

HET GEBRUIK VAN HET ARBEIDSVERMOGEN DER STEENKOOL

VOOR VERLICHTING, VERWARMING EN HET VERRICHTEN VAN ARBEID,

DOOR

Dr. J. E. ENKLAAR.

(Vervolg van blz. 223.)

IV

Het gas kan dus zeer goed dienen voor het verschaffen van licht, warmte en arbeidsvermogen; ons gewoon steenkoolgas is echter te duur, om dit met voordeel te doen. Als voortbrenger van licht werkt het zelfs zoo onvoordeelig, dat vroeg of laat de electriciteit deze rol wel zal moeten overnemen.¹ Warmte en arbeid worden

¹ Onder het corrigeeren van dit vel las de schrijver in de dagbladen berichten betreffende het gasverbruik in verschillende groote steden, die aantoonen, dat het gezegde reeds werkelijkheid begint te worden. In het eerste kwartaal van 1894 is het gasverbruik te Amsterdam bijna een half millioen M³ minder geweest dan gedurende hetzelfde tijdsverloop in 1893; de gemeente heeft dientengevolge in de eerste drie maanden van 1894 f 20.000 minder ontvangen dan in dezelfde maanden van 1894.

De Parijsche gasmaatschappij heeft haar dividend over 1893 op 64 frs. gesteld tegen 72 frs. over 1892, tengevolge van de vermindering van het gasverbruik waardoor de inkomsten daalden. Het aandeel der stad Parijs in de netto-winst is daardoor omstreeks 3 millioen francs kleiner geworden.

In Berlijn is in 1893 voor de verlichting door particulieren 1.750.000 M³ minder gas gebruikt dan in 1892.

Overal wordt als een der voornaamste oorzaken het veldwinnen van het electrisch licht genoemd.¹ Het gebruik van gas voor het verrichten van arbeid neemt overal toe. Het gas wordt in zijn hoedanigheid van verlichter van de baan gedrongen.

¹ In Amsterdam wordt de vermindering in het verbruik van gas voor een belangrijk gedeelte toegeschreven aan het gebruik van betere gasbranders. D. v. C.

echter op rationeele wijze geleverd. Hier is het slechts de vraag, of de productie van gas goedkooper kan geschieden.

Met het oog op deze vraag moeten wij onzen gezichtskring uitbreiden en de verschillende wijzen beschouwen, waarop de transformatie van steenkool in gas kan geschieden.

Omzetting van de steenkool in gassen door ze met ruimen toevoer van lucht te verbranden, gelijk in onze gewone kachels en in allerlei soorten van ovens geschiedt, gaat, zooals wij zagen, met groote verliezen gepaard.

In de tweede plaats vestigden wij onze aandacht op het geval, dat de steenkool door droge distillatie — d.i. met geheele afsluiting der lucht — in gas wordt veranderd, hetwelk in onze gewone gasfabrieken plaats vindt. Slechts een klein gedeelte der kool wordt dan gas; het grootste gedeelte wordt in den vorm van gaswater, teer en cokes verkregen. 100 K.G. uitmuntende steenkool geven dan 30 M³ gas, 60 K.G. cokes en 6 K.G. teer, terwijl het proces warmte verbruikt en wel per K.G. gedistilleerde steenkool zooveel als de verbranding van 0,1 K.G. steenkool oplevert. Het proces brengt een verlies mede van 20 % der ingebrachte energie, terwijl de overige 80 proc. in het gas voor bijna 20, in de cokes voor bijna 50 en in de teer voor omstreeks 10 proc. terug te vinden zijn. Zulk een uitkomst zou alleszins bevredigend moeten heeten, als de thermische waarde van cokes en teer oeconomisch te gebruiken was.

Het arbeidsvermogen der teer heeft men op tweeërlei wijzen als warmte trachten te winnen. Vooreerst door de teer onmiddellijk te verbranden. Zij wordt door stoom of samengeperste lucht, b.v. door een verstuiver van KÖRTING, in den vorm van fijne droppeltjes in den vuurhaard gedreven. Zoo wordt o. a. op een gasfabriek te Hannover met 13.5 K.G. teer 100 K.G. steenkool gedistilleerd.

In de tweede plaats trachtte men de calorische waarde der teer te gebruiken door de laatste in permanente gassen te veranderen. Pogingen van dien aard zijn in groot aantal in het werk gesteld en dateeren reeds van de eerste jaren der gasnijverheid.

Voor zoover zij betrekking hadden op reeds gecondenseerde teer leden allen schipbreuk ten gevolge van verstoppingen in toestellen en buizen, die nooit uitbleven.

Betere uitkomsten gaven die, welke van een ander beginsel uitgingen, o. a. het proces-DINSMORE, waarbij het mengsel van het gas en de dampen, die bij condensatie teer zouden worden, door sterk verhitte

kamers gevoerd werd, vóórdat de verdichting intrad. Een gedeelte der teerdampen werd zoo permanent gas. Langs dien weg zou het steenkoolengas zoo verbeterd kunnen worden, dat de lichtkracht van 15 tot 20 à 21 kaarsen toeneemt. Er wordt dan ongeveer 37 proc. minder teer verkregen dan gewoonlijk. Of zulk een behandeling der teer, die geen technische bezwaren heeft en geen stoornis geeft in de gasfabrikage, voordeelig is, zal uit den aard der zaak hoofdzakelijk van den marktprijs der teer afhangen. Voorloopig behoeven wij echter de hulp van de teer bij verwarming en verlichting niet hoog aan te slaan.

Van de cokes hangt het dus af, of de fabrikant van gas door droge distillatie van steenkolen, *uitsluitend beschouwd als leverancier van licht, warmte en arbeidsvermogen*, een rationeel bedrijf uitoefent; d. w. z. of hij het arbeidsvermogen van de steenkool zoo zuinig beheert en verspreidt, dat hij tegenover het nageslacht verantwoord is.

Het is inderdaad niet vreemd, dat, zooals uit het voorafgaande bleek, de doelmatige verbranding der cokes van de zijde der gasfabrikanten zoozeer wordt aangemoedigd. Van de calorïen, welke de steenkool, met bijvoeging der warmte-aanvoer voor de distillatie, vertegenwoordigt, blijven omstreeks 50 proc. in de cokes, waarvan wij in goede vulreguleer-kachels 80 proc. nuttig kunnen gebruiken. Nemen wij aan, dat 20 proc. der aangewende calorïen uit het gas zijn te verkrijgen, dan wordt op deze wijze $40 + 20 = 60$ proc. te nutte gemaakt. Dit is, afgezien van de onaangenaamheden eener vaste brandstof, een onbevredigende uitkomst, zooals ons spoedig zal blijken.

Uit het gezegde volgt echter geenszins, dat een gasfabriek uit een industrieel oogpunt een slechte onderneming is. De cijfers leeren trouwens wel anders. De bijproducten vullen aan, wat aan het hoofdproduct te kort schiet. Nemen wij het verslag der gemeentelijke gasfabriek te Leeuwarden over 1891 als voorbeeld.

