HET WATERGAS,

DE BRANDSTOF DER TOEKOMST.

DOOR

Dr. A. J. C. SNIJDERS.

In de laatste halve eeuw heeft de natuurwetenschap, zoowel op technisch gebied, als met betrekking tot de theoretische verklaring der natuurverschijnselen, grooter vorderingen gemaakt dan in alle vroegere eeuwen te zamen. Schier onophoudelijk volgen de ontdekkingen elkaar op en bijna steeds zien wij theorie en practijk in de schoonste harmonie samenwerken, hare uitkomsten wederkeerig aanvullen en alzoo een grootsch en machtig geheel vormen, dat den gewichtigsten invloed uitoefent op de meest verschillende takken der wetenschap en der samenleving.

Voor den vooruitgang onzer theoretische kennis der natuurverschijnselen heeft wellicht geene ontdekking gewichtiger gevolgen gehad dan de bepaling van het mechanisch aequivalent der warmte en de ontdekking der wet van het behoud van arbeidsvermogen. Deze wet is de hoeksteen, waarop het groote gebouw der moderne natuurwetenschap is opgetrokken en zij heeft op de meest verschillende onderdeelen daarvan niet alleen de volledigste toepassing gevonden, maar ook de schoonste uitkomsten opgeleverd in de practijk.

Men zou dus kunnen meenen, dat die toepassingen juist daar het meest volledig tot haar recht zouden gekomen zijn, waar dit het meest voor de hand ligt, n.l. bij de verwarming onzer woningen en

in het algemeen bij het gebruik van de brandstoffen tot het voortbrengen van warmte of arbeid.

Doch het tegendeel is waar. Onze methoden van verwarming zijn nog uiterst primitief en zij beantwoorden geenszins aan den zoo hoog ontwikkelden toestand der tegenwoordige beschaving. Niettegenstaande men met de grootste nauwkeurigheid kan berekenen, hoeveel warmteeenheden onze verschillende brandstoffen *kunnen* leveren bij hare verbranding en hoeveel mechanischen arbeid, enz. een zeker gewicht eener brandstof *kan* voortbrengen, zoo is men echter in de practijk er tot nogtoe zelfs in de verste verte niet in geslaagd, diezelfde hoeveelheid warmte of arbeid door de brandstof ook te doen leveren of haar die theoretische waarde eenigszins nabij te doen komen.

De wijze van verwarming, zooals die tegenwoordig nog algemeen wordt toegepast, is zoo onpractisch mogelijk; zij vormt eene bron van de grootste verkwisting van warmte en arbeidsvermogen en heeft tevens den nadeeligsten invloed op de algemeene gezondheid. Het is waar, dat de brandstof, die wij bijna uitsluitend voor verwarming bezigen, n.l. de steenkool, nog steeds in bijna onuitputtelijk rijken voorraad in de aarde gevonden wordt en dat nog eeuwen en eeuwen zullen moeten verloopen, vóór wij dien schat van kapitaal hebben verbruikt. Maar toch.... het feit alleen reeds, dat wij het kapitaal verteren, zonder dat het door iets anders vervangen wordt, maant ons, met het oog op de toekomst, tot voorzichtigheid en spaarzaamheid.

Doch het zal wellicht velen overdreven toeschijnen, onze zorgen zich aldus te doen uitstrekken, ook zelfs over het verre nageslacht. Zelfs voor hen echter, die zoo egoïstisch redeneeren, bestaat toch nog alle reden om de gewone verwarming met steenkool te verwerpen, want zij brengt niet alleen noodelooze verkwisting van brandstof als zoodanig mede, maar is ook eene bron van de grootste geldverspilling en gaat gepaard met aanzienlijke vernietiging van kapitaal voor den verbruiker.

Bij het gebruik van vaste brandstoffen, zooals steenkool, is de verbranding zeer onvolkomen. Men heeft berekend, dat o. a. te Londen van de 8000 millioen kilo's steenkolen, die aldaar jaarlijks worden verbruikt, niet minder dan 7000 kilo's nutteloos verloren gaan.

Dit verlies betreft vooreerst de gasvormige producten, die bij de gewone verbranding uit de steenkool ontwijken en die voor een groot deel nog brandbaar zijn en dus, indien zij verbrand werden, nog warmte zouden kunnen leveren. Doch in de tweede plaats ontwijkt

uit onze kachels en haarden eene verbazende hoeveelheid rook en roet, die voor het grootste gedeelte bestaan uit zeer fijne, onverbrande kooldeeltjes en andere onverteerde producten.

Uit eene berekening van professor ROBERTS volgt, dat het roet, dat op een mistigen winterdag, als eene voor het zonlicht bijna ondoordringbare laag, boven Londen's straten blijft zweven, niet minder dan 50,000 kilo's weegt, terwijl door de onvolkomen verbranding der kool nog minstens viermaal zooveel kooloxyd gevormd wordt. Het laatstgenoemde gas is zeer vergiftig, terwijl het, bij volkomen verbranding niet alleen nog eene groote hoeveelheid warmte zou kunnen leveren, maar dan tevens zou overgaan in het niet-vergiftige koolzuur.

