

ZELFONTBRANDING VAN STEENKOLEN.

Het broeien van hooi, in Nederland sinds lang eene inheemsche plaag, heeft in het broeien van steenkolen een tegenhanger, die hier te lande minder wordt genoemd dan elders, waar steenkolen in het groot worden ingescheept en verzonden. Toch hebben ook ten onzent fabrieken, waar groote hoeveelheden steenkool worden opgeslagen, en dus in de eerste plaats de gasfabrieken, vaak genoeg met het genoemde euvel te strijden, zoodat men zijn voordeel kan doen door te luisteren naar den hoogleeraar VIVIAN B. LEWES, wanneer hij spreekt over de oorzaken, waardoor zoo menige lading steenkolen verloren gaat en waardoor zoovele menschenlevens in gevaar worden gebracht, en over de voorzorgsmaatregelen, waardoor men het gevaar zoo klein mogelijk maken kan.¹

»Zoo menige lading», deze woorden mogen toch gerust worden herhaald. Immers, de benoeming van eene koninklijke commissie in April 1875 in Engeland en een door haar in het volgend jaar uitgebracht verslag hebben niet verhinderd, dat in de jaren 1875—1883 *zeven en vijftig* schepen met kolen verloren gingen, tengevolge van zelfontbranding van hunne lading. Daar dit getal klein is in vergelijking met het aantal malen, waarbij de tengevolge van het broeien van steenkolen veroorzaakte brand nog bijtijds kon worden gebluscht, acht LEWES het met recht voor zeer waarschijnlijk, dat van de 328 schepen, die vermist zijn en waaromtrent men nooit eenig bericht ontving, een groot aantal te gronde zijn gegaan door dezelfde oorzaak. Vooral na de invoering van stoommachines met triple expansie en van stoomketels met hooger en druk schijnt het aantal ongevallen toe te nemen.

Vandaar, dat de genoemde scheikundige zich ten taak stelde in eene op 28 Maart ll. gehouden vergadering van de *Institution of Naval Architects* de aandacht te vestigen op het broeien en het daardoor in brand geraken van steenkolen.

¹ Den 25 Juli ll. had een begin van brand plaats in een der kolenbunkers van een stoomschip aan de Handelskade te Amsterdam. (*Nieuws van den Dag*, 26 Juli).

In de eerste plaats zocht hij de oorzaak op. Steenkool bestaat voor het eene gedeelte uit organische stoffen (koolstof, koolwaterstoffen, vluchtige stoffen, die naast koolstof en waterstof een weinig stikstof en zuurstof bevatten) en voor een ander veel kleiner gedeelte uit minerale stoffen: gips of calciumsulphaat, kiezelzure aluinaarde en pyriet. Langen tijd is de algemeene opvatting geweest, dat de langzame werking tusschen pyriet (eene scheikundige verbinding van ijzer en zwavel) en de zuurstof uit de dampkringslucht, eene werking, waardoor ijzervitriool en zwavelzuur ontstaan, op den duur zóóveel hitte voortbracht, dat daardoor ten slotte de steenkool in brand geraakte. Van de genoemde bestanddeelen komen, behalve het pyriet, in aanmerking de koolstof en de overige organische bestanddeelen, gewoonlijk samengevat onder den naam *bitumineuze stoffen*. De rol, die elk van deze drie spelen kan, wordt uit bekende eigenschappen afgeleid.

Koolstof bezit het vermogen om gassen aan haar oppervlakte te verdichten. Een stuk houtskool in een ton met drinkwater of in een regenbak houdt den reuk van het water frisscher, omdat het de onaangename riekende gassen als het ware tusschen zijne poriën vastlegt. De houtskool, die met zwavel en salpeter zal worden vermengd voor de bereiding van buskruit en die zelf eerst door sterke verhitting van hout in retorten wordt vervaardigd, mag niet dadelijk, nadat deze laatste bewerking afgeloopen is, tot poeder gestampt en met bloem van zwavel en fijngewreven salpeter worden vermengd. Integendeel, men laat de stukken houtskool in de retorten bekoelen en eenigen tijd stil staan, voordat zij met de lucht in aanraking worden gebracht. De zuurstof uit de lucht zou anders in te sterke mate door de droge houtskool worden verdicht; bij deze verdichting wordt warmte voortgebracht (de natuurkundigen zeggen: het arbeidsvermogen van beweging van de molekulen der gassen wordt bij de verdichting aan de oppervlakte der poreuze koolstof gedeeltelijk in warmte omgezet) en daardoor zou het kunnen gebeuren, dat houtskool, vooral deze stof als poeder, van zelf ging ontbranden. Nu is steenkool een veel minder poreuze soort van koolstof dan houtskool, en dien tengevolge is de verdichting van de zuurstof bij haar veel minder sterk. Hoe fijner de steenkool, hoe meer gruis, des te grooter is de oppervlakte van een bepaald gewicht aan steenkool en des te grooter dus de hoeveelheid lucht, die vastgelegd wordt. Hoewel nu zelfontbranding bij steenkool door deze werking alleen niet waarschijnlijk is, werkt zij toch met andere omstandigheden mede.

