



Het ijzer, zijne smelting en bewerking : eene technologische schets

<https://hdl.handle.net/1874/20893>

Mathis
N^o 1157.

Poet 1157

HET IJZER,

ZIJNE SMELTING EN BEWERKING.

EENE TECHNOLOGISCHE SCHETS.

DOOR

S. F. KLIJNSMA,

*Luitenant Kolonel Ingenieur, oud Kommandant van het Bataillon
Mineurs en Sappeurs.*



AMSTERDAM,
H. W. WEIJTINGH.
1857.

I N H O U D.

Inleiding	blz. 1.
I.	
De soorten van ijzererts	2.
II.	
Het onderzoek der ertsen en hunne toebereiding voor het uitsmelten.....	12.
III.	
Het uitsmelten der ertsen in den hoogoven.....	16.
IV.	
Het maken van smeed- of staafijzer.....	39.
V.	
Het bewerken van het ijzer	55.
VI.	
Eigenschappen van het ijzer.....	74.
VII.	
Opbrengst der ijzersmelterijen in verschillende landen en werldeelen	77.
VIII.	
Geschiedkundige bijzonderheden omtrent de ijzersmelterijen. ...	80.

HET IJZER,

ZIJNE SMELTING EN BEWERKING.

INLEIDING.

Sprak men in vroegere dagen van eene gouden eeuw, en regeert, volgens een oud spreekwoord, het goud de wereld, men mag onzen tijd met volle regt eene ijzeren eeuw noemen en van de wereldheerschappij van het ijzer gewagen. Wat men voorheen in overdragtelijken zin van de gouden eeuw getuigde, mogen wij van ons ijzeren tijdperk in letterlijken zin verzekeren, en de hersenschimmen, die men zich vroeger vormde van het goud, zijn door het ijzer verwezenlijkt. Geen wonder derhalve, dat het ijzer reeds voor vele jaren de grondslag van alle beschaving is genoemd. De menschheid, van dit metaal beroofd, zou in hare ontwikkeling worden gestuit en langzamerhand terugkeeren tot den toestand der aloude barbaarschheid. Gelijk het bloed door ons ligchaam stroomt en overal voedsel geeft en groei veroorzaakt, zoo stroomt het ijzer, gewonnen en bewerkt door het menschelijk vernuft, door het groote ligchaam der maatschappelijke nijverheid en brengt overal welvaart en bloei. Waartoe zou het goud ons dienen, wanneer wij er het nuttige ijzer niet voor konden koopen? Ziet op de werktuigen, die door den landbouw en het fabriekwezen bij duizenden worden verëischt, — op de spoorwegen, die vergelegene gewesten verbinden en de volkeren als met een vasten band samenhechten, — op de bruggen, die hier en daar in eene bevallige bogt over breede wateren zweven, — op de vaartuigen, die, door stoom of wind voertgestuwd,

HET IJZER,

de golven klieven van den oceaan, — op de nijverheidspaleizen, die zich in Europas hoofdsteden met sierlijke gaanderijen en slanke zuilen verheffen, — op de seindraden, die de gedachten met de snelheid des bliksems op vele mijlen afstands overbrengen, het is alles of grootendeels ijzer, het moge in den vorm van gegoten ijzer, staafijzer, stort, blik of staal voorkomen.

Het is derhalve een onwaardeerbare zegen, dat het ijzer in zoo aanmerkelijke hoeveelheid in de lagen der aardschors wordt aangetroffen. Het komt niet alleen in alle gewesten en in alle vormen, maar ook schier in alle bewerkte gewrochten in meerdere of mindere mate voor. Vindt men het zelden in eenen zuiveren toestand, als gedegen ijzer, de ertsen, waarin het besloten is, liggen hier en daar in ontzettende hoeveelheden opgetast, zoodat er geenerlei vrees bestaat, dat de vooruitgang der maatschappij ooit door gebrek aan ijzer zal worden belemmerd.

Ook ons Vaderland heeft zijne ijzererts, zijne ijzergieterijen en smederijen, — ook hier zien wij ons gestadig omringd door duizende voorwerpen uit ijzer vervaardigd, — voorwerpen, die door doelmatigheid, sierlijkheid en goedkoopheid onze regmatige bewondering opwekken. Onwillekeurig rijzen derhalve de vragen bij ons op: Uit welke ertsen voornamelijk het ijzer wordt gewonnen, en waar die gelegen zijn? Op welke wijze men dat metaal aan zijne ertsen ontrukkt en in bruikbaar ijzer van verschillende vormen verandert? Hoe het ijzer wordt bewerkt, — welke zijne eigenschappen zijn, — welke hoeveelheden door de verschillende landen en werelddeelen worden opgeleverd, en welke geschiedkundige bijzonderheden de ontwikkeling der ijzersmelterij kenmerken? Met eene beknopte beantwoording dezer vragen, zullen wij de weetgierige belangstelling van het Nederlandsch publiek zoeken te bevredigen.

I.

DE SOORTEN VAN IJZERERTS.

De grondstof van het ijzer treft men aan in de drie rijken der natuur ¹⁾, doch het meest in het rijk der delfstoffen, zoodat men weinig aard- of steensoorten vindt, welke geene ijzerdeelen bevatten. Vooral worden deze in zulke delfstoffen aangetroffen, die van natuur geel of rood zijn, of door verkalking of verbranding deze kleuren bekomen.

¹⁾ Het dierenrijk, het plantenrijk en het delfstoffenrijk.

Het ijzer wordt zeer zeldzaam gevonden in den natuurlijken staat van metaal, dat is: zuiver en zonder met vreemdsoortige stoffen verbonden te wezen. Wanneer het onvermengd is, noemt men het *gedegen ijzer* ¹⁾, doch als het met vreemde stoffen bezwangerd is, draagt het den naam van *ijzererts*.

Het bestaan van gedegen ijzer in de natuur werd in vroegere dagen wel eens in twijfel getrokken, doch thans is het zeker, dat men het op sommige plaatsen als korrels en blaadjes in de scheuren tusschen de rotsen heeft aangetroffen, zoo als, volgens de verzekering van *Markgraff*, te Liebenstock in Saxon. Ook vindt men het in de gedaante van getakten druipsteen, omkleed met eene korst van ijzerverzuursel (oxyde de fer) en aardstoffen, zoo als het door *Schreber* is waargenomen in den berg Oulla bij Grenoble. Deze ijzersoort bestaat ook in groote klompen, welke men hier en daar op de oppervlakte der aarde gevonden heeft. Deze zijn onregelmatige stukken van eene zwarte kleur, die eene oneffene oppervlakte met holten bezitten, waarin somtijds glasachtige zelfstandigheden besloten zijn. Men heeft in deze ijzerklompen gallen en opblazingen ontdekt, waardoor zij het voorkomen van gegoten ijzer erlangen. Intusschen heeft *Bergman* door proeven aangetoond, dat men ze niet als zoodanig mag beschouwen, dewijl de stof, welke in deze holigheden gelegen is, geene overeenkomst bezit met het metaalschuim of de slakken (laitier) van een gietoven. Deze klompen hebben eene witachtige breuk met metaalachtig glinsterende stippen en zijn smeedbaar, wanneer zij koud, maar broos, wanneer zij gloeiend zijn. Men heeft zulk een klomp van 1500 ponden ²⁾ in het binnenland van Zuid-Amerika en meer dergelijke stukken in Peru en Mexico gevonden. *Pallas* heeft in 1777 zulk een klomp van 800 ponden te Krasnojarsk in Siberië ontdekt. Ook in Bohemen en in de binnenlanden van Afrika moeten zulke stukken gedegen ijzer bestaan. Men heeft lang en te vergeefs gegist naar den oorsprong van deze ijzerklompen, die men doorgaans in streken heeft waargenomen, waar geene sporen van ijzermijnen te vinden zijn, doch daar men in het uitwendig voorkomen veel overeenkomst heeft opgemerkt tusschen deze klompen en zoodanige steenen, welke men onderscheidene malen uit den dampkring op onze aarde heeft zien vallen, zoo is men genegen aan deze beide soorten eenzelfden oor-

¹⁾ Zie hierover, onder anderen: *Het gietwezen in 's Rijks ijzer-schutgieterij*, door den Generaal-Majoor *Ulrich Huguenin*, van welk voortreffelijk werk wij bij het bewerken van deze handleiding een doorgaand gebruik hebben gemaakt.

²⁾ De maten en gewigten, in deze handleiding vermeld, zijn de Nederlandsche, met uitzondering van de Engelsche maat, die hier en daar bij behouden werd.

HET IJZER,

sprong toe te schrijven. Intusschen kan men niet met voldoende zekerheid beslissen, of de eersten uit den dampkring oorspronkelijk zijn, dan wel of zij door de natuur in dezen staat van metaal zijn voortgebracht. Dit alleen weet men, dat de kunst geen ijzer kan voortbrengen, dat volkomen vrij is van alle koolstof, dewijl deze onvermijdelijk noodig is tot de ontzuring en uitsmelting der ijzerertsen. Hieruit volgt, dat zoodanige ijzerklompen welke daarvan geene sporen dragen, ook geene voortbrengselen zijn der kunst ¹⁾.

Zoo als gezegd is, vindt men het ijzer doorgaans met andere stoffen verbonden; de stoffen waarmede het zich in de natuur verenigd, kan men rangschikken:

1°. Onder brandbare, zoo als koolstof, zwavel en phosphor.

2°. Onder metalen, zoo als zink, bruinsteen, zwavelhoudend lood, arsenik, chromium, nickel, koper en titaan.

3°. Onder de aardsoorten, zoo als barijt of zwaar-aarde, kiezel, kalk, talk en aluinaarde.

De aanhoudende gemeenschap van deze met vreemde stoffen vermengde ijzerdeeltjes met de dampkringslucht en de aarde, welke beide vele waterdeelen en dus ook veel zuurstof bevatten, gevoegd bij de geneigdheid, die het ijzer heeft, om de zuurstof tot zich te nemen en hierdoor tot den toestand van een verzuursel (roest) over te gaan, maakt, dat men, behalve het gedegen ijzer, geen ijzer vindt, dan in den staat van een meer of min sterk ijzerverzuursel (metaal-oxyde). In dezen toestand heeft het zijn metaalglans verloren, en de verschillende verbindingen, in welke het zich bevindt met bovengenoemde stoffen, maken dat het in de natuur doorgaans wordt aangetroffen in de gedaante van meer of min massieve, of uitgeholde steenen van verschillenden vorm; somtijds ook als glinsterend gekleurde kristallen of wel als korrelig gruis, gelijk erwten, of eindelijk ook als een ijzerhoudend slijk, dat meer of min gedroogd is en wel zoo, dat deze ijzerhoudende stoffen eene zwartachtige, bruine geel, roode, paarsche of grijze kleur hebben, die ten deele aan de verschillende graden van de verzuring des ijzers, ten deele aan de daarmede verbondene onderscheidene stoffen moet worden toegeschreven. Bevatten deze steenen, gruis of slijk eene genoegzame hoeveelheid ijzerverzuursel, om er het ijzer met voordeel uit te kunnen winnen, dan noemt men ze, zoo als reeds gezegd is, ijzererts; de plaatsen, waar men zulken erts in groote hoeveelheid bijeen vindt, dragen den naam van ijzermijnen ²⁾.

¹⁾ Zie *Huguenin, Het gietwezen*, doch vooral *Chladni: Über Feuermetéore und die mit denselben herabgefallenen Massen*. Wien 1819.

²⁾ In het *gietwezen van den Generaal-Majoor Huguenin* vindt men naast blz. 24 eene tabel, bevattende eene klassificatie van die

ZIJNE SMELTING EN BEWERKING.

Men onderscheidt de ertsmijnen over het algemeen in oorspronkelijke, verplaatste of aangespoelde. De eerste zijn de zoodanige welke geene kenmerken van revolutiën bevatten en alzoo vermoedelijk bestaan sedert de vorming des aardbols. De beide andere soorten zijn die, welke door geweldige oorzaken, als vulkanische uitbarstingen, verplaatst, of door groote overstromingen uit andere, toenmaals verwoeste streken in eene meerdere of mindere hoeveelheid aangespoeld en door ophopping gevormd zijn. Daar men thans meer en meer de sporen van dusdanige verwoestingen ontdekt, welke in verschillende tijdperken op sommige gedeelten van den aardbol hebben plaats gehad, zoo is het zeker, dat de meeste ertsmijnen tot deze laatste soort behooren; hoogstwaarschijnlijk mag men ook die, welke zich in België bevinden, daartoe rekenen. Zoowel de ligging als de toestand der ijzerertsen bewijst genoegzaam, of zij tot de oorspronkelijke dan wel tot de aangespoelde behooren. De eerste vullen de scheuren van sommige graniet-, kwarts- of andere oorspronkelijke rotsen, of zijn in evenwijdige lagen tusschen deze verspreid. De aangespoelde ijzerertsen daarentegen treft men nu eens aan tusschen lagen rivierzand, dan weder op eene bedding van kalksteen, en somtijds alleen met eene dunne laag zand of bouwaaarde bedekt. Ook vindt men somtijds aanmerkelijke holten met ijzererts aangevuld, welke bij zijne aanspoeling daarin schijnt gedreven te zijn; voorts ontdekte men in het midden van kleigronden opeenhoopingen van ijzererts, en eindelijk vindt men dien ook in verscheidene steenkolenmijnen, meestal laagsgewijze tusschen eene soort van kleiachtige steenen gelegen. — De oorspronkelijke ijzerertsen zijn doorgaans zuiverder, dan de aangespoelde. Zij bevatten een rander verzuurd ijzer, en zelden een bijmengsel van een ander metaal, dan alleen van een weinig bruinsteen. — Die der tweede soort daarentegen zijn niet zelden vermengd met voortbrengselen uit het plantenrijk en met harde steenen, die vermoedelijk uit de eerste ligplaats met den erts afgescheurd zijn; daarenboven bevatten deze ertsen over het algemeen meer van de hierboven genoemde stoffen, doch vooral vindt men ze veelal vermengd met zwavel als zwavelijzer, met arsenicum, als arsenik-ijzer, en met zuurstof als geoxydeerd ijzer. — In verbinding met zwavel komen in de natuur verscheidene soorten van zwavelijzer voor, namelijk zwavelkies, ijzerkies en magneetkies, doch het zwavelijzer wordt nimmer tot ijzerwinning aangewend, vooreerst omdat er tot de volkomene afscheiding van zwavel geene werkmanier bestaat, die met gewenscht gevolg en met

soorten van ijzerertsen, welke met voordeel kunnen uitgesmolten worden.

eene vereischte onkostbaarheid in het groot kan worden uitgevoerd, en ten anderen omdat een gering overblijfsel van de zwavel in het gezuiverd ijzer reeds voldoende is om hieraan zijne rekbaarheid, — dus zijne voortreffelijkste eigenschap, — te ontrooven. In verbinding met arsenicum bevindt zich het ijzer in arsenikkies, dat uit arsenik-ijzer en zwavelijzer bestaat en evenmin tot verkrijging van ijzer wordt gebezigd, vermits ook het arsenicum niet gemakkelijk daaruit te verwijderen is, terwijl een gering overblijfsel daarvan almede aan het ijzer zijne rekbaarheid ontnemt.

Uit de vereeniging van gemelde stoffen of metalen met de meerder of minder verzuurde ijzerdeeltjes, ontstaan de reeds genoemde verschillende ijzerertsen, die naar den aard hunner bestanddeelen en vormen in verschillende hoofdsorten worden verdeeld. Het ijzer uit den eenen erts laat zich gemakkelijker smelten dan dat uit den anderen, hetwelk van de vreemde stoffen afhangt, waarmede het ijzer-verzuursel vermengd is, terwijl deze buitendien een aanmerkelijken invloed op de meerdere of mindere deugdzaamheid van het daaruit gesmolten ijzer hebben. Sommige ertsen leveren bestendig eene hardere en wittere soort van gegoten ijzer dan andere; daarentegen heeft men ook ertsen, die bestendig eene zachte, grijze en zeer taaije ijzersoort van de beste hoedanigheid, opleveren, hetwelk plaats heeft als het ijzer-verzuursel met zachte klei of aluinaarde, kiezel, kalksteen of koolstof vereenigd is. — Er zijn ook ertsen, uit welke men een grijs en zacht, doch geenszins sterk ijzer verkrijgt. De meeste ijzerertsen, die men langs de Maas, in de omstreken van Luik en Namen aantreft, behooren tot deze soort, hetwelk vermoedelijk moet worden toegeschreven aan vreemde stoffen of metaal-verzuursels (als b. v. aan het lood, koper enz., die in sommige van deze ertsen, benevens het ijzer-verzuursel besloten zijn), die zoodanig met elkander vereenigd zijn, dat het ijzer voor de smelting niet volkomen van de vreemde stoffen kan gezuiverd worden, welke alzoo tusschen de ijzerdeeltjes blijven zitten en hun volkomen zamenhang beletten, zoodat zij de verbindingskracht van het ijzer verminderen.

Men heeft door proefnemingen gevonden, dat als het zuiver gegoten ijzer met eenig ander metaal te zamen gesmolten wordt, hieruit eene massa ontstaat, die minder sterkte bezit dan het ijzer zelve. Soms is deze massa zoo hard, dat zij niet bevijsd of behakt kan worden en door het slaan met een hamer in stukken springt. Somwijlen echter is deze massa week genoeg, om zich te laten bearbeiten, doch hare verbindingskracht is veel geringer dan die van het zuivere ijzer, en deze eigenschappen nemen toe of af, naarmate eene meerdere of mindere hoeveelheid van deze metalen

bij het ijzer wordt gevoegd. Wanneer zich dus in de uit te smelten ijzerertsen vreemde metaalverzuursels bevinden en deze van dien aard zijn, dat zij bij de uitsmelting niet in den oven vervliegen, maar tegelijk met het ijzer ontzuurd en alzoo onder elkander vermengd tot één metaal worden uitgesmolten, dan zal zulk gegoten ijzer dezelfde gebreken hebben als die stoffen, welke door de opzettelijke vermenging van het ijzer met dergelijke metalen ontstaan. Behalve deze nadeelen, welke de overige metalen aan het gegoten ijzer toebrengen, zijn sommige daarvan, alsmede eenige andere stoffen, al is het ook niet dadelijk in het gegoten ijzer, toch later zeer schadelijk als men namelijk daarvan gesmeed ijzer wil vervaardigen, b. v. wanneer het gesmeed ijzer koper bevat, in dit geval laat het zich moeilijk smeden en zeer slecht of bijna in het geheel niet wellen. Wanneer het staafijzer arsenik bevat, kan het koud wel bearbeid worden, doch in een gloeienden staat scheurt of barst het door de hamerslagen. Daarentegen laat zich het phosphorhoudende staafijzer, gloeiend zijnde, gemakkelijk smeden, doch het heeft de nadeelige eigenschap, dat het in een kouden toestand zich niet laat buigen en door het slaan met den hamer breekt, somtijds zelfs op eene andere plaats dan die, waarop geslagen wordt. Desgelijks heeft de ondervinding geleerd, dat het gesmeed ijzer, als het veel zwavel bevat, broos en breekbaar is. Uit dit een ander volgt derhalve dat men uit het gegoten ijzer, waarin zich arsenik en zwavel bevinden, geenszins goed gesmeed ijzer zal kunnen vervaardigen.

Het is dus een vereischte, ten einde goed en sterk ijzer te verkrijgen, om zooveel mogelijk tot de uitsmelting zulke ertsen te gebruiken, die geene of althans zeer weinige vreemde metaalverzuursels, phosphor of zwavel bevatten, welker aanwezigheid men door scheikundige ontbinding der ertsen, zooals straks zal blijken, kan ontdekken.

Wij zouden ons bestek overschrijden, indien wij over dit hoogst belangrijk onderwerp verder wilden uitwijden. Wij zullen ons daarom bepalen tot het beschouwen van zoodanige ijzerertsen, die het menigvuldigst in den schoot der aarde worden aangetroffen en alzoo voor de eigenlijke ijzerwinning het meest geschikt en het voordeligst zijn. Deze zijn: magneet-ijzersteen, ijzerglans, roodijzersteen, bruinijzersteen, roodijzeroer, moerasijzer of graszoden — ijzererts en ijzerspaat.

10. *Magneet ijzersteen.* Deze is eene scheikundige verbinding van ijzeroxyde en oxydule ¹⁾ in eene verhouding van 69 deelen

¹⁾ Elke verbinding van de zuurstof met eene andere enkelvoudige stof heet eene *oxyde*, en de verbinding van een metaal (b. v. ijzer),

van de eerste en 31 deelen van de laatste. Hij bevat 71, 8 procent ijzermetaal en heeft een soortelijk gewigt van 4,24 tot 5,40. Het magneetijzer, dat eene zwartachtige kleur heeft, behoort tot de oorspronkelijke terreinen, waar het verstrooid voorkomt of aanzienlijke banken vormt, ja, op sommige plaatsen zijn geheele bergen daaruit zamengesteld; overigens onderscheidt het zich door zijne magnetische eigenschappen en door zijne geschiktheid tot staalbereiding ¹⁾).

2^o. *Ijzerglans*. Deze ijzeroxyde of roodijzererts bevat in zuiveren toestand op 100 deelen 69,34 ijzer en 30,66 zuurstof. Het heeft eene staalgraauwe kleur en bezit sterken metaalglans, — dunne blaadjes, tegen het licht gehouden vertoonen eene heldere roode kleur, — gewreven zijnde, geeft hij een bruinrood- of kerskleurig poeder, en is gemakkelijk van den magneetijzersteen te onderscheiden, dewijl hij geen invloed op de magneetnaald uitoefent. In zaamgepakten en gekristalliseerden toestand komt hij nergens in zoo groote hoeveelheid voor als op het eiland Elba en in de omstreken van Framont, een fransch dorp in het Departement des Vosges. Op Elba, waar men geheele bergen van dezen erts vindt, kan de natuuronderzoeker zijne weetgierigheid bevredigen door eene beschouwing der grotten en kloven, die met een overvloed van prachtige kristallen zijn bekleed, welke, merkwaardig als zij zijn door hunne schitterende kleuren, het sieraad uitmaken van vele mineralogische kabinetten. Niet alleen is Elba beroemd wegens zijn onuitputtelijken voorraad van kostbaren ijzerglans, maar ook wegens de oudheid zijner mijngroeven. De ijzerglans werd vroeger op dat eiland uitgesmolten, zooals uit de groote aldaar aanwezige massas slakken blijkbaar is. Deze uitsmeltingen hebben er evenwel nu niet meer plaats, dewijl men thans de ertsen naar Toskane, Romagne, Genua, Napels, Corsica en andere nabijgelegene plaatsen verzendt, om aldaar in Catalonische vuren ²⁾ bearbeid te worden. Behalve op Elba en in de omstreken van Framont, vindt men ook ijzerglans op Corsica, bij Altenburg en Freiburg in Saxon, te Pressnitz in Bohemen, te Norberg en

met de zuurstof wordt een *ijzeroxyde* genoemd. Wanneer twee oxyden eene verschillende hoeveelheid zuurstof bevatten, noemt men dat hetwelk de geringste hoeveelheid zuurstof heeft, *oxydule*, ter onderscheiding van het *oxyde*, dat de grootste hoeveelheid zuurstof bevat.

¹⁾ Zie *Miquel, Beschouwingen over de delfstoffen*, blz. 48.

²⁾ Men noemt den geheelen toestel, dat tot loutering of uitsmelting van gegoten ijzer dient, een *vuur*.

Bisberg in Zweden, als ook in het Harzgebergte en meer andere plaatsen.

3°. *Roodijzersteen*. Deze stemt oppervlakkig, wat zijne scheikundige verbinding betreft, vrij goed overeen met den ijzerglans, doch onderscheidt zich daarvan door den ontbrekenden metaalglans en door zijne uitwendig reeds roode kleur. Even als de ijzerglans is de roodijzersteen ongevoelig voor de magneetnaald, doch boven het vuur gebragt en aan de werking van de blaaspijp onderworpen, neemt hij eene donkere, zwartachtige kleur aan en wordt in dat geval door de magneetnaald aangetrokken. De dichtste en aan den ijzerglans meest nabijkomende roodijzersteen komt doorgaans in knol- of niervormige massas te voorschijn, die een geringen metaalglans, vermengd met eene roodachtig staalgraauwe kleur bezitten. Als hij vezelig, stralig, hard en vast is, draagt hij den naam van bloedsteen of rooden glaskop, die in fijngemalen toestand geschikt is tot polijstmiddel en tot roode verfstof. Is de roodijzersteen met thonaaarde vermengd, zoo heet hij roode thonijzersteen en wordt als rood teekenkrijt gebezigd.

4°. *Bruinijzersteen*. De bruinijzererts of ijzeroxyde-hydraat komt niet in duidelijk gekristalliseerden toestand voor. De vezelige bruinijzersteen bestaat uit fijne, hairvormige kristallen, die tot druif- en bolvormige massas vereenigd zijn. Buitendien treft men digten en aardachtigen bruinijzersteen aan, die door gehalte aan thon in den bruinen en geelen thonijzersteen overgaat, waartoe de geele oker en umbra, of keulsche aarde, welke veelvuldig als verfstoffen worden aangewend, behooren. Ook behooren hiertoe de boonertsen, aldus genoemd, omdat zij in kleine boontjesvormige of ronde stukjes, ter grootte van eene hazelnoot en walnoot worden aangetroffen. De boonerts, die in den regel door een kalkachtig of kleiachtig verbindingsmiddel tot een tamelijk vast ligchaam gevormd is, vindt men laagsgewijze met kalksteen vereenigd, waarin doorgaans eene menigte versteende voorwerpen aanwezig zijn. Aan het uit deze boonerts gewonnen staafijzer, heeft men wel eens het gebrek van koudbreukigheid toegekend, dat, naar men wil, te wijten zou wezen aan eenig phosphorgehalte, afkomstig van de massa organische overblijfselen, die deels in den naburigen kalksteen en deels in den boonerts worden aangetroffen. De bruinijzersteen, met klei gemengd, verkrijgt den naam van geelijzersteen, geelen oker, geele klei of geele aarde. De geele of bruine kleur, die wij bij vele steenen opmerken, wanneer zij aan de lucht zijn blootgesteld, de geele of bruine kleur van het zand en van den leem, wordt altijd door ijzeroxyde-hydraat veroorzaakt. Het verweren van zwarte rotsoorten tot bruine stukken en eindelijk tot geele tuinaarde, zal nu niets bevreemdends meer

meer hebben; de daarin bevatte zwarte ijzeroxydule wordt langzamerhand tot geel ijzeroxyde-hydraat geoxydeerd.

5°. *Graszoden-ijzersteen* of *ijzeroer*. Deze in moerassige streken voorkomende ijzererts is gelegen op geringe diepte onder den beغانen grond, en komt, wat het wezen der zaak betreft, met den bruinijzersteen overeen, echter met dit onderscheid, dat het moeraserts eene zekere maar tevens zeer veranderlijke hoeveelheid phosphorzuur bevat. Overigens is hij met vreemdsoortige stoffen bezwangerd, zoo als zand, steenzand en dergelijke. Men rangschikt hem naar zijnen graad van zuiverheid en geeft daaraan de benamingen van *bieserts*, *somperts* en *moeraserts*. Wegens het geringe gehalte aan phosphor, levert deze erts, even als de bruinijzersteen, koudbreukig ijzer, dat alzoo het meest geschikt is tot het gieten van allerhande gereedschappen, welke geene zware slagen of stooten te verduren hebben.

6°. *Spaatijzersteen* en *Sphaerosideriet* of koolzure ijzeroxydule worden in vele landen onder de gedaante van een graauwen, digten steen in groote hoeveelheid aangetroffen. De eerstgenoemde, die zeer spaatachtig en bladerig is, heeft eene geelgraauwe of zoogenaamde Isabelle-kleur. Hij is ongevoelig voor de werking van den magneet, maar voor de blaaspijp gebragt, verkrijgt hij door het verlies van zijn koolzuur eene zwarte kleur en wordt in dezen toestand magnetisch. De spaatijzersteen is oplosbaar in zuren, het gemakkelijkst in zoutzuur, maar veel langzamer onder opbruising in salpeterzuur. Het soortelijk gewigt bedraagt 3 tot 3,67. De koolzure ijzeroxydule is met den koolzuren kalk, de koolzure bitteraarde en de koolzure mangaan-oxydule, zoo als men zegt, *isomorph* dat is gelijkvormig of gelijk van gedaante, en komt, met deze zouten vereenigd, gekristalliseerd in overvloed voor, ja vormt zelfs daarin onmerkbare overgangen; van daar, dat de gewone spaatijzersteen schier altijd een weinig kalkachtig is.

De spaatijzersteen behoort hoofdzakelijk tot die rotssoorten, welke een belangrijk deel van de oude schors der aarde uitmaken, namelijk de *gneis*, een mengsel van kwarts, koperkies, vaalroodkopererts, vezeligen bruinijzersteen en vezelkalk of zoogenaamd ijzerbloed. Men vindt hem te Alleverd en Bizille bij Grenoble; — bij St. George d'Huretière in de Savoyer-Alpen; — bij Baigorie in de Pyreneeën; — bij Eisenerz in Stiermarken; — bij Huttenberg in Karinthie; — bij Schwarz in Tyrol; — verder nog in Saxen, Hongarije, zoo ook in Spanje, Zweden, Noorwegen, en Siberië. Met bleiglanz en andere loodertsen vermengd, wordt hij gevonden in de mijn-groeven van Lead Hills en Wanlokhead in Schotland, alsmede in Cumberland, Northumberland en Devonshire; eindelijk ook nog bij

Wheal-Mandlin, St. Just en op meer andere plaatsen in Cornwallis, doch in die oorden is hij met tinerts verbonden. De spaatijzersteen is zonder twijfel een der voornaamste en gewigtigste van alle bekende bergstoffen; hij is bijzonder geschikt tot loutering (affineren) in Catalonische vuren, en het beroemde Stiermarksche staal wordt voornamelijk uit dezen erts getrokken. Het *Sphaerosideriet* heeft uitwendig weinig overeenkomst met den spaatijzersteen, behalve in zijne kleur, die nagenoeg dezelfde is. Het is dicht en op de breuk fijnkorrelig, daarbij week en alzoo ligt splijtbaar. Zelden wordt het in gedegen of in zuiveren toestand aangetroffen, maar het komt daarentegen zeer menigvuldig met klei gemengd voor in de steenkolenlagen. Dit kleiachtig sphaerosideriet vindt men doorgaans in afgeplat bolvormige massas van verschillende grootte en kleur, zoo als geel, donker-geel, roodachtig-graauw of dakpannen-kleur. In Engeland en bepaaldelijk in de Glasgowsche mijnen wordt het beste sphaerosideriet gevonden; zijn soortelijk gewigt bedraagt 3,053 en op honderd deelen bevat het 53,03 ijzeroxydule, 35,17 koolzuur, 1,77 bitteraarde, 1,40 kiezelaarde, 0,63 kleiaarde, 0,23 ijzeroxyde, 3,03 kool- of pekachtige stof en 1,41 water. Het bevat dienvolgens 41,25 deelen ijzer.

Het gewoon kleiachtig sphaerosideriet levert 30 tot 40 procent voortreffelijk ijzer op. In Engeland wordt het laagsgewijze in den leisteen of thonschiefer ¹⁾ gevonden tusschen de steenkolenlagen ter dikte van 5 tot 45 duimen, en wel onder anderen in de mijnen van Stafford, Schropshire en Wales.

Zoo als bekend is, worden de meeste ijzerertsen in de mijngroeven door middel van hamers, breekijzers, boren, springmiddelen enz. afgescheiden en op eene eenvoudige wijze naar boven in de opene lucht gevoerd; alleen het moerasijzer, dat onder het water op den bodem als eene meer of min vaste korst voorkomt, wordt met houten krukken stuk gestooten in eene poel verzameld en met water gewasschen. Dit laatste werk behoeft, zoo als van zelf spreekt, geene toelichting, doch wie begeerig is omtrent het uithollen van den bodem en het opdelfen der ertsen, meer te weten, kan onder anderen raadplegen onze *Handleiding tot de burgerlijke Mineurkunst, of de mijnen en hare ontginning.*

¹⁾ Een mengsel van zeer fijne deelen *kwarts, mica en veldspaat* tot eene gelijkvormige massa van schilferachtig samenstel.
Zie *Miquel, Beschouwingen over de delfstoffen, blz. 108.*

HET ONDERZOEK DER ERTSEN EN HUNNE TOEBEREI-
DING VOOR HET UITSMELTEN.