Bijna overal, zelfs in kleinere steden en op groote dorpen, begint tegenwoordig de algemeene voorziening der huizen van gaslicht en water zich baan te breken en toch heeft de wijze van verwarming onzer huizen nog slechts zeer weinig vorderingen gemaakt en geenszins gelijken tred gehouden met den vooruitgang der algemeene beschaving.

Men is in het algemeen nog al te weinig bekend met de waarheid, dat overal waar rook of roet gevormd wordt, zoowel bij de verlichting als bij de verwarming, eene onvolkomen verbranding plaats heeft en dat daarbij warmte, dus ook brandstof, nutteloos verloren gaat. Doch daarbij komt nog de hoogst nadeelige invloed van rook en roet op de openbare gezondheid, het ongemak, dat zij opleveren in de huishouding, de schade aan de meubels, kleederen, schilderijen, enz. en ten slotte: het onaangename en weinig aesthetische van rookende kachels en haarden.

Deze bezwaren nu zijn onafscheidelijk verbonden met het gebruik van alle *vaste* brandstoffen en zij zullen niet worden opgeheven, vóór men algemeen *gassen* als brandstof zal bezigen. Eene gewichtige en schoone taak is dus nog voor de tegenwoordige natuurwetenschap weggelegd, indien zij er in slaagt, ook op dit gebied theorie en practijk met elkaar in overeenstemming te brengen en alzoo paal en perk te stellen aan de verbazende verkwisting van kapitaal en arbeid. Zoowel in de industrie als in de huishouding zal de algemeene invoer van gasvormige brandstoffen aanzienlijke besparing medebrengen, daar de brandstof in den gastoestand met veel meer voordeel kan toegepast worden.

De tijd schijnt niet ver meer af te zijn, dat deze schoone toepassing van de theoretische gegevens der moderne wetenschap in practijk zal kunnen gebracht worden, indien n. l. algemeen gebruik zal worden

gemaakt van het zoogenaamde *watergas*. De bereiding van deze gasvormige brandstof heeft in de laatste jaren belangrijke verbeteringen ondergaan, vooral door de meer volkomene bereidingsmethode van STRONG en LOWE en de verbeterde ovens, die voor hun patent door QUAGLIO en DWIGHT werden geconstrueerd. JULIUS QUAGLIO beschreef zijne methode uitvoerig in een werkje, getiteld: »*das Wassergas, der Brennstoff der Zukunft*" en deze veelbelovende titel schijnt wel eenigszins gerechtvaardigd, als men de uitkomsten leert kennen, waartoe de schrijver, ook door practische proeven met dit gas, is gekomen.

De nadeelen, verbonden met de toepassing van *vaste* lichamen als brandstof, zijn in verschillende oorzaken gelegen. De gewone vaste steenkool kan, zelfs met de best ingerichte stookplaatsen, onmogelijk op economische wijze voor de verwarming gebruikt worden. De kool bezit juist zekere eigenschappen, waardoor het gelijkmatig verbranden wordt belet en een volkomen nuttig verbruik van de brandstof niet is te verkrijgen.

Vooreerst ontwikkelt zich, zoodra de steenkool in het brandende vuur wordt gebracht, eene groote hoeveelheid gasvormige ontledingsproducten, die zich alleen door de hitte er uit vrijmaken en waartoe de lucht niet behoeft mede te werken. Deze producten ontwijken voor een groot gedeelte onverbrand, omdat zij betrekkelijk slechts weinig met de lucht in aanraking komen. In de tweede plaats echter kan de kool, ook nadat die gassen reeds ontsnapt zijn, nog niet volkomen verbranden; de verbranding is zeer onvolledig, daar de vaste massa niet toelaat, dat de lucht zich gelijkmatig met de brandstof vermengt. Daar om deze reden veel meer zuurstof moet toegevoerd worden, dan voor de verbranding der kool theoretisch noodzakelijk is, ontstaat daardoor nog een derde bezwaar, daarin bestaande, dat met de zuurstof aanzienlijke hoeveelheden stikstof worden medegevoerd, daar de lucht op 21 volumina zuurstof 79 volumina stikstof bevat. De stikstof nu is voor de verbranding van niet de minste waarde, hetgeen met de overmaat der toegevoerde zuurstof evenzeer het geval is. Daar nu de stikstof en de onverbruikte zuurstof koud in den oven of de kachel komen en beide gassen er heet uit ontsnappen, wordt ook op die wijze eene groote hoeveelheid warmte aan de brandstof onttrokken en door den schoorsteen weggevoerd.

De pogingen, die aangewend werden om gasvormige brandstoffen in plaats van steenkool tot verwarming te bezigen zijn, ofschoon nog weinig in toepassing gebracht, toch niet nieuw. Zij betreffen echter

meer het gebruik van gewoon lichtgas, uit de steenkool verkregen, tot verwarming in gaskachels, enz. waarvan de toepassing in de laatste jaren zeer sterk is toegenomen. Doch goedkoop is deze verwarmingsmethode niet, in den regel zelfs duurder dan die met steenkool, omdat de prijs van het lichtgas te hoog is en ook bij die methode nog veel verlies plaats heeft.

