

Alcometrie: van brandproef tot vochtweger

In een Middelnederlands handschrift, in 1351 door Johannes de Altre gekopieerd, wordt de distillatie van wijn beschreven (hs. 15624-15641, fol. 6^v, Koninklijke Bibliotheek, Brussel). Het wijndistillaat had bijzondere eigenschappen. Het was niet alleen brandbaar, maar het was ook in staat voedingsmiddelen tegen bederf te beschermen. Volgens de middeleeuwers moest deze *aqua* dus ook in staat zijn het menselijk lichaam tegen ziekte, een vorm van bederf, te beschermen. Vandaar dat het distillaat ook *aqua vitae* of levend water werd genoemd. Dat water moest echter meermaals gedistilleerd worden zodat het brandbaar was. Zoniet zouden de voedingsmiddelen *onneeren* of bederven. Daarom diende de brandbaarheid van de *aqua vitae* te worden getest door er een linnen doekje in te drenken en dat vervolgens bij een brandende kaars te houden, de zogenaamde brandproef:

Ende alst lange es gesoden seldi proeven oft dat water bernen wille, want naemdijt langere het soude onneeren alt dandere dus salment proeven met linen cledren ende stekent der in dat nat si. ende stekent an tvier of an .I. kersse.

Opmerkelijk was ook dat olie gegoten op deze *aqua vitae* niet zoals bij gewoon water bovendreef, maar naar de bodem zonk:

Ende dit water es subtyl ende claer ende licht boven alle wattere, ende het verlicht boven allen liquoren ende boven alle olien, want die gote olye in dit water het soude sinken, ende gote men dit watere boven olye het soude boven vlieten.

Vandaar dat naast de brandproef ook de olieproef werd aangewend om te controleren of de *aqua vitae* wel *goed en oprecht* was.

DE BUSKRUITPROEF EN DE HOLLANDSE PROEF

Tegen het einde van de vijftiende eeuw werd het geneesmiddel *aqua vitae* een genotmiddel brandewijn genaamd. In Amsterdam werd al in 1497 accijns op brandewijn geheven. De accijnsberekening gebeurde op basis van het volume brandewijn ongeacht zijn sterkte. Het brandewijnverbruik nam tijdens de zestiende eeuw sterk toe. In de zeventiende eeuw ontwikkelde brandewijn, geproduceerd uit wijn, granen of suikerriet, zich tot een wereldwijd verspreid handelsproduct. De brandewijn werd verkocht aan de sterkte waarbij hij de brand- of olieproef doorstond.

In *De Veltbouw ofte Lantwinninghe* van Kaerle Stevens en Jan Libaut, in 1632 in Amsterdam uitgegeven, worden verschillende mogelijkheden beschreven om de sterkte van de brandewijn in te schatten:

Voorts soo sal men by dese tekenen weten dat de ghebrandewijn ghenoech is ghedistilleert, ist dat hy soo veel over comt als hy in ghedaen wort of dat hy ontsteken zijnde droege uyt brant ofdat een doecxken daer in nat gemaect ontsteken zijnde niet verbrant en wort oft dat een druppel olie daer in gedrupt te gronden gaet, dat een druppel van den ghebranden-wijn in de palm van der hant gedrupt terstont vervliegt oft dat de geheele emmer barnende daer in gheleyt niet uyt en gaet oft dat de camphre daer in smilt.

De proef met kamfer kan raar overkomen. In die tijd werd buskruit vermengd met kamfer ter vermindering van de kruitdamp die niet alleen hinderlijk was voor de schutter maar ook zijn locatie aanduidde. Dat mengen was slechts mogelijk wanneer de kamfer eerst in brandewijn werd opgelost. Daartoe mocht deze niet te veel water bevatten. De kamfer werd later vervangen door het meer verspreide buskruit, niet verwonderlijk aangezien soldaten en matrozen de grootste afnemers van brandewijn waren ... Dat leidde tot de buskruitproef, zoals men kan lezen in *De Geheimen der Wynen, Liqueuren en Bieren*, uitgegeven in 1792 in Amsterdam:

Wanneer men in een leepel, of potje een weinig Buskruid doet, en een weinig van den overgehaalden Brandewyn, en dit met een zwavelstok aangestoken hebbende, bevindt, dat de Geest verteerd zijnde, het kruid van zelve brand en verteert: 't welk doch niet geschieden zal, als door de phlegma van den Brandewyn, het kruid vochtig geworden is.

In hetzelfde boekje wordt ook de volgende proef beschreven:

Om hier nu eene proef van te nemen, of de overgehaalde Brandewyn goed zy, zo doe'er wat van in een flesje, schud het in de hand om, tot de blaazen boven aan het glas koomen, hoe langer dezelve daar in blyven, hoe beter en sterker de Brandewyn is.

Van zodra de brandewijn na het heftig schudden in een proefbuis aan het oppervlak een parelkrans vormde, was hij op proef en kon hij in de handel gebracht worden. Deze methode om de sterkte van brandewijn te bepalen noemde men de Hollandse proef of *épreuve d'Hollande*.