Het onderzoek der ertsen heeft een tweeledig doel, te weten: 1. Om de daarin verborgene hoeveelheid ijzer te bepalen, en 2. Om al de bestanddeelen in hun aard en hoeveelheid te leeren kennen. Hiertoe kan men twee verschillende wegen inslaan, namelijk: het *onderzoek langs den droogen weg* en het *onderzoek langs den nat-ten weg*.

a. *Het onderzoek langs den droogen weg.* Het bestaat hierin, om den erts door middel van vuur of kolengloed tot eene witte gloei-
jing te verhitten, en daaraan zoodoende de zuurstof te onttrekken. Hiertoe legt men een stukje van den te onderzoeken erts op eene houtskool, waarna men met eene buis (eene blaaspijp) de vlam eener lamp daartegen aanblaast. Zulk eene blaaspijp is gemaakt van zuiver zilver of van geelkoper, ter lengte van eenige duimen, en loopt aan het min of meer gebogen uiteinde allengs naauwer toe. Het blazen geschiedt met den mond en niet met de borstademhalings-
werktuigen, omdat de lucht in het eerste geval meer zuurstof bevat en het blazen langer kan volgehouden worden. Behalven op goed uitgebrande houtskool legt men de stukken ook op een platina-
lepel of op platina-blikjes, en men kan ze met platina-tangetjes of zilveren staafjes vasthouden en voor wegblazen beveiligen. Ten einde de smeltbaarheid van sommige mineralen te bevorderen, be-
dient men zich van zoogenaamde vloe- of smeltmiddelen, zoo als koolstofzure potasch, borax, phosphorzout, enz. Van veel belang is het, in het oog te houden, dat de vlam der lamp of kaars uit eene zoogenaamde *binnenste* en *buitenste vlam* bestaat, aangezien de laatste *oxyderend* werkt, dat is, de zuurstof der lucht in verbinding doet treden, met het mineraal, terwijl de binnenste vlam *reducerend* werkt, dat is, aan het mineraal de zuurstof ontnemt. Door het onderzoek langs den droogen weg kunnen wij ons overtuigen in hoever de delfstoffen vlugtig zijn, in welken graad en in welke ver-
houding met de vloeimiddelen, en of daaromtrent bepaalde en bij-
zondere afwijkingen plaats hebben. De warmtegraad, waarbij de lig-
chamen smelten, is van veel belang en wordt het smeltpunt genoemd.

Het onderzoek langs den droogen weg geschiedt echter ook door smelting, verhitting en gloeiing in kroesen en kleine ovens en wel op de volgende wijze: tot zoodanige uitsmelting werpe men een klein gedeelte der ertsen in een smeltkroes of in een daartoe inge-

rigt oventje en men voege daarbij de noodige stoffen tot bevordering der smelting (die door de schrijvers zeer verschillende worden opgegeven), ten einde uit de hoeveelheid van het daardoor bekomen ijzer de meerdere of mindere rijkheid dier ertsen te beoordeelen.

Zoodanige uitsmelting wordt eene *docematische* onderzoeking genoemd, en vermits de eene ijzererts zich veel gemakkelijker dan de andere laat uitsmelten, zoo kan men hierdoor niet alleen den meerderen of minderen graad van smeltbaarheid der verschillende ertsen leeren kennen, maar ook de voordeeligste verhouding, in welke de rijke, traagvloeiende en de armere, meer smeltbare ertsen behoorlijk kunnen uitgesmolten worden.

b. Het onderzoek langs den natten weg. Dit onderzoek is uitgebreider dan het vorige en geeft dus ook tot een grooter aantal uitkomsten aanleiding. Men lost namelijk de te onderzoekene stoffen op en wel in koud of kokend water; — in zuren, zoo als salpeterzuur, zoutzuur, zwavelzuur; — in verdunde zuren, in zuren met gelijktijdige aanwending van warmte; — in loogen zoo als potaschloog, met of zonder verwarming; — in bijzondere vloeistoffen zoo als koningswater of salpeter-zoutzuur.

De poging tot oplossing leert vervolgens: of het ligchaam oplosbaar zij en in welken graad; welke verschijnselen er met de oplossing gepaard gaan, b. v. opbruising of ontwikkeling van lucht-bellen, troebelwording; vorming van nederslag, van gelei, kleuring der oplossing; ontwikkeling van electriciteit; vorming van andere vaste lichamen enz. Eindelijk moet men bedenken, dat de meeste scheikundige ontleding door oplossingen worden voorafgegaan, en dat eene oplossing bestaat in het opnemen van het vaste ligchaam in de vloeistof, zoodat het ook vloeibaar wordt. In sommige gevallen is het noodig te weten, of een ligchaam *water* bevat; dit onderzoek geschiedt op eene zeer eenvoudige wijze door de stof in een glazen kolfje te doen en te verhitten, waarbij zich de wasem in het buisje zal aanslaan, zoodat er waterdruppelen gevormd worden ¹⁾.

De ijzerertsen, zoo als zij uit den schoot der aarde te voorschijn komen, zijn in den regel met andere bijmengselen, zoo als kiezel-aarde, klei, kalk, phosphor enz. bezwangerd en dus nog ongeschikt om dadelijk daaruit goed ijzer te smelten; zij moeten derhalve alvorens, naarmate hun aard het noodzakelijk maakt, daar-

¹⁾ Zie: *De Aarde en hare Voortbrengselen*, door Dr. L. H. Verweij, blz. 45 en volgende.

HET IJZER,

toe op verschillende wijzen worden voorbereid, namelijk: door ze te wasschen, uit te zoeken, te roosten en in stukjes te slaan.

Het wasschen der ertsen geschiedt op verschillende wijzen, welke meerendeels van de plaatselijke gelegenheid, vooral van stroomend water en van het soort der ertsen afhangen. De meest gebruikelijke wijze is deze: Men graaft dwars door eene beek nabij elkander twee of meer kommen, welke somtijds met hout worden bekleed en die door een kanaal of goot in de rigting der beek met elkander gemeenschap hebben. In de eerste van deze kommen wordt de erts gedaan en daarin met krukken (zijnde stokken, aan wier onderenden een dwarshout bevestigd is) sterk omgeroerd, zoodat de klei- en zanddeeltjes losweeken en gedeeltelijk door het loopende water wegspoelen, terwijl daarentegen de ertsklumpen en andere zware stoffen nederwaarts zinkend en door den stroom in den tweeden put gedreven worden en uit deze, weder in den derden enz., waarna men den erts na behoorlijke zuivering uit den laatsten put neemt en op hoopen te droogen legt. Als de erts kleinkorrelig is of vele kleine stukjes bevat, welke met de zware zanddeelen op den bodem der put zinken, dan moet het eerste van deze laatsten door ziften afgezonderd worden, hetwelk met zeven van ijzerdraad of manden geschieden kan. Wanneer de ertsen door dit wasschen niet geheel gezuiverd mogten wezen, is eene herhaalde wassching noodzakelijk; doch buitendien is het ook dikwijls voordelig om sommige ertsen voor de tweede maal te wasschen, nadat men die eenen geruimen tijd aan den invloed der lucht heeft blootgesteld, als zij namelijk talkaarde (magnesia), zwavelzure kalk (sulfate de chaux) of zouten bevatten, ten einde deze door de vochten zuurdeelen der lucht geheel of ten deele op te lossen en naar de oppervlakte der ertsklompjes te doen uitslaan. En daar deze uitgeslagene plaatsen, door de afwisselende vochtigheid en droogte der lucht, schilferig worden en deze schilfers zich voorts door het water laten wegspoelen, zoo volgt hieruit, dat alsdan het wasschen de afscheiding der gemelde stoffen van den ijzererts bevordert.

Daar men na de wassching der ertsen, deze van de steenen en andere stoffen, als het zwavelijzer (pyrites) enz., welke zich veeltijds in de ertsmijnen bevinden, kan onderscheiden, zoo is het noodig deze laatste zorgvuldig uit te zoeken, om den erts zoo veel doenlijk zuiver te bekomen. Behalve dit wasschen moet een groot gedeelte van de ijzerertsen *geroost*, dat is: in eenen zuiveren, matigen vuurgloed gebrand worden. Dit geschiedt bij sommige ijzerertsen om den zamenhang hunner bestanddeelen te verminderen, opdat zij gemakkelijker in stukken geslagen en uitgesmolten kunnen worden, zoo ook omdat de stoffen, met welke de verzuurde ijzerdeeltjes

ZIJNE SMELTING EN BEWERKING.

vermengd en omgeven zijn, door de hitte krimpen en alzoo scheurtjes bekomen, welke den samenhang verminderen, en waardoor, bij de smelting in den oven de warmtestof en de verzuurde koolstoflucht beter tot het ijzerverzuursel kunnen doordringen en alzoo de metaalwording bespoedigen. Bij andere ertsen daarentegen is het roosten noodig, om de vluchtige stoffen, voornamelijk de zwavel, welke zich in de bestanddeelen bevindt, daaruit te verdrijven, of eindelijk bij andere, om de overtollige koolzuurstof of het water daaruit te doen vervliegen.

Dit roosten wordt somtijds verrigt in de opene lucht op kleine van boven gelijk gemaakte hoogten of ook wel in gemetselde roosterbakken met togtgaten, of wel in rooster-ovens (welke veel overkomst met onze kalkovens hebben), die in daartoe dienende overdekte gebouwen geplaatst zijn. Tot deze roosting wordt de ijzererts laagsgewijze met houtskolen of droog hout bij afwisseling uitgespreid en alzoo met eenen zekeren graad van hitte gebrand, welke echter niet zoo groot wezen mag, dat de erts daardoor begint te smelten, of dat hij door het vloeibaar worden van de zich daarin bevindende aardstoffen als het ware verglaasd wordt, hetwelk naderhand bij de smelting in den oven zoude verhinderen, dat de warmtestof en de koolstoflucht behoorlijk tot het inwendige der ertsklumpen konden indringen. Voorts is het ook noodig, dat sommige ijzerertsen, dadelijk na het roosten, nog geheel warm in het water geworpen en daarin eenigen tijd gelaten worden. Deze handelwijze is bijzonder nuttig voor zoodanige ijzerertsen, welke zwavel, arsenik, enz. bevatten, wanneer daarin door de roosting onvolkomene zwavel- en phosphorzuren zouten zijn ontstaan, welke oplosbaar als zij zijn in water, door de wassching worden weggespoeld, waarbij tevens de ertsen brosser en dus meer geschikt voor de uitsmelting worden. Om dezelfde redenen laat men somtijds ook de ijzerertsen, voor dat zij uitgesmolten worden, een geruimen tijd en dikwijls jaren lang, ongedekt liggen aan den invloed der lucht en aan dien van het weder blootgesteld. Overigens moeten de ijzerertsen na de roosting zooveel mogelijk in gelijk groote stukjes van één tot twee duimen dikte worden geslagen. Dit geschiedt met ijzeren mokers of met een daartoe ingerigt stampwerk, welks ijzeren, of met ijzer beslagene, houten stampers door middel van een waterrad worden opgeheven en door hunne eigene zwaarte weder nedervallen op de ertsklumpen, die men ter verbreking gelegd heeft op de ijzeren aanbeelden, die in hiertoe bestemde kasten zijn geplaatst. Daar men door deze breking en de vooraf plaats gehad hebbende roosting der ertsklumpen kan ontdekken, of de stukken alleen uit ijzererts bestaan, dan of zij ook gewone kwarts of andere harde steenen in-

houden — vermits zij in het eerste geval door de branding eene meer of min donker roode kleur aannemen, terwijl de steenen daarentegen hierdoor wit worden, — zoo kan men eindelijk, wanneer de erts nog dergelijke steenen mogt bevatten, hen met behulp van deze kenteekenen eene laatste zuivering doen ondergaan door er de stukjes steen uit te zoeken. — Als men eindelijk op de hier voorgeschrevene wijze de verschillende ijzerertsen gewasschen, geroost en zooveel mogelijk van vreemde stoffen gezuiverd heeft, zijn zij tot de uitsmelting van het daarin zich bevindend ijzer gereed. Zij worden daartoe dan ook in zoodanige verhoudingen onder elkander gemengd, als de ondervinding of de *docematische* proeven als de beste of voordeeligste hebben aangewezen.

III.

HET UITSMELTEN DER ERTSEN IN DEN HOOGOVEN.

In vroegere dagen, toen de ijzersmeltekunst niet dien hoogen trap van volmaking als tegenwoordig had bereikt, smolt men het ijzer uit den erts in zeer lage ovens, welke meer overeenkomst hadden met eenen smidshaard, dan met de thans gebruikelijke ovens. In die tijden dienden zij ook maar alleen om het ijzer dadelijk, zooals het uit de ertsen droop, namelijk in een brijachtigen staat, tot gesmeed ijzer te verwerken. Men deed dit alzoo, omdat men toen nog niet bekend was met de bewerking, waardoor men het ijzer, uit de ertsen gesmolten, tot dien graad van vloeibaarheid brengen kon, die vereischt wordt, om het in allerlei vormen te kunnen gieten. Om tot dit doel te geraken, heeft men de ovens allengs beter ingerigt en veel hooger opgetrokken, aan welke men dan ook, ter onderscheiding van de eersten, den naam van *hoogovens* gegeven heeft. In België en andere naburige landen zijn deze ovens doorgaans 12 tot 16 ellen hoog; zij hebben uitwendig eene pyramidale gedaante, waarvan het grondvlak een veelhoek of wel eene cirkel voorstelt. De inwendige ruimte van den hoogoven, die men *schacht* noemt, heeft de gedaante van eene langwerpige ellipsoïde of wel den vorm van twee afgeknotte kegels, met de grondvlakken tegen elkander geplaatst. Fig. 1 stelt ons de loodrechte doorsnede voor van een hoogoven met een toestel voor het verwarmen der blaaslucht, op welk laatste wij later aan het slot van dit hoofdstuk zullen terugkomen. De bovenste opening *a a* van de schacht wordt regelmatig wijder tot aan *b b*, waar zij onder een stompen hoek zich weder vernauwt tot aan *c c*. De eerstgenoemde ope-

ning, namelijk van *a* tot *b*, noemt men den *schoorsteen*; de daarop volgende, van *b* tot *c*, den *kolenzak*, terwijl de schuinsche helling van deze omgekeerde kegelvlakke de *rust* genoemd wordt.

Onder de rust verkrijgt de *schacht* doorgaans eene cilindrische of wel eene kegelvormige gedaante, wier inwendige ruimte onder den naam van *gestel* bekend is. Uit deze ruimte is het in eene horizontale rigting loopende *blaasgat* aangelegd, dat aan de buitenzijde des ovens uitkomt. De onderste helft van het gestel *e* noemt men den *haard*, en deszelfs verlengde *d* den *voorhaard*. In het bovenste gedeelte van de schacht *f*, welke men den *krans* of den *mantel* der monding noemt, is eene opening gespaard, waardoor de erts en de brandstof in den oven wordt gebragt. Daar, zooals van zelf spreekt, de schacht of de schoorsteen en vooral het gestel aanhoudend aan de grootste hitte wederstand moet kunnen bieden, zoo wordt deze met vuurvaste steenen gemetseld in eene specie, die men uit de fabrieken verkrijgt. In den buitenmuur des hoogovens zijn op vier plaatsen gewelfvormige doorgangen gemaakt, langs welke men bij den haard kan komen; de overwelfde ruimte bij *g* noemt men de *werkplaats* en die aan de andere zijden, in welke men de blaastoestellen plaatst, de *windhokken*. Tegen den kroes, waarin de gesmolten erts zich verzamelt, is een gemetseld driehoekig prisma *i* aangebragt, hetwelk de *dam* genoemd wordt, omdat het met de schuinsche zijde het gesmolten ijzer en het daarop drijvende metaalschuim (slakken) in den kroes tegenhoudt. Voor dezen dam is aan de eene zijde eene ophooping van zand aangevoerd voor het afloeijen der slakken, terwijl de andere zijde vrij blijft om bij het doorsteken van het *gielgat* dien dam ongehinderd te kunnen naderen. Tusschen de kruin van den dam en het uiteinde der ijzeren plaat, die het onderste gedeelte van het gewelf der werkplaats draagt, bevindt zich het *scheppgat*, waardoor men in den kroes zien, en het noodige werk onder in den oven verrigten kan, zooals het afschuimen van de overtollige vreemde stoffen van het ijzer en het scheppen hiervan met lepels tot het gieten van verschillende voorwerpen in vormen, enz.

Eindelijk is in het muurwerk nevens den dam eene ronde opening tot in den kroes gemaakt, welke dient om daaruit het ijzer te laten loopen in de daartoe in zand of asch gemaakte groef voor de gietelingen (guseusen.)

Om den noodigen luchtstroom in den oven te brengen, bedient men zich van een blaaswerk van voldoende kracht, dat door een waterrad of stoommachine in beweging gebragt en gehouden wordt. Eertijds bestonden de blaaswerkhuizen in twee groote blaasbalgen, doch thans bedient men zich hiertoe bijna algemeen bij de hoog-

ovens van twee gegoten blaascylinders, die ongeveer 9 palmen hoog en 1 el wijd zijn. In den loodregt staanden, gesloten cylinder bevindt zich een zuiger, waaraan eene stang is bevestigd, die luchtdigt door het bovendecksel gaat. Zoowel in den bodem als in het deksel van den cylinder zijn twee diametraal tegenover elkander staande openingen, waaraan zich buizen bevinden, die horizontaal zijn omgebogen. In elk dezer vier buizen is eene klep geplaatst. De kleppen aan de eene zijde kunnen alleen binnen-, die aan de tegenovergestelde zijde alleen buitenwaarts geopend worden. Neemt men nu aan, dat de zuiger zich op of nabij den bodem des cylinders bevindt, dan is de ruimte daarboven met lucht gevuld. Bij het opgaan des zuigers wordt deze lucht zamengeperst, doch hierdoor opent zij de eene klep buitenwaarts en stroomt door deze uit. Terwijl de zuiger opgaat, zou hieronder een luchtledig ontstaan, doch door de drukking des dampkrings wordt de onderklep, die zich binnenwaarts kan bewegen, geopend. De lucht dringt door deze opening onder den zuiger en vult de ruimte onder dezen aan. Bij het nedergaan des zuigers heeft zoowel boven als onder denzelfden het tegenovergestelde plaats, zoodat bij elken opgang de lucht boven den zuiger wordt naar buiten geperst en onder denzelfden opgenomen, bij het nedergaan de lucht onder den zuiger wordt naar buiten gedreven, terwijl boven dezen nieuwe lucht in den cylinder wordt opgenomen. De buizen waardoor de lucht uitstroomt zijn zoodanig met elkander buiten den cylinder vereenigd, dat zij verder eene enkele buis vormen, die naar de plaats voert, waar de luchtstroom moet worden aangewend. Ofschoon door middel van eenen zoodanig ingerigten toestel zoowel bij den op- als nedergang des zuigers een luchtstroom wordt voortgebracht, is deze echter niet geheel onafgebroken, dewijl er een oogenblik van stilstand is, wanneer de zuiger zich nabij den bodem of het deksel des cylinders bevindt. Om deze reden verbindt men dikwijls twee zulke blaastoestellen met elkander, zoodanig dat de zuiger des eenen toestels zich in het midden van zijnen loop bevindt, wanneer die des anderen aan den bodem of het deksel van den cylinder is: de luchtstroom is dan altoos nagenoeg van gelijke sterkte. De zamengeperste lucht wordt door ijzeren leibuisen naar het blaasgat gevoerd en van daar door eene zich vernaauwende kegelvormige holligheid, waarin de beide blaaspipen van de twee blaascylinders vereenigd zijn, in den oven gedreven.

In fig. 2, welke den platten grond of eene horizontale doorsnede van eenen hoogoven voorstelt, is de rigting van den blaastoestel op eene duidelijke wijze aangegeven, waardoor eene meer omslag-

tige beschrijving noodeloos mag geacht worden ¹⁾. In deze figuur verbeeldt *a, a, a, a* het metselwerk; *b* het met vuurvaste steenen gemetselde *gestel*; *c* den voorhaard; *d, d* de luchtstroomgeleiders, door lederen buizen met de blaaspipen in verbinding gebragt, *h* de werkplaats en *k, k, k* de windhokken. Tot het aanvoeren van den noodigen erts, smeltmiddelen, brandstoffen, enz. bij de monding van den oven, dient de zoogenaamde gemeenschaps- of communicatie-brug *k* fig. 1. Deze brug is doorgaans naar gelang van plaatselijke omstandigheden, hetzij met een daarbij gelegen gebouw of wel met eene daaraan grenzende berghelling, in verbinding gebragt. Bij gebrek aan zoodanige plaatselijke gelegenheid maakt men gebruik van eene hijschmachine, zijnde een toestel om de brandstoffen, ertsen, enz. van den beganen grond langs een hellend vlak naar boven te voeren bij den mond des ovens, waar een werkman den verderen arbeid alleen regelen kan. Figuur 3 en 4 geven ons een oppervlakkig denkbeeld van dezen toestel; de laatste, die op grootere schaal geteekend is, vertoont de werktuigelijke inrigting van het omstorten der karren. Eene beknopte beschrijving van dezen toestel achten wij duidelijkheidshalve niet overbodig. Van den beganen grond tot aan den krans of den mantel der monding zijn twee aan elkander evenwijdig loopende ijzeren staven *n* gelegd; over deze staven loopt een vierrads-onderstel, waarin een daarin passend vierkant ijzeren wagentje *o, o* is afgehangen, dat op twee spillen of tappen, in het midden van het onderstel aangebragt, zich draaijen of bewegen kan. Na in dit voertuig de met erts gevulde karren geplaatst en vastgemaakt te hebben, worden deze vervolgens door middel van eene ketting *p* opgetrokken tot aan de monding des ovens. Hier aangekomen stuiten de rollen, die zich aan de voorzijde van het wagentje bevinden, tegen twee in den mantel der monding bevestigde ijzeren haken, wier gekromde armen *q* de rollen naar beneden drukken en den wagen doen kantelen. Bij deze beweging komen de achterste rollen *r* op den arm van den haak te liggen, hetwelk zoodoende den wagen belet niet verder dan noodig is om te slaan. Nadat op deze wijze de erts enz. in de monding is gestort, wordt de ledige wagen weder naar beneden gelaten en door een anderen gevulden vervangen, en zoo vervolgens. Het ophalen der wagens geschiedt door middel van stoom of met behulp van eenige andere kracht, zooals b. v. door eene bij *t* ge-

¹⁾ Over de verschillende blaastoestellen kan men onder anderen raadplegen: *Nieuwenhuis, Woordenboek van Kunsten en Wetenschappen* (2e herziene uitgave), zoo ook het *Technisches Wörterbuch von Karmarsch und Dr. Heeren*, op het woord *Gebläse*

plaatste windas, die zoodanig is ingerigt, dat men den ledigen wagen naar willekeur kan doen stilstaan en weder doen terugkeeren tot op den beganen grond, van waar op hetzelfde tijdstip een geladen wagen naar de monding des ovens wordt opgetrokken. Tot een gemakkelijken aan- en afvoer der geladene en ongeladene karren, heeft men twee ijzeren spoorwegen *u* aangelegd, die gemeenschap hebben met eenen dieper liggenden dwarsweg. In dezen laatsten past een wagen *r*, wiens bovenvlak met de spoorwegen op gelijke hoogte ligt. De aankomende geladene karren worden op den wagen van den dwarsweg geschoven en vervolgens bij den windas gebragt; op gelijke wijze handelt men met de van boven komende ledige karren, die op den tweeden ijzeren spoorweg worden gezet.

Daar in den aanvang van dit hoofdstuk met een enkel woord gewag is gemaakt van het verwarmen der blaaslucht, zoo zullen wij ten slotte aangaande dit onderwerp nog het volgende mededeelen. Het ligt in den aard der zaak, dat men met de bovenbeschrevene blaastoestellen zoowel eenen kouden als een heeten luchtstroom in den oven voeren kan. Wil men het laatste, dan moet de lucht, alvorens zij den oven binnentreedt, verwarmd worden, waartoe de toestel, in fig. 1 bij N. afgebeeld, dienen kan. Nog geen twintig jaren geleden ontdekte zekere *Neilson* te Glasgow, dat bij alle soorten van blaasvuren van gestadige warmte, de blaaslucht eene zeer aanmerkelijke temperatuur-verhooging ondergaat. Hij vond, dat alle smeltmanieren, van welken aard ook, met weinig moeite op eene gemakkelijke wijze konden verrigt worden. Zoo als te verwachten was, maakte zijne ontdekking veel opgang en werd spoedig bij de hoogovens in toepassing gebragt. De eerste proef, die men te Clyde nam, deed al aanstonds zien, dat niet alleen op de brandstof en smeltmiddelen (toeslag) te bezuinigen viel, maar ook dat het op die wijze gegoten ijzer deugdzamer van hoedanigheid was. Nadat men zich aanvankelijk beijverd had om de blaaslucht in hooge mate te verhitten, ja zelfs tot een warmtegraad van 316°C ¹⁾, is men later hiervan teruggekomen, daar men bevond, dat eene temperatuur van 100°C voldoende was en de voordeeligste uitkomsten opleverde. Om de lucht te verwarmen, kan men drie verschillende wegen inslaan, door gebruik te maken: 1^o. van de schoorsteenvlam; 2^o. van het hoogovengas; en 3^o. van eenen afzonderlijken vuurhaard. Deze laatste inrigting, die zoo als boven gezegd is, in fig. 1 wordt voorgesteld, verdient de voorkeur boven de twee andere, vooral, zoo men op de brandstof niet zuinig behoeft te zijn.

¹⁾ 316°C beteekent 316 graden boven het kookpunt op de honderddeelige thermometerschaal van *Celsius*, waar het vriespunt door 0° wordt aangewezen.

Fig. 5 en fig. 1 bij *N* stelt twee over kruis genomen verticale doorsneden voor van een zoodanigen verhittingsoven. In den langwerpigen vierzijdigen en naar boven naauwer wordenden oven liggen twee wijde horizontale buizen x en z , die door een aantal (12) te lood staande pijpen, in den vorm van eene omgekeerde *V*, verbonden zijn. De lucht, uit den blaastoestel aangevoerd, komt in eene van de beide horizontale buizen, neemt vervolgens haren weg door het zamenstel van gebogene pijpen, verzamelt zich daarna in de tweede horizontale buis en stroomt van daar in den hoogoven. Als men van de ovenvlam gebruik wil maken, wordt een stel gebogene pijpen boven den schoorsteen aangebragt. Later echter heeft men van zoodanige inrigting afgezien, daar men bespeurde, dat de ovenvlam niet krachtig genoeg was om de gevorderde hitte te verschaffen. Wil men de vlam aanwenden van het in den hoogoven ontwikkelde gas, zoo leidt men (zoo als later zal blijken) het gas uit den schoorsteen zijwaarts door eene wijde buis naar den verhittingsoven, waar het onder toevoer van de noodige dampkringslucht verbrandt. De ondervinding heeft inmiddels geleerd, dat men, in weerwil van al deze voordeelen, bij de meeste ijzerfabrieken van deze luchtverwarming is teruggekomen, omdat zij dikwijls aanleiding geeft tot storing van den regelmatig gang des ovens; daarenboven werkt de overmatige hitte in het gestel zeer nadeelig op het vuurvaste metselwerk, zoodat het *werkvak* (campagne), dat is de tijd gedurende welken een oven achter-eenvolgens aan den gang moet worden gehouden, aanmerkelijk inkrimpt.

Het stoken en aan den gang houden van den hoogoven. Als men een nieuw gebouwden of een van binnen met eene nieuwe voering bekleeden oven gebruiken wil, is het noodig, alvorens met de uitsmelting der ertsen te beginnen, dat hij inwendig wordt verwarmd, om zodoende het in de voering beslotene vocht te doen uitwasemen. Het verwarmen van zoodanige ovens moet zeer langzaam en met omzigtigheid geschieden, ten einde het springen of barsten van de vuurvaste steenen te voorkomen. Is de oven nieuw of slechts eenigen tijd buiten gebruik geweest, dan gaat men op de volgende wijze te werk. Men vult den oven geheel en al met de vereischte brandstof, namelijk met houtskolen of coaks, die men vervolgens in brand steekt; om evenwel geene te hevige hitte te verwekken, laat men het blaaswerk stil staan en men matigt zelfs het te sterk trekken van het vuur door het schepgat onder den oven meer of minder, naar gelang der omstandigheden, te sluiten. Naar mate de onderste kolen verbranden, zakken zij inéén, en wanneer deze zakking omtrent $1\frac{1}{2}$ à 2 ellen bedraagt, wordt de oven wederom met kolen

HET IJZER,

aan id en daarop een der gebruikelijke karren, bakken of korven ijzererts (houdende ongeveer 60 ponden) met het noodige smeltmiddel gestort. Als vervolgens deze lading door het verbranden der kolen ook tot de voormelde hoogte in den oven gezakt is, doet men hierin ongeveer de hoeveelheid kolen, die ter uitsmelting van eene gewone lading ijzererts noodig is. Ofschoon op deze kolen geene volledige lading erts wordt gestort, vermeerderd men bij de volgende ladingen allengs den erts en het smeltmiddel, tot dat de oven behoorlijk aan den gang is, en men dus de lading, geëvenredigd aan de grootte van de ovens en van het blaaswerk, in den oven kan doen. Bij de twee eerste ertsladingen wordt het blaaswerk nog niet aan den gang gebracht, doch na het instorten van de tweede lading worden door het schepgat vijf of zes ijzeren roosterstaven dwars in den oven boven het blaaswerk gestoken om de lading te ondersteunen, waarna de kolen uit het gestel en den kroes worden weggeruimd, opdat deze door de hitte van den haard des ovens behoorlijk zouden uitdroogen en verwarmd worden. Als men bespeurt, dat dit behoorlijk is geschied, is het noodig, dat op den bodem van den kroes eene hoeveelheid warme, fijn gemaakte kolen laagsgewijze gelegd en goed te zamen geperst wordt, tot de hoogte van 20 of 25 duimen, hetwelk dient om te beletten, dat het uitgesmolten ijzer op den bodem (welke minder heet geworden is dan de ovenhaard) kome te stollen en daardoor tot het gieten onbruikbaar worde. Als men berekenen kan, dat de eerste in den oven geworpen erts beneden gekomen is, wordt het blaaswerk aan den gang gebracht, en zoodra een begin van smelting van het onderste gedeelte der lading eenigen samenhang heeft gegeven, worden de ijzeren stangen, die tot rooster hebben gediend om de lading te dragen uit den oven genomen. Het is een vereischte, dat het blaaswerk aanvankelijk zeer matig is, doch men versterkt het naar gelang er meer erts in den oven gestort wordt, totdat de ladingen eene grootte bezitten aan den inhoud des ovens geëvenredigd, in welk geval ook de sterkte van het blaaswerk zoo groot wezen moet, dat de uitsmelting der ertsen behoorlijk plaats heeft. Is dus de oven alzoo regelmatig aan den gang gebracht, dan dient hij steeds in dien staat te blijven door eene geregelde werking van het blaaswerk, opdat de verbranding der kolen en de uitsmelting der ertsen, zooveel mogelijk gelijkmatig geschiede en de ladingen in gelijke tijden tot ongeveer de voormelde hoogte nederzakken. Is alzoo de smelting geregeld aan den gang gebracht, dan moet zij op gelijken voet, zoowel des nachts als bij dag, zonder ophouden worden voortgezet, waarbij men steeds moet zorgen, dat de vuurgloed in den oven gelijk sterk is en op dezelfde hoogte blijft zonder naar boven te klimmen,

vermits dit eene onvolkomene uitsmelting ten gevolge heeft. Voorts moet men hierbij zorg dragen, dat zich geene klumpen van onvolkomen uitgesmolten erts of andere stoffen in het gestel en voor het blaasgat vast zetten, hetwelk ook dikwijls boven het gestel in de rust plaats heeft, als de smelting niet geregeld is voortgegaan. Daar wijders bij het uitsmelten der ertsen ook de aardachtige stoffen vloeibaar worden en in den kroes op het gesmolten ijzer drijven, zoo is het noodig, dat — bijaldien de hoeveelheid van dit metaalschuim of van deze slakken zoo groot is, dat zij het doordringen van de hitte tot het gesmolten ijzer zouden beletten — door het schepgat een gedeelte dier slakken van de oppervlakte des ijzers worde afgeschuimd, terwijl men tevens steeds eene genoegzame hoeveelheid slakken op het gesmolten ijzer dient te houden, om te voorkomen, dat de wind van het blaaswerk in aanraking kome met de oppervlakte van het gesmolten ijzer, dewijl eerstgenoemde alsdan de koolstof aan het ijzer zoude ontrukken. Wanneer men ziet, dat zich in den kroes eene genoegzame hoeveelheid gesmolten ijzer voor een gieteling bevindt, die na verloop van 12 uren tijds doorgaans 900 tot 1000 ponden bedraagt, zoo wordt het zand in het gietgat met eenen heeten pook doorgestoken, om, zoo als reeds vroeger is gezegd, het ijzer te laten loopen in de van zand of asch gemaakte groef of vorm voor een gieteling, welke gewoonlijk de gedaante heeft van een driekantig prisma. Nadat het gesmolten ijzer uit den oven geloopen is, volgen de slakken, die men, zoodra de gieteling koud geworden is, er van afslaat. Wanneer men voornemens is, om met het gesmolten ijzer andere voorwerpen in daartoe gemaakte vormen te gieten, dan moet het gietgat toegestopt blijven, doch in dit geval is het onnoodig daarmede te wachten, totdat de kroes volgelopen is. Men schept dan met gesmeede ijzeren lepels (die met klei besmeerd en vervolgens gedroogd zijn) het gesmolten ijzer uit den kroes om de begeerde voorwerpen daarmede te kunnen gieten, nadat men eerst de slakken, die aan het scheppen hinderlijk zijn, heeft afgeschuimd.