De toepassing van SIEMENS' regeneratoren heeft dit verlies voor vele gevallen zeer doen verminderen. Het beginsel, waarop deze regeneratoren berusten, bestaat daarin, dat men de warmte, die nog in de verbruikte en uit den schoorsteen ontwijkende gassen aanwezig is, opvangt en vastlegt, door de gassen, vóór zij ontsnappen, door kamers te voeren, die gevuld zijn met vuurvaste steenen. Deze steenen nemen de warmte uit de gassen op en men voert nu de lucht, die voor de verbranding der brandstof in den oven dient, eerst door die verwarmde kamers, waardoor zij in sterk verhitten toestand bij de brandstof komt en deze veel minder sterk wordt afgekoeld.

Op deze wijze wordt inderdaad reeds veel warmte bespaard en het nuttig effect der steenkool aanzienlijk verhoogd. De methode verdient dan ook alle aanbeveling voor ijzerhoogovens, welovens, puddelovens, glassmelterijen, ovens voor gasbereiding, enz. Doch voor huishoudelijk gebruik zijn de regeneratoren van SIEMENS niet geschikt; zij geven dan geene voldoende uitkomsten en voor eene algemeene toepassing als brandstof is het lichtgas veel te duur, zelfs dan nog, als het, zooals op sommige plaatsen het geval is, voor het gebruik bij verwarming tegen verminderden prijs wordt geleverd.

Vandaar dat men reeds sedert lang getracht heeft op goedkoopere wijze brandbaar gas te bereiden en dit dan van een centraalstation naar de verbruikers te voeren.

Het leiden van brandbaar gas door buizen van aanzienlijke lengte is volstrekt niet onuitvoerbaar en voor plaatsen, die in de nabijheid van steenkolenmijnen, petroleumbronnen, enz. zijn gelegen, zelfs zeer aan te bevelen. De bekende specialiteit op het gebied der gasindustrie, dr. WILLIAM SIEMENS, heeft in de vergadering van de »British association for the advancement of science" van 23 Augustus 1882 een warm pleidooi gehouden voor het gebruik van gas als brandstof en vooral, wegens de mogelijkheid om het gas ook als middel tot verwarming te bezigen, het recht van bestaan der gasverlichting naast het elektrisch licht uit een economisch oogpunt betoogd.

Volgens SIEMENS kunnen de gasfabrieken in al die gevallen, waarbij

de stad niet meer dan 30 Engelsche mijlen van de mijn verwijderd is, met voordeel aan den ingang der schacht, of beter nog, op den bodem daarvan worden aangelegd, waardoor alle transportkosten van de steenkool, ook als brandstof, vervallen. Hij voegde er bij, dat de mogelijkheid om gas door zulke lange buizen te voeren bewezen was te Pittsburg in Noord-Amerika, waar natuurlijk gas uit de petroleumbronnen door de reeds sedert eenige jaren daar gevestigde »Company of Pennsylvania gas-fuel" door buizen naar verschillende plaatsen wordt gevoerd, zoodat men daar geene kolen meer noodig heeft.

Ook te Berlijn heeft men reeds voor eenige jaren het denkbeeld van de associatie op het gebied der verwarming trachten te verwezenlijken. De ingenieur ALBERT PÜTSCH maakte een plan op, om Berlijn van gasvormige brandstof te voorzien uit de bruinkoollagen bij Fürstenwalde. Het jaarlijksch verbruik voor de stad Berlijn zou 9,5 milliarden kub. voeten gas bedragen, dat door smeedijzeren buizen van 4 voet middellijn en 160,000 voet lengte zou aangevoerd worden door stoommachines van circa 1400 paardekrachten.

Doch bij de toepassing van dergelijke bronnen is men natuurlijk beperkt tot plaatsen, die niet te ver van de bron of de mijn zijn verwijderd, zoodat deze methode slechts op enkele plaatsen in practijk is gebracht, vooral ook, daar men vooraf niet weet, hoe lang de voorraad van petroleum, enz. zal duren.

Daarentegen is het *watergas* voor algemeene toepassing vatbaar, daar het op elke willekeurige plaats kan bereid worden en men niet afhankelijk behoeft te zijn van eene mijn of petroleumbron. Het beginsel, waarop de toepassing van watergas berust, is het volgende.

Als men over gloeiende kool waterdamp voert, heeft er eene ontleding van het water plaats. Het water bestaat, zooals bekend is, uit waterstof en zuurstof; de gloeiende kool verbindt zich met de zuurstof tot kooloxyd, hetzelfde gas, dat zich ook wel in onze kachels vormt, met blauwe vlam tot koolzuur verbrandt en zeer vergiftig is, terwijl de waterstof vrij wordt. Er ontstaan dus bij dit proces uit de kool en het water twee gemakkelijk brandbare gassen: waterstof en kooloxyd, die beide met eene weinig lichtgevende, doch zeer heete vlam verbranden.