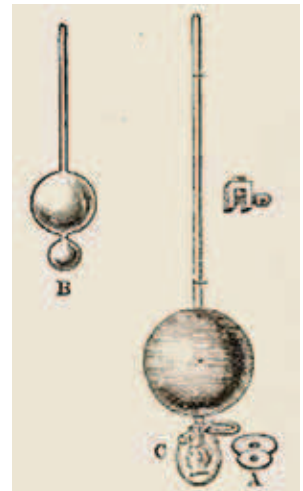
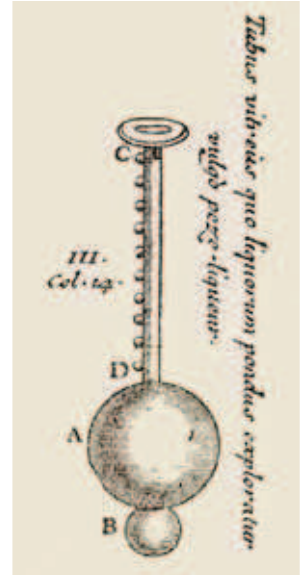
Wanneer de brandewijn te sterk of *boven proef* was, kon men er water aan toevoegen (*Geheym der Wynen ontdekt*, 's Graavenhaag, 1730):

Als de Gedistilleerde Wateren boven Proef zyn, zoo houden die geen belletjes op, en onder de Proef zynde, ook niet; die boven Proef zyn, kunt gy met een droppel Regenwater of twee in een Roomer probeeren, en dan te zamen geschud, of het zyn Proef houdt, en naa advenant op het Vat Regenwater doen.

Het verdunnen van de brandewijn *tot proef* gebeurde pas na de bepaling van de accijns. Daar de accijnsbepaling enkel op het volume brandewijn betrekking had, werd hier heel wat winst gemaakt ... In de Republiek der Verenigde Nederlanden en in Frankrijk gebruikte men bij voorkeur de Hollandse proef, in de Engelssprekende landen de buskruitproef en in de Duitssprekende landen de olieproef. Bij de internationale handel in brandewijn werden deze analysemethoden door elkaar gebruikt. Zij zouden nog tot ver in de negentiende eeuw in voege blijven.

THE NEW ESSAY INSTRUMENT VAN ROBERT BOYLE

De oorspronkelijke vorm van de alcoholmeter, zoals die nu gekend is, is te danken aan Robert Boyle (1627-1691). Deze Engelse chemicus, als hoogleraar verbonden aan de universiteit van Oxford, werd in 1669 door de overheid gevraagd vervalsingen van gouden munten (*guineas*) met zilver op te sporen. Hij maakte hiertoe *A New Essay Instrument* waarvan de werking gesteund was op de wet van Archimedes (287-212 voor Christus): de opwaartse kracht die een lichaam in een vloeistof ondervindt, is even groot als het gewicht van de verplaatste vloeistof. Boyles instrument was in feite een heruitvinding van de hydrometer van Hypathia, de leermeesteres van Synesios die tijdens de vierde eeuw werkzaam was aan de hogeschool van Alexandrië. In een brief aan Hypathia vroeg de zieke Synesios of ze een hydrometer wilde ma-



BOVEN, Romeinse vocht-weger. Collectie History of Science Museum (Museo Galileo), Firenze.

ONDER, Boyles New Essay Instrument voor het opsporen van met zilver vervalste gouden munten en het instrument (B) om het specifiek gewicht van vloeistoffen te schatten. Afbeelding uit *The Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, no. 115, 1675.

ken waarmee hij de zuiverheid van zijn drinkwater kon controleren. Hij vermoedde immers dat zijn ziekte toe te schrijven was aan bevuild water. De hydrometer van Hypathia was een glazen cilindrisch staafje onderaan verzwaard om het in water in een verticale positie te houden. Op het staafje was een streepje gegraveerd tot waar de hydrometer in zuiver water moest zinken. Soortgelijke hydrometers werden ook door de Romeinen gebruikt en enkele worden bewaard in het History of Science Museum (Museo Galileo) in Firenze. Ze bestaan uit glas, maar de verdeling op de steel is niet door strepen, maar door opgesmolten glazen bolletjes aangegeven.

Boyles *New Essay Instrument* bestond uit een lange steel eindigend op een met kwik verzwaarde bol waaraan de munt (C) kon worden opgehangen. Bij gebruik van lichtere muntstukken (*half-guineas*) kon het instrument verzwaard worden door het gebruik van circulaire loden plaatjes (A). Daar een met zilver vervalst muntstuk minder diep in het water zonk, kon een vervalsing worden aangetoond. Boyle demonstreerde deze uitvinding bij de *Royal Society* in 1669 en publiceerde ze in *The Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, nr. 115 van juni 1675. Hij ontwikkelde ook *a small glass instrument for estimating the specific gravity of liquors*. Dat instrument (B) bestond uit een steel eindigend op een grote en kleine bol. De onderste kleine bol was gevuld met kwik of loodhagel zodat het instrument verticaal dreef. De hoeveelheid kwik of loodhagel was afhankelijk van de densiteit van de vloeistoffen waarvoor het instrument moest dienen.

