begyndelse.

Naar man taler om Jern, maa det imidlertid erindres, at det Jern, som anvendes under de bekjendte tre Hovedformer: Støbejern, Staal og Smedejern, ikke er, hvad Kemikerne vilde kalde et rent Metal, men meget mere at anse som Legeringer af det rene Jern med Kulstof i for-

skjellige Forhold, undertiden tillige med andre Legemer, medens dog Kulstoffet spiller den væsentligste Rolle, og ikke alene efter det Forhold, hvori det er tilstede, men ogsaa efter Forbindelsesmaaden og den senere Behandling, Materialet har været underkastet, betinger dettes forskjellige Egenskaber.

Det rene Jern ilter sig overordentlig let og forekommer som en Følge deraf næsten ikke i Naturen; som alt omtalt, finder man dog gediegent Jern i enkelte Meteoriter, hvor det er beskyttet mod videre Iltning ved et Lag Jernilte, der har omsmeltet det som en Emaillé. Endvidere har man fundet en tynd, omtr. kun 2 Tommer tyk Aare af gediegent Jern i Canaan i Nordamerika; ogsaa det Platin, som findes i Ural, er ledsaget af gediegent Jern. Derimod forekommer Jernet overordentlig udbredt i Forbindelser; blandt disse danne Jerutveilterne, det kulture Jernforilte eller Jernspat, Spatjernsten, og Svovljernet en uudtømmelig Kilde til Fremstilling af Metallet og dets teknisk vigtige Forbindelser. Enkelte af de naturlige Jernilter have en metallisk Glans og Udseende som mørkt poleret Jern, men de skjælnes let fra dette ved mange afvigende Egenskaber; de ere sprøde og tiltrækkes ikke af Magneten.

Det er altid vanskeligt at tale om et saadant Stof fra et kemisk Standpunkt overfor en Forsamling, om hvilken man ikke tør forudsætte, at den i Almindelighed er i Besiddelse af særlige kemiske Kundskaber; jeg skal imidlertid søge saa populært som muligt, inden jeg gaar over til en speciellere Omtale af de teknisk vigtige Jernformer, at skitsere disses Forhold samt kortelig omtale de forskjellige Stoffer, som have Indflydelse paa Jernet.

Det kemisk rene Jern har man givet Tegnet eller Symbolet Fe efter det latinske Ferrum (Jern). I de kemiske Formler betegner Fe ikke alene Jern, men ogsaa en bestemt Vægtmængde af samme, med hvilken det op-

træder i Vexelvirkning med andre Grundstoffer; Jernets Forholdstal, eller, som det videnskabelig kaldes Atomtallet, er 56. Herefter betegner Fe i en Forbindelse 56 Vægtdele, Fe_2 svarer til $2 \times 56 = 112$ Vægtdele o. s. fr. Paa analog Maade forholder det sig med Symbolerne for de øvrige Grundstoffer. Ilt betegnes med O (efter Oxygenium, Syreavler). Iltens Atomtal er = 16.

Jern kan forbinde sig i to bestemte Forhold med Ilt, Jernforilte og Jerntveilte. Man kjender vel en tredie Forbindelse af Jern med Ilt, Jernsyre, men denne kan kun opstaa og existere i Forening med andre Legemer og har aldeles ingen Betydning i teknisk Henseende.

Jernforilte har Formlen FeO (et Atom Jern = 56 + 1 Atom Ilt = 16; i 100 Dele: Jern 77,77; Ilt 22,23).

Jerntveilte har Formlen Fe_2O_3 (to Atomer Jern = 112 + 3 Atomer Ilt = 48; i 100 Dele: Jern 70, Ilt 30).

Jernforilte er for sig en ukonstant Forbindelse. Fremstiller man det ad kunstig Vej, vil det strax i Berøring med Luften ilte sig højere og gaa over til Jerntveilte:



I enkelte krystalliserede Forbindelser, som forekomme i Naturen, optræder Jernforiltet uden synderlig at paa-virkes af Luftens Ilt og Fugtighed. Dette er saaledes Tilfældet med Magnetjernstenen, en Forbindelse af Jernforilte med Jerntveilte: $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$, samt med det krystalliserede kulsure Jernforilte, Spatjernsten: FeCO_3 .

Jerntveilte, Fe_2O_3 er en konstant Forbindelse. Den optræder i mange Former i Naturen, dels for sig, dels i Forbindelse med andre Stoffer, den udgjør Hovedbestanddelen af de Jernertser eller Jernmalme, som almindeligst benyttes til Udsmeltning af Jern. Jerntveiltet optræder dels krystalliseret, dels i ikke-krystallinske Former, amorf, som det kaldes. Blandt de krystallinske Former er den

alt nævnede Magnetjernsten, der indeholder i ren Tilstand 72,⁴¹ Procent Jern; den findes i Reglen fri for fremmede Iblandinger, navnlig fosforholdige Mineralier, som kunne have en skadelig Indflydelse paa det deraf fremstillede Jern, og den er derfor et meget søgt Raamateriale, som giver Jern af en udmærket Kvalitet. Den findes i størst Mængde i Norge, Sverig og Lapland, forekommer ogsaa i Rusland (Ural), i Afrika og Nordamerika, men findes i andre Lande kun i ubetydelige Lejer. Af de krystallinske Jerntveilteformer skal nævnes Jernglans, der findes i forskellige Lande, særlig Øen Elba besidder store Lejer af Jernglans, som allerede i Oldtiden bleve benyttede til Jernudsmeltning i Populonia, der laa ligeoverfor Elba. Endvidere Rødjernsten, Blodsten, Hæmatit, der forekommer i forskellige Former i store Mængder i England, Tydskland, Spanien, Frankrig, Norge, Sverig, Rusland, Algier, Brasilien o. f. a. Paa Grund af sin hyppige Forekomst er den en af de vigtigste Jernertser til Jernudsmeltning. Dernæst forekommer Jerntveiltet dels krystalliseret, dels amorf, ofte i Forbindelse med Vand som Hydrater, Brunjernsten, Mosejern o. a. Det kulsure Jernforilte (Ferrocarbonat) findes ofte blandet med Ler som Lerjernsten; flere Steder optræder denne Malm i Kullejerne, er da blandet med Kul og kaldes Kuljernsten eller Blackband.

Rust er Jerntveilte, som oftest forenet med Vand til et Jerntveiltehydrat; den har den Egenskab at indsuge og fortætte Luftarter, bl. a. Luftens Kulsyre.

Vil man fremstille rent, metallisk Jern, frit for alle Iblandinger, sker dette paa den Maade, at man danner rent Jerntveilte og reducerer dette med Brint, d. v. s. man tager Ilten bort, idet denne forener sig med Brinten til Vand. Opløser man Rust eller Jerntveilte i Saltsyre, faas en mørkebrun Vædske, som indeholder Jernchlorid; fortyndes denne med Vand og tilsættes Ammoniakvand, udfældes en tyk Grød af Jerntveiltehydrat, dette udvaskes

med Vand og tørres, til alt Vandet er fordrevet. Det tørre Jerntveilt anbringes i et Porcellænrør, der kan opvarmes i en dertil passende Ovn. Porcellænrørets Aabninger lukkes med Gipspropper, gennem hvilke gaar to Glasrør; det ene af disse forbindes med et Apparat, som udvikler Brint; denne føres gennem forskellige Opløsninger for at renses og ledes ind i Porcellænrøret; naar Brinten har uddreven den atmosfæriske Luft af dette, opvarmes Jerntveiltet, og Reduktionen foregaar nu, idet Brinten forener sig med Jerntveiltets Ilt; den herved dannede Vanddamp gaar bort med Brintstrømmen gennem det andet Glasrør. Det opstaaede rene, metalliske Jern, som her er fremstillet ved Reduktion ved en forholdsvis lavere Temperatur, er et finfordelt sort Pulver. Man maa lade det afkøle i Brintstrømmen, inden man skiller Apparatet; thi, hvis man lod den atmosfæriske Luft trænge ind i Røret, medens Jernpulveret endnu var varmt, vilde dette blive glødende og brænde til Jerntveilt. Finfordelt Jern er et meget pyroforisk Stof; man behøver ikke at bringe Jernpulver i Berøring med en Flamme for at faa det til at brænde, det er tilstrækkeligt f. Ex. at blæse det ind i varm Luft. Fra det daglige Liv vide vi ogsaa, at Jerngjenstande, naar de bringes i Berøring med en hurtig drejende Slibesten, udstøde en Masse Funke, hidrørende fra smaa Jernpartikler, som opledes og gløde i Luften.

Det kemisk rene Jern kan ikke finde teknisk Anvendelse. Ved de metallurgiske Processer, som anvendes ved Jernets Udsmeltning i det store af de naturlige Jernertser, foregaar en analog Reduktionsproces, kun at man her som reducerende Stof anvender Kul; under den stærke Varmer Indvirkning i Jernovnene, Højovnene, tager Kullet Ilten fra Jerntveiltet, men samtidig gaar det reducerede Jern i Forbindelse med en Del af Kullet og udsmelter som det kulstofholdige Jern, vi kjende under Navnet Støbejern eller Raajern. Af Støbejernet fremstiller man ved

Processer, som vi senere skulle omtale, Smedejernet og Staalet. Forskjellen mellem disse tre Hovedformer for det teknisk anvendte Jern betinges hovedsagentlig og væsentlig af det forskjellige Kulindhold, om end andre Stoffer, som kunne forekomme i Jernet, kunne have Indflydelse paa dets Egenskaber. Støbejernet indeholder indtil 5 Procent Kulstof. Optager Jernet over 2,3 Procent Kul, bliver det sprødt og lettere smelteligt, er altsaa Støbejern. Raajernet kan imidlertid binde Kulstoffet paa forskellig Maade; det kan optræde som hvidt Raajern eller som graat eller sort Raajern. Det hvide Raajern indeholder næsten alt Kulstoffet i kemisk Forbindelse med Jernet, det er af krystal-linsk Struktur, meget haardt og sprødt, det egner sig ikke til Støbninger. I det graa eller sorte Raajern, det egenlige Støbejern, er ikke alt Kullet indgaaet i Legering eller i kemisk Forbindelse med Jernet, men findes aflejret mellem Jernkrystallerne i en grafitlignende Form. Man træffer ogsaa Raajernformer, hvor der i den hvide Grundmasse er indsprængt graa Partier; dette kaldes halveret eller meleret Raajern. Ved Afkulings- eller Decarbureringsprocesser fjerner man Kullet fra Raajernet, og naar Kulindholdet synker ned indtil $\frac{1}{2}$ Procent og derunder, kommer man til Smedejernet. Staalet staar med Hensyn til Kulmængden mellem Raajernet og Smedejernet; af Kulstofindholdet alene lader sig imidlertid ikke trække nogen skarp Grænse mellem Smedejern og Staal; som Staal betegner man nu ethvert smedeligt og svejsbart Jern, der ved Ophedning og pludselig Afkøling lader sig hærde. Allerede Jern med et Kulindhold af 0,65 Procent lader sig hærde, saa det giver Funker paa Sten; gjennemsnitlig indeholder Staal 1,5 Procent Kul. Paa den anden Side gives der Smedejernformer, som man i Nutiden har betegnet som Staal, medens de i Virkeligheden ikke ere det, fordi de ikke lade sig hærde. Med det forskellige Kulindhold forandres ogsaa Smeltepunkterne; det er selvfølge-

lig overordentlig vanskeligt blot med nogenlunde Nøjagtighed at maale saa høje Temperaturer, som dem, ved hvilke Jernsorterne smelte; Temperaturangivelserne bero derfor her væsentlig paa et Skjøn. Følgende Oversigt viser Kulholdigheden og Smeltepunkterne; Kulstoffet er betegnet med C:

Støbejern: $2,3-5,75$ % C. c. 1400—1600 °C.

Staal: $0,6-2,3$ % C. gjennemsnitlig $1,5$ % C.
c. 1800 °C.

Smedejern: $0,1-0,5$ % C. c. 2000 °C.

Inden jeg gaar over til nærmere at tale om de forskellige Jernsorter, skal jeg tillade mig at omtale forskellige Stoffer, som have Indflydelse paa Jernsorterne, dels med Hensyn til deres Sammensætning, dels til deres Holdbarhed.“

Foredragsholderen omtalte derpaa Ilten, dette Stofs Forekomst i Naturen, dels i fri Tilstand i den atmosfæriske Luft, dels i Forbindelser, som Vandet og de mange iltede Legemer, som findes i den faste Del af Jordskorpen. Ser man bort fra tilfældige Iblandinger, som dels kunne stamme fra Naturen, f. Ex. Vulkaner, Luften over Havfladen, dels fra Menneskenes Virksomhed, saa indeholder den atmosfæriske Luft fire konstante Hovedbestanddele: Ilt, Kvælstof, Kulsyre og Vanddampe. Disse Stoffer ere ikke kemisk forbundne i Luften, men kun mekanisk blandede. Medens Vanddampene forekomme i vekslede Forhold efter Aarstid og Temperatur, er Forholdet mellem Ilt og Kvælstof konstant og udgjør i absolut tør og kulsyrefri Luft

efter Rum:		efter Vægt:	
Ilt	20, ₉	Ilt	23, ₁
Kvælstof	79, ₁	Kvælstof	76, ₉
	100, ₀		100, ₀

Ilten er en Luftart uden Farve, Lugt og Smag; den opdagedes i Slutningen af forrige Aarhundrede af den

svenske Apotheker Scheele og Englænderen Priestley, som fremstillede Ilt hver paa sin Maade, uden gjensidig at kjende noget til hinandens Undersøgelser. Det var dog først Franskmanden Lavoisier, som indsaa og beviste den store Betydning, Ilten spiller i Naturen, hvorved han omstyrtede den ældre kemiske Lærebygning og gav Anledning til de Undersøgelser og den Naturopfattelse, hvorpaa de moderne kemiske Anskuelser efterhaanden ere byggede. Tidligere ansaa man Luften for et usammensat Legeme, et Element, et Grundstof; ligeledes antog man, at Metallerne vare sammensatte Stoffer. Ilten er det Stof, som bevirker den almindelige Forbrænding; da alle organiske Legemer indeholde Kulstof, forbinder Ilten sig under Forbrændingen med dette og danner den Luftart, vi kalde Kulsyre; er Forbrændingen livlig, foregaar den ikke alene under Varmeudvikling, som altid finder Sted ved enhver kemisk Forening, men ogsaa tillige under Lysudvikling; imidlertid kan der ogsaa foregaa langsomme Forbrændinger, hvorved vel udvikles Varme, men ikke Lys. f. Ex. ved Menneskenes og Dyrenes Aandedræt, ved Planternes Formuldning og dyriske Stoffers Forraadnelse. Ved alle disse Processer medvirker Atmosfærens Ilt, idet den gaar i Forbindelse med Kulstoffet og danner Kulsyre. Bringer man en kun svagt glødende Træspaan i ren Ilt, bryder den i klar Lue og kan ikke slukkes, saalænge der er tilstrækkelig Ilt til Stede. Den Rolle, som den anden Luftart, der findes i Atmosfæren, Kvælstoffet, spiller, er derfor den at være en Dæmper paa Iltens heftige Virkninger. Kvælstoffet er som Ilten en farveløs Luftart, uden Lugt og Smag; den udmærker sig ved en forholdsvis ringe Tilbøjelighed til at træde i Forbindelse med andre Legemer, den er ikke direkte giftig, men i en Atmosfære af rent Kvælstof vilde enhver Ild slukkes og alt Liv ophøre; omvendt vilde Livsprocessen foregaa med stor Hurtighed i ren Ilt og selve Individernes Levetid derved forkortes

Ved de forskjellige Forbrændingsprocesser, ved Menneskenes og Dyrenes Aandedræt, ved Formuldning og Forraadnelse opstaar Kulsyre, der som en farveløs Luftart blander sig med Atmosfæren. Man skulde herefter antage, at Luften efterhaanden vilde blive overfyldt med Kulsyre, der er en kvælende Luftart, som ikke kan vedligeholde Aandedrættet eller Forbrændingen, men Naturen raader Bod herpaa ved Planterverdenen, der aander paa modsat Maade af Dyreverdenen; medens denne indaander den ilt-holdige atmosfæriske Luft i Lungerne, hvor en Del af Iltten optager Kulstof af de kulrige Forbindelser i Blodet, der stadig fornyes ved Næringsmidlerne, saaledes at den udaandede Luft er langt rigere paa Kulsyre end den indaandede, saa optager omvendt Planterverdenen under Lysets Paavirkning Kulsyren af Luften, beholder Kulstoffet, som den benytter til Plantelegemets Opbygning og udstøder atter Iltten. Herved skaffes den Ligevægt tilveje i Luftens Sammensætning, som er nødvendig for de levende Væseners Opretholdelse paa Jordkloden. I den frie atmosfæriske Luft, som stadig er i Bevægelse, have Undersøgelserne vist, at Kulsyremængden holder sig indenfor konstante Grænser, den udgjør omtrent 4 à 6 Titusindedele af Luftens Rumfang. — Men ikke alene Kul og kulholdige organiske Stoffer kunne brænde; ogsaa Metallerne brænde i Ilt og danne herved Metalilter. Naar Jern rustet, optager det Ilt; der foregaar en langsom Forbrænding, hvis Produkt er det gulligrøde, amorfe Jerntveilte, som vi kalde Rust. Denne Forbrændingsproces er imidlertid betinget af Vanddampenes og Kulsyrens Tilstedeværelse i Luften; i fuldstændig tør, d. v. s. vandfri Luft, vilde Jernet ikke ruste. Derfor maa Jernet beskyttes mod Luftens Indvirkning. Da de forskjellige Jernsorter i Reglen ere af en uensartet, ikke homogen Beskaffenhed, vise enkelte Partier eller Steder ofte en større Tilbøjelighed til at ruste hurtigere end andre; der fremkommer Rustpletter paa Over-

fladen. Praktikere kalde hyppig saadan Rust for Grav-rust, idet de antage, at Rusten har ætsende Egenskaber, at den kan grave sig dybere ned i Metallet; dette er ikke Tilfældet, men Rusten danner ikke noget beskyttende Lag for det under den liggende Metal, den er porøs og besidder den Egenskab at indsuge Ilt, Fugtighed og Kulsyre, hvorved den befordrer den videre Iltning eller Rustning af det Jernlag, som den bedækker. Medens Rustningsprocessen er en langsom Forbrænding, kan Jern ogsaa forbrænde livligt under Udvikling af stærk Varme og Lys; dette sker, naar man opvarmer det til Glødhede og bringer det i ren Ilt; det herved dannede Jernilte, som ofte er en Forbindelse af Jernforilte med Jerntvrilte, ligner ikke Rusten i Udseende og Egenskaber, det smelter, bliver krystallinsk og danner en haard, sort, emaillelignende Masse, som, naar Temperaturen har været tilstrækkelig høj, i fortrinlig Grad modstaar Atmosfærens Indvirkninger. Der er imidlertid Forskjel i S sammensætningen paa det i ren Ilt dannede Dække og paa den Glødeskal og de Hammer-skjæl, som opstaar, naar vi ophede Jernet i vore Ovne- og Smede-Esser, hvorom senere skal tales.

I ældre Dage antog man de Legemer, som vi nu vide ere Metalilte, for usammensatte Stoffer, man ansaa dem for Grundstoffer, man kaldte dem Metalkalke, og man troede, at Metallerne opstod af disse ved Forening med et hypotetisk Stof, som man gav Navnet Phlogiston; man kunde vel ikke bevise dettes Existens, men man antog, at det særlig fandtes i alle let brændbare Legemer, saaledes ogsaa i Kul. Naar man smelter Bly, saaledes at Luften har Adgang dertil, bedækkes Metallets Overflade med en Hinde, idet Blyet optager Ilt af Luften; der opstaar Blyilte, almindelig kjendt under Navnet Sølvverglød. De Gamle kaldte denne Forbindelse Blykalk. Blander man Blyilte med Kulpulver og opvarmer Blandingen i en bedækket Digel, vil man efter Afkølingen finde en Blyklump

paa Bunden af denne. De ældre Kemikere antog, at Grundstoffet Blykalk havde forenet sig med Phlogiston fra Kullet og derved dannet Bly. Vi vide, at Kullet under Varmens Indflydelse forener sig med Ilten i Blyiltet og derved frigjør det metalliske Bly, reducerer Blyet, som det kaldes. Aldeles modsat den ældre Opfattelse betragte vi Metallerne som usammensatte Legemer, som Grundstoffer. Man kjendte i ældre Tider kun syv Metaller: Guld, Sølv, Kviksølv, Kobber, Tin, Bly og Jern; man sammenlignede disse syv Metaller med de da bekjendte syv Planeter og gav dem Navne og Tegn efter disse; Jernet blev opkaldt efter Mars og førte Symbolet ♂ ; disse Metaller ere her nævnede i den Orden, hvori man tidligere værdsatte deres Betydning for Menneskeheden, og det er ret interessant, at netop det Metal, som vi nu anse for det vigtigste og nyttigste, den Gang stod lavest i Rækken. Vi kjende nu 66 Grundstoffer, hvoraf atter 52 regnes til Metallerne.

Foruden Luften udøver Vandet en betydelig Indflydelse paa Jern. Medens Ilten i den atmosfæriske Luft findes i fri Tilstand og kun mekanisk blandet med de øvrige Bestanddele, er dette ikke Tilfældet i Vandet; det kemisk rene Vand bestaar af en Forening af Ilt og Brint. Befriet for alle fremmede Bestanddele, bestaar det rene Vand af 2 Maal Brint kemisk forenet med 1 Maal Ilt, efter Vægt 2 Dele Brint mod 16 Dele Ilt. Brintens kemiske Symbol er H (efter Hydrogenium, Vandavler, dens Atomtal er = 1; Brinten er det letteste af alle bekjendte Legemer, det er med den som Enhed, at man har maalt og bestemt de øvrige Grundstoffers Atomtal), Vandets Formel bliver herefter H_2O . Man har kjendt og fremstillet Brint længe før man kjendte Ilten. Man kan fremstille Brint ved at overgyde forskellige Metaller, f. Ex. Jern eller Zink, med fortyndet Svovlsyre. Sætter man under denne Proces nogle faa Draaber af en Opløsning af Platinchlorid til Vædsken, vil en Del af den udviklede Brint

forene sig med Chloret til Chlorbrinte (Saltsyre), og der udskilles en yderst ringe Mængde finfordelt metallisk Platin, men selve denne ringe Mængde Platin vil, paa Grund af en galvanisk Proces mellem Platinet og Zinken eller Jernet, i høj Grad befordre Brintudviklingen. Brinten er i ren Tilstand en farveløs Luftart uden Lugt og Smag; den kan antændes og brænder da til Vand, idet den forener sig med Luftens Ilt; ved denne Brintens Forbrænding i Ilt udvikles den højeste Temperatur, vi kunne frembringe. Man anser Brinten for et luftformet Metal, det mest flygtige af alle Metaller. Vandet bliver herefter et Metalilte. Det er den berømte engelske Naturforsker Graham, denne Iagttagelse skyldes. Han viste, at Brinten kunde legeres med et andet ved almindelig Temperatur fast Metal, Palladium, som derved svulmer betydeligt op; man har slaaet Medailler af denne Legering, og man har søgt gjennem denne at bestemme Brintens Vægtfylde i fast Tilstand.

Det i Naturen forekommende Vand er aldrig rent, men bortset fra rent mekanisk opslemmede Bestanddele indeholder det altid opløst forskjellige Stoffer fra de Naturlegemer, med hvilke det er kommet i Berøring. Man indeler det i Naturen forekommende Vand i det atmosfæriske Vand: Regn, Hagl, Sne; det ferske Vand: Indsø-, Flod-Kilde- og Brøndvand; det salte Vand: Havvand, samt endelig Mineralkilderne eller Mineralvandene, hvilke sidste imidlertid ikke have nogen Interesse for os i det foreliggende Spørgsmaal. Da flere af de Stoffer, som findes opløste i Vandet i Naturen, have Medvirkning i den Indflydelse, som Vandet udøver paa Jern, skulle de her kortelig berøres.

Regnen skyller Støvet ud af Luften og indeholder de Luftarter, som findes i Atmosfæren, men da Vandet har en forskjellig Opløselighedsevne for disse Luftarter, indeholdes de i Regnen i et andet Forhold end i Atmosfæren; den i Regnvandet opløste Luftblanding er saaledes langt rigere paa Ilt, hvilket ses af følgende to Gjennsmtnits-

analyser: I 1 Liter (1000 Cubikcentimetre, svarende til en dansk Pot) Regnvand fandtes:

It.	Kvælstof.	Kulsyre.
Cem.	Cem.	Cem.
8,42	16,4	0,45
7,75	16,8	0,60

Desuden har man fundet i Regnvandet Spor af Ammoniak (i 1 Liter fra $\frac{1}{10}$ til 16 Milligram), af Salpetersyre, af kulsur Ammoniak og salpetersur Ammoniak; alle disse Stoffer ere dannede af Atmosfærens Luftarter. Endvidere har man af faste Legemer fundet Spor af Chlornatrium (almindeligt Salt), af Gips (svovlsur Kalk) og af svovlsur Natron, samt organiske Stoffer; i den først faldende Regn findes af sidstnævnte Stoffer selvfølgelig mere end i den senere.

Det ferske Vand indeholder ligeledes Atmosfærens Luftarter, men er i Særdeleshed rig paa Kulsyre, som det optager fra Jordbunden. Det kulsyreholdige Vand kan opløse mange Stoffer, som vi i daglig Tale anse for uopløselige i Vand; det indeholder saaledes kulsur Kalk, kulsur Magnesia, kulsur Jernforilte, undertiden Gips (svovlsur Kalk), fosforsur Kalk, Kiselsyre, Lerjord samt organiske Stoffer. Mængden af disse Stoffer er vel aldrig særdeles stor i det almindelige Vand, men kan iøvrigt variere meget efter de Jordlags Beskaffenhed, hvormed Vandet kommer i Berøring. Det ferske Vand indeholder ogsaa Salt, Chlornatrium, men i saa ringe Mængde, at den salte Smag ikke er fremtrædende. Da de nævnte kulsure Salte for en stor Del holdes opløste ved den fri Kulsyre, saa ville de udskille sig, naar Vandet koges, og Kulsyren derved forjages; det er dels herpaa, og dels fordi Vandet fordampes og saaledes ikke er til Stede i tilstrækkelig Mængde til at holde Saltene opløste, at Dannelsen af Kjedelsten beror. Indeholder det ferske Vand forholdsvis meget af Kalksaltene, kaldes det haardt, og omvendt kaldes det blødt, naar det

indeholder ringere Mængder Kalksalte; haardt Vand, som indeholder kulsur Kalk, kan gøres blødt ved Kogning, idet Kalksaltet udskiller sig herved, men indeholder Vandet fortrinsvis svovlsur Kalk, som ikke udskiller sig ved Kogning, kaldes det permanent haardt.

Havvandet indeholder ogsaa de atmosfæriske Luftarter, Ilt, Kvælstof og Kulsyre i Opløsning, men, medens det fortrinsvis er de tungt opløselige Kalksalte, som betinge det ferske Vands Karakter, saa udgøres den langt overvejende Del af Havets faste Bestanddele af letopløselige Salte. Hovedbestanddelen af disse er det Legeme, vi alle kjende som almindeligt Salt, en Forbindelse af Grundstoffet Chlor med Metallet Natrium. I Nærheden af Kysterne er Havet altid mindre saltholdigt end nogle Mil fra Land, men iøvrigt kan Saltholdigheden endog i de store Have variere en Del. Følgende Oversigt viser Gjennemsnitssaltholdigheden for forskellige Have i 1000 Dele af Vandet:

Atlantehavet	35,7
—	34,7
—	38,4
Nordsøen	34,4
— mellem England og Belgien	32,8
Kanalen, nogle Mil fra Havre	32,7
Middelhavet, Marseille	40,7
— ved Cette, 3500 Meter fra Kysten	37,7
— ved Venedig	29,1
Stille Ocean, ved Overfladen	34,7
— 140 Meters Dybde	35,2
Østersøen	17,710
Sorte Hav	17,605
Kaspiske Hav	6,296
Døde Hav, ved Overfladen	27,078
— i 300 Meters Dybde	278,135

Den gennemsnitlige Sammensætning af den tørre Saltrest af Havvandet gjengives ved følgende Oversigt:

Chlornatrium	78,2
Chlorkalium	1,7
Chlormagnium	9,2
Brommagnium	0,2
Svovlsur Magnesia	5,9
Svovlsur Kalk	4,5
Andre Bestanddele	0,3

100,0

Chlornatrium meddeler Havvandet den salte Smag, den bittere skyldes Magniumforbindelserne, men foruden de her nævnte Stoffer indeholder Havvandet selvfølgelig organiske Stoffer og desuden, om end kun i ringe Mængder, Forbindelser af et stort Antal Grundstoffer; vor berømte Landsmand, Kemikeren og Geologen Forchhammer har i Havvandet paavist Forbindelser af i alt 31 Grundstoffer.

Foredragsholderen omtalte derpaa sluttelig enkelte af de vigtigste Metaller, som findes i Havvandet. Kalium og Natrium, opdagede af den engelske Kemiker Humphry Davy, samt Magnium eller Magnesium. De to førstnævnte Metaller ilte sig saa let, at de maa opbevares i Vædske, som ikke indeholde Ilt, t. Ex. Stenolie. De ere mindre vægtfyldige end Vand, svømme derfor paa Vandet, men adskille strax Vandet, idet de fortrænge Halvdelen af den deri indeholdte Brint. Metallet Magnium, som ogsaa udmærker sig ved en forholdsvis ringe Vægtfylde (1,75), holder sig bedre i Luften; det bedækkes dog af et tyndt Lag Ilte, men dette beskytter det underliggende Metal mod videre Iltning. Kun de saakaldte ædle Metaller, Guld, Sølv og Platin, ilte sig ikke i tør eller fugtig Luft (naar Sølv anløber, beror dette paa Dannelsen af Svovlsølv). Med Hensyn til de øvrige Metaller, som ilte

sig i Luften, kan man dele dem i to Grupper, saadanne, ved hvilke Iltelaget beskytter det underliggende Metal mod videre Iltning; hertil hører f. Ex. Zink, og saadanne, hvor Iltelaget beforder Metallets videre Iltning; hertil hører Jern.

Foredraget var ledsaget af Experimenter med og Forevisning af de forskjellige omhandlede Stoffer.

Mødet hævedes, efter at Dirigenten havde meddelt, at Kand. Schleisner vilde fortsætte sit Foredrag i et paafølgende Møde.

Mødet den 23de Februar 1887.

Dagsordenen var:

Kandidat Schleisner vil fortsætte sit med Experimenter ledsagede Foredrag om Jernet, særlig med Hensyn til dets Anvendelse i Skibs- og Maskinbygning.

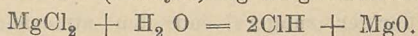
Mødet dirigeredes af Kommandør Braëm, der gav Ordet til

Kand. Schleisner, som holdt følgende Foredrag: Paa forrige Møde omtalte jeg forskellige Stoffer, hvis Indflydelse paa Jernet det er os af Vigtighed at lære at kjende, og standsede ved Havvandet, hvis væsenligste Bestanddele bleve nævnede. De lette Metaller, Natrium, Kalium, Magnium, der forekomme i Havvandets Salte, ere hovedsagenlig repræsenterede ved Chlorforbindelser. Chlornatrium er den overvejende Bestanddel af Havets Salte. Chlor er det første opdagede Led i en Grundstoffamilie, som man har givet Navnet de halogene eller saltdannende Grundstoffer, netop paa Grund af den Egenskab, de vise, at kunne træde direkte i Forbindelse med Metallerne og derved danne Salte. De øvrige Led i denne Familie ere: Jod, Brom og Fluor. Det sidstnævnte Stof interesserer os mindre her, da dets Forbindelser kun forekomme i yderst ringe Mængde i Havet, hvor dets Tilstedeværelse er bleven paavist af Wilson; det forekommer i størst

Mængde i to Mineralier Flusspat, Fluorcalcium, CaFl_2 , der nævnes her, fordi det undertiden benyttes som som Flusmiddel ved Udsmeltning af Metaller, samt det grønlandske Mineral Kryolith, der er en Forbindelse af Fluoraluminium og Fluornatrium, $\text{Al}_2\text{Fl}_6. 6 \text{ Na Fl}$. Dette Mineral, der i vor Tid har faaet teknisk Betydning, blev først i Slutningen af forrige Aarhundrede bragt til Danmark fra Grønland, det blev klassificeret og givet Navn af den spanske Mineralog Andrada, han kaldte det Kryolith, d. v. s. Issten. Andrada havde faaet Mineraliet af den danske Professor P. C. Abildgaard, som underkastede det en kemisk Undersøgelse, ved hvilken han, efter Datidens Forhold, temmelig nøje fandt den rette Sammensætning; Abildgaard fandt, at man kunde udskille Flusspatsyre (Fluorbrinte), Alunjord (Aluminiumilte) og Planteludsalt (Potaske, skulde have været mineralsk Ludsalt eller Soda, kulsur Natron) af Kryolithen.

Chlor er opdaget 1774 af den svenske Apotheker Scheele, det er det fjerde ved almindelig Temperatur og Tryk luftformede Grundstof; medens de tre andre, Ilt, Kvælstof og Brint, ere farveløse samt uden Lugt og Smag, er Chloret en gulgrøn stinkende Luftart af en ejendommelig Smag og meget vægtfyldigt, 2,45. Alle øvrige Grundstoffer ere ved almindelig Temperatur flydende eller faste (Brom og Kviksølv ere flydende, Resten faste). Chloret angriber i høj Grad Aandedrætsorganerne, Slimbinderne og overhovedet mere eller mindre alle organiske Stoffer; Chlorets Virkning paa de organiske Legemer beror paa, at det berører disse Brint, hvormed Chloret danner en Forbindelse, Chlorbrinte, en farveløs Luftart, der er særdeles let opløselig i Vand, denne vandige Opløsning af Chlorbrinte er almindelig bekjendt under Navnet Saltsyre. Ligesom det frie Chlor let forener sig med Brint, saaledes gaar det ogsaa let i Forbindelse med Metallerne og danner herved Salte, Chlorider. Enkelte Chlormetaller omdannes

let i Varmen, naar der samtidig er Vand tilstede, saaledes at Vandets Brint gaar i Forbindelse med Chloret, danner altsaa Saltsyre, medens Ilten kaster sig paa Metallet. Chlorkalium og Chlornatrium lide ikke denne Omdannelse, disse Metaller holde for stærkt paa Chloret, men andre Chlorforbindelser, t. Ex. Salmiak (Chlorammonium) og Chlormagnium lide den nævnte Omdannelse; for at større Kyantiteter af disse Salte fuldstændig skulde omdannes, vilde der udfordres forholdsvis høje Temperaturer, men allerede ved lavere Temperaturer, t. Ex. Vandets Kogepunkt, omdannes en Del af det i en Opløsning værende Salmiak eller Chlormagnium paa denne Maade. Koger man saaledes en ved almindelig Temperatur fremstillet fuldkommen neutral Salmiakopløsning, vil denne efter Kogningen reagere tydelig sur af fri Saltsyre; Chlormagniumopløsning forholder sig paa samme Maade, der dannes Chlorbrinte (Saltsyre) og Magniumilte (Magnesia):



Da Saltsyre angriber Jern, vil man altsaa ad denne Vej altid lide et Substanstab i Jernkedler, der fødes med Havvand, indtil der har dannet sig et tilstrækkeligt Lag Kedelsten til at beskytte det underliggende Metal. Af samme Grund er det forkasteligt at anvende Kedelstenspulvere, som indeholde Salmiak. Men selv om Chlorforbindelserne ikke adskilles, saaledes som Tilfældet er med Chlorkalium og Chlornatrium, beforder sligt saltholdigt Vand Jernets Rustning, ligesom det salte Vand er en bedre Leder for Elektricitet end det ferske Vand og altsaa beforder galvaniske Processer, som kunne gaa ud over Jernet. Chlorets kemiske Symbol er Cl, dets Atomtal 35,5. Medens Chlor direkte gaar i Forbindelse med alle Metaller til i Reglen letopløselige Salte, indvirker dets Brinteforbindelse Saltsyre ikke opløsende paa alle Metaller; det er kun saadanne Metaller, til hvilke Chloret har en større Affinitet end til Brinten, som angribes af Saltsyre; denne

virker saaledes ikke paa Guld, Sølv, Platin, Kviksølv, ej heller i nogen fremtrædende Grad paa Kobber og Bly, hvorimod Jern og Zink let opløses af Saltsyre.

