

DE LEIDENFROST'SCHE DRUPPEL;

DOOR

DR. D. DE BOER.

Niet zelden leest men in de dagbladen van treffende rampen en verlies van menschenlevens, veroorzaakt door het springen van stoomketels. De oorzaak dier gevaarlijke ontploffingen zal niet altijd dezelfde zijn en dikwijls ook zal men niet in staat zijn de eenige en ware oorzaak uit te vorschen, daar er veelal in zulke gevallen veel in het duister gehuld blijft. Eene dier aanleidingen, waardoor reeds zeer zeker een aantal van die ontploffingen zijn te weeg gebragt, te vermelden en bij het toenemend gebruik van stoomwerktuigen meer algemeen bekend te maken, mag voorzeker niet overbodig geacht worden, al ware het slechts om bij vernieuwing de aandacht daarop te vestigen en de gebruikers tot grootere zorgvuldigheid en naauwkeurigheid aan te sporen. Ik bedoel het vormen van de Leidenfrost'sche druppel.

In het jaar 1756 nam LEIDENFROST een verschijnsel waar, dat gedurende een geruimen tijd, als een op zich zelf staand feit, niet die belangstelling wekte, welke het inderdaad verdiende. Thans, nu men het in zijne algemeene toepassing heeft leeren waarderen, heeft men van alle zijden zich beijverd den waren aard daarvan uit te vorschen en de waargenomene verschijnselen te verklaren. LEIDENFROST toonde aan, dat wanneer men een schaaltje van platina of zilver door een spirituslamp tot rood gloeijen verhit en er dan eenige druppels water in vallen laat, de vloeistof niet kookt, noch verdampt, en zich niet uitbreidt, maar integendeel eene snel ronddraaijende beweging

verkrijgt en den vorm van eenen ronden platgedrukten druppel aanneemt, even als kwikzilver dat onder gewone omstandigheden doet. Wanneer de hitte van de spirituslamp groot genoeg is om het gloeijen van het schaalte te onderhouden, kan men zelfs eene tamelijke hoeveelheid water daarin gieten zonder dat dit begint te koken. Verwijdert men de lamp van het schaalte, zoodat het zich allengskens afkoelt, dan treedt er een oogenblik in, waarop het water plotseling bijna onder ontploffing begint te koken, de druppel zich snel over het schaalte uitbreidt en het water naar alle zijden geweldig wordt voortgeslingerd.

De oorzaak van dit verschijnsel bestaat hierin, dat het gloeiend schaalte door het water niet bevochtigd wordt, met andere woorden, dat dit het metaal niet aanraakt, waardoor de warmte van het schaalte zich aan het water slechts zeer langzaam kan mededeelen. Wanneer echter de temperatuur van het schaalte zoover gedaald is, dat de bevochtiging door het water plaats vindt, dan begint het koken met buitengewone hevigheid, daar ook dan nog de temperatuur van het schaalte aanzienlijk hooger is dan het kookpunt van het water.

Wat is evenwel de oorzaak van dit niet aanraken? Vele natuurkundigen van lateren tijd hebben zich beijverd om al het duistere en raadselachtige, hetwelk dit verschijnsel aankleefde, op te klaren en te ontcijferen. Aan BOUTIGNY komt vooral de eer toe, door talrijke proeven en onderzoekingen op dit gebied der natuurkennis licht verspreid te hebben. Wij willen kortelijk de voornaamste gevolgtrekkingen van zijn onderzoek vermelden. Terwijl sommige natuurkundigen voor de oorzaak der vermelde verschijnselen een dampomhulsel aannemen, dat zich tussehen het metaal en de vloeistof vormt en dat zoolwel de aanraking verhindert, als ook den overgang der warmte bemoeijelijkt, zijn anderen daarentegen de meening toegedaan, dat het heete metaal eene afstootende werking op de vloeistof uitoefent. BOUTIGNY evenwel neemt een eigen toestand der vloeistof aan, wanneer zij 'het Leidenfrost'sche verschijnsel te weeg brengt, welke hij met den naam van *Spheroidaalstaat* bestempelt. Het blijkt uit zijne proeven, dat alle vloeistoffen den spheroidaalstaat kunnen aannemen, zelfs vette oliën, en dat de temperatuur van het schaalte steeds des

te hooger moet zijn, naarmate het kookpunt der vloeistof hooger ligt. Bij water moet het schaalte ten minsten op 200° C. verhit zijn om den spheroidaalstaat te weeg te brengen en op 192° , om haar voortdurend te onderhouden; om bij wijngeest hetzelfde verschijnsel aan te toonen heeft men slechts eene temperatuur van 134° C. noodig.