Theorie der smelting in den hoogoven. De ertsen, die tot ijzerwinning dienen, bevatten in den regel het ijzer in geoxydeerden toestand, hetzij als oxyde of oxydule. Ten einde naar gelang van deze omstandigheid den erts van zijne toevoegselen te ontdoen, komt het er hoofdzakelijk op aan, om de zuurstof aan het metaal te onttrekken of daarvan af te zonderen, dat is: hetzelfde in zuiveren staat te brengen, welke bewerking onder den naam van *reduceren* of *herleiden* bekend is. Waren er geene vreemde bestanddeelen aanwezig, dan zou niets gemakkelijker zijn dan zoodanige reductie, doch zulk eene zuiverheid vindt men alleen bij het gedegen ijzer, waarover

vroeger gehandeld is. Het ligt in den aard der zaak, dat men de onreine stoffen, in den erts opgesloten, daaruit door verhitting moet verwijderen, hetgeen niet anders dan in gesmolten toestand kan geschieden. Vele metaaloxiden kan men door eenvoudige verhitting van hunne zuurstof bevrijden, zooals bij voorbeeld die der edele metalen, doch met den erts is het anders; hij moet bij eene hoogere temperatuur met zulke lichamen in aanraking gebragt worden, die eene grootere verwantschap tot de zuurstof hebben en die deze alzoo aan het metaal-oxyde onttrekken, om er zich zelve mede te verbinden. Hieruit volgt, dat, tot het bereiken van dit oogmerk, twee zaken behooren plaats te hebben, die men moet trachten te bewerken, als:

1^o. Het ijzerverzuursel in de ertsen tot den staat van metaal terug te brengen.

2^o. Het ijzerverzuursel bij de uitsmelting af te scheiden van de stoffen, waarmede het zich in de ertsen vereenigd heeft.

Het eerste gaat het tweede vooraf, ofschoon beide zeer spoedig op elkander volgen. Het ijzer in de ertsen kan niet vloeibaar worden, dan nadat men er de zuurstof aan ontnomen heeft, hetgeen door de aanraking van gloeiende kolen geschiedt, vermits deze veel zuivere koolstof inhouden, en de zuurstof, waarmede het ijzer in de ertsen vereenigd is, eene veel sterkere verwantschap tot de koolstof dan tot het ijzer heeft, zoodat de zuurstof de ijzerdeeltjes verlaat en zich met de koolstof verbindt, terwijl deze ijzerdeeltjes tevens eene genoegzame hoeveelheid koolstof tot zich nemen, om hen tot den staat van gesmolten ijzer te doen overgaan. — Dit gedeelte der bewerking in den oven noemt men het ontzuren (desoxyderen) van het ijzerverzuursel. — De staat van vermenging, in welken men het ijzerverzuursel met de aardachtige stoffen in de ertsen aantreft, maakt dat ieder klein deeltje van het eerste omkleed is met eene zekere hoeveelheid van de laatste, welke de ontzuring en dus ook de metaalwording van het ijzer belemmert. Het is derhalve noodig dezen hinderpaal weg te nemen, dat op geen betere wijze kan geschieden, dan door deze stoffen zelve tegelijk met het ijzer vloeibaar te maken. De geringe verwantschap, welke tusschen het ijzer en de aardachtige stoffen bestaat, als ook het groot verschil hunner soortelijke zwaarte, zijn alsdan toereikende, om, wanneer beide vloeibaar zijn en in een bak worden opgevangen, deze scheiding te veroorzaken, vermits het gesmolten ijzer door zijne eigene zwaarte naar beneden zal zakken, terwijl de veel lichtere, vloeibare aardachtige stoffen daarentegen op het gesmolten ijzer zullen drijven. Hierdoor bereikt men dus het tweede oogmerk der uitsmelting, te weten de afscheiding van het ijzer van de aard-

achtige stoffen, waarmede het in de ertsen vereenigd is. Behalve deze afscheiding in den oven, heeft daarin somtijds ook nog eene andere plaats, namelijk in het geval dat eene der ertsen zoodanige stof of metaal bevat, die in aanraking met de lucht en met een hevigen vuurgloed zich in dampen oplost of vervliegt, zoo als bij voorbeeld plaats heeft, wanneer zich in een der ijzerertsen ook zinkverzuursel bevindt, hetwelk bij deze smelting geenszins tot den staat van metaal overgaat, maar tot eene soort van ligte asch, welke men *zinkbloemen* noemt. Deze asch, die met den rook, de stof en de vochtdampen uit de ertsen opwaarts stijgt, hecht zich aan het binnenbekleedsel van het bovenste gedeelte van den schoorsteen, waar deze vereenigde stoffen een vast ligchaam vormen, hetwelk onder den naam van *kies* bekend is.

De ondervinding heeft geleerd, dat van alle aardstoffen het gemakkelijkst tot smelting kunnen worden gebragt de kiezelaarde, de aluinaarde, zijnde volmaakt zuivere klei, en de kalksteen, namelijk als zij in eene behoorlijke verhouding ongeveer van drie deelen kiezelaarde, één deel aluinaarde en één deel kalk met elkander vermengd zijn. Bij een genoegzamen vuurgloed smelten deze vereenigde stoffen tot eene soort van glas, niettegenstaande iedere stof op zich zelve onsmeltbaar is. — De ijzerertsen bevatten meere deels eene of twee van deze stoffen, en daarom is het noodig, dat men zoodanige ijzerertsen ter smelting bijeenvoegt, die te zamen deze drie stoffen in eene behoorlijke verhouding bevatten; anders dient men er eene toereikende hoeveelheid van de ontbrekende stof bij te mengen. Daarenboven is het niet voldoende, dat zich de drie gemelde stoffen in de vereischte verhouding om vloeibaar te worden in de ertsen eener ovenlading bevinden; maar het is ook noodig, dat de som dezer stoffen geëvenredigd zij aan de hoeveelheid ijzerverzuursel, welke de uit te smeltene ertsen met elkander bevatten.

Sommige der aangespoelde ijzerertsen bevatten veel gewone klei, die uit kiezel en aluinaarde is zamengesteld, zonder eenigen kalksteen; andere daarentegen bevatten veel van de laatstgemelde stof, terwijl er de klei aan ontbreekt. In zoodanige gevallen is het noodig, dat bij de eerste soort kalksteen als smeltmiddel gevoegd worde, terwijl men daarentegen bij de tweede soort gewone klei als smeltmiddel doet. Hoe veel echter van deze stoffen bij deze ertsen behoort gevoegd te worden, moet eerst door uitsmeltingen in het klein uitgemaakt en door proefnemingen in den oven zelve nader bepaald worden. De ertsen, die zeer rijk aan ijzerverzuursel zijn, en dus in evenredigheid eene mindere hoeveelheid van de gemelde stoffen inhouden, zijn moeilijker uit te smelten

dan de minder rijke. Sommige van deze ertsen acht men voor uit-smelting onvatbaar, omdat ze te weinig aardachtige stoffen bevatten tot het voortbrengen van de noolige slakken, zoodat zij onder den naam van drooge ertsen bekend zijn, die slechts in eene kleine hoeveelheid bij armere doch vloeibare ertsen worden gebruikt. Als men van deze drooge ertsen eene groote hoeveelheid bij de oven-ladingen wilde bezigen, zouden de aardachtige stoffen niet geëven-redigd zijn aan de hoeveelheid ijzerverzuursel in deze ertsen, en de eerste zouden welligt ook niet door bijvoeging van kalksteen of klei alleen tot de vereischte verhouding kunnen worden ge-bragt. Uit het bovenstaande laat zich alzoo met genoegzame ze-kerheid afleiden, dat de meerdere of mindere vloeibaarheid en zuiverheid der slakken bij eene smelting eenen wezenlijken invloed moeten hebben op de hoedanigheid en de zuiverheid van het daar-mede uitgesmolten ijzer: want zoo de slakken niet behoorlijk vloeibaar zijn, mag men veronderstellen, dat de verhouding tus-schen de aardachtige stoffen niet is zoo als behoort, zoodat een gedeelte van die aardachtige stof, welke zich in eene te groote hoeveelheid, in evenredigheid met de overige, in de ertsen be-vindt, niet vloeibaar geworden is. In dit geval zullen de slakken ook niet behoorlijk doorschijnend zijn, hetwelk een blijk is, dat het uitgesmolten ijzer nog fijne deeltjes der onuitgesmolten aardach-tige stoffen bevat. Slakken met eene ondoorschijnende zwarte kleur bewijzen, dat het blaaswerk te zwak is om de kolen te verbran-den, of dat de hoeveelheid der in den oven geladene kolen te groot is in vergelijking van die der ertsen. In beide gevallen verkrijgt men een donker grijs, naar het zwart trekkend gegoten ijzer. In het eerste geval is de erts niet behoorlijk uitgesmolten en bevat buiten de vele koolstof ook nog eenige aardachtige deeltjes. In het tweede geval zal de uitsmelting wel hebben plaats gehad, doch het ijzer zal door de al te groote hoeveelheid opgenomene koolstof eene geringere verbindingskracht bezitten dan dat, het-welk met eene behoorlijke, aan de ertsen geëvenredigde hoevel-heid kolen uitgesmolten is. Als daarentegen de ijzerertsen met te weinig kolen worden uitgesmolten, kan het ijzerverzuursel, als niet met de vereischte hoeveelheid koolstof doordrongen, niet zoo vloeibaar worden, dat zich al de aardachtige stoffen daarvan geheel kunnen afzonderen, zoodat dan ook het ijzer eene licht grijze, naar het wit trekkende kleur bekomt. Het ijzer, op deze wijze gegoten, bezit minder kracht van zamenhang dan het behoorlijk uitgesmolten grijs ijzer, hetwelk voor eene tweede smelting geheel ongeschikt is. Men verkrijgt ook wit ijzer, als het blaaswerk in verhouding van de lading te sterk is, of als de wind te veel benedenwaarts in

het gestel is gebracht, zoodat hij op den windmuur afstuit en, tegen de oppervlakte van het gesmolten ijzer in den kroes gedreven, zijne zuurstof aan de koolstof afgeeft. Wanneer daarentegen het blaaswerk opwaarts naar den haard gerigt is, zal daarin de gloed te hevig worden en de zuurstof, in den luchtstroom aanwezig, zal alsdan niet alleen de koolstof van de uitgesmoltene druppels ijzer opnemen, maar de vlam zal opwaarts naar het hoogste gedeelte der lading klimmen, en aldaar eene onvolkomene uitsmelting, namelijk eene verbranding of verglazing der ijzerertsen veroorzaken, waardoor men slecht witachtig ijzer bekomt. Als dit plaats heeft, zeggen de ijzersmelters, dat de oven ongesteld en het vuur tot in de lading geklommen is. Eindelijk zal men ook een wit ijzer bekommen, als de ijzerertsen te rijk zijn in verhouding van de aardachtige stoffen, door welke de slakken voortgebracht worden, dewijl deze laatste alsdan niet toereikend zijn om het uitgesmolten ijzer gedurende het nedervallen door het gestel, voorbij het blaaswerk, tegen het verbranden van de daarin aanwezige koolstof te dekken. Het kenmerk, dat de oven behoorlijk geladen en goed in werking is, bestaat hierin, dat de slakken vloeibaar zijn en in eene genoegzame hoeveelheid worden voortgebracht; dat zij doorschijnend als glas en een blaauw, naar donker groen trekkend voorkomen hebben; hare doorschijnendheid is een teeken, dat al de aardachtige stoffen, in de verschillende gebezigde ertsen bevat, eene behoorlijke verhouding bezaten en dus gezamenlijk vloeibaar zijn geworden, zonder onuitgesmoltene aardachtige stoffen over te laten. De slakken in eene genoegzame hoeveelheid uitgesmolten, zijn bijzonder nuttig en noodzakelijk voor het uit de ertsen druipend gesmolten ijzer, daar elke druppel niet alleen daarvan doordrongen is, maar in den haard komende tevens nog door de aldaar verzamelde slakken, als deze genoegzaam vloeibaar zijn, omkleed wordt, hetwelk de ijzerdruppels, gedurende het vallen door het gestel, voorbij het blaasgat, dekt tegen de hierdoor voortgebrachte zuurstof der lucht, die door het blaasgat met geweld in den oven dringt, zoodat de koolstof, in het ijzer bevat, bewaard wordt voor verdwijning, hetwelk bij gebrek van eene voldoende hoeveelheid vloeibare slakken onvermijdelijk zoude plaats hebben. — Zijn deze nu taai en niet behoorlijk vloeibaar, dan kunnen zij geenszins deze gewigtige dienst aan de uitgesmoltene ijzerdruppels bewijzen, maar zullen integendeel uit gebrek aan voldoende vloeibaarheid gedeeltelijk in den haard blijven zitten en zich aan het binnenbekselsel van het gestel en somtijds ook voor het blaasgat vasthechten, hetwelk de werking van het blaaswerk belemmert.

Tot dusverre is niets gezegd van de nadeelige stoffen of metaal-

verzuursels, welke in den erts kunnen besloten zijn, het zinkverzuursel uitgezonderd, hetwelk door de groote hitte in den oven zoo niet geheel althans grootendeels vervliegt, zoo als vroeger is aangetoond. De zwavel en het arsenik-verzuursel daarentegen zullen welligt voor een gering gedeelte vervliegen, maar het is buiten twijfel, dat het uitgesmolten ijzer ook een gedeelte van deze stoffen zal bevatten. — De phosphor, die zich in een der ijzerertsen mogt bevinden, wordt bij de uitsmelting niet vlugtig, maar schijnt wegens hare brandbaarheid tot de spoedige smelting van den ijzererts bij te dragen, ofschoon het hoogstwaarschijnlijk is, dat zich een gedeelte der eerstgemelde met de slakken zal vereenigen, vermits zij eene grootere verwantschap met den daarin vervatten kalksteen, dan met het ijzer heeft. Dit belet echter niet, dat er nog eene genoegzame hoeveelheid van deze stof in het ijzer ten nadeele van de sterkte van zamenhang zal overblijven. Het is ook mogelijk om al de phosphor, die in de ijzerertsen is opgesloten, er uit te halen door den bij de lading te voegen kalksteen als smeltmiddel te vermeerderen en in kleine stukjes met den erts te vermengen. In dit geval moet men naar evenredigheid van deze vermeerdering de massa kolen vergrooten en het blaaswerk eenigzins versterken, om zodoende de vloeibaarheid van de hierdoor vermeerderde aardachtige stoffen te bevorderen en alzoo al de in het ijzerverzuursel bevatte phosphor met den kalksteen te vereenigen en uit het vloeibaar wordend ijzer te trekken.

Bijaldien zich andere metaalverzuursels in de ertsen mogten bevinden, is het moeijelijk om die van het ijzer af te zonderen, doch daar de overige metalen, de bruinsteen uitgezonderd, bij eene mindere hitte vloeibaarder worden dan het ijzer tot de smelting noodig heeft, zoo is het niet onwaarschijnlijk, dat een gedeelte daarvan zal verbrand worden door de groote hitte van den oven, als de ijzerdruppels in het brandpunt van denzelfden komen. Ofschoon dit bij eene grootere hitte in den oven nog meer zal plaats hebben, schijnt het echter niet toereikende te zijn tot de geheele verbranding der metalen, daar de ondervinding leert, dat, als de ijzerertsen loodverzuursel inhouden, al het daaruit voortgebragte lood geenszins verbrandt (calcineert), maar dat een groot gedeelte daarvan zich in den metaalstaat met het gesmolten ijzer vereenigt en door de meerdere soortelijke zwaarte van het lood boven die van het ijzer in den kroes naar den bodem zakt. Als men daarna het gesmolten ijzer uit den kroes door het gietgat in den vorm voor den gieteling laat loopen, zal het lood het eerst uit den kroes vloeijen en dus het onderste gedeelte van den gieteling uitmaken, welk lood later, als het koud geworden is, zich gemakkelijk van den gieteling laat afscheiden. Intusschen is men

ZIJNE SMELTING EN BEWERKING,

hierdoor in geenen deele zeker, dat zich in het ijzer van den gieteling geen looddeeltjes meer bevinden; het tegendeel is doorgaans waar, omdat het gegoten ijzer, uit zoodanige ertsen gesmolten, zacht is en geene groote kracht van samenhang heeft.

Wanneer eindelijk de ijzerertsen bruinsteen inhouden, zijn ze moeilijk uit te smelten, dewijl de gevorderde hitte om het ijzerverzuursel vloeibaar te maken, niet groot genoeg is om den bruinsteen tot den staat van metaal te brengen. Alhoewel een gedeelte van dit verzuursel zich met de slakken kan vereenigen, is er echter niet aan te twijfelen, dat het uitgesmolten ijzer een gedeelte van den onuitgesmolten bruinsteen zal bevatten hetwelk ook door de ondervinding is bevestigd, aangezien zoodanig uitgesmolten ijzer harder en minder grijs is dan het gewone, dat geene vreemde stoffen bevat.

Uit het voorgaande laat zich met genoegzame zekerheid afleiden, dat de meerdere of mindere deugdzaamheid van het gegoten ijzer niet alleen van de zuiverheid der gebruikte ertsen, maar ook van hunne behoorlijke uitsmelting afhankelijk is. Het zou geene andere stoffen moeten bevatten dan de zoodanige, die tot de bestanddeelen van het zuiver gegoten ijzer behooren. Welke echter deze stoffen zijn, is voor zooveel wij weten tot dusverre niet volledig beslist. Volgens de opgaven van beroemde scheikundigen bestaat het zuiver gegoten ijzer uit niets anders dan uit ijzerdeelen, welke met eene zekere hoeveelheid zuurstof en koolstof vereenigd zijn, zoodat de daarbij plaatshebbende verschillen alleenlijk voortspruiten uit de onderscheidene verhoudingen, waarmede deze stoffen daarin voorkomen. Ofschoon uit deze beschouwing zou volgen, dat de slakken geen bestanddeel van het ijzer uitmaken, is evenwel dit gevoelen niet algemeen aangenomen. Naar men zegt, zou het gegoten ijzer kalk en kiezelaarde bevatten, welke beide laatste stoffen tot de bestanddeelen der slakken behooren, terwijl daarentegen de zuurstof wordt voorgesteld als geenszins behoorende tot de bestanddeelen van het gegoten ijzer; — en inderdaad, daar de zuurstof door de koolstof in den hoogoven uit de ijzerertsen wordt getrokken, en de ijzerdeelen bovendien de noodige koolstof tot zich nemen om tot den staat van metaal over te gaan, zoo is het niet duidelijk, hoe goed uitgesmolten grijs ijzer nog eene hoeveelheid zuurstof van enig aanbelang zoude kunnen bevatten, daar toch deze een gedeelte van de door het ijzer tot zich genomen koolstof, reeds in den oven had moeten verteren. Aangaande de aardachtige stoffen, die het gegoten ijzer zou bevatten, kan bezwaarlijk eenigen twijfel bestaan, als men bedenkt dat het bijna onmogelijk is, de hoeveelheid zoo juist te bepalen van het smelt-

middel, dat bij elke ovenlading moet gevoegd worden, dat het met de aardachtige stoffen, die zich reeds in de ijzerertsen bevinden, naauwkeurig de verhouding heeft, welke noodig is om zamen vloeibaar te worden en tot slakken te smelten, zonder dat er eene onuitgesmoltene hoeveelheid van een of twee derzelve in het gegoten ijzer overblijft. Daarenboven is het niet onwaarschijnlijk, dat in het gegoten ijzer, zooals het de hoogovens opleveren, ook een gedeelte dier gesmoltene stoffen is achtergebleven, welke zich niet bij het vallen van de ijzerdruppels in den kroes hebben losgemaakt. Het bestaan der slakken in het gegoten ijzer vertoont zich ook (zooals later bij het maken van smeed- of staafijzer zal blijken) als het tot gesmeed ijzer wordt verwerkt: want als een gedeelte van een gieteling op een affineerhaard met behulp van het blaaswerk tot eene deegachtige massa gesmolten is, en deze door den daartoe bestemden zwaren hamer of tusschen twee zware cylindrs geslagen of geplet wordt, dan ziet men gedurende deze bewerking de gloeiende, met koolstof vermengde slakken, die door het gloeiend ijzer worden losgelaten, in een vloeibaren staat, aan alle zijden met stralen uit den ijzerklomp loopen. Er is niet aan te twifelen, dat de koolstof een hoofdbestanddeel van het gegoten ijzer is, en dat het zonder deze door geene kunstbewerkingen kan worden voortgebracht: want naarmate de koolstof bij de affinerings uit het gegoten ijzer wordt gedreven, gaat het over tot den staat van gesmeed ijzer, hetwelk in taaiheid toeneemt, naarmate het van de koolstof en van andere vreemde stoffen wordt gezuiverd. Het lijdt geen twijfel dat het eene gegoten ijzer meer koolstof bevat dan het andere, doch het is moeilijk te bepalen, in welke verhouding en in welken toestand het in de verschillende ijzersoorten aanwezig is. Op weinige uitzonderingen na heeft het gevoelen algemeen ingang gevonden, dat de grond der verscheidenheid, niet alleen van het gegoten en gesmeed ijzer, alsmede van het staal, maar ook van het wit en grijs gegoten ijzer, in de hoeveelheid der daarin vervatte koolstof gelegen is. Door de hoeveelheid koolstof alleen laat zich geenszins de verscheidenheid van het grijs en wit gegoten ijzer verklaren, maar de aard en de wijze waarop de koolstofdeeltjes met het ijzer verbonden zijn, moet daarbij een aanmerkelijken invloed hebben, daar het wit gegoten ijzer niet altijd eene geringere hoeveelheid koolstof bevat dan het grijs gegoten ijzer. Het zal niet ondienstig zijn dit gewigtig onderwerp iets nader toe te lichten.

Wanneer men voorwerpen van verschillende grootte en dikte tegelijkertijd uit eenzelfde ovenlading giet in goedgemaakte vormen en deze voorwerpen na eene langzame afkoeling verbreekt, dan vertoonen zich hunne doorbrekingsvlakken in kleur en korrel van

elkander zeer verschillend. Die der dunne voorwerpen hebben bijna altijd eene fijne korrel en eene eenvormige, zeer weinig glinsterende grijze kleur; die der dikke daarentegen hebben eene grove korrel eenigzins van een metaalglanzend voorkomen, naast hetwelk zich donkere of zwarte punten vertoonen. De oorzaak hiervan is dat het gesmolten of gloeiend ijzer zich in verschillende verhoudingen met de koolstof vereenigt, zoolang het gloeiend is, doch naarmate de ijzerhitte afneemt, vermindert zijne verwantschap tot de koolstof, en de ijzerdeeltjes laten deze langzamerhand los en vereenigen zich tot sterkere vezeltjes of korrels, waarbij tevens de koolstof afgestooten en in punten te zaamgebracht wordt. Hoe dikker nu de gegotene voorwerpen zijn, en hoe langzamer zij afkoelen, zoo volkomener en meer te samenhangend de vereeniging der ijzerdeeltjes wezen zal. En daar wijders de dunne voorwerpen spoediger koud worden dan de dikke, zoo kunnen zich de ijzerdeeltjes in deze maar tot kleine korrels of vezeltjes vereenigen en de koolstof zeer flauw in fijnere puntjes, doch in eene grootere hoeveelheid afstooten, waardoor alzoo eene kleinere korrel en eene bijna doorgaans grijze kleur in de doorbrekingsvlakken ontstaat; terwijl daarentegen bij de langzamere afkoeling der dikke voorwerpen de ijzerdeeltjes langer gloeiend blijven, zich tot dikkere en dus sterkere vezels verzamelen en de koolstof langer in grootere vereenigingspunten afstooten kunnen. Dit heeft ten gevolge, dat dan ook op de doorbrekingsvlakken de ijzervezeltjes zich in dikkere korrels en de koolstof zich in meer van elkander verwijderde, grootere, zwarte punten vertoonen. Uit dit grondbeginsel laat zich nu ook verklaren, waarom zeer heet geworden, grijs ijzer in koude, kleine, doch vooral vochtige zandvormen of in zulke, die van ijzer gegoten zijn, veeltijds een doorgaans wit en straalachtig gekristalliseerd voorkomen erlangt, dewijl in deze gevallen de koudwording van het gegoten ijzer zoo plotseling geschiedt, dat er geene afstooting van de doorgaans met ijzer vermengde koolstof deeltjes kan plaats hebben, zoodat deze in ongemeen kleine puntjes in het ijzer verdeeld blijven. Op de doorbrekingsvlakken zijn deze puntjes zeer weinig en somtijds in het geheel niet met het bloote oog zichtbaar, doch in het wit gekristalliseerd ijzer kan men hen bij eene oplettende beschouwing door een vergrootglas, ontdekken.

Daar het gloeiend ijzer bij het gieten in een kouden vorm eene soort van harding, ongeveer zooals die van het staal, ondergaat, en de ijzerdeeltjes, wegens de doorgaans daarin verdeelde fijne koolstof, slechts zeer dun of fijn wezen kunnen en dien ten gevolge eene geringe verbinding met elkander zullen hebben, zoo moet het aldus gegoten ijzer niet alleen zeer hard zijn, maar ook een gerin-

geren zamenhang bezitten dan het grijs gegoten ijzer. Hoe kleiner de op deze wijze gegotene voorwerpen zijn, hoe meer dit verschijnsel plaats heeft. Bij het gieten van tamelijk groote stukken in de gemelde koude vormen wordt dit ijzer alleen onder de oppervlakte wit en hard en dit neemt af naar het midden van het voorwerp, waar het allengskens grijzer wordt.

Daar nu bij de hier veronderstelde gevallen geen verlies van koolstof kan plaats hebben, zoo bestaan er geene redenen, waarom de vermelde drie ijzersoorten, welke men aanneemt met hetzelfde ijzer te zijn gegoten, niet dezelfde hoeveelheid koolstof zouden bevatten. Daar dit met de ondervinding ten eenenmale strookt, zoo volgt hieruit, dat het verschil van deze ijzersoorten alleen wordt voortgebracht door de bewegelijkheid der koolstof en het min of meer plotselijk afkoelen van de gegotene voorwerpen. Op grond van dit beginsel mag men vermoeden, dat zoodanig wit gekristalliseerd gegoten ijzer wederom tot den staat van grijs gegoten ijzer moet kunnen teruggebracht worden; en werkelijk is het uit genomene proeven gebleken, dat, als men zulk wit, zeer hard en broos gegoten ijzer tot eene volledige smelting in een smeltkroes brengt en het vervolgens langzaam laat afkoelen, hetzelfde in grijs gegoten ijzer verandert. Hetzelfde heeft plaats, als men een dergelijk stuk wit gekristalliseerd ijzer in een smidshaard aan den wind eener blaaspijp blootstelt: want in dat geval ontstaat er op de oppervlakte een bekleedsel van schilfers (Gluhspansecke), waaronder het ijzer weder grijs wordt, als men het in gloeienden toestand en gedekt tegen de lucht laat koud worden. Wanneer het ijzer niet dik is, veranderen de witte, kristalvormige ijzerdeeltjes in een grijs, fijnkorrelig gegoten ijzer, hetwelk zacht is en zich gemakkelijk laat vijlen en bearbeiten. Als men daarentegen een gloeiend stuk grijs gegoten ijzer plotselijk in koud water tot stollen brengt, zoo verandert het in hard, wit en broos gegoten ijzer, en wel zooveel te meer naarmate de stolling spoediger plaats heeft. Bij dikke massas wordt hierdoor de uitwendige oppervlakte geheel in wit gegoten ijzer veranderd, ofschoon de inwendige kern, die het langzaamst stolt, nog volkomen grijs gegoten ijzer wezen kan, terwijl datgene, hetwelk zich tusschen de oppervlakte en de kern bevindt, uit eene vermenging van wit en grijs gegoten ijzer bestaan zal. Laat men daarentegen grijs ijzer, hetwelk met houtskolen in een hoogoven uitgesmolten en in eene zeer dikke massa gegoten is, langzaam afkoelen tot een zoodanigen graad, dat de oppervlakte zich nog naauwelijks bruinrood gloeiend vertoont, en vervolgens haastig koud worden door de geheele massa in koud water te werpen, zoo vertoont zich op het doorbrekingsvlak van het koud geworden ijzer,

het tegenovergestelde verschijnsel, namelijk de inwendige kern zal wit wezen, terwijl daarentegen het buitenste gedeelte uit wit grijs gegoten ijzer zal bestaan. De reden hiervan is, dat de kern bij het langzaam koud worden van de dikke gegoten ijzeren massa nog niet was afgekoeld, doch door die indompeling plotselijk tot stolling gebragt is. Daar in het algemeen de oppervlakte van het in vormen gegoten ijzer spoediger stolt dan het inwendige gedeelte, zoo bekomt het op de doorbrekingsvlakken, nabij de oppervlakte, eene veel fijnere korrel dan in het midden, zoodat het fijnst gekorrelde gedeelte om het gegoten voorwerp eene soort van korst vormt, die harder is dan de inwendige ijzermassa. Als de gieting in een te vochtigen vorm geschiedt, wordt deze korst wit en zeer hard, hetwelk eensdeels daaraan is toe te schrijven, dat het gloeiende ijzer den kouden vorm aanraakt, anderdeels daaraan, dat het eerste door de groote hitte tevens een gedeelte van het in den vorm bevatte water in waterstof- en zuurstofgas ontbindt, van welke de laatste een gedeelte der koolstof uit het ijzer opneemt, en alzoo mede bijdraagt om het wit, hard en broos te maken. De dunne voorwerpen, onder deze omstandigheden gegoten, hebben in hunne doorbrekingsvlakken doorgaans een straalachtig wit gekristalliseerd voorkomen. Dit is vooral dikwijls het geval als men ze in vochtig vormzand giet. In gedroogde klei of zandvormen heeft het geen plaats, doch als de oppervlakte inwendig hier en daar nog eenig vocht bevat, dan dringen de gasstoffen der door de hitte des ijzers in deze plaatsen vervluchtigde waterdeelen als luchtbellen in het gegoten voorwerp, en vormen daarin holligheden, wier oppervlakten ongemeen hard en wit op de doorbraak zijn. Wanneer deze indringing van de ontbondene vochtdeelen digt onder de oppervlakte van het in den vorm loopend ijzer plaats heeft, dan veroorzaakt zij daarin eene opborreling even als bij kokend water, en wanneer dan deze gasstoffen geen uitweg naar boven vinden, blijven zij in het ijzer opgesloten, en vormen eene holligheid in het gegoten voorwerp. Hieruit blijkt dus, dat de vochtigheid mede bijdraagt, om het grijs gegoten ijzer wit en hard te doen worden. Om dezelfde reden worden ook de oppervlakten der van grijs ijzer gegotene voorwerpen somtijds wit en hard, in zoo verre deze in een gloeienden toestand aan de lucht worden blootgesteld, en wel te meer, wanneer dit bij eenen togt- of luchtstroom plaats heeft. Heeft men derhalve gegoten voorwerpen, die zeer hard en inwendig straalbreukig wit gekristalliseerd zijn, zoo moet zulks geenszins worden toegeschreven aan eene slechte uitsmelting der ijzerertsen, of aan een te gering gebruik van kolen in den hoogoven. De gietelingen van zoodanig ijzer hebben wel eene licht grijze, witachtige kleur, en zijn hard in de

HET IJZER,

bewerking, doch zij vertoonen geene kristalachtige witte doorbrekingsvlakken. Het spoedig wit straalbreukig kristalliseren van het gegoten ijzer moet in geen deele aan gebrek aan koolstof worden toegeschreven; het tegendeel is waar, omdat het koolstofrijke gesmolten ijzer spoediger stolt en witstraalbreukiger kristalliseert dan het minder koolstofhoudend gegoten ijzer; het kan, als een minder koolstofrijk ijzer, stollen tot eene weeke, zachte en donkerkleurige massa, terwijl daarentegen, onder gelijke omstandigheden, het meer koolstofrijke ijzer zich tot eene harde, breekbare en witstraalbreukige massa vormen kan. Deze eigenschap, hoezeer ook tegenstrijdig in schijn, berust geheel en al op het straks verklaarde grondbeginsel van het afstooten der koolstof: want als men zich twee gelijke en gelijk groote massas gegoten ijzer voorstelt, van welke de eene veel meer koolstof dan de andere bevat, dan zal in de koolstofrijkste massa zich eene grootere hoeveelheid koolstofdeeltjes nader bij elkander in de ijzerdeelen bevinden, dan in de massa, welke minder koolstof bevat, weshalve in deze laatste de ijzerdeelen dikker en meer met elkander zullen vereenigd wezen; en daar voorts de koolstofdeeltjes afgesloten van de dampkringslucht uitdooven, en dus in deze beide gegoten massas alleen door de hitte van de gloeiende ijzerdeelen kunnen gloeiend blijven, zoo is het klaar, dat de minst koolstofrijke massa minder spoedig dan de koolstofrijkere doch minder ijzer bevattende massa stollen zal, en dat alzoo de eerste, alvorens koud te worden, langer de stofdeeltjes van zich zal kunnen afstooten en zachter worden dan die, welke het rijkst aan koolstof is en door het al te spoedig stollen wit straalbreukig en hard wordt.