Op de rekening van ontvangsten en uitgaven komt onder de ontvangsten een bedrag van f 106466,70 voor geleverd gas en f 60183,19 voor verkoop van cokes, koolteer, afgewerkte kalk en ammoniakwater; terwijl het totaal der ontvangsten f 197113,275 bedraagt. Daar tegenover staat een totaal van uitgaven van f 150341,66. De balans toont een zuivere winst aan van f 40241,775. Uit deze cijfers blijkt ten eerste, dat de bijproducten omstreeks een derde der ontvangsten vertegenwoordigen en ten tweede dat zonder die producten niet alleen geen winst gemaakt maar een belangrijk verlies zou geleden zijn.

Goedkoop arbeidsvermogen vindt altijd een markt. Zal dit echter

met de genoemde producten steeds in die mate het geval blijven, dat er goede prijzen voor te maken zullen zijn? Daarenboven is een gasfabriek een geheel van uitermate samengestelde en omslachtige processen, die veel handenarbeid vereischen. Het laatste vooral is van groote beteekenis. In onzen tijd stijgt de prijs van handenarbeid voortdurend en wordt de laatste steeds meer wisselvallig in haar praestaties. Op een machine kan men rekenen, een arbeider kan plotseling den arbeid staken. Daarom is de toekomst van een nijverheidsonderneming onder overigens gelijke omstandigheden des te beter verzekerd, naarmate er meer van den arbeid der natuurkrachten, minder van die der menschen voor gevraagd wordt.

Bedenkt men daarbij, dat het grootste gedeelte der inkomsten van de gasfabrieken dan toch voortvloeit uit ontvangsten voor geleverd gas, dan moet een geringe verlaging van den prijs van het laatste grooten invloed hebben op de finantieele uitkomsten, en tot zulk een prijsverlaging kan de concurrentie met de vele andere lichtstoffen en met anders gefabriceerd gas allicht dwingen. Daarenboven zullen de bijproducten niet op de markt ontbreken, daar er fabrieken zijn, waar het gas bijzaak is en het voortbrengen van de eerste op den voorgrond staat. De meeste hoogovens bereiden zelf de cokes, die zij voor de reductie der ertsen noodig hebben en zeer groot is het getal der zoogenaamde cokesovens, dat in werking is, waarin steenkool droog gedistilleerd wordt en de bijproducten opgevangen worden. De cokes, die wij in onze kachels gebruiken, is slechts ten deele van de gasfabrieken afkomstig. Zulke ovens kunnen elke soort van steenkool met voordeel distilleeren, terwijl de gasfabrikant zeer beperkt is in de keuze van zijn grondstof. Betrekkelijk weinig soorten van steenkool zijn voor de gasfabrikage geschikt.

De bereiding van cokes, teer, ammoniakwater enz. door droge distillatie van steenkool is dus reeds een op zich zelf staande tak van nijverheid. Met het oog op de verdeeling van den arbeid en het feit, dat voordeliger fabricatie mogelijk is, als het gas bijzaak wordt, moet een toestand als de laatst geschetste de meest gewenschte zijn. Wij komen dus met het oog op de gasfabrieken tot de volgende slotsom.

Het is twijfelachtig, of een fabriek die door droge distillatie van steenkool gelijktijdig gas, cokes, teer, gaskalk en ammoniakwater bereidt en levert, op den duur levensvatbaarheid zal bezitten en in allen gevalle blijft zij beneden haar taak, waar wij uitsluitend van haar vragen het arbeidsvermogen der steenkool voor ons beschikbaar

te stellen. Met de levering van slechts 20 proc. ervan in den meest geschikten vorm, dien van gas, kunnen wij niet tevreden zijn.

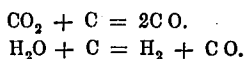
V

De methode onzer gasfabrieken is niet de eenige, waardoor vaste brandstoffen omgezet kunnen worden in brandbare gassen. Het waarnemen van zulke gassen, die in groote hoeveelheid boven uit de hoogovens ontwijken, gaf als van zelf een nieuwe methode aan de hand; die nl., waarbij het proces verliep onder aanvoer van een hoeveelheid lucht, voor volkomen verbranding ontoereikend. Het aldus verkregen product heet *generator-gas*. BISCHOF deed reeds in 1848 onderzoekingen in genoemde richting. Hem volgden ZERENNER in Oostenrijk, SCHINZ en STEINMANN en in den laatsten tijd THOMAS, SIEMENS, BOËTIUS en PONSARD.

Groot is reeds het aantal generator-toestellen, waarin het gas wordt gevormd, dat in de praktijk ingang vond. De generator heeft gewoonlijk den vorm van een schachtoven, die onder van een rooster voorzien is, waarop een laag brandstof, minstens één meter hoog, gloeiend gehouden wordt door een luchtstroom, die door de natuurlijke trekking of door een blaasbalg aangevoerd wordt. De trekking moet zeer gering zijn — d. i. de schoorsteen niet hoog — of de ingeblazen lucht een kleine snelheid bezitten. De ontwijkende gassen — hoofdzakelijk stikstof en kooloxyde — worden nog warm geleid naar de plaats, waar zij als brandstof gebruikt worden. Bij een Siemens-generator-oven wordt het kooloxyde boven in den oven zelve verbrand door lucht, aangevoerd door openingen, die zich boven de cokeslaag in den muur van den oven bevinden. In zulk een oven wordt daarenboven nog van de warmte der ontwijkende verbrandingsproducten gebruik gemaakt, om de lucht te verwarmen, die in de gloeiende laag cokes wordt gedreven.

Het vormingsproces van generator-gas is zeer samengesteld, vooral als, wat geschiedt, daarenboven nog waterdamp in den generator gevoerd wordt. Bevat de laatste alleen cokes, dan tracht men het proces zoo te leiden, dat het gas behalve de stikstof der lucht hoofdzakelijk slechts kooloxyde bevat, het produkt der onvolkomen verbranding van koolstof. Is de grondstof hout, steenkool of turf, dan hebben er behalve onvolkomen verbranding, droge distillatie en pyrogene reacties der gevormde stoffen plaats.

Onder in den oven, waar de lucht op de brandstof stoot, wordt koolstofdioxyde en eenig water gevormd, die in de hogere lagen, zoodra deze heet genoeg zijn geworden, gedeeltelijk tot kooloxyde en waterstof worden gereduceerd volgens de vergelijkingen:



Hooger in den generator doet de heete opstijgende stroom gas droge distillatie ontstaan. Eerstgenoemd proces produceert warmte, terwijl de reductie en de droge distillatie warmte als zoodanig vernietigen. Het geheele proces gaat echter met ontwikkeling van warmte gepaard. Het generator-gas, dat te Essen met behulp van 8 Siemensche generatoren verkregen wordt, heeft gemiddeld de volgende samenstelling:

koolstofdioxyde	5,3	} 30,9
kooloxyde.....	23,7	
methaan.....	1,9	
waterstof.....	6,5	
stikstof.....	62,6	

Klaarblijkelijk blijft van de vaste brandstoffen alleen de asch over; de rest wordt geheel gas. De hoeveelheid verkregen gas is zeer groot. 1 K.G. steenkool gaf te Essen 4,52 M³ gas, terwijl het als gaskool gedistilleerd hoogstens 0,3 M³ gas zou opleveren. De waarde van 1 M³ generatorgas is minder dan die van 1 M³ gewoon lichtgas, doch de grootere hoeveelheid maakt het ruimschoots goed.