BOUTIGNY heeft verder bevonden, dat de temperatuur der vloeistof, die zich in spheroidaalstaat bevindt, steeds geringer is dan haar kookpunt. Zoo neemt het water eene temperatuur van $95\frac{1}{2}^{\circ}$, wijngeest van $75\frac{1}{2}^{\circ}$, ether van 34° en het zwavelig zuur van $10\frac{1}{2}^{\circ}$ aan. De temperatuur daarentegen van den damp, die bij eene ontploffing ontwijkt, is steeds aan die van het schaalte gelijk: een bewijs, dat zij zich aan de oppervlakte der vloeistof en in aanraking met het metaal ontwikkelt.

De daadzaak, dat de temperatuur van eene Leidenfrost'sche druppel altijd beneden het kookpunt der betrokkene vloeistof blijft, ook wanneer deze reeds onder het vriespunt van het water kookt, heeft BOUTIGNY aanleiding gegeven tot eene der belangrijkste proeven, namelijk om water in een gloeiend schaalte tot bevrozen te brengen. Ten dien einde maakte hij een schaalte van platina helder rood gloeiend en bragt er eenige greinen watervrij zwavelig zuur in. Daar nu deze vloeistof reeds bij 10° kookt, zoo moet zij in den spheroidaalstaat eene nog lagere temperatuur aannemen; bij dit zwavelig zuur nu voegde hij eenige druppels water, hetwelk oogenblikkelijk bevroor en er alzoo ijs in een gloeiend schaalte gevormd werd. Vormt men in zulk een gloeiend schaalte eene Leidenfrost'sche drup van ether en voegt men haar nog eenig vaste koolzuur toe, hetwelk zich terstond in de ether oplost, dan verkrijgt men eene nog veel lagere temperatuur, daar het kookpunt van koolzuur vermoedelijk bij 80° ligt. Dompelt men nu in dit mengsel een metaalschaalte met kwikzilver, dan befrist het in eenige seconden midden in het gloeiend schaalte. Ook deze proef is door FARADAY met goed gevolg verrigt.

Om aan te toonen, dat er geene aanraking tusschen het gloeiend

schaaltje 'en de vloeistof in den spheroidaalstaat plaats vindt, heeft BOUTIGNY de volgende proef genomen. Hij verhitte een horizontaal geplaatst zilver-plaatje en druppelde hierop eenige greinen zwart gekleurd water; wanneer hij nu op eenigen afstand in de rigting van het vlak der plaat een kaarslicht plaatste, kon hij dit licht tusschen de drup en de plaat door duidelijk zien. Hetzelfde heeft POGGENDORFF ¹⁾ trachten te bewijzen, dat namelijk de spheroidale drup van de metaal-vlakte gescheiden is doordien de elektrische stroom niet overgaat. BUFF ²⁾ heeft echter aangetoond, dat bij grootere druppels wel degelijk de overgang van electriciteit plaats heeft en er slechts eene vertraging op te merken is.

De oorzaak eindelijk, waarom het gloeiende schaalte door het water niet bevochtigd wordt, meent BOUTIGNY aldus te moeten verklaren, dat er tusschen de vloeistof en het gloeiende metaal eene eigendommelijke afstooting te voorschijn komt, die aangroeit met het verschil van beider temperatuur. Deze verklaring komt met de waarneming van PERKINS overeen, dat men namelijk bij eene roodgloeihitte een aantal kleine openingen in de wanden eens stoomketels kan maken zonder dat de stoom ontwijkt, terwijl bij eene lagere temperatuur de stoom met kracht uitstroomt. Volgens BUFF zoude de werking der warmte bestaan in het wegnemen der adhaesie, waardoor in den gewonen toestand vloeistoffen de metaalwanden bevochtigen, terwijl de cohaesie der vloeistofdeeltjes, ofschoon reeds veel verminderd, nog aanzienlijk genoeg blijft om den drupvorm te bewaren, welke door de warmte bevrijd is van de aantrekking der wanden.

Wat nu het practische belang van de ontdekking van LEIDENFROST betreft, dit mag voorzeker belangrijk genoemd worden. Het is buiten twijfel, dat ook onder andere omstandigheden bij aanzienlijke hoeveelheden vloeistof dezelfde verschijning kan ontstaan en dat het springen van stoomketels in vele gevallen aan deze oorzaak is toe te schrijven. Wanneer namelijk de waterstand in den stoomketel te diep gezonken

¹⁾ POGGENDORFF'S *Annalen*, XII, p. 539.

²⁾ *Annalen der Chemie und Pharmacie*, XXVII, p. 1.

is, dan kunnen de wanden des ketels gloeiend worden. Vloeit nu het water op nieuw in den ketel, dan zijn de voorwaarden van den spheroidaalstaat aanwezig; een tijd lang blijft het water met den gloeienden wand in aanraking zonder te koken; zijn echter de wanden des ketels eenigzins afgekoeld, dan begint de stoomvorming met zulk eene hevigheid, dat de stoom door de geopende veiligheidsklep niet met genoegzame snelheid ontwijken kan en de ontploffing volgt. Hetzelfde kan ook plaats hebben, wanneer men uit vrees voor gevaar het vuur vermindert.