Zoo als wij vroeger zeiden, is het voor den ijzersmelter eene zeer moeilijke taak, om de juiste verhouding te bepalen tusschen de hoeveelheid erts, brandstof en smeltmiddel, ten einde zoo veel mogelijk eene gewenschte uitkomst te verkrijgen. Een algemeene, vast doorgaande regel voor alle soorten van ovens kan hiervoor bezwaarlijk gegeven worden: want hierbij komt in aanmerking, de hoogte des ovens, de afmetingen van de schacht, de hoedanigheid van den erts en van de brandstof, de omvang en de digtheid van den luchtstroom en de soort van gietijzer, welke men verlangt te bekomen. Als gemiddelde verhouding kan men stellen, voor elke 100 ponden gietijzer noodig te hebben 620 kubiek palmen, wanneer houtskolen, en 190 tot 220 kubiek palmen, wanneer afgezwavelde steenkolen (coaks) gebruikt worden.

Het bepalen van de kracht, met welke de luchtstroom binnen den oven komt, is niet alleen afhankelijk van de soort der gebruikte brandstoffen, maar ook van het jaargetijde, waarin de oven gestookt

ZIJNE SMELTING EN BEWERKING.

wordt. Zooals men weet, is de lucht in den zomer dunner en ijler dan in den winter, zoodat, om eene gelijke werking te doen, men in het eerste geval meer kracht moet aanwenden dan in het tweede. Ook de soort van brandstof, die men gebruikt, heeft veel invloed op dit werk, zooals blijkt uit genomene proeven, welke geleerd hebben, dat bij het gebruik van houtskolen wordt vereischt eene drukking van $\frac{1}{24}$ atmosfeer; bij steenkolen eene drukking van $\frac{1}{12}$ atmosfeer; bij coaks eene drukking van $\frac{1}{8}$ tot $\frac{1}{4}$ atmosfeer. Even groot verschil bestaat er, bij het gebruik van verschillende brandstoffen, in de benoodigde hoeveelheid zamengeperste blaaslucht. Zoo vordert, bij voorbeeld, een 12 ellen hooge houtskooloven gemiddeld 36 kubiek ellen blaaslucht per minuut, terwijl een coaks-oven wel het dubbele vereischt. Hieruit volgt, dat de opening of de wijdte der blaaspijp van deze omstandigheden afhankelijk is.

Bij de hier bedoelde smeltwijzen is de aanwending van heete blaaslucht, waarover wij reeds vroeger spraken, van veel belang, vooral omdat zij aanleiding geeft tot aanzienlijke besparingen in de brandstof. De heer *Dufrenoy*, die de meeste ijzerfabrieken in Engeland heeft bezocht, heeft eene zeer belangrijke opgave medegedeeld, aangaande de door koude en heete blaaslucht verkregene resultaten. Wij deelen die mede zooals men ze vindt in het *Technisches Wörterbuch von Karmarsch und Dr. Heeren*, 1er Bd. s. 579.

Volgens deze opgave werden in 1829 in de ijzerfabrieken te Clyde bij Glasgow, bij koude blaaslucht, tot het versmelten van één ton ijzer ¹⁾ verbruikt 3 ton coaks, gelijkstaande met

7 ton 13 cent. 0 pond steenkolen.

Voor het aan den gang houden

van het blaaswerk 1 " 0 " 7 " "

8 ton 13 cent. 7 pond steenkolen, en

aan kalksteen..... 0 " 10 " 56 " "

In het jaar 1831 werd, bij heete blaaslucht van 232° C., verbruikt tot smelting 1 ton 18 cent. coaks, of 4 ton 6 cent. 0 pond steenkolen en tot verhitting der blaaslucht 0 " 5 " 0 " . "

Voor het aan den gang houden

van het blaaswerk..... 0 " 7 " 4 " "

Te zamen 4 ton 18 cent. 4 pond steenkolen, en

aan kalksteen..... 0 " 9 " 0 " "

¹⁾ Hier wordt bedoeld de Engelsche ton, gerekend op 20 centaars of 2240 Eng. *avoir-de-poids*-ponden aan gewigt, en in ruimte op 40 Eng. kubiek voeten.

HET IJZER,

In het jaar 1833 werd bij heete blaaslucht van 322° C., verbruikt tot smelting2 ton	0 cent.	0 pond	roode steenk.
Tot verhitting der blaaslucht	0 "	8 "	0 "	" "
Voor het aan den gang houden van het blaaswerk.....	0 "	11 "	2 "	" "
			2 ton	19 cent. 2 pond steenkolen, en
aan kalksteen.....	0 "	7 "	0 "	" "

Bij bovengemeld verbruik bleek het verder, dat de dagelijksche opbrengst meer dan $\frac{1}{3}$ was toegenomen, hetwelk niet alleen eene aanzienlijke vermindering van arbeidsloon, maar ook van de benoedigde hoeveelheid blaaslucht te weeg bragt. Een stoomwerktuig van 17 paardenkracht kan drie hoogovens voorzien, terwijl bij het gebruik van heete blaaslucht daarmede vier hoogovens aan den gang kunnen worden gehouden.

De ijzerfabrieken te Calder in Engeland leveren een bewijs op van deze bezuiniging, daar men bevonden heeft dat het steenkolenverbruik van 157 centenaars tot op 42 centenaars was gedaald, terwijl de hoeveelheid kalksteen van 13 centenaars tot op $5\frac{1}{2}$ centenaars was teruggebragt. Even zoo was het gelegen met het benoedigd volume lucht, daar dit per minuut van 3500 tot op 2627 kubiekvoeten ¹⁾ werd verminderd. Hieruit volgt alzoo, dat de drukking van deze luchtmassa op één vierkanten duim in de verhouding van $2\frac{3}{4}$ tot $3\frac{1}{2}$ pond zwakker kan genomen worden.

Het is evenwel niet te ontkennen, dat de aanwending van heete blaaslucht met vele bezwaren gepaard gaat, onder anderen geeft zij (behalve de vroeger genoemde) aanleiding tot gebreken in het ijzer, zoo als gallen, opblazingen, enz., zoodat de meeste ijzersmelters, even als voorheen, weder van de koude blaaslucht gebruik maken.

Eene andere hiermede in verband staande uitvinding, namelijk om partij te trekken van het in den hoogoven voortgebragte gas als brandstof, heeft veel opgang gemaakt en aanleiding gegeven tot het doen van velerhande onderzoekingen. *Fabér du Faux* be-

¹⁾ De Engelsche maten en gewigten, die men hier heeft behouden, staan tot de Nederlandsche als volgt:

<i>Engelsche maten.</i>	<i>Nederlandsche maten.</i>
$\frac{1}{8}$ duim	is nagenoeg gelijk aan 3,17 strepen.
1 "	" " " " 2,52 duimen.
1 voet.	" " " " 3,05 palmen.
1 vierkante duim	" " " " 6,45 vierk. duimen.
1 " voet	" " " " 9,29 " palmen.
1 kubieke duim	" " " " 16,368 kubiek duimen.
1 " voet	" " " " 28,315 " palmen.
1 avoirdupois (pond) " " " "	" " " " 45,36 looden.

ZIJNE SMELTING EN BEWERKING.

dacht een middel om het ovengas in onverbranden toestand door wijde buizen uit den oven naar eene bepaalde plaats te leiden, en het dáár met dampkringslucht gemengd te doen verbranden. Om dit doel te bereiken moet men de monding des hoogovens zooveel mogelijk luchtdigt sluiten door middel van een ijzeren met scharnieren voorzien deksel, dat men naar welgevallen openen en sluiten kan. De naar onderen gebogen rand, rondom den schoorsteen, past in eene ringvormige met water gevulde sleuf, welke, zooveel doenlijk, alle gemeenschap met de buitenlucht verhindert. Daar onder het stoken het deksel nu en dan bij het instorten der ertsen, der brandstoffen enz. moet geopend en weder gesloten worden, ontsnapt er telkens een gedeelte gas, in welk gebrek, voor zooveel wij weten, tot dus verre niet is voorzien. Behalve dit sluitings-toestel op de monding zijn er ongeveer 2 el lager kruisgewijze een aantal gaten in het muurwerk gespaard, die met eene gemeenschappelijke buisleiding in één punt zamenkomen.

De zamenstelling van het gas in een hoogoven is meermalen naauwkeurig onderzocht. Volgens eene analyse van *Bunsen* en *Ebelman* zijn de bestanddeelen als volgt:

Volgens Bunsen.

BESTANDEELEN.	HOOGTE BOVEN DEN VORM.			
	1,80 el.	3,70 el.	4,60 el.	5,60 el.
Stikstofgas . . .	64,58	63,89	66,29	62,34
Kooloxyde-gas . .	26,51	29,27	25,77	24,20
Koolzuur-gas . .	5,97	3,60	3,32	8,77
Waterstof-gas . .	1,06	2,17	0,58	1,33
Mijn-gas	1,88	1,07	4,04	3,36
	100,00	100,00	100,00	100,00
Brandbaar-gas . .	29,45	32,54	30,39	28,89

HET IJZER,

Volgens Ebelman.

BESTANDEELEN.	DIEPTE ONDER DEN BOVENMOND.		
	0,00 el.	1 el.	4,36 el.
Stikstof-gas	60,70	63,59	64,66
Kooloxyde-gas	25,34	31,83	33,59
Koolzuur-gas	11,58	2,77	0,57
Waterstof-gas	2,48	1,81	1,38
	100,00	100,00	100,00
Brandbaar gas	27,72	33,64	34,97

Uit deze opgaven blijkt, dat de koolstof op zeer weinig na in den toestand van kooloxyde-gas ontwijkt, en daar dit gas bij zijne verbranding half zooveel zuurstof verbruikt als de daarin bevatte koolstof verbruiken zoude, en dus ook half zooveel warmte ontwikkelt, zoo volgt hieruit, dat het hoogoven-gas, als het zonder verlies gewonnen kon worden, bij zijne verbranding bijna de helft van de hoeveelheid warmte moest voortbrengen, welke de in den hoogoven verbruikte kolen kunnen ontwikkelen.

De ijzersmelters hebben de gasvlam tot verschillende doeleinden aangewend; in de eerste plaats tot loutering en omsmelting van het ijzer, in de tweede plaats tot verhitting van den stoomketel enz.

De ondervinding heeft evenwel geleerd, dat het eerste, namelijk de omsmelting, met vele bezwaren gepaard gaat, vermits de hooge temperatuur, die de smelting vordert, moeilijk zonder eene voorafgaande aanmerkelijke verhitting van de lucht kan verkregen worden. Om die reden heeft men aan deze ovens, die den naam van *roer- of puddelovens* dragen ¹⁾, een luchtverwarmingstoestel aangebragt, die door middel van de uit den puddeloven ontwijkende vlam, gevoedt wordt, en alzoo geene afzonderlijke brandstof behoeft. Wij zullen later op dit onderwerp terugkomen en daarbij eene schetsteekening van den puddeloven geven.

Het voordeel van deze gasverwarming moet niet alleen gezocht worden in de besparing van brandstof, maar vooral in de zuiverheid der vlam, dewijl deze geen asch of roet achterlaat en alzoo in dit opzigt voor de wijngeestverwarming niet behoeft onder te

¹⁾ *Puddle* is een Engelsch woord en beteekent: *roeren*, troebel maken.

doen. In geval men der gasvlam door toevoer van warme lucht nog hoogere temperatuur kan verschaffen, dan is zij toereikend om het ijzer tot wit gloeiend toe te doen smelten.

Als de stoomketel in de nabijheid van den hoogoven is geplaatst, dan vooral is de gasvlam ook met voordeel aan te wenden tot het heetmaken van het water in den ketel, dewijl zij, zonder eene kunstmatige luchtverwarming te behoeven, den geheelen omvang des ketels als het ware in eene vuurzee verplaatst en hier ook geene onreinheden veroorzaakt, noch aan den oven, noch aan de wanden des ketels.

IV.

HET MAKEN VAN SMEED- OF STAAFIJZER.

Om smeedijzer te maken, kan men twee verschillende wegen inslaan, die tot een zelfde doel leiden. De eerste manier, welke onze voorouders kenden en volgden en in sommige oorden van Europa nog in gebruik is, bestaat hierin, dat het ijzer onmiddellijk uit de ertsen gesmolten en gereduceerd wordt in een kolenhaard van een gewonen smids-blaasbalg. Op deze wijze komt de ertsmassa niet in eene volkomene smelting, maar het gereduceerde ijzer vereenigt zich tot een klomp, die later uitgesmeed wordt.

Deze manier van ijzerwinning, die den naam draagt van *loutering in klompen*, is betrekkelijk niet voordeelig, doch zij levert daarentegen een zeer zuiver en voortreffelijk ijzer op. De tweede, thans meer gebruikelijke wijze van behandeling, is eigenlijk een omweg, daar men eerst den erts in gegoten ijzer en vervolgens in gesmeed ijzer verandert. Met dit al verdient de laatste handelwijze verreweg de voorkeur boven de eerste, dewijl zij in sommige opzigten spaarzamer is, en daarenboven, wat de fabriekmatige uitvoering betreft, vele voordeelen aanbiedt.

10. **LOUTERING IN KLOMPEN.** Deze loutering geschiedt in de verschillende landen van Europa niet overal op gelijke wijze, maar verschilt hier en daar in behandeling, weswege men ze, om dit onderscheid aan te toonen, genoemd heeft: loutering naar Fransche wijze, — loutering naar Italiaansche wijze, — en loutering naar Duitsche wijze.

a. Loutering naar Fransche wijze. Deze heeft nog plaats in de Pyreneën, en wel in kleine vuren, die eene geringe hoeveelheid erts kunnen bevatten. De kleinste ovens, welke 3 tot 4 centenaars erts inhouden, noemt men een Catalonisch vuur; terwijl die, waarin op

eens 7 tot 8 centenaars erts kunnen gelouterd worden, een Biskaaisch vuur genoemd worden.

Een Catalonisch vuur bestaat uit een vlakken, vierzijdigen, ijzeren haard, ter lengte van 55, ter breedte van 50 en ter diepte of hoogte van 45 duimen. De vorm ligt 25 duimen boven den bodem van den haard in eene schuins hellende rigting, wier verlengde as de tegenover staande haardplaat op 5 duimen boven den bodem ontmoet. Is deze haardplaat beweegbaar, dan kan men hare helling regelen, niet alleen naar den voortgang van het werk, maar ook naar de hoeveelheid ijzer, die zich langzamerhand in den haard verzamelt. De ijzersmelters regelen dit door een onder den haard geplaatst kleiballetje, of volgens een in graden verdeeld instrument, welke handeling zij als een geheim beschouwen en dus ongaarne aan anderen mededeelen. De onderste haardplaat wordt met eene laag leem en koolstof bedekt.

Nadat de gerooste erts gestampt is, worden de fijnste deelen er uitgezeefd, om die later gedurende de smelting er bij te voegen. Van de grofste stukken maakt men een hoop aan de tegenovergestelde zijde van het blaasgat; de overige ruimte van den haard tusschen den ertshoop en den vorm wordt met houtskolen gevuld. Ten einde den ertshoop de noodige vastheid te geven, wordt hij bekleed met klei- en steenkolengruis. Gedurende de eerste twee uren wordt langzaam gestookt, en naarmate de kolen verteren, voegt men er nieuwe bij, die vast in den haard ingeperst worden. Overigens moet de stoker zorg dragen, dat de brandende kolen niet met den ertshoop in aanraking komen. Daar gedurende dat tijdsverloop, bij eene matige hitte, de erts zich begint te reduceren, zonder evenwel nog te smelten, laat men vervolgens den blaasbalg twee achtereenvolgende uren krachtig doorwerken, na welk tijdsverloop de erts tot smelting is gebracht. Dit smeltpunt is gemakkelijk waar te nemen, zoowel aan de ovenvlam als aan den erts zelven, welke laatste een poreus aanzien begint te verkrijgen. Om het geheel tot eene volkomene vloeibaarheid te brengen, moet de smelter zorg dragen, om den ondersten op de haardplaat rustenden erts naar boven te verplaatsen tegenover den vorm, waarna hij het vochtig gemaakt ertsmeel over de oppervlakte der kolen strooit. Dit ertsmeel bevordert niet alleen de ijzeropbrengst, maar ook den graad van smeltbaarheid der slakken; zijn echter de slakken te spoedig dun vloeijend geworden, dan verhelpt men dit door er ertsmeel bij te doen; zijn ze daarentegen van taaijer aard, dan mag er zeer weinig ertsmeel bijgevoegd worden.

Gedurende den smelttijd, welke ongeveer 5 tot 6 uren duurt, laat men de slakken, die op het ijzer liggen, langs de zoogenaamde

slakkengeul afglijden, waarna de deegachtige ijzerklomp uit den haard geligt en in wit gloeienden toestand onder den hamer gebragt wordt. Het ijzer op deze wijze verkregen, moet men beschouwen als een mengsel van ijzer en staal, wier onderlinge verhouding men gemakkelijk en naar welgevallen kan wijzigen; in de eerste plaats door de bijvoeging van ertsmeel, dat natuurlijk tot de ontkoling van het ijzer medewerkt, en in de tweede plaats door het schuins liggen van den vorm, zoodat de windstroom het bovenvlak der ijzermassa onder een grooteren hoek treft. Door deze voorzorgen te nemen, verkrijgt men een zuiver en voortreffelijk staafijzer, hetwelk, wat de deugdzzaamheid betreft, voor geen ander behoeft onder te doen. Als men daarentegen spaarzaam is in het toedienen van ertsmeel en tevens den vorm eene meer horizontale rigting geeft, en eindelijk den smelttijd verlengt, dan is men zeker eene soort van staalachtig ijzer te bekomen. Het gewigt van zulk een uitgesmolten ijzerklomp (wolf of loup genaamd) bedraagt van 100 tot 200 ponden.

Bij deze smeltwijze is echter het kolenverbruik zeer belangrijk, en bedraagt minstens driemaal zooveel (in gewigt) als het gewonnen ijzer; om welke reden de loutering in klompen, zoo naar Fransche als naar Italiaansche wijze, thans ook alleen op die plaatsen geschiedt, waar de steenkolen in overvloed gevonden worden.

De zuivere opbrengst van het ijzer bedraagt ongeveer 33 procent als men roodkleurigen ijzererts (spaatijzersteen) gebruikt; en daar deze 54 tot 56 procent ijzer bevat, zoo ontstaat er reeds een aanmerkelijk verlies. Bij het uitsmelten van den spaatijzersteen in den hoogoven levert hij omstreeks 45 procent gietijzer, hetwelk bij loutering ook ongeveer 33 procent staafijzer geeft.

b. Loutering naar Italiaansche wijze. De vuren, die in Italië en vooral op Corsica in gebruik zijn, hebben eene half cirkelvormige gedaante en bestaan uit onderscheidene verdiepingen, aangebragt in een gemetseld blok, lang 2,50 tot 3 ellen en breed 13 tot 15 duimen. Elke verdieping is 15 duimen diep, en heeft eene middellijn van 50 duimen. Zij liggen boven elkander, en het geheel is met een schoorsteen overdekt. De vorm is 12 tot 15 duimen boven den haard, eenigzins hellende, aangebragt.

Zoowel op Corsica als in de kustprovinciën van Italië wordt doorgaans ijzerglans, van Elba herkomstig, uitgesmolten. Deze erts bevat in den regel zeer weinig water, een onbeduidend bijmengsel van spaatijzersteen en eene geringe hoeveelheid zwavelkies. Het water en de zwavel moeten er vóór het reduceren uit verwijderd worden door middel van roosting, hetwelk echter niet in afzonderlijke ovens, maar in een gewonen smelthaard geschiedt, waardoor het werk in twee afdeelingen vervalft. In de eerste wordt eene hoeveelheid ruwen

erts geroost en tegelijk eene hoeveelheid vroeger geroosten erts gedeeltelijk gereduceerd, — in de tweede de smelting volbragt, en wel zóó, dat zich telkens eene hoeveelheid ruwen erts om te roosten, en de gerooste erts der vorige stoking om gereduceerd te worden, te gelijk op den haard bevindt, waarbij de laatste aan de hevigste, de eerste aan eene mindere hitte wordt blootgesteld, terwijl vervolgens de smelting en loutering van den gereduceerden erts door eene afzonderlijke, tweede bewerking plaats heeft.

Hiertoe bekleedt men de haardzool en de daarom gelegene muren met eene 8 duimen dikke leemlaag, die met kolenstof vermengd is, en men maakt rondom den haard eene ringvormige ophooging, ter hoogte van 10 tot 12 duimen. Vervolgens wordt in den haard vóór de monding van het blaasgat een halfcirkelvormige kolenhoop van ongeveer 13 tot 15 duimen straal aangelegd, dien men omringt met eene laag geroosten erts, van stukjes ongeveer ter grootte van eene walnoot. Op deze laat men eene laagsteenkolen volgen, die overdekt wordt met den te roosten rooden erts, over welchen men eindelijk eene dikke laag steenkolengruis aanbrengt. De beide ertslagen hebben alzoo ongeveer eene dikte van 20 duimen, zoodat het geheel een hoop vormt van omstreeks 60 duimen straal. De roode ongerooste erts, welke alzoo buiten den haard op de bovenvermelde ophooging rust is zoodanig gerangschikt, dat de grootste stukken onder en de kleinste boven op komen te liggen. Wanneer nu het een en ander zoo ver klaar is, wordt de middelste steenkolenhoop in brand gestoken, en het blaaswerk (doorgaans een hydrostatisch of waterblaastoestel) aan den gang gebragt. Naar gelang de steenkolen in het midden van den hoop verbranden, worden er nieuwe bijgeworpen, die men aanvankelijk met korte houten stokken, en later, bij het toenemen der hitte, met ijzeren stangen vast ineendrukt. De smelter moet hierbij wel opletten, om de lagen van den ertshoop zoo min mogelijk aan te raken, vermits eene te spoedige verplaatsing of verschikking van deze lagen nadeelig voor de ijzerwinning is. Wanneer men nu na een tijdverloop van ongeveer drie uren bespeurt, dat uit de buitenkorst van den ertshoop geen rook meer opstijgt, dan is dit het teeken, dat de binnenste erts grootendeels in min of meer zamenhangende klompen gereduceerd, en de buiten omliggende ertslaag behoorlijk geroost is. Men laat dan het blaaswerk stilstaan, en men begint met de buitenlaag van den hoop af te breken en uit den haard te verwijderen. Na dezen arbeid wordt insgelijks de gereduceerde erts uit den haard genomen, alsmede de kolen en de slakken, die er in achter gebleven zijn.

De ontruimde haard wordt nu op nieuw, voor zooveel noodig is, met leem en houtskolen aangestrekten; vervolgens wordt aan

iedere zijde een hoop steenkolen-gruis nedergelegd, tusschen welke men twee of drie korven steenkolen ledigt. Na op deze kolen eenige klompen gereduceerde erts gelegd te hebben, wordt het blaaswerk weder aan den gang gemaakt. Zoodra nu een en ander begint te gloeijen, heeft er eene tegenwerking plaats tusschen de aardachtige bijmengselen en de nog steeds voorhanden zijnde ijzer-oxydule, waardoor zich vloeibare slakken vormen, welke men uit den oven verwijderd. Spoedig daarna begint het gereduceerde ijzer te smelten en baant zich een weg door de kolen heen tot op den bodem van den haard. Men gaat nu voort met het aanvoeren van stukken erts, en als er zich slakken op het ijzer vertoonen, laat men die door den geopenden slakkenafleider afloopen. Intusschen wordt het vuur gestadig aan den gang gehouden, tot dat het ijzer door inwerking van de blaaslucht overal een eenigzins taaijen zamenhang verkrijgt en zich tot een klomp vormt, die met zware ijzeren haken uit den haard geligt en onder den hamer gebragt wordt.

Eene zoodanige smelting, waarbij vier mannen werkzaam zijn, duurt gemiddeld $3\frac{1}{2}$ uren; het staafijzer, op deze wijze gewonnen, bezit eene zeer goede hoedanigheid, daar het rekbaar en eenigzins staalachtig is. De opbrengst evenwel is, na aftrek der onkosten, betrekkelijk gering: want om 18 centenaars erts uit te smelten, heeft men voor brandstof 20 centenaars steenkolen noodig met beukenhout vermengd, en deze leveren niet meer dan 4 centenaars ijzer. Hieruit volgt dus, dat de roode erts 40 procent ijzer geeft, weshalve bij een gemiddeld ijzergehalte van 65 procent, 25 procent van het ijzer, dat is ruim een derde, in slakken overgaat.

Uit het bovenstaande ziet men, dat het onderscheid tusschen de Catalonische en Italiaansche wijze van loutering alleen daarin bestaat, dat bij de eerste de gerooste hoopen in eens herleid, gesmolten en gelouterd worden, hetwelk bij de tweede manier niet het geval is, daar hier de erts tot drie malen toe op den haard komt, eerst om geroost, vervolgens om herleid of gereduceerd en eindelijk om uitgesmolten en gezuiverd te worden.

c. Loutering naar Duitsehe wijze. Het ijzerwinnen in den stukoven stemt, wat het wezen der zaak betreft, vrij goed overeen met de loutering in klompen: want even als dáár, wordt het ijzer onmiddellijk in den smeltoven bereid, en er uitgenomen, zoodra het zich tot een zamenhangenden klomp heeft gevormd. Het is om deze reden, dat men aan deze ovens den naam van stukovens gegeven heeft.

De lage schachtovens hebben slechts eene hoogte van 3 tot 4,50 ellen bij eene wijdte van 1 el over kruis. De schacht heeft veel

overeenkomst met die van een hoogoven, doch de haard is in verhouding eenigzins wijder, terwijl daarentegen de kolenzak nauwer is. De horizontale doorsnede der schacht is doorgaans een vierkant en het blaasgat eenigzins hellende om den luchtstroom, voor eene meer gemakkelijke wegneming der koolstof, zoo veel doenlijk over het oppervlak des ijzers te drijven. Ook is de haard, dat is de ruimte onder het blaasgat, minder diep, maar hij heeft daarentegen meer wijdte, om zodoende den wind over eene grootere oppervlakte van het ijzer te doen stroomen, hetwelk voor een hoogoven, wiens doel is om, zoo als vroeger gemeld werd, onontkoold gietijzer te verkrijgen, ondoelmatig zoude wezen. Omdat in dit geval het ijzer niet vloeibaar mag worden, om het in één stuk of klomp uit den oven te kunnen ligten, zoo is dit bij de stukovendienst als een gebrek te beschouwen; immers men is verplicht om bij het uit den oven verwijderen van den klomp, hetwelk op zich zelf al een bezwaarlijk werk is, telkens het ovengat te openen en vervolgens weder luchtdigt te sluiten — een arbeid die op de volgende wijze verrigt wordt.

Wanneer het ovengat met brikken en vetachtig leem digt gemetseld is, vult men den oven met kolen en steekt dien in brand, waarna het blaaswerk aan den gang wordt gebragt. Als nu na eenig tijdverloop deze kolen tot in den schoorsteen aan het gloeijen komen, dan maakt men een begin om de bereids gerooste erts bij giften aan te reiken en die laagsgewijze, afwisselende met kolen in den oven te storten, waarmede wordt voortgegaan tot dat de voor de smelting bestemde hoeveelheid er in gebragt is. — Zoodra men bespeurt, dat de eerste giften beginnen te smelten, laat men de op het ijzer drijvende slakken door den in het beweegbare ovengat aangebragten slakkenafleider afloopen, ten einde het ijzer zoo veel mogelijk aan de werking van de blaaslucht bloot te stellen. Is het ijzer bijkans tot de hoogte gestegen van den vorm, die niet ver boven de haardzool in het digt gemaakte ovengat is geplaatst, dan haalt men dien er uit en brengt hem er iets hooger weder in, waarbij men tevens op de doelmatige hoogte eene nieuwe slakkengeul plaatst, en zoo klimt men, naar mate zich grooter hoeveelheid ijzer in den haard verzamelt, al hooger en hooger met den vorm en de slakkengeul, tot dat de bovenste erts slaag gesmolten is.

Als dit werk is afgelopen, laat men de blaasbalgen uithangen, de slakken zoo veel doenlijk wegloopen, de borst of ovenmuur openbreken en den ijzerklomp met haken en tangen te voorschijn halen en onder den hamer brengen. De klomp wordt nu uitgeslagen tot 8 of 10 duimen dikke staven, die vervolgens in kleinere stukken gekapt en aan eene tweede loutering onderworpen worden. Hiertoe

worden deze reepen op een haard met horizontaal liggenden vorm gebragt, waar men ze met behulp van groote ijzeren tangen in het vuur tegenover den windstroom inschuift en langzaam laat afsmelten. Het afdruipeude, nu grootendeels ontkoolde ijzer verzamelt zich op den bodem van den haard, alwaar het, in aanraking komende met het ijzeroxydule der slakken, van koolstof wordt beroofd; vervolgens wordt het onder den hamer gebragt en tot staafijzer bewerkt. Het ijzer, dat zijne koolstof behouden heeft doordien het in de tang is blijven zitten, wordt insgelijks op het aanbeeld gebragt en aldaar als staal in staven uitgeslagen.

De ijzerwinning in den stukoven vond voorheen veel bijval in Stiermarken en Karinthië, doch is aldaar sedert eenigen tijd, wegens het groote steenkolen-verbruik, zeer afgenomen, behalve op eenige ijzerwerken in Hongarijë, waar deze brandstof in overvloed gevonden wordt. — In een stukoven van gemiddelde grootte kan men in een tijdverloop van 24 uren een klomp ijzer bereiden van 15 tot 20 centenaars gewigt, waartoe 8 werklieden noodig zijn. Zoodanig stuk verdeelt men doorgaans in stukken van 1 centenaar, die op voorschrevene wijze gelouterd worden.

2. LOUTERING VAN HET UIT DEN HOOGOVEN GEWONNEN GIETIJZER. Het louteren van het uit den hoogoven gewonnen gietijzer geschiedt op verschillende wijzen; deels volgt men de oude methode en deels eene nieuwere, te weten: de loutering in haarden met behulp van houtskolen. Deze handelwijze, hoe voortreffelijk ook, is later al weder door eene andere verdrongen, namelijk door een vlamoven, waarbij men in plaats van houtskolen steenkolen gebruikt.

A. *Loutering in vuurhaarden.* — Zoo als wij meermalen gezegd hebben, bestaat de kunst, om ruw gegoten ijzer in smeedijzer te veranderen, hoofdzakelijk daarin, dat men de koolstof, in het eerste vervat, daaruit door verbranding verwijderd, en tevens het kiezelgehalte, alsmede de geringe hoeveelheid van andere metalen, als *manganium titanium*, die veelal in gietijzer achterblijven, wegneemt.

Om nu dit onderwerp geregeld te behandelen, zullen wij eerst eene beschrijving geven van de in Duitschland gebruikelijke manieren van loutering, om daarna de wijzigingen te vermelden, die men hier en daar, op grond der ondervinding, heeft ingevoerd.