DE VOCHTWEGERS VAN JAN VAN MUSSCHENBROEK EN GABRIËL FAHRENHEIT

Het artikel van Robert Boyle in de *The Philosophical Transactions of the Royal Society of London* kreeg heel wat aandacht en zijn instrument, om het specifiek gewicht van vloeistoffen te schatten inspireerde, heel



De rechtse figuur, allicht de stoker, bepaalt de alcoholsterkte volgens de Hollandse proef (Diderot D. en d'Alembert J., 1750-1765).



Te AMSTERDAM

by PIETER ALDEWERELDT, Boekverkoper.
met Privilegie.



LINKS, De vochtweger van Gabriël Fahrenheit. Afbeelding uit *The Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, n° 384, 1724.



RECHTS, De vochtweger van Gabriël Fahrenheit. Collectie Museum voor de Geschiedenis van de Wetenschappen, Gent.



LINKS, De vochtweger van Jan van Musschenbroek (van Musschenbroek P., 1726).

RECHTS, De vochtweger van Jan van Musschenbroek. Collectie Museum voor de Geschiedenis van de Wetenschappen, Gent.

LINKS, Titelpagina van *De nieuw ontdekte Distilleer Konst*, 1736. Bemerkt de vochtweger en het maatglas in de handen van de stoker. Collectie Universiteit Utrecht.



wat wetenschappers en instrumentenmakers. In de Republiek der Verenigde Nederlanden construeerden de in de Nederlanden werkende Duitse instrumentenmaker Daniël Fahrenheit (1686-1736) en de Leidse instrumentenmaker Jan van Musschenbroek (1687-1748) een *vochtweger* of *waterweger* (ook vochtmeter of hydrometer) die ook bij het 'wegen' van brandewijn gebruikt kon worden. Dat was niet zo verwonderlijk aangezien de Republiek der Verenigde Nederlanden toen samen met Engeland de brandewijnmarkt beheerste.

De glazen vochtweger van Fahrenheit, uitvinder van een thermometer en barometer, is beschreven en afgebeeld in *The Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, nr. 384, 1724. Deze vochtweger bestond uit een kleine bol (B) gevuld met kwik, een dikkere holle cilinder (CD), een met luchtgevulde bol (A) met daarboven een kleine dunne steel (EF) met merkstreepje (a). Op de kleine steel was een schaal (G) gelast. Vooraf werd het gewicht (Q) van de vochtweger bepaald. De vochtweger werd dan in gedistilleerd water gedompeld en op het schaal (G) werden gewichtjes (p) gelegd totdat de vochtweger tot het merkstreepje (a) zonk. Vervolgens werd de vochtweger in brandewijn gedompeld en voorzien van de gewichtjes (p') waardoor hij eveneens tot de merkstreep (a) zonk.

Met de formule:

$$D = \frac{Q + p}{Q + p'}$$

kon de densiteit van de brandewijn benaderend bepaald worden.

De vochtweger van Jan van Musschenbroek is afgebeeld en beschreven door zijn broer Pieter in de *Elementa Physicae Conscripta in usus Academicos* (Leiden, 1726). Pieter van Musschenbroek (1692-1761) was de uitvinder van de Leidse fles, het eerste type van condensor, en gold als een van de grootste natuurkundigen van zijn tijd. Zijn boek werd dan ook in verschillende talen vertaald. De vochtweger van Jan van Musschenbroek bestond uit een holle halfgouden bol (A) waaraan onderaan een dikke koperdraad was bevestigd eindigend op een schroefdraad waaraan meerdere gewichtjes (P, Q, R) konden worden aangebracht. Het gewichtje Q was het zwaarst, het gewichtje R het lichtst en het gewichtje P lag er tussen in. Bovenaan de bol was er een koperen holle cilinder (DE) gelast die in veertig gelijke delen was verdeeld. Wanneer het gewichtje P was opgeschroefd, moest de vochtweger in regenwater zinken tot de maatstreep E. Wanneer men de vochtweger in een andere vloeistof dompelde die 40 gram meer woog dan dezelfde hoeveelheid regenwater, dan zonk hij tot de maatstreep D. Bij het gebruik van het gewichtje R diende de vochtweger in zuivere

alcohol te dalen tot E. Maar wanneer men hem in moutwijn dompelde dan zonk hij tussen D en E, waardoor men het specifiek gewicht van de alcoholische vloeistof kon schatten en een idee kreeg van de sterkte van de moutwijn. Het gewichtje Q werd gebruikt voor vloeistoffen met een grotere dichtheid dan regenwater, zoals een suiker- of zoutoplossing. De vochtmeter van Jan van Musschenbroek kende geen grote bijval. Hij was duur, was zoals alle metalen hydrometers in vloeistoffen moeilijk te bevochtigen en de bol was bovendien zeer deukgevoelig. De voorkeur van de toenmalige fysici ging uit naar de preciezere en goedkopere glazen vochtweger van Fahrenheit.