Brom er et ved almindelig Temperatur flydende Grundstof, en rødbrun Vædske, den fordamper let, Lugten minder stærkt om Chlorets, og Dampene angribe i højeste Grad Slimhinder, Aandedrætsorganerne og organiske Stoffer. Ligesom Chloret forener den sig med Brint og gaar direkte i Forbindelse med alle Metaller. Brom er opdaget 1828 af den franske Kemiker Balard, dets Symbol er Br og dets Atomtal = 80.

Jod er et ved almindelig Temperatur fast Legeme, sorte, bladede Krystaller. Det fordamper let, allerede ved almindelig Temperatur udstøder det Damp. Ved Ophedning gaar det over i Luftform uden først at smelte, idet dette Legeme hører til de faa, som frembyde den Mærkelighed, at Smeltepunktet ligger over Kogepunktet; i en Atmosfære, der er tungere end den atmosfæriske Luft, smelter Jodet først og kommer derpaa i Kog; Dampene have en violet Farve. Joddampenes Lugt minder om Chlorets og Bromets. Jodet forener sig med Brint til en Syre, Jordbrinte, og træder direkte i Forbindelse med Metallerne. Det findes i Havvandet som Jodnatrium og Jodmagnium, men i langt mindre Mængder end de tilsvarende Bromforbindelser; derimod optages Brom- og Jodsaltene i Havet af Havplanterne, Tangarterne, og af disses Aske, som flere Steder benyttes til Sodafabrikation, kan man fremstille Brom og Jod. Brommagnium og Jodmagnium omdannes langt lettere end Chlormagnium. Jodet blev opdaget 1812 af den franske Sodafabrikant Courtois. Dets Symbol er J, Atomtallet = 127.

De her nævnte Stoffer danne en Grundstoffamilie, de vise en absolut Overensstemmelse i deres Forbindelsesforhold og almindelige kemiske Egenskaber, medens selvfølgelig de enkelte Led i Gruppen frembyde individuelle For-

skjelligheder. Det er først i den seneste Tid ved den franske Kemiker Moissans Arbejder (1886) lykkedes med Sikkerhed at isolere Grundstoffet Fluor. Deres Saltes Opløselighed viser i Regelen stor Overensstemmelse; de største Afvigelser finder her Sted for Fluorets Vedkommende, saaledes ere Fluorcalcium og Kryolith uopløselige, medens de tilsvarende Chlor-, Brom- og Jodforbindelser ere let opløselige. Paa Grund af den store Analogi imellem disse Stoffer, har den Anskuelse oftere været fremsat, at de muligen vare sammensatte Legemer, bestaaende enten af to ubekjendte Grundstoffer eller af Fluor og et andet ukjendt Element; hidtil er det ikke lykkedes at adskille disse Legemer og saaledes føre det eneste afgjørende Bevis for, at de virkelig vare sammensatte, derimod har man oftere søgt at anstille Beregninger over det indbyrdes Forhold mellem deres Atomtal, for mulig ad denne Vej at finde et Holdepunkt for den fremsatte Anskuelse, dog uden positivt Resultat. Hvad vi derimod vide, er, at Tilstandsformen for disse Legemer forandrer sig med det stigende Atomtal, Fluor og Chlor ere luftformede, Brom flydende og Jod fast, endvidere at Affiniteten til Brint og Metaller aftager med det stigende Atomtal, altsaa er størst for Fluorets og Chlorets Vedkommende, mindre for Bromets og mindst ved Jod, medens det omvendte er Tilfældet med Affinitetsforholdet til Ilt.

Fl = 19 luftformet.

Cl = 35,5 luftformet.

Br = 80 flydende.

J = 127 fast.

Jeg skal dernæst omtale nogle andre Legemer, som have direkte Interesse for os ved Jernets Fremstilling. Blandt disse maa først og fremmest nævnes Kul.

Det var først i Slutningen af forrige Aarhundrede, at Lavoisier udtalte den Anskuelse, at de forskjellige

Kulformer, vi kjende, indeholdt et Grundstof, som fik Navnet Kulstof, ligesom samme Kemiker paaviste, at den Luftart, som udvikles, naar man overgyder Kridt med en flydende Syre, t. Ex. Saltsyre eller Eddikesyre, hvilken Luftart man hidtil havde kaldt fix Luft eller Kridtsyre, bestod af en Forbindelse af Kulstof med Ilt; den fik her-efter Navnet Kulsyre.

Kulstoffet forekommer dels frit i Naturen, dels i talrige Forbindelser. Diamant og Grafit, der begge vise saa store ydre Forskelligheder, ere krystalliseret Kulstof. Dernæst forekommer Kullet i umaadelige Mængder i den fri Kulsyre, der findes i den atmosfæriske Luft og opløst i alt i Naturen forekommende Vand, samt i den faste Jordskorpe som mægtige Lag af kulsure Salte. Endelig indeholde alle organiske Stoffer Kul, og mange af vore vigtigste i Tekniken anvendte Kulformer udskilles af organiske Legemer. Ligeledes ere Stenkulslagene mere eller mindre forkullede Rester af tidligere Jordperioders Plante- og Dyreverden, langsomt formuldne eller forkullede under Trykket af de Jord- og Vandlag, som ere komne til at hvile paa dem ved de Omvæltningsprocesser, ved hvilke de i hine fjerne Tider ere gaaede til Grunde. Brunkullene ere yngre Dannelser end Stenkul, og Tørven opstaar den Dag i Dag ved analoge Formuldningsprocesser.

De Grundstoffer, som sammensætte de egentlige organiske Stoffer, de Legemer, som opstaa ved de organiserede Væseners, Planters og Dyrs Livsvirksomhed, ere forholdsvis faa; alle organiske Stoffer indeholde Kul, dernæst Brint og Ilt; i en talrig Klasse organiske Legemer finde vi tillige Kvælstof, i enkelte undertiden ogsaa Svovl og Fosfor. De fire førstnævnte ere den organiske Verdens Grundstoffer par excellence. De organiske Stoffers Kemi er Kulstofforbindelsernes Kemi. Det er muligt, at alt det Kulstof, som findes paa vor Klode, frit og i Forbindelser,

selv de saakaldte uorganiske Kulformer, Diamant og Grafit, er passeret gennem levende Væsener. At Diamanten ikke er opstaaet ved nogen høj Temperatur, veed man, da den temmelig let forbrænder (omtrent ved Sølvets Smeltepunkt c. 1000°C.); Grafiten derimod, som altid indeholder jernholdig Aske, kan være dannet ved Opløsning af Kulstof i smeltende Metaller; der danner sig saaledes stadig Grafit ved Højovnsprocessen; smeltende Støbejern kan opløse mere Kulstof, end det kan holde opløst ved Afkøling, herved udkrystalliserer undertiden Grafiten i tynde, glindsende Blade. Opløser man graat Raajern, Støbejern, i Saltsyre, bliver det i Jernmassen iblandede Grafit tilbage som et sort Pulver, der set under Forstørrelse kan vise sig som krystallinske Blade.

Opvarmes de faste, ikke flygtige organiske Legemer, uden at Luften faar Adgang til dem, saa forkulle de, der udskilles Kulstof, medens dog samtidig en Del af dette gaar i Forbindelse med de andre Grundstoffer, Ilten, Brinten, Kvælstoffet, ligesom disse indbyrdes danne mange Forbindelser, som gaa bort under denne saakaldte tørre Destillation, der kan udføres paa forskjellig Maade, i Miler eller i lukkede Cylindre eller Retorter af Ler eller Jern, forsynede med Fraledningsrør for de flygtige Stoffer, og i Reglen forbundne med Apparater til Opsamling af de afkølede og fortættede Destillationsprodukter samt Beholdere for de udviklede Gasarter (Gasometre). En Del af Kullet og Brinten forener sig stedse til Kulbrinter ved organiske Legemers tørre Destillation; disse Forbindelser, hvis Tal er Legio, optræde i alle tre Tilstandsformer, som Luftarter (Gas), som flydende og faste (i Tjæreprodukterne). En Del af Brinten og Ilten træder sammen til Vand, der efter Afkølingen indeholder en Mængde Forbindelser i Opløsning, som ere dannede under Destillationen af Kulstoffet, Brinten og Ilten; hvis Legemet har været kvælstofholdigt eller indeholdt Svovl, finder man og

Forbindelser af disse Legemer blandt Destillationsprodukterne. Ved enhver tør Destillation kan man dele de Produkter, som erholdes, i fire Hovedgrupper: Kullet, som bliver tilbage i Retorterne; Gasarter, væsenlig bestaaende af Kulbrinter; Gasvandet, den vandige Opløsning af forskellige under Destillationen dannede Stoffer, og endelig Tjæren, som indeholder de i Vand uopløselige eller tungt opløselige Stoffer, flydende og faste Kulbrinter samt flere andre Legemer; man har i Stenkulstjære paavist Tilstedeværelsen af over et halvt hundrede bestemt definerede Forbindelser. De uorganiske Stoffer, som det organiske Legeme mulig indeholdt, de saakaldte Askebestanddele, blive tilbage i Kullene. Ved den tørre Destillation af Træ vindes som bekjendt Trækul, den Gas, som herved udvikles, indeholder som Hovedbestanddel den saakaldte lette Kulbrinte, en Forbindelse af 1 Atom Kul med 4 Atomer Brint: CH_4 — den brænder med en blaa-lig, lidet lysende Flamme; denne Luftart danner sig ogsaa i Naturen ved de langsomme Forkulninger af organiske Stoffer under Vand eller i Jordens Indre, den er saaledes en konstant Bestanddel af Mudderet i stillestaaende Vand, i Sumpe og Moser, den benævnes derfor ogsaa hyppig Sumpgas; den samme Luftart kan udvikle sig i Stenkulsgrubber (Grubegas), og giver dér hyppig Anledning til Explosioner, naar den er blandet i tilstrækkelig stor Mængde med atmosfærisk Luft. 1 Maal Sumpgas blandet med 10 Maal Luft giver den mest explodible Blanding, dog er ogsaa et Blandingsforhold med mindre Mængder Sumpgas tilstrækkelig til at anrette Ulykke ved Antændelse. Ved Explosionen forbrænder Sumpgassens Kulstof til Kulsyre og Brinten til Vanddamp, den herved udviklede Varme udvider Luftens Rumfang betydelig og giver derved Anledning til den explosive Virkning. Den vandige Vædske, som samtidig med Trætjæren danner sig ved den tørre Destillation af Træ, har en sur Reaktion, den kaldes raa

Træsyre, den indeholder Eddikesyre og en særegen Alkohol, Methylalkohol eller Træspiritus. Begge disse Stoffer udskilles ved forskellige Renselsesprocesser af den raa Træsyre og finde udbredt teknisk Anvendelse.

Ved den tørre Destillation af Stenkul, ved Gasfabrikationen, indeholder den udviklede Gas som væsenlig Bestanddel en Kulbrinte, der indeholder 1 Atom Kul mere end Sumpgassen, den kaldes tung Kulbrinte, Aethylen, C_2H_4 , og brænder med en lysende Flamme. Det Gasvand, som erholdes samtidig med Stenkulstjæren, reagerer alkalisk og indeholder ikke ubetydelige Mængder Ammoniak og Ammoniaksalte, det er Hovedudgangspunktet for Fremstilling af Ammoniakforbindelser i Nutiden. Ammoniakken hidrører fra det i Stenkullene indeholdte Kvælstof; den egenlige Træsubstans, Cellulose, indeholder ikke Kvælstof, og andre Stoffer, som forekomme i de almindelige Træsorter, indeholde kun minimale Mængder deraf, derimod optræder dette Stof i større eller mindre Mængde i de forskellige Arter Stenkul. Jo mere Brint og Ilt, Stenkullene indeholde i Forhold til Kullet, af desto yngre Dannelse maa de antages at være og omvendt. Anthracit er den Stenkulsform, som indeholder mest Kul og mindst af de øvrige Stoffer, som endnu kunne restere af de oprindelige organiske Legemer, hvoraf det er dannet.

Organiske Legemer, som smelte inden Forkulningen, give et blæret og glindsende Kul, et Exempel herpaa er Sukkerkul; de usmeltelige derimod give et mat og porøst Kul; et smelteligt organisk Legeme kan dog ogsaa give et porøst og mat Kul, naar det, inden Forkulningen, er blandet med en stor Mængde uorganisk, usmelteligt Stof. Et Exempel af sidstnævnte Art har man i Benkullene. Dyriske Knogler bestaa af en fint sammenvævet Blanding af et organisk Stof, Limstof, og en uorganisk Masse, som væsenlig bestaar af fosforsur Kalk. Vælger man to Knogler af omtrent ens Størrelse og Form og brænder den ene

under Luftens Adgang saaledes, at alt organisk Stof, alt Kul, kan brænde bort, saa beholder man et skørt, porøst Legeme tilbage, som indeholder alle Knoglens uorganiske Bestanddele (fosforsur Kalk, kulsur Kalk o. a.), men trods det selvfølgelig har tabt i Vægt, har det fuldstændig beholdt Knoglens Form. Ophænger man den anden Knogle i fortyndet Saltsyre, vil efter nogen Tids Forløb alle de uorganiske Stoffer være opløste og udtrukne af Knoglen, medens Limstoffet bliver tilbage som en sejt elastisk Masse, men ogsaa denne har fuldstændig den oprindelige Knogles Form. Limstoffet forkullet for sig vilde give et glindsende og blæret Kul, men paa Grund af den store Masse fosforsur Kalk, som Knoglerne indeholde, blive Benkullene matte og porøse, de ere saa fintporede, at de i endnu højere Grad end Trækul formaar at fortætte Luftarter samt absorbere Farvestoffer og andre i Vand opløste Legemer. Efter det her anførte kan man opstille følgende Skema for de forskellige Kulformer:

Uorganiske Kul:	Overgangsled:	Organiske Kulformer:
Diamant.	Stenkul.	a. vegetabiliske:
Grafit.	Brunkul	1. matte, porøse:
	osv.	Trækul.
		2. glindsende, blærede:
		f. Ex. Sukkerkul.
		b. animalske:
		1. matte, porøse:
		Benkul.
		2. glindsende, blærede:
		f. Ex. Limkul.

Ved de metallurgiske Processer spiller selvfølgelig Brændematerialet og dets Beskaffenhed en overordentlig stor Rolle. Dets Værdi er afhængig dels af den Fugtighed, det indeholder, dels Kulmængden, Forholdet mellem Ilt og Brint, samt Askemængden. Frisk fældet Træ inde-

holder fra 40 til 60 pCt. Fugtighed; i lufttørret Tilstand under Tag synker Fugtigheden ned til 16 à 20 pCt. Fuldstændig udtørret ved Varme trækker Træet atter 13 à 16 pCt. Fugtighed til sig af Luften. De almindelige Træsorsers Vægtfylde varierer:

i frisk Tilstand fra 0,8—0,9 til 1,0;

i lufttørret Tilstand fra 0,5 til 0,8

(en Undtagelse gjør en saa speciel Træsart som Ibenholt, dens Vægtfylde i lufttørret Tilstand varierer mellem 1,187 til 1,331, gennemsnitlig 1,26). Iøvrigt har Træsorternes Vægtfylde nærmest kun en videnskabelig Interesse. Man kan ikke til praktisk Brug benytte slige Vægtfyldeangivelser til Beregning af Vægten af et vist Kubikmaal Træ eller andet Brændemateriale, da der altid her, foruden andre Forhold, kommer betydelige Luftmellemlum med i Betragtning; Beregning efter en almindelig Vægtfyldeangivelse kommer kun i Betragtning, hvor man har det hele Materiale som en kompakt Masse, kjender Fugtighedsmængden osv. Gjælder det nøjagtigere Bestemmelser til praktisk Brug, maa man foretage flere Vejninger af et bestemt Kubikmaal af Brændselsmaterialet og tage Gennemsnittallet af disse. Ved favnsat Brænde regnes $\frac{2}{3}$ Træmasse og $\frac{1}{3}$ Luftrum, ved Træ af endnu mindre Dimensioner regnes 50 à 60 pCt. Træmasse. Trods det almindelige Træ flyder paa Vand, er dets Vægtfylde dog i Virkeligheden større end Vandets; at den viser sig mindre, skyldes den i Træets Celler indeholdte Luft; udjages denne fuldstændig, har Træ en Gennemsnitsvægtfylde af 1,5. Askemængden i Træ sættes gennemsnitlig til 1 pCt.; den kan iøvrigt variere meget. De yngre Grene indeholde mere Aske end selve Stammen, og Barken er i Særdeleshed rig paa Askebestanddele fra 10 til 15, ja indtil 30 Gange saa meget som der findes i Grenene og Stammens Ved. Med Hensyn til Træets kemiske Bestanddele da bestaar

Hovedmassen af det egentlige Træstof, Cellulose, som danner Cellebygningen hos alle højere Planter; af de øvrige Stoffer, som kunne dannes i Cellerne ved Plantens Livsvirksomhed, saasom Harpixer, flygtige Olier, Gummi, Melstof, Sukker, Garvesyrer, Farvestoffer osv., spiller kun harpix- og de flygtige Olier forsaavidt en vis Rolle som harpix- og olieholdigt (saakaldt „fedt“) Træ lettere tændes end andet. Cellulosen bestaar af Kul, Brint og Ilt: $C_6H_{10}O_5$, Brinten og Ilten ere tilstede i det Forhold, hvori de danne Vand. Varmevirkningen af fuldstændig tørret Træ beregnes til 3600 Varmerenheder, det sædvanlige lufttørrede Træ giver 2700 à 3000 V. E. I det praktiske Liv er imidlertid Nytttevirkningen af et Brændemateriale ikke altid direkte proportional med dets Varmekraft. Paa Grund af Træets stadig stigende Pris tager dets Anvendelse som Brændemateriale ved Metaludsmeltninger mere og mere af; forskellige Jernhytter i Sverrig arbejde dog med Træ.

Trækuls Beskaffenhed kan være meget forskjellig efter den Maade, hvorpaa Forkulningen er udført, Træets Beskaffenhed osv. De inddeles i haarde og bløde Kul, eftersom de ere fremstillede af haarde eller bløde Træsarter, endvidere i Sortkul og Rødkul eftersom Forkulningsgraden er mere eller mindre fuldstændig. Gjennemsnitsaskemængden er 3 pCt., de optage fra 10 til 20 pCt. Fugtighed ved Lagring i Luften, gennemsnitlig 12 pCt. Vægtfylde vexler fra 0,1 til 0,2; ligesom ved Træet skyldes denne ringe Vægtfylde de luftfyldte Porer; den absolute Vægtfylde, altsaa uden Hensyn til Luftrummen, vexler fra 1,45 til 1,55. Udbyttet af Trækul er fra 25 til 27 pCt. af Træets Vægt, efter Rum fra 60 til 70. 1 Kubikmeter Trækul af Naaletræer vejer fra 125 til 180 Kilogram, bløde Løvtrækul 140—200 Kg., haarde Løvtrækul 200—240 Kg. Den gennemsnitlige Sammensætning af Trækul kan angives saaledes: Kulstof 85 pCt.,

hygroskopisk Vand 12 pCt., Aske 3 pCt.; imidlertid er Forkulningen sjælden fuldstændig; der bliver lidt Brint og Ilt tilbage, hvorfor efterfølgende Analyse giver et bedre Billede af den egentlige Gjennemsnitssammensætning af lufttørret Trækul: Kulstof 80,1 pCt., Brint 1,8 pCt., Ilt og Kvælstof 3,1 pCt., Fugtighed 12 pCt., Aske 3 pCt. Varmevirkningen svarer til 6900 Varme-Enheder, medens den for fuldstændig tørre og askefri Trækul vilde svare til 8000 V. E.

Ved de i Naturen væsenlig af Plantedele ved For-
 smuldning eller langsom Forkulning opstaaede Brænde-
 materialier aftager Forholdet mellem Ilt og Brint, efter-
 haanden som Forkulningen er mere eller mindre fremskreden.
 Ilten er det Legeme, som forholdsvis udskilles mest. Af
 S sammensætningen for det rene Træstof, $C_6H_{10}O_5$, have vi
 set, at Brinten og Ilten her ere tilstede i det Forhold,
 hvori de danne Vand, eller 8 Vægtdele Ilt paa hver 1
 Vægt del Brint. Betragter man imidlertid Forholdet mellem
 den Brint og Ilt, som findes i de naturlige Forkulnings-
 produkter, vil man finde, at der er mere Brint tilstede, end
 der behøves for at danne Vand med den tilstedeværende
 Mængde Ilt; denne overskydende Brintmængde har man kaldt
 disponibel Brint, og man mener, at det er denne, som
 fortrinsvis tjener til at danne Gasarter, d. v. s. Kulbrinter,
 under den tørre Destillation; Mængden af disponibel Brint
 spiller tillige en Rolle ved andre Egenskaber hos de for-
 skjellige Kulsorter, saaledes deres Evne til at bage sammen,
 til at give Flamme osv. Omstaaende lille Oversigt viser
 S sammensætningen samt Mængden af disponibel Brint for
 forskellige Brændematerialer:

	%C.	%H.	%O.	$\frac{O}{H}$	$\frac{O}{H}$ Disp. H.
1. Cellulose (Træstof)	44,44	6,17	49,30	8,00	0
2. Træ (Eg)	50,64	6,03	43,33	7,18	0,61
3. Tørv	59,30	5,76	34,94	6,06	1,39
4. Fossilt Træ	57,62	6,06	36,32	6,00	1,52
5. Jordagtig Brunkul	67,50	6,67	25,83	3,87	3,44
6. Almindelige Brunkul	71,80	5,70	22,50	3,95	2,89
7. Tørre Flammekul	74,16	5,57	20,27	3,64	3,03
8. Fede (Gas-) Flammekul	81,64	6,21	12,15	1,96	4,69
9. Fede Kul (Smedekul)	84,00	4,98	11,02	2,30	3,61
10. Fede Kul med kort Flamme	88,81	5,18	6,01	1,16	4,43
11. Magre Kul med kort Flamme	92,34	3,76	3,90	1,04	3,27
12. Anthracit	94,64	2,73	2,46	0,90	2,42

Tørv finder kun en lokal Anvendelse ved Jernværkerne, hvor der findes Moser i Nærheden; den egner sig ikke til længere Transport og er overhovedet ikke altid noget meget økonomisk Brændemateriale; Tørv er efter de forskellige Steder, hvor den findes, af meget variabel Beskaffenhed, den indeholder i lufttørret Tilstand fra 25 til 30 pCt. Fugtighed og kan indeholde fra 1 til 30 pCt. Aske. Tørveasken er hyppig rig paa fosforsure Salte, hvad der ikke er tjenligt ved Jernudsmeltning, dog anvender man et fosforfattigt Tørvekul ved Højovnsdriften i Steiermark, og i Sverig ved Motala, ligesom flere Steder i Tydskland, benyttes Tørv, enten for sig eller blandet med andet Materiale, til Udvikling af Generatorgas til Driften af Puddel- og Sveisovne.

Brunkul, som ere en yngre Dannelse end de egentlige Stenkul, indbefatter et Fællesbegreb for mere eller mindre formuldne eller forkullede organiske Rester og staar imellem Tørv og Stenkul; man plejer at dele Brunkullene i 4 Grupper: 1. fossilt Træ eller Lignit; viser tydelig Træstruktur; 2. jordagtig Brunkul, smuldrer let, hyppig pulverformet; 3. Mosebrunkul, hyppig spaltet, ligner

ofte Stenkul i Udseende, viser ingen Træstruktur; almindelige Brunkul viser som oftest tydelig Træstruktur, ere meget faste, af et jordagtig Brud, giver et brunt Pulver; forekomme meget hyppig. Med Hensyn til Vand- og Askemængde forholde Brunkul sig omtrent som Tørv. I frisk Tilstand indeholde de indtil 30, undertiden endog 50 pCt. Vand, ved Lufttørring synker Vandmængden ned til det Halve, gjennemsnitlig 20 pCt.; Askemængden vexler mellem 3 til 30 pCt.; med Hensyn til Varmevirkning staa de lufttørrende Brunkul stedse højere end det bedste Træ. Mængden af disponibel Brint er hos Brunkullene stedse større end hos Træ og Tørv; dette er i endnu højere Grad Tilfældet med

Stenkullene. Ved disse er den langsomme Forkulning, Formuldningen, videst fremskreden. Mængden af de luftformede Grundstoffer i det oprindelige organiske Legeme er sunket til et Minimum, hvorfor Kulmængden stiger. Ilten og Brinten ere oprindelig tilstede i det Forhold, hvori de danne Vand (i Træs substansen), men da Ilten under Formuldningen forener sig saavel med Kullet som med Brinten, forrykkes Forholdet mellem Ilt og Brint, saaledes at der tilsidst bliver forholdsvis mere Brint tilstede, end der behøves for at danne Vand med den tilstedeværende Ilt; Mængden af denne disponible Brint betinger Stenkullenes Karakter, jo mere Brint Kullene indeholde, desto mere flammegivende ere de. Anthracit, som er den ældste Stenkulsform, indeholder kun meget ringe Mængder Ilt, ofte saa lidet Brint, at den ikke brænder med Flamme. Indeholde Kullene forholdsvis meget disponibel Brint, kalder man dem fede, de egne sig da særlig til Gasfabrikation, dog beror Mængden af Gasudbytte meget paa den Temperatur, ved hvilken Kullene blive destillerede i Retorterne. Trods engelske Videnskabsmænd allerede i Midten af det 17de Aarhundrede vare opmærksomme paa, at der kunde udvikles en brændbar Gas af

Stenkul, hengik der dog mere end 150 Aar, inden man forstod at afvinde dette Forhold en praktisk Interesse. Først 1792 oplyste en engelsk Fabrikant William Murdoch sit Hus med Stenkulsgas, og senere, da han var indtraadt som Deltager i Boulton og Watts Fabrik i Soho, oplystes en Del af Fabriken 1798 med Gas, dog hengik atter en Del Aar, inden Gasbelysning blev almindelig i England, da der fra den offentlige Menings Side var store Vanskeligheder at overvinde. Offenlig Gasbelysning blev først indført i London 1813, da man forsøgsvis oplyste Westminsterbroen. 1815 indførtes Gasbelysning i Paris. — Det Forhold, som Stenkul viser ved Ophedning uden Luftens Adgang, altsaa ved tør Destillation, benytter man som Grundlag for en praktisk Inddeling af selve Kullene. River man forskjellige Sorter Stenkul til Pulver og opvarmer en ringe Mængde af Pulveret i en bedækket Platindigel, indtil alle Gasarter ere uddrevne, saa kan Resten, som bliver tilbage efter de forskjellige Sorter, vise følgende Forhold, enten er den uforandret pulverformet, eller Smaadelene ere sammensintrede uden dog at være opblærede, eller endelig viser Resten et stærkt opblæret, glindsende Udseende, hvad der tyder paa, at Kullene ere undergaaede en Smeltningproces inden fuldstændig Forkulning. I første Tilfælde kalder man Kullene Sandkul, i andet Tilfælde Sinterskul, magre Kul, og endelig i tredje Tilfælde Bagekul, fede Kul. Som Kullene her have forholdt sig i det Smaa, saaledes ville de ogsaa forholde sig i det Store. Foruden de her nævnte Former skælner man endnu et Par Mellemløse, sintrende Sandkul og bagende Sinterkul. Jo større Mængde Kullene indeholde af de Stoffer, som kunne danne flygtige Forbindelser ved den tørre Destillation, navnlig jo mere disponibel Brint de indeholde, desto mere og længere Flamme give de ved Forbrændingen, Flammekul; jo mindre de indeholde af de nævnte Stoffer, jo gasfattigere de ere,

som det kaldes, jo mindre og kortere Flamme give de ved Forbrændingen. Vandmængden i frisk brudte Stenkul varierer meget, i lufttørrede Stenkul er den i Regelen fra 1 til 6 pCt., men kan stige indtil 20 pCt. Askemængden kan ligeledes være højst forskjellig; frisk brudte, reneste Kul indeholde mindst 1,5 pCt. Aske, men Kul med 4—5 pCt. gælde allerede som meget rene; de fleste Kulsorter vise 7—8—10, ja indtil 25 pCt. Aske. Stor Askemængde formindsker ikke alene Brændeværdien, men ogsaa Bage-Evnen. Asken bestaar væsenlig af kiselsure Salte af Kalk, Lerjord, Magnesia, Jernilte og Alkalierne, indeholder tillige svovlsure og fosforsure Salte, hvilke sidste kunne virke meget skadelig ved Jernudsmeltningen. Meget ofte indeholder Stenkul isprængt Svovlkis, et gulligt glindsende Mineral, som bestaar af Svovl og Jern. Ved Lagring i Luften ilter Svovlkisen sig, den udvider sig herved og sprænger Kulstykkerne. Under Forbrændingen af meget svovlkisholdige Kul, saakaldte svovlede Kul, angribes saavel Kjedelpladerne som Ristestængerne stærkt. Iøvrigt sprænges Kulstykkerne ogsaa af andre Aarsager end Svovlkisens Iltning, nemlig dels ved Temperaturforandringer, dels ved selve Kullenes fortsatte Iltning i Luften. Trods Stenkuls kompakte Udseende formaa de dog at fortætte en betydelig Mængde af Atmosfærens Luftarter. Denne Fortætning er ledsaget af Varmeudvikling, derfor forøges Stenkuls Vægt i Begyndelsen ved Lagring for senere at svinde betydelig efterhaanden som Formuldningsprocessen skrider frem understøttet af Atmosfærens Ilt og Fugtighed. Ved disse kemiske Processer udvikles en betydelig Varmemængde, som, naar Varmen ikke afledes, kan give Anledning til Kullenes Selvantændelse, et Fænomen, som hyppig indtræder. Man antog tidligere, at Svovlkisen spillede en Rolle ved Kullenes Selvantændelse, men dette er en Fejltagelse. Selvantændelsen skyldes, at den ved det organiske Stofs fortsatte Iltning udviklede Varme

ikke afledes. De fleste Stenkulsorter indeholde i den egenlige Stenkulmasse ligefrem indkittet yderst porøse Trækulformer; de ere bløde, smitte særdeles let af, pulveriseres ved et Tryk med Fingeren; de findes enten i flade Lag eller meget hyppig som cylindriske Stokke, Rester af forkullede Plantestængler, som ikke ere blevne underkastede samme Tryk som den øvrige Stenkulmasse, hvori de ere indlejrede. Disse porøse Kularter fortætte i høj Grad Luftarter. En vis Fugtighedsmængde beforder porøse organiske Legemers Selvantændelse, saa modsigende dette end kan lyde; det er bekjendt nok, at fugtig Bomuld, Tobak, Hø og andre Plantestoffer let antænde sig selv, medens dette ikke finder Sted ved den fuldkommen tørre Vare. Richters ved Bjergværksskolen i Waldenburg har paavist ved direkte Forsøg, at fugtige Kul i samme Tidsrum optage mere Ilt end mindre fugtige, ligesom jeg selv i flere Tilfælde har havt Lejlighed til at iagttage den Rolle, som en vis Fugtighedsmængde spiller ved forskellige organiske Legemers Selvantændelse. En nærmere Indgaaen paa disse for det praktiske Livs Handel og Vandel iøvrigt saa interessante Forhold vilde imidlertid føre os for langt fra det foreliggende Emne, kun skal jeg bemærke, at det Rumfang af Ilt, som fortættes under almindeligt Lufttryk i porøse Kularter, ogsaa i Stenkul, altid er større, hyppig endog flere Gange større end selve Kullenes Rumfang.

Den forkullede Rest, som bliver tilbage ved den tørre Destillation af Stenkul, er Koks. Dennes Beskaffenhed er selvfølgelig først og fremmest afhængig af de anvendte Kuls Kvalitet, dernæst af den Maade, hvorpaa Destillationen er udført. Koks fremstilles dels som Biprodukt ved Gasfabrikationen, dels i særlige Koksovne, af hvilke man har mange Konstruktioner. Ved Koks fremstilling til Jernudsmeltning tilsigter man at faa et renere Materiale, som brænder uden Røg og Flamme, som ikke mere bager og

som i Følge den større Haardhed og Fasthed kan taale Vægten af en højere Beskikningssøjle i Skaktovnene uden at smuldre.

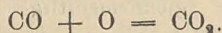
I Praxis opnaas ikke det Resultat, at alle de saakaldte flygtige Bestanddele uddrives af Kullene ved Koksfabrikationen, de indeholde fra 0,25 til 2 pCt. Brint og fra 1,5 til 6 pCt. Ilt i den askefri Masse. Trods dette brænde de dog uden Flamme. Ved Stenkullenes Omdannelse til Koks tilsigter man tillige at befri disse for Svovl; dette lykkes kun ufuldkomment; Erfaringen har vist, at over Halvdelen af Svovlet bliver tilbage i Koksene. Svovlmængden kan udgjøre indtil 2,5 pCt. Askemængden maa ved gode Koks til Jernudsmeltning ikke overstige 10 pCt. Koks er ikke meget hygroskopisk og udtørres ved Lagring i Luften til et Vandindhold af 1 til 3 pCt., men ved Slukningen med Vand, naar de komme ud af Ovnene, og ved Regn kunne de optage store Mængder Fugtighed, som selv efter flere Dages Forløb kan beløbe sig indtil 17 pCt. Alle Koks ere blærede eller porede; til Jernudsmeltning kan kun anvendes fast, smaaporet Koks (Cinders), af graalighvid Farve, metallisk Glands og god Klang; den maa ikke svømme paa Vand saaledes, som det er Tilfældet med den storblærede Gaskoks. Vægten af 1 Kubikmeter Koks sættes gennemsnitlig til 420 Kilogram. Vægtfylden af selve Koksmassen uden Porer vexler mellem 1,2 og 1,9. Fastheden (Modstanden mod Tryk) ligger mellem 44 til 80 Kilogram pr. Kvadratcentimeter. Varmevirkningen af 1 Kilogram Koks anslaaes til 8000 Varme-Enheder. — De luftformede Brændselsmaterialier, som anvendes ved Jernfabrikationen, ville blive omtalte under Jernet.

Naar Kul brænder, enten det er rent Kul eller Kul i organiske Forbindelser, saa forener det sig med Ilt, men der kan herved dannes to Forbindelser, efter som Forbrændingen er mere eller mindre fuldstændig, i Forhold

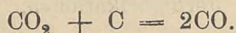
som Iltten faar Lejlighed til at træde i Forbindelse med Kullet. Ved den fuldstændige Forbrænding dannes Kulsyre, hver 3 Dele Kul træder i Forbindelse med 8 Dele Ilt, eller efter Atomforholdet 1 Atom Kul forbinder sig med to Atomer Ilt til et Molecule Kulsyre, svarende til 12 Vægtdele Kul = C + 32 Vægtdele Ilt = O til 44 Vægtdele Kulsyre = CO₂.

Ved den ufuldstændige Forbrænding dannes en Forbindelse, som kaldes Kulilte; hver 3 Dele Kul træder i Forbindelse med 4 Dele Ilt, efter Atomforholdet 1 Atom Kul = C, svarende til 12 Vægtdele, forbinder sig med et Atom Ilt = O, svarende til 16 Vægtdele, hvorved dannes et Molecule Kulilte = CO.

Kulsyren er en farveløs Luftart uden Lugt, som er betydelig tungere end den atmosfæriske Luft; Vægtfylden med atm. Luft som Enhed er = 1,5241. Kulilte er ligeledes en farveløs Luftart uden Lugt; dens Vægtfylde i Forhold til atm. Luft er = 0,96799. Medens Kulsyren er det højeste Forbrændingsprodukt af Kullet og saaledes selvfølgelig ikke kan vedligeholde Forbrænding, men slukker enhver Ild, er Kulilten derimod brændbar, den antændes henimod 300° C. og brænder med en blaa Flamme til Kulsyre:



Leder man en Strøm af Kulsyre over stærkt glødende Kul, foregaar der en Reduktion af Kulsyren til Kulilte, 1 Molecule Kulsyre optager et Atom Kul, hvorved dannes 2 Moleculer Kulilte:



Denne Proces foregaar ganske almindelig i vore Ovne; dér, hvor Trækket træder ind, hvor den livligste Forbrænding foregaar, dannes Kulsyre, idet denne passerer de højere liggende glødende Kullag, omdannes den til Kulilte,

hvilken atter brænder til Kulsyre, idet den træder ud af Kullaget, forudsat at der her er en tilstrækkelig høj Temperatur tilstede. Den blaa Flamme, som vi hyppig se over Trækuls- eller Koksild, er brændende Kulilte. Aldeles den samme Proces foregaar i Højovnene ved Jernudsmeltningen og i andre Smelteovne, idet Kulsyren passerer de højere liggende glødende Lag, reduceres den til Kulilte, den blaa Flamme, som ses brænde i Ovnens øverste Aabning, Gigten, er Kulilte.