Gassen, die zich verdichten aan de oppervlakte van poreuze stoffen, worden daardoor krachtiger scheikundig werkzaam, dan zij vroeger waren. De ongeveer vijftig jaar geleden nog al gebruikte Döbereinerlamp was daar eene toepassing van; wanneer men eene kraan open-draaide, ontsnapte door de opening een stroom van het kleurlooze en brandbare gas waterstof; op den weg van deze waterstof bevond zich een weinig zeer poreus platina (platina-spons), dat het gas tusschen zijne poriën verdichtte en dien ten gevolge langzamerhand warm genoeg werd om de waterstof aan te steken. Wil men waterstof in de gewone lucht doen ontbranden, dan is daartoe eene vlam of een heet voorwerp noodig; in de Döbereinerlamp nam het poreuze platinaspons de plaats hiervan in en elk oogenblik was men daardoor in staat een vlammetje aan te steken. Zoo wordt ook de zuurstof, die zich in sterker mate dan de stikstof uit de lucht op de steenkool verdicht, krachtiger werkzaam; de misschien op zich zelve geringe temperatuursverhooging werkt dit nog meer in de hand en de zoogenaamde bitumineuze stoffen ondervinden hiervan weldra den invloed. Zij ondergaan eene langzame oxydatie tot koolzuur en water, m. a. w. eene stille verbranding, voorloopig zonder vlam of vonk, totdat de hierdoor voortgebrachte warmte, gevoegd bij de verwarming die het gevolg van de verdichting der zuurstof is, de steenkolen gloeiend heet maakt. Wordt er dan geen afleiding gegeven, dan barst weldra de vlam uit. Lewes herinnert hierbij aan proeven met katoenen lappen, die met gekookte lijnolie en met olijfolie waren doortrokken. Liet men dergelijke lappen in de lucht liggen, dan duurde het eenige dagen, voordat de vlam er uit sloeg; legde men ze daarentegen in kamers, waar de temperatuur kunstmatig tusschen 54° en 76° C. werd gehouden, dan ontbrandden de met lijnolie doortrokken lappen in vijf kwartier en de lappen met olijfolie in vijf uren.

Het pyriet speelt ook nog eene rol mede, al is deze lang niet zóó belangrijk als men vroeger meende. De hoeveelheid pyriet in de steenkolen toch is te klein, (gemiddeld ongeveer 1 pct. van het geheele gewicht) en de temperatuur, waarbij steenkool begint te ontbranden is te hoog, (400° à 500°), dat het pyriet de hoofdrol spelen zou bij het broeien en later bij het van zelf ontbranden der steenkolen. Toch moet men er rekening mede houden. Oxydeert het pyriet zich tot ijzervitriool, dan zwellen diensgevolge de steenkolen op, omdat het ijzervitriool grooter ruimte inneemt dan het pyriet; de steenkool

wordt daardoor lossen en valt eerder uiteen, zoodat de dampkringslucht toegang krijgt tot deelen, die vroeger van de lucht afgesloten waren. Ondertusschen gebeurt het ook dikwijls, dat de oxydatie van het pyriet met de afscheiding van zuivere zwavel gepaard gaat; de zwavel ontbrandt bij eene lager temperatuur (250°) dan de steenkool zelve en daardoor wordt het gevaar voor ontbranding grooter. De verandering van het pyriet werkt eindelijk ook mede om de geheele lading of de geheele hoop steenkool warmer te maken.