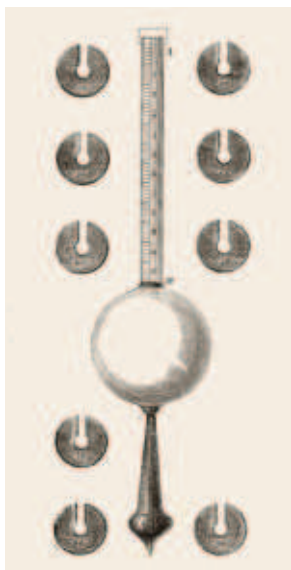
Of deze vochtwegers toen door de Hollandse stokers werden gebruikt, is moeilijk te achterhalen. Wel staat op de titelpagina van het boek *De nieuw ondeckte Distilleer Konst*, uitgegeven in 1736 bij Pieter Aldewereldt in Amsterdam, een stoker afgebeeld die de dichtheid van de brandewijn bepaalt. Zeker is dat de hydrostatische balans en de picnometrie, die de dichtheid van vloeistoffen met een grotere precisie konden bepalen, in de stokerijen geen ingang vonden. Deze instrumenten waren immers op de werkvloer minder gebruiksvriendelijk. In 1780 toonde de Schiedamse horlogemaker Louis Paché een moutwijnweger aan de Deken van de Schiedamse Brandersgilde. Met deze vochtweger werden proeven uitgevoerd die de brandersgilde echter niet konden overtuigen.

DE HYDROMETERS VAN CLARKE, SIKES EN DICAS

Enkele jaren na Jan van Musschenbroek construeerde ook de Engelse instrumentenmaker Clarke een vochtweger die hydrometer of areometer werd genoemd. De naam areometer is afgeleid van het Griekse ἀραιός (ijl of dun) en μετρέω (meten), dus een instrument om het verschil in dunheid van de vloeistoffen te meten. In de negentiende eeuw zal ook de naam densimeter ingang vinden. Clarke inspireerde zich op de vochtweger van Jan van Musschenbroek. Een beschrijving van zijn hydrometer met tekening is te vinden in *The Philosophical Transactions* nr. 413 van maart en april 1730. Clarkes hydrometer bestond uit een holle koperen bol (b) die onderaan was voorzien van een kleine ronde steel eindigend op een schroefdraad (c). Bovenaan was de bol voorzien van een platte stift waarop de merktekens m, A en B waren gegraveerd. Op de schroefdraad (c) konden gewichtjes van verschillend gewicht worden geschroefd. Wanneer de hydrometer, voorzien van het gewichtje (C), in brandewijn zonk tot het merkteken m, dan was deze op *proof*. Deze alcoholsterkte kwam overeen met de *proof* van de buskruitproof (of 57,1 % vol bij 15 °C). Zonk de hydrometer tot A dan was hij 1/10 *above proof*, zonk hij tot B dan was hij 1/10 *under proof*. De hydrometer was voorzien van 32 verschillende



De hydrometer van Clarke. Afbeelding uit *The Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, n° 413, 1730.



LINKS, De hydrometer van Sikes (Figuier L.,s.d.).

RECHTS, De hydrometer van Sikes. Collectie Nationaal Jenevermuseum, Hasselt.



gewichtjes waardoor hij aangepast kon worden aan brandewijn die meer dan $1/10$ van *proof* afweek. Verder had men nog 11 kleinere gewichtjes, de zogenaamde *weather weights*, waarmee rekening kon worden gehouden met de temperatuur van de brandewijn. Deze *weather weights*, geschikt voor opeenvolgende temperatuursverschillen van 5°F werden over de platte stift geschoven.

De hydrometer van Clarke werd al in 1730 het standaardinstrument van de Engelse accijnzen. Dat was zeer tegen de zin van de Engelse stokers. Voorheen werd de accijns bepaald op het volume brandewijn. Daarom vulden de stokers hun vaten met zo geconcentreerd mogelijke brandewijn. Na de accijnsbepaling werd die dan tot *proof* verdund. Op deze wijze werd heel wat accijns ontdoken. De invoering van de hydrometer bij de bepaling van de accijns kaderde in de strijd tegen het alcoholisme veroorzaakt door het overmatig gebruik van gin.

De hydrometer van Clarke bleef in gebruik tot 1787. Dan werd hij vervangen door de meer nauwkeurige hydrometer van de accijnsambtenaar Sikes. Onderaan de holle koperen bol was er een korte steel met een koperen gewicht en bovenaan een balkvormige steel waarop te beginnen van boven, een tiendelige schaal was aangebracht. De tien gelijke delen waren op hun beurt nog in vijf gelijke delen onderverdeeld. Met tien delen, elk onderverdeeld in vijf kon men dus vijftig aflezingen maken. Deze verdeling was arbitrair en gaf noch het specifiek gewicht noch de alcoholsterkte aan. Met de op de steel afgelezen waarde kon men in een tabel of met de rekenlat de alcoholsterkte uitgedrukt in *proof*, *over proof* of *under proof* aflezen. Bij 60°F correspon-

deerden deze aflezings met alcoholsterkte van 70,0 *over proof* tot 58,2 *over proof*. Voor het bepalen van lagere alcoholsterktes beschikte men over negen gewichtjes, genummerd van 10, 20, 30 en zo verder tot 90, die over de steel kunnen worden geschoven. Dat maakte vijfhonderd aflezings mogelijk van 70,0 *over proof* tot nul. Verder had men nog een koperen kapje dat bovenaan de steel kon worden aangebracht. Het gewicht ervan was exact 1/12 van het gezamenlijk gewicht van de hydrometer en het gewichtje 60. Wanneer men de hydrometer voorzien van het gewichtje 60 en het kapje in gedistilleerd water bij 51 °F dompelde, dan zakte de hydrometer tot de maatstreep 0,8 (wat in de tabel afgelezen werd als 60,8). Deze maatstreep noemt men de *proof maatstreep*. Dompelde men nu de hydrometer enkel voorzien van het gewichtje 60 in *proof spirit* bij 51 °F (10,5 °C), dan zonk de hydrometer eveneens tot 0,8.