Jeg skal her tillade mig en lille Digression fra det foreliggende Æmne for at omtale de sidstnævnte Stoffers Forhold i sanitær Henseende. Kulsyren er en kvælende Luftart, men kan egentlig ikke kaldes direkte giftig; vi leve og aande stadig i en kulsyreblandet Atmosfære, saaledes som jeg omtalte det i mit første Foredrag; men vore Lunger ere indrettede til at aande med atmosfærisk Luft og med den ringe Mængde Kulsyre, som denne indeholder, 4 à 6 Rumdele Kulsyre paa 10,000 Rumdele Luft. Stiger Kulsyremængden betydelig over dette Tal i den Luft, hvori vi opholde os, vil Organismen ikke faa den tilstrækkelige Ilttilførsel, og Følgen bliver en skadelig Virkning paa Sundhedstilstanden, som dels kan yttre sig ved øjeblikkeligt Ildebefindende, f. Ex. naar Folk faa ondt i store Forsamlinger, Kirker, Theatre osv., dels, naar den kulsyreholdige Luft indaandes gennem et længere Tidsrum, ved en Svækkelse af Almenvelbefindendet. Derfra stammer ogsaa for en stor Del Forskjellen i Udseende paa Stueluftsbørn og Friluftsbørn. Jo mindre Rummet er, jo ringere Adgang der er til Luftfornyelse, desto mere fremtrædende er Virkningen. Forøges Kulsyremængden, foruden hvad Mennesket selv ved Aandedrættet udgyder i Luften, endnu ved Belysningsmidlerne eller ved utætte Opvarmingsapparater, kan det stadige Ophold i smaa, slet ventilerede Rum ligefrem virke forkortende paa Livsvarigheden. Hvor Forholdene nødvendigvis byde, at

Mennesker maa opholde sig flere Timer ad Gangen i smaa Rum, f. Ex. i Lukaerne og Kahytterne i Skibe, dér er ubetinget Belysning ved elektrisk Lys og Opvarmning ved Damp eller varm Luft at foretrække, men derfor er Nødvendigheden af en god Ventilation dog ikke udelukket, thi disse Rum ere i Regelen saa smaa og ofte saa godt beskyttede mod Luftfornyelse ved Træk gennem Døre, Sprækker og Vinduer, at Luften hurtig bliver overfyldt med Kulsyre blot ved et enkelt Menneskes Ophold i den. Man regner gjennemsnitlig, at et voxent Menneske i Timen udaander omtrent 18 à 21 Liter Kulsyre i Luften, eller forbrænder omtrent 12 Gram Kulstof ved Aandedrættet i Timen; der er selvfølgelig her individuelle Forskelligheder; jeg skal dog ikke nærmere gaa ind paa dette Forhold, men kun omtale, at den Første, som har Fortjenesten af at have udført exakte Forsøg over den Mængde Kulsyre, som Mennesket i forskellige Aldere, i Hvile og i Arbejde, om Dagen og om Natten udaander, er vor Landsmand Kemikeren Eduard August Scharling. Nogle Talstørrelser ville bedst oplyse, hvorledes Kulsyremængden stiger i lukkede Rum, dels ved Belysningsmidlerne, dels ved Aandedrættet.

I et Rum paa 100 Kubikmeters Luftindhold brændtes forsøgsvis Petroleum, Gas og Lampeolie, saaledes at Belysningen svarede til 10 Normalflammer. Kulsyremængden i 10,000 Rumdele af Luften gjengives i nedenstaaende Tabel:

Brændetid	Petroleum	Gas	Olie
1 Time	9,29	7,08	5,37
2 —	14,56	13,42	10,38
3 —	17,79	15,13	11,90
4 —	18,11	15,62	12,29

I en Børssal, som mellem Kl. 12 til 1 om Formiddagen var besøgt af omtrent 5000 Mennesker, fandtes Kl.

2 og 45 Min. 244 Rumdele Kulsyre i 10,000 Rumdee Luft. I en Sideloge i 3die Etage i et Theater fandtes Kl. 6 og 15 Min. 86,5 Rumdele Kulsyre i 10,000 Vol. Luft, Kl. 10 og 3 Min. om Aftenen var Kulsyremængden 254 Vol. i 10,000 Vol. Luft. I et Skolelokale paa 100,84 Kubikmeters Luftindhold, hvori der befandt sig 37 Personer, udgjorde Kulsyremængden ved lukkede Vinduer Kl. 9 Form. 130 Vol. i 10,000 Vol. Luft, derimod Kl. 11 Form. 505,1 Vol. i 10,000 Vol. Luft. — Efternævnte Tal udtrykke Kulsyremængden i Vægt i 10,000 Vægtdele Luft:

Drivhus med grønne Planter, om Dagen	1
Foredragssal, ikke ventileret, efter 900 Menneskers	
Ophold i 1½ Time	103
Ventileret Soveværelse (henad Morgen)	4
Ventileret Sygestue i et Hospital	8
Sygestue, ikke ventileret	80
— — —	58
Skolestue, ufuldkommen ventileret	47
Samme, ikke ventileret	87
Lukket Stald, henad Morgen	105
Samme Stald, ventileret, henad Morgen	22
Fængselscelle med en Fange, ventileret med 45 Kubik-	
meter frisk Luft i Timen	13

I intet af de her nævnte Tilfælde steg Kulsyremængden til 1000 à 1200 Rumdele paa 10,000 Rumdee Luft (10 à 15 Vol. pCt.); i en saadan Blanding brænder endnu et Lys, men den er højst farlig for Sundheden og skal endog temmelig hurtig hidføre Døden; allerede et længere Ophold i en Atmosfære, som indeholder 300 à 500 Vol. paa 10,000 Vol. (3 à 5 pCt.) anses for livsfarligt; man kan ikke noksom gjøre opmærksom paa Nødvendigheden af god og rigelig Ventilation; der findes kun altfor talrige Exempler paa, at Mennesker ere blevne

kvalte ved Indespærring i for smaa Rum, i Fængsler, i Vagtlokaler, i Bjergværker, i Kaserne, i de tidligere Slaveskibe og endelig i Udvandrer-skibe. Iøvrigt er den individuelle Modstand mod Kvælning i stærk kulsyreblandet Luft højst forskjellig; de svageste Individer og de med de mindste Lunger gaa selvfølgelig først til Grunde. Af 146 Individer, som indespærredes i et Fængsel med 400 ☐ Fod Gulvflade, fandtes den næste Morgen 123 Døde. Af 28 Personer, som indespærredes i et Vagtlokale med 36 ☐ Fod Gulvflade og kun 6 Fod til Loftet, fandtes næste Morgen 4 Døde.

Lejlighedsvis skal bemærkes, at Luften over Havet om Dagen er noget rigere paa Kulsyre end om Natten, sandsynligvis paa Grund af Solens opvarmende Indflydelse, hvorved om Dagen uddrives noget mere af den i Havvandet opløste Kulsyre. Vor Landsmand, Kemikeren Bernhard Lewy, som levede i Paris og har store Fortjenester af den atmosfæriske Lufts Undersøgelse, fandt i Luften over Atlanterhavet Kl. 3 om Morgen 3,346 Vol. og Kl. 3 Efterm. 5,42 Vol. Kulsyre i 10,000 Vol. Luft. Som man ser, er denne Kulsyremængde i alle Tilfælde normal.

Stiger Kulsyremængden betydelig, 30 pCt. og mere, følger Kvælning og almindelig Lammelse næsten øjeblikkelig. I gamle Brønde, i ubeboede Kældere, i Lastrum i Træskibe, udvikler og ophober sig efterhaanden Kulsyre. Kulsyren stammer her dels fra Jordbunden, dels fra for-
muldende organiske Stoffer; man har saaledes fundet, at Træ, saavel tørt som fugtigt, i indelukkede Rum efterhaanden kan forandre al Ilten til Kulsyre. Stiger et Menneske ned i en saadan med Kulsyre overfyldt Atmosfære, er han i Regelen redningsløst fortabt. Den tunge Kulsyreluft standser Aandedrættet, Respirationsorganerne ere ikke istand til atter at udstøde den, der følger en øjeblikkelig Lammelse. Ved Redningsforsøg i saa Tilfælde

maa man anbringe vedkommende Individ i en Stilling med Hovedet nedad og søge at fremkalde kunstig Respiration, navnlig ved at trykke afvexlende paa Maven. Der hængaar ikke noget Aar, uden at der falder adskillige Mennesker som Offre for deres Uforsigtighed eller Uvidenhed ved Nedstigning i gamle Brønde o. l. Et brændende Lys slukkes øjeblikkelig i en Atmosfære af ren Kulsyre, og, som Exempel paa denne Luftarts Tyngde, kan man hælde den fra et Kar til et andet og vise dens Tilstedeværelse derved, at den slukker Lyset; man kan derfor ogsaa hejse Kulsyren op fra Brønde, Kældere o. l. ved tomme Spande. Flere Steder i Naturen udstrømmer betydelige Mængder af Kulsyre fra Jorden, uden at den hurtig faar Lejlighed til at blande sig med den atmosfæriske Luft, f. Ex. i Huler og Grotter, lave Dale, i vulkanske Egne. Saadanne Gifthuler findes i Frankrig, i Tydskland, i Italien, i Amerika o. fl. S. Almindelig bekjendte ere Gift dalen paa Java og Hundegrotten ved Neapel; Luften i sidstnævnte viser, efter to Analyser, tagne til forskjellige Tider, følgende Sammensætning:

Kulsyre	67,1	73,6
Ilt.....	6,5	5,3
Kvælstof	26,4	21,1
	100,0	100,0

Man skal i ældre Dage have benyttet disse Huler til Henrettelse af Forbrydere; ogsaa i vor Tid har man foreslaaet at foretage Henrettelser paa en ublodig og hurtig Maade ved Kvælning i en Kulsyre-atmosfære.

Medens Kulsyren virker kvælende og i mindre Mængde skadelig paa Organismen, fordi dens Tilstedeværelse formindsker Iltmængden i den respirerede Luft, er Kulilte derimod en direkte giftig Luftart. Indeholdt selv i meget smaa Mængder i Luften, og trods der er tilstrækkelig Ilt tilstede til Aandedrættets Vedligeholdelse, virker den

dog dræbende. Foruden ved de metallurgiske og kemiske Processer, kan Kulilte i det daglige Liv komme i den Luft, vi indaande, ved Fyrfade med Gløder, Kulvarmebækkener, Kulstrygejern, naar Spjældet drejes for ulmende Gløder i Kakkellovnen, ved osende Lamper osv. (i Vinteren 1880 forefaldt en Kulilteforgiftning med dødelig Udgang ombord i et Skib i Havnen her i Kjøbenhavn, forårsaget ved en osende Petroleumslampe). Man kjender talrige Forgiftningstilfælde og næsten alle med dødelig Udgang ved denne farlige Luftart, hvorfor man ikke noksom kan anbefale Forsigtighed, hvor den kan have Lejlighed til at udvikle sig. Naar den udvikles af forskellige Belysnings- og Brændselsmaterialer, som indeholde Brint og Ilt foruden Kullet, er den som oftest ledsaget af andre stinkende Luftarter, navnlig Kulbrinter; denne giftige Blanding har man kaldt Kulos eller Kuldamp; det er en almindelig udbredt Anskuelse, at de stinkende Luftarter netop er det farlige ved Kuldampen, og at der ikke er nogen Fare at befrygte, naar man ikke mærker nogen Lugt; men det er netop Kulilten, som er den mest farlige Bestanddel, og, naar denne udvikler sig af rene Trækuls- eller Koksgløder, er den ikke ledsaget af den mindste Lugt. Naar et Brændselsmateriale er meget askeholdigt, og dets Gløder derfor bedækkede af et Lag Aske, hindrer denne Luftens tilstrækkelige Adgang og der dannes da altid Kulilte. Som Exempler paa dens store Giftighed skal jeg anføre, at atmosfærisk Luft, blandet med 2 Rumfangs Procent Kulilte, dræbte Duer i Løbet af 3 Minuter; 1 Procent dræbte Mus og Smaafugle i 2 Minuter, og 5 Procent virkede næsten øjeblikkelig dræbende. Luften i et Værelse, hvori en Hund døde som Følge af Kulos, viste følgende Sammensætning

Kulsyre	4,61.
Ilt	19,19.
Kvælstof	75,62.
Kulilte	0,54.
Kulbrinter	0,04.
	100,00.

En Kemiker, som for at forsøge Luftartens Virkning paa Mennesker, tog et Aandedrag af den rene, ublandede Kulilte, faldt strax baglæns om, var uden Bevidsthed og Følelse i en halv Time, tilsyneladende livløs og næsten uden Puls. Kun ved at indblæse ham ren Ilt i Lungerne lykkedes det at bringe ham tillive igjen, men han var længe syg derefter. — Overalt hvor jeg har haft Lejlighed til at omtale Kullets Ilter, saavel i Tale som Skrift, har jeg betragtet det som en Pligt at henlede Opmærksomheden paa ovennævnte Forhold, som desværre endnu langtfra ere saa almindelig bekjendte, som de burde være; der falder aarlig her i Landet nogle Menneskeliv som ufrivillige Offre enten for Kulsyren eller Kulilten.

Efter denne lille Afvigelse skal jeg dernæst gaa over til at omtale et andet Stof, som spiller en stor Rolle i Jernfabrikationen, nemlig Silicium.

Silicium er ligesom Kulstof et af de mest udbredte Grundstoffer paa vor Jordklode og kunde i mange Forhold passende kaldes den uorganiske Verdens Kulstof. Ligesom Kulstof med Ilt danner en Syre, Kulsyre, saaledes danner Silicium en tilsvarende Forbindelse, Kisel-syre. Har vor Klode i en af sine Udviklingsperioder befundet sig i en glødende, smeltet Tilstand, saa har Siliciumforbindelserne udgjort en væsenlig Bestanddel af den egentlige Klodemasse, medens Kulstofforbindelserne maa antages hovedsagenlig at have befundet sig i den glødende Atmosfære, som omgav Klodekærnen. De kulsure Salte, som vi nu træffe som Mineralier, paa vor Klodes Overflade

kunne ikke eksistere ved høje Temperaturer. Kiselsyren er derimod et ildfast Legeme, den kan ikke forflygtiges, og Hovedmassen af den os bekjendte Del af Jordskorpen, Klippe-, Bjerg- og Stenarter samt deres Forvittringsprodukter, udgjøres af Kiselsyre og kiselsure Salte.

Silicium findes ikke frit i Naturen, men kun i den ene Forbindelse, Kiselsyre, der optræder som Sand, Kvarts, Kisel, Opal, Bjergkrystal og flere andre Former, samt i et overordentlig stort Antal Salte. Disse kiselsure Salte, Silikater, ere meget hyppig ikke enkelte Salte, Foreninger af Kiselsyren med en enkelt Base, men som oftest Dobbeltsalte, Dobbelt-silikater, Foreninger af to kiselsure Salte med forskjellig Base, f. Ex. kiselsur Kalk + kiselsur Lerjord, eller kiselsur Magnesia + kiselsur Lerjord eller Jernilte osv., ligesom ogsaa de forskjellige Dobbeltsilikater forekomme blandede. I ældre Dage regnede man Sand til de gamle Kemikeres saakaldte Jordarter. Da man vidste, at den var en væsenlig Bestanddel af Kunstproduktet Glas, kaldte man den glasdannende Jord. Den svenske Kemiker Torbern Bergmann opstillede den i Midten af forrige Aarhundrede som en særegen Jordart, der stod i Klasse med Kalk og Magnesia; man betragtede den altsaa nærmest som en Base. Da Lavoisier havde paavist, at Metalkalkene vare sammensatte Legemer, og da Humphry Davy i 1807 og 1808 havde udskilt Metallerne Kalium og Natrium, formodede man, — i mange Tilfælde med Rette, — at andre tidligere som Jordarter ansete Legemer, hvilke det endnu ikke var lykkedes at adskille, maatte have en lignende Sammensætning, altsaa bestaa af Metal og Ilt; dette var saaledes ogsaa Tilfældet for Kiseljordens Vedkommende. Da fremsatte Englænderen Smithson 1811 den Anskuelse, at Kiseljord ikke var et Metalilte, en Base, men tværtimod maatte anses for en svag Syre, og kort efter paaviste Sverigs store Kemiker Berzelius, at denne Kiselsyre var en af de mest ud-

bredte og vigtigste Syrer i Mineralriget. Dog lykkedes det først Berzelius 1823 at isolere Grundstoffet i Kisel-syren, Silicium; det fører det kemiske Tegn Si, Atomtallet er 28. Kiselsyrens Formel er SiO_2 . — At Silicium var et Grundstof, der stod i Familie med Kul, anede man dengang ikke, ligeledes antog man, at Kiselsyren var sammensat SiO_3 , hvilken Formel man finder i alle ældre Lærebøger. Senere have mange Kemikere arbejdet med Silicium, navnlig Franskmanden H. Deville og Tyskeren Wöhler; det blev ved deres Arbejder bevist, at Silicium kan optræde ligesom Kul i tre Former, diamantagtig, grafitagtig og amorft Silicium. Senest er det ved lange Rækker interessante Arbejder blevet bevist, at Silicium er et Stof, som staar i nær Slægtskab med Kul; det hører til en Grundstoffamilie, hvis enkelte Led ere: Kul, Silicium, Tin, Platin. Vor Landsmand, Lektor i Kemi, Dr. phil. S. M. Jørgensen, har leveret et smukt Bidrag til Beviset for Analogierne mellem de nævnte Grundstoffer.

Man kjender kun to forholdsvis let opløselige kisel-sure Salte, kiselsur Natron og kiselsur Kali, almindelig bekjendte under Navnene Natronvandglas og Kalivandglas. De findes ikke i Naturen, men fremstilles ad kunstig Vej i de kemiske Fabriker. Alle andre kiselure Salte ere, ligesom de tilsvarende kulsure Salte, uopløselige eller meget tungt opløselige, d. v. s. 1 Del af Saltet fordrer enorme Kvantiteter Vand for at opløses. Gaa de kisel-sure Alkalisalte, kiselsur Kali og kiselsur Natron i Forbindelse med andre Silikater, dannes som oftest let smeltelige Dobbeltsalte; Glas er saaledes et Dobbeltsilikat af kisel-sur Natron med kiselsur Kalk (Natronglas) eller kiselsur Kali med kiselsur Kalk (Kaliglas); naturligvis kan Glasset efter de anvendte Materialers Renhed indeholde større eller mindre Mængder af andre Silikater; det grønne Bouteilleglas skylder sin Farve en ringe Mængde kiselsur

Jernforilte, det brune Bouteilleglas indeholder kiselsur Jerntvrilte. Forskjellige andre kiselsure Metalsalte benyttes ved Fremstillingen af de farvede Glassorter.

Silicium har Interesse for os ved Jernfabrikationen, ikke alene fordi Kiselsyren er en væsenlig Bestanddel af Slakken, som netop er en Blanding af forskjellige smeltelike Dobbeltsilikater, men ogsaa fordi selve Grundstoffet Silicium er en vigtig Bestanddel i Jernet.

Jeg skal nu omtale to Stoffer, som næsten altid ledsage Jernet, og som høre til de skadelige Bestanddele i dette, nemlig Fosfor og Svovl.

Fosfor er et Grundstof, som forekommer overordenlig udbredt i Naturen, men ikke i fri Tilstand; ligesom Silicium optræder det kun i iltet Tilstand som Fosforsyre, og denne igjen kun i Forbindelse med forskjellige Baser, navnlig med Kalk. De fosforsure Salte optræde kun sjælden i større Mængder paa et enkelt Sted, men findes udbredte overalt i Jordbunden; fra denne optages de af Planterne og gaa fra disse over i Dyreverdenen; vi have alt under Kul set, at de højere Dyr's Benbygning for en væsenlig Del bestaar af fosforsur Kalk. Asken af Brændselsmaterialer, som benyttes ved Jernudsmeltningen, indeholder fosforsur Kalk; ligesom fosforsure Salte, Fosfater, hyppig ledsager Jernertserne i Naturen; derfra stammer Fosforet i Jernet.

Fosfor blev opdaget og først fremstillet 1669 af en Alkymist Brandt i Hamborg; han holdt imidlertid sin Fremstillingsmaade hemmelig; denne blev kort efter selvstændig fundet og offentliggjort af en i den Tid meget bekjendt Kemiker Johan Kunkel. Dog fandt Fosforet først teknisk Anvendelse i Begyndelsen af Trediveerne i vort Aarhundrede, da man begyndte at fabrikere de fosforholdige Svovlstikker. Fosforet ilter sig let i Luften, anbringer man det paa en slet Varmeleder, f. Ex. et Underlag af Papir, Træ eller Kul, vil det efter nogen

Tids Forløb bryde i Brand. Allerede ved almindelig Temperatur brænder det, men Forbrændingen er langsom og svag; der udvikles herved Lys, men saa svagt, at det kun kan iagttages, hvor der ikke er stærkere Lys tilstede, Fosforet lyser i Mørket, som det kaldes; ved denne langsomme Iltningsproces dannes Fosforsyring, og der udvikles herved Varme, som efterhaanden, naar den ikke afledes, kan stige indtil 60° C., Fosforets Antændelsestemperatur; det hele Stykke Fosfor vil da bryde i Brand og brænde med en klar Lue til Fosforsyre. Anbringer man derimod Fosforet paa en god Varmeleder, f. Ex. en Metalskaal, vil det ikke bryde i Brand, men langsomt under Luftens Indvirkning flyde hen til en tyk Opløsning af Fosforsyring, en Proces, som ved et nogenlunde stort Stykke Fosfor kan tage flere Maaneder. — Fosforet kan, ligesom Kul og Silicium, omendskjønt det langtfra hører til samme Gruppe eller Familie som disse, optræde i forskellige Former med helt afvigende Egenskaber. Dette mærkelige Forhold, at det samme Grundstof, uden at der kommer nogensomhelst anden Bestanddel til, kan optræde i to eller flere Former med højst forskellige Egenskaber, har man kaldt Allotropi, Grundstoffernes allotropiske Tilstande. Ved Fosforet kjende vi fire saadanne; naar Fosforet nylig er fremstillet, er det et gjennemsigtigt, glasagtigt Legeme, hvidt gjennemsigtigt Fosfor; man opbevarer det under Vand, for at undgaa Selvantændelse, herved lider det Forandring og gaar efterhaanden, navnlig i de ydre Lag, overtilen hvid, ugjennemsigtig Modifikation; man antog tidligere, at denne var en Forbindelse af Fosfor og Vand, et Fosforhydrat, men det er ikke saa; den bestaar kun af Fosfor, men, som det synes, i en anden Krystalform end det sædvanlige gjennemsigtige. En langt mere gennemgribende Forandring lider Fosforet, naar det ophedes uden Luftens Adgang til en Temperatur mellem fra 240° til 580° C. Det forandres herved til en rød, rødbrun eller rødligviolet

Masse. Man antog tidligere, at denne røde Modifikation, som ogsaa kan danne sig ved Lysets Indvirkning paa Fosfor, var et lavere Ilte af dette, men det er bevist, at Legemet kun bestaar af Fosfor; endvidere antog man, at det var et amorft, ukrystallisabelt Legeme og kaldte det amorft Fosfor; men det er bevist, at det røde Fosfor, som danner sig ved Ophedning mellem $240-250^{\circ}$ C. (Fosforets Kogepunkt ligger ved 278° C.) ved yderligere Ophedning, selvfølgelig med Udelukkelse af al iltholdig Luft, til højere Temperaturer henimod 580° C. danner tydelige Krystaller; i denne Form anvendes det ogsaa nu almindelig i Tekniken. Det røde Fosfor ilter sig ikke saaledes som det hvide ved almindelig Temperatur, det er uopløseligt i de Vædsker, som opløse hvidt Fosfor, det har en anden Vægtfylde end dette og har ikke den giftige Virkning paa Organismen som hvidt Fosfor, foruden at det frembyder flere andre Forskjelligheder fra dette. Det kan ved Ophedning atter overføres til hvidt Fosfor. Endelig kjender man en særegen allotropisk Form for Fosforet, saakaldt sort eller metallisk Fosfor, som kan faas ved at opløse Fosfor i smeltende Metaller; ved Afkøling udkrystalliserer da det sorte Fosfor; altsaa en lignende Proces som ved Grafitdannelsen i smeltende Støbejern. Fosforet hører til en Grundstoffamilie, som indeholder følgende Led: Kvælstof, Fosfor, Arsen, Antimon, Vismut. Det kemiske Symbol er P. Atomtallet 31. Fosfor indgaar let i Legeringer med forskellige Metaller; en yderet ringe Mængde af Fosfor gjør mange Metaller særdeles sprøde og skjøre; den samme Virkning viser sig ogsaa ved Jern; naar Jernet er koldskjært, er denne skadelige Egenskab i Reglen betinget af Fosforindholdet.

Svovl er et af de Grundstoffer, man har kjendt længst; saa langt vor historiske Kundskab rækker, findes det omtalt og benyttet. Dets kemiske Tegn er S. Atomtallet — 32. Svovlet forekommer dels frit i Naturen, dels i tal-

rige Forbindelser. I Luftform findes det som Svovlsyrling i vulkanske Egne, som Svovlbrinte ved Forraadnelsen af svovlholdige organiske Stoffer. Det forekommer som opløselige svovlsure Salte, svovlsur Natron, svovlsur Magnesia o. a. i mange Mineralkilder, i fersk Vand og i Havvandet. Uopløselige eller tungt opløselige svovlsure Salte, Sulfater, findes aflejrede som mægtige Minerallag, Gibs er svovlsur Kalk, Calciumsulfat med to Moleculer Krystalvand, $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$, samme Sammensætning har det smukt krystalliserede Marieglas; en vandfri Form af Calciumsulfat er Anhydrit; Tungspat er svovlsur Baryt; Cölestin, svovlsur Strontian. De opløselige svovlsure Salte kaldtes tidligere Vitrioler; Jernvitriol og Kobbervitriol forekommer flere Steder i Naturen, navnlig i Bjergværker, hvor de danne sig ved Iltning af Svovljernet og Svovlkobberet. I enorme Mængder findes Svovlet dernæst som Svovlmetaller; Jern, Kobber, Bly, Antimon, Vismut, Zink, Sølv o. fl. optræde i Mineralriget som Svovlmetaller. Det frie Svovl findes i størst Mængde paa Øen Sicilien; man regner, at omtrent $\frac{9}{10}$ af det Svovl, som aarlig bruges, stammer fra denne Ø. En af Hovedanvendelserne for Svovl er til Svovlsyrefabrikationen; i Aaret 1840 steg Prisen paa det sicilianske Svovl til henimod det tredobbelte, fordi den neapolitanske Regjering havde overdraget Svovlhandelen som Monopol til et fransk Konsortium; ved diplomatiske Forhandlinger og den engelske Regjerings meget truende Holdning lykkedes det dog atter at faa Monopolet hævet, men i Mellemtiden havde de engelske Svovlsyrefabrikanter forsøgt at anvende det i store Masser ogsaa i England forekommende naturlige Svovljern, Svovlkisen, til Fabrikationen; omendskjønt mange efter Monopolets Ophør vendte tilbage til det sicilianske Svovl, som leverer en renere, navnlig arsenikfri Syre, medens den af Svovlkisen fremstillede altid er mere eller mindre arsenikholdig, da det naturlige Svovljern indeholder endel

Svovlarsen, saa fortsattes dog stadig Bestræbelserne for at indføre Svovlkis i Svovlsyrefabrikation, og i Nutiden fremstilles den meste Svovlsyre af dette Mineral.

Svovlkis, Jernkis, Pyrit bestaar af en Forbindelse af et Atom Jern med to Atomer Svovl, FeS_2 . Den forekommer overordentlig udbredt i Naturen, i de ældste som yngste Formationer; ved Omtalen af Kul nævnedes, hvorledes den findes aflejret i Stenkullene. Den optræder som nyreformede, kugleformede, krystallinske Masser eller i veluddannede Krystaller. Det er et metalglindsende, messinggult, haardt Mineral. Ved Anvendelsen til Svovlsyrefabrikationen brændes Svovlkisen, saaledes at Størstedelen af Svovlet brænder til Svovlsyring, som behandles videre, medens der bliver en fast Masse tilbage i Ovnene, Svovlkisresterne, hvori Jernet er brændt til Jerntveite; de indeholde dog altid en hyppig ikke ringe Procentdel Svovl. Man bortkastede tidligere disse Rester som værdiløse, idet der navnlig ikke kunde være Tale om at anvende dem til Jernudsmeltning paa Grund af deres store Svovlindhold; det er imidlertid ved engelske Kemikeres Bestræbelser lykkedes at fjerne Svovlet saa fuldstændig af disse Rester, at de kunne bringes i Højovnene med mindre Svovlindhold, end der findes i mange til Jernudsmeltning benyttede naturlige Ertser.

Svovl forbinder sig overordentlig let med Jern, f. Ex. ved Sammensmeltning, ved Rødgldhede dannes letsmelteligt Svovljern; man kan vise Svovlets store Tilbøjelighed til at gaa i Forbindelse med Jern ved at blande Jernfilspaan med Svovlpulver og befugte Massen med Vand, efter kort Tids Forløb opheder Blandingen sig betydelig, og der dannes Svovljern; ogsaa kan man blande 3 Dele Jernpulver med 2 Dele Svovlblomme og ophede denne Blanding paa et enkelt Punkt, Foreningen foregaar da under livlige Ildfænomener, Jernet brænder i Svovlet, det Hele sammensmelter til en fast Masse. Det paa den ene eller

anden Maade kunstig fremstillede Svovljern har imidlertid helt andre Egenskaber end den naturlig forekommende Svovlkis; det kunstig fremstillede er enkelt Svovljern, bestaar af et Atom Jern i Forbindelse med 1 Atom Svovl, FeS . Det er ogsaa denne Forbindelse, som dannes og overgaar i Jernet, naar Ertserne eller Brændselsmaterialet indeholder Svovl; i næsten alt Jern findes ringe Mængder Svovl, men overstiger Svovlmængden visse Grændser, hvorom skal tales i et følgende Foredrag, bliver Jernet rødskjørt.

Foredraget var ledsaget af Forsøg med flere af de omhandlede Stoffer. I ovenstaaende Referat har Foredragsholderen tilføjet en Del oplysende Talstørrelser og Bemærkninger.

Mødet hævedes, efter at Dirigenten havde meddelt, at Kandidat Schleisner vilde fortsætte sit Foredrag i et paafølgende Møde.

Mødet den 29de Marts 1887.

Dagsordenen var:

Kandidat Schleisner vil fortsætte sit med Experimenter ledsagede Foredrag om Jernet, særlig med Hensyn til dets Anvendelse i Skibs- og Maskinbygning.

Mødet dirigeredes af Formanden, Kaptajn Jespersen, der gav Ordet til

Kandidat Schleisner, der holdt følgende Foredrag: Inden jeg gaar over til at omtale selve Jernsorternes Fremstilling, skal jeg endnu berøre et Stof, som er af væsenlig Betydning i Nutidens Jernfabrikation, nemlig Metallet Mangan.

Jern hører til en Grundstoffamilie med forholdsvis mange Repræsentanter, blandt hvilke skal nævnes: Aluminium, Jern, Mangan, Chrom, Nikkel og Kobolt. Alle disse Metaller kunne indgaa i Raajernet ved Udsmeltningen i Højovnene og findes hyppig i mindre eller større Mængder i dette, enten som tilfældige Iblandinger hidrørende fra Ertserne, eller forsætlig tilsat, navnlig for Mangans Vedkommende, ved Anvendelsen af stærkt manganholdige Jernertser eller selve Manganmineralier.

Manganet er et Metal af graalig-hvid Farve og ligner i ydre Udseende i høj Grad Jernet. Det ilter sig særdeles let i Luft og Vand. Selv Mangan, fremstillet i smaa Bar-

rer og tilsyneladende af meget kompakt Beskaffenhed, henfalder efter nogen Tids Forløb til et brunt, voluminøst Pulver af Mangantveilde, naar det opbevares saaledes, at Luften har Adgang til det. Selve det rene Manganmetal har aldeles ingen teknisk Anvendelse, frembyder kun videnskabelig Interesse, og for at beskytte det mod Iltens Indvirkning maa det opbevares i en Atmosfære af Brint i tilsmedede Glas eller under Stenolie. Manganets kemiske Symbol er Mn. Atomtal 55.

Som en Følge af det her Sagte er det fremlysende, at Manganmetallet ikke kan forekomme frit i den os bekjendte Natur. Det hører til et af de mest udbredte Metaller i Naturen, men forekommer kun i iltede Forbindelser; af disse findes et meget betydeligt Antal forskellige Manganmineralier, blandt hvilke jeg dog kun skal nævne det vigtigste og i størst Mængde forekommende, nemlig Brunstenen eller Pyrolusit. Brunsten er Manganoverilte MnO_2 ; dette Mineral findes i mange forskellige Former, krystallinsk, straalet, bladet, pulverformet o. s. v. af højst vexlende Renhed, mere eller mindre blandet med andre Stoffer; det vindes navnlig i stor Mængde i Nassau, Ungarn og det sydlige Spanien. Foruden i de øvrige Manganmineralier findes Manganets Ilt overordentlig udbredte som Bibe-standdel af andre Mineralier; mange Jernertser, Spatjernsten og Brunjernsten indeholde ofte ikke ubetydelige Mængder Manganforbindelser; ligesaa findes det almindelig udbredt i Jordbunden, optages af Planterne og kan fra disse gaa over i de dyriske Organismer, hvor det ledsager Jernet i Blodet. I ældre Dage tillagde man Brunstenen Navnet sort Magnesia og henregtede den til Jordarterne. De svenske Kemikere Bergmann og Scheele førte først 1774 Beviset for, at Brunsten var en eiendommelig metallisk Forbindelse, og det lykkedes deres Landsmand J. G. Gahn 1775 at isolere Manganmetallet. Reduktionen af Manganmetallet hører til de vanskeligste kemiske Reaktio-

ner, dels fordi det holder saa kraftigt paa Ilten, har saa stor en Affinitet til Ilt, som det hedder i Kemien, dels fordi det reducerede eller friggjorte Metal atter saa let ilter sig ved de høje Temperaturer, ved hvilke det fremstilles, hvorfor det særlig maa beskyttes mod Luftens Indvirkning under Operationen. Først ved stærk Hvidglødhede virker Kul reducerende paa Manganets Ilt. Det rene Mangan-metal er ikke magnetisk.

Endnu skal jeg anføre, at de almindelige i Handelen gaaende Jernsorter hyppig indeholde Arsenik, om end kun i en yderst ringe Mængde. Belin fandt ved Undersøgelsen af 40 Prøver Jerntraad, at de 25 af disse indeholdt Arsenik. Arseniken er tilstede som en Legering af Arsen-metal med Jern. Med Hensyn til Indvirkningen paa Jernets fysikalske Egenskaber spiller Tilstedeværelsen af Arsenik samme Rolle som Fosfor.