Fig. 6 en 7 geven ons een denkbeeld van een gemetselden louterings-oven of open frischhaard. Hierin verbeeldt *a a* den haard, lang 15, breed 8 en hoog 40 duimen; boven dezen bevindt zich de schoorsteen *b b*. De eigelijke werkplaats die de ijzersmelters over het algemeen met den naam van haard bestempelen, bestaat uit ééne verdieping en heeft eene vierhoekige gedaante in den vorm van eene kast, die met ijzeren platen belegd is. — De onderste

plaat noemt men den *bodem*, die aan de voorzijde de *slakkenplaat*, de tegenoverstaande *e* de *achterplaat*, de plaat onder het blaasgat *i* de *vormplaat* en eindelijk de daartegenovergelegene *g* de *schoorsteenplaat*. De koperen vorm *n* met half ronde monding bevindt zich in eene ijzeren schuins afhellende vormkast. De blaaspijp is eenigzins terug getrokken, de windleider *l*, door eene lederen buis met de blaaspijp in gemeenschap gebragt, kan naar welgevallen gesloten en geopend worden door eene klep, die men door middel van een schroef *m* in beweging brengt. Ten einde de bodemplaat voor smelten te beveiligen en tevens het te veel vloeibaar worden van den ijzerklomp tegen te gaan, heeft men onder deze plaat een zoogenaamden behouder aangebragt, waardoor eene waterbuis geleid kan worden.

Als nu de haard met koutskolen gevuld, het blaaswerk aan den gang gebragt en het vuur aan het branden is, dan brengt men de ruwe ijzeren stangen, doorgaans in den vorm van een parallelepipedum van 2, tot 2,50 ellen lengte, van 5 tot 7 duimen dikte en van 20 tot 25 duimen breedte, bij twee, drie of meer te gelijk in den frischhaard tegenover de schoorsteenplaat. Het ijzer begint nu weldra te smelten en vloeit, naar gelang men de stukken dieper in het vuur brengt, allengs in het benedengedeelte van den haard en vormt dáár een bijna deegachtig mengsel van geoxydeerd en koolstofhoudend ijzer. De bestanddeelen van dit mengsel werken op elkander, omdat de zuurstof van het geoxydeerde gedeelte zich met de koolstof van de overige massa vereenigt en zoo kooloxydegas vormt, die verbrandt. De massa wordt dan onderscheidene malen door middel van breekstangen omgeroerd en opgebroken, gekeerd en andermaal bij luchttrekking gesmolten, totdat het ijzer zijne koolstof heeft verloren en slechts een witten klomp van smeedijzer vormt. Wanneer het omgesmolten ijzer bij deze bewerking zich met eene spies of een priem zeer vloeibaar laat aanvoelen, dan heeft het nog te veel koolstof: het is te raauw en kan nog niet gelouterd of gefrischt worden. Is het daarentegen te hard op het aanvoelen, zoodat men er met de spies bezwaarlijk of niet kan doorkomen, dan is het reeds te gaar geworden, zoodat het te veel koolstof heeft verloren, en men in dit geval er weder wat ruw ijzer moet bijvoegen. Laat het zich deegachtig kneedbaar aanvoelen, dan heeft het de lijvigheid verkregen, die door de volgende bewerkingen vereischt wordt. Het louter- of frischwerk kan nu een aanvang nemen, zoodra er 1 tot 3 centenaars zijn gesmolten. Nadat de kolen zijn weggeruimd, wordt de ijzermassa opgenomen of opgebroken, met de bovenzijde benedenwaarts en den voorkant naar achteren gebragt, en zoo aan eene vernieuwde smel-

ZIJNE SMELTING EN BEWERKING.

ting onder de werking van een versterkten luchtstroom blootgesteld. Deze bewerking, die men *ruw opbreken* noemt, wordt zoo dikwijls herhaald, totdat het ijzer, even als een deeg, kneedbaar is. Thans kan men den geheelen ijzerklomp in eens uit den haard ligten en dadelijk in den nog witgloeienden toestand onder een grooten hamer brengen en vastslaan.

In sommige ijzerwerken volgt men na de laatste omsmelting een anderen weg, namelijk: men kan den weeken klomp in den haard laten, eene ijzeren staaf daarin brengen en deze rondraaijen tot zoolang er zich eene hoeveelheid van 7 tot 10 ponden ijzer om het einde dier staaf heeft verzameld, waarna men ze uit den haard neemt en het aanzittend ijzer onder een hamer digt in elkander slaat. Men gaat hiermede voort tot dat al het ijzer gelouterd is. Deze laatste werkmanier, noemt men *het laten aanloopen* (Anlaufenlassen), doch hoewel het op deze wijze verkregen ijzer zeer goed is, wordt nogtans zoodanige behandeling niet dikwijls aangewend. Meestal wordt volgens de eerstgemelde manier het ijzer als klomp uit den haard genomen en met den hoogen kant op het aanbeeld geplaatst; men laat de hamerslagen niet te zwaar, maar aanhoudend op het ijzer vallen, en smeedt het, zoolang het nog week is, in den vorm van een parallelepipedium. Deze massa wordt vervolgens tot afzonderlijke stukken geslagen, en deze worden weder tot gloeihitte gebragt en onder den hamer uitgesmeed. Bij dit hameren moeten de slakken, welke een gedeelte van het geoxydeerde ijzer vereenigd met de kiezel- en kleiaarde uitmaken, geheel uitgedreven worden: want ingeval er in het smeedijzer zulke slakken achterbleven, zouden zij ondigte, wrakke plaatsen doen ontstaan en het voor menige technische aanwending onbruikbaar maken.

Het frisch- of louteringswerk heeft ten doel, het koolstof en kiezelgehalte van het ruwe ijzer hieruit door oxydatie te verwijderen. De koolstof mag echter geenzins geheel en al worden weggenomen, dewijl hierdoor ondeugdzaam en verbrand ijzer zou ontstaan. Deze oxydatie wordt gedeeltelijk bewerkt door de blaaslucht, gedeeltelijk door de werking van het ijzeroxydule der oppervlakte op het koolstofhoudend ijzer, waarbij de zuurstof en koolstof zich verbinden en kooloxydegas vormen, zoodat zij zuiver ijzer achterlaten. De ijzeroxydule vormt desgelijks met het aanwezige kiezel en mangaan eene zwarte slak, die gemakkelijk kan verwijderd worden. Hiertoe moeten het ijzer en de oxydule-houdende slakken overal op het naauwst vermengd worden, zoodat eene overmatige hitte voor de loutering nadeelig is, dewijl daarbij de stoffen zoo dun-vloeibaar worden, dat zij wegens verschil van soortelijk gewigt op elkander

drijven. Het gewigt van zoodanigen ijzerklomp bedraagt gemiddeld 2 centenaars, tot wier verkrijging noodig zijn: 2,70 centenaars gegoten ijzer, zoodat er bij het louteren ongeveer 26 procent aan afval verloren gaat. Tot het bekomen van 50 ponden staafijzer worden 75 ponden kolen verbruikt. Eene loutering duurt ongeveer 5 uren. De wekelijksche opbrengst is op zijn hoogst 80 centenaars, — een bedrag dat zelden overtroffen wordt.

In figuur 8 zien wij de inrigting van een hamer-toestel. De hamer *a*, wiens gewigt omstreeks 5 centenaars bedraagt, is aan een houten hefboom *b* vastgemaakt, wiens ander einde in eene bewegelijke basis bevestigd is, welke in de balken *b* en *f* kan draaijen. De toestel bestaat overigens uit een achterwaarts staanden sterken balk *h*, die door twee schuinsche zijbalken *g g* wordt ondersteund. *l* is het aanbeeld en *nn* een uit esschen-hout vervaardigde veerkrachtige balk, waartegen de opgeworpen hamer moet afstuiten om te geweldiger neder te dalen. *s* is het waterrad, en een hieraan verbonden klein rad *m* dient met zijne kammen *p* om den hamer gedurig in de hoogte te werpen.

b. Loutering in den vlam- of reverbeer-oven naar Engelsche wijze. De vlam reverbeer- of togt-ovens, ook wel roer- of puddelovens genoemd, onderscheiden zich hierdoor van de andere smeltovens, dat zij van geen blaaswerk voorzien zijn, zoo als de hoogovens bezitten, als ook die, welke tot het smelten van gegoten ijzer in kleine gieterijen gebruikt worden. Tot het louteren van gegoten ijzer maakte men in vroeger dagen, zoowel in Engeland als in Duitschland bijna uitsluitend gebruik van houtskolen, doch later, toen in eerstgemeld rijk het hout schaarscher en dientengevolge duurder werd, heeft men beproefd om houtskolen met coaks te vermengen, hetgeen eene aanmerkelijke bezuiniging te weeg bragt. Intusschen bleek het spoedig, dat het op deze wijze verkregen staafijzer niet alleen harder en van minder goede hoedanigheid was, maar ook, dat het werk zeer langzaam vorderde, zoodat eene ijzerhut, die wekelijks 20 tonnen staafijzer opleverde, onder de voordeeligste kon gerekend worden.

Wij zien hier dus uit, dat deze tak van nijverheid destijds op verre na niet tot volkomenheid was gebragt, zoo als kan blijken uit den grooten invoer in Engeland van buitenlandsch staafijzer, hetwelk jaarlijks op meer dan 70000 tonnen geschat werd.

Intmiddels kwam de heer *Cort*, een Engelschman, op het denkbeeld om bij de hierboven bedoelde loutering steenkolen te bezigen in plaats van houtskolen en coaks. Hij liet tot dat einde op den haard van een vlamoven een hevig steenkolenvuur branden, waarin het ruwe ijzer als naar gewoonte gelouterd werd. Het bleek echter bij dit onderzoek, dat de resultaten zeer onzeker waren en niet

aan de verwachting beantwoordden: want nu eens verkreeg men ijzer van goede, dan weder van slechte hoedanigheid, terwijl daarbij het verbruik van steenkolen zeer uiteenliep. Intusschen gelukte het aan genoemden *Cort* deze zwaarigheid eenigermate te boven te komen, en wel op de volgende wijze: alvorens met het eigenlijke louteringswerk in den vlamoven aan te vangen, bewerkstelligde hij door middel van coaks eene voorloopige ontkoling van het ruwe ijzer, hetwelk hij, alzoo voorbereid, fijn ijzer (finery metal) noemde. In stede nu van het aldus gezuiverde ijzer onder den hamer te brengen, zoo als tot dus ver de gewoonte was, werd het tusschen twee beweegbare cylindrs gebragt, — eene inrigting, welke inderdaad eene groote verbetering in de ijzerfabricatie te weeg bragt en waarop wij later zullen terug komen.

In weerwil van dezen vooruitgang verkreeg men broos en weinig deugzaam staafijzer, dat voor technisch gebruik niet deugde. Om ook dit gebrek weg te nemen en aan het ijzer de noodige vastheid te geven, werd het aan eene tweede loutering onderworpen in een bijzonder daartoe ingerigten vlamoven van groote smelthitte, waarvan het gevolg was dat men zodoende een zeer goed en voor den handel geschikt staafijzer verkreeg. Deze nieuwe wijze van louteren (puddle) vond algemeen zeer veel bijval en werd spoedig in de meeste ijzerfabrieken, zoo in Engeland als in andere landen, ingevoerd. Als een voorbeeld van de ruime opbrengst vermelden wij als eene bijzonderheid, dat thans een ijzerwerk in het graafschap Wallis jaarlijks tweemaal zooveel gezuiverd ijzer in den handel brengt, als al de ijzerfabrieken in Engeland te zamen in de jaren van 1740 tot 1750 konden opleveren.

Het affineren of fijnmaken van het graauwe gietijzer, dat is om hetzelfde door middel van eene snelle afkoeling in wit ijzer te veranderen en het zodoende tot ontkoling voor te bereiden, geschiedt in bijzondere ovens of haarden, aan welke men den naam van *affineer-vuren* gegeven heeft.

Fig. 9 en 10 stellen een zoodanigen oven voor in verticale en horizontale doorsnede. De haard *a* is eene langwerpige vierkante kast, die aan drie zijden ingesloten is door kastvormige holle ijzeren wanden, welke met stroomend water koel worden gehouden. De vierde zijwand *e*, door welke het gesmolten ijzer weggenomen wordt, is eene eenvoudige ijzeren plaat. De bodem of de zool van den haard is uit vet of kleiachtig zwaar zand zamengesteld. Aan ieder der langste zijden bevinden zich drie blaasopeningen, die niet regt, maar schuins tegenover elkander liggen; in deze zijn de pijpen aangebragt, zoo als in fig. 10 duidelijk is voorgesteld. De van binnen hol gegotene openingen of vormen kan men, met er koud

water door te laten loopen, bestendig koel houden; langs de twee kanaaltjes *e, e* wordt het noodige koud water naar den toestel aangevoerd, dat gedeeltelijk door de buizen *d, d* naar de vormen, en uit deze door de buizen *i, i* in den vergaderbak *k, k* en gedeeltelijk door andere niet in de figuur zichtbare buizen in de holle wanden vergadert, om ook uit deze in den vergaderbak *k, k* te geraken.

Om dezen oven te stoken, legt men eerst de noodige hoeveelheid coaks in den haard. Op deze brandstof worden de stukken gegoten ijzer, ongeveer ter zwaarte van 50 ponden, in zes lagen (pigs) kruisgewijze over elkander gelegd, zoodanig, dat het bovenvlak eenigermate eene holle of komvormige gedaante heeft. Na deze lagen ijzer met coaks bedekt te hebben, wordt het vuur aangestoken en het blaaswerk aan den gang gebracht, waarna het ijzer spoedig begint te smelten en zich op den bodem van den zandhaard verzamelt. De stoker moet bij dit werk er wel op letten, om telkens, naarmate de coaks verbranden, er nieuwe voor in plaats te brengen en van tijd tot tijd een nieuw stuk gegoten ijzer in het vuur te plaatsen, en wel tot zoo lang, dat er zich eene hoeveelheid van 2 tot 2½ tonnen in den oven bevindt. Intusschen mag het gesmolten ijzer niet opgebroken noch geroerd worden, zoo als bij het eigenlijke louteringswerk plaats heeft; de voornaamste zorg is, toe te zien, dat niet alleen de temperatuur op het bepaalde punt, maar ook het te smelten ijzer steeds in een vloeibaren staat blijft. Bij dezen arbeid is een zonderling verschijnsel op te merken, te weten, eene gelijkmatige en golvende beweging van de coaks, waarvan de oorzaak wordt toegeschreven aan den sterken luchtstroom uit den blaasroestel, of ook wel aan het uit het ijzer ontwikkelde kool-oxyde-gas. Wanneer nu na een tijdverloop van 2 tot 2½ uren al het ijzer gesmolten is, steekt men het tapgat door, waarna het ijzer benevens de slakken in een daaronder geplaatsten platten ijzeren vorm of mal vloeit, die 1,90 ellen lang, 1,45 ellen breed en 5 tot 6 duimen diep is. Deze vorm, welke van binnen met leempap bestreken is, wordt van onderen door frisch water koel gehouden.

Het doel van deze bewerking is tweeledig: 1. om het gegoten ijzer door omsmelting onder de werking der blaaslucht gedeeltelijk te ontcolen, en 2. om het plotselijk te verkoelen, waartoe men dadelijk bij de uitvloeiing van het ijzer op den kouden bodem water giet, om het zodoende van boven zoo spoedig doenlijk, koel te doen worden. Het fijn ijzer, op deze wijze verkregen, is zeer wit en op de breuk vezel- en straalachtig, somwijlen celvormig met vele kleine opblazingen of holten, even als dit bij den amandelsteen het geval is ¹⁾.

¹⁾ Wanneer in gesteenten of in gelijkvormige of fijnkorrelige

Het verlies of de afval bij het fijn ijzer maken bedraagt gemiddeld van 12 tot 17 procent; tot het verkrijgen van 1 ton (20 centenaars) ijzer, verbruikt men ongeveer 4 of 5 centenaars coaks. Het fijn ijzer wordt vervolgens in stukken verdeeld en aan den puddeloven overgegeven. In een gewoon affineer-vuur kan men dagelijks 10 tonnen ijzer bereiden, dus iets meer dan in den hoogoven; evenwel kunnen de werklieden, in den eerstgenoemden oven werkzaam, des zondags rusten, terwijl die bij een hoogoven onafgebroken moeten doorarbeiden zonder een rustdag te kunnen houden.

Eer wij verder gaan zullen wij eene beknopte beschrijving geven van den puddeloven, die in de figuren 11, 12 en 13 is afgebeeld.

Fig. 11 vertoont den opstand van zoodanigen oven; fig. 12 eene verticale en fig. 13 eene horizontale doorsnede over de lijn A B. In de beide laatste figuren beteekent *a* het stookgat, door hetwelk men de brandstof op den rooster *b* werpt, *c* de zoogenaamde met vuurvaste steenen gemetselde vuurbrug, *f* den haard, van onderen belegd met eene ijzeren plaat, die met zand of met fijne koolsintels overdekt is, *g* eene hoofdwerkplaats, welke door middel van eene aan een hefboom hangende valdeur kan afgesloten worden, *h* eene tweede werkplaats, insgelijks door eene valdeur sluitbaar, *i* den schoorsteen, hoog 12 tot 14 ellen, in wiens onderste gedeelte een kanaal *k* is aangebragt tot afvoer der slakken. Aan de achterzijde van den haard bevindt zich nog eene zoogenaamde tweede brug *n*, hoog 6 duimen, welke dient om in den schoorsteen het nedervallen van het halfvloei-bare ijzerdeeg te verhinderen; aan de overzijde van deze brug is de haard eenigermate hellende gemaakt, om het naar achteren afdrijven der slakken te bevorderen; om echter te beletten dat zij onder het afdrijven verstijven, heeft men het gewelf des ovens zoodanig ingerigt, dat de ovenvlam genoodzaakt wordt over deze slakken heen te strijken.

Om den haard, die uit zand is zamengesteld, de vereischte duurzaamheid te geven, heeft men holle (in de figuur niet zichtbare) ijzeren wanden aangebragt ter hoogte van de vuurbruggen, om zoolwel deze als de zijden, die insgelijks van holle wanden voorzien zijn, door een kouden luchtstroom koel te houden. Deze luchtstroom, welke door de openingen *o, o* binnen den oven trekt, verlaat dien bij de hooger gelegene gaten *r, r*. Ten einde den puddeloven de noodige stabiliteit te doen verkrijgen, wordt hij met uitzondering

massas grootere of kleinere ronde of eironde holten voorkomen, die met het eene of andere mineraal geheel of gedeeltelijk zijn gevuld, dan worden zij amandelsteenachtig genoemd, of met andere woorden: zij bezitten de amandelstructuur.

van den schoorsteen met ijzeren platen bekleed; en vermits het zand, hetwelk tot het vervaardigen van den haard gediend heeft, bij iedere stoking gedeeltelijk bederft en losraakt, zoo is het noodig om telkens, als er een nieuwe ijzerhoop in den haard gebragt wordt, er ook nieuw zand in te brengen.

Na al het hiervoren vermelde, zal het bijna overbodig zijn op te merken, dat de werkzaamheden, aan het puddelwerk verbonden, met de meeste zorg en oplettendheid moeten verrigt worden, daar men bij onachtzaamheid en verzuim geene goede uitkomsten verwachten mag.

De stoker werpt met behulp van eene schop het in stukken verdeelde fijn ijzer in den oven en stapelt het zooveel doenlijk kolomsgewijze op aan de beide zijden van den haard tot boven aan het gewelf. Hij draagt dus zorg om het midden des ovens vrij te laten en het ijzer zoo te plaatsen, dat de lucht en de vlam er van alle zijden door heen kunnen spelen. De valdeur in de werkplaats wordt nu nedergelaten, de noodige hoeveelheid steenkolen op den rooster geworpen en het stookgat er mede gedigt. Daarentegen wordt de klep op den schoorsteen opengemaakt, om den oven krachtig te doen branden. Na een tijdverloop van ongeveer 20 minuten wordt het ijzer witgloeiend en het begint aan de hoeken en kanten te smelten en op den haard af te druipen. De werkman opent nu het kleine deurtje in de valdeur en met behulp van een ijzeren haak draait en keert hij het ijzer, naar gelang van den verkregen graad van hitte, zoodanig heen en weder, dat het overal, zonder te smelten, in eene weeke, deegachtige massa overgaat. Om het smelten te verhoeden, moet men den hittegraad nu een weinig verminderen, tot welk einde de klep op den schoorsteen digtgemaakt, het vuur gedeeltelijk van den rooster genomen, en zoo noodig over het vloeibaar wordende ijzer een weinig water gesprengd wordt. Nu neemt het eigenlijke puddelwerk een aanvang. De ijzersmelter tracht het brij- of deegachtig ijzer over den haard uit te spreiden en het even als een brooddeeg dooreen te werken, zoodat telkens eene nieuwe oppervlakte aan de lucht wordt blootgesteld. Door ontwikkeling van het kooloxydegas begint het ijzer op te zwellen en bij het doorbreken kleine vlammetjes te vertoonen, zoodat de geheele ijzermassa in brand schijnt te staan. Naarmate het ijzer hierbij zijn koolgehalte verliest, neemt het ook in vloeibaarheid toe, hetgeen de ijzersmelters *drooger worden* noemen. — Terwijl deze ontwikkeling van kooloxydegas allengskens afneemt en eindelijk geheel ophoudt, wordt het ijzer aanhoudend gekeerd en dooreengewerkt, totdat het schijnbaar het voorkomen van een zandachtig poeder verkregen heeft. Zoodra dit punt bereikt is, moet het vuur sterker gestookt

ZIJNE SMELTING EN BEWERKING.

en de klep op den schoorsteen weder geopend worden, waarna het ijzer bij deze verhoogde temperatuur een taai en kleefachtig aanzien erlangt en tot een klomp zamensmelt. En hiermede is het geheele smelt- of puddelwerk, hetwelk de Duitschers *Schmelz-Process* noemen, afgelopen.

Vervolgens gaat men er toe over om de ijzermassa in klompen of ballen te verdeelen, waartoe van den geheelen hoop een klein klompje als kern wordt afgezonderd, dat, bestendig heen en weder gerold, zich eindelijk tot een grooten klomp vormt, die 25 tot 30 ponden en somtijds nog meer weegt. — Om dezen klomp nog weker te maken, wordt hij met eene vooraf heetgemaakte stang of roede naar het meest verhitte gedeelte van den haard in de nabijheid van de vuurbrug gebragt en aldaar met geweld zamengedrukt, ten einde de nog overgeblevene slakken er zooveel mogelijk uit te verwijderen. Wanneer na verloop van ongeveer 20 minuten al het ijzer tot ballen gemaakt is, sluit men ook de werkplaats, om zodoende den hoogstmogelijken hittegraad en de meeste verbinding van het ijzer te verkrijgen. — De ballen worden nu achtereenvolgens de een na den ander met eene groote tang uit den oven getrokken en zoo spoedig doenlijk, voor de uitsmeding (zängen), onder den hamer of pers of somtijds ook wel tusschen rollen of cylindrs (Walzwerke) gebragt.

Het puddelwerk, te rekenen van het begin tot aan het einde, duurt ongeveer 2 tot 2½ uren, welk tijdverloop ongeveer op de volgende wijze wordt verdeeld:

a. Om het fijn ijzer te verhitten en tot den graad van smelting te brengen.....	15 minuten
b. Voor het puddelen en omwerken van het ijzer, totdat het schijnbaar een zandachtig aanzien verkregen heeft.....	60 tot 90 "
c. Voor het in den toestand laten van het ijzerdeeg, zooals bij b is vermeld.....	30 "
d. Voor het maken der ballen	20 "

De lading fijn ijzer in een puddeloven bedraagt doorgaans 3½ tot 4 centenaars. Deze massa levert, zooals van zelf spreekt, nog altijd eenigen afval op, waarvan de hoeveelheid grootendeels afhangt van de meerdere of mindere geschiktheid van den werkman, die met de leiding van dezen arbeid belast is. Bij eene goede behandeling en in gewone omstandigheden kan men dit verlies op 8 tot 10 procent stellen, maar het vermeerdert, wanneer er veel ijzer oxydeert en in slakken overgaat, of wel indien aanvankelijk het ijzer vloeibaar wordt en dien ten gevolge in het zand- of slakkenbed van den haard wegduipt.

Tot het puddelen van een ton ijzer heeft men eene gelijke hoeveelheid steenkolen noodig. En om het ijzer, dat een hoogoven oplevert, behoorlijk te bearbeiten, worden vijf gewone puddelovens vereischt.

's Zaturdag-avonds, als het puddelen is afgeloopen, moet men den zand- of slakkenhaard nog eens krachtig opstoken, ten einde de daarin overgeblevene slakken vloeibaar te maken en door het slak-kengat te doen afloopen. Deze haard moet overigens 's maandags vroegtijdig, ongeveer 12 uren vóór het puddelwerk een aanvang neemt, gestookt worden.

Alvorens dit hoofdstuk te eindigen, zullen wij nog eene beschrijving van een puddeloven geven, welke door middel van hoogoven-gas gestookt wordt.

Fig. 14 stelt ons de verticale doorsnede voor van zoodanigen oven, waarin *a* de werkplaats verbeeldt, die in alle opzichten gelijkvormig is met die van een gewonen puddeloven, behalve dat in plaats van den rooster een toestel is aangebragt, met wiens hulp de verhitte dampkringslucht door eene menigte kleine pijpen of buisjes te gelijk met het hoogovengas, en aan dezelfde zijde, in den oven dringt. Het verhitten van de lucht, die door een blaasbalg wordt aangebragt, geschiedt door een stel slangvormige buizen *e, e, e* welke men in de schetsteekening enkel in doorsnede kan zien. Deze worden verwarmd door de hitte van den oven, die anders toch verloren zou gaan. Door de pijp *d, d* komt de warmte in het stel buizen *e*. Dit stel gelijkt op een traliewerk, dat zich in hellenden stand over de geheele oppervlakte van het vuur uitstrekt en een groot aantal kleinere uitstroombuizen bevat, zooals in den platten grond *A* zichtbaar is. Het hoogovengas geraakt aan deze zijde onder den pijpentoestel in den oven, stroomt door ringvormige openingen om de pijpen, en gaat hier, met den heeten luchtstroom vermengd, tot ontbranding over, zoodat eene zeer heete vlam ontstaat, die, zooals de ondervinding leert, toereikende is om het ijzer te puddelen. Wanneer somwijlen kleine uitbarstingen plaats grijpen, opent men de naar buiten openslaande klep *n*, die gemeenschap heeft met het kanaaltje *o*.

Het puddelen met hoogovengas gaat evenwel van vele bezwaren vergezeld, en het is daarenboven in de uitkomsten zeer onzeker, zoodat daarvan doorgaans geen gebruik wordt gemaakt. Wij hebben intusschen gemeend, zoowel hier als elders, van dit gas melding te moeten maken, aangezien er mogelijkheid bestaat, dat men er op deze of gene wijze beter partij van kan trekken.

V.

HET BEWERKEN VAN HET IJZER.

De eerste bewerking, welke het gepuddelde ijzer ondergaat, is het uitsmeden (zängen), waardoor men tevens de nog overgeblevene vloeibare slakken er zoekt uit te persen en de stukken ijzer onderling door felle gloeiing te vereenigen. Deze arbeid wordt op verschillende manieren verrigt: nu eens door een zwaren hamer of ook wel door middel van eene pers, en dan weder door een stoomhamer, welke laatste evenwel minder in gebruik is.

De ijzeren hamer voor gepuddeld ijzer onderscheidt zich van dien, welke vroeger beschreven is, door zijn grooter gewigt en door de sterkere zamenstelling der afzonderlijke deelen.

Fig. 15 vertoont ons een zoogenaamden hoofdhamer (Stirnhammer), waarbij het aangrijpingspunt tot opheffing vóór den kop des hamers ligt; *a* is de steel of de hefboom, aan wiens vooreinde de hamer *b* ingelaten is. Deze twee stukken wegen gezamenlijk ongeveer 60 tot 80 centenaars; *c, c, c* zijn de duimen, aan eene zware rol vastgesmeed, om welke een rad *f* is aangebragt, hetwelk door water of liever door een stoomwerktuig in beweging gebragt en gehouden wordt; *e* is het aanbeeld, *g* het draaipunt, dat ondersteund wordt door een op veren rustenden ligger.

Fig. 16 stelt voor een hefhamer (Aufwerphammer), die van den voorgaanden alleen daarin verschilt, dat het aangrijpingspunt gelegen is tusschen den kop van den hamer en het draaipunt, of wel dat dit punt nader bij den eerste dan bij het tweede gelegen is. Het opligten of opheffen van den voet *d* van den hamer wordt bewerkstelligd door drie op het rad uitmiddelpuntige duimen, die in de figuur gedeeltelijk door gestippelde punten zijn aangeduid. — Uit deze constructie volgt, dat de beweging van dezen hamer zeer zacht en regelmatig is, en hij in dit opzigt de voorkeur verdient boven den hoofdhamer, wiens beweging met horten en stooten gepaard gaat, hetwelk bij het groote gewigt des hamers eene nadeelige schudding veroorzaakt.

De ijzerpers (Squeezer), fig. 17, is daarin van den hamer onderscheiden, dat zij de slakken niet door hamerslagen uit het ijzer verwijdert, maar door drukking. — Deze handelwijze heeft boven den hamer het voordeel, dat de slakken, die in het ijzer verborgen zijn, gemakkelijker door persen dan door hameren naar buiten gedreven worden.

De pers bestaat uit een tweearmigen zeer zwaren hefboom, die bij het draaipunt *a* zich in een sterk gestel beweegt. In de figuur

is slechts de achterste helft zichtbaar, zoodat men zich de andere helft als eene dergelijke moet voorstellen. De arm *b* van den hefboom wordt door eene stang *d* en een handvat *c* heen en weder bewogen, zoodat de arm *e* eene op en nedergaande beweging verkrijgt. Deze arm is van onderen bij *g* met eene breede plaat belegd: tusschen deze en eene andere, die onder het gestel van het aanbeeld geplaatst is, wordt het ijzer ter bewerking gebragt. De achterste arm *n*, die bestemd is om meer steun en vastheid aan den gang van het werk te geven of liever om de trilling te verminderen, beweegt zich aan het einde binnen de sleuven of geleiders *k*.

Reeds vroeger spraken wij van de rol- of cylinderwerken (Walzwerke), die, nu omstreeks 40 jaren geleden, eene geheele omwenteling in de ijzerfabricatie hebben te weeg gebragt. Moest men voorheen het ijzer onderscheidene malen verhitten en onder den hamer brengen om het eene bepaalde gedaante te geven, thans wordt deze arbeid in weinige seconden verrigt.

Men kan de cylinderwerken gevoegelijk in drie klassen verdeelen: 1^o. de smeedrollen (Zängenwalzen), 2^o. de voorbereidings-rollen (Präparirwalzen) en 3^o. de rekrollen (Reckwalzen). De eerste dient om het door den hamer of de pers aangevangen werk, namelijk het uitdrijven der slakken, te vervolgen. De tweede, die, wat het gebruik betreft, met de voorgaande overeenstemt, dient alleen om het verfijnde ijzer verder te verdunnen of uit te rekken, terwijl de derde bestemd is tot het zamen-wellen van het in stukken verdeeld ijzer, hetwelk, in bundels bijeengevoegd, eerst in een bijzonderen vlam- of weloven (Schweiszofen) tot witte gloeihitte is gebragt.

Er bestaan onderscheidene soorten van rekrollen, wier vorm en grootte afhangen van de gedaante en de afmetingen der staven, die men verlangt. De dikte van deze varieert tusschen de 50 en 5 strepen in vierkante doorsnede.

Onder elk cylinderwerk bevindt zich een gemetselde put, voorzien van een stevig fundament, ten einde bestand te zijn tegen het gewigt van het zware cylinderwerk en het daaronder gelegen gestel. Om aan de geweldige schuddingen van dit cylinderwerk den grootst mogelijken wederstand te kunnen bieden, heeft men in sommige ijzerwerken in plaats van een gemetselden put een ijzeren aangebragt, waarop het cylinderwerk met stevige schroefbouten is bevestigd.

Tijdens de werkzaamheden worden de cylinders koel gehouden door een toevoer van koud water, hetwelk, langs den toestel stroomende, elders een uitweg vindt.

Een cylinder-toestel benevens de tappen is gewoonlijk 2,20 ellen

lang, 1,60 ellen breed en ongeveer 5 palmen dik of zwaar, bij een gewicht van 4 tot 4½ tonnen. In de rollen of cylindrs zijn ringvormige groeven of canneluren gemaakt, doorgaans vijf of zeven of meer, die in doorsnede eene half elliptische gedaante hebben, bij eene verschillende breedte en diepte. Zij nemen van de grootste tot de kleinste regelmatig af in eene bepaalde verhouding. De canneluren in de bovenrol komen met die in de onderrol naauwkeurig overeen, zoo als in figuur 18 duidelijk zichtbaar is.