De hydrometer van Sikes zou tot 1980 de officiële hydrometer van de Engelse accijnzen blijven. Hierna werd hij vervangen door de alcoholmeter van Gay-Lussac. Sterk gelijkend op de hydrometer van Sikes was die van de instrumentenmaker John Dicas uit Liverpool. Deze hydrometer werd door een *Act of Congress* van 19 juli 1790 de US-standaard hydrometer en werd ook in de Republiek der Nederlanden gebruikt. De Engelse hydrometers kwamen ook op het Europese vasteland in voege en werden daarom voorzien ofwel van gewichtjes ofwel van een rekenlat waarmee men een verband kon leggen met de Hollandse proef, de buskruitproef en de olieproef.

DE VOLUMEHYDROMETERS VAN BAUMÉ EN CARTIER EN DE NEDERLANDSCHE VOCHTWEGER

De hierboven besproken hydrometers zijn gewichtshydrometers. Deze hebben een constant volume en een variabel gewicht. De volumehydrometers daarentegen hebben een constant gewicht en een variabel volume. De eerste volumehydrometers voor vloeistoffen zwaarder of lichter dan water werden geconstrueerd door de Parijse apotheker Antoine Baumé (1728-1804). Ze waren gemaakt uit glas en bestonden uit een grotere steel waaraan een met lucht gevulde bol was gelast en daaraan een kleinere steel met een kleine bol gevuld met kwik. In 1768 stelde hij een alcoholmeter voor die hij *pèse-liqueur* of *pèse-alcool* noemde. Voor het maken van de schaalindeling dompelde hij de alcoholweger in een oplossing van tien delen zuiver zeezout en negentig delen gedistilleerd water bij de keldertemperatuur van 10 °Réaumur (12,5 °C). Op het scheidingsvlak lucht/zoutoplossing (A) ietwat boven de bol gevuld met lucht gelegen, bracht hij het merkteken nul aan. Vervolgens werd het instrument gewassen en in gedistilleerd water gedompeld. Daar de densiteit van water kleiner is dan



BOVEN, De hydrometer van Dicas. Collectie Nationaal Jenevermuseum, Schiedam.

ONDER, De *pèse-alcool* van Baumé in het midden (Baumé A., 1773).

die van de zoutoplossing, zonk de alcoholmeter dieper en werd op het scheidingsvlak lucht/water (B) de merkstreep 10 aangebracht. De afstand tussen 0 en 10 werd nauwkeurig in tien gelijke delen verdeeld. Deze eerste graadverdeling diende als ijkmaat om de rest van de steel in te delen tot 45.

Volgens Baumé kon men met een dergelijke alcoholmeter de alcoholsterkte benaderend bepalen. Hij gaf aan de goudsmid Jean-François Cartier de opdracht om zijn alcoholmeter te fabriceren. Cartier imiteerde echter deze alcoholweger en bracht hem onder zijn eigen naam op de markt. Hij behield de gradatie 10 (voor zuiver water) en veranderde lichtjes de graadindeling. Zo kwam 30 °Cartier overeen met 32 °Baumé. Ondanks het protest van Baumé werd de *pèse-alcool* van Cartier in 1771 door de Franse overheid als officiële alcoholmeter aangevaard. Om fraude te voorkomen diende deze echter door een gespecialiseerde overheidsdienst te worden geijkt.

Op basis van de alcoholsterkte werd eau de vie door de Franse accijnsdiensten in drie klassen ingedeeld:

eau de vie simple:	van 18 tot aan 22 °Cartier
eau de vie double:	van 22 tot en met 33 °Cartier
alcool ou esprit de vin rectifié:	van 34 tot en met 44 °Cartier



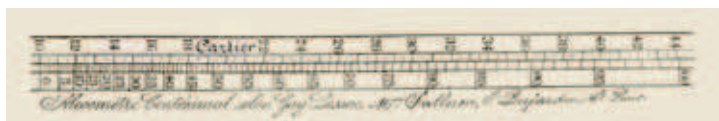
De *pèse-alcool* van Baumé. Collectie Nationaal Jenevermuseum, Hasselt.