Nemen wij de cokes-generatoren, waarin de koolstof bijna geheel in kooloxyde wordt omgezet, als grondslag van de berekening, dan zijn de uitkomsten als volgt. 12 K.G. koolstof geven dan 28 K.G. of 22,3 M³ kooloxyde, die bij verbranding een hoeveelheid warmte van 68 000 cal. ontwikkelen, terwijl de direkte verbranding dier koolstof er 97 000 zou opleveren. Er moeten dus 97 000 — 68 000 = 29 000 cal., d. i. omstreeks 30 proc. in den generator ontwikkeld worden. Wordt het generator-gas op de plaats zelve als brandstof gebruikt, wat veelal geschiedt, dan wordt ook van die calorïën, welke het gas temperatuursverhooging hebben gegeven, nog een groot gedeelte ten nutte gemaakt. Wordt het generator-gas door leidingen naar elders gevoerd en koelt het af, dan zijn die 30 proc. verloren en blijven er slechts 70 proc. der calorïën van de brandstof in het gas.

Hoewel dit niet geheel onbevredigend is, zullen in dit geval toch voor het omzetten in generator-gas alleen die brandstoffen — hetzij

hout, turf, bruinkool of steenkool — in aanmerking komen, welke met het oog op de hoedanigheid niet in den oorspronkelijken staat als brandstof bruikbaar zijn.

Het groote voordeel van generator-gas, warm gebruikt, springt duidelijk in het oog. De nijverheid heeft er reeds op groote schaal partij van getrokken en zal voortgaan dit te doen; voornamelijk daar, waar reinheid van bedrijf en afwezigheid van stof een hoofdvereischte is en waar hooge temperaturen gewenscht zijn. Het verkrijgen van de laatste wordt dan gewoonlijk nog bevorderd door de warmte der wegtrekkende verbrandingsgassen tot voorafgaande verwarming te doen strekken van de lucht, die het generator-gas verbrandt of het generator-gas zelf met die warmte te verhitten, gelijk SIEMENS het reeds in 1857 met zijn generatoren bij de nijverheid invoerde.

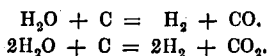
Het gebruik van warm generator-gas op de plaats van productie heeft veel ingang gevonden bij de huttenprocessen, het smelten van glasmassa's en het branden van leem en cement. Ook bij gasfabrieken is het gebruik van cokes-generator-gas ter vervanging van de cokes bij de distillatie der steenkolen ingevoerd. Sedert 1881 o. a. zijn generator-ovens van SCHILLING op de gasfabriek te München geregeld in werking.

Generator-gas is dus vooral met het oog op vaste brandstoffen van geringe waarde en op de eischen van sommige takken van nijverheid van groote beteekenis, zoodat het als plaatsvervanger van cokes- en steenkolenvuren in de groot-industrie zijn plaats reeds lang heeft veroverd.

Het zal echter ons gewoon steenkolengas uit onze huizen en woonplaatsen niet verdringen. Vooreerst geeft de vlam van generator-gas geen licht. Overwegend is dit bezwaar niet. Door carbureeren of met behulp van gloeilichamen kan zij lichtgevend gemaakt worden. De temperatuur der vlam van generator-gas is onder gelijke omstandigheden minder hoog dan die van gewoon steenkolengas. Dit nadeel zou slechts in bijzondere gevallen wegen. De hoofdzaak is, dat alle warmte, bij de vorming van het generator-gas ontstaan, door het bewaren en vervoeren van het gas verloren zou moeten gaan en het dan niet meer een zeer voordeelige aanwending van de calorische waarde der steenkool zou blijven.

VI

Een endotherm proces is dus aangewezen, om steenkool in gas te veranderen, waar opvangen en verspreiden van het gas op den voorgrond staat. Dit karakter heeft ook de droge distillatie van steenkool. Zulk een proces treedt in, als waterdamp met gloeiende koolstof, b.v. in den vorm van cokes, in aanraking komt. De waterdamp wordt dan ontleed volgens onderstaande vergelijkingen. De omstandigheden bepalen welke der onderstaande reacties op den voorgrond komt.



Een gedeelte van het koolstofdioxyde wordt dan door de gloeiende cokes nog weder tot kooloxyde gereduceerd volgens de vergelijking:



Het verkregen gasmengsel heet *watergas*. Zulk een warmte-opslorpend proces kan echter slechts een beperkt tijdsverloop duren. Het houdt op, zoodra de kool tot zekeren graad afgekoeld is. Het moet dus telkens afgewisseld worden met een ander, dat warmte voortbrengt. Dit geschiedt nu door het vormen van watergas af te wisselen met dat van generator-gas; d. w. z. door eerst eenigen tijd een stoomstraal op de gloeiende koolstof te richten en deze daarop af te breken en door een luchtstroom te vervangen; warm te blazen zooals het heet.

Het generator-gas, dan ontstaande, wordt afzonderlijk opgevangen of met het watergas vermengd. Het volume van het eerste, dat men verkrijgt, is grooter dan dat van het tweede. Te Essen, waar telkens 4 minuten lang watergas gemaakt en 11 minuten warm geblazen wordt, verkreeg men uit cokes 1,13 M³ watergas tegen 3,13 M³ generator-gas. Het laatste had daar de onderstaande samenstelling:

	Na 1 min.:	Na 6 min.:	Na 10 min.:
koolstofdioxyde	7,04	4,08	1,60
kooloxyde	23,68	28,44	32,21
methaan	0,44	0,39	0,18
waterstof	2,95	2,20	2,11
stikstof	65,89	64,94	63,90

Het watergas was daar samengesteld, als volgt

	Na 1 min.:	Na 2,5 min.:	Na 4 min.:
Koolstofdioxyde.....	1,8	3,0	5,6
Kooloxyde.....	45,2	44,6	40,9
Methaan.....	1,1	0,4	0,2
Waterstof.....	44,8	48,9	51,4
Stikstof.....	7,1	3,1	1,9

Het generator-gas is dus hoofdzakelijk kooloxyde en stikstof, het watergas kooloxyde en waterstof. De productie en zuivering van het watergas is, uit dit oogpunt vergeleken met ons gewone lichtgas, uitermate eenvoudig te noemen.