Daar de kleine as van eene zoodanige ellips altijd gelijk is aan de groote as van de naastvolgende kleinere ellips, zoo is het een vereischte, om de staven, als zij uit de eene groef of cannelure te voorschijn komen en in de naastliggende kleinere overgaan, telkens regthoekig te wenden, en ze zoodoende al dunner en dunner te doen worden. Deze smeedrollen worden somtijds ook gebezigd als voorbereidingsrollen, in welk geval er naast de elliptische groeven regthoekige groeven zijn aangebragt, zoo als in figuur 18 zichtbaar is. Ten einde de ijzeren staven gemakkelijk door de canneluren heen te voeren, zijn ze van binnen ruw bekapt, hetwelk voor het vastpakken der staven bevorderlijk is.

Juist ter hoogte, waar de staven door de rollen passeren, zijn aan weërszijde van den cylinder-toestel ijzeren platen aangebragt, die op belegsels van hetzelfde metaal rusten. Deze platen dienen niet alleen om de staven, als zij tusschen de rollen doorloopen, te ondersteunen, maar ook om de afgevallene brokken van het slecht zamengeweld ijzer op te vangen. In stede van deze platen maakt men somtijds ook wel gebruik van sterke, aan kettingen hangende haken.

De staven, als zij door de ovaalvormige canneluren geschoven zijn, komen in dikke onregelmatige stukken van eene vierhoekige gedaante te voorschijn, die onverwijld en dus nog in rood gloeienden toestand tusschen de prepareerrollen doorgaan en alzoo tot staven (mill-bars) van ongeveer 10 duimen breedte en 1½ duimen dikte uitgeplet worden. Hiermede is de eerste bewerking afgeloopen. Het ligt in den aard der zaak, dat al deze werkzaamheden met de meeste snelheid worden verrigt; de rollen maken in ééne minuut van 50 tot 60 omwentelingen, zoodat eene staaf van 1 el lang in minder dan 1 seconde door de rollen gaat. Naarmate de staaf dunner en langer wordt, blijft zij, zoo als trouwens van zelf spreekt, langer tijd tusschen de rollen, doch bij eene gewone lengte van vijf ellen in geen geval langer dan 4 seconden. — Zoodra eene aan de regter zijde tusschen de rollen ingestokene staaf aan de linker zijde te voorschijn treedt, wordt zij door eenige werklieden met tangen aangegrepen en dadelijk over de bovenste rol heenge-

HET IJZER,

voerd en aan andere werklieden, die aan de regterzijde staan, overgeeven. Deze trekken de staaf terug en brengen haar andermaal tusschen de rollen. Dit werk moet met zooveel spoed en zoo weinig tijdverlies verrigt worden, dat het ijzer, na voor de laatste keer door de voorbereidingsrollen heengegleden te zijn, zich nog in sterk roodgloeienden toestand bevindt.

Het op deze wijze geplette ijzer (N^o. 1 genaamd) bezit inwendig weinig zamenhang en bevat overigens nog te veel slakken, die, door eene herhaalde gloeiing en uitpletting, er uit moeten verdreven worden; om voor technische aanwending geschikt te wezen. Om dit te verrigten worden de staven, nadat ze koud geworden zijn, met eene zeer groote, door stoom gedrevene schaar in stukken gesneden ter lengte van 60 duimen tot 1 el. Van deze voegt men 5 of 6 stukken bij elkander, die met een ijzeren bandje omgeven, in een vlam- of wel-oven tot wit gloeijen gebragt en daarna tusschen de rollen uitgeplet worden. Dit ijzer (N^o. 2 genaamd), ofschoon veel deugdzamer dan N^o. 1, is echter nog ongeschikt om in den handel gebragt of voor grof werk verarbeid te worden, zoodat het andermaal in stukken gesneden en uitgeplet wordt. Na deze bewerking is dit ijzer, dat men N^o. 3 noemt, zoo zuiver en deugdzzaam geworden, dat het voor den handel geschikt en voor technisch gebruik aanwendbaar is. Soms wordt zoodanige bewerking nog eens herhaald, doch zeer zeldzaam, zoodat men weinig ijzer van N^o. 4 en 5 aantreft.

Fig. 18 vertoont ons een cylindertoestel, waarop de rek- en voorbereidingsrollen voorkomen. De eerste zien wij bij *a*, de tweede bij *b*. *c, c* zijn zware door dwarsleggers *d, d* verbondene staanders, tusschen welke zich 'de rollen bewegen. De tappen van de onderste rol loopen in vaste openingen, terwijl die van de bovenste rol beweegbaar zijn door middel van eene in de moeren *e, e* passende schroef *h, h*. Men kan dus de openingen tusschen de rollen naar welgevallen grooter en kleiner maken, om zodoende naar verkiezing ijzer van eene bepaalde dikte te verkrijgen. *k, k* zijn de uiteinden der tappen van de rollen, *i, i* de koppelhulsen, *l, l* houten, met lederen riemen vastgemaakte staven om de koppelhulsen van een te houden; *m* is de hoofdrol, welke bewogen wordt door een kamrad *n, o* de rol om den toestel naar welgevallen te doen stilstaan. De aan de onderste rollen van de hoofdrol medegedeelde beweging wordt door middel van twee kamraden *r, r* op de bovenste rollen overgebragt. — Zoo als van zelf spreekt, is de afstand tusschen de boven- en benedenrol beperkt, daar bij een te grooten afstand de radorkammen niet meer zouden vatten of elkander misloopen. De rustplaten *s, s* onder de staanders zijn met schroefhouten op de

houten of ijzeren dwarsleggers t, t bevestigd; u is eene houten kraan, die door middel van koperen buizen v, v water geeft tot het bestendig koel houden der tappen.

De inrigting van den cylinder-toestel, waarop de laatste pletting verrigt wordt, verschilt alleen in de afmetingen van den voorbereidings-toestel. Van den eerste is de rol overkruis ruim 30 duimen dik en zonder de tappen te rekenen ongeveer 1 el lang. De canneluren zijn, naar gelang van de doorsnede der begeerde staven, rond, driekantig of regthoekig. De driekantige canneluren, die bij het uitrekken vierkante staven geven, hebben den vorm van een gelijkbeenigen driehoek, zoodat twee aaneengrenzende canneluren niet veel van een vierkant afwijken, welks diagonaal te lood staat. Wanneer de staven achtereenvolgens door andere al kleiner en kleiner wordende canneluren moeten passeren, moet de verdunning zoodanig plaats hebben, dat de grootste diagonaal van de naastvolgende met de kleinste van de voorgaande cannelure overeenstemt, waartoe de stangen bij het inbrengen in de naastliggende cannelure om een regten hoek gewend worden. In plaats van deze handelwijze schuift men somtijds de stangen ook wel afwisselend door driehoekige en regthoekige canneluren. Wat het regelmatig kleiner worden der canneluren betreft, kan men in het algemeen aannemen, dat zij afnemen in de verhouding van 16 : 11.

Uit het bovenstaande blijkt alzoo, dat men met behulp van deze cylinder-toestellen alle soort van handel-ijzer kan vervaardigen en wel met eene snelheid en naauwkeurigheid, waarvan men zich in vroegere dagen geen denkbeeld kon maken. Van bijzonder belang zijn deze toestellen bij de fabricatie der benoodigheden voor ijzeren spoorwegen, welke bezwaarlijk op eene andere wijze als deze zouden kunnen vervaardigd worden. Natuurlijk moeten voor het bewerken van zulke zware stukken ijzer de pakken of bundels zeer groot zijn, hetwelk nog al bezwaar heeft, zoodat de assen voor locomotieven niet geplet, maar doorgaans onder den stoomhamer bewerkt worden. Aan alle deze voordeelen paren zich ook nadeelen, onder welke het voornaamste is, dat het ijzer bij het uitrekken niet overal eene gelijkmatige vastheid of digtheid verkrijgt, hetwelk vooral het geval is bij het gepuddelde ijzer, dat meerendeels tusschen cylinders bewerkt wordt. Toen wij vroeger over het puddelwerk spraken, hebben wij gezegd, dat het ijzer, na schijnbaar in een zandachtig poeder veranderd en in ballen bijeen gebracht te zijn, geplet wordt. En alhoewel bij dezen arbeid de slakken grootendeels uit het ijzer verdreven worden, zoo blijven er desniettemin nog altijd eenige achter, welke eene volledige verbinding der afzonderlijke gedeelten door witte gloeihitte verhinderen,

en daar nu deze gedeelten in de lengte worden uitgerekt en eenigzins in getrokken draad veranderen, zoo is de toestand van het geheel gelijk aan een bundel vezelen, die zijwaarts slechts gebrekkig vereenigd zijn, even als het bekende balein. Overlangs bezit derhalve het gepuddelde of geplette ijzer eene aanmerkelijke vastheid en taatheid, maar zijn zijdelingsche samenhang is daarentegen gebrekkig. Om die reden kan het blik, dat uit zoodanig ijzer vervaardigd wordt, in de bewerking niet deugdzaam wezen. Dit gebrek bestaat in veel geringere mate bij het ijzer, dat volgens de Duitsche wijze van frisschen verkregen en onder den hamer uitgesmeed is, waardoor de reden duidelijk wordt, waarom men aan dit ijzer in sommige opzigten de voorkeur geeft. Eene menigte elkander onmiddellijk opvolgende hamerslagen geeft aan de inwendige deelen van het ijzer veel meer kracht van samenhang dan het pletten, waarbij het in zoo korten tijd tusschen twee rollen doorloopt.

Behalve het gewone staafijzer komen in den handel voor bijzonder gebruik nog onderscheidene soorten voor, zoo als bandijzer van 2 tot 5 duimen breedte en van 2 tot 4 strepen dikte, hetwelk, geplet zijnde, het zoogenaamde krul- of staafjesijzer oplevert, dat voor spijkerfabricatie bestemd is en onder een staarhamer vervaardigd wordt, — voorts ijzer in allerlei vormen, die in doorsnede gedeeltelijk rond, gedeeltelijk half rond, gedeeltelijk kruisvormig (voor raamroeden) zijn of in andere gedaanten en afmetingen voorkomen, welke door pletwerkstuigen, die hiertoe geschikt zijn, worden voortgebracht.

Tot het verkrijgen van bovenvermelde zeer dunne vierkante staafjes of reepjes voor spijkerfabricatie bedient men zich van een zoogenaamd snijwerktuig, zoo als in fig. 19 is afgebeeld. Het bestaat uit twee ijzeren assen, ieder voorzien van eene metalen schijf; in de eene schijf bevinden zich bij afwisseling grootere en kleinere sleuven en in de andere schijf desgelijks eene rij grootere en kleinere tanden, die over en weder in elkander passen. Nadat deze assen in beweging zijn gebracht, wordt eene uitgeplette ijzerplaat aan de eene zijde er voorgchouden of ingeschoven, die na de rollen gepasseerd te hebben, in reepjes verdeeld weder aan de andere zijde te voorschijn treedt.

Terwijl wij in de voorgaande bladzijden hier en daar in algemeene trekken de behandeling van het ijzer zoo in heeten als in kouden toestand hebben geschetst, zoo zullen wij, alvorens dit hoofdstuk te besluiten, nog eenige regelen wijden aan de *staalbereiding*, aan het *smeden*, *wellen*, *verstalen*, *solderen*, *harden van staal en ijzer*, aan de *blikbereiding* en het *draadtrekken*.

ZIJNE SMELTING EN BEWERKING.

Het *staal* is eene bijzondere soort van ijzer; het is in zijn zuiversten toestand niets anders, dan smedig ijzer met eene zekere hoeveelheid koolstof verbonden. In het ruw ijzer bedraagt het koolstof-gehalte 3 tot 5 procent, in het staal $\frac{2}{3}$ tot $2\frac{1}{2}$ procent, in het smeedijzer hoogstens $\frac{1}{2}$ tot $\frac{3}{5}$ procent en somtijds nog minder. Daar nu zelfs het beste staafijzer eene kleine hoeveelheid koolstof, het gietijzer daarentegen het maximum van koolstof in zijne vermenging bevat en over het geheel het ijzer zich in menigvuldige verhoudingen met de koolstof laat verbinden, zoo volgt daaruit dat het staal ten opzichte van zijn koolstof-gehalte wel tusschen het staafijzer en gietijzer ligt, maar dat er nochtans even zooveel soorten van staal kunnen bestaan, als hier verbindingen met de koolstof mogelijk zijn, zonder nog van de wijzigingen door inmenging van andere stoffen te spreken. Daar nu in het ruwe ijzer meer — en in het staafijzer minder koolstof met het ijzer is verbonden, dan tot de staalvorming vereischt wordt, zoo spruiten daaruit twee handelwijzen voort om het staal voort te brengen. Deze zijn vooreerst, door uit het ruw ijzer het overvloedig gehalte van koolstof te verdrijven en slechts zooveel met het ijzer in verbinding te laten, als tot het staal wordt vereischt; en ten anderen, door het staafijzer met de tot staalvorming gevorderde massa koolstof te vereenigen. Wordt het staal onmiddellijk uit het ruw ijzer onder aanwending van een bijzonder frisch- of louteringswerk door gedeeltelijke ontkoling voortgebracht, dan noemt men het *smeltstaal*, *ruwstaal*, *natuurlijk staal*, ook wel *Duitsch staal*. Wordt daarentegen het staal uit het staafijzer door bijvoeging van de gevorderde koolstof geboren, zoo noemt men het *cementstaal*, *brand- of blaarstaal*. En wordt eene dezer beide staalsoorten bij een hevig vuur in goed geslotene kroesen gesmolten en in vormen gegoten, dan ontstaat het zoogenaamde *gietstaal*.

Het vervaardigen van *smeltstaal* uit het ruw ijzer geschiedt op dezelfde wijze als de verandering van ruw ijzer in staafijzer. Men laat het ruw ijzer in een louteringsoven of frischhaard bij matigen aanvoer van lucht smelten en een gedeelte van de koolstof door de toestroomende lucht verbranden. Het onderscheid tusschen de bereiding van smeltstaal en die van staafijzer bestaat hoofdzakelijk daarin, dat men bij het staafijzer zooveel mogelijk al het koolstof-gehalte, bij het smeltstaal *slechts een gedeelte* daarvan zoekt uit te drijven. Daar het echter moeilijk is, te zorgen dat juist de noodige hoeveelheid koolstof met het ijzer verbonden blijve, als ook dat het gesmolten ijzer in al zijne deelen gemakkelijk door de inwerking der lucht van de overtollige koolstof bevrijd worde, zoo is het product, dat men langs dezen weg verkrijgt, doorgaans in zijne

massa van zeer uiteenloopende deugdelijkheid. Om eene meer gelijkmatige massa te bekomen, wordt eene verdere bearbeiding vereischt die men het *affinieren*, *louteren* of *zuiveren* van het staal noemt. De in het staalvuur verkregene staalklumpen worden in onderscheidene stukken gekapt, die men dan tot staven uitsmeedt. Deze staven worden daarop in een gewoon smidsvuur verhit en tot $2\frac{1}{2}$ tot 5 duimen breede en 1 duim dikke staven gehamerd, in het water afgekoeld en aan stukken geslagen. Van de dus verkregene stukken worden de ijzeraderige uitgezonderd, de goedgekeurde met zekere hoeveelheden bijeengevoegd, aan eene sterke witte gloeihitte blootgesteld en dan uitgesmeed. Moet nu het staal door eene tweede derde of vierde affinering of loutering nog meer gezuiverd worden, dan wordt ook de pas vermelde werkmanier op gelijke wijze ten tweede-, ten derde- en vierdemale herhaald; de staven, telken reize door het voorafgaande affinieren verkregen, worden weder uitgerekt, afgekoeld, stuk geslagen en weer aaneen gesmolten. Hoe vaker het staal deze bewerking ondergaat, zoo gelijksoortiger wordt het, maar te gelijk neemt het ook bij elke bewerking in weekheid toe, dewijl bij elke loutering steeds een deel koolstof verbrandt, zoodat het zelfs mogelijk is, dat men door herhaald affinieren het staal in gewoon staafijzer verandert. Het dus behandelde staal heet ook *geaffineerd staal*.

De bereiding van het *cement*-, *brand*- of *blaarstaal* berust op de eigenschap, dat staafijzer koolstof opneemt, wanneer het in eene beslotene ruimte met koolstof-houdende zelfstandigheden, b.v. zwart gebrande beenderen, ossenpooten, hoornstukken, lederafval, vijlsel, en draaikrullen van ruw ijzer enz. een behoorlijken tijd wordt gloeid. In een bijzonderen oven, die een grooten haard, een gesloten gewelf met een vuurrooster heeft, bevinden zich langwerpige uit vuurvaste stoffen gemaakte kisten, die met smeedijzerstangen en koolpoeder dermate zijn gevuld, dat de 2 tot 5 duimen dikke stangen van alle zijden door koolpoeder omringd zijn, terwijl zij bovendien door opliggende zandlagen tegen de werking der lucht worden beschut. De oven wordt in den begiinne zeer matig dan allengskens sterker verhit, tot ten laatste de ingezette kisten in eene hevige gloeihitte geraken, waarin zij van 8 tot 12 dagen gehouden worden, zoo lang namelijk, tot dat eene uitgehaalde probeerstang aantoont, dat zij door en door gecementeerd is, of zooveel koolstof heeft aangenomen, als gevorderd wordt om de geheele ijzermassa tot in het inwendige in staal te veranderen. Hierbij komt zeer veel aan op den vereischen graad van hitte: want is het vuur niet levendig genoeg of te kort van duur, dan worden de ijzerstangen niet goed gecementeerd; werkt het vuur daarentegen te hevig en aan-

houdend, dan nemen zij te veel koolstof op, het staal wordt breekbaar en onzamenhangend en kan zelfs zoo zeer met koolstof overladen worden, dat het aanvankelijk gevormde staal in ruw ijzer overgaat.

De behoorlijk gecementeerde stangen, die men *cement-, brand- of blaarstaal* noemt, omdat hare oppervlakte dikwijls met kleine blaren zijn bedekt, zijn in den toestand, waarin zij uit den oven komen, nog hard en broos, en worden eerst smediger door de behandeling onder den hamer. Ook is het staal aan zijne oppervlakte harder, dan van binnen, omdat daar eene grootere hoeveelheid koolstof met het ijzer in verbinding is. Daarom is het noodzakelijk dit staal insgelijks te louteren of te affineren, zoo men eene gelijksoortige massa bekomen wil. Nogtans moet deze affinering met behoedzaamheid en niet zoo dikwijls als bij het smeltmetaal geschieden, omdat de koolstof in het cementstaal niet zoo innig en in zoo ruime hoeveelheid met het ijzer is verbonden, als in het smeltmetaal.

Het *gietstaal* is niets anders, dan gewoon staal, dat bij eene hooge, toereikende temperatuur, buiten gemeenschap met de dampkringslucht, gesmolten en dan in eenen vorm gegoten is. Het gewone staal, het moge dan smeltstaal of cementstaal zijn, is nimmer in al zijne deelen gelijkaardig; het is enkel door het omsmelten, dat alle deelen evenmatig door de gansche massa verdeeld worden en dat wel te beter, hoe volkomener het vloeijen der massa plaats heeft. Bij de bereiding van het gietstaal komt het er inzonderheid op aan dat de stukken cement of smeltstaal, die men daartoe heeft gekozen, gedurende het smelten zoodanig bezorgd worden, dat er evenmin koolstof aan ontnomen als toegevoegd kan worden. Men verrigt de smelting in kroezen, in welke men de stukken laagsgewijs plaatst en er loodvrij glas overheen legt. Na deze kroezen met eene bedekking voorzien en in de hitte geplaatst te hebben, verkrijgt de oppervlakte een glasachtig overtreksel, hetwelk het staal tegen het toetreden der lucht beschut. Dit buitensluiten der lucht is noodzakelijk, daar anders de oppervlakte van het staal zou verbranden en overdekt worden met ijzerslakken, die aan het inwendige staal weder koolstof zouden ontnemen en zijne deugdzaamheid verminderen. Bij de smelting gebruikt men coaks, die, in stukken ter grootte van een ei geslagen, rondom den kroes in den oven worden gelegd in zoo groote hoeveelheid als voor dit geheele smeltwerk noodig is. De smelting duurt 3 tot 4 uren; heeft zij dan volkomen plaats gehad, dan wordt de kroes met eene tang uit den oven geligt, het deksel er afgenomen en het vloeijende staal in vormen van gietijzer gegoten, waarbij het vonken afwerpt, even als het in zuurstof verbrandend staal. De gietstukken, op deze wijze verkregen, worden

op de gewone wijze roodgloeiend uitgehamerd of tusschen rollen geplet.

Het gietstaal is in zijn weefsel zeer gelijkvormig, fijnkorrelig op de breuk, en neemt ten gevolge van deze gelijkvormigheid eene zeer volkomene polijsting aan. Wordt het verhit, dan worden al zijne deelen evenzeer van warmtestof doortrokken; daarom wordt het ook bij de afkoeling, die op de verhitting volgt, gelijkmatig van aard en is in dit opzigt het beste staal. Het wordt op menigvuldige wijzen technisch aangewend, en dit zou nog in ruimere mate geschieden, indien het zich zonder te veel verlies en moeite met het ijzer liet zamenwellen; doch er is veel gietstaal, dat niet dan zeer moeilijk en soms in het geheel niet te wellen is, en dit hangt niet enkel af van de hoeveelheid der daarin vervatte koolstof, maar ook van de bij het smelten aangewende hitte, door welke afwijkingen in de wijze van verbinding der koolstof met het ijzer schijnen te ontstaan. Men onderscheidt daarom welbaar en onwelbaar gietstaal.

Kenmerken van het staal. De drie vermelde staalsoorten zijn allezins van elkander onderscheiden. Het smeltstaal is op de breuk grover van korrel en donkerder van kleur dan het cementstaal. Het eerste laat zich gemakkelijk smeden en wellen en behoudt daarbij zijne staalnatuur, terwijl het cementstaal na elke welling weeker wordt en meer en meer van zijnen staalaard verliest. Het gietstaal is veel fijner en zuiverder dan die beide staalsoorten; het heeft noch scheuren noch kuiltjes, is in zijn weefsel zeer gelijkaardig en fijn en effen van korrel op de breuk; het laat zich wegens deze gelijkaardigheid zeer volkomen polijsten; wordt het verhit, dan deelt zich de warmte evenmatig aan al zijne deelen mede, en deze worden bij de daarop volgende afkoeling evenzeer gehard. Daar zijn smeltpunt lager is dan dat der beide andere staalsoorten, heeft het tot de harding en ontgloeiing (ontlating) voor geringer graden van hardheid eene minder groote hitte noodig.

De vele afwijkingen in de inwendige gesteldheid van het staal maken het soms moeilijk om het op het oog van het ijzer te onderscheiden, te meer dewijl er van het zuiverste, bijna koolstofvrije ijzer af tot aan het meest koolstofrijke gietijzer (tusschen welke beiden het staal te dien opzichte het midden houdt) eene groote reeks van verbindingen met opklimmend gehalte aan koolstof en daarvan afhankelijke andere eigenschappen plaats vindt. In dit geval heeft men twee zekere kenteekenen, door welke men bepaald kan weten of het te beoordeelen materiaal, ijzer of staal is. Men maakt namelijk het te beproeven stuk roodgloeiend en koelt het snel in zuiver koud water af; wanneer nu daardoor een aanzienlijke graad van hardheid is voortgebracht, zoodat eene goede vijl het niet mer-

kelijk aandoet, dan is het staal; — is het daarentegen in zijne hardheid schier onveranderd gebleven, zoodat men het vijlen of met den hamer indrukken kan, dan is het ijzer. Deze bewerking van het verhitten en afkoelen noemt men het harden van het staal, en volkomen goed staal moet daardoor zoo hard worden, dat de beste vijl het niet kan aandoen. In geval het te beproeven stuk niet verhit mag worden, dan laat men eenige droppels sterk water (salpeterzuur met water verdund) op eene schoongemaakte plek vallen; men laat het er omtrent ééne minuut op en spoelt het met schoon water af; de daardoor ontstane vlek is verschillend van kleur naar gelang van het voorhandene koolstof-gehalte: op smeedijzer namelijk is zij helder grijs, op staal donker grijs, op ruw ijzer bijna zwart.

Ofschoon nu door middel van de genoemde handgrepen bepaald kan worden, of een betwijfeld stuk uit ijzer of staal bestaat, zoo geven zij toch in geen en deele de deugdelijkheid van het staal te kennen. Om deze te onderzoeken, heeft men nog de volgende algemeene kenmerken: zuiver staal heeft eene gelijkvormige korrel van matgrijze kleur, en hoe fijner de korrel op de breuk en in de kleur is, zoo beter is het. Bij het smeden mag het geene scheuren noch bersten krijgen; heeft dit plaats, dan is het een teeken, dat er vreemdsoortige stoffen onder vermengd zijn. Hoe geringer mate van hitte een stuk staal behoeft, om na de afkoeling zeer hard te worden zoo beter is het. De harding moet daaraan over het geheele oppervlak, zoo ver het in het water wordt gedompeld, eene gelijkmatige hardheid geven; — heeft het zachte plaatsen, dan is het ijzerachtig.

Welk voortreffelijk staal men ook door de enkele verbinding van het ijzer met de koolstof verkrijgt, zoo kan het echter voor menig technisch gebruik nog verbeterd worden door vermenging met zeer geringe hoeveelheden van andere metalen, inzonderheid van zilver, platina, nickel, koper, silicium, aluminium. Het gewone gietstaal neemt toe in bruikbaarheid voor fijne snijgereedschappen (b.v. scheermessen), wanneer men het met een weinigje zilver, omtrent $\frac{1}{500}$, zamensmelt. Een dergelijken gunstigen invloed heeft een gering toevoegsel van nickel of platina.

Eene soort van bijzonder goed geel staal, dat in Zwitserland vervaardigd wordt, bevat koper. Het beroemde Indische staal, dat den naam *woots* draagt, heeft zijne schoone eigenschappen te danken aan een toevoegsel van eenig aluminium en silicium. Ook het allieersel van het staal met 1 tot $1\frac{1}{2}$ procent chromium is harder en smediger dan het gewone gietstaal. Nog verkrijgt men een schoon, gelijkvormig staal, wanneer men goed zuiver staafijzer bij zeer hooge temperatuur aan eenen stroom koolwaterstof blootstelt, welke laatste

de koolstof aan het ijzer afgeeft, dat daarvan wordt doordrongen, terwijl het koolvrije waterstofgas ontwijkt. Het zoogenaamde damascenerstaal is een volgens bepaalde manier toebereid mengsel van innig met elkander zaamgewelde staal- en ijzerdeelen, waarin door eene doelmatige afkoeling na het smelten eene kristallisatie van twee afzonderlijke vaste verbindingen van ijzer en koolstof heeft plaats gegrepen; die eigenaardige kristalachtige structuur ontdekt men aan de oppervlakte van zulk staal, wanneer men het met verdunde zuren bevochtigt, in de gedaante van dooreen gevlochtene lijnen, de zoogenaamde damascering. In Europa bootst men het damascener staal op eene misleidende wijze na, door dunne staalplaten met daarom heengewonden ijzerdraad kunstmatig zamen te wellen; de daarop geëiste teekeningen bestaan echter niet uit ineen gevlochten, maar enkel uit golfsgewijze strepen ¹⁾).

Het smeden is eene technische verrigting, waardoor aan de rek-bare metalen door hamerslagen een bepaalde vorm wordt gegeven. Dit werk, dat hoofdzakelijk enkel eene gedaanteverandering ten doel heeft, brengt te gelijk bij het gesmede metaal eene zamen-drukking en verdigting, zoowel als eene uitrekking en uitbreiding te weeg. Het smeden in den eigenlijken zin des woords wordt slechts aan gloeiende metalen verrigt, en daar vele reeds vóór het gloeijen smelten, andere in den gloeienden toestand zeer broos zijn, en nog andere in den kouden toestand rekbaar en week genoeg zijn, om door den mechanischen druk der hamerslagen tot verschillende gedaanten gebragt te worden, zoo bepaalt zich het smeden eigenlijk alleen tot ijzer en staal. Deze toch bezitten bij hunne moeilijke smeltbaarheid ook de geschiktheid om zich te laten zamenwellen, zoodat bij hen in den gloeienden toestand, behalve de eigenlijke gedaante-verandering onder den hamer, ook nog vereeniging van gescheiden stukken kan bewerkt worden. De voor-naamste werktuigen bij het smeden zijn hamers en aanbeelden, van welke de eersten verschillende gedaante en grootte hebben. Als materiaal dient het in den handel voorkomende staafijzer en het staal, waarvan het eerste bij eene levendig roode gloeihitte, het andere naar gelang van zijne innerlijke eigenschappen bij verschillende temperaturen gesmeed wordt. In het algemeen is het smeden een arbeid, waarbij schier alles op de persoonlijke bedrevenheid en het gezonde oordeel van den werkman aankomt, daar de slagen des hamers onwillekeurig in ongelijke maat op de verschillende deelen van het metaal kunnen aangebragt worden. In

¹⁾ Zie: *W. A. Rust, Schets der Technologie*, blz. 22 en volgende van den eersten druk.

vele gevallen, inzonderheid bij ronde voorwerpen, smeedt men in holten of groeven, welke ijzeren vormen zijn, waarin het gloeiende metaal door hamerslagen gedreven wordt, zoodat het de gedaante van den vorm ontvangt. Het te smeden ijzer wordt gewoonlijk in een vuurhaard onder aanwending van een blaasbalg verhit, waarbij zijne oppervlakte door den invloed van de lucht een oxydebekleedsel krijgt, dat er bij het hameren in kleine schubben of blaadjcs als hamerslag afspringt ¹⁾.

Het *wellen* bestaat daarin, dat men twee stukken metaal, bij eene temperatuur van ongeveer 90° van Wedgewoods pyrometer (vuurmeter), zoodanig verhit, dat hunne oppervlakten beginnen te vloeijen, in welken toestand men ze op elkander legt en door hamerslagen vereenigt. De werkman moet bij dezen arbeid vooral toezien, dat het metaal voor de inwerking van de zuurstof der buitenlucht bewaard blijve; totdat einde hult men het in eene glasachtige massa, waarbij voor het ijzer zuiver zand, voor het staal glaspoeder of borax wordt genomen. Daarmede worden de verhitte stukken slechts bestrooid, en de voortgezette gloeiing doet het zand of poeder tot een glazig bekleedsel smelten, dat den invloed der lucht buitensluit. Hoe zorgvuldiger men het te wellen stuk in zulk eene vloeijende glasmassa hult, des te volkomener zal het werk gelukken. Zulk eene hitte, waarbij het stuk op de gemelde wijze zorgvuldig is omwikkeld, heet men eene vochtige of sappige zweethitte, terwijl men aan eene zoodanige, waarbij het metaal gedeeltelijk aan de lucht is blootgesteld, den naam van drooge zweethitte geeft. Daar de zweethitte van het staal iets lager dan die van het ijzer ligt, zoo kan men goed staal, — zal men het niet in zijne eigenschap schaden en aan de oppervlakte door het afbranden ijzerachtig maken, — alleen dan naar behooren met ijzer zamenwellen, wanneer men beide stukken, het ijzer en het staal, in afzonderlijke vuren tot op den vereischten graad verhit, dan snel op elkander legt en door den hamer vereenigt.

Wanneer men ijzer en staal zoodanig zamenwelt, dat het staal de uitwendige bekleeding en het ijzer het binnendeel uitmaakt, dan noemt men dit werk het *verstalen* van het ijzer of wel het *staal aanzetten*. Dit verstalen wordt niet enkel onder hamers, maar ook tusschen cylindcrs verrigt. In het laatste geval laat men de gloeiende stukken van beide metalen tusschen de rollen doorgaan, zoodat de drukking beider vereeniging bewerkt.

¹⁾ Over de inrigting van eene smidse of smidswinkel kan men onder anderen raadplegen: *Pasteur, Handboek voor den Ingenieur*, op het woord *smidse*.

De Onder *solderen* wordt die technische verrigting verstaan, waardoor twee metaalstukken (die of van een en hetzelfde of van verschillend metaal kunnen zijn), door een vloeimiddel en een ligter vloeibaar metaal, dan de beide stukken zelve zijn, in verwarmden toestand met elkander verbonden worden. Dit solderen bestaat alzoo daarin, dat men twee metaalstukken door een derde vloeijend metaal verbindt, terwijl het laatste zich met elk der twee afzonderlijke voorwerpen vereenigt en na verkoeling eene verbinding tusschen hen daarstelt. Deze verbinding nu van het tusschenmetaal, het *soldeersel*, *soldeer* genoemd, is in den eigenlijken zin eene scheikundige verbinding, daar de oppervlakten met elkander te zamen smelten. Hoe meer scheikundige verwantschap het soldeer tot de te verbinden metalen heeft en hoe nader hunne smeltpunten aan elkander grenzen, zoo inniger zal de vereeniging zijn. Naar gelang der aanwending van den gevorderden hittegraad onderscheidt men hard en week of zacht solderen. Bij het eerste, dat ook den naam van heet solderen draagt, worden de metalen zoo sterk verhit, dat zij in eenen gloeienden toestand geraken, waardoor het soldeer vloeijend wordt; bij het laatste, ook het koud solderen genoemd, worden de metalen ook wel verwarmd, maar niet tot gloeihitte, daar het te gebruiken soldeersel reeds vroeger smelt en de vereeniging bewerkt.