Op zich zelf beschouwd, geeft dit ontledingsproces eigenlijk geen grooter effect aan nuttige warmte dan bij directe verbranding der kool het geval zou zijn. De warmtetheorie leert ons het feit, dat een zeker gewicht koolstof bij de verbranding tot koolzuur even-

veel warmte levert, als het zelfde gewicht koolstof, wanneer deze eerst verbrandt tot kooloxyd en dit gas daarna verbrandt tot koolzuur.

Wanneer b.v. 1 kilogram koolstof verbrandt tot koolzuur, ontstaan er 8080 *warmte-eenheden* of *caloriën.*[1] Door de warmte, bij deze verbranding gevormd, kan men dus 8080 liters water 1° C. in temperatuur doen stijgen. Bij de verbranding van 1 kilogram koolstof tot kooloxyd ontstaan slechts 2480 warmte-eenheden; doch verbrandt men het daarbij gevormde kooloxyd verder weer tot koolzuur, dan ontstaan daarbij nog 5600 caloriën. Door de koolstof eerst tot kooloxyd en dit vervolgens tot koolzuur te verbranden, verkrijgt men dus 2480 + 5600 = 8080 warmte-eenheden. Wij zien dus, dat de hoeveelheid warmte, die bij deze beide achtereenvolgende verbrandingen gevormd wordt, insgelijks weer in staat is om 8080 liters water 1° C. in temperatuur te doen stijgen. Het nuttig effect is dus in beide gevallen gelijk. Wel is waar, wordt bij het verbranden van watergas ook warmte geleverd door de verbrande waterstof, doch het bedrag daarvan moet buiten rekening worden gelaten, want, terwijl door de verbranding van waterstof tot water 34460 warmte-eenheden ontstaan, zijn echter bij de voorafgaande ontleding van het water in waterstof en zuurstof insgelijks 34460, dus evenveel warmte-eenheden *verbruikt.* Winst heeft men dus door het proces zelf nog niet verkregen: de gezamenlijke hoeveelheid nuttige warmte, die voortgebracht wordt door de verbranding van 1 kilogram koolstof, is in beide gevallen gelijk.

Doch het voordeel, dat de toepassing van watergas oplevert, is dan ook niet gelegen in eene grootere warmteproductie, maar in de meer volkomene wijze, waarop men de theoretisch te bereiken hoeveelheid warmte in de practijk kan nabijkomen. Bij de directe verbranding van de kool in onze gewone stookplaatsen wordt van de 8080 warmte-eenheden, die 1 kilogram dier stof theoretisch kan leveren, in werkelijkheid slechts een zeer gering gedeelte als nuttige warmte opgeleverd. De rest van die warmte gaat verloren, deels door de onvolkomene verbranding, die een gevolg is van den vasten toestand der brandstof, deels door het wegvoeren van een groot gedeelte der warmte door den schoorsteen. Zooals reeds werd opgemerkt, wordt bij de verbranding der vaste brandstoffen eene groote

[1] Als *warmte-eenheid* of *calorie* heeft men de hoeveelheid warmte aangenomen, die in staat is om 1 liter water 1° C. in temperatuur te doen stijgen.

hoeveelheid gasvormige stoffen gevormd, die, voor een deel, zelf nog brandbaar zijn en dus nog warmte kunnen leveren, doch die, vóór zij kunnen verbranden, uit den schoorsteen ontsnappen. Zoo vond men o. a., dat er bij deze verbranding zelfs meer kooloxyd dan koolzuur gevormd wordt, en bedenkt men nu, dat, zooals boven werd aangetoond, 1 kilogram koolstof bij de verbranding tot kooloxyd slechts 2480 en bij de verbranding tot koolzuur 8080 warmte-eenheden kan leveren, dan volgt daaruit duidelijk, hoe aanzienlijk het warmteverlies moet zijn, dat van die onvolkomene verbranding het gevolg is.

Volgens QUAGLIO levert de steenkool in onze kachels en ovens niet meer dan 10 procent van de hoeveelheid warmte, die zij theoretisch kan leveren, zoodat het warmteverlies zelfs 90 procent bedraagt. Door de bereiding van watergas volgens het stelsel van STRONG kan dit nuttig effect aanmerkelijk verhoogd worden, en in plaats van 10 procent, worden opgevoerd tot 60 procent van de theoretisch te verkrijgen warmte.

De oorzaak van het groote voordeel, dat hierdoor verkregen wordt, is hoofdzakelijk gelegen in de volgende omstandigheden. Om de vaste steenkool te verbranden, moet, wegens het ongelijkmatige dier verbranding en de telkens plaats hebbende afkoeling, veel meer zuurstof worden toegevoerd, dan voor de eigenlijke verbranding der kool noodig is en daar deze zuurstof bovendien nog begeleid wordt door eene viermaal grootere hoeveelheid stikstof, wordt een aanzienlijk bedrag aan warmte door deze gassen opgenomen en door den schoorsteen weggevoerd.