Ved Højovnsprocessen, som forholdsvis mindre interesserer os her, foregaar den første Reduktion af Jernet af Ertserne og Dannelsen af det mest kulholdige Jern, Raajernet. Imidlertid er Arbejdet ved Højovnene i de senere Decennier i mange Tilfælde undergaaet væsentlige Forandringer, navnlig af Hensyn til de nyere Metoder i Smedejern- og Staalfabrikationen. I mit første Foredrag gav jeg en almindelig Oversigt af Kulindholdet i de tre Hovedformer for det i Tekniken anvendte Jern. Medens man i tidligere Tider i den mindre Produktion søgte at fremstille samt ogsaa kunde opnaa at faa Smedejern og Staal direkte af Ertserne ved Reduktion og en svagere Kulning af det reducerede Jern, saa er Raajernet nuomstunder vel det udelukkende Begyndelsesmateriale til Fremstilling af Smedejern og Staal. Raajernet med fra 2,3 til 5,75 Procent Kul lader sig ikke strække og ikke svejse, men smelter ved en Temperatur mellem 1400 til 1600 ° C. Staalet med fra 0,6 til 2,3, gennemsnitlig 1,5 pCt. Kulstof er strækkeligt og lader sig svejse; det smelter ved en højere Temperatur

end Raajernet, omtrent 1800° C. Staalets mest fremtrædende ejendommelige Egenskab er den, at det lader sig hærde; i glødende Tilstand er det blødt, men ved pludselig Afkøling bliver det haardt. Smedejernet med fra 0,1 til 0,5 pCt. Kulstof er strækkeligt og svejsbart, men det lader sig ikke hærde, og hvad Smelteligheden angaar, da ligger Temperaturen for denne saa højt, omtrent 2000° C., at den ikke lader sig opnaa i vore almindelige metallurgiske Ovne; Smedejernet udvandtes derfor hidtil ikke i smeltet Tilstand, men i den dejgagtige, sejge Konsistens, som det antager ved meget høje Temperaturer, men ved Bessemerprocessen opnaar man at fremstille Smedejernet i smeltet Tilstand. Navnet Staal blev af nærliggende praktiske og kommercielle Grunde overført paa flere af de ved de nyere Metoder fremkomne Jernsorter, som fabrikeredes i flydende Tilstand, f. Ex. Bessemerstaal, Martinstaal, blødt Staal, mildt Staal o. s. v., og det uden Hensyn til Kulstofindholdet og uafhængigt af om vedkommende Produkt lod sig hærde eller ej. Saaledes var det til Kjedelplader anvendte Bessemer- og Martinstaal med 0,15 til 0,20 pCt. Kulstof, eller til Skinner med 0,25 pCt. Kul, aldeles ikke i Stand til at hærdes og derfor at betragte som Smedejern. Senere har man set, at man ved Fabrikation af et Produkt med visse Mængder Mangan, Silicium eller andre Stoffer kunde trykke Kulstofmængden ned under de traditionelle 0,6 pCt. som Grændsen mellem Smedejern og Staal og dog derved faa et Metal, der forholdt sig som Staal og lod sig hærde. Der var efterhaanden herved opstaaet stor Forvirring i Begreberne med Hensyn til, hvad der skulde betegnes som Smedejern og hvad som Staal. For at faa et Holdepunkt for Inddelingen foreslog Greinert og Franskmanden Jordan, at man skulde kalde enhver hammerbar Jernsort, som var fremstillet i dejgagtig Tilstand eller ved Sammensvejsning, altsaa ikke ved Smeltning, for Smedejern, medens man ved Staal skulde betegne enhver ham-

merbar Jernsort, som var fremstillet i flydende, altsaa smeltet Tilstand, f. Ex. Bessemer-, Martin-, Støbestaal o. s. v. Denne Inddelingsmaade var imidlertid langt fra i Stand til at hæve Forvirringen og tog aldeles ikke noget Hensyn til den for Staal saa fremtrædende Egenskab at kunne hærdes, hvorfor ogsaa denne Inddeling blev bekæmpet fra forskjellige Sider, saavel videnskabelige som industrielle. For at faa Spørgsmaalet løst paa en fyldestgørende Maade foranstaltede „American Institute of mining Engineers« i Anledning af Philadelphia-Udstillingen 1876, at en international Komité af bekendte Fagmænd blev nedsat med det Hverv at fastsætte nøjagtige Bestemmelser for Begreberne Smedejern og Staal. Komitéen kom til at bestaa af følgende Fagmænd: Lowthian Bell, P. Tunner, L. Gruner, H. Wedding, Rich. Åkermann, A. L. Holley og T. Egleston. Efter grundige Undersøgelser kom Komitéen til det Resultat at foreslaa den industrielle Verden følgende Nomenklatur for de smedelige Jernsorter. Ser man bort fra det kemisk rene Jern, som ingen teknisk Anvendelse har, saa inddeles det i Industrien anvendte Jern først i to Hovedgrupper: usmedeligt Jern, d. v. s. Raajern, Støbejern, og smedeligt eller hammerbart Jern; for sidstnævnte Gruppe foreslog den internationale Komité følgende Inddeling:

1. Enhver smedelig Jernsort, indeholdende dette Metals sædvanlige Bestanddele (d. v. s. Jern legeret med Kul, Silicium og Mangan) og fremstillet enten ved Forening af dejagtige Masser eller ved Pakettering eller en hvilken-somhelst anden Fremgangsmaade undtagen fuldstændig Smeltning af Produktet, som tillige heller ikke lader sig hærde i nogen kjendelig Grad, kort de Jernsorter, som man hidtil har betegnet med Navnet Smedejern, blødt Jern (wrought iron), skal fremtidig betegnes med Navnet Svejsjern (engelsk: weld iron; fransk: fer soudé; svensk: Välljern; tydsk: Schweisseisen).

2. Enhver paa tilsvarende Maade fremstillet smedelig Jernsort, som af en eller anden Aarsag lader sig hærde og som nærmest svarer til det, man nuomstunder kalder naturligt Staal, hammerbart Staal, eller særlig pudlet Staal, skal for Fremtiden benævnes Svejsstaal (eng.: weld steel; fransk: acier soudé; svensk: Vällstål; tysk: Schweisstahl).

3. Enhver smedelig Jernsort, indeholdende dette Metals sædvanlige Bestanddele, som oprindeligt er fremstillet og udstøbt i smeltet Tilstand, men som ikke lader sig hærde i nogen kjendelig Grad, skal fremtidig betegnes Flusjern (engelsk: ingot iron; fransk: fer fondu; svensk: Götjern; tysk: Flusseisen).

4. Enhver paa tilsvarende Maade som i Punkt 3 fremstillet smedelig Jernsort, som af en eller anden Aarsag lader sig hærde, skal fremtidig kaldes Flusstaal (engelsk: ingot steel; fransk: acier fondu; svensk: Götstål; tysk: Flusstahl).

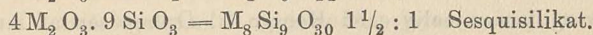
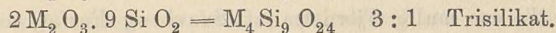
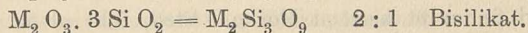
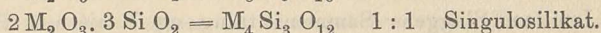
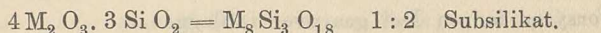
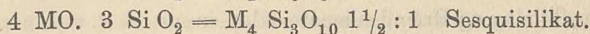
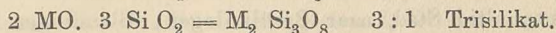
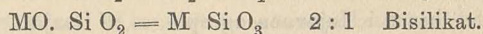
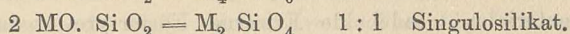
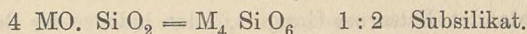
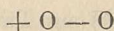
Som man ser, tager denne Inddeling Mærke paa Fremstillingsmaaden, om Jernet er produceret i dejgagtig, ikke fuldstændig smeltet Tilstand og sammensvejsset, eller om det er udbragt af Ovnene i smeltet Tilstand, samt om det lader sig hærde. Kulindholdet spiller ikke længere nogen absolut afgjørende Rolle. Denne Inddeling er meget god og svarer til Nutidens Behov, den benyttes i videnskabelige og tekniske Værker, men i den industrielle Verden er den ikke bleven almindelig adopteret. I Praxis er det ikke alene nok at kjende den kemiske Sammensætning af en Jernsort for at afgjøre, om den skal henregnes under Begrebet Smedejern eller under Staal, man maa ogsaa prøve, om den lader sig hærde, samt foretage forskellige andre Prøver for at afgjøre dens Brugbarhed eller bestemme dens Kvalitet.

Jeg skal nu kortelig berøre Raajernfremstillingen eller Højovnprocessen. Ved denne tilsigter man at reducere de naturlige Jernertser ved Hjælp af kulholdigt Brændselsma-

teriale, dernæst at lade det reducerede Jern optage Kul, hvorved det omdannes til smelteligt Raajern, samtidig søger man at udskille de Ertserne ledsagende usmeltelige Stenarter som en smeltelig Slagge. Arbejdet foretages i de saakaldte Højovne eller Masovne, en forvansket Udtale af Marsovne; som omtalt i et tidligere Foredrag gav man i ældre Dage Jernet Planeten Mars' Symbol; disse Ovne kaldes ogsaa enkelte Steder Blaaovne, egentlig Blæseovne, idet førstnævnte Navn er dannet ved en forvansket Udtale af det engelske to blow. De vigtigste Jernertser ere tidligere omtalte. Inden Ertserne blandede med Brændselsmaterialet kunne bringes i Højovnen, maa de underkastes forskellige forberedende Arbejder; blandt disse hører den kemiske Undersøgelse af deres Metalindhold ligesom ogsaa af de ledsagende Stenarters Beskaffenhed og Mængde for derefter at bestemme Tilslaget og Beregningen af Slaggens Sammensætning. Meget fattige Ertser ere selvfølgelig ikke fordelagtige at forarbejde, men paa den anden Side foretrækker man erfaringsmæssig Ertser med et Middelindhold af Metal, 30—40 pCt., fremfor rigere Ertser. Det er kun sjældent, at Ertserne ved Brydningen erholdes i en saadan Størrelse, i hvilken de egne sig til at bringes i Højovnen, hvorfor de større Stykker først maa knuses til en passende Størrelse. Endvidere søger man ved at lade Ertserne forvitte i Luften og ved Vadskning af fjerne forskellige fremmede Bestanddele, dels iltes en Del af Svovlet og Arsenikkisen ved denne Behandling, dels fjernes vedhængende Sand og Ler. Saadanne forvitrede og udludede Ertser give baade en Besparelse i Brændselsmateriale og et bedre Raajern end ved Anvendelsen af selve de raa Ertser. Endelig underkastes Ertserne en Ophedning, en Ristning, dels med, dels uden Luftens Adgang. Herved blive Ertserne mere møre og løse, saa de lettere lade sig reducere; dernæst uddrives Vand og Kulsyre og af Kuljernsten tillige flygtige Kulbrinter, hvorved man senere undgaar et Tab af Varme

i Højovnen, som ellers vilde medgaa til Uddrivelsen af disse Forbindelser. Ved Ristning under Luftens Adgang iltes tillige Jernforilte i Spatjernsten eller Magnetjernsten til Jernveilte, som lettere lader sig reducere. Til de her nævnte mekaniske forberedende Arbejder anvendes forskellige Maskiner, Apparater og Ovne, af hvilke man har flere Konstruktioner, som stadig underkastes Forbedringer.

Som omtalt, er Beregningen af den Slagge, man tilsigter at danne, af stor Vigtighed. Ertserne indeholde altid en Del Stenarter, bestaaende af Kalk, Magnesia, Lerjord og Kiselsyre, men sjelden i et saadant Forhold, at de uden Tilsætninger danne en letsmeltelig Slagge. Som berørt i forrige Foredrag under Omtalen af Silicium kan Kiselsyren danne et meget stort Antal Salte med Metalilterne. Dobbelt-silikater, Forbindelser af to forskellige kiselsure Salte, smelte altid lettere end de enkelte Salte for sig. Man sørger derfor stedse ved Beskikningen af Højovnen for, at der er to forskellige Baser tilstede i saa rigelig Mængde i Forhold til Kiselsyren, at der kan dannes Dobbelt-silikater. Forholdet mellem Basemolekuler og Syremolekuler i de ved Jernudsmeltningen optrædende Slagger vexler mellem 4:1 og $1:1\frac{1}{2}$, fra basisk Fjerdedels Silikat til surt halvandet Silikat. Metallurjerne lægge imidlertid ikke dette Forhold til Grund for deres Inddeling, men benytte hertil Antallet af Iltatomer i Baserne ($+ 0$) og i Kiselsyren ($- 0$). Betegne vi med M et Metalradikal, saa have de Baser, som i Almindelighed optræde i Slaggerne, Formlen MO (Kalk, Magnesia, Jernforilte, Manganforilte) eller M_2O_3 (Lerjord, Jernveilte, Mangantveilte), og vi faa da følgende Silikatformler, som i Metallurgien betegnes med de hosføjede Navne:



I Slaggerne forekomme disse Silikater blandede eller rettere smeltede sammen. Højovnslaggerne naa sjelden de yderste Led; Sub- og Trisilikater forekomme næsten ikke, i de fleste Tilfælde nærme de sig Singulosilikatet eller staa imellem dette og Bisilikatet. Hovedbestanddelen af Højovnslaggerne er et Dobbelsilikat af kiselsur Kalk og kiselsur Lerjord; undertiden er Kalken for en Del erstattet af Magnesia, ligesom der ogsaa kan optræde kiselsur Baryt i Slaggen. Indholdet af Alkalier er i Reglen af underordnet Betydning, de stamme fra Træasken, hvor Højovnene drives med Trækul, eller fra alkalisk Tilslag. Tillige findes altid Silikater af Mangan og Jern i Højovnslaggen. Paa Grund af den Vanskelighed, hvormed Mangans Ilt reduceres, kan det ikke undgaas, at der altid finder betydelige Tab af Mangan Sted ved Slaggedannelsen, derimod bør der kun indgaa ringe Mængder Jernsilikater i Slaggen, naar Gangen i Højovnen ledes rigtig. Desuden indeholder Højovnslaggerne næsten altid ringe Mængder Silikater af Kobber og andre fremmede Metaller, som kunne være tilstede i Jernertserne; i underordnet Mængde findes tillige Svovlmetaller, Svovlcalcium og Svovlbaryum, som dels stamme fra Svovlet i Ertserne, dels fremkomme ved Reduktion af

Gibs (svovlsur Kalk) og Tungspat (svovlsur Baryt), som findes iblandet Ertsernes Gangart, eller hidrøre fra Brændselsmaterialet. Indeholde Ertserne Fosforsyre, reduceres Fosforet let heraf i Højovnen og optages af Raajernet; dette finder især altid Sted, naar Beskikningen, Blandingen af Ertser, Tilslag og Brændselsmateriale, er sur, d. v. s. rig paa Kiselsyre; er den derimod basisk, stærk kalkholdig, kan Fosforsyren for en Del gaa over i Slaggen.

Imellem Slaggens Sammensætning og Raajernets Beskaffenhed finder et bestemt Forhold Sted, ikke alene med Hensyn til en mulig Fjernelse af Svovl og Fosfor, men ogsaa og fornemmelig med Hensyn til Optagelsen af Kulstof og Silicium i Jernet. Silicium reduceres saameget desto lettere jo rigere Beskikningen er paa Kiselsyre, jo mere sur den er. Til graat Raajern holdes derfor Slaggen næsten altid mere sur end til hvidt Raajern. Samtidig spiller den Temperatur, ved hvilken Slaggen dannes og smelter, en stor Rolle med Hensyn til Optagelsen af Silicium i Raajernet; Slaggen maa i saa Tilfælde være tungsmeltelig. Dette kan opnaas dels ved Tilslag af megen Kiselsyre, dels ved megen Kalk og Lerjord; imidlertid foretrækker man næsten altid det første, f. Ex. hvor Højovnene drives med Trækul, hvis ikke andre Grunde træde hindrende i Vejen. Et saadant Tilfælde foreligger, hvor man skal fremstille et saavidt muligt svovlfrit Støbejern med Koks som Brændselsmateriale; som tidligere omtalt, indeholde Koks betydelige Mængder Svovl i Sammenligning med Trækul; kun en meget kalkholdig Slagge er i Stand til at forhindre Svovlets Indgaaen i Raajernet, men en saadan basisk Slagge fordrer mere Brændsel, en meget høj Temperatur af Blæsevinden og virker ugunstig paa Reduktionen af Silicium.

Af det her Sagte vil det fremgaa, hvor nødvendigt det er at foretage omhyggelige Analyser med Hensyn til Beskikningens Sammensætning; herefter beregnes Tilslaget

for de forskjellige Tilfælde. Saakaldte selvgaende Ertser, d. v. s. saadanne, som fra Naturens Haand indeholde de slaggedannende Stoffer i det rette Forhold, forekomme yderst sjelden. Man anvender enten surt eller basisk Tilslag. Da imidlertid Gangarten i Ertserne og Asken i Brændselet næsten uden Undtagelse indeholder overvejende Kiselsyre, saa anvendes i Reglen basisk Tilslag. Som saadant bruger man Kalksten (kulsur Kalk), der forekommer i forskjellige Former og af meget forskjellig Renhed, eller Dolomit og dolomitholdig Kalk. Dolomit er et meget udbredt Mineral, som bestaar af kulsur Kalk og kulsur Magnesia. Behøver man at indføre Kiselsyre i Beskikningen, saa anvendes Kvarts eller Sand, behøves Lerjord og Kisel-syre, saa bruges Lerskifer af bekjendt Sammensætning som Tilslag. Samtidig med Tilsetningen af Tilslaget blander man fattigere og rigere Ertser med hinanden. Fosforholdige Ertser anvendes i mange Højovne til Puddelraajern, idet et ringe Fosforindhold forøger Svejsbarheden af Skinnepaketterne. Som omtalt søger man at fjerne Svovlet ved et forøget Kalktilslag; det er i det Hele taget ejendommeligt for den nyere Udvikling i Højovndriften, at man stedse mere bestræber sig for at danne basiske, kalkrige Slagger, efterhaanden som Produktionen tiltager samtidig med, at man anvender stærkt opvarmet Blæsevind. I Belgien og i Cleveland Distriktet har man anvendt brændt Kalk som Tilslag istedetfor Kalkstenen; der skal herved opnaas en Besparelse i Brændsel, som Lowthian Bell anslaar til $\frac{3}{4}$ Centner pr. Ton Raajern. Naar man vil fremstille et manganrigt Raajern, maa Kalktilslaget i Almindelighed forøges stærkt.

Det vilde føre os for vidt her at komme ind paa Højovnenes Konstruktioner, Gangen og Driften af samme. Kun skal bemærkes, at man omtrent i Midten af det 15de Aarhundrede begyndte at bygge Højovne med Blæsevind; de vare da omtrent 25 Fod høje, og man træffer endnu Høj-

ovne med Trækulsdrift af denne Højde, men efterhaanden ved Driften med Koks ere de forøgede til 40—60, endog til 120 Fods Højde. I England, Fereyhill 32 Meters Højde; i Clevelanddistriktet i Reglen til 29,8 Meter; i Tyskland, Belgien, Frankrig og Rusland ved mindre faste Koks fra 15—17—18 indtil 22 Meter. Ogsaa Ovnenes Kapacitet er stegen betydelig; den øverste Del af Ovnen, Mundingen, kaldes Gigten; derefter følger den egenlige Skakt, som paa det videste Sted kaldes Kulsækken; den underste Del af Ovnen, hvori Raajernet og Slaggen smelter ned, kaldes Stellet. Ved de større Dimensioner af Ovne har Gigten en Vidde af c. 6 Meter, Kulsækken 9 til 9,5 Meter og Stellet c. 3 Meter. For omtrent 20 Aar siden beløb en Højovns daglige Produktion sig gjennemsnitlig til 400 à 500 Centner, nu hører 1500 à 1800 Centner ikke til det usædvanlige. Den nødvendige Blæseluft føres ind forneden i Ovnen; de herhen hørende Apparater ere undergaaede mange forskellige Konstruktioner i de senere Aar, ligesom man nu anvender særegne Apparater til at opvarme Blæseluften, inden den træder ind i Ovnen.

Efter at en Højovn er sat i Gang, sker Beskikningen med Ertsblandingen fra oven gennem Gigten og fortsættes uafbrudt, indtil Smeltekampagnen af en eller anden Aarsag afbrydes, f. Ex. af Mangel paa Erts og Kul, Mangel paa Afsætning for Produktet, at Ovnen beskadiges, daarlig Gang i Processen o. l. En saadan Smelteperiode kaldes Blæsning og kan være af meget forskjellig Varighed efter de lokale Forhold. I Sverig angives en Blæsning i Almindelighed at vare 30 til 40 Uger og længere, men iøvrigt kan Tiden for en saadan Smeltekampagne eller uafbrudt Drift af Ovnen variere fra 1 til 30 Aar; den varer i Nutiden dog i Reglen ikke over 5 til 10 Aar. Standser Driften fuldstændig, udblæses Ovnen, som det kaldes, men man kan ogsaa foretage midlertidige Standsninger, idet man ved særlige Foranstaltninger sørger for, at Ovnen ikke taber sin Varme.

Indførelsen af Brændselsmateriale og Ertsblanding sker periodisk i afvekslende Lag gennem Gigten, efterhaanden som der ved Raajernets Nedsmeltning og Brændselets Forbrænding bliver Plads. Disse paa en Gang i Ovnens bragte Ladninger af Brændsel og Ertsblanding kaldes selv Gifter (paa Svensk: uppsättningar), hvorimod man ved Sats forstaar Forholdet mellem begge Smeltmaterialer med Brændselet som Enhed. Størrelsen af Ovnens Gigt og dens Rumindhold, Bredde o. s. v. staar i bestemt Forhold til hverandre, og retter sig efter Beskaffenheden af Brændselet og Ertserne, navnlig deres Fasthed. Faste Koks og grove Ertser fordrer store Gifter, medens man ved Trækul, møre Koks og mulmede Ertser anvender mindre Ovne med snevrere Gifter. Medens man ved Trækulsovne anvender enkelte Ladninger (Gifter) af fra 125 til 480 Kilogram Trækul og 250 til 1000 Kilogram Ertsblanding, stiger man ved Koks-ovnene til 1000 à 4000 Kilogram Brændsel og 1500 til 8000 Kilogram Ertsblanding. Den Tid, som de faste Masser bruge for at naa fra Gigaabningen til Udstøbningsformene, retter sig efter den større eller mindre Letthed, hvormed Ertserne reduceres, Ovnens Størrelse og Driftens Ledning; som korteste Tid har man hidtil fundet 6 Timer, længste Tid 60 Timer. I Almindelighed varer Processen 18 à 36 Timer.

For at forklare de kemiske Processer, som Raamaterialerne undergaa ved deres Gang gennem Højovnen, har man tænkt sig det indre Rum i denne delt i forskellige Zoner eller Bælter. Forneden i Ovnens kommer Brændselet sammen med et Overskud af Blæsevind og forbrænder derved for Størstedelen til Kulsyre, mindre til Kulilte. Der opstaar herved saa stor en Varme, som ikke findes i nogen anden Del af Ovnens; denne Del kalder man Forbrændingsbæltet. Kulsyren baner sig Vej gennem de højere liggende glødende Lag af Erts og Kul og afgiver herved en Del af sin Ilt til Kullet, saaledes at der opstaar Kulilte

(se forrige Foredrag S. 232), men samtidig dannes andre Forbindelser, navnlig Cyan, en Forening af Kul- og Kvælstof. Kvælstoffet i den atmosfæriske Luft, som under Forbrændingsprocessen er berøvet Ilten, træder i den høje Temperatur sammen med Kullet til Cyan, CN , hvis Dannelse begunstiges af de alkaliske Bestanddele i Brændselets Aske, hvorved opstaar Cyanalkalier, som ligeledes fordampe og spille en væsenlig Rolle ved Overførelsen af Kulstof i Jernet. — Den første Forandring, som Beskikningen, Ertset og Brændselet lider, efter at være styrtet gennem Gigten i Højovnen, er en foreløbig Opvarmning i den Del, som findes nærmest under Gigten og kaldes Forvarmebæltet, hvis Højde er afhængig af de opadstigende Luftarters Temperatur; Forvarmebæltet er saameget desto større, jo hurtigere Temperaturen i Skakten tager af fra neden op efter. Her uddrives Fugtighed og muligt Hydratvand, ligesom den hele Masse opvarmes til den for Begyndelsen af Reduktionen nødvendige Temperatur. Dernæst følger Reduktionsbæltet, som begynder, hvor Ertserne have opnaaet en Temperatur af $300-400^{\circ} C.$ og holder op dér, hvor Masserne begynde at sintre sammen; her begynder Kulilten at virke reducerende paa de glødende Ilter. Det er dog kun selve Jernets Ilter, som reduceres her; arbejder man med Spatjernsten, Ferrocarbonat eller kulsur Jernforilte, foregaar Reduktionen af dette først i en højere Temperatur dybere i Ovn, hvis man ikke ved den tidligere omtalte forudgaaende Ristning har uddrevet Størstedelen af Kulsyren og forandret det til Jerntveilte. Under Reduktionsprocessen, mener man, begynder ogsaa Jernets Optagelse af Kulstof, Carboniseringen eller Kulningen, ligesom Slaggedannelsen begynder. Disse Processer fuldendes i det næste Bælte, Smeltebæltet; det smeltede Raajern og Slaggen dryppe ned gennem det først omtalte Forbrændingsbælte til Overbunden, hvor de lejre sig efter deres forskellige Vægtfylde og udtappes. Ved den høje Tempe-

ratur i det underste Ovnrum reduceres ogsaa Silicium af Kiselsyren og optages af Raajernet. Manganreduktionen befordres ved et Overskud af Brændselsmateriale, stærkt ophedet Blæsevind og kalkrig Slagge. I Virkeligheden maa man ikke forestille sig disse Zoner eller Bælter samt de til disse svarende Processer som skarpt afgrænsede; alt efter Ertsernes Beskaffenhed, eftersom de ere mere eller mindre lette at reducere, finder Reduktionen Sted i de højere eller lavere Dele af Ovnen; de omtalte Bælter gaa derfor jævnt over i hinanden. Undersøgelser af Åkerman, Bell og Tunner have vist, at Jernertsernes Reduktion egentlig først gaar fuldstændig for sig i den underste Del af Ovnen, og at Kulstofoptagelsen finder Sted dér i en overraskende kort Tid, hvilket kun kan forklares ved Cyanets energiske Virkning. De nævnte Forskeres Iagttagelse er ogsaa bleven bekræftet af Andre, saaledes fandt Schimmelbusch, at Kalksten i Højovnene i Hochdahl ved Düsseldorf endnu havde omtrent Halvdelen af sin Kulsyre i en Højde af 2 til 3 Fod over Udtapningsaabningerne for Raajernet, medens Ertser, som vare vanskelige at reducere, saasom Jernglands, Hæmatit og Friskningsslagge, næsten endnu vare uforandrede paa dette Sted i Ovnen. Imidlertid reduceres dog en stor Del af Jernet ogsaa i de højere Lag i Ovnen. Lowthian Bell har fundet, at Jernertser allerede ved 300—400 ° C. delvis reduceres af Kulilte, men samtidig udskilles herved et meget finfordelt Kul; ligeledes har Gruner iagttaget, at Kulilte under den forenede Indvirkning af Jernilter og metallisk Jern i Varmen udskiller et grafitagtigt jernholdigt (5 til 7 pCt. Jern) Kul, som afsætter sig i en inderlig Blanding med Jernertserne i de højere Dele af Ovnen og i en væsenlig Grad maa bidrage til at fremme Reduktionen.

Foruden de sædvanlige Sorter Raajern, nemlig graat Støbejern og hvidt Raajern til Pudling, fremstilles ogsaa i den nyere Tid graat, siliciumholdigt Bessemer-Raajern og

manganrigt Spejljern med højt Kulindhold, ligesom fosfor- og manganholdigt Thomas-Raajern. De største Mængder Bessemer-Raajern blive vel fremstillede i Barrow og Workington i England af den bekendte Hæmatit fra Cumberland og Nordlancashire med et Gjennemsnitsudbytte af 56 til 59 pCt. Som Tilslag til disse rige Ertser bruges en ren Kalksten og en mager, leret Jernmalm fra Antrim. Cumberlandhæmatitjernet indeholder indtil 5 pCt. Mangan og 1,29 til 1,92 pCt. Silicium, desuden noget Titan. I Frankrig fremstilles Bessemer-Raajernet af Jernglads fra Elba og Magnetjernsten fra Algier, i Østerrig og Tyskland fremstilles det mest af ristet Spatjernsten.

De Slaggemængder, som fremkomme ved Højovnsprocessen, ere meget betydelige; de udgjøre efter Rumfang mindst det dobbelte, under ugunstige Omstændigheder endog det fem- eller sexdobbelte af det producerede Raajerns Volumen. Til deres Anbringelse lægges Beslag paa saa store Stykker Grundflade, at man stedse har bestræbt sig for at finde Metoder til en eller anden Anvendelse for Slaggen, som kunde skaffe den af Vejen. De talrige Anvendelser, som efterhaanden i Tidens Løb ere blevne foreslaaede, have imidlertid kun lagt Beslag paa saa ringe Kvantiteter, at de endnu stedse ere til stor Byrde. Blandt Anvendelserne skal særlig nævnes mange Forsøg paa at bruge Slaggen til Brolægnings og Bygnings Øjemed, hvortil den ogsaa ofte egner sig godt; man har anvendt den, som den er, til Macadamisering, dels blandet med Koksaske og lidt Kalk til Mursten; man finder ofte saadanne Slaggeteglværker forbundne med Højovnsdriften. Granuleret eller pulveriseret Slagge blandet med forholdsvis lidt Kalk giver en bindende Mørtel, der endog kan bruges som Surrogat for Cementbelægning til Gulve. Til den egentlige Cementfabrikation kan kun bruges en meget basisk, af sig selv henfaldende Slagge. Selve denne Slagge har man allerede længe brugt som Forfalskningsmiddel for

Cement; imidlertid kan der ved Tilsætning af de manglende Bestanddele og videre Behandling virkelig fremstilles en god Cement af den, hvorfor man undertiden finder saadanne Cementfabriker forenede med Højovnsdriften. Endnu skal omtales den saakaldte Slaggeuld, som vakte megen Opsigt paa Wiener-Verdensudstillingen 1873, men som er et Produkt, man bør advare mod til den Hovedanvendelse, det har fundet, nemlig som Isolerings- og Pakningsmateriale for Dampledninger o. l. Slaggeulden fremstilles ved at lede en Dampfstraale i den endnu smeltede Slagge, som man lader flyde ned i en tynd Straale forbi Dampen, hvorpaa Produktet opfanges i et Kammer. Ulden bestaar af lange, tynde Traade blandede med smaa Slaggekugler, lignende Asbest eller tyndt spundet Glas. Trods man opfanger dette Stof i et lukket Kammer, udbreder der sig dog tynde, fine, næsten usynlige Slaggenaale i Luften i Omegnen, hvor de virke meget skadelig paa Arbejdernes Lunger. Men selv om dette kunde forhindres ved bedre Konstruktioner for Opfangningen, saa er Slaggeulden et farligt Materiale for de Ledninger, som den skal beskytte, idet den indeholder Svovlcalcium, hvorved den efterhaanden helt fortærer Ledningerne eller de Jerndeale, hvormed de ere i Berøring. Bruger man Slaggeuld i Stedet for Asbest eller som Blandingsmiddel for dette til Asbestfilt eller Asbestpakninger, opstaar selvfølgelig de samme Ulæmper. Slaggeuldfabrikationen er derfor næsten ophørt ved de fleste Højovne; kun anvendes endnu undertiden større Mængder til Pakning af underjordiske Telegrafkabler.

Et andet Biprodukt ved Højovnprocessen er Gigtgassen, de Luftarter, som strømme ud af Ovnens øverste Aabning, altsaa egenlig den forbrændte atmosfæriske Luft, som er passeret gennem Ovn. Den bestaar i det væsentlige af Kvælstof og Kulilte; iøvrigt varierer dens Sammensætning betydelig efter Gangen i Højovnen, dog kan

følgende Oversigt betragtes som Gjennemsnitssammensætningen:

	Rumfangsprocent	Vægtprocent
Kvælstof	60	58
Kulilte	24	24
Kulsyre	12	17
Brint	2	0,2
Kulbrinter	2	0,8

Den frie Brint hidrører fra Adskillelse af den i Luften indeholdte Fugtighed; Kulbrinter stamme fra Brændselet; desuden indeholder Gigtgassen altid vexlende Mængder medrevet Støv af Brændselet, Ertser og Aske, samt Vanddampe. Naar man lader Gigtgassen forbrænde frit i Luften, staar den som en høj, lysende Flamme op over Ovnene, men, efter at man var blevet opmærksom paa at anvende den Varme, som Gigtgassen udvikler ved sin Forbrænding, ere Højovnene blevne forsynede med saakaldte Gasfangere i Forbindelse med Fyldetragte til Indførelse af Beskikningen; af disse Apparater har man mange forskellige Konstruktioner. Gassen benyttes da til Opvarmning af Blæsevinden og til Dampkjedlerne, som drive Blæsemaskinerne; har man Overskud af Gas, bruges den bedst til Kjedelfyring for andre Øjemed, hvorimod den tidligere Anvendelse til Ristning af Ertserne, til Svejsning og Pudling for en Del nu er opgivet.

Selve det udsmedede Hovedprodukt ved Højovnsprocessen, Raajernet, har, som tidligere berørt, forskellige Egenskaber efter Fremstillingsmaaden; det indeholder stedse foruden Kulstof tillige Silicium eller Mangan, som oftest begge, samt ringe Mængder Svovl og Fosfor, undertiden Kobber. Rent Jern kan optage indtil 5,6 Procent Kulstof, men under Tilstedeværelse af Silicium og Svovl forhindres i Reglen Optagelsen af mere end 4 Procent. Silicium fortrænger Kullet eller erstatter det; i et Siliciumraajern med 11,3 Procent Silicium fandt man saaledes i Alt kun

1,6 Procent Kulstof; det hører ikke til det usædvanlige i Raajern, som ikke specielt er fremstillet med Hensyn til højt Siliciumindhold, at finde 6 à 8 Procent af dette Stof; saaledes har man i graat Støbejern fra Dowlais fundet 7,46 Procent og i hvidgraat Støbejern fra Woolwich Arsenal 8,2 Procent Silicium. Svovlet, som optræder i en forholdsvis ringe Mængde i Støbejernet, spiller kun en forsvindende Rolle ved Kulstoffets Fortrængning. Derimod beforder Mangan Optagelsen af Kulstof; Spejljernsorter med indtil 10 Procent Mangan ere de kulrigeste, og i Raamangan har man endog fundet 7,3 Procent Kulstof.

I graat Raajern er Størstedelen af Kulstoffet aflejret i Form af Grafit, som smaa Krystalblade, mellem Krystallerne af det mindre kulholdige Jern; i det hvide Raajern er det derimod fuldstændig forenet eller legeret med Jernet, det er chemisk bundet til Metallet. Denne forskellige Maade, hvorpaa Kulstoffet er bundet i Jernet, skyldes Indvirkning af Silicium. Det smeltede Raajern indeholder ingen Grafit; paa Grund af den store Forskjel i Vægtfylden vilde de to Stoffer skille sig ad, hvis dette var Tilfældet, men i det stivnede Raajern finde vi Kulstoffet ligelig fordelt gjennem hele Massen. Siliciumet adskiller Jernkulstofflegeringen under Afkølingen og Stivningen, udskiller en Del af Kulstoffet som Grafit og indgaar selv i Jernet. Ved hurtig Afkøling kan et siliciumfattigt Jern blive fuldstændig hvidt, i det Mindste viser det en lysere Farve og et finere Korn end ved langsommere Afkøling. Man har tidligere antaget, at den langsommere Afkøling var Aarsag til Grafitudskilningen, men i siliciumfrit Raajern kan man ikke fremkalde Grafitudskilning ved langsom Afkøling, hvorimod denne i høj Grad beforder Grafitudskilningen i det siliciumholdige Jern; her bevirker den langsomme Afkøling Udskilningen af større Grafitblade og ved det graa Støbejern den saameget yndede grovkornet-krySTALLINSKE Textur. Man veed endnu ikke med Sikkerhed,

hvilket Minimum af Silicium, der udfordres for at betinge Grafitudskilningen, dog kan man efter talrige Analyser slutte, at et Siliciumindhold af 0,1 til 0,15 Procent allerede er tilstrækkeligt, forsaavidt ikke Tilstedeværelsen af Mangan eller Svovl træder hindrende i Vejen. De fleste Metallurger anse det for afgjort, at det alene skyldes Silicium, at en Del af Kulstoffet udskilles som Grafit, medens dog enkelte holde paa, at meget kulstofholdigt Raajern i høje Temperaturer kan dele sig i et Kuljern med lavere Kulindhold, medens Resten af Kullet udskilles som Grafit. Den berømte engelske Metallurg Percy vil ikke indrømme denne Mulighed, medens Gurlt mener i bestemte Tilfælde at have paavist denne Adskillelse uden Mellemkomst af Silicium. Gurlts lagttagelser finde Bekræftelse ved de Erfaringer, man har gjort i Skytsstøberiet i Spandau; det dér anvendte Raajern var fremstillet paa Sayner-Hytte med Trækul af Brun- og Spatjernsten fra Horhausen. Det var halveret og indeholdt henimod 3 Procent kemisk bundet Kulstof. Ved Omsmeltning i Flammeovne og vedvarende Ophedning med saa lidet iltende Flamme som muligt forandredes det til graat Raajern, som kun indeholdt 0,125 til 0,130 Procent kemisk bundet Kulstof, medens Overskudet var udskilt som Grafit. Jernet var herved blevet saa blødt og sejgt, at det bugtede sig ved Skydning med et Stykke Kontrolskyts, medens Sjælens Gjennemsnit paa 4,54" ved et andet Stykke Kontrolskyts efter 80 Skud havde udvidet sig 0,025". At Silicium alligevel spiller den væsenligste Rolle ved Grafitudskilningen, er blevet paavist af en Mængde Forskere. Hvorom alting er, saa er det imidlertid klart, at Raajern er en Legering, og at denne, ligesom andre Legeringer, kan forskyde sig, hvad Franskmandene kalde *Liquation*, Tyskerne *Entmischen*, d. v. s., at den smeltede Legering, som ved en højere Temperatur danner en homogen ensartet Masse, ved Afkølingen inden den fuldstændige Stivning deler sig i to

Legeringer af forskjellig Sammensætning eller udskiller et Overskud af den ene Bestanddel, som vel kan holdes opløst ved en højere Temperatur, men derimod ikke ved en lavere. Det smeltede Raajern opløser ogsaa Luftarter — ligesom iøvrigt smeltet Smedejern og Staal samt mange andre smeltede Metaller — navnlig Kulilte og Brint; ved Metallets Afkøling og Stivning gaa disse Luftarter atter bort. John Parry har bekræftet den berømte engelske Kemiker Grahams Angivelse med Hensyn til det graa Støbejerns Ævne til at absorbere Brint. Parry fandt, at Støbejern, smeltet under fuldstændig Udelukkelse af Luften, formaaede at absorbere tyve Gange sit Rumfang Brint; denne gik atter bort ved Afkøling eller ved Ophedning i Vacuum. I det første Foredrag er berørt Grahams Arbejder over Brintens Forbindelser med Metaller, hvorved han førtes til den nu gjældende Anskuelse, at selve Brinten er et Metal med saa lavt et Kogepunkt, at det er i dampformet Tilstand ikke alene ved den almindelige Temperatur paa vor Klodes Overflade, men langt under denne. Idet Luftarterne gaa bort under Raajernets Stivning, danne de Blærer i dette. Man har opsamlet og undersøgt den Luft, som var indesluttet i saadanne Blærer, og f. Ex. ved graat Støbejern fundet den sammensat af 62,2 Proc. Brint, 35,5 Procent Kvælstof og 2,8 Procent Kulilte.