Hoe grooter de oppervlakte van eene bepaalde hoeveelheid steenkool is, des te meer gelegenheid heeft de zuurstof om de hier genoemde werkingen uit te oefenen. Dat het gevaar grooter wordt, wanneer de lading aan boord gebracht wordt, ligt voor de hand; de eerste kool wordt van een vrij aanzienlijke hoogte naar beneden gestort en vrij wat stukken vallen daardoor uiteen. De schok van de kolen, die later op de eerste vallen, doen deze nog meer tot gruis uiteenvallen en het wordt den vijand dus hoe langer hoe gemakkelijker met vrucht den aanval te doen.

Nu de oorzaken van de onheilen als bekend aangenomen mogen worden, is het niet moeielijk te verklaren, welke omstandigheden op het veelvuldiger of minder dikwijls voorkomen van invloed kunnen zijn. *Hoe grooter tonnenmaat een schip heeft*, des te grooter is de kans, dat de lading gaat broeien; immers, behalve dat de onderste kolen dan meer gevaar loopen tot gruis te worden gestampt, is ook bij eene grootere lading de gelegenheid grooter tot ophooping van warmte in de steenkool, die een slechte warmte-geleider is. Dat dit niet enkel zoo kan zijn, maar dat het in de werkelijkheid zoo waargenomen is, leeren de in het rapport van 1875 medegedeelde cijfers; op het aantal uit Europa verzonden ladingen van minder dan 500 ton werden $\frac{1}{4}$ pct. door brand in de kolen getroffen, terwijl het aantal daardoor verongelukte schepen op een tonnenmaat van 500—1000 ton, van 1000—1500 ton, van 1500—2000 en van meer dan 2000 ton achtereenvolgens bedroeg ruim 1 pct., 3,5 pct., 4,5 pct. en 9 pct.

Dat de ramp veelvuldiger wordt aangetroffen bij schepen, waarvan de bestemming niet een europeesche haven, maar een haven in Azie, Afrika en Amerika is (in 1873 deed het geval zich tienmaal bij 26.631 verzendingen in Europa en 60 maal bij 4485 verzendingen naar een ander werelddeel voor), mag in de eerste plaats aan den *langeren*

duur der reis, maar vooral aan de *verzending door de tropische gewesten* worden toegeschreven.

De eene *soort van steenkool* is meer onderhevig aan oxydatie dan de andere. In de hoeveelheid pyriet heeft men hiervoor een minder goeden graad van beoordeeling dan in de gewichtsvermeerdering, die een bepaalde soort van droge steenkool vertoont, wanneer zij met vochtige lucht in aanraking wordt gebracht. Neemt zij toch veel waterdamp uit de lucht op, dan zal zij ook veel van andere gassen, dus ook van de zuurstof, kunnen verdichten; bovendien wordt de langzame oxydatie van pyriet door vochtigheid der kolen sterk bevorderd, zoodat steenkool, die veel waterdamp uit vochtige lucht wegneemt, om eene dubbele reden meer gevaar oplevert, dan een andere soort, die veel minder waterdamp opslorpen kan. Eene bepaalde steenkool, die slechts 0.84 pct. pyriet bevatte, maar in vochtige lucht 5.52 pct. zwaarder werd, bleek veel gevaarlijker dan eene steenkool met 1.51 pct. pyriet, die uit vochtige lucht 3.9 pct. van haar gewicht aan waterdamp opnam.

Aanvoer van koude lucht of ventilatie van de lading zal bijzonder krachtig moeten zijn, wanneer men er voordeel in plaats van nadeel bij vinden zal. Lewes houdt het er voor, dat de luchtversching, zooals die tot nog toe geschiedde, het kwaad verergerd heeft. Hij noemt een bepaald geval van vier schepen, die te Newcastle op denzelfden tijd met steenkool uit dezelfde mijn geladen werden; drie schepen met ventilatie hadden bestemming naar Aden, terwijl het vierde, dat naar Bombay vertrok, geen toestellen voor ventilatie had. De eerste drie gingen geheel verloren, omdat de lading van zelf in brand geraakte, terwijl het vierde veilig en wel te Bombay lossen kon.

Eindelijk worden nog als schadelijk genoemd de invoering van *stoommachines met triple expansie* en van *hoogdrukstoomketels*. Bijgevoegde tabellen geven de temperatuur in de kolenruimten aan bij twee oorlogschepen, waarin dit stelsel van stoommachines en stoomketels werd ingevoerd. De temperatuur was na de verandering eenige graden hooger dan vroeger; in één der twee schepen begonnen inderdaad ook na de verandering de steenkolen te werken, hetgeen bij tijds bemerkt en verholpen kon worden.