Bij het werk van het solderen zelf worden de beide stukken, die men vereenigen wil, zamen gedrukt, met het vloeimiddel en het soldeersel voorzien en zoo lang aan de hitte blootgesteld, tot dat het laatstgenoemde smelt en als vloeistof de openingen of ruimten der zaãmgedrukte plaatsen aanvult. De stof, die tot hard soldeersel dient, is voor ijzer en staal, als de minst smeltbare metalen, doorgaans rood koper, als de stukken betrekkelijk klein zijn, doch voor grootere stukken gebruikt men geel koper. Voor zeer klein en net werk bedient men zich van goud, bijaldien het werk zulks waardig is. Wanneer men twee stukken ijzer of een stuk ijzer met een stuk geel koper moet zamen solderen en men deze in geen sterk vuur mag brengen, dan gebruikt men tin-soldeersel met bijvoeging van een weinig ammoniakzout, zonder hetwelk het soldeersel niet zoude vatten. Bij het solderen van twee stukken staal moet het gesoldeerde werk op nieuw gehard worden, omdat het staal in het vuur zijne hardheid verliest.

Het *harden* van het staal bestaat daarin, dat men het verhit en dan plotselijk afkoelt, waardoor het eene aanmerkelijke hardheid verkrijgt. Bij deze verhitting is het volstrekt noodzakelijk, dat het staal door eene zorgvuldige bedekking met kolen tegen den invloed der lucht beveiligd wordt, opdat het staal door eene verbinding met de zuurstof aan de oppervlakte niet verbrande en tot ijzer

overga. Ook mag het niet te lang in de gloeihitte blijven, dewijl het anders koolstof opneemt en zoo tot den toestand van het ruw ijzer terugkeert.

Daar het voor de harding van het staal een vereischte is, dat eene plotselijke verwisseling van temperatuur plaats grijpe, door het in gloeienden staat in eene koude vloeistof te dompelen, zoo zoude men, dewijl toch tot technische oogmerken het staal op verschillende graden van hardheid wordt gebruikt, deze daardoor kunnen bereiken, dat men het tot op onderscheidene hittegraden bragt en ook in vloeistoffen van verschillende temperaturen dompelde. Van deze handelwijze wordt echter in de techniek bijna geen gebruik gemaakt. Schier algemeen wordt het staal tot op den hoogsten graad gehard en dan door eene ontgloeijing, ontlating geheeten, op lagere graden van hardheid terug gebracht.

Tot afkoeling van het gloeiende staal bedient men zich gewoonlijk van water, dat dikwijls met zout is vermengd. Somwijlen dompelt men het ook in vet of olie, waarbij men ook wel arsenik voegt; ook verdund salpeterzuur, alsmede kwikzilver dienen als vloeistof tot harding. In bijzondere gevallen, b. v. bij het harden van damascener klingen, wordt het staal door lucht-trekking gehard. Bij het harden van de muntstempels wijkt men van de gewone handelwijze der indompeling af; op deze toch leidt men in den gloeienden toestand eene waterstraal, die allereerst het midden van den stempel raakt, opdat deze aldaar het vroegst afgekoeld en alzoo bij voortgezette warmte-berooving tegen scheuren of springen beveiligd worde.

De meeste geharde stalen voorwerpen zijn tot de verschillende technische bedoelingen te hard en te broos; daarom volgt er eene tweede verwarming, het ontlaten, door welke aan de geharde stukken des te meer van hunne hardheid en broosheid wordt ontnomen, naarmate de verhitting verder wordt voortgezet. Om een regel voor deze graden van hardheid te verkrijgen, let men op de onderscheidene aanloopkleuren, waarmede de oppervlakte van het verwarmde staal wordt bedekt, en men verhit het staal, dat men ontlaten wil, niet verder, zoodra het de kleur vertoont, die met den begeerden graad van hardheid overeenkomt. Slechts in bijzondere gevallen bedient men zich ter ontlating van het staal van de metaalbaden, die uit een mengsel van lood, tin en bismuth bestaan. Deze mengsels of alliërsels worden in zulk eene verhouding bereid, dat hun smeltpunt die hitte heeft, welke aan het te ontlaten staal moet medegedeeld worden. Een zoodanig alliërsel, dat in een ketel is afgekoeld, wordt met de staalstukken, die men wil ontlaten, be-

dekt en verwarmd, om er de laatsten, zoodra de smelting begint weder af te nemen.

Het *harden* van het ijzer bestaat daarin, dat men het aan zijne oppervlakte in staal verandert en dit vervolgens hardt. Bij dit werk, de *cementering* van het ijzer genoemd, wordt het te harden ijzer in een poeder van koolstofhoudende zelfstandigheid, zoo als beenderen, lederafval, hoorn, haren enz., gewikkeld, dan gloeiend gemaakt en snel afgekoeld. Bij het gloeijen met de gezegde stoffen, inzonderheid met het koolstofrijke blaauwzure ijzerpotasch of bloedloogzout, gaat de koolstof van het cementpoeder in het ijzer over en verandert zijne oppervlakte in staal, dat dan door plotselijke afkoeling gehard wordt.

De bearbeiding van het ijzer of staal tot blik bestaat daarin, dat men door mechanische drukking der hamers of cylinders de metalen tot dunne platen uitslaat of plet, welke of zwart gelaten of met tin omkleed worden. Het dus voortgebragte blik onderscheidt men derhalve in *geslagen* en in *geplet* blik. Om genoemde metalen door hamers in blik te veranderen, laat men dikke strooken van het tot blik bestemde metaal zoodanig verdunnen, dat dsaruit een volkomen effen en glad, overal even dik blik ontstaat. Bij de bewerking in het groot worden de blikhamers door kracht van water of stoom in beweging gebragt, en het metaal, op een aanbeeld rustende, wordt aan de werking der hamerslagen blootgesteld. Gewoonlijk worden er onderscheidene hamers gebruikt, waarvan de vlakken, die op het ondergelegde metaal werken, verstaald en meer of min gewelfd zijn. Dit laatste is ook het geval met de bovenvlakken der aanbeelden. Hoe meer de vlakken der hamers en aanbeelden gewelfd zijn, des te sneller heeft de uitbreiding der metalen plaats, maar ook des te meer bedrevenheid wordt er van den kant des arbeiders gevorderd om het metaal zoo te besturen, dat er een gelijkmatig, overal even dik blik uit ontstaat. Doorgaans wordt het metaal tot dat einde eerst onder die hamers gebragt, welke het smalste of meest gewelfde vlak hebben; dan gebruikt men achtereenvolgens telkens minder gewelfde, tot dat er eindelijk onder bijna vlakke hamers de laatste hand aan gelegd wordt. Hierbij moet de werking des hamers steeds van uit het midden naar de kanten geschieden, omdat bij eene omgekeerde behandeling het uitgeslagen metaal zich ombuigen en ligt plooijen of bulen krijgen zou.

Daar men het blik niet alleen uit ijzer of staal, maar ook uit andere metalen kan vervaardigen, zoo moeten sommige, naar gelang van hunnen aard, gloeiend, andere koud en eenige tot eenen zekeren graad verwarmd, onder den hamer gebragt worden. Het eerste

is het geval bij ijzer en staal, gedeeltelijk ook bij koper, het laatst heeft plaats bij zink.

Tot het bereiden van blik kan men ook cylinder-werktuigen, plet- of rekmachines bezigen, zoo als vroeger beschreven zijn. De metalen, die in blik moeten veranderen, worden tusschen zulke rollen gebragt en vlak geperst. Wanneer beide rollen behoorlijk zijn gesteld en zij door de eene of andere kracht ronddraaijen, wordt eene metaalstrook, dikker dan haar onderlinge afstand, er tusschen gehouden; de rollen trekken deze tot zich en brengen ze aan de andere zijde weder te voorschijn, zamen- of uitgeperst tot eene dikte, die met den afstand der cylindere overeenkomt. Worden nu de beide rollen digter bij elkander gebragt en laat men het metaal andermaal er tusschen doorgaan, zoo heeft er op nieuw eene zamendrukking en gevolgelyk eene vermindering der dikte van het doorgevoerd metaal plaats, waaraan ook natuurlyk eene vergrooting van oppervlakte onafscheidelyk is verbonden. Door voortgezet doortrekken en langzame toenadering der rollen is men dus in staat, om de bereiding van blik op verschillende dikte te bepalen en de uitpletting tot eenen hoogen graad te brengen.

Tot het trekken van ijzerblik kiest men goed, taai en rekbaar ijzer; men brengt de voorloopig eenigermate plat gesmede stukken in gloeienden toestand tusschen de ijzeren cylindere en haalt ze er door, — eene bewerking, die bij telkens verminderden afstand der rollen zoo lang met het gloeiend ijzer herhaald wordt, tot het ijzerblik de verlangde dikte heeft verkregen. Geheel op dezelfde wijze, als uit het ijzer blik wordt geplet, geschiedt dit ook uit het staal; alleen moet hier het metaal meermalen gloeiend gemaakt worden, dewyl het spoediger door afkoeling hard wordt.

Het zwarte zoowel als het vertinde blik is zeer onderscheiden in gewigt, grootte, zuiverheid en deugd, doch wordt hoofdzakelyk in drie klassen verdeeld. Het zwaarste blik noemt men in Duitschland *kruisblik*; de middelsoort, die een weinig dunner is, *volderblik*; en aan het dunste en fijnste geeft men den naam van *senklerblik*.

In iedere klasse heeft men wederom verschillende soorten; zoo onderscheidt men b. v. het zwarte in *stort-* en *uitschotblik*. Beide deze soorten worden bij het gewigt verkocht. Ieder blad heeft gewoonlyk 63 duimen in het vierkant en 20 of 30 bladen wegen ongeveer 50 ponden; doch ook andere grootten kan men op bestelling krijgen. Het zwarte uitschotblik heeft men ook in bladen van 32 en 25 duimen, en wordt met de andere kleine soorten bij enkele blaaden of bij vaten verkocht, waarin 450 bladen gaan.

Het vertinde of witte blik onderscheidt zich in *groot kruis* of *pontonblik* van 38 tot 39 en 28 tot 29½ duimen, wegende een blad

omtrent een half pond, en in klein *kruisblik*, van 32 en 23 duimen, wegende ongeveer de helft van het voorgaande, of 20 tot 25 looden.

Men ontmoet in den handel, vooral onder het Engelsche blik en ook in de inlandsche fabrieken, nog bladen van middelbare grootte, als van 35 en 25 duimen, en eene soort van grootere afmetingen, namelijk van 45 en 32 duimen; men kan zelfs veronderstellen, dat hierin nog meer verscheidenheid heerscht. Het zwaarste blik is gewoonlijk van 3 tot 4 strepen en het dunste van $\frac{1}{2}$ tot 1 streep dik.

Het vertinnen van blik dient hoofdzakelijk om het voor roesten te bewaren en om de menigvuldige huishoudelijke gereedschappen, welke daarvan gemaakt worden, schooner, netter en zuiverder te doen zijn. Hiertoe ondoet men het blik vooraf van alle zwartheid en verdere vuiligheid en legt het in een zuiver deeg van grof gemalen roggemeel en water. Nadat het blik in zulk een deeg eenigen tijd gelegen heeft, en daarop alle vuiligheid losgeweekt en er van afgenomen is, worden de bladen met talk bestreken, tweemaal in het gesmolten tin gedoopt en daarna op een doek met klei afgewreven.

Hetzelfde doel kan men bereiken door de gezuiverde platen in eene zwakke tinoplossing te leggen; deze wordt verkregen door tin op te lossen in geconcentreerd zoutzuur en vervolgens de oplossing met 150—200 deelen water te verdunnen. Men stapelt nu in eenen houten trog platen ijzer opeen; men bedekt elke ijzeren plaat met fijn gekorrelde zink, zoodat er eene batterij van ijzer-zink in eene tinoplossing geboren wordt, waardoor in den loop van een paar uren het ijzer *vertind* is. In den tusschentijd smelt men zink en overdekt het vloeibare metaal met eene laag salmiak en aarde; in het zinkbad liggen een paar rollen, tusschen welke onmiddellijk de natte vertinde platen, nadat het vocht afgedruppeld is, geleid worden. Men bepaalt zeer nauwkeurig den tijd van het vertoeven in het bad, en de horizontale geleiding is eene noodzakelijke voorwaarde voor de gelijkmatige werking. Dit naar Engelsche wijze verzinkte ijzer is taaijer en heeft in alles de voorkeur boven het Fransche. Zelfs bij deelen, die aan veel schuring en wrijving onderhevig zijn, blijft de zinkvlakte bestaan, omdat er als het ware eene voortdurende galvanische werking plaats heeft, die zich hernieuwt, zoodra eene vlakte van zink ontbloot wordt.

Daar echter het ijzer, als het op deze wijze vertind wordt, in taaiheid verliest, zoo kan men, om dit bezwaar bij hamerbare voorwerpen weg te nemen, een mengsel aanwenden van gelijke deelen tin en zink. Deze alliage wordt gemaakt door het tin eerst in een ijzeren vat te smelten, het zink er in kleine hoeveelheden bij te

voegen en dit mengsel op een steen uit te gieten. Het verzinken geschiedt overigens op de gewone wijze, en om eene meer hechte vereeniging te verkrijgen, zou men dadelijk de bladen door een cylinder-toestel kunnen laten loopen. Men kan ook gebruiken 50 deelen zink, 35 tin en 15 lood. Voor ijzerblik, dat niet behoeft gebogen te worden, kan men ook nemen het zinkijzer-alliage, overblijvende na het zinksmelten, of een mengsel van 50 deelen zinkijzer, 34 lood en 16 antimonium ¹⁾.

Het draadtrekken bestaat daarin, dat men eene metaalstaaf bij herhaling door telkens naauwere gaten trekt om haar zoodoende niet alleen eene samenpersing of toeneming in digtheid te doen ondergaan, maar ook om haar langzamerhand al langer en langer te maken. De ronde gaten, door welke de draad getrokken wordt, zijn aangebragt in eene ijzeren plaat, het trekijzer geheeten, waarin zij eene reeks van allengs kleinere openingen vormen. Het tot draad bestemde metaal wordt of door smeden of door gieten vooraf tot eene stang gevormd; oek snijdt men wel uit blikbladen smalle strooken, hetwelk doorgaans door snijrollen geschiedt. Nadat het metaal voorloopig tot eene ronde gedaante is gebragt, wordt het aan een der einden min of meer aangepunt, met dat aangepunte einde in het gat van een trekijzer gestoken, door het werktuig aangegrepen en met geweld door de opening getrokken. Dit zelfde werk wordt door telkens naauwere gaten zoo dikwijls herhaald, tot de draad de verlangde afmeting heeft verkregen. Het doortrekken zelf wordt of op eene eenvoudige trekbank, of door cylindérs, of door sleeptangen verrigt. In het eerste en laatste geval wordt de draad, dicht bij het vlak van het trekijzer, door eene tang vastgeklemd; deze tang wordt dan door de noodige kracht van het trekijzer verwijderd, en zoodoende de draad door het gat getrokken. Bij het gebruik van de roltrekkers wordt het einde van den draad, die door het trekijzer moet gaan, aan den omtrek van een cylinder vastgemaakt, die men dan om zijne as wentelt, waarbij de draad op de rol gewonden en door het trekijzer gehaald wordt. Het spreekt van zelf, dat, hoe dikker de tot draad bestemde metaalstang is met betrekking tot den verlangden draad, des te meer malen het metaal door traspgewijze kleiner wordende gaten moet getrokken worden.

Zoo als vroeger gezegd is, wordt de draad uit het rekbaarste ijzer gemaakt, en zijne menigvuldige soorten worden naar hare dikten, volgens nummers, welke van 1 tot 20 gaan, onderscheiden en bij den ring verkocht.

¹⁾ Zie: *Jaarboekje van Wetenschappen en Kunsten, door S. Bleekrode, derde jaargang (1848—1849), blz. 143 en 144.*

HET IJZER,

De dikste soort van zulk draad is van $7\frac{1}{2}$ strepen middellijn, en levert eene lengte van ruim 3 ellen per pond.

De middelbare soort heeft eene dikte van $2\frac{1}{2}$ strepen, en het pond daarvan levert eene lengte van 38 ellen.

De fijnste soort heeft eene dikte van $\frac{1}{2}$ streep, en daarvan heeft het pond eene lengte van 330 ellen.

Tusschen deze drie soorten treft men nog 17 of 18 andere aan, welke, naarmate zij in dikte verminderen, in lengte en prijs vermeerderen ¹⁾.

VI.

EIGENSCHAPPEN VAN HET IJZER.

Onder de merkwaardigste eigenschappen van het ijzer behoort niet alleen de aantrekking van den magneet, maar ook het vermogen, — zoo als reeds meermalen is gezegd, — om zelf magnetisch te worden, — eene hoedanigheid, die door onderscheidene wijzen van wrijven met eenen natuurlijken of kunstmatigen magneet, als ook door onderscheidene andere kunstgrepen aan het ijzer kan worden medegedeeld.

Om staafijzer te beproeven laat men de staven, gesmeed of ongesmeed, buigen, doorhakken en breken, ten einde de buigzaamheid, veerkracht en rekbaarheid en in de breuk den aard der vezelen te onderzoeken. Dit onderzoek geschiedt op verschillende wijzen: 1. door de staaf op een derde van hare lengte op een zeer smal aanbeeld te slaan totdat zij langzamerhand buigt onder een stompen of regten hoek. Wanneer men dit eenige malen onder heen- en wederbuigen herhalen kan, blijkt het dat het ijzer taai en van goede hoedanigheid is: 2. door de staaf op twee vaste steunpunten te leggen en ze met een zwaren hamer te beuken, of wel om haar in gloeienden toestand op den rand van een aanbeeld onder een regten hoek heen en weder te slaan, hetgeen, als dat zonder breken of barsten plaats heeft, als eene afdoende proef te beschouwen is. Bij het doen van dit laatste onderzoek ontwikkelt het Zweedsch ijzer een eigenaardigen phosphorachtigen reuk, dien men desgelijks bespeurt bij het bewerken van ijzer van *Ulverstone*.

Om het ijzer in bewerkten staat te beoordeelen, dienen de navolgende proeven:

¹⁾ Zie: *J. D. Pasteur, Handboek voor den Ingenieur, op het woord ijzerdraad*, alsmede: *W. A. Rust, Schets der Technologie*, blz. 78 en volgende van den eersten druk,

Wanneer het in de breuk breede vezelen doet zien, welke geene verschotene aschgrauwe, maar eene glinsterende lichtgrauwe kleur hebben, houdt men het voor een goed teeken en men geeft aan zulk ijzer verreweg de voorkeur boven dat, hetwelk in de breuk oogjes en bladeren vertoont. De aschgrauwe en blaauwachtige kleur der vezelen is een teeken, dat het ijzer murw en zacht is, hetwelk bij eene groote hitte als tonder uit elkander gloeit of geheel rood wordt. Bijaldien de oogjes in de breuk niet afgescheiden en korrelig, maar van dunne bladen, van een matten zilverglans en met een vooruitspringenden rand voorzien zijn, dan toont dit bij zware stukken eene goede soort van ijzer aan.

Indien het ijzer, koud zijnde, zich heen en weder laat buigen, zonder dat het breekt, en eindelijk bij het breken niet glad afspringt, maar even als het hout met een uitstekenden rand afbreekt, dan mag men het er voor houden, dat zoodanig stuk of zoodanige soort van ijzer eene goede hoedanigheid bezit.

Als eene regte, dun uitgerekte staaf zich regthoekig of als de veer van een uurwerk laat buigen en in de breuk nog meer vezelen heeft, dan het straks genoemde dikkere stuk, of wanneer de daarin gevondene bladen zich in vezelen veranderd hebben, dan is het ijzer goed.

Wanneer het ijzer zich goed en zonder te scheuren tot een plat stuk laat uitslaan en daartoe eene sterke hitte en vele hamerslagen vordert, dan kan men zich wegens de deugdzaamheid van het ijzer gerust stellen.

Wanneer men het ijzer naar zijne deugd en goede eigenschappen beoordeelt, zoo kan men het tot vijf soorten brengen, waarvan de eerste smedig, buigzaam en daarbij hard is, alle bovengenoemde eigenschappen bezit, en behalve eene volkomene buigzaamheid de noodige hardheid, vastheid en veerkracht heeft, zoodat zij noch in het gebruik, noch in het vuur een aanmerkelijk verlies ondergaat, en dus langen tijd behoorlijken tegenstand kan bieden. Zoodanig ijzer heeft de meeste digtheid en is tot alle soort van werkstukken bruikbaar.

De tweede soort is buigzaam en daarbij zacht, komt met de eerste vrij wel overeen in buigzaamheid, doch is niet zoo vast en veerkrachtig, niet zoo duurzaam, minder aan springen onderhevig, en wordt in het vuur broos.

De derde soort noemt men roodbreukig ijzer, en toont zich, koud zijnde, onder het bewerken week en taai, doch wanneer het roodgloeiend is, breekt het bij het buigen. Bovendien roest het ligt, en is, zoowel gegoten als gesmeed, tot keukengereedschappen, als ovens en dergelijke zaken, ongeschikt, omdat het aan de spijzen

HET IJZER,

eene onaangename kleur en een onaangenamen reuk en smaak geeft. Bij het vijlen heeft dit ijzer eene blaauwachtige streek en het kan alleen tot kleine smidswerken gebezigd worden.

De vierde soort noemt men koudbreukig ijzer; dit is hard en laat zich, warm zijnde, goed bewerken en buigen, doch koud zijnde, springt het ligt. In de breuk heeft men gewoonlijk een helder glinsterend, meer blad- dan vezelachtig weefsel. Het roest niet zoo ligt als het roodbreukige, laat zich wel polijsten, en kan tot allerhande soorten van gereedschappen gebruikt worden, die geen zwaren slag of stoot te verduren hebben, alsmede tot het maken van blik. Tot gegoten keukengereedschappen, kagchels, ovens en dergelijke zaken is het zeer geschikt, doch van deze en van de laatstgemelde soort kan geen bruikbaar staal gemaakt worden.

Tot de vijfde soort brengt men het ruwe, brooze ijzer, hetwelk niet wel aaneengesmeed kan worden, daarbij zeer aan het breken onderworpen, grof, glinsterend, vaal of in de breuk verschoten is, en zonder eenigen vooruitstekenden rand glad afbreekt ¹⁾.

Aangaande de betrekkelijke vastheid van het ijzer heeft men insgelijks onderscheidene proeven genomen, die tot geleerde onderzoekingen hebben geleid en hier niet behooren vermeld te worden ²⁾.

Om evenwel den lezer hiervan eenig denkbeeld te geven, zullen wij de resultaten mededeelen, die door *Rondelet* gevonden en in zijne *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir* medegedeeld zijn ³⁾.

Deze zijn:

1°. Dat eene ijzeren staaf op geene grootere lengte zonder door te buigen kan vrij liggen, dan eene even dikke rib, staaf of lat van eiken hout, doch dat iedere ijzeren staaf even sterk is als eene eiken rib van dezelfde lengte, wier dikte tot die der staaf staat als 3 : 1.

2°. dat eene vrij liggende staaf, om niet door te buigen, ten minste het dertigste deel van hare lengte tusschen de steunpunten tot dikte moet hebben.

3°. dat de maat van doorbuiging bij zulk eene staaf afhangt van de betrekking harer verticale dikte tot hare lengte, en dat natuurlijker wijze hare stijfheid in de omgekeerde reden staat.

4°. dat bij staven van dezelfde lengte de doorbuigingen in de omgekeerde reden staan van de vierkanten harer verticale dikten, en

¹⁾ Zie: *Pasteur, Handboek voor den Ingenieur*, op het woord *ijzer*.

²⁾ Zie, onder anderen: *J. P. Delprat, verhandeling over den wederstand van balken en ijzeren staven*.

³⁾ Zie: *Pasteur, Handboek voor de Ingenieur*, op het woord *bouwstoffen*.

ZIJNE SMELTING EN BEWERKING.

dat de horizontale dikte tot den graad van doorbuiging niets toe- of afdoet.

5°. dat bij staven van ongelijke dikte de graden van doorbuiging tot elkander staan als de producten van hare gewigten met hare lengten, terwijl men een aan het midden der staaf opgehangen gewigt kan beschouwen als een dubbel zoo groot gewigt, hetwelk over de geheele lengte der staaf zoude verdeeld zijn.

6°. dat eindelijk, bij staven van ongelijke lengten en dikten, de graden van doorbuiging tot elkander staan in de regte reden van de vierkanten harer lengten, en in de omgekeerde reden van de vierkanten harer dikten.

De soortelijke zwaarte van het ijzer is zeer onderscheiden, naar mate van de zuiverheid en deugd van het gegotene of geslagene, en naarmate van de digtheid welke het heeft verkregen. Intusschen rekent men het geslagene en niet geharde ijzer in staven op 7,788 en het gegotene op 7,207.

VII.

OPBRENGST DER IJZERSMELTERIEN IN VERSCHILLENDE LANDEN EN WERELDDEELEN.

De ijzerfabricatie is in de jongste tijden in alle landen, die op wetenschappelijken vooruitgang en nijverheid aanspraak maken, met rassche schreden vooruitgegaan. Nergens evenwel heeft deze tak van industrie meer vorderingen gemaakt en grootere uitbreiding verkregen, dan in Engeland, zoo als uit statistieke opgaven, die straks zullen volgen, nader kan blijken.

Wanneer men de opbrengst als maatstaf neemt, dan kan men na laatstgemeld rijk in volgorde noemen: Frankrijk, Noord-Amerika, België, Rusland, Scandinavië ¹⁾, Italië, Spanje en Portugal. In de Oostenrijksche Staten van Duitschland: Bohemen, Moravië, Salzburg, Tyrol, Illyrië, Karinthië, Hongarije en Zevenbergen. De laatstgenoemde staten leveren te zamen, ongeveer 2½ millioenen centenaars gietijzer en rood staalijzer. Het koninkrijk Pruisen trekt grootendeels het benoodigde ijzer uit Silezië, jaarlijks tot een bedrag van ongeveer 900,000 centenaars, terwijl de opbrengst in de Rijnprovinciën over een gelijk tijdvak even zooveel bedraagt. In Beijeren is de opbrengst 250,000 cent., in Saxen 280,000 cent., in Hano-

¹⁾ Aldus heeten de drie rijken, Denemarken, Zweden en Noorwegen te zamen.

ver 150,000 cent., in Brunswijk 100,000 cent., in Rijn-Hessen 20,000 cent., in de Thüringer Staten 300,000 cent., en in Nassau 130,000 cent. De overige Duitse Staten geven gezamenlijk 60,000 cent., België ruim $2\frac{1}{2}$ mill. cent., Zwitserland 50,000 cent., Zweden en Noorwegen $2\frac{1}{2}$ mill. cent., Groot Brittannië (met eene jaarlijksche vermeerdering van 2 tot 3 mill. cent.) 35 mill. cent., welke in 500 hoogovens gewonnen worden ¹⁾, Frankrijk 12 mill. cent., Spanje $\frac{1}{2}$ mill. cent., Portugal 40,000 cent., Italië 1 mill. cent., Rusland en Polen 8 mill. cent. Daarenboven leveren Frankrijk, Spanje en Italië nog veel staafijzer, hetwelk in zoogenaamde wolf-ovens (Luppenfeuer) onmiddellijk uit de ertsen gesmolten wordt. Betrekkelijk de ijzer-productie in andere rijken, buiten Europa gelegen, heeft men geen bepaalde opgaven; over het algemeen is aldaar de opbrengst niet zoo aanzienlijk, behalve in Noord-Amerika, waar in 1840 in ongeveer 200 hoogovens eene hoeveelheid van 8 mill. cent. gietijzer gewonnen werd. De voornaamste ijzermijnen in Noord-Amerika bevinden zich in het Alleghany-gebergte, te New-Persey en in de Ohio-Staten, alwaar de voortreffelijkste ijzerertsen en steenkolen in overvloed gevonden worden.

Volgens eene vrij naauwkeurige berekening kan men de opbrengst van al de ijzermijnen, over den aardbol verspreid, op minstens 100 millioenen centenaars stellen, waarvan Groot Brittannië alleen het één derde gedeelte levert ²⁾. Dit ijzer-product, dat ongeveer 600 millioenen guldens waarde heeft, is alzoo veel belangrijker dan al het goud, hetwelk zoo in Californië als in andere werelddelen gevonden wordt. Vrij naauwkeurige onderzoekingen hebben geleerd, dat wanneer men de jaarlijksche opbrengst van het ijzer met die van het gevonden goud en zilver vergelijkt, het eerste ongeveer zes maal meer waarde heeft dan de twee laatsten te zamen.

¹⁾ Te weten:

In Schotland.....	4	mill.
" Cumberland, Lancashire en Northumberland.....	2	"
" Perkschire en Derbyshire.....	1	"
" Northwales.....	1	"
" Schropshire en Staffordshire.....	$7\frac{1}{2}$	"
" Gloucester.....	$0\frac{1}{2}$	"
" Monmouthshire.....	$0\frac{1}{2}$	"
" Southwales, Swansea in Wallis.....	$8\frac{1}{2}$	"
" Ditto, Merthyr.....	10	"

²⁾ Wij hebben deze opgaven ontleend aan Meijer's *Lexicon*, op het woord *Eisen*, waarmede evenwel soortelijke opgaven in het *Conversations-Lexicon van Brockhaus*, (10e *Ausgabe*), niet in alle opzichten overeenstemmen. Wie begeerig is aangaande dit onderwerp meer te weten, kan raadplegen de *Vergleichende Statistik der Eisen-Industrie aller Länder*, von *Wilk. Oechelhäuser*, Berlin 1852.

ZIJNE SMELTING EN BEWERKING.

Ten einde den lezer een denkbeeld te doen vormen van den vooruitgang der ijzerproductie in Groot-Brittannië, geven wij de volgende:

Vergelijkende Tabel over de toeneming der ijzer-productie in Groot-Brittannië, bij tijdvakken van tien tot tien jaren.

Jaren.	Aantal hoogovens.	Toeneming van het aantal hoogovens volgens procenten.	Wekelijksche opbrengst van een hoogoven in tonnen van 20 cent.	Toeneming van de wekelijksche opbrengst volgens procenten.	Jaarlijksche opbrengst in centenaars.	Toeneming der jaarlijksche opbrengst volgens procenten.
1740	49	—	5	—	147,000	—
1750	61	4	5	—	204,000	26
1760	64	5	5	—	300,000	48
1770	67	5	5 ^{1/2}	10	400,000	25
1780	70	4	11	100	800,000	100
1790	95	36	18	70	1,600,000	100
1800	150	58	20	11	3,160,000	100
1810	165	10	35	75	6,100,000	100
1820	170	3	45	38	3,160,000	33
1830	315	80	50	11	14,000,000	75
1840	430	36	70	40	32,000,000	125
1841	500	16	74	6	35,000,000	"
1850	"	"	"	"	45,000,000	"

Als een voorbeeld van de aanzienlijke vermeerdering der ijzerproductie in Frankrijk kan men melden, dat in de jaren van 1824 tot 1834 de opbrengst van 7 tot 9 millioenen centenaars is gestegen ¹⁾, welk product in ongeveer 1100 hoogovens bereid wordt.

De gemiddelde opbrengst van een Franschen hoogoven bedraagt 9000 cent., van een Engelschen 70,000 cent., van een Duitschen 7000 cent., van een Russischen 12,000 cent., van een Belgischen 30,000 cent., van een Amerikaanschen 50,000 cent. Hieruit volgt: dat een Engelse hoogoven gemiddeld 10 maal zoo veel ijzer op-

¹⁾ Te weten:

In Champagne.....	3 ^{1/2} mill.
" Jura.....	3 ^{1/2} "
" de Ardennes.....	1 ^{1/2} "
" Nièvre.....	1 ^{1/2} "
" Bretagne.....	0 ^{3/4} "

levert als een Duitsche, 8 maal zoo veel als een Fransche, 6 maal zooveel als een Russische, $2\frac{1}{2}$ maal zooveel als een Belgische en $1\frac{1}{2}$ maal zoo veel als eens Amerikaansche.

Zoo als men zegt, wordt thans de grootste oven in het Swansea-District gevonden; deze is een *anthracietoven* ¹⁾ ter hoogte van $22\frac{1}{2}$ ellen, in welken jaarlijks eene hoeveelheid van 300,000 centenaars erts uitgesmolten wordt, die wekelijks 2000 centenaars gietijzer oplevert.