Laten wij in de eerste plaats nagaan in welke mate de calorïën van de steenkolen bij dit nieuwe proces tot hun recht komen. SCHILLING geeft voor de verbrandingswarmte van 1 M³ ongearbureerd watergas 2884 cal.; te Essen rekent men voor 1,13 M³ watergas, uit 1 K.G. cokes verkregen, bij verbranding op 2970 cal. Uit de samenstelling van dit gas is door berekening af te leiden, dat 1,13 M³ er van 0,291 K.G. koolstof bevat (het soort. gew. van het gas op 0,477 gesteld). De cokes, te Essen gebruikt, houdt gemiddeld 84,8 proc. koolstof. Er is dus per K.G. cokes 0,848 — 0,291 = 0,557 K.G. koolstof in generator-gas omgezet. Was daarbij alleen koolstofoxyde-gas gevormd, dan zou het generator-gas 5666 × 0,557 = 3176 calorïën vertegenwoordigen. Er ontstaat echter steeds eenig koolstofdioxyde, zoodat wij het dichtst bij de waarheid komen door, gelijk men te Essen doet, voor laatstgenoemd getal 2970 aan te nemen. Wordt daarbij de verbrandingswarmte der gebruikte cokes op 7000 gesteld, dan wordt de uitkomst als volgt:

Hoeveelheid verbruikte cokes in Kg.	Verkregen watergas in M ³ .	Verkregen generator-gas in M ³ .	Totaal verkregen gasvolume in M ³ .	Caloriën in de gebruikte cokes.	Caloriën in het verkregen watergas.	Caloriën in het verkregen generator-gas
1	1,13	3,13	4,26	7000	2970	2970
		Totaal bedrag cal. in het generator- en watergas verkregen.	Proc. gehalte van de cal. der cokes in het watergas.	Proc. gehalte van de cal. der cokes in het generator-gas	Proc. gehalte van de cal. der cokes in het totale gas-volume.	
		5940	42	42	84	

Bedenkt men nu, dat de ontbrekende 16 proc. der calorïën grotendeels als warmte reeds in het generator-gas aanwezig zijn, dan is de

uitkomst al bijzonder gunstig te noemen. Vette steenkolen, op watergas verwerkt, zouden een mengsel der bovengenoemde gassen met de producten der droge distillatie opleveren. Voor de fabricage van watergas wordt echter bijna uitsluitend anthraciet of cokes gebruikt.

Het duurde langen tijd, voordat het beginsel dezer fabricage, dat reeds in 1730 door FELICE MONTANA gevonden werd, op technisch gebied werd toegepast. Eerst sedert 1883 nam het gebruik van watergas in Amerika een groote vlucht en thans gebruiken 30 proc. der Amerikaansche steden dit gas gecarbureerd voor de verlichting.

De gewone gasfabrieken worden daar tot fabrieken voor watergas ingericht. In Londen wordt het laatste tot verbetering van het gewone lichtgas gebruikt. In de werkplaatsen van SCHULZ en KNAUDT en Co. te Essen doet watergas 600 magnesia-kammen van FAHNEJELM gloeien en hetzelfde geschiedt bij SULZER te Winterthur, en bij PINTSCH in het Fürstenwald. Te Witkowitz wordt watergas met veel voordeel in de Siemens-Martin-ovens gebrand en te Essen op soortgelijke wijze bij de bewerking van het ijzer gebruikt.

Een der redenen, waarom watergas aanvankelijk geen ingang kon vinden, was de gebrekkige methode van bereiding, het drijven van waterdamp in staande of liggende met cokes of anthraciet gevulde, in een fornuis verhitte retorten (continuproces). Levensvatbaar werd het eerst toen de van buiten verhitte retorten door schachtovens vervangen werden, waarin afwisselend lucht en waterdamp in de heete cokes werd geblazen (intermitterend proces).

Talrijke inrichtingen van dien aard, in bijzonderheden verschillend, zijn reeds in werking. Wij noemen slechts die van LOWE, STRONG, SPRINGER, v. STEENBERGH, waarvan sommige, o. a. die van LOWE, welke vooral in Amerika gebruikt worden, tevens gelegenheid geven om het watergas te carbureeren. Een nauwkeurige beschrijving van de samenstelling dezer toestellen kan men in elk nieuw eenigszins omvangrijk handboek voor chemische technologie vinden, zoodat ze hier achterwege kan blijven.

Met een enkel woord wijzen wij op het apparaat van LOWE, dat in Amerika bijna overal dient voor de bereiding van gecarbureerd watergas. In den generator van vuurvasten steen wordt cokes of anthraciet door een blaasbalg witgloeiend gemaakt; de verbrandingsproducten worden, met een weinig lucht gemengd, in een zoogenaamden superheater geleid, waar het nog aanwezige kooloxyde verbrandt en de vuurvaste stoffen, waarmede de superheater ge-

vuld is, heet maakt. Als de brandstof in den generator en de superheater de vereischte temperatuur hebben verkregen, wordt de luchtstroom afgesloten en door een stoomstraal vervangen, die watergas vormt. Het laatste wordt boven in den superheater met de carbureerende olie vermengd en dit mengsel gaat door een tweede ruimte, waarin het oververhit wordt. Er heeft in den laatsten superheater eenige afzetting van koolstof plaats, terwijl ten gevolge der pyrogene reacties alles in permanente gassen veranderd wordt. Het apparaat VAN STEENBERGH, dat geen afzonderlijken oververhitter bevat — het fixeeren of permanent maken, zooals het heet, van het mengsel heeft hier in de bovenste lagen der brandstof plaats — is het eenvoudigste van allen. Daarmede kunnen 28,1 M³ gecarbureerd watergas met een lichtsterkte van 22 kaarsen, geproduceerd worden met een verbruik van 13,5 K.G. cokes en 9,5 liter lichte naphtha.

Men behoeft zulk gas slechts door een enkelen zuiveringsbak te laten gaan en met water te wasschen, om uitmunten lichtgas te verkrijgen, dubbel zooveel licht gevend als dat, hetwelk wij gewoon zijn te gebruiken. Geen wonder dat het in Engeland gebruikt wordt, om slecht steenkolengas te verbeteren, wat ten onzent de cannel-kool moet doen. Volgens de Engelsche opgaven overtreft watergas te dezen opzichte de cannel ver. Om steenkolengas van 16 kaarsen te verkrijgen tot 17,5 zouden vereischt worden:

Aan Cannel voor.....	4	d.	=	20	cents.
Aan Lower of Springer watergas voor....	1½	d.	=	7,5	»
Aan v. Steenbergh watergas voor.....	¾	d.	=	3,7	»

Te New-York rekent men voor de productie-kosten van 1 M³ gecarbureerd watergas, hetwelk 1 K.G. anthraciet en 1 K.G. petroleum vereischt, ruim 3 centen. Te Essen komt de productie van ongecarbureerd watergas op gemiddeld 1,2 cent per M³. Te New-York verkrijgt men met één generator in 24 uren 10,000 M³ gas, dus evenveel als met 34 retorten in een gewone gasfabriek.

Het watergas, dat in Amerika het gewone steenkolengas reeds voor een groot deel verdrongen heeft, is er in Europa nog geen ernstige concurrent van, hoewel het zich in Duitschland en vooral in Engeland goed begint te laten gelden. De reden van dit verschil ligt hoofdzakelijk in den grooten overvloed en de lage marktprijs der Amerikaanse petroleum, die daar nagenoeg uitsluitend als carburatiemiddel gebruikt wordt. Wellicht laat men ook in ons werelddeel een

der hoofdbezwaren, waardoor het watergas gedrukt wordt, zwaarder wegen. Wij bedoelen het feit, dat watergas zulk een hoog gehalte van het giftige kooloxyde bevat. Dit gas staat onder den naam van »kolendamp» in zeer slechten reuk. Gold het laatste in den letterlijken zin van het woord, het gas zou waarschijnlijk minder sterfgevallen op zijn rekening hebben dan thans het geval is, nu de couranten ons telkens spreken van door kolendamp verstikte menschen. Kooloxyde is niet alleen een onzichtbare vijand, maar verraadt zijn aanwezigheid ook in 't minst niet aan onze reukorganen. Terwijl gewoon lichtgas, dat ontsnapt is, onmiddellijk wordt geroken, zou de aanwezigheid van ongecarbureerd watergas eerst opgemerkt worden, als zware hoofdpijn of flauwte zich openbaarden.