I det hvide Raajern spiller Manganet en fremtrædende Rolle; det beforder ikke alene Kulstoffets Optagelse og kemiske Forening med Raajernet, men bevirker ogsaa, at Raajernet danner store, regelmæssige Krystaller, saaledes som vi se det ved Spejljern. Silicium og Mangan ere begge Stoffer, som kun vanskelig lade sig reducere, men derés store Tilbøjelighed til at danne Legeringer med Jern, bevirker, at de begge let i ringere Mængder reduceres ved Højovnsprocessen. Skal større Mængder indføres i Raajernet, saa er Reduktionen vanskeligere, fordrer højere Temperatur og en Slagge, hvis Sammensætning saa vidt

mulig hindrer, at den optager henholdsvis Kiselsyre eller Manganforilte. I første Tilfælde maa Slaggen derfor være meget sur, i sidste Tilfælde stærkt basisk. Dannelsen af Spejljern, hvidt Raajern med det højst mulige Kulindhold, begunstiges ved Anvendelsen af saa vidt muligt rene, let reducerbare, manganholdige Ertser, saasom godt ristede, svovl- og fosforfri Spat- og Brunjernstene, samt muligst svovlfrit Brændselmateriale, Trækul eller Koks. Tillige virker her Dannelsen af kalk- og magnesiholdige Singulosilikatslagger, som befordre Manganforiltets Smeltning. Ligeledes spiller ogsaa Anvendelsen af varm Blæseluft en Rolle ved Optagelsen af Manganet i Jernet og befordre Dannelsen af Spejljern, idet Smeltebæltet herved bliver stærkere ophedet, medens Reduktionsbæltet derimod varmes svagere; som en Følge heraf indtræder en hurtigere Smeltning, hvorved Kulsyrens iltende Virkning i de højere Lag formindskes, og Kuljernet mindre let omdannes ved den højere Temperatur. Man har iagttaget, at Manganmængden i Reglen er stegen fra 3 à 4 Procent til 10 Procent ved Anvendelsen af Blæseluft, hvis Temperatur man havde forøget fra 100° til 300°, endvidere at Manganmængden i Slaggerne gik ned fra 30 Procent til 10 Procent, naar man samtidig med den stærkt opvarmede Blæseluft anvendte et stærkere Kalk- eller Magnesiatislag. Ved Koksovne lade disse Betingelser sig lettere udføre end ved Trækulovne, men ud over en vis Grænse lader dog Manganet sig ikke overføre i Raajernet, men gaar i Slaggen; denne virker da iltende og befordre ikke Spejljern-dannelsen. I Stedet for manganholdigt Spejljern anvender man nu almindelig ved Bessemerprocessen det saakaldte Ferromangan, en særlig fremstillet, manganrig Forbindelse af Jern, Mangan og Kul, som faas ved Reduktion af Jern- og Manganertser eller jernholdige Manganertser for sig. Blander man Jernertser med Manganertser, maa man søge at tilvejebringe en saa inderlig Berøring

mellem Jern- og Manganforbindelserne som mulig for at faa et manganrigt Produkt; bedst er det at anvende naturlige jernholdige Manganertser. Jernet reduceres først og langt lettere end Manganet, men er der først dannet metallisk Jern ved Reduktionsprocesserne, saa befordrer dette i højeste Grad Manganets Reduktion; ved Anvendelsen af jernholdige Manganertser er det lykkedes i selve Højovnen at fremstille Ferromangan med over 30 Procent Mangan. Indeholder Ferromanganet over 20 Procent Mangan, saa bliver Legeringen herved aldeles umagnetisk. Meget Ferromangan til Brug for Bessemerprocessen fremstilles ogsaa i Digeler.

I Raajernet findes altsaa Kulstoffet i to Former, dels kemisk bundet, hvilket vi betegne som alpha Kulstof = αC , dels mekanisk iblandet som Grafit eller beta Kulstof = βC . Ligesom Kullet, saaledes antager man ogsaa nu, at Silicium forekommer i to Modificationer i Raajernet, som alpha og beta Silicium. Foruden de alt nævnte Stoffer, har man i Raajernet fundet Chrom, Wolfram, Vanadin, Titan og Tin, alt eftersom de anvendte Ertser indeholdt Forbindelser af disse Metaller. Zink og Bly, som ogsaa kunne forekomme i Ertserne, gaa imidlertid ikke ind i Raajernet, nærmest begrundet paa at Jern kun vanskelig og kun i ringe Mængde legerer sig med disse Metaller; Zinken, som er flygtig, fordampes i Højovnen og gaar bort som Zinkstøv eller som Zinkilte med Gigtgassen eller afsætter sig som Zinksvamp i Ovnens højere Partier. Blyet synker til Bunds i Herden og siver gennem Bundstenenes Fuger. Indeholder Ertsen Kobber, gaar dette fuldstændig over i Raajernet uden dog i nogen kjendelig Grad at have Indflydelse paa dets Egenskaber. Svovl gaar let over i Raajernet fra Erts og Brændsel, men ved Anvendelse af meget basiske Slaggemidler kan det holdes tilbage. Svovlholdigt Raajern smelter let, men holder sig tyktflydende og egner sig derfor ikke godt til

Støbning; det har en ejendommelig, saakaldt „æselgraa“ Farve og viser efter Stivningen store og dybe Huller under Overfladen, dækkede af en Skæl eller Skorpe, som er rig paa Svovljern og Svovlmangan. Fosforet reduceres og overføres ligeledes let i Raajernet. Større Mængder Fosfor har en betydelig Indflydelse paa Raajernets Fasthed, gjør det sprødt og skjørt. Fosforholdigt Jern smelter let og tyndtflydende; det anvendes til Støbning af Forziringer.

Det kemisk bundne Kulstof α C forandrer det metalliske Jerns graalige Farve til en mere hvidlig og forøger Haardheden betydelig, fra $4\frac{1}{4}$ til $7\frac{1}{4}$, ligesom det sætter Smeltepunktet ned, der for det hvide Jern anslaaes til 1000° à 1075° C. Smeltepunktet synker, jo mere Indholdet af kemisk bundet Kulstof stiger. Bøjningsfastheden har man for hvidstraalet Raajern fundet til 21 Pund (10,5 Kilogram) pr. Kvadratmillimeter. Det er et meget sprødt Legeme.

Det graa Raajern indeholder forholdsvis mindst kemisk bundet Kulstof og besidder derfor i Reglen det metalliske Jerns graalige Farve, forsaavidt som denne ikke er endnu mørkere paa Grund af den udskilte Grafit. Den ringere Kulholdighed i den egenlige Jernmasse betinger et højere Smeltepunkt, 1200° — 1400° C., samt en noget større Seighed, hvorimod Fastheden forringes ved Grafitbladernes Indlejring mellem Jernpartiklerne. Det brister ved Belastning fra 12,5 til 23 Kgm. pr. Kv.-Mm., og Bøjningsfastheden er funden at ligge mellem 22,5 og 50 Kgm.

Silicium virker paa lignende Maade som det bundne Kulstof, men i ringere Grad; det forøger Haardheden og sætter Smeltepunktet ned; ligeledes formindsker det Jernets Absorptionsevne for Luftarter og virker hæmmende paa dets Opløselighed i Syrer.

Manganet er under sædvanlige Forhold uden Indflydelse paa Jernets Farve; Ferromangan er mere graat end hvidt og har Tilbøjelighed til at anløbe med brogede

Farver paa Grund af Dannelsen af tynde Iltehinder. Der ved at Manganet begunstiger Optagelsen af Kulstof, virker det mere hærdende paa Raajernet end ved dets egen Haardhed. I sidstnævnte Henseende skal 1 Procent Mangan svare til omtrent 0,2 Procent Kulstof. Smeltepunktet stiger med Manganindholdet.

Man inddeler Raajernet i følgende Sorter, efter Bruddets Udseende:

Graat Raajern fra mørkgraa indtil lysgraa Farve, grov- eller finkornet Textur og større eller mindre Blødhed i Forhold til Grafitmængden.

Hvidt Raajern: Er Bruddet tæt og mat, kaldes det mat Hvidjern, er det krystallinsk, kaldes det hvidstraalet Raajern, træde Krystallerne tydeligere frem og vise smaa glinsende Flader, dannes herved Overgangen til

Spejljern, som er hvidt Raajern med storbladet, krystallinsk Textur; viser der sig Grafitudskilninger mellem Spejlfladerne, kaldes det Graaspejljern.

Halveret Raajern er en Blanding af graat og hvidt Raajern og betegnes som svagt eller stærkt halveret, eftersom den graa eller hvide Masse er fremherskende. Stærkt halveret Raajern med runde, graa Pletter i den hvide Grundmasse kaldes Kærne- eller Foreljern.

Man betegner ogsaa hyppig i Nutiden Raajernet efter dets Anvendelse, som Puddel-, Bessemer-, Thomas-Raajern osv.

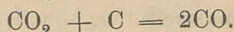
Som alt tidligere berørt, danner Raajernet i Nutiden Udgangspunktet til Fremstilling af de øvrige Jernsorter. I ældre Dage fremstillede man imidlertid smedeligt Jern direkte af Ertserne, og denne Methode, som i enkelte Egne i Evropa holdt sig til Slutningen af forrige og Begyndelsen af dette Aarhundrede, f. Ex. i Norge, benytttes endnu af asiatiske og afrikanske Folkeslag, samt skal endnu ikke være helt uddød enkelte Steder i Pyrenæerne. Jernets metallurgiske Historie saavel i Oldtiden og Middelalderen, forsaavidt man kjender den, som ogsaa i den nyere Tid,

er selvfølgelig meget interessant at studere, da den for Størstedelen i store Træk falder sammen med Folkeslagenes Udviklingshistorie. Vi skulle imidlertid ikke her dvæle ved Jernets ældre Historie, dog skal det anføres, at man ogsaa i Danmark og i danske Provinser i sin Tid har fremstillet Jern; endog midt i vort Aarhundrede, nærmest paa Foranledning af J. G. Forchhammer, gjordes atter Forsøg paa at fremstille Jern af den jyske Myremalm. Vor flittige og dygtige Forsker af den danske Industries Historie, Cand. jur. C. Nyrop, har samlet de historiske Efterretninger om Jerntilvirkningen her i Landet i en Afhandling om „Dansk Jern“, til hvilken jeg henviser. Kun skal bemærkes, at det af Nyrop omtalte Osmundjern var Smedejern, som fremstilledes direkte af Myremalm ved en Friskningsproces; Osmundjernet var i Middelalderen og langt op i den nyere Tid en meget anset Jernsort, hvis Navn havde den samme gode Klang som i vor Tid svensk Jern. Da Danmark ikke som Broderlandene Norge og Sverige fra Naturens Haand er begunstiget med Bjerge, ejer det ingen Mineralier af tunge Metaller og har ingen metallurgisk Industri i dette Ords naturlige Betydning; de fleste af de i vort tekniske Sprog anvendte Udtryk vedrørende Metallurgien ere derfor laante fra fremmede Sprog, fra svensk, tysk og engelsk.

Alle tidligere direkte Fremstillinger af Smedejern af Ertserne kunde kun foregaa i det Mindre med betydeligt Tab af Jern og stor Slaggedannelse; de vare egenlig en Fremstilling i det Mindre af en Art Raajern eller staaagtigt Jern med større eller mindre Kulindhold, som ved derpaa umiddelbar følgende iltende Omsmeltninger eller Halvsmeltninger, Friskning eller Færskning, i selve Ovnen berøvedes Kulstof, indtil dettes Mængde sank ned til det Gjennemsnitsminimum, som indeholdes i Smedejern. Ved de ældste primitive Ovne foregik Reduktionen ved en forholdsvis saa lav Temperatur, at de udskilte Jernpartikler

sintrede eller svejsede sammen uden at optage saa meget Kul som senere ved Højovnsprocessen. Ved Siden af de lavere Herdovne, som navnlig benyttedes i det sydlige Evropa, brugte man i det nordlige Evropa, i Sverige, Finland og Norge, højere Ovne af større Rumindhold, Bondeovne, Stykovne, som derfra bredte sig til Tyskland og Mellemeuropa og dannede Overgangsledet til Højovnene og til Fremstilling af Støbejernet.

Alene hyppige Omsmeltninger af Raajern i Støberigjemed forandrer dets kemiske Sammesætning og derigjennem dets fysikalske Egenskaber. Raajernets Omsmeltning sker i Ovne, i hvilke man tilsigter at bruge saa stor en Varmevirkning af Brændselsmaterialet som muligt; dette bliver derfor forbrændt saavidt muligt til Kulsyre; denne virker selvfølgelig iltende paa det glødende og smeltede Raajern; en Del af Kulsyren afgiver Halvdelen af sin Ilt til Kulstof i Raajernet, hvorved dannes Kulilte, en Proces, som jeg flere Gange har haft Lejlighed til at omtale i disse Foredrag:



Men foruden Kullet gaar Kulsyrens iltende Virkning, for en Del understøttet ved ikke forbrændt Ilt fra den atmosfæriske Luft, især ud over Mangan og Silicium, foruden at en Del af Jernet ogsaa iltes. Raajernets oprindelige Sammensætning, navnlig om en af Bestanddelene er tilstede i overvejende Mængde, men i Særdeleshed Temperaturforholdene i Ovnen, har en afgjørende Indflydelse paa den Rækkefølge, hvori Stofferne iltes; denne er i Almindelighed følgende: Mangan, Silicium, Kulstof, Jern. Jo højere Temperaturen er, ved hvilken Raajernet bliver nedsmeltet i Ovnen, desto lettere iltes Kulstoffet; ved forholdsvis lav Temperatur kan Kulmængden i det udsmedte Støbejern endog være større end i det indsmeltede Raajern, paa Grund af de øvrige Stoffers Fjærnelse ved Iltning. Nedenstaaende Analyse viser de Forandringer i

Sammensætningen, som Støbejern kan lide ved gjentagne Omsmeltninger:

Sammensætning	C.	Si.	Mn.
før Omsmeltning ...	4,154	2,056	0,768
efter 1ste " ...	3,682	1,846	0,537
- 2den " ...	3,641	1,688	0,441
- 3dje " ...	3,560	1,619	0,336
- 4de " ...	3,463	1,549	0,126

Ved at udsætte Raajernet for iltende Omsmeltning kan man bringe Kulstofmængden ned til den Mængde, der findes i Smedejern. Denne Proces foregaar ved Blæsevind, hvortil man i ældre Dage brugte Blæsebælge og Vandtromler, i Nutiden drives Blæseapparaterne ved Dampkraft. Kullets Iltning foregaar mindre ved den atmosfæriske Lufts direkte Indvirkning paa dette end derved, at selve Jernet ilter sig og saa atter i Heden afilteres af Kulstoffet. Ved de tidligst kjendte Metoder, hvor man direkte frembragte Smedejern af Ertserne ved at ophede disse under Blæsebælgild med Kul i en mindre Ovn eller Herd (saadanne Ovne for Jernudsmeltning, som i de ældste Perioder og endnu hos enkelte vilde Folkeslag ere uden Blæseindretninger, kaldtes fordum en „Smede“, deraf Navnet Hedningesmede, Osmundsmede o. s. v.) samlede Jernet sig blandet med Slagge som en Klump i Bunden af Ovnen; denne Klump kaldtes en Luppe, et Navn som har holdt sig til vore Dage, eller paa svensk en „Færsk“. Luppen blev strax ved Hamring og gjentagne afvekslende Glødninger og Hamringer dels befriet for Slagge, dels yderligere afkullet eller frisket.

I vort Aarhundrede er Raajernets Friskning eller Affinering til Smedejern undergaaet mange Forandringer og foretages i Nutiden, dels i mindre Ovne med Trækul, hvor Raamaterialet kommer direkte i Berøring med Brændselet under Anvendelse af Blæsevind, dels ved Pudlingsprocessen, hvor man undgaar den direkte Berøring med

Brændselet, idet man anvender Flammeovne med Stenkulfyring eller ogsaa Generatorgas samt ikke bruger Blæsevind, dels endelig ved Bessemerprocessen, hvor Afkulningen, Friskningen eller Affineringen foregaar direkte ved atmosfærisk Luft, som indblæses i det smeltede Raajern. Det hvide Raajern egner sig bedre til Friskning end det graa, dels foregaar Iltningen hurtigere med hvidt Raajern, dels har det den for Friskningsprocessen ikke uvæsenlige Egenskab, at det før Smeltningen gaar over i en grødagtig Tilstand. Foruden det graa Raajern fordre ogsaa hvidstraalet Raajern og Spejljern et længere Arbejde ved Frisknings- og Pudlingsprocesserne. I Egne, hvor Ertserne ikke egne sig til Fremstilling af hvidt Raajern, f. Ex. enkelte Steder i Tyskland og i England, anvender man ogsaa graat Raajern til Pudling, dog bliver det da hyppig forberedt til Processen ved forinden at overføres til hvidt Raajern i særegne Ovne; det bliver raffineret eller fineret, Englændernes „Refining“. Produktet af denne Behandling kaldes i England „fine iron“ i Tyskland „Feineisen“. Ved denne Raffinering, hvor Raajernbarrerne nedsmeltes med Koks under Blæsevind, synker ikke alene Kulindholdet, men der bortiltes ogsaa en Del Silicium, Mangan af Fosfor. Mange Steder anvendes dog ogsaa det graa Raajern direkte; paa Grund af Processens langsomme Forløb er en mindre øvet Pudler i Stand til at faa et brugbart Smedejern ud deraf. Iøvrigt anvender man Blandinger af forskellige Raajernsorter til Pudlingen, alt efter Kvaliteten af det Jern, man vil fremstille. Puddelstaal fremstilles af meget rent Spejljern eller Blandinger af dette med graat Raajern.

Herdfriskningen med Trækul anvendes endnu kun i større Maalestok i skovrige Egne, navnlig i Sverige og Tyskland. Denne Proces har i de fleste jernproducerende Egne udviklet sig paa forskellig Maade, saaledes at man kjender en hel Række af Friskningsmetoder, som afvige

fra hinanden, dels ved de forskellige Arbejdsmetoder, dels ved Raamaterialets Beskaffenhed og Konstruktionen af Friskningsfyrene eller Ovnene. Denne Proces forsvinder imidlertid mere og mere; den langsommere og kostbarere Arbejdsmethode, som ganske vist i Reglen leverede Jern af udmærket Kvalitet, har allerede haft en haard Kamp at bestaa mod Pudlingsprocessen og kan ikke staa sig overfor den hurtige Masseproduktion ved de nyere Metoder. I det rhinsk-vestfalske Industrigebiet anvendes Herdfriskningen endnu i 13 Fabrikker, men ansete Fagfolk mene, at ogsaa disses Dage snart ere talte. Efter Professor Richard Åkermanns udmærkede og interessante Meddelelser om den svenske Jernindustri, er den i Sverige til Fremstilling af Smedejern mest anvendte Friskning den saakaldte Lancashiremethode; ved denne anvendes overdækket Friskningsfyr og varm Blæsevind, Lupperne sveises derpaa i en særegen Ovn. Man sparer herved henimod 30 pCt. Brændselsmateriale og faar 5 à 10 pCt. mere Udbytte end ved de tyske enkelte Friskningsfyr. I Sverige er Indsætningen for hver Smeltning omtrent 85 à 100 Kilogram Raajern, men vexler selvfølgelig en Del i de forskellige Egne, gennemsnitlig fra 70 til 150 Kilogram; Blæsevinden anvendes med en Temperatur af omtrent 100 ° C. og et Tryk af 75—105 mm. Kviksølvhøjde. Arbejdet fortsættes Dag og Nat med 2 à 3 Mand i de sex Dage af Ugen, og i den Tid fremstilles fra 7 til 15 Tons Lupper med et Svind af 12 à 16 pCt. og et Trækulforbrug af 4 à 6,5 Cubikmeter pr. Tons Luppe. Til Svejsningen bruges Flammeovne, væsenlig G. Ekmanns Ovn, som dog i den senere Tid flere Steder er bleven erstattet af den Siemens-Lundinske Ovn. Lupperne strækkes enten under Hammeren eller ved Hjælp af Valser, i sidstnævnte Tilfælde foregaar Bearbejdningen, Svejsningen og Strækningen i enkelt Operation, medens Behandlingen under Hammeren fordrer gjentagen Bearbejdning og Ophedning. Ved mindre

Ovne, hvor man anvender Hammerværk, er den ugenlige Produktion 25 til 55 Tons; medens Produktionen ved Svejsovne, forbundne med Valseværk, i samme Tidsrum udgjør fra 50 til 85 Tons. Svejsovnene arbejde med Generatorgas. Ved Omtalen af Højovnprocessen blev det berørt, hvorledes man har anvendt Gigtgassen, som indeholder store Mængder af den brændbare Kulilte, som Brændselsmateriale. Generatorgassen har en lignende Sammensætning som Gigtgassen; den fremstilles i særegne Skaktovne, Generatorer, i hvilke man lader det faste Brændselsmateriale undergaa en ufuldstændig Forbrænding enten med eller uden Anvendelse af Blæsevind; Anvendelsen af Gasgeneratorer tilsteder, at man kan benytte en Mængde Brændselsaffald, som ellers vilde være temmelig værdiløst, saasom Træaffald, Savspaaner, Smuld af Trækul, Tørv, Brunkul og Stenkul; i Reglen næres Generatorerne med en Blanding af Trækul, Stenkul, Tørv og Træ. Ved at regulere Lufttilstrømningen under Forbrændingen saaledes, at der væsenlig dannes Kulilte, produceres en Gasblanding, hvis gjennemsnitlige Sammensætning, efter de forskellige Sorter Brændsel, angives i følgende Oversigt:

Generatorgas af	Træ.	Tørv.	Trækul.	Koks.
Kvælstof.	53,2	63,1	64,9	64,8
Kulilte	34,5	22,4	34,1	33,3
Kulsyre	11,6	14,0	0,8	1,8
Brint	0,7	0,5	0,2	0,1

Generatorgassen indeholder desuden altid betydelige Mængder Vanddamp, som dels stammer fra den Fugtighed, selve det lufttørrede Brændselsmateriale indeholder, dels, navnlig ved Tørv og Træ, dannes under Forbrændingen af den i disse Stoffer indeholdte Brint. Fra Generatoren føres Gassen blandet med Luft til Ovnen. For at fjerne Vanddampene er der i Reglen anbragt et Fortætningsapparat mellem Generatoren og Forbrændingsstedet. Gassens Varmevirkning forøges betydelig, naar man anvender

opvarmet Luft saavel til at nære Forbrændingen i Generatoren som i selve Flammeovnen. Man bruger hertil Spildevarmen fra Ovn. Siemens Regenerativovn beror paa et lignende Princip som den kaloriske Maskine. Forbrændingsprodukterne fra Flammeovnen, som ellers gik direkte i Skorstenen med en betydelig Varmemasse, føres til et System af Regeneratorer, murede Kamre, hvori er opstabet Skifter af Mursten, saaledes at de varme Luftarter maa passere uden om disse; naar Forbrændingsprodukterne have ophedet Murstensmasserne tilstrækkeligt, skifter man Strømretningen og lader Generatorgas og Luften til dens Forbrænding træde ind i hver sin ophedede Generator, inden de føres ind i Ovn, medens man samtidig lader Forbrændingsprodukterne strømme ind i to andre Regeneratorer, som ophedes, medens de to første afgive deres Varme. Luft og Gas maa selvfølgelig ikke blandes, før de møde hinanden i Ovn, da der ellers opstaar explosible Blandinger. Inden Gassen føres fra Generatoren til Regenerativovnen, afkøles den for at fortætte Vanddampe og Tjære, som altid danner sig ved den ufuldstændige Forbrænding, der er en delvis tør Destillation. Siemens Regenerativovn er derfor gjerne forbunden med den af Lundin konstruerede Kondensator. Den temmelig komplicerede Indretning af Siemens Ovn, de høje Anlægs- og Reparaturomkostninger, Forstopper af Regeneratorerne ved Tjære og nedrevet Støv, samt den nødvendige Afkøling af Gassen, inden den gaar til Regeneratorerne, hvorved ikke uvæsenlige Tab af Brændsel og Varme opstaar, har ført til Konstruktionen af talrige andre Apparater, som ikke besidde disse Ulæmpen, men som kun ophede Forbrændingsluften. Gassen gaar ved disse med den i Generatoren optagne Varme direkte til Ovn. Saadanne Gasfyringer ere konstruerede af Boëtius, Bicheroux Gröbe-Lürman og Ponsard. I Jernværker, hvor Lupperne strækkes under Valser, er Forbruget af Brænd-

selsmateriale i Svejsovnene betydelig mindre, end hvor der alene bruges Hammere; i Sverige udgjør det ved Ekman's Ovn mellem 1,8 til 3,7 Kubikmeter Trækul eller 0,25 til 0,6 Kubikmeter Stenkul pr. Tons Jern, medens Siemens-Lundin's Ovn bruger 1,8 til 3 Kubikmeter Træ eller omtrent den samme Mængde lufttørret Tørv, eller fra 5,5 til 7,5 Kubikmeter Savspaan til samme Kvantitet Jern.

Alt indtil Slutningen af forrige Aarhundrede fremstillet Jern var Trækulsjern. Man havde vel allerede i Midten af det 17de Aarhundrede gjort Forsøg paa at anvende Stenkul til Friskning af Jernet, men det blev ved Forsøgene, da Produktet var slet. Den store Svovlmængde, som indeholdes i Stenkullene, bevirker, at man ikke kan faa et brugbart Produkt ved direkte Berøring af dette Brændselsmateriale med Jernet. I Slutningen af forrige Aarhundrede, da de engelske Teknikeres Opmærksomhed var almindelig henvendt paa Gasfremstilling af Stenkul, opfandt Henry Cort 1784 Flammeovnsfriskningen eller Pudlingsprocessen; han indrettede sin Ovn saaledes, at Stenkullene ikke kom i direkte Berøring med Raajernet, men forbrændte i et fra Ovnbunden eller Herden ved en muret Skillevej, Fyrbroen, adskilt Rum, saaledes at Flammen af Trækket førtes over Fyrbroen til den aflange Herd, hvor Raajernet smeltedes. Under denne Proces omrørte, pudlede, Arbejderne gennem mindre Aabninger i Sidevæggen i den smeltede Raajernsmasse med lange Jernstænger, Spid eller Hakker, indtil det sejge tungtsmelte-lige Smedejern havde dannet sig. Som enhver Fabrikation, har ogsaa denne haft sine Børnesko at træde, og der gik nogle Aar, inden man opnaaede et godt Resultat; dette lykkedes for Cort og Parnell 1787, men da de anvendte Sandbund i Herden, var Arbeidet meget langsomt og Tabet af Jern, som forbrændte og indgik i den sure Slagge meget betydeligt. 1788 erstattede Rogers Sandbunden med Herdplader af Jern, men det var først, efter at Hall

havde indført den Forbedring at bedække Overbunden med et tungtsmelteligt Slaggelag, at Pudlingsprocessen vandt almindelig Indgang og forplantede sig fra England til andre Lande; kun gennem den har det været muligt at fremskaffe den store Produktion af smedeligt Jern, som i Størstedelen af vort Aarhundrede er medgaaet til Jernbane-anlæg, Maskinfabrikation og andet industrielt Behov, foruden at den har været en enorm Indtægtskilde for den engelske Industri og fremmet den britiske Nations Magt og Indflydelse i en væsenlig Grad.

Naar en Pudlingsovn skal sættes i Gang, er det første Arbejde at danne Slaggebunden. Arbejderen bestryger Herdpladerne med Ler, lader dette udtørre, hvorpaa Leret dækkes med et Lag Pudlingsslagge i nøddestore Stykker. Ved stærk Hede bringes denne til at smelte. Laget er nu omtrent 3 Tommer højt og bedækket med tungtsmeltelige, jernilteholdige Affald, saasom Hammer-skæl, Valsesinter, Svejs- og Hammerslagge, Jerndrejespaaner og andet let ilteligt smaat Jernaffald. Herpaa hedes igjen, men Laget kommer denne Gang ikke i fuldstændig Flus; det halvsmelter til en dejagtig Masse. Herdranden besættes med Stykker af Rødjernsten, Kalksten eller Raaslagge; Pudleren bearbejder den grødagtige Masse, saa den udfylder alle Fuger, og Ovnbunden tilsidst danner en flad Skaal, som efter Massens Afkøling og Stivning har en fuldstændig flad Overflade, paa hvilken man vil kunne føle ethvert fastsiddende Jernstykke.

I den saaledes forberedede og til Glødhede opvarmede Ovn anbringes omtrent midt paa Herden en Bunke Slagge, og paa denne stables atter Raajernsstykkerne; der maa være et bestemt Forhold mellem Slagge og Raajern. Hvis Ovnen er forsynet med en Forvarmeherd, anbringes Raajernet foreløbig i denne under den foregaaende Proces og føres da af Arbejderen over en mellem den egenlige Herd og Forvarmeren anbragt muret Skillevæg ind paa Pudlings-

herden. Dette Arbejde, ligesom de efterfølgende Processer, udføres gennem mindre Arbejdsaabninger, som ere anbragte paa Siden af Ovnene, og benytter Arbejderen hertil store Jernstænger, dels en spids tilløbende Brydestang, dels en Hakke, Rører eller Krykke; begge disse Redskaber ere omtrent 8 Fod lange og ca. 2 Tommer i Diameter. Ved den stærke Varme foregaar Raajernets Smeltning i Løbet af omtr. en halv Times Tid, idet man saa vidt muligt søger at holde Luften ude; Indsætningsdøren og Arbejdsaabninger holdes lukkede; indenfor disse anbringes en Bunke Kul, som snart kommer i Brand og derved optager Ilten fra den atmosfæriske Luft. Efter nogen Tids Forløb brydes eller stikkes Jernet op, d. v. s. de endnu usmeltede Dele af Raajernet, som befinder sig under Slaggen, løftes med Spidsstangen op i Overfladen af det smeltede Metalbad. Bestaar Indsætningen af graat Raajern, saa iltes Størstedelen af det indeholdte Silicium under Smeltningen, medens Grafitten opløses i det smeltede Jern til bundet Kulstof; den samlede Kulstofmængde bliver imidlertid uforandret under Smeltningen: det graa Raajern bliver altsaa raffineret ved denne Proces. Kiselsyren optages af den basiske Slagge. Bestaar Indsætningen derimod af siliciumfattigt hvidt Raajern, saa begynder Kulstoffet at gaa bort allerede under Smeltningen. Naar denne er fuldendt, lader man Metalbadet afkøle noget, hvortil der ved de forskellige Pudlingsovne er truffet særegne Foranstaltninger; herved bliver den smeltede Metalmasse mere tykflydende eller sejg og egner sig i denne Tilstand bedre til Pudling. Denne begynder nu, idet Arbejderen fører Røreren eller Hakken ind i Ovnene og med denne bearbejder Overfladen af det smeltede Bad, som bestaar af Slagge foroven og smeltet Raajern forneden. Denne Pudling eller Røring foregaar i et bestemt Tempo og en bestemt Retning og fordrer Øvelse til rigtig Udførelse; man tilsigter herved at bringe det af Slagge bedækkede Metal i

Berøring med Luften og derved bortilte Kulstoffet og de andre Bestanddele. Denne Iltning foregaar lidt efter lidt og gaar ikke strax direkte ud over Kulstoffet; det er tværtimod Jernet, som iltes til Jerntveilte og Jernmellemilte (For-tveilte), Jerniltet opløses i den smeltede Slagge, og fra denne bevirker den under Pudlingen Kulstoffets og Mangans Iltning i Raajernet, hvorved altsaa det opstaaende Jernilte atter reduceres. Kulstoffet iltes til Kulilte, som træder ud af Badet og brænder med blaalig Flamme paa Overfladen; efterhaanden bliver Iltningen saa livlig, at Badet skummer op, det koger, som det kaldes, og en Del af Slaggen flyder bort. Man ser nu lidt efter lidt, at der danner sig klart lysende, glinsende Punkter i Overfladen af Massen; det er Krystaller af Smedejern, som nu danne sig, og som ikke kunne smelte ved den Varme, der er i Pudlingsovnene; Massen bliver herved sejt, mere vanskelig at røre. Rørestangen eller Hakken, som Pudleren arbejder med, bliver snart hvidglødende og blød i Spidsen, en anden Pudler træder da i hans Sted, medens den første Hakke afkøles i Vand. Smedejernspartiklerne formere sig hurtig, flyde sammen eller rettere svejses sammen og fylde tilsidst hele Herden; Røringen eller Pudlingen bliver herved stedse besværligere, tilsidst umuliggjort. Under den første Røringsperiode er Kulmængden i Jernet sunken ned omtrent til det Indhold, som findes i Staal. Jo mere Kulstof, der findes i Raajernet, desto længere varer selvfølgelig Røringen, men ogsaa et højt Manganindhold forlænger denne, idet manganholdig Slagge er meget tyndflydende, hvorfor de Furer, som Hakken under Røringen frembringer i Slaggen, hurtig flyde sammen og saaledes forhale den atmosfæriske Lufts Indvirkning. For at fremskynde Processen bliver derfor i saa Tilfælde ofte tilsat iltende Materialer, som Valseskal, Hammerslagge o. l. Saa længe som Slaggen er tilstrækkelig basisk, gaar ogsaa Fosforet fra Raajernet over i denne, men forringes Slaggens

Basicitet, kan ogsaa Fosforsyren i denne paany reduceres, og Fosforet atter gaa over i Jernet. Efter at Massen er bleven saa sejt, at den ikke længere kan bearbejdes med Krykken eller Hakken, brydes den op med Spidsstangen, og Klumperne føres til den bageste Del af Ovnen, modsat Fyrbroen, over hvilken Flammen træder ind. Under denne Opbrydning og Omsætning fortsættes Kulstoffets Iltning ved den hede Fyrluft; den sammensvejsede Hob brydes atter op og føres nu til den forreste Del af Ovnen, til Fyrbroen; hvis det er nødvendigt, maa dette Arbejde gjen-tages; ved Pudling af hvidt Raajern er en enkelt Opbrydning og Omsætning i Reglen tilstrækkelig. Pudleren former nu 4 til 6 Boller eller Lupper af Jernet, han ruller dem frem og tilbage paa Herden, dels for at til-svejs alle mulig tilbageværende Jerndelev, dels for saavidt muligt at give dem Cylinder- eller Kugleform; de anbringes i nogle Minuter i den bageste Del af Ovnen, hvor den mest tyndtflydende Slagge, der indeholder Mangan og Fosforsyre, saavidt muligt flyder fra dem; derpaa trækkes de med en Tang ud af Ovnen og bringes under Damp-hammeren, eller, i mindre Værker, andre særlige Luppe-pressere eller Luppemøller, herved udpresses største Delen af den endnu tilbageværende Slagge af den glødende Masse; under denne Proces virker Jerniltet i Slaggen endnu iltende paa Kulstoffet. Herfra gaar Luppen under Valserne. Ved denne Proces fremstilles Smedejern, sejt og trævlet i Bruddet, af Raajernet. Til Betjening af en enkelt Puddelovn hører i Reglen to Mand, Pudlere, og en Arbejdsmand. Gjentagne Forsøg paa at bringe forud smeltet Raajern ind i Puddelovnen, for derved at spare i Brændsel, have ikke ført til gunstige Resultater; hvad man sparede ved Smeltningen blev atter forbrugt ved den længere Røringsperiode. Man anvender ogsaa dobbelte og firdobbelte Puddelovne, ved hvilke fire Arbejdere samtidig kunne be-arbejde den store Charge. De bruges kun til Fremstilling

af de sædvanlige Jernsorter; jo større Indsætningsmængde af Raajern man anvender, jo større er ogsaa Vanskeligheden ved at opnaa et ensartet Materiale. Brændselsforbruget til Fremstilling af Smedejern ved Pudling udgjør for graat Raajern pr. Ton valset Raa-Stangjern c. $1\frac{1}{3}$ Ton Kul, Tabet af Jern under Processen er 18 pCt., for hvidt Raajern er Brændselsforbruget noget mindre og kan efter Størrelsen af Indsætningerne variere fra $\frac{3}{4}$ til $1\frac{1}{8}$ Ton Stenkul, ligesom ogsaa Tabet af Jern kun er 13 à 14 pCt. Ved en enkelt Puddelovn varer Arbejdet for hver Indsætning i Reglen 2 à $2\frac{1}{2}$ Time; i 24 Timer kan Processen altsaa gjentages 8 à 10 Gange, hvorved forarbejdes fra 36 til 40 Centner Raajern. Foruden den her beskrevne Fremstilling af trævlet, fibret eller saakaldt senet Smedejern ved Pudlingsprocessen anvendes denne ogsaa til Fremstilling af i Bruddet kornet, mere kulstofrigt, smedeligt Jern, Finkornjern og Staal; man anvender hertil Raajernsorter, som vanskeligere ilte sig, navnlig graat Raajern og Spejljern; de smeltes hurtig i Ovnene ved meget høj Temperatur, hvorved man samtidig saavidt muligt søger at hindre Iltning af Silicium og Kulstof. Pudlingen foregaar under en meget tyndtflydende, manganholdig Slagge; i dette Øjemed undlader man at anvende iltende Tilslag ved Indsætningen eller tilsætter Raaslagge, som indeholder muligst lidet Jernilte. Man lader ikke Temperaturen synke, efter at Badet er smeltet, Røringen varer længere end ved Pudlingen af fibret Smedejern, ligesom det tager længere Tid, inden de kulfattige Jernkrystaller begynde at udskille sig. Omsætningen falder derfor ogsaa for Størstedelen bort, og Luppeddannelsen maa foregaa hurtigst mulig, saasnart Pudleren føler, at Dannelsen af Staalkrystaller er indtraadt over hele Herden. Udsmeltningen af Slaggen af Lupperne i selve Ovnene foregaar ved stærkt sodende Flamme og godt tillukket Ovn; Temperaturen herved maa ikke være saa høj som ved samme Operation for fibret

Jern, dels fordi det kulstofrige Jern har et lavere Smeltepunkt end Smedejern, og dernæst fordi Iltningen af Kulstoffet vilde skride for vidt frem. Raaproduktet, som fremstilles paa denne Maade, underkastes saa videre Behandling.