Bij het watergas kan de voortgebrachte warmte echter veel volkomener worden verbruikt, omdat de waterstof en het kooloxyd niet alleen zeer gemakkelijk branden, maar bovendien, als gasvormige stoffen, zich veel beter met de lucht kunnen vermengen dan de steenkool. Er behoeft dus in dit geval niet meer lucht te worden toegevoerd dan juist voor de verbranding der waterstof en van het kooloxyd noodig is. Hier is derhalve het ongunstige verschil tusschen de theoretische warmtewaarde en het verkregen nuttige warmte-effect veel geringer dan bij de vaste brandstoffen.

Reeds vóór vele jaren zijn proeven genomen met het doel om eene gasvormige brandstof te verkrijgen door middel van waterdamp en kool. Toepassing hebben evenwel die proefnemingen slechts zeer weinig gevonden, omdat de vroegere bereiding eene gassoort leverde, die op nog hoogeren prijs kwam te staan dan het gewone lichtgas. Volgens die oudere methoden verkreeg men n.l. het watergas, door

kolen te verhitten in retorten, die door uitwendigen toevoer van warmte gloeiend gemaakt werden en er vervolgens waterdamp over te voeren. Het is duidelijk, dat door deze uitwendige verhitting weer veel warmteverlies moest plaats hebben en de prijs van het watergas daardoor zoo hoog werd, dat het niet met voordeel kon gebruikt worden.

LOWE en STRONG volgen eene veel minder kostbare bereidingsmethode. In plaats van retorten, brengen zij de kolen in verticale schachtovens en verhitten dan de kolen, door deze beurtelings in eene atmosfeer van lucht en van waterdamp te verbranden. Het gas, dat volgens het systeem-LOWE verkregen wordt, is lichtgevend, daar het uit anthraciet of andere vaste steenkolen, onder toevoeging van vloeibare koolwaterstoffen wordt verkregen. STRONG daarentegen levert een niet-lichtgevend watergas, dat in de eerste plaats voor verwarming bestemd is en zich daartoe door de betrekkelijk geringe kosten zeer aanbeveelt. Bovendien kan ook dit gas, door vermengen met vaste of vloeibare koolwaterstoffen, dus door het gehalte aan koolstof grooter te maken, lichtgevend gemaakt worden.

De tegenwoordige toestellen voor de bereiding, zooals die, naar het oorspronkelijke patent van STRONG, gewijzigd zijn door QUAGLIO en DWIGHT te Stockholm, stellen den fabrikant in staat, zoowel gas voor verlichting, als niet-lichtgevend gas uitsluitend voor verwarming te bereiden. De inrichting dezer toestellen bestaat hoofdzakelijk in het volgende.

De oven, waarin de bereiding plaats heeft, is uit vuurvaste steenen gebouwd en bestaat uit eenige verticale schachten, die door muren van vuurvasten steen van elkaar zijn gescheiden. Wij zullen aannemen, dat er 4 schachten zijn en deze in de volgorde, waarin zij geplaatst zijn, door de letters A, B, C en D aanduiden. In de muren van vuurvasten steen, die de schachten van elkaar scheiden, bevinden zich openingen, die door middel van schuiven kunnen geopend of gesloten worden, zoodat de verschillende schachten al of niet met elkaar in gemeenschap kunnen gebracht worden. Een der middelste kamers of schachten, b. v. B, is de hoofd- of primaire verbrandingsruimte, waarin de kolen of andere daartoe geschikte vaste brandstoffen worden verbrand, hetgeen bevorderd wordt door het inblazen van lucht door eene zijdelingsche opening.

De verbrandingsgassen ontwijken uit deze primaire ruimte door de openingen in de wanden naar de beide aan de rechterzijde gelegene kamers C en D, waarin insgelijks lucht geperst wordt en waar de

secundaire verbranding plaats heeft van de uit B aangevoerde gassen. De kamers C en D, waar die verbranding geschiedt, zijn geheel opgevuld met dicht opeengestapelde vuurvaste steenen, waardoor de warmte van de verbrandende en door de kamers gevoerde gassen wordt geabsorbeerd, om later weer dienst te doen.

Is de temperatuur in de kamers B, C en D hoog genoeg, dan worden de toevoerbuizen voor de lucht afgesloten en door eene buis in de achterste kamer D stoom gevoerd. Deze dringt door de tusschenruimten van de vuurvaste steenen in D en daarna ook in C en komt dus in sterk oververhitten toestand door de opening in den wand in de kamer B, waar zich de gloeiende kool bevindt. Hier heeft nu de ontleding van den waterdamp plaats; de koolstof vormt met de zuurstof van het water kooloxyd en de waterstof van het water wordt vrij.

Dit mengsel van kooloxyd en waterstof, het eigenlijke watergas, stroomt nu, vóór het wordt weggeleid, door de vierde kamer A, die ter linkerzijde van de verbrandingskamer B is gelegen en die insgelijks weer, evenals C en D, met vuurvaste stoffen is gevuld. Hier blijft het grootste gedeelte der warmte van het watergas achter, waarna dit uit de kamer A naar een gashouder en van daar naar de gasleiding gevoerd wordt.