Voor ongecarbureerd watergas is het gevaar niet te ontkennen; het laatste is echter grootendeels verdwenen, waar het, zooals in Amerika, alleen gecarbureerd in werkplaatsen en woningen binnendringt. Is het gewone lichtgas daarenboven zoo geheel onschuldig? Men denke aan het treurige geval, dat zich een paar jaren geleden te Zutphen voordeed. Levende wezens worden in met gewoon steenkoolengas sterk bezwangerde lucht snel gedood. Het is bekend, dat men de onbeheerde honden, welke de politie te Parijs dagelijks in grooten getale opvangt, door een kort verblijf in een ruimte, met een open gaskraan in verbinding, in enkele oogenblikken doet omkomen.

Ondertusschen is te Parijs en in andere steden het aanvoeren van watergas in de woningen van overheidswege verboden. Is zulk een verbod voldoende gerechtvaardigd? Nog niet lang geleden heeft Dr. STEVENSON kooloxyde uit het oogpunt der giftigheid aan een bijzonder onderzoek onderworpen. Hij vond, dat een gehalte van 1 proc. er van in de lucht muizen reeds na verloop van $1\frac{1}{2}$ minuut zichtbaar aandeed en ze na $1\frac{3}{4}$ uur deed sterven, terwijl zij van lucht met 0,1 proc. kooloxyde reeds nadeelige gevolgen ondervonden. Het laatste moet dus beschouwd worden als het maximum bedrag kooloxyde, dat lucht mag bevatten.

Onderstellen wij nu een kamer van 100 M^3 inhoud, dan zou de lucht daarvan tot omstreeks $0,1 \text{ M}^3 = 100$ liter kooloxyde zonder schade kunnen opnemen. Nu bevat ongecarbureerd watergas 40 proc. kooloxyde en gecarbureerd 20 of 26 proc., naarmate het volgens de methode VAN STEENBERGH of LOWE verkregen is. Van het eerste zou voor de genoemde verontreiniging dus $100 \times \frac{100}{40} = 250 \text{ L.}$, van het gecarbureerde gas volgens de methode v. STEENBERG $100 \times \frac{100}{20}$

= 500 L. vereischt worden. Wordt nu zulk een kamer verlicht met een gasvlam, die 150 L. per uur verbruikt, dan zou in het eerste geval de gaskraan $1\frac{2}{3}$ uur, in het tweede $3\frac{1}{3}$ uur open moeten staan, voordat het gevaarlijke gasmengsel gevormd was en dit zelfs zonder eenige ventilatie. Het gevaar is dus niet zoo groot, als het schijnt. Het is in zulke gevallen niet voldoende het vreesaanjagend woord vergif te gebruiken; men moet, waar het mogelijk is, de grootte van het gevaar berekenen en de cijfers laten spreken. Voor gecarbureerd watergas (met 20 proc. kooloxyde) is het laatste niet zoo groot achten, dat het de invoering er van in den weg kan staan, te meer daar dit door den reuk ontdekt kan worden. Men heeft in Amerika ook, zoover den schrijver bekend is, niet van buitengewoon veel ongelukken door het watergas gehoord.

Het groote vraagstuk hoe het arbeidsvermogen van de steenkool met zoo gering mogelijk verlies in een vorm kan gebracht worden, die goedkoop en snel vervoer over groote afstanden, verspreiding in alle richtingen van een centraal punt uit en gebruik er van voor verlichting, verwarming en het verrichten van arbeid toelaat, is door het watergas een schrede nader tot zijne oplossing gekomen. Het watergas is reeds als zoogenaamd krachtgas in gebruik. Dit is zelfs het geval met generator-gas, dat onder toevoeging van stoom volgens het proces DOWSON verkregen wordt en dat dus eenigszins het midden houdt tusschen zuiver water- en generator-gas. Te Terni bij Rome wordt een gaskracht-machine gedreven door een mengsel van water- en generator-gas, het laatste bij het warmblazen verkregen. De machine gebruikt, bij het verrichten van 14,35 paardekracht per uur, 11,86 M³ watergas en 36,66 M³ generator-gas en werkt goed. Men berekent daaruit per paardekracht en per uur een verbruik van

0,83 M ³ watergas	=	2182 cal.
en 2,55 » generator-gas	=	2422 »
Totaal 3,38 » gas	=	4604 »

Nu vereischt volgens WAGNER zulk een machine per paardekracht en per uur van gewoon steenkoolgas minstens 0,9 M³ = 4770 cal.; waarvoor 3 K.G. goede steenkool bij de distillatie verbruikt zijn (waarbij dan nog 1,8 K.G. cokes overblijven); terwijl 0,75 K.G. cokes of steenkool voldoende zijn om de genoemde hoeveelheid watergas te verkrijgen.

Zulke uitkomsten zijn een belofte voor de toekomst. Als het dure

steenkolengas door watergas vervangen is, zullen de gaskracht-machines ook uit het oogpunt der kosten de concurrentie met de stoommachines gemakkelijk kunnen volhouden.

Dit blijkt ook uit de mededeelingen, die prof. AYRTON te Parijs met betrekking tot het dowson-gas deed. Het gas, dat hij beschouwde, bevatte 20 proc. waterstof, 30 proc. kooloxyde, 3 proc. koolstofdioxyde en 47 proc. stikstof. Het bezat een verbrandingswarmte van 1558 cal. per M³ en ontwikkelde daarbij een warmtegraad van 2268°. Het had dus minder dan $\frac{1}{3}$ van de calorische waarde van gewoon steenkolengas. Het gas werkte in een machine van otto. Het spreekt van zelf, dat met hetzelfde volume lucht in den cilinder veel meer dowson-gas dan gewoon gas moest gemengd worden. Overigens is alles gelijk en wordt bij de ontploffing dezelfde kracht ontwikkeld. Volgens de berekening zouden 3,4 vol. Dowson-gas dezelfde uitwerking moeten hebben als 1 vol. gewoon steenkolen-gas; in de praktijk rekent men echter 5 vol. van het eerste tegen 1 vol. van het tweede nodig te hebben.

Een machine-otto van 30 paardekrachten werd gedurende 300 dagen van 9 uren met dit dowson-gas gedreven en de kosten berekend en vergeleken met die van een verplaatsbare stoommachine van gelijke kracht en met die, welke het gebruik van gewoon steenkolengas medebracht. De uitkomst was, dat de kosten van het dowson-gas 45,5 proc. minder waren dan die van het steenkolengas en omstreeks 47,5 proc. minder dan die van de steenkool voor de stoommachine. Daarbij was dan reparatie, kapitaal en interest in rekening gebracht. Tevens bleek, dat een stoommachine, die 2,7 K.G. steenkool per uur en per paardekracht gebruikte, 100 K.G. steenkool nodig had om den arbeid te verrichten, die 18 K.G. steenkool leverden in een gaskracht-machine-otto na in dowson-gas omgezet te zijn. Om denzelfden arbeid te verrichten had men 100 of 24 à 27 K.G. steenkool nodig, naarmate gewoon steenkolengas of dowson-gas er uit gemaakt en aan den arbeid gezet werd. In een gaskracht-machine-otto van 16 paardenkrachten gaven 2,53 M³ dowson-gas één paardekracht per uur. Rekenen wij, dat 1 K.G. steenkool 5 M³ dowson-gas geeft, dan wordt dit slechts een verbruik van omstreeks 0,5 K.G. steenkool per uur en per paardekracht.