Arbejdet ved denne Proces fordrer langt mere øvede Pudlere end ved Smedejernspudlingen. Man anvender i Almindelighed Gasfyring, hvilket letter Frembringelsen af den sodende, reducerende Flamme. Kulforbruget er større end ved Smedejernspudling og vexler fra 1,20 til 2,17 Tons pr. Ton af det valsede Raaprodukt.

Man har efterhaanden søgt at indføre forskellige Forbedringer ved Pudlingsprocessen, navnlig for at afløse det yderst besværlige Haandarbejde med mekaniske Hjælpe-midler samt for at opnaa Muligheden af at forarbejde større Charger hurtigst muligt ad Gangen. Foruden de omtalte firdobbelte Puddelovne, som navnlig anvendes i Amerika og enkelte Steder i Evropa, f. Ex. Montataire i Frankrig, kan nævnes Ovnene i Aberyschan ved Pontypool med Trapperistgasfyring og fritliggende Herd; Wilsons Puddelovn i Bolton Iron and Steel Works med skraatliggende og bevægelig Rist, samt Bodmers Ovn i Newport, ved hvilken Raajernets Blanding med den iltende Slagge sker ved roterende, afkølede Valser. Alle disse forbedrede Puddelovne drives dog ved Haandarbejde. Blandt de mekaniske Røreapparater, som kun anvendes enkelte Steder og ikke synes at kunne skaffe sig almindelig Indgang, skal nævnes Dormoy's mekaniske Rørestang, som anvendes i Riancourt i Frankrig, og dér skal have vist sig god; den sættes i Bevægelse ved Remskive-Transmission og er forsynet med en Spade, som under Roteringen kaster det smeltede Raajern i Vejret. Richardsons Luftrører har Form som en sædvanlig Rørehakke, men er hul, og under Arbejdet presses Luft af 5 à 6 Punds Tryk gennem den ned i det smeltede Bad, hvorved Raajernets Iltning skal lettes. Paa Parkhead Iron

Works ved Glasgow skal Richardsons Rører have vist sig god, idet der sparedes en Tredjedel i Tid og erholdtes et meget rent Jern med kun 0,031 til 0,034 pCt. Fosfor og 0,025 til 0,028 pCt. Svovl. Weniger og Rossiwall have konstrueret en Damprører, gennem hvilken der blæses overhedet Damp i Metalbadet, hvorved særlig Fjernelsen af Fosfor, Svovl og Arsen skal lettes; andre mekaniske Rørere skyldes Dumeny, Head, Lemut og Witham; ved disse Rørehakker er den mekaniske Efterligning af Haandarbejdet drevet til en høj Grad af Fuldkommenhed, men en Del af Arbejdet, nemlig Opbrydningen og Omsætningen, maa alligevel udføres ved Haandarbejde med Spidsstangen, og da dette netop er det mest anstrængende, er de mekaniske Røreres Nytte forholdsvis ringe, en af de medvirkende Aarsager til, at de „mekaniske Pudlere“, som man har kaldt disse Maskiner, saa sjælden forekomme i Praxis. En anden Aarsag er den, at man ved Raastaalpudling slet ikke kan anvende dem, trods Røringsarbejdet her er af betydelig længere Varighed end ved Smedejernspudlingen; ved Pudling af Staal og kornet Jern kommer netop den rigtige Bestemmelse af det Tidspunkt, hvor man skal begynde at danne Bollerne, i væsentlig Grad an paa Pudlerens personlige Øvelse, idet man kun kan føle paa det smeltede Bads Modstand mod Røringen, naar dette Punkt er indtraadt.

Foruden ved de mekaniske Røreindretninger har man i lang Tid bestræbt sig for at forandre selve Ovnene til en Puddelmaskine, som kunde udføre hele Arbejdet indtil Dannelsen af Lupperne. Allerede 1836 skal Schafhült have anvendt en saadan Maskine i Staffordshire. Naar et sligt Apparat skal kunne opfylde Hensigten, maa det ikke alene kunne røre eller pudle det smeltede Raa-jern med de iltende Tilslag, men ogsaa kunne opbryde det dannede sejge, faste Jern og forme det til en eller flere Boller. Disse Betingelser opfyldte allerede den af

Østlund i Finspong opfundne roterende Puddelovn, der bestod af en med Slagge udforet Jerngryde, som i noget skraa Stilling roterede om sin Axe og blev drejet saalænge, indtil det smeltede Raajern i den, som under Luftens Adgang blev ophedet ved en Generatorgasflamme, havde forandret sig til en sammenhængende Luppe af Smedejern.

Alle nyere opfundne Apparater bero, ligesom Østlunds Ovn, paa Rotationsprincippet og bevæges enten om en horisontal eller vertikal Axe. I første Tilfælde ere Apparaterne cylindriske, i sidstnævnte skaalformede. De cylindriske, mekaniske Puddelovne ere i Reglen saaledes indrettede, at den midterste Del, Herden, hviler paa Ruller og kan bevæges med større eller mindre Hastighed; derimod staar Fyringsindretningen i Reglen fast. Dette er saaledes Tilfældet med Menelaus Ovn i Dowlais. Meget anvendt er Danks roterende Puddelovn, som først blev forsøgt paa Roane Iron Works i Chattanooga, Nordamerika; derfra udbredte den sig til England, hvor den blev anvendt paa Hopkins og Gilkes Erimus Iron Works i Middlesborough og flere andre Steder, ligesom den eller Modificationer af den anvendes i de fleste jernproducerende Lande. Man var i Begyndelsen særdeles vel tilfreds med den, men fandt dog efter nogle Aars Forløb, at den ikke svarede til de økonomiske Forventninger, man havde stillet til den. Spencers Puddelmaskine paa Hartlepool Iron Works har en lignende Indretning, kun er den bevægelige Herd ikke cylindrisk, men dannet i Form af en firkantet Jernkasse, udfodret med Puddelslagge; paa begge Endeflader er der skruet cirkelformede Skiver, som løbe paa Friktionsruller. Ved Siemens roterende Puddelovn er Pudleren en Cylinder, 9 Fod lang og $7\frac{1}{2}$ Fod i Diameter; den er forsynet med Regenerativfyring. Indtrædningen og Udtrædningen af Flammen finder Sted paa samme Side; den er siden 1869 i Anvendelse paa Wilhelm Siemssens Staalværk i Landore ved Swansea.

Cramptons Ovn, som bruges i Woolwich, har en lignende Konstruktion som Danks; den er forsynet med Vandafkøling, for at spare paa Foderet, og en forbedret Rotationsmekanisme. Endvidere kan nævnes Hawson og Thomas' Puddelmaskine, som anvendes paa Britannia Iron Works; den roterende Del af Ovnen er bygget i Form af to afstumpede Kegler. I W. Sellers Ovn paa Edgemoore Ironworks ved Philadelphia har Rotatoren Form af en liggende Pære, og Ophedningen sker ved Regenerativfyring ligesom ved Siemens Ovn.

Af den anden Art af roterende Ovne kan nævnes Konstruktioner af Bedson, Williams og Ehrenwerth; den skaalformede Herd bevæger sig om en vertikal Axe, er forsynet med Vandafkøling, og Ophedningen foregaar ved Gasfyring. Ved denne Art Ovne har Foderets Beskaffenhed mindre Betydning paa Driften end ved de andre Konstruktioner, hvor det er af den største Indflydelse med Hensyn til Opnaaelsen af et godt Resultat. Et meget diselsyreholdigt Foder, f. Ex. af ildfaste Sten, Ler eller Kwartssand, kan ikke anvendes; dels vilde det ikke være modstandskraftigt nok mod det mekaniske Slid, dels forslagger Kiselsyren store Masser Jern og forhæler Operationen. I England anvender man god Puddelslagge, *tap cinder*, som efter Percy indeholder fra 7 til 15 Procent Kiselsyre, medens den engelske Svejsovnslagge, *mill cinder*, kan indeholde indtil 30 Procent Kiselsyre; dette beror paa, at man i England sædvanlig anvender Sandbund i Svejsovnene, medens man paa Kontinentet danner Bunden af Jern og Slagge. Paa de kontinentale Værker anvender man gjerne den renere Svejsovnslagge, som indeholder mindre Fosfor og Svovl end Puddelslaggen. Et i England meget benyttet Materiale er det saakaldte bulldog, ristet Puddelslagge, som faas ved i flere Dage at gløde Slaggen i en Ovn; herved udsondres den lettere smeltelige Del af Slaggen, medens den tungtsmeltelige bulldog bliver til-

bage; ved denne Operation bringer saavel Kiselsyre som Fosforsyre Indholdet betydelig ned. Dernæst anvendes meget rene og righoldige Jernertser, saasom Magnetjærnsten, Hæmatit og Titanjærnsten, endvidere afsvovlede Svovlkisrester, saakaldt *blue billy*; en Del af det i Ertserne indeholdte Jern reduceres af Kulstoffet i Raajærnet og forøger Udbyttet. W. Siemens anvender til Foder for sin Rotator et i Frankrig forekommende Mineral, Bauxit, som bestaar af Lerjord, Jærntveilte og nogle faa Procent Kiselsyre. Bauxiten bliver ristet, malet og blandet med 6 pCt. Grafit og 3 pCt. Ler. Dette Foder er usmelteligt og har den Fejl, at Smaadele af det kan indsluttes i det svejsede Jern og ridse dette under Valsningen. Samme Ulæmpe var Aarsag til, at man indstillede Arbejdet med Menelaus Puddelovn i Dowlais, og den har ogsaa hæmmet Indførelsen af Danks Ovn i England. Ved denne dannes Foderet af to Lag; det inderste bestaar af en Blanding af ildfast Ler med pulveriseret Jærnerts; den blandes med Vand til en sejg Masse, som paastryges Herden og tørres ved svag Varme. Under stærkere Ild og langsom Rotation glasseres den derpaa med Hammer-slagge. Derpaa indsmelter man letsmeltelig Jærnerts, og i denne Masse indkastes tungsmeltelig Jærnerts, Magnetjærnsten eller Titanjærnsten, i Stykker af Størrelse fra 2 til 6 Kubiktommer; disse rage op over den stivnede Masse og danne en ru, haard Ertskruste over hele Fladen. Ved Charger paa 700 Pund Raajærn udfordres 2 à 2½ Tons Jærnerts til Foderet. I Spencers Ovn dannes Foderet af Puddel-slagge og Jærnerts. Howson og Thomas opmure Foderet af Sten, som ere formede af Jærnilte, og i Sellers Ovn dannes det inderste Foder af ren Hæmatit med Cement og Vandglas; det øverste Lag fremstilles af Hæmatitstykker og smeltet jærnforilteholdig Slagge.

Med Hensyn til selve Arbejdet i de roterende Puddelovne, da er det temmelig ens for alle, og Danks Ovn

kan i den Henseende tjene som Exempel. Smeltningen af Raajernindsætningen kan ske i selve den stillestaaende Ovn, dog er dette ikke særlig fordelagtigt, fordi Herden er forholdsvis dyb og kun lidet berøres af Flammen, medens denne angriber Hvælvingen saa meget desto mere. Man foretrækker derfor at bringe Raajernet i smeltet Tilstand i Ovnen, enten direkte fra Højovnen eller omsmeltet i en Kupolovn. I førstnævnte Tilfælde maa man tage Raajernet, som det er, men ved Smeltningen i Kupolovnen kan man blande forskellige Raajernkvaliteter, hvad der i Reglen er nødvendigt, naar man ikke har et særligt rent Raajern til Raadighed. Samtidig med Jernet kommes en ikke ubetydelig Mængde Tilslag i Ovnen, bestaaende af Puddel-slagge, Hammerslagge og Valsesinter, omtrent 6 à 7 Centner paa 20 Centner Raajern; dette Tilslag skal ligesom Ovnfoderet befordre Iltningen af Kulstof og Silicium. Ovnen sættes i langsom omdrejende Bevægelse; under den første Smeltningsperiode, som for graat Raajern varer fra 8 til 15 Minuter, gjør Ovnen omtrent 2 Omdrejninger i Minutet; i denne Periode opløses Grafiten i det smeltede Jern, medens Silicium og Mangan iltes tilligemed en Del Fosfor og Svovl; man afkøler Ovnen, hvorved Massen bliver mindre flydende, forøger derpaa Varmen, til Slaggerne atter komme i Flus og lader Rotatoren gjøre omtrent 10 Omdrejninger i Minutet i denne saakaldte Kogeperiode, under hvilken Massen hæver sig stærkt, idet det kemisk bundne Kulstof iltes og reducerer en Del Jern af Tilslaget. De glinsende, hvidglødende Jernpartikler, som have dannet sig, synke til Bunds i Slaggen og svejse sammen til mindre Klumper; idet man mindsker Fyringen og Omdrejningshastigheden til $1\frac{1}{2}$ Gang i Minutet, forene Klumperne sig til en enkelt langagtig Luppe. Ved den Siemenske Rotator er der i Herden anbragt flere frem-springende Ribber, som dele Klumperne i ligesaa mange mindre Lupper. Naar Luppen er dannet, indfører man en

Gaffel i Ovn, lader denne gjøre en halv Omdrejning, hvorved Luppen falder paa Gaffelen; den tages ud og befries i en Luppepresse for Slagge. De svære Lupper, som dannes ved denne Proces, ofte af indtil 10 Centners Vægt, virke ved deres Tyngde ødelæggende paa Ovnfoderet. Man har derfor foreslaaet, naar de mindre Klumper have dannet sig, at ophøre med Ovnens Rotation og fuldende Luppeddannelsen ved Haandarbejde som i en almindelig Puddelovn; man vilde ogsaa herved faa flere mindre Lupper, som lettere lade sig befri for Slagge og i det Hele manipulere med. Men denne Kombination af mekanisk Pudling og Haandarbejde gjør Nyttens af disse Ovne temmelig problematisk. Ved Motala i Sverig arbejdede man med en Danks Ovn, men den blev snart opgivet paa Grund af Vanskeligheden ved at fjerne Slaggen i tilstrækkelig Grad fra de store Lupper. Ligeledes har man i Flemming i Østgotland forsøgt Pernots roterende Ovn, men uden at opnaa det ønskede Resultat. Paa store Værker andre Steder i Udlandet finder man kun faa roterende Ovne ved Siden af mange Haandpudlingsovne; saaledes havde Værkerne i le Creuzot i 1878 kun to roterende Ovne mod 98 Puddelovne, som dreves med Haandarbejde. Med Hensyn til de mekaniske Puddelovnes Produktionsævine skal nævnes, at Siemens Rotator i to Timer danner 2 à 3 Lupper af 9 til 10 Centners Vægt; Ovnene i Dowlais leverede i $1\frac{1}{2}$ Time 6 Centner Luppe. Spencers Ovn leverer i 25 Minuter 10 Centner Smedejern af smeltet Raajern, som føres ind i Ovnene, og i W. Sellers Ovn faar man i Løbet af 35 Minuter af 6 Centner i Forvejen i en Kupolovn smeltet Raajern en Luppe af samme Vægt. Medens man ved Haandpudlingsovnene lider et Tab af Jern, alt-saa faaer et mindre Udbytte end Indsatsen, er det omvendte Tilfældet med Danks Ovn; paa Grund af Reduktionen af Jerniltet i Tilslag og Foder udgjør Udbyttet i Reglen 10 à 12 Procent mere end Raajernindsatsen.

Luppejernet udvælges til de saakaldte Raastænger eller Raaskinner. For at forarbejde det videre til Handelsvare, for at give et en større Ensartethed gennem hele Massen underkastes det en Svejsning enten i enkelte Stykker eller, flere forbundne til en saakaldt Paket ved omviklet Jerntraad. Arbejdet udføres enten i Svejsherder eller mest almindelig i Flammesvejsovne, som drives enten med fast Brændsel eller med Gasfyring; her anvendes fortrinsvis Siemens Regenerativgasfyring. Indsatsen kan udgjøre fra 500 til 3000 Pund og mere ad Gangen; i 12 Timer kan der gøres 12 à 13 Indsætninger; en Del endnu tilbageværende Slagge flyder fra, og man faar herved fra 86 til 90 Procent Smedejern af Luppejernet. Det svejsvarme Jern bringes derpaa under Hamrene og Valserne for endelig at faa den Form, hvori det gaar i Handelen, altsaa som Stangjern, Skinner, Vinkler, T-Jern osv., som Pladejern, Blik, som Traad og endelig som Jernrør.

Mødet hævedes, efterat Formanden havde meddelt, at Foredraget vilde blive afsluttet næste Møde den 5te April.

Mødet den 5te April 1887.

Dagsordenen var:

Kandidat Schleisner vil fortsætte sit med Experimenter ledsagede Foredrag om Jernet, særlig med Hensyn til dets Anvendelse i Skibs- og Maskinbygning.

Mødet dirigeredes af Formanden, Kaptajn Jespersen, der gav Ordet til

Kandidat Schleisner, der holdt følgende Foredrag:

Staalet udmærker sig i Modsætning til Smedejernet, som bekendt, ved den Egenskab, at det lader sig hærde. Som alt tidligere berørt, er der i de sidste 20 til 30 Aar fremkommet saa mange Methoder til Fremstilling af Jern med et lavt Kulindhold, snart blødt og uhærdeligt, altsaa Smedejern, snart staalagtigt eller ligefrem Staal, ligesom man ved den samme Methode kan fremstille dels Smedejern dels Staal, at der var opstaaet en betydelig Forvirring i Betegnelsen af disse Produkter, hvilken man har søgt at hæve ved den af Philadelphia-Komiteen foreslaaede Nomenklatur, der netop tager Sigte paa Hærdeligheden som det væsentligste Skjælnemærke. Af alle disse nyere Methoder er der ingen, som har opnaaet en saadan Berømmelse som den efter Opfinderen kaldte Bessemerproces.

Man har oftere havt Tanken henvendt paa at finde Methoder til at undgaa det besværlige Arbejde ved Pudlingsprocessen. Det var ogsaa denne Tanke, som ledede Henry Bessemer, da han fattede den Idé at

foretage Raajernets Friskning til Smedejern ved direkte at lede den atmosfæriske Luft i smeltet Raajern. Ilten skulde saa forbrænde Kulstoffet, og han tilsigtede at faa Smedejern tilbage. Bessemers Opfindelse har, ligesom saa mange andre, en Trængselens Tid at se tilbage paa, skjønt den strax blev greben med stor Interesse af Fagfolkene. Der maatte otte Aars Arbejde, mere eller mindre uheldige og heldige Forsøg og Kamp til, inden Metoden fandt almindelig teknisk Anvendelse. Skjønt al Ære tilkommer Opfinderen for hans ihærdige Arbejde og hans virkelige storslaaede Idé, har han dog næppe tænkt sig, at denne, som oprindelig gik ud paa at fremstille Smedejern, skulde udvikle sig til den storartede Staalfabrikationsmethode, som den er blevet til, som tilsteder i faa Minuter at fremstille enorme Masser Staal; og, som det oftere er gaaet, det blev ikke Opfinderen og hans Fædreland, England, som det blev forbeholdt at føre Metoden sejrrig ud i Livet, men Æren herfor tilkommer et af Evropas ældste jernproducerende Lande, Sverige, og dygtige svenske Metal-lurger og Fabrikanter.

Allerede 1855 begyndte Henry Bessemer at gjøre Forsøg, og hans første engelske Patent daterer sig fra 15. Marts 1856. Men saavel Bessemers egne Forsøg som andre, der bleve anstillede i Woolwich 1857, viste vel, at Metoden formaaede at fjerne Kullet af Raajernet, men det erholdte Smedejern var forbrændt og rødskjørt og indeholdt den hele Mængde Svovl og Fosfor, som oprindelig havde været tilstede i Raajernet. Forsøgene paa at fremstille Staal ved ufuldstændig Bortbrænding af Kulstoffet faldt ogsaa uheldig ud. Det engelske Raajern viste sig i det Hele at være for urent. De heldigste Resultater opnaaede man med det renere, svenske Trækuls-Raajern. Paa Forslag af A. Grill, Direktør for det svenske Jernkontor, optoges Forsøgene 1858 i Sverige og iværksattes med stor teknisk Dygtighed af G. F. Göransson den

Ældre i hans Fabrik i Edsken ved Gefle. Det lykkedes ham her at fremstille virkeligt brugbart Staal ved Bessemerprocessen. Efterhaanden indførtes forskjellige Forbedringer; saaledes blev det hidtil faststaaende Apparat, hvori Indblæsningen af Luft foretoges, forandret til et om sin horisontale Axe bevægeligt Apparat, i Principet den samme bevægelige, saakaldte Konvertor, som nu bruges. De i Sverige opnaaede Resultater førte ikke alene til Anlæggelsen af det store Bessemerværk i Sandviken i Aarene 1862—64, men 1859 gjenoptoges Forsøgene i England med bevægelig Konvertor og med Anvendelse af bedre Raajern. Dog vare Vanskelighederne langt fra overvundne; den engelske Fabrikant John Brown, som paa de store Atlas Works i Sheffield havde arbejdet meget med Metoden, erklærede i 1862 i Anledning af Verdensudstillingen i London til Juryen, at Bessemermetallet var et kulrigt, smeltet Smedejern, som hyppig viste Uensartethed i Sammensætningen, besad kun ringe Elasticitet og kunde ikke modtage nogen brugbar Hærdning, hvorfor det ikke egnede sig til skjærende Værktøj eller Arbejder, hvor der stilledes Fordringer til Elasticiteten. H. Bessemer erklærede selv 1862 for Juryen, at til Værktøjsbrug passende Staal af hans Metal kun kunde erholdes ved at omsmelte det i Digler med Tilsætning af Trækul og Brunsten. Imidlertid gave Forsøgene i Sverige stedse bedre Resultater, som en Følge af Grills og Göransson's Bestræbelser, ved forøget Tryk og bedre Fordeling af Blæsevinden; Blæsetiden for en Charge i Sverige varede 7 til 10 Minuter, medens man i Sheffield, ogsaa med Anvendelsen af svensk Raajern, brugte 25 Minuter hertil. En af de største Vanskeligheder at overvinde bestod i, at Kullet brændte altfor livligt bort, og man fik et kulfattigt, forbrændt Produkt. Dette søgte man i Sverige at komme over ved at afbryde Blæsevinden, naar Afkulningen var naaet til et vist Punkt, medens man i England efter Forslag af Robert

Mushet i Coleford 1860 indførte en meget væsenlig Forbedring i Methoden ved atter at bringe Kulmængden paa den forønskede Højde derved, at man til det smeltede færdige Produkt mod Operationens Slutning føjede en vis Mængde Spejljern. Bessemer selv foreslog 1861 at sætte en manganholdig Jernlegering, Ferromangan, til det flydende Slutningsprodukt. Mushets Forbedring var af væsenlig Indflydelse paa Bessemermethodens Opkomst, den blev optagen 1861 af Jackson fræres i Bordeaux, blev anbefalet af P. Tunner i hans Beretning over Jernindustrien i Anledning af Londonerudstillingen 1862, og efter talrige Forsøg andre Steder, bl. a. ogsaa hos Krupp i Essen, kunde Bessemermetoden i 1864 siges at have faaet fast Fod i den moderne Jernindustri. 1867 var der i alt 117 Bessemerapparater i Virksomhed paa 45 Jernværker. Dog svarede Resultaterne ikke altid til Forventningerne. Det viste sig, at man ikke kunde bruge enhver Sort Raajern i Bessemerprocessen; for at faa et brugbart Produkt maatte Raajernet være saa rent som muligt, navnlig frit for Fosfor og Svovl, men sligt Raajern forekommer sjældent. Da Foderet i Bessemerapparatet var stærkt kiselsyreholdigt, hvad Metallurjerne kalde surt Foder, dannede der sig ogsaa en sur Slagge, og Fosforet iltede sig derfor ikke og optoges ikke i Slaggen, men blev i Jernet. Man havde ventet, at Svovlet skulde brænde bort, men i den korte Tid Processen varer, sker dette kun ufuldkomment. En betydelig Forbedring, hvorved man tilsigtede at afhjælpe de nævnte Ulæmper, blev indført 1878 af Sidney Gilchrist^{og} Thomas, idet ~~han~~^{de} gav Bessemerapparatet et basisk Foder og desuden under Processen anvendte et basisk Tilslag, hvorved det blev muligt at forarbejde fosforholdigt Raajern, idet Fosforet nu indgik som Fosforsyre i den basiske Slagge. Herefter deler man denne ny Friskningsmethode med atmosfærisk Luft i to Grupper,

den egentlige Bessemermethode eller den sure Proces og Thomasmethoden eller den basiske Proces.

Det Apparat, hvori Bessemerprocessen foregaar, den saakaldte Konvertor, ogsaa kaldet Bessemerpæren paa Grund af dets Form, bestaar af et konisk eller halvkugleformet Bundstykke, et cylindrisk Mellemstykke og en ligeledes halvkugleformet eller konisk Hætte, som ender i en med en forholdsvis smal Aabning forsynet kort Hals, der er bøjet til Siden under en Vinkel paa omtrent 45° . Ofte have dog Bessemerapparaterne i Nutiden Form af en Cylinder, der foroven ender i en skraatliggende afstumpet Kegel. Det forfærdiges af 10 til 15 Mm. tykke Jernplader og hviler i en svær, støbt Jernring, ved Hjælp af hvilken det ved Tapper er ophængt mellem solidt Murværk; den ene Tap, Vendetappen, er forsynet med et Tandhjul og tjener til ved maskinelle Indretninger at vende eller dreje hele Konvertoren, saaledes at Mundingen kan komme til at ligge horisontalt; den anden Tap, Vindtappen, er hul og tjener til at føre Blæsevinden ind i Apparatet. Den føres ned under Konvertorens Bund, hvor den staar i Forbindelse med en Vindkasse; over denne befinder sig Konvertorens gennemhullede Bundplade og Bund, forfærdiget af saa ildfast Materiale som muligt. Som omtalt, udfodres Konvertoren med et ildfast, stærkt kiselsyreholdigt Materiale; Bunden dannes stedse for sig, den stemples af ildfast Materiale, Ganister o. l. i Jernforme. I selve Bunden indsættes et Antal, i Reglen 7, af Chamotte brændte koniske Stykker, saakaldte Former; gennem hver af disse gaar 7 til 13 Vindpiber af 8 til 12 Mm. Lysaabning; om disse Former eller Vindpibekegler stemples Bunden særlig fast; eller ogsaa føres Blæsten gennem talrige, ofte skraatliggende Vindkanaler af fra 3 til 10 Mm. Brede, som ere ligelig fordelte over Bundfladen; under Udstampningen af Bunden holdes disse Kanaler fri ved Staalpinde. Konvertoren er som

oftest forsynet med saakaldt løs Bund, d. v. s. den kan tages ud efter endt Blæsning og kan erstattes med en anden. Bunden fortæres nemlig hurtigere end Foderet; medens man regner, at dette kan udholde 100 Charger, taaler Bunden undertiden kun 14, højst 40 Charger. I Fabriker med stor Drift er denne Indsætning af en ny Bund et hyppigt Arbejde; tidligere maatte man i dette Øjemed vende Konvertoren helt om og anbringe Bunden fra oven ved Hjælp af en Kran; nu behøver man ikke at vende Konvertoren for dette Arbejde, der sker fra neden, idet man anbringer Bunden ved Hjælp af en bevægelig hydraulisk Løfteindretning, som paa Skinner kan skydes ind under Konvertoren. I Amerika har man dog forladt de løse Bunde og er vendt tilbage til faste Bunde, hvorved man opnaar med to Konvertorer at kunne foretage et større Antal Blæsninger i Døgnet. I Almindelighed omsmeltes Raajernet i særegne Ovne, inden det kommer i Bessemerpæren; trods man herved mener at faa et renere Produkt, er det indlysende, at man i økonomisk Henseende vil spare betydelig ved at lade Raajernet flyde direkte fra Højovnen til Konvertoren. Dette iværksattes allerede 1867 i Terrenoire i Frankrig, hvor det lykkedes dels i Højovnen at fremstille et for Bessemerprocessen særlig egnet Raajern, dels at skaffe en fortløbende Drift mellem Højovnen eller Bessemerværket.

Et Bessemerværk bestaar i korte Træk af to Konvertorer, som ere anbragte for Enderne af en halvirkelformet Grav; i denne befinder sig Støbeformene; over Graven bevæger sig en hydraulisk Kran med Støbegryden, hvori Konvertorerernes færdige Produkt udgydes for derfra at føres til Formene; andre hydrauliske Kraner tjene til at fjerne de stivnede Blokke. I et noget højere Niveau end de øvrige Apparater befinde sig Flammeovnene eller Kupolovnene til Osmeltning af Raajernet eller ogsaa Højovnene.

Naar en ny udforet Konvertor skal sættes i Gang, begynder man med Ophedningen ved at anbringe Brænde i selve Konvertoren; Ophedningen maa foregaa langsomt og forsigtigt; ovenpaa Brændet anbringer man efterhaanden Kul og Koks, Vindkassen under Konvertorens Bund holdes aaben, og saaledes henstaar den i et Par Timers Tid. Naar Foderet er blevet tørt og varmt, lukkes for Vindkassen, og der indledes svag Blæst, saaledes at Foderet tilsidst holdes glødende. Tidligere overtrak man Foderets Overflade med Vandglas, for at dette skulde smelte sammen med Kiselsyren og Leret og danne en glat, emailleagtig Overflade; dette undlades nu, da Asken fra Brændselsmaterialerne er tilstrækkelig til at frembringe en Glasur paa Overfladen, som bidrager til at forøge Foderets Holdbarhed. Naar Konvertoren er tilstrækkelig ophedet, bortskaffes de overflødige Koks; den anbringes i horisontal Stilling, og den med ildfast Ler udfodrede Løberende fra Ovnen, hvori Raajernet smeltes, stikkes i Halsen paa den, hvorpaa man lader det smeltede Raajern flyde ind; dette fylder omtrent en Tiendedel af Konvertorens Rumfang. Umiddelbart derefter aabner man for Blæsten, men først efter at Blæsevinden viser 1 Atmosphæres Overtryk, rejses Konvertoren atter i den lodrette Stilling. Man forøger Blæsevinden til $1\frac{1}{2}$ Atmosphæres Overtryk. Forstoppes Vindpiberne, maa man forøge Trykket, senere lader man det synke; paa Grund af Luftens stærke Fortætning ved Blæseapparatet, varmer den sig stærkt op og indtræder med en Temperatur af omtrent 100° i Konvertoren. Ilten i den atmosfæriske Luft bevirker nu Forbrændingen af de i Raajernet indeholdte Stoffer, Silicium, Mangan og Kul, og herved produceres, i Særdeleshed ved Siliciumets Forbrænding, en saa høj Varme i Konvertoren, som man ikke hidtil har kunnet frembringe i andre Jernfriskningsovne; Varmen nærmer sig til Platinets Smeltepunkt. Ifølge Jordan udvikler en Vægtenhed Silicium

6382,4 Varme-Enheder (efter Troost og Hautefeuille 7830) ved Forbrænding til Kiselsyre; Jern og Mangan, derimod kun 1268 Varme-Enheder. Medens Charger paa 100 til 200 Centner Raajern friskes ved Bessemerprocessen i Løbet af 20 til 25 Minuter, tager Behandlingen af 100 Centner Raajern omtrent halvanden Uge ved Herdfriskningen og halvanden Dag ved Pudlingsprocessen. Da den ved Siliciummets Forbrænding frembragte Kiselsyre ikke er flygtig, men et fast Legeme, ser man i Begyndelsen ingen egenlig Flamme træde ud af Konvertorens Aabning, men derimod en Regn af Gnister af hvidglødende Kiselsyre. Samtidig hører man en dump, klappende Lyd, som foraarsages ved Luftens Indtrængen i det smeltede Metalbad. Efter nogle Minuters Forløb begynder Iltningen ogsaa at udstrække sig til Kulstoffet; virkelige Flammer af brændende Kulilte træde ud af Konvertoren; i Begyndelsen er Flammen rødlig, senere mere klart lysende; samtidig bliver Metalbadet mere flydende paa Grund af den store Varmeudvikling; Blæsevinden trænger lettere igjennem, og paa Grund af Kuliltens Dannelse hører man en boblende, kogende Lyd.

Paa Grund af de her angivne Forhold skjelner man i Praxis mellem to bestemte Perioder i Bessemerprocessens Forløb. Den første eller Gnistperioden omfatter Siliciummets Forbrænding, under hvilken tillige en Del af Manganet ilter sig; den anden er Flamme- eller Kogeperioden, i hvilken Kulstoffet forbrænder. Enkelte Metalurger skjelne mellem tre, atter andre mellem fire Perioder, men disse ere ofte vanskelige at holde ude fra hinanden ved den sure Proces. Sluttelig synker Flammen, dens Farve forandrer sig, og der viser sig en brun Røg. Blæsningen er da til Ende, og Raajernet er nu forandret til et kulfattigt, blødt, smelteligt Jern. Konvertoren vendes, og der udtages Prøver; disse undersøges rent erfaringsmæssig, efter Slaggens Beskaffenhed, og mekanisk, enten

under en mindre Damphammer eller ved Smedning med Haanden. Viser Prøven ikke det ønskede Resultat, saa blæses endnu en kort Tid; er dette derimod Tilfældet, saa stikkes en Løberende fra Kupolovnen, hvor Spejljernet smeltes, i Konvertorens Hals, og man lader den fornødne Mængde smeltet Spejljern flyde til Massen i Konvertoren; herved opstaar en mere eller mindre kraftig Virkning, som giver sig tilkjende ved Opkogning og Udsendelsen af en lysende Flamme af Konvertorens Hals. Anvendes Ferromangan, kastes dette i Stykker ned i den smeltede Masse. Efter denne Tilsætning blæses endnu i 10 til 20 Sekunder, eller det smeltede Metal udhældes strax i Støbegryden, som i Forvejen er ophedet og ved Kranen bragt i Stilling under Konvertoren.