Voor elk van deze klassen was er een bepaalde accijns voorzien. Om de invloed van de accijns op de prijs van hun eau de vie of esprit zo klein mogelijk te houden, commercialiseerden de stokers hun producten steeds aan de hoogste Cartiergraad. Hierdoor was er slechts weinig variatie op de markt waardoor de consument verstoken bleef van tussenliggende concentraties. Verder leidde deze manier van accijnsbepaling tot vele discussies tussen de stokers en de accijnsbeambten bij de grenzen van de drie klassen. Daarom werden er verschillende andere areometers voorgesteld, onder meer door de Franse scheikundigen Bories en Lavoisier, maar de overheid bleef vasthouden aan de areometer van Cartier.

TABLE DE GAY-LUSSAC.

CORRECTIONS DE L'ALCOOMÈTRE DONNANT
LE VOLUME D'ALCOOL A 15° C.

TEMP.	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°
10	1.4	2.4	3.4	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5	10.6
11	1.3	2.4	3.4	4.4	5.4	6.4	7.4	8.4	9.4	10.5
12	1.2	2.3	3.3	4.3	5.3	6.3	7.3	8.3	9.3	10.4
13	1.2	2.2	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2	8.2	9.2	10.3
14	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.2
15	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
16	0.9	1.9	2.9	3.9	4.9	5.9	6.9	7.9	8.9	9.9
17	0.8	1.8	2.8	3.8	4.8	5.8	6.8	7.8	8.8	9.8
18	0.7	1.7	2.7	3.7	4.7	5.7	6.7	7.7	8.7	9.7
19	0.6	1.6	2.6	3.6	4.5	5.5	6.5	7.5	8.5	9.5
20	0.5	1.5	2.4	3.4	4.4	5.4	6.4	7.3	8.3	9.3
21	0.4	1.4	2.3	3.3	4.3	5.2	6.2	7.1	8.1	9.1
22	0.3	1.3	2.2	3.2	4.1	5.1	6.1	7.0	7.9	8.9
23	0.1	1.1	2.1	3.1	4.0	4.9	5.9	6.8	7.8	8.7
24	0.0	1.0	1.9	2.9	3.8	4.8	5.8	6.7	7.6	8.5
25	...	0.8	1.7	2.7	3.6	4.6	5.5	6.5	7.4	8.3



De areometer van Cartier werd tijdens de Franse Tijd ook in het huidige België en Nederland gebruikt. Tijdens het Koninkrijk der Nederlanden kwam de Nederlandsche vochtweger in voege. Deze leek sterk op de alcoholmeter van Cartier maar hij had een andere indeling. Dompelden de Nederlandsche vochtweger in zuiver water en in zuivere alcohol dan zakte hij respectievelijk tot 0 en 32 ° bij een temperatuur van 55 °F (12,8 °C). In Duitsland gebruikte men toen voornamelijk de hydrometer van Beck; voor zuiver water duidde deze 0 ° aan bij 60 °F en voor zuivere alcohol 45 °.

LINKS BOVEN, Omrekeningstabel (Flamand J., 1909).

RECHTS BOVEN, Nederlandsche vochtweger van 1825 (Pricken J., 1957).

LINKS ONDER, Schaalindeling van een alcoholmeter volgens Cartier en Gay-Lussac (Dujardin J., 1924).

RECHTS ONDER, Alcoholmeter van Gay-Lussac (Guichard P., 1897).

DE CENTESIMALE ALCOHOLMETER VAN GAY-LUSSAC

De discussies bij het gebruik van de alcoholmeter van Cartier werden opgelost door de invoering in 1824 van de centesimale alcoholmeter van Gay-Lussac (1778-1850). Met dit instrument kon men onmiddellijk het alcoholgehalte van een eau de vie uitgedrukt in volumeprocent aflezen. Uitwendig geleek de areometer van Gay-Lussac op die van Baumé. Op de steel was een schaal aangebracht van 0 tot 100, waarbij 0 overeenkwam met gedistilleerd water en 100 met zuivere alcohol. De temperatuur waarbij er werd gemeten, was 15 °C, de gemiddelde temperatuur van de wijnkelders in het zuiden van Frankrijk. Voor de constructie van zijn areometer nam Gay-Lussac als dichtheid voor water bij 15 °C 1,000 aan, voor absolute alcohol 0,7947. Deze laatste waarde werd met een picnometrie of hydrostatische balans bepaald. De absolute alcohol bekwam hij door sterk gerectificeerde alcohol te voorzien van wateraantrekkende ongebluste kalk. Verder diende Gay-Lussac nog rekening te houden met een ander fenomeen: de contractie wanneer alcohol met water werd gemengd. Zo geven 50 liter zuivere alcohol met 50 liter water geen 100 liter maar 96 liter alcoholoplossing. Om hiermee rekening te houden gebruikte Gay-Lussac een maatglas van 1.000 milliliter en goot er 950 milliliter absolute alcohol in en vulde aan met water tot 1.000 milliliter, beide aan 15 °C. Hij dompelde vervolgens zijn alcoholmeter in dat mengsel en op het scheidingsvlak lucht/mengsel werd op de steel de merkstreep 95 % vol aangebracht. Het maatglas werd vervolgens leeggemaakt en na drogen gevuld met 900 milliliter absolute alcohol en met water tot 1.000 milliliter gebracht wat de merkstreep 90 % vol opleverde. Zo werd er per 50 milliliter verdergewerkt zodat men per 5 % vol een merkstreep bekwam. De intervallen werden vervolgens in vijf gelijke delen verdeeld. Bij het gebruik van de densimeter bij een hogere of lagere temperatuur dan 15 °C diende men rekening te houden met een uitzetting of inkrimping van de eau de vie. Daarom stelde Gay-Lussac voor temperaturen tussen 0 en 30 °C een tabel op waarmee men het afgelezen alcoholgehalte kon corrigeren.