Bedenkt men nu, dat het watergas, volgens het proces-LOWE verkregen, in hoedanigheid zeker voor het dowson-gas niet behoeft onder te doen, dan blijkt wel, dat gaskracht-machines, met watergas

gedreven, een groote toekomst hebben en dat niet alleen in de kleine nijverheid.

Ook voor koken en verwarmen is dit gas zeer geschikt. Als lichtstof vereischt het of een gloeilichaam of carburatie. Het eerste heeft het reeds in de magnesia-kammen van FAHNEJELM gevonden. Blijven de kousjes van den AUER-brander voldoen aan de vrij hoog gestemde verwachtingen, dan zullen zij, met watergas gebruikt, zulk een goedkoop licht geven, dat in den eersten tijd alle concurrentie uitgesloten is. Het is ook zeer wel mogelijk, dat — althans in enkele landen van Europa — de weg gevolgd wordt in Amerika ingeslagen. Petroleum is ook in ons werelddeel in ruime mate voorhanden en Amerika zendt ons vrij wat van zijn overvloed. Telkens worden nieuwe bronnen ontdekt. Petroleum kost thans in Engeland en België slechts 10 à 12 centimes per liter en ten onzent 5 cts.

In Engeland zoekt men in de afvalstoffen van fabrieken en werkplaatsen een nog goedkooper carburatie-middel te vinden. Een maatschappij „the Furnaces Gases Company” betaalt jaarlijks een vaste som voor het recht om de rook- en verbrandingsgassen van de hoogovens van eenige Schotsche ijzerwerken te mogen opvangen. Deze gassen worden over een afstand van vele mijlen door ijzeren buizen voortgeleid. Zij zetten, afkoelend, een groote hoeveelheid teerolie af. De kleinste dier inrichtingen te Glasgow verzamelt op deze wijze ruim 1,5 millioen M³ ovengassen en 95 M³ teeroliën per dag. Het gas is hoofdzakelijk kooloxyde. De olie bevat veel paraffine, doch niet veel naptaline, waaraan de gewone teeroliën zoo rijk zijn; overigens komt de samenstelling der bovengenoemde olie veel met de bekende creosoot-olie overeen; het water, dat zij bevat — 30 tot 50 proc. — moet in allen gevalle door distillatie verwijderd worden. Een proces is in Engeland gepatenteerd, waardoor de olie door gefractioneerde distillatie in twee gedeelten gesplitst wordt. Het ééne gedeelte wordt gebruikt voor het zoogenaamde creosoteeren van hout, het andere wordt in dampvorm over gloeiende kool geleid en levert dan een groote hoeveelheid benzol op, de meest geschikte stof voor het carbureeren van lichtgas.

Het doel van het carbureeren is het gas te voorzien van koolwaterstoffen van de ethyleen-reeks, van de aromatische reeks en van de hoogere termen van de reeks van het moerasgas, daar de lichtkracht van de aanwezigheid dezer bestanddeelen geheel afhangt. De genoemde gezuiverde olie bevat paraffine, die, in aanraking

met de gloeiende kool, o. a. ethaan en propaan doet ontstaan.

Tot nog toe wordt de uit rook en verbrandingsgassen gecondenseerde olie grootendeels voor het bekende Lucigeen-licht gebruikt. Prof. LEWES, aan wiens Cantor Lectures bovengenoemde bijzonderheden ontleend zijn, is echter van meening, dat men gemakkelijk 4 tot 5 millioen gallons van die olie per jaar verkrijgen kan, als er slechts een markt voor geopend wordt.

Het carbureeren van lichtgas, waaromtrent wij hier niet in bijzonderheden kunnen treden, is trouwens niet zoo eenvoudig als het schijnt. Het is geenszins voldoende, zooals men vroeger meende en herhaaldelijk in praktijk bracht, het gas door vloeibare koolwaterstoffen te laten stroomen, om een homogeen gas te verkrijgen, dat des winters en des zomers gelijk is en bij lage temperaturen geen zijner bestanddeelen in het buisennet door condensatie afzet.

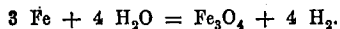
VII

Wellicht wordt de productie van brandbaar gas in die mate vereenvoudigd, dat de steenkool er niet meer dan een ondergeschikte rol bij speelt. Waterstof, het brandbare gas bij uitnemendheid met zijn hoog warmte-effect, hetwelk zoo gemakkelijk op verschillende wijzen verkregen kan worden, is als plaatsvervanger van het steenkolengas als het ware aangewezen. Het heeft dan ook niet aan pogingen ontbroken om het inderdaad die plaats te geven en in den laatsten tijd schijnt er op de verwezenlijking van dit denkbeeld veel uitzicht te komen.

Het is bekend, dat waterdamp bij hooge temperatuur door ijzer gereduceerd wordt, waarbij magnetisch ijzeroxyde (Fe_3O_4) en waterstof ontstaan. Dit oxyde kan omgekeerd door kooloxyde en waterstof bij hooge temperatuur tot ijzer herleid worden¹. De oxydatie van

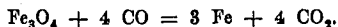
¹ Wij hebben hier met eene omkeerbare reactie te doen. Als waterdamp bij de genoemde hooge temperatuur met ijzer in aanraking komt vormt zich magnetisch ijzeroxyde (Fe_3O_4) en waterstof, terwijl een gedeelte van den stoom onontleed en van het ijzer ongeoxydeerd blijft. De betrekkelijke hoeveelheden der verschillende stoffen, die onder de gegeven omstandigheden aanwezig zullen zijn, hangen af van de hoeveelheden er van, die aan de reactie deelnemen. Wordt een der producten voortdurend afgevoerd, dan verloopt de reactie geheel in een bepaalde richting, terwijl anders een toestand van evenwicht ontstaat. In een voortdurenden stroom waterdamp zou dus al het ijzer in oxyde worden omgezet. Voerde men een voortdurenden stroom waterstof over het ijzeroxyde, dan zou omgekeerd al het oxyde tot ijzer gereduceerd worden.