Efter Beskaffenheden af den Flamme, som udsendes af Konvertorens Hals ved Tilsætning enten af Spejljernet eller Ferromanganet, drager man Slutninger med Hensyn til det færdige Produkts Egenskaber. Er Flammen meget lang og Indvirkningen voldsom, saaledes at der slynges Slagge og Metal ud af Munden, tyder dette paa en for lang Blæsning; er Flammen derimod kort, antyder dette for kort Blæsning, og det færdige Produkt bliver da gjerne meget haardt og skjørt. Iøvrigt betjener man sig hyppig i Bessemerprocessen af Spektralanalysen til at bedømme de forskellige Perioder og Produktets Beskaffenhed, medens det endnu er under Blæsning i Konvertoren. Af det Spektrum, som Flammen viser i de forskellige Faser, kan man forfølge og kontrollere Processens Gang. Det er Englænderen W. Bradge, Ingeniør hos John Brown i Sheffield, hvem den Tanke skyldes at anvende Spektroskopet til at studere og analysere Bessemerflammen. Professorer H. Roscoe ved Owens College i Manchester anstillede derefter en Del Forsøg over Bessemerflammens Spektra, hvorefter Spektroskopet blev almindelig anvendt i de engelske Staalværker for atter derpaa at blive for-

ladt, idet man nu almindelig holder sig til den ved Praxis indvundne Erfaring og den kemiske Analyse. Imidlertid forplantede Spektroskopets Anvendelse sig til Fastlandet og anvendes endnu i et ikke ringe Antal franske Bessemerværker; det har saaledes været i Brug i Terre noire siden 1864, hvor det indførtes af Valton.

Efter at det flydende Metal er hældt fra Konvertoren i Støbegryden, føres denne paa Skinner hen over Støbeformene, Kokillerne, som staa i Graven; i mange Fabriker ere de dog ogsaa anbragte i Højde med Gulvet og Konverterne og de øvrige Apparater som en Følge heraf anbragte i en tilsvarende Højde. Kokillerne ere af Støbejern, i Reglen prismatiske med afrundede Hjørner eller cylindriske, noget smallere foroven end forneden, for at de lettere kunne fjærnes fra den støbte Blok; til meget svære Blokke ere Kokillerne ottekantede. De ere aabne saavel foroven som forneden og stilles paa Jernplader, som temmelig hurtig fortæres af den varme Metalstraale, hvorfor de hyppig i Midten af Støbeformen dækkes med flade Chamottestene. Foroven ere Kokillerne forsynede med to Smedejerns Øskener, dels til at Kranen kan gribe fat i dem, dels til Anbringelse af et Dæksel. Kokillernes Styrke og Dimensioner rette sig selvfølgelig efter den tilsigtede Størrelse af Støbeblokken; i Reglen have deres Vægge en Tykkelse af omtrent 2 Tommer, men ved meget store Former anvendes indtil 4 Tommer. Det underste Tværmaal vexler for de almindelige Støbeblokke paa 180 til 1400 Punds Vægt fra 6 til 12 Tommer, Højden er 3 til 4 Gange den underste Diameter og mindst 4 Tommer højere end den tilsigtede Støbeblok. Slitagen paa Støbeformerne er paa Grund af Metalbadets høje Temperatur meget betydelig; naar de ere af godt Materiale kunne de udholde fra 40 til 60 Støbninger.

Man lader ikke Metallet flyde direkte fra Støbegryden i Kokillerne, men, dels for at formindske Faldhøjden, dels

for at tilbageholde Urenligheder, løber Metalstraalen først i en saakaldt Tragt, der er ophængt under eller foran Gryden, der er udforet med en ildfast Masse og forsynet med en eller ofte to Udløbningsaabninger, saaledes at man kan støbe i to Kokiller paa engang.

For saa vidt Bessemermetallet er forholdsvis frit for Luftarter, hvilket stedse skal være Tilfældet, naar Reactionen ved Spejljernets Tilsætning har været meget voldsom, saa stivner det med en jævn eller lidt indsvunden Overflade, men indeholder det en større Mængde af opløste Luftarter, saa udskilles disse for Størstedelen under Afkølingen i Formen, Metallet „koger“ i Formen, det stiger i Vejret og kan træde ud over Randen. Produktet bliver herved mindre tæt, porøst og blæret; saadanne Blærer kaldes i England honeycombs. Man søger at undgaa dette paa forskjellig Maade, dels naar Metalbadet er mere varmt, end det er nødvendigt for Støbningen, ved at komme Ender af Skinner og lignende Affald deri, dels ved at anbringe en tynd Plade paa Metaloverfladen i Formen, derpaa fylde denne med Sand og dernæst lukke med et Dæksel, som fastkiles ved Hjælp af de to forhen omtalte Øskener. Herved formindskes imidlertid kun Metallets Hævning, men kan ikke fuldstændig forhindres. I nævnte Øjemed kan man ogsaa anvende andre Midler, f. Ex. Omrøring af det smeltede Metal i Støbegryden, hvorved man tilsigtede det dobbelte Øjemed, dels at Luftarterne skulde gaa bort forinden Udstøbningen, og dels at Metalblandingen skulde blive mere inderlig, mere ensartet. Endvidere har man ladet de støbte Blokke stivne under et betydeligt Tryk, enten ved en hydraulisk Presse, ved Vanddamp eller endog ved Kulsyretryk. Whitworth var den Første, som søgte at give Metallet en større Tæthed ved at udsætte den endnu ikke fuldstændig stivnede Støbeblok for et stærkt hydraulisk Tryk; han kaldte endog det saaledes pressede Bessemerstaal for Whitworth-Metal,

men den østerrigske Ingeniør Stummer fandt ved Presning af saadanne Blokke, at Blærerne ikke vare forsvundne, men kun fladtrykte inde i Blokken. Den hyppigst anvendte Methode er den at støbe fra neden i Formene. I dette Øjemed forenes 4—8 Kokiller paa en fælles Bundplade; i Midten er anbragt et Tragtrør af Jern, udforet Chamotterør; forneden forgrener dette sig i Kanaler, som udmunde under Kokillerne. Fyldningen af Formene foregaar forholdsvis langsomt gennem Tragtrøret, hvorved Luftarterne faa Lejlighed til at gaa bort. Men denne Methode er ligesom de øvrige omstændelig og forholdsvis kostbar; efter hver Støbning maa Kanalerne fornys, ligesom ogsaa Affaldet er ikke ringe.

Efter at Blokkene ere stivnede, løftes Kokillerne af ved Kranen, og de endnu klartglødende Metalblokke bringes enten under Hamrene eller i Varmeovne eller Varmegruber, inden de bringes under Valserne.

Med Hensyn til den Tid, som den egenlige Bessemerproces, Blæsningen i Konvertoren, tager, saa er denne noget afhængig af den Begyndelsestemperatur, hvormed det smeltede Raajern indlades i Konvertoren, men i det væsenlige er den første Periodes Varighed afhængig af Raajernets Siliciumindhold; man regner i Almindelighed, at denne Blæseperiode varer 5 Minuter for hver Procent Silicium, som Raajernet indeholder. I de franske Fabriker, hvor man bruger Bessemerraajernet direkte fra Ovnene med omtrent lidt over to Procent Silicium, varer den første Periode højst 10 Minuter; et Raajern med 2,39 Procent Silicium viste efter 8 Minuters Blæsning 1,09 Proc. Si., efter 15 Min. 0,107 Proc., efter 17 Min. 0,057 og efter 18 Minuters Blæsning 0,04 Procent Si. Bruger man omsmeltet Raajern, hvis Siliciumindhold i Regelen er ringere, fra 1 til 1,5 Proc., saa varer Processen i denne Periode ogsaa kortere, fra 4 til 5 à 6 Minuter. Samtidig med Silicium iltes en Del af Manganet i den første

Periode; Resten af Manganet og Kullet iltes i den anden Periode, som efter Kulmængden varer fra 10 til 15 à 18 Minuter; i Almindelighed kan man sige, at ved Trækulsraajern varer Processen 12 til 18 Minuter, ved Koksraajern fra 20 til 25 Minuter. Er Raajernet meget rigt paa Mangan, saa forlænges herved Blæsetiden. Jo længere denne er dreven, desto blødere, desto kulfattigere, bliver det vundne Produkt, men paa den anden Side gaar det ikke an at drive Blæsningen for vidt, da i saa Tilfælde Jernet ilter sig i for høj en Grad og danner letsmeltelige Forbindelser med det kiselsyreholdige Foder, hvilket hurtigt vilde føre til Konvertorens Ødelæggelse. — I den første Meddelelse, som Henry Bessemer gav over sin Methode ved et Møde, som British Association holdt i Cheltenham 1856, kaldte han denne: Fremstilling af Jern og Staal uden Brændsel. Dette var nu nærmest en Art *licentia poetica*, thi for det første maatte man jo anvende Brændsel til Smeltningen af Raajernet og dernæst, som det fremgaar af det foregaaende, optræder i Særdeleshed Silicium og derefter Kulstoffet som Brændsel under Processen. Hvor høj en Temperatur det smeltede Metal har i Bessemerconvertoren, véd man ikke, men man anslaaer den til at ligge henimod 2000°C. , i alle Tilfælde over 1800°C. Tabet af Jern ved den sure Proces udgjør fra 9—15 Proc., ved god Ledelse af Operationerne faar man 86 til 88 Proc. brugbart Materiale af den anvendte Mængde Raajern.

Ved den basiske Proces eller Thomasmethoden kan man, som omtalt, anvende fosfor- og svovlholdigt Raajern, men man søger selvfølgelig at arbejde med et saa lidet siliciumholdigt Materiale som muligt, dels for at spare paa Ovnfoderet, dels for ikke at forøge Mængden af basiske Tilslag. Det basiske Ovnfoder dannes af brændt Dolomit, som formes til Mursten af passende Størrelse. Dolomit er et Mineral, som i det væsentlige bestaar af kulsur Kalk og kulsur Magnesia med vexlende Iblandinger af

Ler og Jerntveite. I Almindelighed arbejdes ved Thomasprocessen med hvidt Raajern, som indeholder fra 0,3 til 0,5 Procent Silicium; kun ugjerne anvendes Sorter, som indeholde 1 Procent og derover. Til Thomasjern vælger man endvidere Raajern af middel Kulindhold, gennemgaaende med 3 Procent Kul eller lidet derover. Da der herved kommer til at mangle det i den sure Proces saa vigtige Brændselsmateriale Silicium, som frembringer de høje Temperaturer, hvorved Kullets Forbrændning indledes, saa søger man at erstatte dette, dels ved stærk Overhedning af det smeltede Raajern, dels ved Anvendelsen af et manganholdigt Raajern; dette maa helst ikke indeholde under 2 Proc. Mangan; fortrinsvis anvendes Sorter med 2,5 til 3 Procent.

Iøvrigt foregaar den basiske Proces i sine Hovedtræk ligesom den sure. Før Ifyldningen af Raajernet bringes det basiske Tilslag i Konvertoren; af de forskellige Stoffer, man har forsøgt, har hidtil kun den brændte Kalk holdt sig. Efter Raajernets Siliciummængde tilsættes fra 10 til 18 Procent Kalk af den Vægt Raajern, der skal blæses. Enten styrtes Kalken i glødende Stykker i Konvertoren, eller den kommes kold i denne sammen med Brændsel og ophedes under svagt Vindtryk til Glødhede, før man lader Raajernet flyde ind. Den angivne Kalkmængde er mere, end der theoretisk vilde udfordres til at binde Kiselsyre, Fosforsyre og Svovl, men dels føres ikke ubetydelige Mængder bort med Blæsevinden, og dels er Overskuddet nødvendigt for at danne en tykflydende Slagge, som ikke let blander sig med det smeltede Metal.

Ved den basiske Proces mangler den egenlige første Periode under Blæsningen, som spiller saa stor en Rolle ved den ældre sure Bessemerproces, men, efter at Kulstoffet er bortiltet, følger en for den basiske Proces ejendommelig Periode, Efterblæsningen, Englændernes *after blow*, under hvilken Fosforet bliver iltet. Ligesom Henry

Bessemer i sin Tid antog, at en hvilkensomhelst Sort Raajern kunde friskes til brugbart Jern ved den af ham foreslaaede Methode, saaledes antog man i Begyndelsen ved Thomasprocessen, at Mængden af Fosfor i selve Raajernet var ligegyldig, og at Processen vilde forløbe normalt, enten der vare store eller smaa Mængder Fosfor tilstede. Imidlertid indsaa man snart, at Fosforet spiller en væsenlig Rolle som varmegivende Brændsel mod Slutningen af Processen; det var vanskeligt og ufordelagtigt at arbejde med Raajern, som indeholdt mindre end 1,5 Proc. Fosfor; flere Steder fordrer man et Fosforindhold i Thomas-raajernet af 2, endog 2,5 til 3 Procent.

Efterblæsningen er det væsenligste Punkt i den basiske Proces; hvor længe den skal vare, kan ikke afgøres ved Spektroskopet, da dette i denne Periode af Processen ikke angiver Linjer for Fosforet. Man er derfor henvist til de mekaniske Prøver; hver halve eller hele Minut udtages en Prøve, som strækkes under Hammeren, dels til en Plade, dels smedes til en Stang; der maa ikke opstaa Ridser i Kanterne, og Metallet maa kunne bøjes helt sammen en eller flere Gange uden Sprækker i Bøjningsstedet; endelig bedømmes Bruddets Udseende. Naar man efter disse Prøver kan slutte, at Fosforet er tilstrækkelig fjærnet, vendes Konvertoren for at modtage Tilsætningen af Spejljern eller Ferromangan. Forinden søger man at hælde saa meget som muligt af Slaggen ud af Konvertoren i en til dette Øjemed under den anbragt Kasse. I enkelte Bessemerværker kommer man Ferromanganet i Støbegryden og tømmer Konvertorens Indhold deri, saaledes at Slaggen flyder over Randen. Tilslaget af Spejljern eller Ferromangan er temmelig betydeligt ved den basiske Proces; det udgjør sædvanlig 8 à 10 Procent af det anvendte Raajerns Mængde. Aarsagen er den, at store Mængder Jern ilte sig, navnlig under den sidste Del af Blæsningsperioden, og

disse skulle atter aflites ved det i Spejljernet indeholdte Mangan; samtidig gives det forholdsvis bløde Produkt en Del Kulstof tilbage ved det i Spejljernet indeholdte Kul. Men Kullet virker ogsaa reducerende paa en Del af Fosforsyren, som er gaaet over i Slaggen, hvorved stedse en Del Fosfor føres tilbage i Jernet. Derfor er det, at man saa vidt muligt søger at fjerne Slaggen, inden Tilsætningen af Spejljern finder Sted. I enkelte Fabriker har man søgt at bringe Spejljerntilslaget med 18 à 20 Procent Mangan ned til 6 Proc. og derpaa, for at skaffe den fornødne Mængde Mangan til Afiltningen, tilsætte 2 à 3 Procent Ferromangan med 60—70 Proc. Mangan, men Produktet bliver herved ikke kulholdigt nok, som en Følge deraf blødt og f. Ex. ikke haardt nok til Skinner. I mange Fabriker, hvor man til Stadighed arbejder med samme Kvalitet Raajern, gjør man sig ikke den Ulejlighed at tage Prøver, men, naar Kullet er tilstrækkelig brændt bort, hvilket kan kjendes paa Flammen, blæses endnu en vis Tid, som man erfaringsmæssig har fundet ved de tidligere Blæsninger, hvorpaa Spejljernet tilsættes. Man kan imidlertid ikke altid stole paa, at Erfaringen holder Stik, dels kan Raajernet være af forskjellig Beskaffenhed, selv om det stammer fra Ertser af samme Grube, dels forløber Defosforiseringen ikke altid regelmæssig i Forhold til Tiden.

Ved Spejljernets Tilsætning opstaar en temmelig voldsom Reaktion i det smeltede Metalbad paa Grund af Reduktionen af det i Metalbadet opløste Jernilte; naar denne er til Ende, tømmes Konvertoren, og Støbningen foregaar; den tager noget længere Tid end Støbningen ved den sure Proces, da Thomasmetallet er endnu mere varmt og indeholder større Mængder Luftarter end Bessemermetallet. Jernet sprøjter og koger gjerne i Formene, og Metallet er i Regelen temmelig blæret.

Det basiske Tilslag og Ovnfoderet optager Fosforsyren, som danner sig under Efterblæsningen; i denne

Periode iltes ogsaa Størstedelen af Manganet samt en Del af Svovlet, dog langt fra i Forhold som Fosforet. Ved en Efterblæsning paa $2\frac{1}{2}$ Minut opnaaedes f. Ex. følgende Resultater; ved Efterblæsningens Begyndelse viste Metallet følgende Indhold af Mangan (Mn), Fosfor (P) og Svovl (S):

Mn	0,817
P	0,955
S	0,118

Ved Efterblæsningens Ophør var Mængden af disse Stoffer sunken til:

Mn	0,440
P	0,146
S	0,115

For yderligere at fjærne Svovl af Produktet har man foreslaaet at fortsætte Blæsningen ud over den for Efterblæsningen sædvanlige Tid, hvilken Operation Englænderne kalde over after blow; enkelte Steder har man herved opnaaet at fremstille et godt Staal med Raajern, som indeholdt over $\frac{1}{2}$ Procent Svovl, men der iltes meget Jern ved denne vidt drevne Blæsning.

Den basiske Proces varer i Reglen noget kortere end den sure, i Almindelighed dog ofte 18 til 25 Minuter. Den er forholdsvis kostbarere, da den fordrer hyppigere Reparationer; Konvertorbundene ved den basiske Proces udholde kun 10 til 14 Blæsninger. Tabet af Metal ligger omkring 15 Procent.

For at vise hvorledes Stofferne efterhaanden forsvinde af Raajernet, eftersom Blæsningen skrider frem, meddeles følgende Analyser af Prøver, tagne ved det angivne Antal Minuter og Sekunder under Operationerne:

Den sure Proces.

	Raajernet	Efter 6 Min.	12 Min.	18 Min.	20 Min.
	engelsk			Spejljerntilsætning	
Kul.....	3,57	3,94	1,64	0,19	0,37
Silicium ...	2,26	0,95	0,47	Spor	Spor
Mangan ...	0,04	Spor	Spor	Spor	0,54

	Raajernet tysk	Efter 4 Min. 30 S.	18 Min.	16 Min.	Efter Spejljern- tilsætning,
Kul	3,516	2,780	0,428	0,053	0,228
Silicium ..	1,847	1,213	0,932	0,285	0,270
Mangan...	1,928	1,687	1,005	0,373	0,620

	Raajernet svensk	Efter 2 M. 15 S.	4 M. 30 S.	5 M. 30 S.
Kul	3,94	4,02	1,10	0,05
Silicium	1,14	0,04	0,03	0,01
Mangan.....	0,64	0,12	0,12	0,06

Det skal bemærkes, at disse Analyser ogsaa svare til forskellige Arbejdsmethoder.

Den basiske Proces.

	Kul.	Silicium.	Mangan.	Fosfor.	Svovl.
Raajernet	3,210	1,220	1,030	2,183	0,080
2' 46" Blæsning..	3,300	0,720	0,710	2,148	0,050
5' 21" — ..	3,120	0,150	0,500	2,224	0,050
8' 5" — ..	2,470	0,007	0,180	2,157	0,050
10' 45" — ..	1,490	0,012	0,160	2,096	0,050
13' 28" — ..	0,750	0,005	0,140	2,053	0,050
15' 13" — ..	0,050	0,008	0,010	1,910	0,055
19' 14" — ..	0,020	0,005	0,010	0,230	0,060
19' 31" — ..	0,020	0,005	0,010	0,139	0,055
19' 49" — ..	0,003	0,004	0,010	0,087	0,056
Spejljern.....	5,180	0,280	1,306	0,097	0,010
Slutningsprodukt...	0,260	0,010	0,480	0,145	0,045

Som man ser af den sidst anførte Analyse, gaar Fosformængden, som i det tilsatte Spejljern udgjør 0,097 Procent, i det færdige Produkt op til 0,145 Proc.; dette skyldes Reduktion af det allerede forhen under Processen til Fosforsyre iltede Fosfor.

Maalene for Bessemerkonvertorens Dimensioner ere i Tidens Løb stedse blevne større og større; man begyndte med Charger paa 3 til 5 Tons Raajern og er i Nutiden

naaet indtil 12 Tons. Almindelig arbejdes dog kun med 6 til 8 Tons. En Konvertor til 6 Tons har sædvanlig i indvendig Tværmaal 5 Fod, og den indre Højde er 10 til 12 Fod. Til den basiske Proces ere Maalene noget større paa Grund af den megen Slagge. Selve Konvertorvæggen, bestaaende af Jernpladen og Foderet, har en gennemsnitlig Tykkelse af 10—12 Tommer; Bunden er fra 15 til 20 Tommer høj.

I Sverige arbejder man med Fordel med mindre Charger, og denne Arbejdsmaade begynder i den senere Tid ogsaa at udbrede sig flere Steder i Udlandet. Til mindre Charger paa 800 Pund Raajern anvendes Konvertorer med omtrent $1\frac{1}{2}$ Fods indvendig Lysmaal og 3—4 Fods indre Højde.

Bessemermetallet kan selvfølgelig afvige meget i sin Sammensætning efter det anvendte Raamateriale og Arbejdsmethoden. Ved Hjælp af mangan- og kulholdigt Tilslag kan man tilføre Slutningsproduktet disse Stoffer i de Forhold, man ønsker. Medens de engelske og svenske Værker fremstille et Metal, som næsten ikke indeholder Silicium, er det i Tyskland mere og mere blevet Brug at erstatte en Del af Kullet med Silicium. Ved Thomasprocessen fremstilles næsten udelukkende et blødt, lidet kulholdigt Metal; det lykkes nemlig ved denne Methode ikke saa godt som ved den sure Proces ogsaa at fremstille haardere Sorter, da Tilsætningen af større Mængder Spejljern vilde medføre, at en Del Fosfor atter gik tilbage i Metallet. Thomasjernet lader sig i fortrinlig Grad svejse og fortrænger mere og mere de andre gode og rene Svejsjernsorter. En væsenlig Mangel klæber endnu stedse ved Bessemermetallet, og det er den, at det saa let giver blærede Støbninger, da det i højere Grad end andre Flusjernsorter indeholder opløste Luftarter.

Med Hensyn til Inddelingen af det ved Bessemerprocessen vundne Metal bruger man meget almindelig den saakaldte Neuberger Skala, som her meddeles sammen

med Tunnens og den svenske Skala. Tallene angive Kulmængden i Procent, og af den efterfølgende Forklaring fremgaar, hvilken Indflydelse den har med Hensyn til Haardheden, Svejlsbarheden og Smedeligheden:

Nr.	Neuberger Skala	Tunnens Skala	Nr.	Svensk Skala
1	1,50—1,38	1,50	1	2,00
2	1,38—1,12	1,25	1½	1,75
3	1,12—0,88	1,00	2	1,50
4	0,88—0,62	0,75	2½	1,25
5	0,62—0,38	0,50	3	1,00
6	0,38—0,15	0,25	3½	0,75
7	0,15—0,05	0,05	4	0,50
			4½	0,25
			5	0,05

Neuberger Skalaen. Nr. 1—2 blive næsten aldrig fremstillede, ere ikke svejselige. Nr. 3 meget haardt Staal; ikke svejseligt, til fint Værktøj, Mejsler. Nr. 4 haardt Staal; til File og skærende Værktøj. Nr. 5 blødt Staal; svejseligt; til Skinner, Hjulbaand, Bor. Nr. 6 haardt Jern, svejseligt; til Skinner, Hjulbaand, Axler. Nr. 7 blødt Jern; til Plader og Blik, Nagler, Maskindele, Vaaben.

Tunnens Skala. Nr. 1. Smedeligt, men lader sig ikke svejse. 2. Smedeligt, vanskeligt at svejse. 3. Haardt Staal, lader sig godt smede, men kun svejse med Forsigtighed. 4. Sædvanligt Staal, godt smedeligt og svejseligt. 5. Blødt Staal, godt smedeligt og svejseligt. 6. Finkornet Jern, lader sig kun i ringe Grad hærde. 7. Blødt, homogent Jern, lader sig ikke hærde.

Svensk Skala. Nr. 1. Overgang fra hvidt Raajern til haardeste Staal, vanskeligt at smede, kan ikke svejses. 1½. Lader sig smede, men ikke svejse. 2. Lader sig godt smede, men kan ikke svejses. 2½. Smedeligt og lader sig svejse med Forsigtighed. 3. Haardt Staal. Smedeligt og lader sig svejse af en øvet Arbejder. 3½. Almindeligt

Staal, smedeligt og svejseligt. 4. Blødt Staal, let at smede og svejse. $4\frac{1}{2}$. Finkornet Jern, lader sig ikke mere hærde, smedeligt og svejseligt. 5. Homogenjern; smedeligt og svejseligt Flusjern.

Undertiden fremstilles endnu flere Arter ved at variere Kulmængden over eller under det ved de resp. Numre angivne Middelindhold. Som Exempler paa den forskellige Sammensætning af Bessemermetallet skal nævnes:

	Kul.	Silicium.	Mangan.	Fosfor.
Meget haardt Staal fra Graz .	1,03	0,02	0,25	0,09
Værktøjstaal fra Fagersta	0,70	0,03	0,26	0,023
Flusjern til Axer fra Seraing	0,49	0,09	0,60	0,07
— - Skinner; Osnabrück	0,19	0,50	0,87	0,14
— - Plader, Blik; Fa-				
gersta	0,09	0,01	Spor	0,025
Thomasflusjern fra Witkowitz	0,10	Spor	0,20	Spor

Omendskjønt Bessemerprocessen egenlig blev kaldt til Live i Sverige, og F. Göransen dér fremstillede det første brugelige Produkt ved denne Methode, takket være det gode svenske Trækulsraajern, som næsten ikke indeholder Fosfor, saa har dog Produktionen af Bessemermetal i Sverige ikke taget noget synderligt Opsving, men er endog i Aarenes Løb gaaet tilbage. Lande, hvor Bessemermetoden blev indført 9 à 10 Aar senere end i Sverige, have langt overfløjet den svenske Produktion. Dette skyldes imidlertid ikke Manglen af svenske Bessemerværker, thi i 1878 anfører Prof. Rich. Åkerman, at der i Sverige fandtes ikke mindre end 20 Værker med 40 Konverterer, hvoraf 13 Fabriker med 26 Konverterer vare anlagte siden 1871. Som en medvirkende Aarsag til Sveriges ringere Bessemerproduktion anfører R. Åkerman, foruden de uheldige Tidsforhold, ogsaa den, at det rene, gode svenske Bessemermetal er for dyrt til Fremstilling

af de grovere Produkter, som f. Ex. Skinner o.l., hvortil Bessermestalet i Almindelighed anvendes.

Kun tre af de ældste svenske Bessemerværker have endnu faststaaende Apparater; alle de øvrige arbejde med bevægelige Konverterer, og Raajernet tages direkte fra Højovnene uden Omsmeltning. Den største Produktion af svensk Bessemermetal finder Sted i Fabriken i Sandviken.

Samtidig med Bessemerprocessen udviklede sig en anden Methode, som er af den højeste Betydning for Nutidens Jerntilvirkning, som tillige staar i et direkte Forhold til Bessemerprocessen, til hvilken den maa siges at være et nødvendigt Supplement. Det er den saakaldte Siemens-Martins Methode. Den interesserer os desuden saa meget mere her, som det er gennem den, at Størstedelen af det i Skibbygningen anvendte Staal fremstilles.

Som ved al anden Metalindustri fremkommer ogsaa for Jernets Vedkommende en Mængde Affald, dels ved Forarbejdningen, dels ved selve Fabrikationen af Raamaterialet. Da det væsenlige Hovedmoment i Staalets Sammensætning er et Kulindhold, som ligger mellem det, man finder i Raajern og i Smedejern, ligger den Tanke nær for Haanden, at man ved at sammensmelte Raajern med Smedejern, maatte kunne fremstille en Jernsort med Staalets Kulindhold. Vanskeligheden laa i de nævnte Jernsorters forskellige Smeltelighed. Medens det ikke frembyder nogen Vanskelighed at skaffe Temperaturer til Veje, ved hvilke Raajernet smelter, ansaa man en Tid lang Smedejernet for usmelteligt; det blev kun blødt og sejt i Varmen; et Spørgsmaal var det, om det derimod vilde opløse sig i det smeltende Raajern, og om Produktet kunde holdes smeltet i nogenlunde Mængder.

Det er først efter den Lavvisier'ske Periode i Chemien, at man har lært at kjende den Rolle, som Grundstoffet Kulstof spiller i de forskellige Jernsorter, men allerede

langt tilbage i Tiden finder man forskellige Myther om Metoder til at fremstille Staal paa højst ejendommelige Maader af Støbejern; Metoder, der fortælles flere Gange at være gaaede tabte og atter fundne igjen, der bevaredes som Hemmeligheder og overleveredes fra Fader til Søn eller fra Mester til Svend. Den berømte franske Fysiker, René Antoine Ferchault de Réaumur, beskæftigede sig i Begyndelsen af forrige Aarhundrede blandt mange andre Opgaver ogsaa med Jernindustrien og indleverede efterhaanden til Videnskabernes Akademi i Paris sex Afhandlinger over sine Arbejder med Hensyn til at forandre Raajern til Staal og Smedejern. Han var den første, som forsøgte at danne Staal i Digeler ved at sammen-smelte Raajern med Smedejern. Senere bleve mangfoldige Forsøg gjorte i samme Retning, navnlig af Lechâtelier; allerede 1812, efter at Pudlingsprocessen var bleven almindelig bekjendt, foreslog man at erstatte Diglerne med en Flammeovn. Obersteiner fremstillede 1842 større Mængder Støbestaal efter denne Methode, men i Digeler. 1858 lykkedes det C. Lan at fremstille en større Mængde Støbestaal i en Flammeovn, hvor Herden ogsaa kunde opvarmes fra neden. I 1860 anstillede Sudre i Montataire omfattende Forsøg paa ligeledes at fremstille Staal af Raajern og Smedejern i en Flammeovn, men alle disse Forsøg førte ikke til nogen virkelig Fabrikation, fordi man ikke vedvarende kunde frembringe den tilstrækkelig høje Varme til Produktets Smeltning. Den østerrigske Hauptmann, senere General Franz Uchatius fremkom 1856 med en Methode, som vakte en Del Opsigt; han smeltede granuleret Raajern med rene Jernertser og Brunsten i Grafitdigeler i en Vindovn og tilsatte Smedejernaffald i Forhold, som det tilsigtede Staal skulde være blødere eller haardere; trods de første gunstige Resultater med Uchatius-Staalet, saa vel i Frankrig, som i England og Amerika, forsvandt det dog atter snart, og det eneste

Sted, hvor det endnu fabrikeres i større Mængde, er i Vikmanshytten i Sverige. I Aaret 1864 forsøgte Brødrene E. og P. Martin i Sireuli Frankrig at anvende Siemens Regenerativ-Fyring til Fremstilling af Uchatius-Staal. Metoden blev snart forandret, saaledes at man formindskede Mængden af Jernertser og tilførte det smeltede Raajernbad forud i en Flammeovn til Hvidglødhede opvarmet Smedejerns- og Staalaffald. Fra dette Tidspunkt daterer sig det store Opsving, som Flammeovns Støbestaal Fabrikationen har taget. Den første større Fabrik efter Martinmetoden blev anlagt i Firminy i Nærheden af St. Etienne i Departementet Loire; den bestod af to Siemens Regenerativ-ovne og to almindelige Flammeovne til Glødning af Raajernet samt Staal- og Smedejernsaffaldet.

Omtrent samtidig indførte C. W. Siemens samme Methode i England, i Birmingham, Bolton og Newport ved Middlesborough, senere i Landore ved Swansea. Ovnene er bygget efter Regenerativsystemet, Hvælvingen er dannet af Dinas-Kvartsstene og Herden af den leret-sandede Ganister fra Sheffield. Raamaterialerne bestode i Begyndelsen af svensk Trækuls-Raajern, Staalaffald, Luppestænger, Rødjernsten, og, naar Kulmængden var sunken for meget ned, forhøjedes den atter ved Tilsætning af Spejljern. Paa denne Maade fremstillede man et staalagtigt Smedejern i dejagtig Tilstand. I Landore anvendes Siemens Hæmatit-Raajern, som reduceres i Ovne til et sammensintret, svampet Smedejern ved Tilsætning af meget righoldige Jern-tveilte-Malme, navnlig Mokta-Erts fra Algier og Somorostro-Erts fra Spanien; dette saaledes i selve Ovnene ved en Friskningsproces med Jernertser fremstillede Smedejern bliver da smeltet med Spejljern. Denne specielle Fremgangsmaade har faaet Navnet Landoreprocessen.

Da ikke alene Brødrene Martin men ogsaa Siemens har en væsenlig Andel i Flammeovns-Flusstaalstilvirkningen,

benævnes denne i Almindelighed Siemens-Martin Processen.

De overordentlig høje Temperaturer, som Martinovnen maa udholde i længere Tid, kunne kun modstaas af det bedste ildfaste Materiale. I Begyndelsen byggedes Herden og Hvælvingen udelukkende af stærkt kiselsyreholdigt Materiale. Følgen heraf var, at der dannedes en meget sur Slagge, idet Jerniltet smeltede sammen med Kiselsyre fra Foderet, foruden den Kiselsyre, som dannedes ved Forbrænding af Silicium i Raajernet. Paa Grund af denne sure Slagge hindredes fuldstændig Fjærnelsen af Fosfor fra det smeltede Metalbad, hvorfor man i Begyndelsen ved Martinprocessen var tvungen til at anvende saa fosforfri Raamaterialer som muligt. Efter at man imidlertid havde lært ved Bessemerprocessen at anvende et basisk Foder i Konvertoren, benyttede man selvfølgelig ogsaa denne Erfaring ved Martinprocessen, hvor man nu til Dags ligesaa godt kan behandle fosforholdige Raastoffer i Martinovnen som i Bessemerpæren.

Blandt Raamaterialerne, som anvendes ved Martinprocessen, indtager Smedejernaffaldet en betydelig Plads. Man bruger afskaarne Ender og alt andet Affald, Udskudsstykker og mislykkede Charger fra Bessemerprocessen. Pudlet Jern af ringe Kvalitet, f. Ex. gamle Jernbaneskiner og lignende Affald med et større Fosforindhold, forarbejdes i den basiske Ovn. Det andet Materiale, Raajernet, bruges i forholdsvis mindre Mængde end Smedejernet. Med Hensyn til Valget af Raajernet kan man anvende saa vel hvidt som graat, men stedse en Sort, som indeholder meget Kulstof, tilligemed Silicium og Mangan. Vilde man anvende Raajern med kun ringe Indhold af Silicium og Mangan, saa vilde Kulstoffet iltes for hurtig, og man vilde paa et for tidligt Stadium i Processen faa en for tyktflydende Masse. Hvis Raajernet, foruden Kulstoffet, kun indeholdt Silicium, saa

vilde Følgen heraf være, at der dannede sig en altfor tungsmeltelig, stiv Slagge; hvis derimod omvendt Raajernet var meget manganrigt og fattigt paa Silicium, saa vilde de opstaaede Manganilter bevirke en for hurtig For-tæring af Ovnfoderet. Det er derfor nødvendigt, at begge Stoffer ere tilstede i et passende Forhold for at danne en tyndtflydende Slagge, der kan beskytte Kullet i det smeltede Jern mod for hurtig Iltning. Til den sure Martinproces vælger man derfor helst et fosfor- og svovlfattigt Raajern med 2—2,5 pCt. Silicium, 3—3,5 pCt. Mangan og 3,5—4 pCt. Kulstof. Ved den basiske Martinproces, hvor det ikke er saa nødvendigt at beskytte Kulstoffet i saa høj Grad mod Iltning, tager man af Hensyn til den allerede i Forvejen temmelig store Slaggedannelse et Raajern med mindre Silicium, 1—1,5 pCt. og højst 1,2 pCt. Mangan; Fosformængden er her uden Betydning; hidtil har man anvendt Raajern med fra 0,6 til 1,5 pCt. Fosfor. Som Tilslag bruges Jernmangan- og Jernsiliciumlegeringer med højt Mangan- og Siliciumindhold, undertiden ogsaa Ferrosiliciummangan. Hensigten med disse Tilslag er, ligesom ved Bessemerprocessen, at afdre Badet og uddrive Luftarterne. Ved den basiske Proces anvender man ofte en Tilsætning af rent, siliciumholdigt Raajern, og til at forslagge Fosforsyren anvendes her Kalk eller Dolomit ligesom i Thomasprocessen.