In 1824 werd de densimeter van Gay-Lussac omwille van zijn exactheid en gebruiksvriendelijkheid door de Franse overheid als officiële meter aanvaard. Om de overgang te maken werden in de handel ook alcoholmeters gebruikt waarop de hoeveelheid alcohol én in °Cartier én in °Gay-Lussac werd weergegeven. Ook bleef men tot ver in de negentiende eeuw de Hollandse proef gebruiken. Deze kwam volgens Dujardin overeen met 18,5 à 19 °Cartier of 47 à 50 °Gay-Lussac. Tegen het einde van de negentiende eeuw werd de alcohol meestal gecommercialiseerd als *trois-six*, wat betekende dat drie volumes alcohol gemengd met drie volumes water een alcohol gaven op Hollandse proef. Deze *trois-six* kwam overeen met 33 à 33,5 °Cartier of 85 à

86 °Gay-Lussac. De olieproef kwam overeen met 60 à 61 °Gay-Lussac, de buskruitproef met 57 °Gay-Lussac. In Duitsland, Rusland en Italië gebruikte men toen ook de hydrometer van Tralles die het alcoholgehalte eveneens uitdrukte in % vol. Wegens vele niet al te beste imitaties dienden de centesimale alcoholmeters vanaf 1881 door de Franse overheid te worden geijkt. In 1884 werd er door de wetgever een lichte wijziging aangebracht waarbij men voor de densiteit van zuivere alcohol bij 15 °C uitging van 0,79433.

Voor de bepaling van het alcoholgehalte van wijn en likeuren liet Gay-Lussac een kleine alambiek construeren. Hij distilleerde van 150 milliliter wijn 50 milliliter over en ging er van uit dat deze 50 milliliter alle alcohol van het product bevatte. Op deze wijze kon men de kwaliteit bepalen van de wijn die men wilde distilleren en de efficiëntie van het distilleren nagaan.

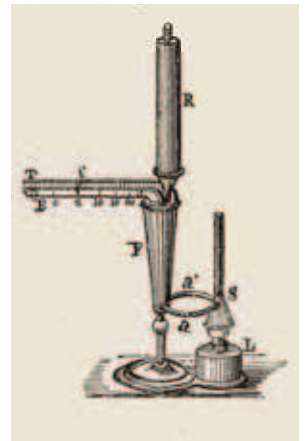
Het alcoholgehalte van wijn en likeuren werd ook nog met de ebulliometer bepaald. De wijn of de likeur wordt in het metalen kolfje (F) gegoten en vult ook de holle metalen ring (a). Deze ring wordt verwarmd door een komfoortje (L) voorzien van een schouwtje (S). Op het kolfje staat een koeler (R) en zijdelings een kwikthermometer (T). Wanneer de vloeistof kookt leest men op schaalindeling (E) met behulp van de wijzer (C) de alcoholsterkte af.

DE INVOERING VAN DE CENTESIMALE ALCOHOLMETER IN BELGISCHE STOKERIJEN

De invoering van een alcoholmeter door de Belgische Dienst van Douane en Accijnzen heeft lang op zich laten wachten. Tot ver in de negentiende eeuw zou de Hollandse proef nog in gebruik blijven. De eerste verwijzing naar het gebruik van een densimeter in België verschijnt in twee verzoekschriften van stokers die tijdens de Franse tijd op de Hollandse wijze jenever produceerden. In die tijd werd de accijns bepaald op basis van de grootte van de alambiek. Zo diende men, ongeacht hun gebruik, een jaarlijkse accijns te betalen van 700 gulden per 100 stopen (één stoop komt overeen met ongeveer 2,4 liter). Deze wijze van accijnsbepaling was nadelig voor de stokers die op de Hollandse wijze werkten. Ze maakten gebruik van grotere alambieken, er werd traag versuikerd en vergist en hierna werd er driemaal gedistilleerd. Hierdoor konden er slechts drie beslagzettingen per dag worden gerealiseerd. Stokers die op de Vlaamse wijze werkten, hadden tot acht beslagzettingen per dag en distilleerden slechts tweemaal. Deze Vlaamse werkwijze had als groot voordeel dat de alambiek meerdere malen daags gebruikt kon worden waardoor de invloed van de accijns op de kostprijs van de jenever lager was. Deze wijze van werken had

BOVEN, Ebulliometer.
Collectie Nationaal
Jenevermuseum, Hasselt.