Is voor de verdere werking de temperatuur van de kolen te laag geworden, dan sluit men de toevoerbuis van den stoom bij D, alsmede de afvoerbuis naar de gasleiding en perst dan weer versche lucht in de kamers. De gassen, die zich nog in A bevinden gaan nu verbranden en verhoogen daardoor zeer de temperatuur van de vuurvaste stof, terwijl door die lucht de kool in B opnieuw gloeiend wordt. De toevoer van den waterdamp geschiedt nu in omgekeerde volgorde, n. l. door eene buis in de kamer A, waar de stoom zich door de warmte der vuurvaste stof eerst weer sterk verhit en in dien toestand weer op de gloeiende kool in B gaat werken, waardoor opnieuw watergas wordt gevormd. Dit stroomt nu door de kamers C en D, geeft daar zijne warmte weer af aan de vuurvaste steenen en ontsnapt uit D naar den gashouder. Nu wordt weer lucht door de verwarmde kamers D en C naar de verbrandingskamer B gevoerd; de gassen, in D en C opgehoopt, verbranden dan, verhitten daardoor de steenen, terwijl de kool in B hevig gaat gloeien, dan wordt weer stoom door D en C naar de gloeiende kool in B gevoerd, enz.

Men ziet dus, dat op deze wijze slechts zeer weinig verlies van warmte kan plaats hebben. De gevormde warmte wordt integendeel

voor het grootste gedeelte weer nuttig toegepast, daar zij telkens in de vuurvaste steenen wordt opgenomen en dan weer gebruikt wordt om den ingevoerden stoom te verhitten.

Doch ook in andere opzichten biedt deze bereidingswijze van watergas groote voordeelen aan. Door eenvoudige inrichtingen aan de kamers is men in staat, daarin naar willekeur vaste of vloeibare koolstofverbindingen te brengen en, wat de vaste betreft, zoowel grovere massa's als kleinere deeltjes, poedervormige massa's en stof. Men kan op die wijze dus allerlei grondstoffen, die anders onbruikbaar zouden zijn, voor de toepassing geschikt maken.

Verder heeft men het, eveneens door eene bijzondere inrichting aan de kamers, in zijne macht, om naar willekeur niet-lichtgevend watergas voor de verwarming of lichtgas voor de verlichting voort te brengen.

Wanneer dit laatste, het lichtgas, verlangd wordt, brengt men, evenals boven, eerst kolen, lucht en waterdamp in de kamers, ten einde het niet-lichtgevende watergas, uit waterstof en kooloxyd bestaande, te verkrijgen. Vervolgens worden in de kamers door een injector vloeibare koolwaterstoffen met groot koolstofgehalte in fijn verdeelden toestand ingeblazen, die dan door de vermenging met het heete gas zoodanig ontleed worden, dat een mengsel ontstaat van niet-lichtgevende en lichtgevende gassen, dat daarna als lichtgas in een gashouder wordt opgevangen.

Zulk lichtgevend gas kan ook verkregen worden door gebruik te maken van vloeibare koolstofverbindingen voor de ontleding van den waterdamp, die dan tevens dienen om het watergas lichtgevend te maken. Ook kan men, door de bewerking eene geringe wijziging te doen ondergaan, vaste kool of coaks gebruiken voor de vorming van het watergas en tevens vaste koolverbindingen voor het lichtgevend maken daarvan. Als zoodanig kan b. v. de Cannelkool dienen, die bij geringe verhitting reeds lichtgevende koolwaterstoffen afgeeft.

Op deze wijze is dus de methode van STRONG en LOWE voor de meest algemeene toepassing vatbaar en daarbij kan van de meest verschillende soorten van brandstof partij worden getrokken.

Het valt echter niet te ontkennen, dat aan de toepassing van het watergas als brandstof enkele bezwaren zijn verbonden, die evenwel niet van zoo ernstigen aard zijn, dat zij niet overwonnen zouden kunnen worden.

In het *Journal für Gasbeleuchtung*, Bd. 23, 1880 komt o. a. eene berekening voor, waardoor men tracht aan te toonen, dat het watergas minder nuttig warmte-effect zou leveren dan het generatorengas, omdat

dit laatste, als het uit de toestellen komt, nog eene groote hoeveelheid warmte bevat, terwijl het eigenaardige van STRONG's methode juist daarin bestaat, dat het gas, vóór het den oven verlaat, al zijne warmte reeds heeft afgegeven.

Doch dit bezwaar zou alleen dan kunnen gelden, als de ontwijkende gassen dadelijk op dezelfde plaats waar zij geproduceerd worden, ook verbrand moesten worden. Dit is evenwel niet het doel van STRONG's methode; deze wil het watergas dienstbaar maken tot het concentreeren van een zeker warmte-effect op eene zoo klein mogelijke ruimte en tot het wegleiden en het verdeelen van gasvormige brandstof door buisleidingen. En juist in deze gevallen gaat de warmte, die in de generatorgassen nog opgehoopt is, geheel verloren, terwijl deze door de gashouders en buizen gaan, zoodat die warmte dan geheel waardeloos is.