Martinovnen er beregnet paa at kunne forarbejde betydelige Metalmængder; ved de mindste Ovne beløber Indsætningen sig vel til omtrent halvanden Ton, medens de større kunne tage indtil 20 à 25 Tons; de almindelige Ovne ere byggede til Kvantiteter paa 6—7 à 8 Tons. Herden er derfor bygget i Overensstemmelse hermed, den danner en Skaal med Heldning fra Fyrbroerne mod Midten, og fra den ene Længdeside, Arbejdssiden, mod den anden, hvor Aftapningshullet befinder sig. Den Dybde, som man giver Herden, er af væsenlig Indflydelse paa Iltningen;

ved den sure Proces overskrider Metalbadets Dybde i Reglen ikke 8 Tommer; ved den basiske Proces gjøres Skaalen dybere, indtil 20 Tommer, af Hensyn til den større Slaggemængde. Ligesom i Puddelovnen hviler Herden paa fritliggende Jernplader, den midterste af disse gives en horizontal Stilling, de andre have derimod, som omtalt, Stigning op imod Fyrbroerne. I de hule Rum under Pladerne finder stadig Luftfornyelse Sted og herved tillige nogen Afkøling af Herden; man har tidligere forsøgt at køle med Vand, i det mindste under Fyrbroerne, men har atter maattet opgive det paa Grund af for stærk Indvirkning paa Metalbadet. I Fyrbroerne findes i Reglen lodrette Aabninger, gennem hvilke Generatorgas og Luft afvexlende strømme ind i Ovnen. Det Indre af denne, Fyrbroerne, Hvælvingen og Herdbunden bygges af ildfaste Dinassten, Herden udstampes med Kvartssand. Paa den ene Længdeside, modsat Aftapningshullet, befinder sig Arbejdsaabningerne, i Reglen tre. De Ovne, som bruges til den basiske Martinproces, have, som anført, en noget dybere Herd, bygges gennemgaaende af Dinassten, men udfodres saavel i Herdbunden som langs Sidevæggene med den samme Dolomitmasse, som anvendes ved Bessemer-Konverterer til Thomasprocessen.

Den sure Martinproces. Naar en Ovn skal tages i Brug, saa opvarmes den lidt efter lidt i flere Dage og bringes sluttelig op paa en Temperatur, som nærmer sig Smedejernets Smeltepunkt; herved sintrer Herdmassen sammen paa Overfladen og danner en fast, tæt Skorpe. Herpaa indsættes Raajernet, som hurtig smeltes ned i Ovnen, for saa vidt mulig at undgaa Iltning af Kullet; i samme Hensigt anvendes som anført Silicium og manganholdigt graat Raajern. Tidligere forvarmede man Raajernet ligesom ogsaa Smedejernsaffaldet, men dette finder i Reglen ikke længere Sted. Den Kvalitet Raajern, som indsmeltes, vexler meget betydelig efter Arbejdets Art og Ovnens

Størrelse; almindelige Regler lade sig ikke angive, hverken herfor eller for Mængden af Smedejernsaffald; Beregningen af Satsens Sammensætning retter sig selvfølgelig efter det Produkt, man tilsigter at fremstille, men selve Satsblandingen kan være højst forskjellig efter de lokale Forhold. Raajernmængden kan variere fra 8 til 55 Procent af den hele Indsatsmængde. Naar alt Raajern er fuldstændig smeltet, overheder man Badet stærkt og begynder med Indsætningen af Smedejernsaffaldet; dette tilsættes portionsvis, idet man samtidig af og til udtager Prøver af Massen. Naar den først tilsatte Portion er smeltet, hvilket tager omtrent 20 à 30 Minuter, tilføjes den næste, og saaledes bliver man ved, idet Vægtmængden af de tilsatte Portioner stadig maa mindskes samtidig med, at Badets Smeltetemperatur forøges. I Almindelighed indsættes nu til Dags strax en større Portion Smedejernsaffald sammen med Raajernet, hvorved selvfølgelig Kvantiteten af det senere tilsatte Smedejerns- og Staalaffald formindskes. For hver ny Tilsætning overbeviser man sig ved Omrøring i Badet om, at den først tilsatte er fuldstændig smeltet. Naar samtidig Badet flyder roligt, naar der ikke stiger flere Blærer af Kulilte op paa Overfladen, udtager man en Prøve, støber den i en Jernform og hamrer den lille Prøveblok ud under en Damphammer, hvorpaa den brydes, og Bruddet undersøges; samtidig udsmedes en anden Prøve til en lille Stang, som enten køles i Luften eller i Vand, hvorpaa den bøjes, og Sammenfoldningen undersøges. Ved denne rent empiriske Undersøgelse paastaas det, at øvede Arbejdere ved Bedømmelsen af Bruddets Korn, Sejgheden og Haardheden endog tilnærmelsesvis skulle kunne slutte sig til Kulindholdet. Anslaaes Kulindholdet efter denne Prøve til at ligge i Nærheden af 0.4 til 0,5 Procent, saa tilsættes en ny Portion Smedejernsaffald med saa ringe Kulindhold som muligt, (Chargernes Kulindhold maa selvfølgelig forud være

kemisk bestemt); en forholdsvis ringe Indsætning paa 500 à 600 Pund kan i Forbindelse med den stedfindende Iltning, som er saa vanskelig at undgaa i Siemens-Martins Ovn og endnu mere i Pernots Ovn, bevirke, at et Bad paa c. 12,000 Pund ved den næste Prøve viser sig at være gaaet ned fra 0,5 pCt. til 0,2 pCt. Kulindhold, hvilket svarer til et Produkt, som kølet i Luften, altsaa ikke i koldt Vand, kan taale at bøjes næsten uden at bryde. Ved saaledes at føle sig frem, kommer man efterhaanden til et Produkt, som indeholder den forønskede Kulmængde, som viser den Blødhed og Bøjelighed, i det Hele de Kvaliteter, som tilsigtes for Øjemedet. Naar Arbejderens øvede Øje jugerer, (jeg har ved Martinværker truffet meget intelligente Bestyrere med videnskabelig-teknisk Uddannelse, som vare fordomsfri nok til at indrømme, at de, trods flere Aars Øvelse, ikke vare i Stand til at bedømme det Punkt, naar Badet var færdigt, men at derimod Arbejderen, som stadig stod ved samme, var i Stand til dette; „ikke jeg, men han kan det“, sagde En til mig), at dette Punkt er indtruffet, skrider man til Badets Afiltning og Uddrivningen af Luftarterne af dette ved Indsætning af Tilslaget, henholdsvis Manganjern og Siliciumjern; det sidste tilsættes ofte først i Støbegryden. Disse Legeringer kommes i Badet i hele Stykker, man rører om for at faa saa ensartet en Blanding som mulig, hvorpaa Aftapningen af det flydende Metal følger saa hurtig som mulig. Ogsaa af Slaggens Beskaffenhed kan man bedømme Gangen i Martinprocessen; Slaggen er altid meget sur, da den ikke alene indeholder den af Raajernets Silicium dannede Kiselsyre, men ogsaa stedse optager betydelige Mængder af Foderet; ved høj Temperatur har den en graalig Farve; er Slaggen for lys, angiver dette, at Kulmængden i Produktet endnu ikke er sunken tilstrækkelig ned; er Slaggen sort og mat i Bruddet, ikke glinsende, angiver dette dels for lav Temperatur, dels en

for stærk Iltning. Ogsaa efter Mængden og Udseendet af de Gnister, som det flydende Metal giver under Udhældningen, bedømmer den øvede Arbejder Produktets Godhed. Strax efter Aftapningen begynder Rensningen af Herden for Slagge- og Jernrester, Udbedring af for stærkt angrebne Steder, Rensning af Aftapnings- eller Stikhullet, og dettes omhyggelige Lukning, saavel ud- som indvendig. En Smelteperiode tager i Alt i Reglen 7 à 8 Timer; ved store Indsatser kan der kun foretages to Smeltninger i en Dag.

Man har det i sin Magt ved Martinprocessen at fremstille et Produkt, saakaldt Martinstaal (hvilket iøvrigt i de forskellige Fabriker har faaet mange Navne), med større eller mindre Kul- og Manganindhold i Forhold til de forskellige Øjemed, hvori Produktet skal anvendes, til Skibbygning, til Maskiner, til Jernbaner, til Kanoner, til den mindre Industri, og man faar derved forskellige Klasser af Martinmetal, dels haardt, dels blødt, med Underafdelinger som meget haardt, extra haardt og meget blødt, extra blødt. De kemiske Processer ved Fremstillingen afhænge i væsenlig Grad af den rette Ledelse af Temperaturen under Smeltningen. Er Varmen for lav, saa iltes Silicium og Mangan for hurtig, medens Kullet bliver tilbage; er den derimod for høj, saa gaar Kullets Iltning rask for sig, og Silicium bliver tilbage i Badet. I sidstnævnte Tilfælde bortskaffer man atter Siliciumet ved at ilte det ved Hjælp af en Tilsætning af meget rene, righoldige Jerntveitemalme.

Den basiske Martinproces gaar ligesom Thomasmethoden ud paa at overføre Fosfor og Svovl fra Raamaterialet til Slaggen og saaledes tilstede Anvendelsen af mindre rent Raamateriale. Herden i Ovnens udstampes af Dolomitmasse med Tjære. Medens Ovnens forvarmes inden Operationens Begyndelse, maa Herden i saa Tiltælde bedækkes med Jernplader eller Skinnestykker, for at Tjæren

ikke skal brænde for hurtig ud, hvorpaa ophedes til Sveishede, ved hvilken Herdooverfladen begynder at sintre sammen. Andre Steder anvender man et Herddække uden Tjære, idet man blander Dolamiten med 10 pCt. Dinasmel, hvorved Overfladen ogsaa sintrer til en haard Masse. Naar Ovnen er tilstrækkelig ophedet, anbringes et Lag af brændt Kalk paa Herden, 5 à 10 Procent af Raajernmængden i Forhold til dennes Indhold af Fosfor og Silicium. Derpaa indføres Raajernet og samtidig Smedejerns- og Staalaffaldet, saavidt muligt den hele Indsats, eller saa meget som Ovnen rummer. Der danner sig en betydelig Mængde Slagge; efter 3—4 Timers Forløb er Metallet saa vidt smeltet, at den første tyndtflydende Slagge kan trækkes fra. Naar den samlede Mængde Jernaffald efter endnu et Par Timers Forløb er fuldstændig smeltet, saa trækkes Slaggen atter fra, og der udtages Prøver; vise disse et for højt Fosforindhold, tilsættes mere Kalk og en Kvantitet ren Jernerts, sidstnævnte for at lette Fosforets Iltning til Fosforsyre, hvilken da gaar i Forbindelse med Kalken og overføres i Slaggen. Naar man ikke har rene Jernertser til Raadighed, bruger man ogsaa et Tilslag af Kalk og Valseskal, som forud presses i murstenformede Stykker. Naar Udviklingen af Luftarter, Badets Kogning, er ophørt, saa røres om; der tages atter Prøver, og den sidste meget stive Slagge trækkes fra. Sluttelig smeltes en Kvantitet rent Hæmatitjern, 5 Procent af hele Indsatsen, ned i Badet, hvorved der opstaar en stærk Udvikling af Luftarter; herpaa følger Badets Afiltning ved Ferromangan, hvorpaa Metallet udtappes. — Iøvrigt have de forskjellige Fabriker omtrent hver sin Methode til den basiske Proces i Martinoven. Der er i de senere Aar anstillet mange Forsøg paa at udskille Fosfor og Svovl af de forskjellige Raamaterialer, men Fabrikerne bevare som Hemmeligheder saavel de gode som slette Resultater, de have opnaaet ved Forsøgene. Metallurgen, Prof. Jordan

i Paris, siger, at man ikke kan fortænke dem deri; det vilde være for meget forlangt, at en Fabrik, som ofrer Tid og Penge paa Forsøg, skulde lette sine Konkurrenter Arbejdet ved at anvise dem hvilken Vej, de ikke bør gaa ved at angive de uheldige Forsøg, og endnu mindre kan man forlange, at den skal angive de Fabrikationsmetoder, som have givet gode Resultater. Imidlertid varer det sjælden længe, før virkelig gode Metoder blive almindelig bekjendte, og det er at vente, at Martin-Siemens Ovn, som allerede i den sure Proces har ydet Jernindustrien saa store Tjenester, ogsaa i Fremtiden ved Udviklingen af den basiske Proces vil give Anledning til Fremstillingen af gode Produkter af de store Masser svovl- og fosforholdige Raamaterialer, som forefindes.

I Tidens Løb er fremkommet mange Forbedringer og Variationer af Martins Ovn; en af de betydeligere er Pernots Ovn i Saint-Chamond. Den var oprindelig en mekanisk Puddelovn med bevægelig Herd; senere er den blevet omkonstrueret til en Smelteovn efter Siemens-Martins Princip med Regenerativfyring. Herden er skaalformet, roterende, har en svag Hældning og kan fuldstændig trækkes bort under den faststaaende Hvælving, hvilket i høj Grad letter Arbejdet ved Udbedring og Reparationer. Denne Ovn findes i Saint-Chamond i meget store Dimensioner; der haves her et stort Antal Ovne, som kunne smelte 6 à 8 Tons Materiale ad Gangen og to større Ovne, som smelte 25 Tons hver. Pernots Ovn er dog kun bleven optagen af faa Fabriker udenfor Saint-Chamond. Metalbadet er mere udsat for Iltning i denne end i Martins Ovn, og Operationerne vanskeligere at lede saaledes, at man faar et ensartet Slutningsprodukt. En anden Ovn, som skulde erstatte den Siemens-Martinske, er konstrueret af Ponsard; fra en Generator træder Gassen direkte ind i Ovnen, medens den til Forbrændingen nødvendige Luft forvarmes ved selve Ovnens Spildevarme. Imidlertid har

det vist sig, at Ovnen uden at forbinde nogen Besparelse i Brændsel ikke kan frembringe tilstrækkelige Temperaturer til at smelte det bløde Staal, hvorfor den nu fortrinsvis anvendes til Omsmeltning af Spejljernet og Ferro-manganet, der bruges i Bessemerprocessen.

Ved Udstøbningen af Metallet, enten efter Bessemer eller Martinprocessen, i Kokillerne eller Formene, viser det ofte den Fejl, at det er i høj Grad blæret eller porøst. Ved Udstrækning under Valserne ville da Blærerne fremtræde som langstrakte Ridser, der i Reglen vise sig paa Overfladen, men dækkes af Valseskallen, saaledes at de kun blive synlige, naar denne fjernes. Disse Ridser kunne gaa mere eller mindre dybt ned i Pladen eller Vinkelen, og, da Metallet ikke er sammenhængende dér, hvor Ridsen findes, har det ikke den fornødne Styrke og vil ikke svare til de Prøver, som ellers opnaas med samme Materiale taget paa et fejlfrit Sted. Naar Metallet tappes i Formene ved for lav eller ved en middel Temperatur, er det saa meget desto mere blæret, jo mindre det indeholder af Kulstof, jo varmere det derimod udstøbes, desto mindre blæret viser det sig. Undersøger man en saadan udstøbt Blok, er det let at paavise den Uensartethed i fysikalsk Henseende, som den viser i de forskellige Partier. Kun den midterste Del af Blokken er i Reglen fuldstændig kompakt, viser en krystallinsk Struktur og en normal Vægtfylde. Foruden talrige Blærer og Gruber paa Siderne, hvor den har været i Berøring med Formens Vægge, indeholder den en Hulhed i den øverste Del, det derpaa følgende Metallag er mere eller mindre blæret, bliver derpaa svampet eller porøst, indtil det nærmer sig den midterste kompakte Del. Man har derfor i flere Lande, særlig siden 1867, bestræbt sig for at finde Methoder til at danne et blærefrit, kompakt Metal, Englændernes saakaldte solid steel, Franskmandenes acier coulé sans soufflures. Man har søgt at løse denne Opgave ad to Veje, enten ved

mekaniske Processer eller ved Badets kemiske Sammensætning. De mekaniske Processer, som navnlig gik ud paa at udøve et stærkt Tryk paa det endnu flydende udstøbte Metal, have alle vist sig i Realiteten at være virkningsløse; Blærerne bleve vel pressede sammen, men Metallet var ikke forenet, ikke svejset sammen, dér hvor de befandt sig; selv ved senere Glødninger og Hamringer kunde man ikke opnaa dette. I det franske Staalværk i Terrenoire fremstiller man et blærefrit Metal ved direkte Udstøbning, idet man ad kemisk Vej mod Slutningen af Operationen søger at fremstille et Metalbad, som er saa frit for Luftarter som muligt.

Principet for Terrenoire Processen er i Korthed følgende: Som vi have set det ved Bessemersmethoden, bortbrændes Siliciumet før Kulstoffet. Ved Kullets Iltning dannes Kulilte, og det er fortrinsvis denne i Metalbadet opløste Luftart, som giver Anledning til Dannelsen af Blærerne. Naar det i Martinovnen smeltede Metalbad af enten Staal eller Smedejern har opnaaet det fornødne Minimum af Kulindhold, og man da tilsætter en vis Kvantitet af en Siliciumlegering, f. Ex. stærkt siliciumholdigt Raajern, saa ophører Udviklingen af Kulilte, og man kan ved rigtig Ledelse af Processen opnaa at faa et blærefrit Metal. Man maa anvende et stærkt manganholdigt Raamateriale med desto mere Mangan jo blødere, jo mindre kulholdigt det tilsigtede Produkt skal være. Iltningen gaar da fortrinsvis ud over Manganet og ikke over Jernet; drives Processen meget vidt, for at faa et extrablødt Metal, og er der som en Følge heraf dannet en Del Jernilte i Badet, saa er ogsaa Kulilteudviklingen saa meget desto voldsommere, naar man til Slutning tilsætter Ferromangan eller Spejljern; som en Følge heraf maa der i saa Tilfælde ogsaa tilsættes en forholdsvis større Kvantitet af Siliciumlegeringen. Ved denne Proces iltes hyppig alt det tilsatte Mangan, i alle Tilfælde bortbrænder en bety-

delig Mængde af dette. Der maa tages mange Prøver, ligesom man ogsaa tager Hensyn til Slaggens Udseende for at bedømme Processens Gang. Ved extra blødt Metal maa Prøvestykket, hærdet ved Rødgldhede i koldt Vand, kunne taale at bøjes firdobbelt uden Brud i Sammenfoldningen.

Omendskjønt Kundskaben om den kemiske Sammensætning af det færdige Materiale, enten det er fremstillet ved Bessemerprocessen, Martinmetoden eller en anden Fremgangsmaade, er af stor Vigtighed for Bedømmelsen af Materialets Godhed, spiller den dog i Praxis kun en mindre eller ingen Rolle, idet man her selvfølgelig fortrinsvis holder sig til de mekaniske Prøver. I selve Fabrikerne bliver vel Materialets Indhold, af Kulstof (C), Mangan (Mn), Silicium (Si), Fosfor (P), i Frankrig hyppig Ph) og Svovl (S) bestemt med stor Nøjagtighed. Men man kan dog ikke benytte den kemiske Sammensætning alene til at klassificere de forskellige ved de nyere Metoder fremstillede Sorter af mere eller mindre hærdeligt Staal. Omendskjønt Manganet og de øvrige Stoffer have en væsenlig Indflydelse paa Materialets fysikalske Egenskaber, spiller Kulmængden dog stadig den væsenligste Rolle efter de forskellige Øjemed, hvortil Staalet skal anvendes, til Skibbygningen, Artilleriet, Jernbaner, Kjeder, Maskiner, Bygningskonstruktioner, Værktøj og den mindre Industri. Alt efter disse forskellige Øjemed fremstilles et Materiale, som er mere eller mindre haardt, mere eller mindre blødt. Materialet underkastes de sædvanlige mekaniske Prøver, Bøjnings- og Brydningsprøver, Bestemmelse af Elasticitetsgrænsen, Maaling af Kontraktionen og Forlængelsen ved Strækkeprøver indtil Brud, ligesom Modstand mod Vibrationer og Stød; de Fordringer, som stilles ved disse Prøver, ere selvfølgelig meget forskellige efter Øjemedet. Den franske Metallurg Deshayes inddelede de moderne Staal- og Flusjernsorter i sex Klasser,

efter den Belastning, som udfordres til Brud (B.) pr. Kvadratmillimeter:

1. Klasse: Flusjern, ogsaa kaldet extrablødt Staal, $B < 40$ Kgm. pr. Kv. Mm.
2. — Meget blødt Staal: $B > 40$ Kgm. men < 50 Kgm. pr. Kv. Mm.
3. — Almindeligt blødt Staal: $B > 50$ Kgm. men < 60 Kgm. pr. Kv. Mm.
4. — Almindeligt haardt Staal: $B > 60$ Kgm. men < 70 Kgm. pr. Kv. Mm.
5. — Meget haardt Staal: $B > 70$ Kgm. men < 80 Kgm. pr. Kv. Mm.
5. — Extrahaardt Staal: $B > 80$ Kgm. pr. Kv. Mm.

Til Skibbygningen, saavel til Klædningsplader som til Vinkler o. s. v. samt Kjeder, anvendes væsenlig Materiale henhørende til de to første Klasser. Kulmængden i disse kan variere i første Klasse fra 0,070—0,120 til 0,150—0,180 pCt. med 0,125—0,200 à 0,300 Mangan. Kulmængden i anden Klasse vexler mellem 0,3 og 0,5 Procent, med et Manganindhold fra 0,1 til 0,5 Procent. Kulmængden i femte Klasse, som repræsenterer Materiale, der anvendes til meget haarde Skinner og halvhaardt Værktøj, kan stige indtil 0,8 à 1 Procent, men, samtidig som Manganmængden stiger, kan ogsaa Kulmængden synke uden Indflydelse paa de fysikalske Egenskaber, f. Ex. indtil 0,6 à 0,7 Procent Kul med et Manganindhold omkring 1 Procent. I sjette Klasse stiger Kulmængden fra 1 til 1,25 à 1,5 Procent. Man har tidligere og atter paany i de senere Aar anstillet en Del Forsøg paa at indføre andre Metaller, navnlig Chrom, ligesom ogsaa Titan og Wolfram, i Staalet, hvorved man tilsigter at forøge Elasticitetsgrænsen, ligesom ogsaa Modstanden mod Brud ved Belastning, medens samtidig Forlængelsen ved Strækning skulde staa i Forhold til Staalets sædvanlige Indhold af Kulstof. Chromstaalet skal i Forbindelse med en stor

Haardhed dog være mere elastisk, mindre skjørt overfor Stød end sædvanligt Staal. Ogsaa Wolframet forøger i betydelig Grad Staalets Haardhed og anvendes ikke alene til Fabrikationen af særlig haardt Værktøj, men navnlig til Projektiler. Man har i flere Fabriker opnaaet særdeles gode Resultater med disse Metaller, f. Ex. i Terrenoire, hvor det er lykkedes at fremstille større Mængder af Chromstaal med 0,7 pCt. Chrom, 0,7 pCt. Mangan og 0,45 pCt. Kulstof, men i andre Tilfælde har den kemiske Analyse, f. Ex. i Titanstaal fra Titanic Steel Works, vist, at Materialet slet ikke indeholdt Titan.

I Tilslutning til de forhen nævnte Prøver skal jeg omtale den af mig fundne Methode til at fjæne Valseskallen af saakaldt mild Steel, Martin- og Bessemerstaal samt andre smedelige Jernsorter. Den anvendes navnlig paa de efter de omtalte nyere Metoder fremstillede blødere Jernsorter, der bruges til Skibbygning, men er iøvrigt ogsaa bleven anvendt paa Pladejern af færdige Gjenstande af meget forskellige Dimensioner og bestemte til de forskellige Øjemed. Mod Anvendelsen af blødt Staal til Skibbygning rejste der sig i Begyndelsen, navnlig i England, hvor man først begyndte at anvende det, forskellige Stemmer. Man havde nemlig gjort enkelte sørgelige Erfaringer med dette Materiale, — som man iøvrigt ansaa for at være overordentlig rent, — idet der paa mange Steder viste sig større eller mindre Gruber, naar Skibet havde været i nogen Tid i Søen; disse Gruber tiltog selvfølgelig efterhaanden i Omfang og Dybde, idet Havvandet udøvede sin iltende Indflydelse. Aarsagen til disse Grubers Fremkomst mente man laa i den Indflydelse, som Valseskallens Bestanddele under Havvandets Medvirkning udøvede paa det underliggende Materiale. Da Krydserkorvetten „Fyen“ skulde bygges her for den kongelige Marine ved Orlogsværftet i København, havde Værftets tekniske Autoriteter, daværende Direktør N. C. Tuxen

og Underdirektørerne K. C. Nielsen og J. C. Tuxen, Opmærksomheden henvendt paa dette Spørgsmaal. Daværende Underdirektør, nuværende Direktør K. C. Nielsen, som da befandt sig paa en Tjenesterejse i England, konfererede med den engelske Marines tekniske Direktør, Mr. Barnaby, angaaende mild Steel Spørgsmaalet, og denne erklærede det for nødvendigt af Hensyn til Skibets Konservation at fjerne Valseskallen fra den udenbords Klædning under Vandet, men nogen Methode til at udføre dette Arbejde paa anden Maade end ad mekanisk Vej, kunde han ikke angive, og den mekaniske Fjernelse var ikke alene ufuldkommen, men tilmed i høj Grad besværlig, tidsrøvende og kostbar. Valseskallen sidder overordentlig fast, hvorfor Arbejderne vare tilbøjelige til at anvende Spidsen i Stedet for Banen af Hammeren, hvorved de ødelagde Pladen. Da jeg tidligere havde udført forskellige Arbejder for Marinen, blev jeg tilkaldt og fik den Opgave at anstille Forsøg for at finde en Methode til at fjerne Skallen ad kemisk Vej. Jeg antog først, at Opgaven skulde have været forholdsvis let, at man f. Ex. skulde kunne fjerne Valseskallen ved Behandling med Syrer, men det viste sig snart, at dette ikke lod sig gjøre; man kunde lade Pladerne ligge i længere Tid, indtil 24 Timer, i Saltsyre af alle Koncentrationer, uden at der herved sporedes mindste Virkning paa Skallen; den sad ligesaa blank og fast som før. Det viste sig ved senere Undersøgelser, at denne saakaldte Valseskal er af en anden Beskaffenhed end sædvanlig Glødeskal eller Hammerskal; den indeholder foruden andre Bestanddele en meget betydelig Del metalisk Siliciumjern; naar man faar Skallen taget af, tiltrækkes den af Magneten, og den er saa tungopløselig eller rettere uopløselig i Syrer, at jeg har havt den henstaaende i to Maaneder i Saltsyre, uden at den derved undergik nogen Forandring. Jeg var da saa heldig at finde en Methode, ved hvilken man i kort Tid med Lethed kan

fjærne denne Valseskal fuldstændig, uden at det underliggende Metal i nogen Maade angribes. Denne Methode er derpaa siden 1881 bleven anvendt paa alle de Skibe, som den danske Regering har ladet bygge, ligeledes i Sverige og i forskjellige private Etablissementer. Af Hensyn til mine Engagementer kan jeg ikke meddele Methoden — den er iøvrigt meget simpel — her, men skal kun bemærke, at man ved den ikke alene fjærner den skadelige Valseskal, men ogsaa bliver i Stand til at kontrolere Materialets Beskaffenhed, inden det anbringes paa Plads i Skibet, hvilket maa anses for et væsentlig Fortrin. Materialet fremtræder efter Behandlingen med en fuldkommen blank metallisk Overflade, paa hvilken man kan se Strukturen og mulige Fejl ved Tilvirkningen, som ellers forblive skjulte af den sorte Valseskal, Englændernes saakaldte black oxyd. Det viste sig saaledes, at Størstedelen af de Gruber, som man havde iagttaget i mange Plader, efter at Skibet havde været et Aarstid i Vandet, hvorved Valseskallen efterhaanden springer af med Malingen, ikke vare fremkomne ved Korrosion, som man havde antaget, men derimod præexisterede i Pladen, inden den blev sat op i Skibet, idet de enten skyldtes nedpresset Slagge under Valsningen, eller i de fleste Tilfælde skyldtes et meget kulholdigt Jern, hvilket viser, at Materialet ikke har været af fuldkommen ensartet Beskaffenhed, da det blev udstøbt af Ovn. Det kulrige Jern er af mindre Vægtfylde og holder sig længere smeltet end den øvrige Jernmasse; ved Berøring med Luften eller Vandet ilter dette Kuljernet sig og hæver sig derved, som jeg ofte har iagttaget det, op over Overfladen af den øvrige Jernmasse; da det ikke danner nogen fast Forbindelse med denne, falder det ud, og herved opstaaer Gruben. Ligesaa kan man undertiden iagttage Revner i Pladen, fremkomne under Valsningen, enten ved for kold Valsning eller ved inde-sluttet Luft i den udstøbte Masse, saaledes som jeg tid-

ligere har omtalt det under Forsøgene paa at fremstille kompakt Staal, Englændernes solid steel. Ved den af mig fulgte Fremgangsmaade har man det i sin Magt at kunne undersøge Pladernes Kvalitet med Hensyn til Gruber, Sprækker og Revner, i deres hele Udstrækning, inden de blive anbragte i Skibet, og kan altsaa udskyde de slette og alene anvende de fejlfri. — Ogsaa i den engelske Marine skal, efter Ordre fra Admiralitetet, Valseskallen fuldstændig fjernes fra Klædningspladerne under Vandgangslinien, men den dér brugte Fremgangsmaade skal, efter de Oplysninger jeg har modtaget, kun ufuldstændig fjerne Skallen, ligesom den ogsaa tager længere Tid end vor danske Methode.

I Begyndelsen fremkom der i England forskellige Indvendinger og Betænkeligheder mod Anvendelsen af Martinmetallet, Martinstaalet, til Skibbygning. Den 15de Marts 1886 holdt Institution of naval Architects et Møde, hvori blev oplæst to Beretninger af Mr. B. Martell og Mr. John Ward angaaende det bløde Staals (mild Steel) Anvendelse i Skibbygningen og de sidste otte Aars Erfaringer i saa Henseende. Mr. Ward meddelte, at han havde tilskrevet Direktørerne for forskellige større Selskaber og forespurgt, hvorledes de vare tilfredse med Materialet; fra alle Sider var der indløbet overordenlig gunstige Svar. Union Company meddelte, at en af de første Staaldampere, som det havde faaet bygget, havde det Uheld at løbe paa Grund kort Tid, efter Skibet var taget i Brug, det blev dog atter bragt flot igjen uden at have taget nogen synderlig Skade. Nogen Tid efter havde samme Skib atter havt saa alvorlige Sammenstød med Klipperne, at et Jernskib efter Direktørens Mening sikkert vilde have været ødelagt. Skibet blev dog atter lykkelig bragt flot igjen og bragt i Dok. I det Hele taget udtalte denne Skrivelse fra Union Company sig i højeste Grad til Fordel for Anvendelsen af blødt Staal i Almindelig-

hed og meddelte endvidere, at Selskabet nu havde Staal-skibe af i Alt 19,000 Tons flydende paa Vandet.

Direktøren for the British India Company meddelte, at han under sin Forvaltning havde 12 Staal-skibe af tilsammen 24,000 Tons Drægtighed.

The Peninsular and Oriental Company ejer 12 Staaldampere af tilsammen 52,000 Tons Drægtighed. Direktøren for dette Selskab havde i Begyndelsen næret Mistillid til det nye Fabrikat, mild steel, men denne var nu forsvunden. Direktøren for Allan Linien bemærkede, at der næppe kunde være nogen Sammenligning mellem Staal- og Jernskibe, og det samme gjaldt for Kjedlers Vedkommende. Han havde ikke iagttaget, at Staal rustede mere end Jern, hverken paa Indersiden eller Ydersiden.

Sir Nathaniel Barnaby anførte, at H. M. S. Leander havde havt det Uheld at støde paa en under-søisk Klippe, hvilket havde havt til Følge, at Klædningen var trykket ind i en Fods Dybde mellem Spanterne, men saavel Materialet som Arbejdet havde været saa godt, at hverken Plader eller Nitningen vare bristede.

Mr. Ward bemærkede, at blødt Staal rustede ikke mere end Jern, men behøvede oftere Maling. I denne Henseende har ogsaa Underdirektør A. Rasmussen ved det danske Orlogsværft anstillet en Del Forsøg. For at undgaa stærk Rustning ved Naglerne, hvor man ofte har iagttaget, at Hovederne have været helt fortærede, er det nødvendigt at anvende disse af samme Materiale som Pladerne, hvori de anbringes. At finde et Middel til fuldstændig at beskytte Skroget mod Luftens og Vandets il-tende Indflydelse og samtidig forhindre, at Sødyr og Planter sætte sig paa det, har været en Opgave, hvormed Mange have beskæftiget sig; endnu er den ikke løst, og det er et Spørgsmaal, om den overhovedet nogensinde vil blive løst. Alle de Stoffer, man hidtil har anvendt, ville

efterhaanden angribes og opløses af Havvandet, hvilket ikke kan synes forunderligt, naar man betænker den enorme Kvantitet Opløsningsmateriale, som Havet repræsenterer; men kunde man-naa til at beskytte Skibsskroget under Vandet blot i 1 à 2 Aar uden Fornyelse af Malingen, vilde allerede meget være vundet. En af de væsenligste Vanskeligheder ligger deri, at det benyttede Materiale maa anvendes koldt, da det ikke gaaer an at ophede Skroget. Imidlertid har man hos Krupp i Essen i den seneste Tid forsøgt at overtrække Pladerne med Nikkel. Dette Metal lader sig, som bekjendt, galvanisk udfælde paa andre Metaller, ogsaa paa Jern, men det saaledes frembragte Overtræk er kun tyndt og slides hurtig af. For at opnaa Beskyttelse maatte det anbringes i et Lag af mindst $\frac{1}{2}$ til 1 Millimeters Tykkelse. Dette sker ogsaa hos Krupp, idet Jern- eller Staalpladen bedækkes med en tynd Nikkelplade og svejses sammen med denne. Naar Pladerne komme ud af Ovnene, er Nikkellaget bedækket med et Lag Ilte og maa børstes blankt; Naglerne til disse Plader maa forfærdiges af Nikkelmetal og Pladernes Sammenføjning ske paa en bestemt Maade, saaledes at den ydre Flade ikke frembyder Steder, der ere blottede for Nikkel. Methoden er endnu i sin Barndom og synes at frembyde forskellige tekniske Vanskeligheder, ligesom den endnu er meget kostbar. Man har navnlig tænkt paa at anvende saadanne nikkelpletterede Plader til Torpedobaade. Nikkelklædte Plader fra Krupps Fabrik have i længere Tid været anbragte paa en større transatlantisk Damper, Roma, og det viste sig hver Gang, Skibet toges i Dok for at renses i Bunden, at Nikkelpladerne vare ligesaa blanke og glatte som den Dag, de bleve anbragte. I over et Aar have lignende Forsøgsplader været ophængte i forskellige Dybder, dels i Wilhelmshafen, dels i Rio Janeiro Havn, uden at den med Nikkel klædte Side af Pladerne i ringeste Grad er bleven angreben. Nikkel ilter sig ikke

let hverken i Luft eller Vand. Lykkedes det derfor at finde en praktisk Methode til at anbringe et fastsiddende, blankt Nikkellag af passende Tykkelse overalt paa Skibsbunden, vilde dette upaatvivlelig være af største Betydning.

Hermed slutter jeg disse Foredrag, idet jeg skal bemærke, at der vel endnu kunde være meget at tale om Jern. Materialet er saa overvældende stort, men jeg haaber, at det maa være lykkedes mig indenfor den Ramme, der har været mig given, nogenlunde at have givet et Billede af de vigtigste Former for Jernfabrikationen i Nutiden.

Foredraget var ledsaget af Forevisning af de forskellige omtalte Forbindelser og Prøver af Jern og Staal, tilvirket efter de nyere Metoder.

Efter at Foredraget var endt, bemærkede Formanden: Jeg skal paa Bestyrelsens Vegne først og fremmest takke Hr. Schleisner for den overordentlig store Imødekommenhed, hvormed han tog imod den Opfordring, vi tillode os at stille til ham, og jeg skal dertil i hele Foreningens Navn knytte en Tak til Foredragsholderen for den Maade, hvorpaa han har holdt sine Foredrag. Jeg er overbevist om, at ikke alene tilstedeværende Medlemmer i Avditoriet have fulgt Foredragene med den største Interesse, men jeg er ogsaa sikker paa, at de Medlemmer, der kun gjennem Referaterne have lært Foredragene at kjende, have delt den Interesse, som disse have fremkaldt her i Salen. Jeg kan forsikre om, at ligesom Foredragene bestandig ville udgjøre et overordentlig vigtigt Led i Referaterne af vore Møder, saaledes vil Hr. Schleisner personlig med Taknemmelighed blive mindet af hele Forsamlingen for den smukke Maade, hvorpaa han har holdt Foredragene for os.

Forsamlingen sluttede sig til denne Udtalelse ved at rejse sig, hvorpaa Mødet hævedes.