VIII.

GESCHIEDKUNDIGE BIJZONDERHEDEN OMTRENT DE
IJZERSMELTERIJEN.

Het uitsmelten van den ijzererts en het gieten van het ijzer in bepaalde vormen dagteekent van de vroegste tijden, ja zelfs van voor den aanvang onzer jaartelling, zoo als *Plinius* in zijne *Historia naturalis* beweert. Op gelijke wijze spreken andere schrijvers ²⁾, die meenen, dat de Gallische volken reeds met de ijzergietkunst bekend waren, toen *Brennius* omstreeks 390 jaren vóór J. C. met zijne talrijke legerbenden het Romeinsche gebied binnenviel en er groote veroveringen maakte.

Zoo als wij vroeger zeiden, wonnen onze voorvaders het ijzer onmiddellijk uit de ertsen, van welke manier men nog heden ten dage de sporen kan zien in de ijzersmeltovens, die zich op Corsica en in Catalonië, bevinden. Deze ovens, welke het ijzer zonder verdere bewerking in smeedbaren staat opleveren, vorderen eene

¹⁾ *Anthraciet* of *Kolenblende* is een mineraal dat in Pensylvanië, Savoye, Spanje, in het Erz- en Harzgebergte en op eenige andere plaatsen voorkomt. Het is eene fraaije delfstof, donkerzwart van kleur, eenigzins naar het staalgrijze overhellende, van een metaalachtigen glans en schelpachtig van breuk. Het anthraciet heeft zijn oorsprong aan het plantenrijk te danken. In Noord-Amerika komt het in verbazende hoeveelheid voor; anthraciet-beddingen van 10 ellen dikte zijn aldaar niet zeldzaam, zelfs vindt men er van 15 ellen; in sommige streken van de Vereenigde Staten wordt het dan ook in groote hoeveelheid als brandstof aangewend, niet alleen voor huiselijk gebruik, waarvoor het zeer gezocht is, omdat bij het branden de tapijten en gordijnen niet besmet worden, maar ook in kalkovens, steenbakkerijen en zelfs op stoombooten. Ook de asch is als voortreffelijk middel ter bemesting voor den landbouw van belang.

Zie: *Nieuwenhuis, Woordenboek van Kunsten en Wetenschappen*, (2de herziene uitgave) eerste deel, blz. 178.

²⁾ Onder anderen *Julius Caesar* in de *Commentaria*.

grootte massa erts en brandstof, weshalve zij in dit opzigt zeer bij de hedendaagsche hoogovens ten achteren staan.

Het gietcr van het ijzer in eenvoudige geulen en uithollingen in zand en klei maakte aanvankelijk plaats voor kleine ovens van 1 tot 2 ellen hoogte; in de eerste smolt men de gewone ertsen, en in de tweede meer vaste, namelijk die, welke zich zeer moeilijk laten uitsmelten. Langzamerhand werden de ovens al grooter en grooter gemaakt, tot dat eindelijk in den jare 1580 zekere Lord *Dudley* eene proef nam om den erts met behulp van steenkolen uit te smelten. De proef gelukte volkomen, doch eerst na een tijdverloop van ongeveer eene eeuw kwam zijne handelwijze algemeen in gebruik.

In het jaar 1783 deed de ijzersmeltekunst alweder eene schrede voorwaarts, want toen bevond men, dat uitgezwavelde steenkolen (coaks) zeer geschikt waren tot uitsmelting der ertsen en in menig opzigt de voorkeur verdienden boven de gewone steenkolen. Tot op het jaar 1821 onderging het smeltwezen geene verandering van eenig aanbelang, doch toen slaagde men er in, om het met houtskolen uitgesmolten gietijzer verder door middel van steenkolen te affineren.

Een aantal verbeteringen betrekkelijk de ijzersmeltekunst zou men na de gemelde nog kunnen opnoemen, doch om niet te uitvoerig te worden, zullen wij deze handleiding besluiten met nog van eene uitvinding te spreken, die in der tijd veel opgang heeft gemaakt, namelijk van de aanwending der heete blaaslucht.

In het najaar van 1827 bevond zich een leerling van *Ure*, genaamd *James Beaumont Neilson*, machinist bij de gaz-fabriek te Glasgow toevallig in eene smederij waar men een klomp gietijzer, die niet gemakkelijk wilde smelten, vloeibaar zocht te maken. Om dit doel gemakkelijk te bereiken, moest men een verlengstuk zetten aan de pijp van den blaasbalg. Men nam hiertoe eene buis van gegoten ijzer, die toevallig met steenkolen werd ondersteund en in eene behoorlijke rigting gebragt. Even toevallig ontvlamden die steenkolen en maakten de ijzeren buis gloeiend. Zoo werd de lucht, door deze heen gedreven, dadelijk verwarmd, hetwelk tot eene spoedig vloeibaarmaking van den ijzerklomp niet weinig bijdroeg. De schrandere *Neilson* zag terstond, hoeveel partij hiervan te trekken was, en hij verhief zich hierdoor tot uitvinder van de aanwending van heete blaaslucht. Hij verkreeg octrooi voor zijne uitvinding en paste ze aanvankelijk toe op het smidsbedrijf. Ras echter gevoelde hij, hoeveel voordeel het gebruik van verwarmde lucht bij den hoogoven zou opleveren, en zijne uitvinding is thans tot alle ijzersmelterijen van eenig aanbelang doorgedrongen. Zij is te gewigtiger bij

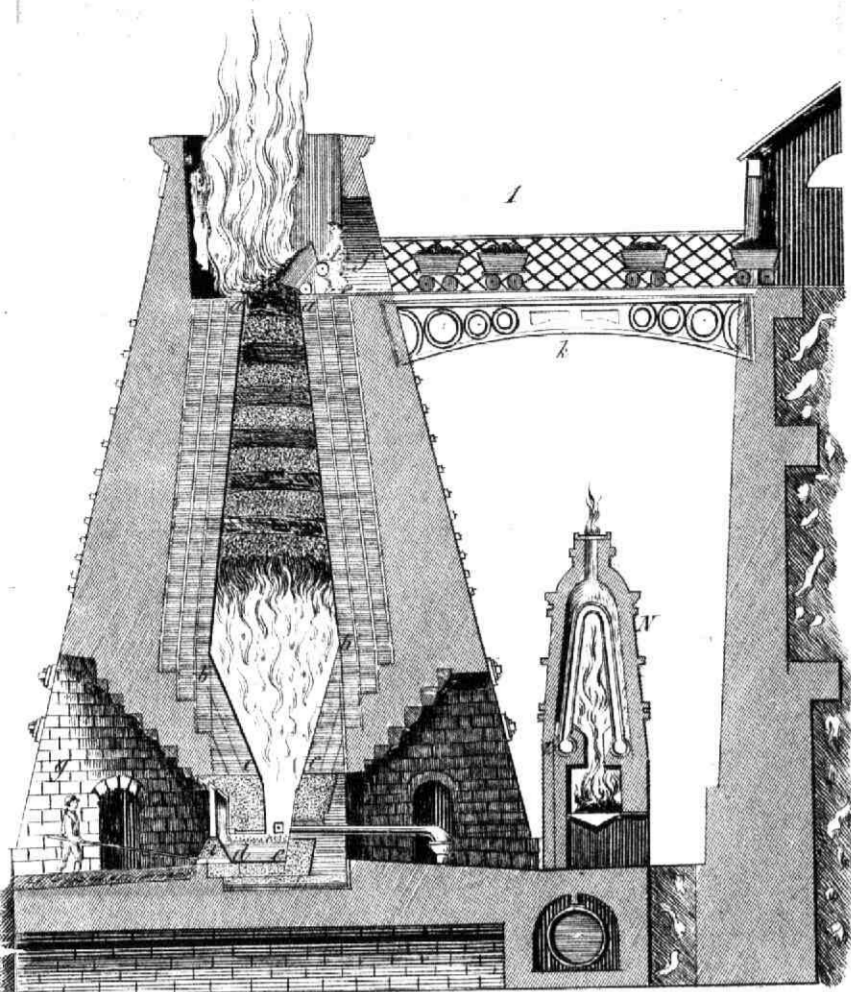
den hoogoven, omdat die heete blaaslucht daar door een geschikten toestel kan verkregen worden door middel van warmte, die anders toch verloren gaat, zoo als wij reeds vroeger hebben vermeld.

Wij hebben de merkwaardigste bijzonderheden van het smelten en bewerken van het ijzer uit verschillende bronnen opgegaard en in eene beknopte schets zoeken zamen te vatten. De kennis van een metaal, dat onze eeuw als het ware beheerscht, kan niet anders dan hoogst belangrijk zijn. Ook wij deelen meer en meer in de onwaardeerbare voorregten, die eene overvloedige ijzerproductie oplevert. Te gewigtig eene rol speelt het ijzer in het dagelijksch leven, dan dat het geene schande zou wezen voor elken beschaafden burger der negentiende eeuw, onbekend te blijven met den oorsprong en de bewerking van dat metaal. Er bij stil te staan was ons bij het schrijven dezer schets eene aangename taak, moge het ook onzen lezers niet ten eenen male ongevallig zijn.

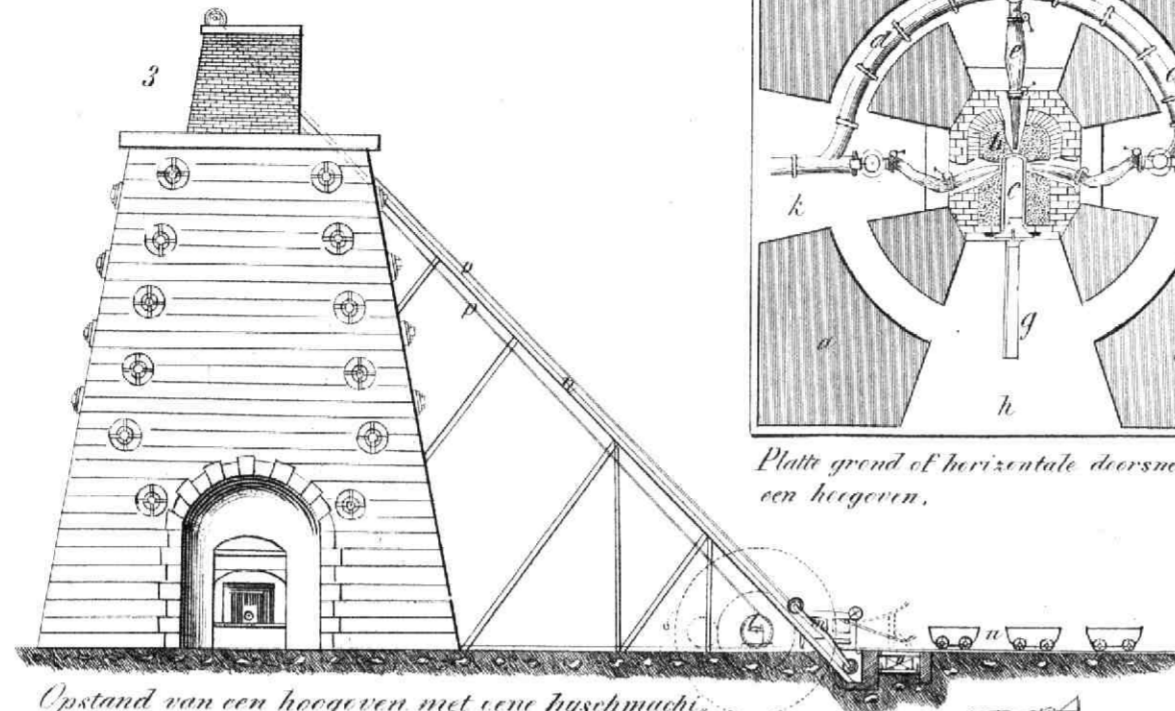
Lycklama-Stins bij Wolvega,
9 November 1856.

S. F. KLIJNSMA.

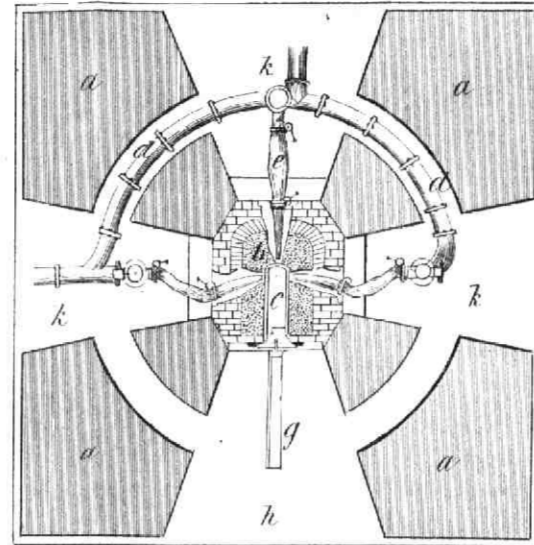
Het IJzer, zyne smelting en bewerking.



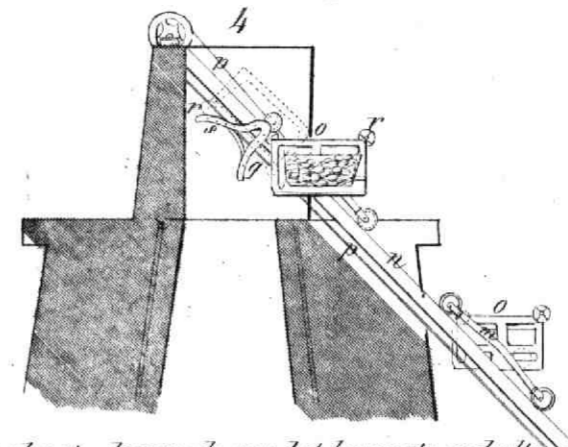
Leedrechte doorsneden van een hoogeoven en van een verhittingsoven N, welke laatste dient tot het verwarmen der blaaslucht.



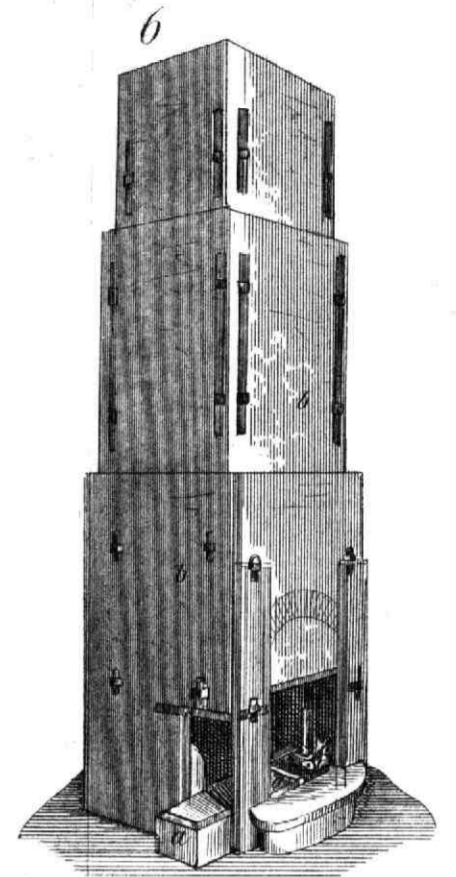
Opstand van een hoogeoven met een hyschmachi-
ne om de erts en brandstoffen naar boven te voeren.



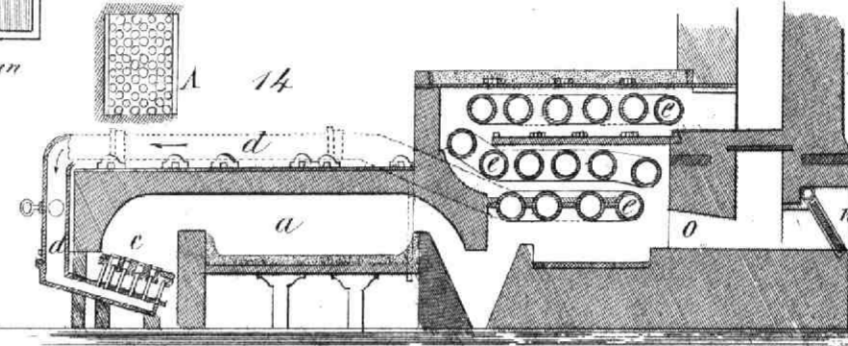
Platte grond of horizontale doorsnede van
een hoogeoven.



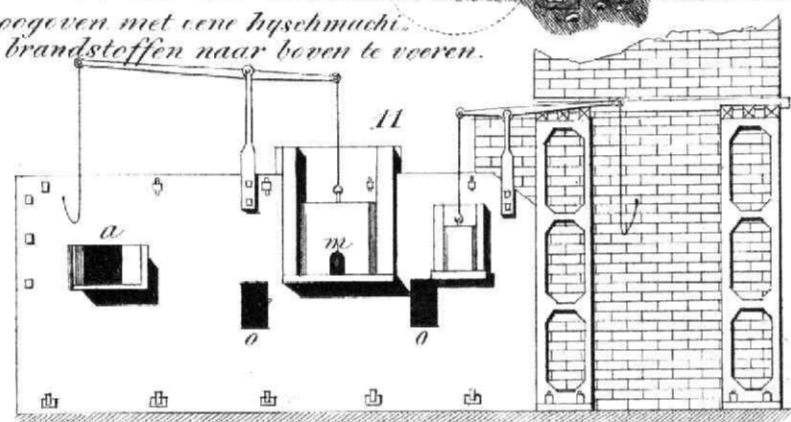
Leedrechte doorsnede van het bovenste gedeelte van een
hoogeoven, vertoene de werkinglyke inrigting van het
omsteren der karren aan den mond des Ovens.



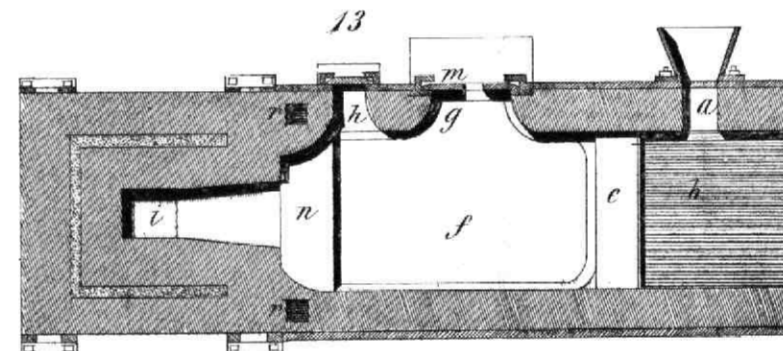
Opstand van een leuteringsoven of
open frischhaard.



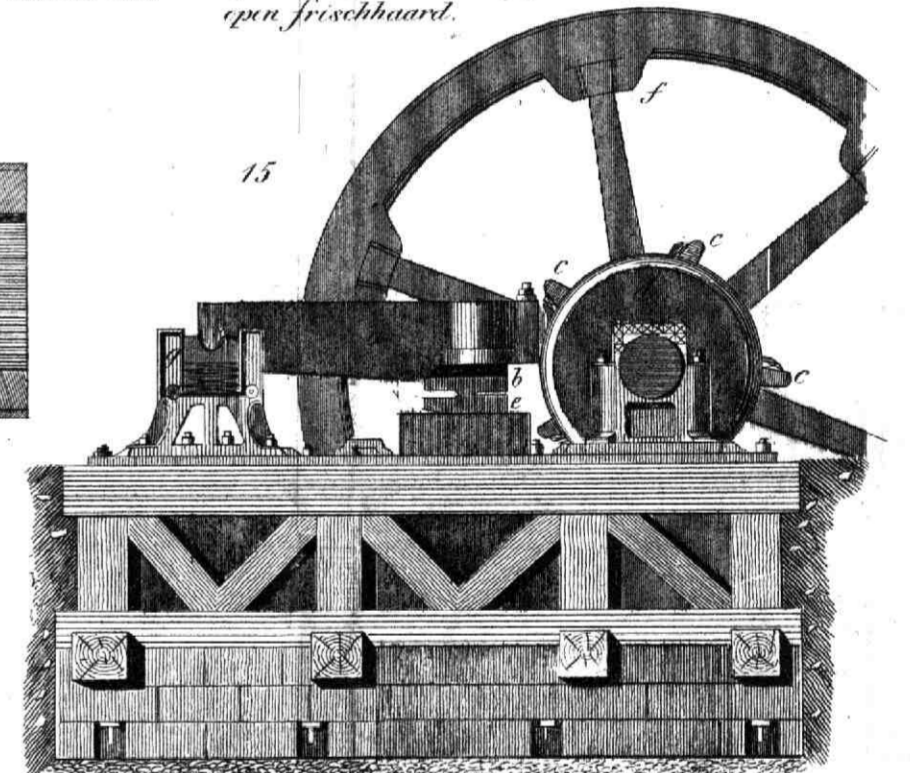
Leedrechte doorsnede van een puddeloven, welke door middel van
hoogeovengas gestekt wordt.



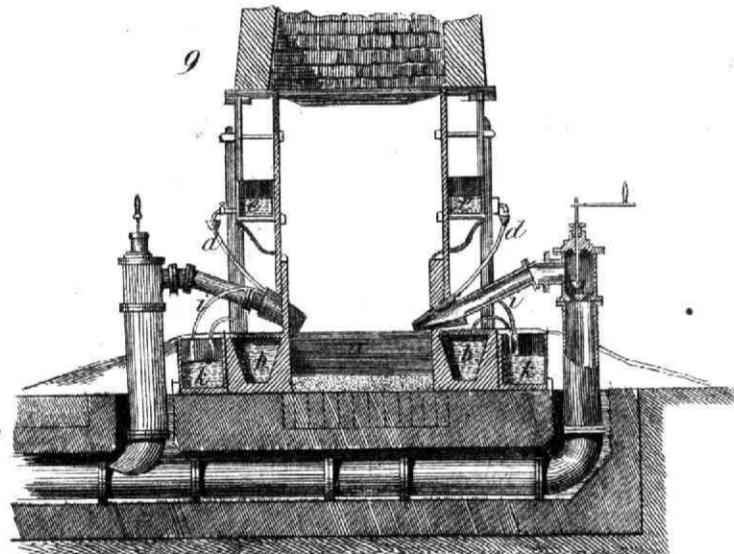
Opstand van een puddeloven.



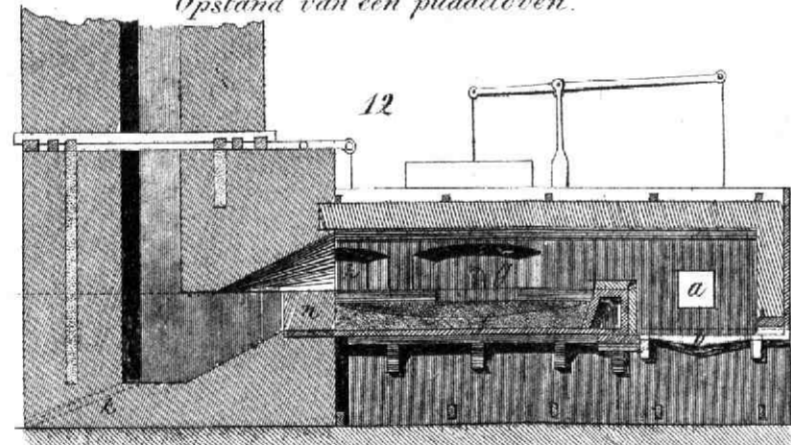
Horizontale doorsnede van een puddeloven.



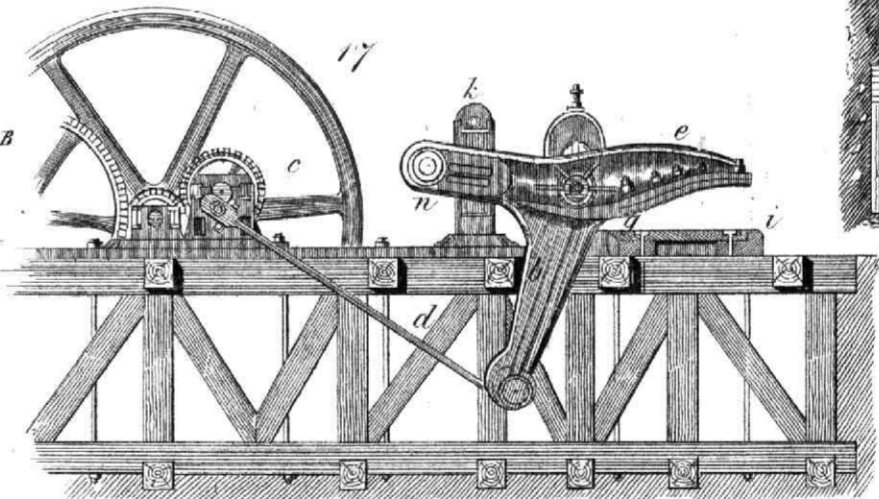
Opstand van een hoefmilhamer.



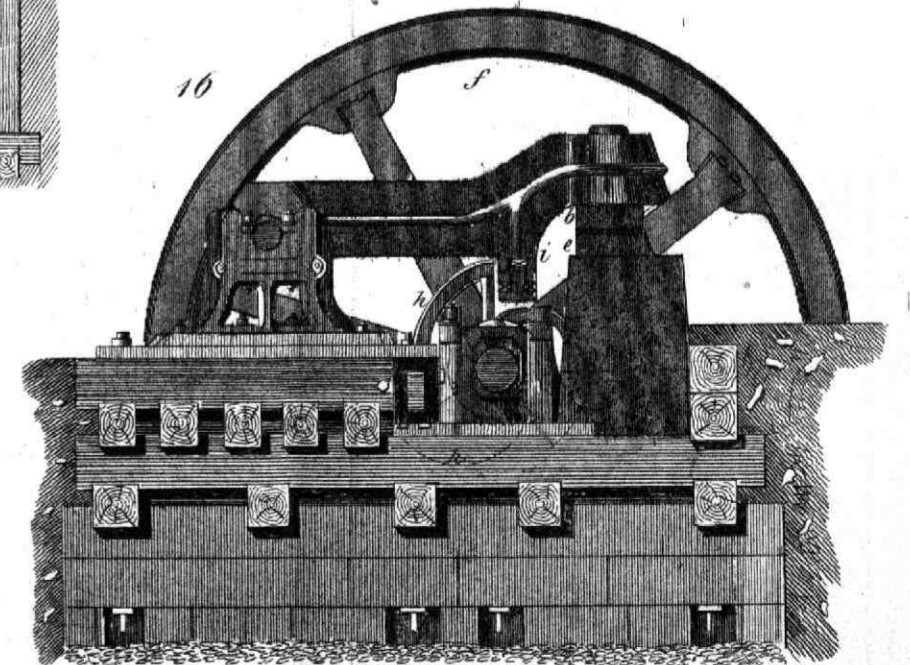
Leedrechte doorsnede van een affinervuur.



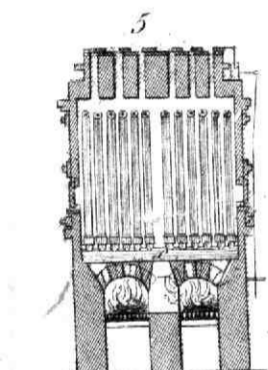
Leedrechte doorsnede van een puddeloven.



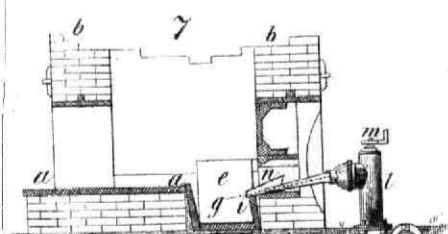
Opstand van een Ykpers.



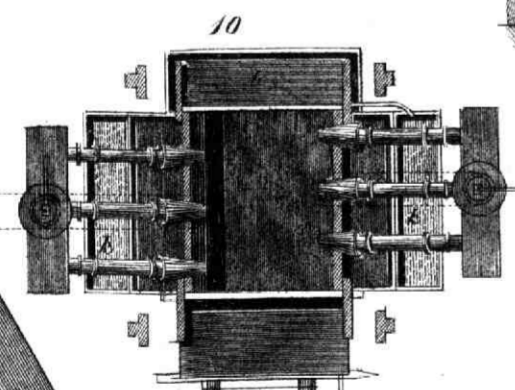
Opstand van een hefhamer.



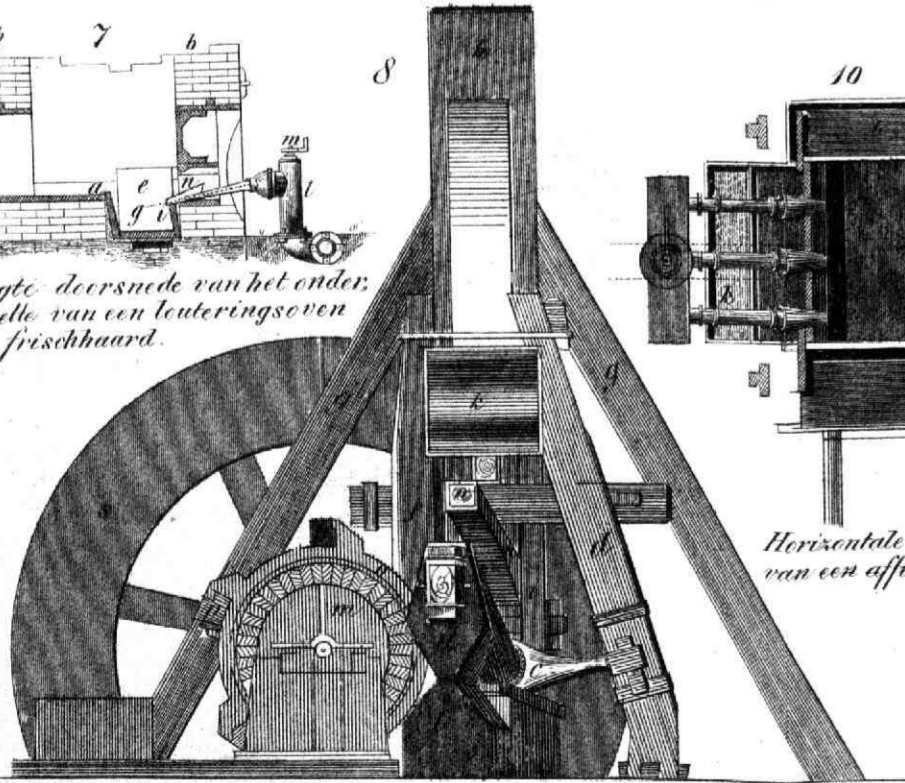
Leedrechte doorsnede van
een verhittingsoven, die
dient tot het verwarmen
der blaaslucht.



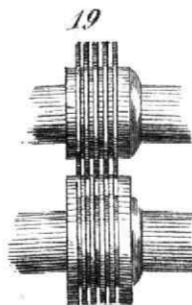
Leedrechte doorsnede van het onder-
ste gedeelte van een leuteringsoven
of open frischhaard.



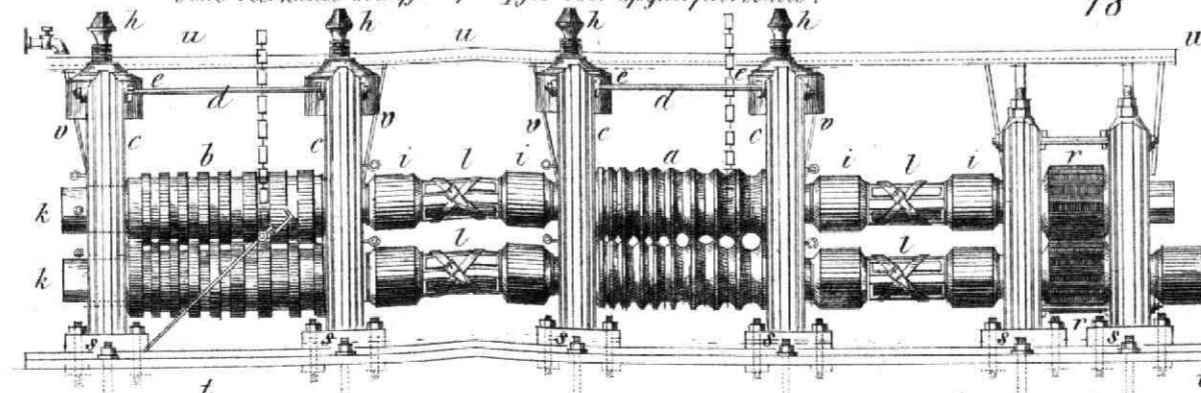
Horizontale doorsnede
van een affinervuur.



Opstand van een hamerleestel tot het uitsmeden van het IJzer.



Opstand van een snywerkliug tot het verkrijgen
van vierkante staafjes of reepjes voor spijerfabricatie.



Opstand van een Cylinder-leestel, waarop de rek- en voorbereidingsrollen voorkomen.