168 K.G. ijzer levert theoretisch ruim 89 M³ waterstofgas. Dit proces wilde men in de praktijk gebruiken, doch men ontmoette daarbij veel bezwaren. De voornaamste moeilijkheid was het feit, dat, als stoom over gloeiend ijzer geleid wordt, de temperatuur zoo snel daalt, dat de gasontwikkeling spoedig ophoudt. De bezwaren zijn nu echter — althans voor toepassing in het klein — overwonnen, door middel van retorten van vuurvaste klei met ijzerdraaisel gevuld, verbonden met cokes-ovens. De toestel is zoo ingericht, dat achtereenvolgens een stoomstraal door het ijzer in de retort en een luchtstroom door de cokes en het ijzeroxyde kan gedreven worden. Men begint met het aansteken en aanblazen der cokes; het generator-gas, aldus gevormd, hoofdzakelijk kooloxyde en stikstof, wordt door het ijzer in de retort gedreven; het laatste wordt daardoor en door de gloeiende cokes, die de retort omgeven, roodgloeiend. Dan worden de kleppen zoodanig omgesteld, dat de luchtstroom afgesloten en oververhitte stoom over het ijzer wordt gevoerd. Er vormt zich dan ijzeroxyde en waterstof volgens de vergelijking:



De waterstof wordt afzonderlijk in een gashouder opgevangen en, voor zoover zij voor verlichting moet dienen, vooraf in een afzonderlijke ruimte gecarbureerd.

De gloeiende cokes rondom de retort geeft voldoende warmte, om het proces te doen voortduren, tot dat al het ijzer geoxydeerd is. Dan worden weder de kleppen omgesteld en de luchtstroom op de cokes en van daar op het ijzeroxyde gericht. Er heeft dan de volgende reductie plaats:



Op nieuw is nu het ijzer geschikt om den stoomstraal te ontvangen en onder productie van waterstof te ontleden. Het proces is dus continu. Cokes en stoom, — de eenige grondstoffen der fabrikage — worden hier wel op de eenvoudigste wijze voor gasbereiding gebruikt.

Wij hebben de verschillende wijzen, waarop men de energie der steenkool als warmte, licht en voor het verrichten van arbeid dienstbaar maakt voor het dagelijksch leven en voor de nijverheid, aan een beschouwing onderworpen. Het is in een tijd als de onze moeilijk te voorspellen wat de naaste toekomst zal brengen. Op industrieel gebied volgen de uitvindingen elkander zoo snel op, dat ons telkens een verrassing bereid wordt. Een praktische vinding van ondergeschikten

aard maakt soms, dat een zaak, die dood geacht werd, plotseling levensvatbaar wordt en schuift een andere, die meester van het terrein scheen, van de baan. Ieder, die een blik werpt, zij 't ook in de naaste toekomst, houde dit in het oog.

Uit onze beschouwingen bleek, dat wij roekeloos omspringen met den grooten schat aan energie, die in de steenkool ons gegeven is, waar wij er gas uit maken door droge distillatie en waar wij ze als brandstof gebruiken in kachels en ovens en dat het, bij den tegenwoordigen stand onzer kennis, verreweg het beste schijnt ze als generator-gas of watergas te verspreiden en door verbranding daarvan actueel te maken. Met het oog hierop, en op het gloeilicht-AUER en de goedkoope carburatie-middelen, is het niet onwaarschijnlijk te achten, dat in de naaste toekomst voor het watergas ook in Europa nog een groote rol is weggelegd; zij 't ook, dat de oude wereld in dit opzicht niet geheel het voetspoor der nieuwe volgt.

De groote gasfabrieken zullen dan wellicht steenkool distilleeren gelijk 't thans geschiedt en teer en gaswater ter markt brengen, doch de cokes verder in een generator transformeeren in watergas en het laatste òf alleen als kook-, warmte- en krachtgas leveren en het eerste als lichtgas, òf alles mengen en door carbureeren geschikt maken voor elk doel; zoodat slechts één soort van gas geleverd en één enkel buizen-net gebruikt wordt. De kleine fabrieken zullen dan als grondstof alleen cokes verwerken, die zij van elders krijgen en gecarbureerd watergas maken. Er zal dan vrij wat minder steenkool haar weg vinden naar de gasfabrieken en wij zullen 80 proc. van de energie er van ontvangen.

De groote gasfabrieken en de cokes-ovens, die thans reeds aanwezig zijn, zullen de teer en het ammoniakwater bereiden, waaraan de nijverheid behoefte heeft. Groote industrieele ondernemingen zullen, gelijk thans, als zij cokes behoeven ze zelf bereiden. In onze woningen zal dan het uitermate goedkoope gas voor verwarming, verlichting en het bereiden van spijs en dranken geen concurrentie meer ondervinden van kachels en petroleumlampen. De reinheid en de eenvoud zullen daardoor niet weinig bevorderd worden. Onderwijl zullen in de nijverheid de stoommachines geheel of ten deele voor de gaskracht-machines moeten wijken.

Ongecarbureerd watergas, met zijn 40 proc. kooloxyde, zal waarschijnlijk nooit in onze woningen toegelaten worden. Ook uit een oogpunt van exploitatie is het niet te verwachten, dat een niet-

lichtgevend gas van geringe calorische waarde de rol van ons steenkolengas zal overnemen. Het zal altijd, zelfs waar het alleen als kook- en krachtgas gevraagd wordt, vooraf door carburatie tot een gas van groot vermogen voor warmte en licht gemaakt moeten worden; gelijk dan ook in Amerika geschiedt, waar het gecarbureerde watergas een verbrandingswarmte van 6633 cal. en 22 kaarsen lichtsterkte bezit. Dit vloeit voort uit het feit, dat voor dezelfde uitwerking minstens 3 vol. van het zwakke gas vereischt zouden worden tegen één volume van het krachtige gecarbureerde, en dat het eerste dus veel grooter gashouders en veel wijder buisleidingen noodig zou maken, wat het voordeel van het goedkoope gas voor een goed deel weder zou wegnemen. Alleen groote fabrikanten, die zelf het gas bereiden en op de plaats verbruiken, zouden watergas ongecarbureerd kunnen toepassen, gelijk dan ook te Essen geschiedt.

De naaste toekomst, in het voorafgaande geschetst, zal een der laatste phasen van de ontwikkeling van het gas vertegenwoordigen. De allerlaatste zal waarschijnlijk die zijn, waarbij men zuiver waterstofgas in gecarbureerden staat bereidt, bewaart en verspreidt. Dan zal de electriciteit meer en meer op den voorgrond komen en spoedig althans één der vormen worden, die de energie der steenkool op zijn weg naar de verbruikers zal aannemen. Het eerst geschiedt dit zeker bij de verlichting. Zet men steenkolengas door middel van een stoommachine, die 1 K.G. steenkool per uur en paardekracht verbruikt, in electriciteit om, die gloeilampen voedt, dan ontvangt men omstreeks 5 maal zooveel licht dan van dezelfde hoeveelheid steenkool, in gewoon gas veranderd en in een Argand-brander verbrand.

De productie-kosten van den electrischen stroom zijn nog veel te hoog. Goedkoop krachtig gas en gasmachines zullen ze doen dalen en dan zal de electriciteit op het stuk van verlichting de rol van het gas beperken tot die van drijfkracht der dynamo's.