Wat is er nu te doen, om de kans op gevaar zoo klein mogelijk te maken? »Kies”, zoo luidt het antwoord, »voor ladingen, die over groote afstanden moeten worden vervoerd, steenkool, die vrij is van

poeder en met zoo weinig mogelijk kleine stukken, laat het gehalte aan pyriet ook zoo klein mogelijk zijn; en neem geen steenkool, die meer dan 3 pct. van haar eigen gewicht aan waterdamp uit de lucht heeft opgenomen. Pas er bij het laden op, dat de steenkool niet versch uit de mijn komt, maar minstens eene maand gelegen heeft; laat het laden zoo voorzichtig mogelijk gebeuren, en niet bij nat weder, want in natte steenkool oxydeert het pyriet zich eerder dan in droge”.

En nu komt het voornaamste nog aan, namelijk de maatregelen, die men nemen moet, wanneer de steenkool eenmaal aan boord is. Wenschelijk is het, dat de steenkool bewaard wordt in ruimten, waartoe de lucht geen toegang heeft. Ook moet men er zorg voor dragen, dat bij het wegnemen der luiken de gassen, die zich bij de steenkolen bevinden, niet met een brandende vlam in aanraking kunnen komen.

Lewes raadt verder het gebruik aan van toestellen, waarin bij verhooging van temperatuur, ten gevolge van de uitzetting van eene kwikzuil, het kwik eene draadgeleiding sluit; deze draadgeleiding moet dan in verband staan met eene elektrische batterij, die, wanneer zij gesloten is, eene elektrische bel in beweging brengt in de kamer van den kapitein. Behalve deze toestellen zou zich onder in de kolen moeten bevinden een metalen bus met vloeibaar koolzuur, waarvan de opening door eene gemakkelijk smeltbare legering afgesloten moet worden; rijst nu de temperatuur ten gevolge van het broeien der steenkolen, dan zou de legering smelten en het vloeibare koolzuur, met snelheid verdampend, zou de temperatuur in de steenkolen voorloopig genoeg doen dalen om ernstige onheilen te voorkomen. Het vloeibaar koolzuur wordt tegenwoordig voor zoo lagen prijs in den handel gebracht, dat de onkosten geen bezwaar tegen deze wijze van verzekering kunnen zijn.

Mocht er toch onverhoopt brand in de lading kolen ontstaan, dan zou de kans op redding groot zijn, wanneer hier en daar in de kolen buizen werden aangebracht, die in verband staan met openingen onder water. Kleppen moeten dan het zeewater den toegang tot de buizen afsluiten; geeft echter de elektrische toestel het waarschuwend sein, dat er gevaar is, terwijl er geen vloeibaar koolzuur meer in voorraad is, dan dienen de kleppen zoodanig bewegelijk te zijn, dat men in korten tijd zout water in het onderste gedeelte van de kolen brengen kan.

Voor een voorraad steenkolen, die aan den wal bewaard wordt, kan men minder gemakkelijk baat zoeken bij bussen met vloeibaar koolzuur. Het koolzuur zou zich hier te snel in de lucht verspreiden en weinig nut kunnen doen. Waarschijnlijk zou het gevaar hier verminderen, wanneer over de steenkolen een weinig teer of eene zware teerolie uitgeschonken werd. Ruwe petroleum zou misschien ook goed kunnen zijn. Vullen deze vloeistoffen de poriën van de steenkolen op, dan maken zij de aanraking met de lucht minder gemakkelijk en daardoor de kans op oxydatie kleiner.

Afsluiting van de lucht heeft hier alleen betere gevolgen dan dat men lucht bij de kolen brengt, wanneer zij al begonnen zijn te werken. De noodige hoeveelheid lucht, die afkoelend genoeg werken kan om het gevaar te verdrijven, is weder zeer groot; en blijft de hoeveelheid der aangevoerde lucht te klein, dan verergert het geneesmiddel de kwaal.

De storingen in den arbeid in de kolendistrikten in de laatste maanden brengen het gevaar mede, dat allerlei afval van steenkool die anders zou blijven liggen, nu waarde genoeg krijgt om verkocht en vervoerd te worden. LEWES vond daarin reden zijne waarschuwing juist nu te doen hooren; misschien kan ook het *Album* er iets toe bijdragen, die waarschuwing verder te brengen.

D. v. C.