Een werkelijk nadeel, aan het watergas verbonden, is de aanwezigheid van eene aanzienlijke hoeveelheid kooloxyd (30 à 40 procent), dat wegens zijne vergiftige eigenschappen zeer gevaarlijk is. Dit gevaar wordt nog daardoor vergroot, dat het watergas volkomen reukeloos is en zich dus bij een lek in de gasleiding niet door ons reukorgaan kan waarneembaar maken, zooals het lichtgas. Dit laatste bevat nl. insgelijks het vergiftige kooloxyd (ongeveer 8—13 procent) en daarin komen bovendien nog andere vergiftige gassen voor, doch het lichtgas heeft in dit opzicht het voordeel, dat reeds geringe hoeveelheden door den reuk zijn te bespeuren. Doch aan dit bezwaar van het watergas kan men zeer goed tegemoetkomen door daarmede, vóór het gebruik, gassen met doordringenden reuk in geringe hoeveelheid te vermengen, waardoor het even weinig gevaarlijk kan gemaakt worden als het gewone lichtgas.

Zijn dus de nadeelen, die het gebruik van watergas medebrengt, gemakkelijk weg te nemen, de voordeelen, die er tegenover staan, zijn zóó groot, dat zijne invoering ongetwijfeld slechts eene quaestie van tijd is. Reeds vele deskundigen hebben dan ook over de methode van QUAGLIO en DWIGHT een zeer gunstig oordeel geveld.

In de eerste plaats is het, zooals reeds werd betoogd, veel economischer om het uit de kolen verkregen gas te verbranden en voor de verwarming te bezigen, dan de steenkool direct als vaste stof te verbranden. Hoewel nu reeds veel betere uitkomsten verkregen worden, als men uit de steenkool eerst het gewone lichtgas stookt en dit dan, met lucht gemengd, voor de verwarming bezigt in gaskachels en haarden, zoo is toch de prijs van het lichtgas te hoog, om het voor algemeen gebruik dienstbaar te maken. Bij de bereiding van het lichtgas in de

gasfabrieken ontstaat steeds een aanmerkelijk verlies door de ongelijkmatigheid der daarbij aan te wenden temperatuur, die steeds gepaard gaat met de verbranding van de ruwe vaste brandstof. Daarbij is de temperatuur nu eens te hoog, waardoor de koolwaterstoffen en andere verbindingen weer ontleed worden, dan eens te laag, waardoor te veel condenseerbare dampen en teer worden gevormd.

Bij de bereiding van het watergas daarentegen is de verbranding veel gelijkmatiger en blijft de temperatuur veel standvastiger. Hier toch geschiedt de ontleding der vaste brandstof door regelmatigen toevoer van sterk verhitte gassen of door de verbranding daarvan, waardoor het veel beter mogelijk is de temperatuur te regelen en dus het nadeelige verlies veel geringer is.

Een ander voordeel van het watergas en eene tweede oorzaak dat de prijs van dit gas veel geringer is dan die van gewoon lichtgas, is daarin gelegen, dat men voor de bereiding volgens het nieuwe systeem van QUAGLIO en DWIGHT de meest verschillende grondstoffen kan bezigen, zelfs die, welke voor de gewone lichtgasbereiding zoo goed als waardeloos zijn en tegenwoordig uiterst goedkoop te verkrijgen zijn, daar zij voor de lichtgasbereiding van zeer weinig belang zijn.

Men kan o. a. voor de bereiding van watergas de goedkoopste soorten van steenkool, afval en kolen, gruis en verder allerlei koolhoudende stoffen, van anthraciet af tot gewone turf, bezigen. Wij mogen dus verwachten, dat door de invoering van deze methode eene nieuwe periode zal aanbreken voor de toepassing der ons door de natuur geleverde grondstoffen, zelfs van de minst kostbare, voor de verwarming en verlichting. Want ook dit moet ten voordeele van het watergas worden aangevoerd, dat het met geringe kosten en door toepassing van de meest verschillende koolhoudende stoffen, in dezelfde toestellen ook lichtgevend kan gemaakt worden.

In Amerika wordt het watergas o. a. lichtgevend gemaakt of *gecarbureerd* (d. i. van koolstof voorzien) door middel van petroleum en in dit werelddeel heeft deze verwarmings- en verlichtingsmethode zich werkelijk reeds baan gebroken.

Reeds op de wereldtentoonstelling te Philadelphia in 1878 hebben de toestellen van LOWE en STRONG zeer de aandacht getrokken en als een gevolg daarvan werden reeds in het begin van 1880 te New-York twee maatschappijen opgericht, waarvan de eene »Metropolitan fuel gascompany" genaamd, de stad New-York van gas voor verwarming moet voorzien en de andere, »de Strong-gas fuel and light-company"

het systeem van STRONG voor de bereiding van watergas over het overige gedeelte van den staat New-York zal invoeren.