De electriciteit komt in het onderhavige vraagstuk zeker spoedig aan het woord. Reeds nu verkrijgen enkele plannen vaste omtrekken; o. a. dat van THWAITE en SWINBURNE, om in Londen een arbeidsvermogen van 10.000 paardekrachten, uit steenkool getrokken, langs electrischen weg te verspreiden. De oven, waarin de eerste transformatie der energie moet plaats hebben, zou onmiddellijk bij de steenkoolmijn geplaatst worden. Geen transportkosten dus van de steenkool. De laatste wordt op de plaats zelf op de meest voordeelige wijze tot gas gemaakt. Dit gas wordt — altijd nog bij de mijn —

voor het drijven van motors van groot vermogen gebruikt, met behulp der laatste in electriciteit omgezet en als zoodanig naar de verbruikers vervoerd.

Het verschil tusschen het plan van THWAITE en SWINBURNE en die, welke in het voorafgaande geschetst zijn, bestaat hoofdzakelijk daarin, dat de energie der steenkool in het eerste geval als electriciteit, in het tweede als chemische energie in het gas vervoerd wordt; in beide gevallen zal op de plaats van verbruik omzetting er van in warmte en licht plaats vinden en allerlei soort van arbeid er mede verricht worden. Het is ook zeer wel mogelijk, dat, naar de meer of minder gunstige omstandigheden, het ééne stelsel hier, het andere elders in de praktijk meer op den voorgrond treedt.

De verdienstelijke, onlangs overleden Belgische natuurkundige VAN RIJSELBERGHE wilde het arbeidsvermogen der steenkool vervoeren door behulp van water, waarop een drukking van 50 atmosferen wordt uitgeoefend. De laatste wordt door stoommachines voortgebracht, die het water in stalen buizen persen. De eerste transformatie der energie zou dus op de gewone wijze door verbranden der steenkool op de vuurhaarden der machines tot stand komen. Het water zou op verschillende stations in de stad turbines laten draaien, die op hun beurt dynamo's in werking brachten, zoodat het arbeidsvermogen daar den vorm van electriciteit zou aannemen. In Antwerpen wordt dit hydro-electrisch stelsel beproefd. De uitkomst is wellicht gunstig. In allen gevalle evenwel gaat het verbranden der steenkool op een vuurhaard — de eerste transformatie — met groot verlies gepaard.

Wat ook het lot moge zijn van het stelsel VAN RIJSELBERGHE, het verspreiden van de energie der steenkool langs hydraulischen weg geschiedt reeds lang op groote schaal. Het drijven van motors door water, staande onder hooge drukking, schijnt veel praktische voordeelen mede te brengen. In Engeland is het aan de orde van den dag. In Londen loopen voor dit doel op tal van plaatsen stalen buizen door den bodem, waardoor het water stroomt. Hull bezit sedert 1875 een inrichting van deze soort en Liverpool sedert 1886. Te Birmingham wordt van gemeentewege steenkool-energie langs dezen weg aan de burgers uitgedeeld en te Manchester en te Glasgow gaat men denzelfden weg op. Ook in de Engelsche koloniën, te Melbourne en te Sidney, kan men in den vorm van water onder hooge drukking de energie der steenkool koopen. Verreweg het belangrijkste in dit opzicht is echter de »Hydraulic Power Company« te Londen, die

niet minder dan 5 millioen gulden voor eerste inrichting besteedde en die in 1891 5,75 proc. als dividend uitkeerde. Zij levert 1 M³ water, onder een drukking van 50 K.G. per c.M² staande, voor omstreeks 40 cts., dat voor het verrichten van allerlei soort van arbeid gebruikt wordt. De beste stoommachines met triple expansie, die 0,575 K.G. steenkool per uur en per geïndiceerde paardekracht verbruiken, transformeeren het arbeidsvermogen der steenkool in die van het water van hooge drukking. De maatschappij bezit thans 90 kilometers buisleiding en leverde in Juli 1891 22776 M³ water aan 1381 motors.

Als men de groote drukking in het oog houdt, waaronder het water staat — een lek in een buis zou het water met een snelheid van 100 meters per seconde doen uitstroomen — is het succes der onderneming bewonderenswaardig. Trouwens de buizen zijn op een drukking van 175 K.G. per c.M² beproefd.

In Parijs wordt op soortgelijke wijze arbeidsvermogen verspreid; hier echter door middel van samengeperste lucht.

Vatten wij ten slotte de verschillende wijzen, waarop de energie van de steenkool actueel gemaakt, verspreid en verbruikt wordt, in een vergelijkend overzicht samen.

1^o. De steenkool wordt droog gedistilleerd en het gas voor verwarmen en koken, voor het verrichten van arbeid in gaskrachtsmachines en voornamelijk voor verlichting gebruikt, terwijl cokes grootendeels dient voor brandstof in gewone kachels en haarden. Wij hebben dan in het gas omstreeks 20, in de cokes omstreeks 50 proc. van de energie der steenkool. Van het eerste wordt als licht $\frac{1}{2}$ proc., van de laatste in de kachels 20 proc. nuttig gebruikt. Voegt men daarbij het verbranden van steenkool op de vuurhaarden der stoommachines — met 14 proc. nuttig effect voor de beste groote compounds, met een verbruik van 0,6 K.G. kool per uur en per paardekracht — dan hebben wij den toestand genoemd, die in onze dagen nog als norm kan gelden. In de gasfabrieken gaat dus 90, bij de stoomwerktuigen minstens 86 proc. van de energie der steenkool verloren. Het meer voordeelige gebruik van het steenkoolgas voor arbeid, voor verwarmen en koken beteekent, wegens den hoogen prijs van dit gas, betrekkelijk weinig.

2^o. De energie der steenkool wordt langs hydraulischen weg verspreid, zocals vooral te Londen geschiedt. Het water neemt hier slechts hoogstens 14 proc. dier energie op. Wil men dit stelsel,

overeenkomstig het plan van v. RIJSSELBERGHE, ook aan verwarming en verlichting dienstbaar maken, dan moet een transformatie in electriciteit plaats vinden, hetwelk weder verlies oplevert. Deze weg moge dus uit een practisch oogpunt voldoen, zij is, oeconomisch beschouwd, niet beter dan de onder 1^o genoemde.

3^o. De kool wordt bij de mijn in gas omgezet en het laatste drijft met behulp van een gaskracht-machine een dynamo en brengt een stroom voort. Dit stelsel is nog te weinig uitgewerkt, om het uit het oogpunt der kosten te kunnen beoordeelen. Bedenkt men, dat, sedert TESLA, sterke stroomen van geringe spanning in zwakke stroomen van hooge spanning getransformeerd kunnen worden en dat bij het vervoer van de laatste veel minder energie verloren gaat, terwijl zij op de plaats van verbruik weder in sterke stroomen van zwakke spanning omgezet kunnen worden, dan kan dit stelsel in de toekomst wellicht een rol spelen.

4^o. Steenkool en cokes worden in een mengsel van watergas en generator-gas omgezet, dat, gecarbureerd met goedkoope stoffen, als kook- en verwarmingsgas en met gloeilichamen voor verlichting gebruikt wordt. Voor het verrichten van arbeid wordt het in gaskracht-machines algemeen aangewend, die door tusschenkomst der electriciteit aan de verlichting dienstbaar gemaakt worden. Dit is waarschijnlijk het stelsel van de naaste toekomst, als waterstof, met behulp van ijzer en cokes in het groot op praktische wijze bereid, vóór dien tijd het terrein niet veroverd heeft.

Deventer, Februari 1894.