ONDER, Ebulliometer voor de
bepaling van het alcohol-
gehalte in wijn en likeuren
(Larbalétrier A., 1888).



echter als nadeel dat de jenever dikwijls een brandsmaak had en door de vlugge versuikering en gisting minder alcohol bevatte. Zo haalden de stokers werkend op Vlaamse wijze uit 100 ponden storting (graanen moutgemaal) slechts zes stopen jenever aan 18 °Cartier (45,5 °Gay-Lussac) terwijl de stokers op Hollandse wijze er elf stopen jenever mee produceerden. Bovendien werd de jenever op zijn Vlaams geproduceerd, meestal aan 16 tot 18 °Cartier (37 à 45,4 °Gay-Lussac) verkocht terwijl deze op zijn Hollands gestookt aan 19,5 à 20 °Cartier (50,8 à 52,6 °Gay-Lussac) werd verhandeld.

Tijdens de Franse Tijd bleef de accijnsbepaling op basis van de grootte van de alambiek. Dat veranderde tijdens het Verenigd Koninkrijk der Nederlanden. Met de *Algemeene Wet van 26 augustus 1822 over de heffing der rechten van in-, uit- en doorvoer van goederen en accijnzen* werd er beslist dat de accijns voortaan op de alcoholsterkte van het eindproduct berekend zou worden. Per hectoliter brandewijn aan 10 graden op de Nederlandsche vochtweger (wat overeenkomt met 50 % vol of Hollandse proef) diende ongeveer 12 gulden betaald te worden. Deze maatregel werd in 1833 in het jonge België afgeschaft en de accijnsberekening gebeurde op de brutocapaciteit van de beslag- en gistingskuipen en de verzamelvaten van gefermenteerd beslag.

Met de *Loi belge du 27 juin 1842 sur les distilleries* werd de accijnswetgeving aangepast en diende men niet alleen op de brutocapaciteit van de beslag- en gistingskuipen en de verzamelvaten van gefermenteerd beslag accijns te betalen maar werd ook rekening gehouden met de duur van hun gebruik. Wel is hier voor de eerste keer sprake van het gebruik van een densimeter meer bepaald voor brandewijn bestemd voor de export. Zo kregen de stokers een accijnsreductie van 28 frank per hectoliter aan 50 °Gay-Lussac gemeten bij 15 °C. Brandewijnen met een lagere of hogere alcoholsterkte werden proportioneel belast. Tegen de accijnsberekening op basis van de brutocapaciteit van de beslag- en gistingskuipen en de verzamelvaten van gefermenteerd beslag werd door vooruitstrevende stokers geprotesteerd. Zo stelde Lacambre (1851) dat een dergelijke accijnsbepaling aanleiding gaf tot een versnelde productie waarbij er een brandewijn werd bekomen met een brandsmaak en een lagere alcoholgraad waardoor hij gevoeliger werd voor verzuring. Verder stelde hij dat dergelijke wetgeving de vooruitgang van de stokerijen tegenging aangezien de toepassing van de nieuwe inzichten in versuikering en gisting geen zin had zolang de berekening van de accijns niet op het eindproduct gebeurde.

De centesimale alcoholmeter van Gay-Lussac werd met de wet van 15 april 1896 door de Belgische Douane en Accijnzen ingevoerd. Verder diende elke stokerij over een proefalambiek te beschikken om de alcoholsterkte van het vergiste beslag te bepalen.



BOVEN, Proefalambiek van Salleron. Collectie Nationaal Jenevermuseum, Hasselt.

ONDER, Proefalambiek van Gay-Lussac (Dujardin J., 1924).

In 2012 wordt het alcoholgehalte van alcoholhoudende dranken wereldwijd in % vol weergegeven. Volgens de *Verordening (EEG) nr. 1576/89 van de Raad van 29 mei 1989 tot vaststelling van de algemene voorschriften betreffende de definitie, de aanduiding en de aanbiedingsvorm van gedistilleerde dranken* dient de bepaling van het alcoholgehalte niet meer bij 15 °C maar bij 20 °C, dus dichterbij kamertemperatuur, te gebeuren.

GERAADPLEEGDE LITERATUUR

Baumé A., *Eléments de pharmacie*, Paris, 1773.

Diderot D. en d'Alembert J., *Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers*, 1750-1765.

Dujardin J., *Recherches rétrospectives sur l'art de la distillation*, Paris, 1900.

Dujardin J., *Centenaire de l'alcoomètre et de l'alambic Gay-Lussac*, Paris, 1924.

Figuier L., *Industrie de l'alcool et de la distillation*, in: *Les merveilles de l'industrie*, tome IV, Paris, s.d.

Flamand J., *La chimie et la bactériologie du Brasseur*, Hannut, 1909.

Guichard P., *Industrie de la distillation*, Paris, 1897.

Kramers C., *De moutwijnindustrie te Schiedam*, Amsterdam, 1946.

Lacambre G., *Traité complet de la fabrication des bières et de la distillation des grains, pommes de terre, vins, betteraves, mélasses etc.*, Brussel, 1851.

Larbalétrier A., *L'alcool*, Paris, 1888.

Pricken J., *L'alcool et l'alcoométrie*, Brussel, 1957.

van Musschenbroek P., *Elementa Physicae Conscripta in usus Academicos*, Leiden, 1726.

van Riemsdijk J., *Het brandersbedrijf te Schiedam in de 17^{de} en 18^{de} eeuw*, Schiedam, 1916.