Op vele andere plaatsen van Amerika is het watergas reeds op groote schaal ingevoerd en wordt het met voordeel toegepast. Ook in Europa zijn reeds pogingen aangewend om tot eene toepassing te geraken. In Stockholm zijn door DWIGHT proeven op groote schaal met het proces van STRONG genomen, die zeer goede uitkomsten hebben opgeleverd en aanleiding hebben gegeven tot de vorming van een consortium voor de verspreiding der uitvinding over Europa.

Behalve de hier geschetste economische voordeelen, zal de invoering van het watergas echter nog in tal van andere opzichten verbetering brengen in onze methoden van verwarming. Gemak, zindelijkheid, netheid en weinig gevaar voor brand zullen, behalve de goedkoopte, de niet te versmaden grondkenmerken zijn van de nieuwe brandstof.

Om slechts enkele dier indirecte voordeelen te noemen, wijzen wij er op, dat bewaarplaatsen voor brandstof onnoodig worden en evenzoo het onaangename van het bergen en vervoeren der vaste brandstoffen door de woning vervallen. Het watergas toch zal ons worden toegevoerd door buizen en kranen, evenals het tegenwoordige lichtgas en in elk vertrek kan men, door het openen der gaskraan, dadelijk het vuur ontsteken. Hierdoor vervalt dus ook het lastige, tijdroovende, brandstof verslindende, rook- en roetverwekkende »aanmaken" der kachels.

Verder is er bij het branden van watergas niet het minste toezicht noodig, daar het uit zichzelf gelijkmatig blijft voortbranden en nooit, zooals de kachel, uitdooft. Nog eene andere gunstige omstandigheid bij de gasverwarming is deze, dat men de vlam oogenblikkelijk, zoodra men dit wenscht, kan uitdooven, terwijl dit met onze tegenwoordige kachels niet mogelijk is. Deze blijven dikwijls nog zeer lang voortbranden, als men een vertrek verlaat en dus de warmte niet meer noodig heeft en daarvan is dus ook weer verlies van brandstof het gevolg.

Eindelijk heeft het watergas nog de hoogst aangename eigenschap, dat het geen rook of roet, noch stof voortbrengt. De verbranding van dit gas is n.l. zoo volkomen, dat de vlam zoo zuiver is als eene spiritusvlam, doch eene driemaal sterkere hitte geeft. Bij de verbranding ontstaat dus volstrekt geen rook en ook tegen voorwerpen of vaten, die men op deze vlam verhit, wordt evenmin roet afgezet, hetgeen bij onze gewone verwarming toch zooveel nadeel en verlies oplevert, daar het roet eene groote hoeveelheid warmte absorbeert.

De zindelijkheid en reinheid van de huishoudelijke voorwerpen, ook

van plafonds, gordijnen, meubels, enz. zal door de invoering van het watergas in hooge mate gebaat zijn en door onze huisvrouwen zal dus deze uitvinding zeker met open armen worden ontvangen.

Bovendien zal het watergas ook nog vele andere toepassingen in de industrie en het dagelijksch leven kunnen vinden en wel beter en voordeeliger dan het gewone lichtgas.

Zoo is b. v. het watergas uitnemend geschikt en zeer voordeelig voor het gebruik bij gasmotors of gaskrachtmachines. J. EMERSON DOWSON te Londen heeft reeds in 1882 eene methode voorgesteld voor het drijven van gasmotors, n.l. door deze in beweging te brengen door watergas, dat verkregen wordt uit anthraciet en waterdamp. Hoewel van het aldus verkregen watergas vijfmaal zooveel voor het drijven der motors wordt vereischt, dan van gewoon lichtgas, berekent DOWSON toch, dat, door geringere kosten van productie en de veel kleinere hoeveelheid anthraciet, die voor de bereiding noodig is, met dit gas eene besparing kan worden verkregen van 50 tot 60 procent. Neemt men alle bedrijfs- en reparatiekosten, benevens amortisatie en rente van het kapitaal in de berekening op, dan kan een groote gasmotor met Dowsongas 40—50 procent goedkooper gedreven worden dan eene stoommachine van hetzelfde vermogen.

Deze uitkomst is hoogst belangrijk, niet alleen met het oog op eene goedkoope productie van kracht, doch ook voor de meerdere uitbreiding van het elektrisch licht, dat door de toepassing van het watergas insgelijks veel goedkooper zal kunnen geleverd worden en zeker eene veel algemeenere toepassing zal vinden.

Zoowel de industrie als de huishouding zullen dus door de invoering van deze nieuwe verwarmingswijze groot voordeel trekken. De reusachtige verspilling van arbeid en kapitaal, die de tegenwoordige verwarming medebrengt, zal dan een einde nemen, onze gezondheid zal niet langer door rook, roet en stof bedreigd, ons schoonheidsgevoel daardoor niet meer beleedigd worden. Wij zullen in één woord in het watergas eene verwarmingsmethode bezitten, die, veel meer dan de tegenwoordige, in overeenstemming is met de beschaving in het algemeen en met den vooruitgang der natuurwetenschap in het bijzonder.

Zutfen, April 1885.