

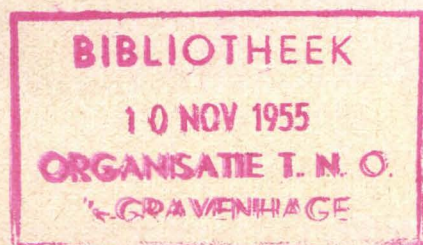
Een eenvoudige methode voor het bepalen van
de optimale watertoevoeging bij
de deegbereiding

door

C. J. WENSVEEN

en

Ir H. DE MIRANDA



Een eenvoudige methode voor het bepalen van de optimale watertoevoeging bij de deegbereiding

door C. J. WENSVEEN en Ir H. DE MIRANDA
(Centraal Instituut voor Voedingsonderzoek T.N.O.,
Afd. Graan-, Meel- en Broodonderzoek, Wageningen)

SUMMARY

The „Research Water Absorption Meter”, designed by Dr P. Halton of the Research Association of British Flour Millers, and developed by Henry Simon Ltd. has been tested for its usefulness as an aid in performing micro baking tests for the purpose of direct adjustment of the amount of water to be added to obtain optimal dough consistency. To fulfill the requirements under Dutch conditions of dough consistency, it proved necessary to replace the original loading weight by a smaller one (650 g). The measurements are insufficiently reproducible if fermented doughs are tested. Doughs to be tested should be made without yeast. Since in this case the fermentation period may be omitted, it is possible to accomplish one measurement within half an hour. A correction-curve has been designed by the aid of which it is possible to determine the amount of water to be added for optimal dough consistency by means of a single test. If determinations are to be made in series, more than one dough gun holder will be needed.

1. Inleiding

Bij het bepalen van de bakwaarde van bloem/meel-monsters is het bereikte broodvolume één van de criteria waarop het brood beoordeeld wordt. Welk volume een brood bij het bakken zal bereiken, hangt van verschillende factoren af welke in een volgend artikel nader ter sprake zullen komen. Voor een goed begrip van hetgeen thans besproken zal worden, zij voorlopig vermeld, dat het bereikte broodvolume mede afhankelijk is van de *consistentie* van het deeg tijdens de laatste rijs. Gedurende deze periode wordt door de gist een zekere hoeveelheid koolzuurgas gevormd, die verantwoordelijk is voor de expansie van het deeg. Naarmate nu het deeg stugger is, zal met een gelijke hoeveelheid koolzuurgas moeilijker een groot volume bereikt worden.

Dat een bloem-water-mengsel die typische eigenschappen krijgt, die het tot een *deeg* stemmen, is te danken aan de aanwezigheid van bepaalde componenten van het eiwitcomplex, welke men tezamen als het *gluten* van de bloem betitelt. Dit gluten is bij tarwes van verschillend ras en verschillende herkomst niet gelijk van kwaliteit.

De consistentie van een deeg nu is in eerste instantie afhankelijk van de kwaliteit van het gluten, en van de hoeveelheid door de bloem gebonden water, welke o.a. samenhangt met de deeltjesgrootte. Het aantal grammen water, dat door 100 g bloem/meel gebonden moet worden om een bepaalde consistentie te bereiken, noemt men de *wateropneming*. Anders gezegd: de *wateropneming* — ook wel de *waterabsorptie* genoemd — is de bij een bepaalde deegconsistentie gebonden hoeveelheid water, uitgedrukt in procenten van het bloemgewicht. Zonder nadere aanduiding wordt bedoeld de deegconsistentie, welke eigen is aan een goed verwerkbaar deeg. Voor een brooddeeg ligt dit uiteraard anders dan voor b.v. een biscuitdeeg.

Niet alleen bij het uitvoeren van bakproeven in het laboratorium, maar ook in de praktijk van de broodproductie is het van belang de wateropneming en de deegconsistentie te controleren. In de praktijk moet de waterabsorptie precies bekend zijn, daar men anders geen basis heeft voor de berekening van het *afweeggewicht*; dat is het gewicht waarop de deegstukken voor de afzonderlijke broden moeten worden verdeeld om te voldoen aan de wettelijk gestelde eis ten aanzien van het drogestofgehalte der afgeleverde broden. In de geheel of gedeeltelijk gemechaniseerde bedrijven is voorts een controle op de consistentie van het deeg gewenst, in verband met de machinale verwerkbaarheid ervan. Afwijkingen van de deegconsistentie waarop de machines zijn ingesteld, kunnen stagnatie in de bedrijfs gang en verlies van materiaal veroorzaken.

2. De Halton waterabsorptie-meter

Om in de zojuist geschetste behoefte aan een middel van controle op de deegconsistentie te voldoen, is door Dr P. Halton, van de Research Association of British Flour Millers, een apparaat ontworpen, dat door Henry Simon Ltd. gerealiseerd is, en onder de omslachtige naam van „The Research Water Absorption Meter” sinds enige jaren in de handel wordt gebracht. Wij geven er de voorkeur aan kortweg te spreken van het Halton-apparaat.

Het principe van het apparaat is het volgende. Het te onderzoeken deeg wordt onder constante druk door een kanaal geperst. De tijd nodig voor het uitpersen van een bepaalde hoeveelheid deeg wordt opgenomen, en geldt als maat voor de consistentie. Wil men deeg van een bepaalde consistentie bereiden, zegt het voorschrift, dan maakt men twee proefdeegjes: één met iets te weinig, en één met iets te veel water. De gemeten uitlooptijden worden logaritmisch uitgezet tegen

het percentage opgenomen water. Door grafische interpolatie vindt men dan het percentage water, dat bij de gebruikte bloemsoort moet worden toegevoegd om de gewenste deegconsistentie te verkrijgen.

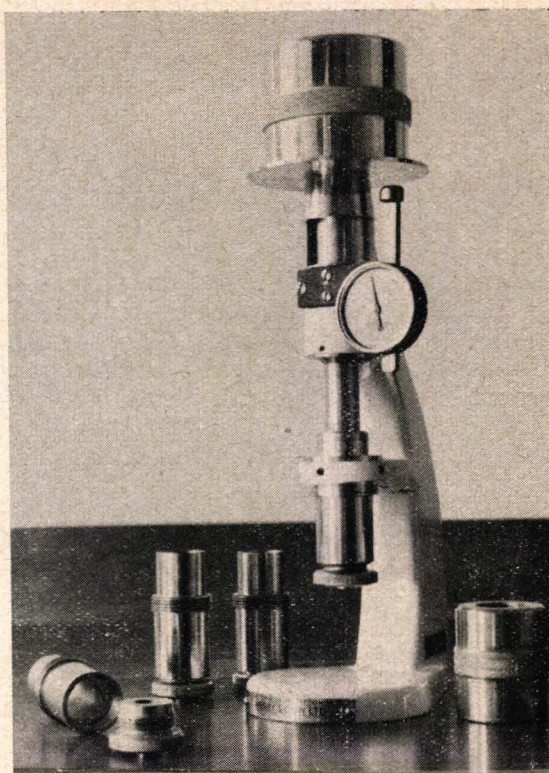
Afb. 1 geeft een idee van het uiterlijk van het apparaat in de beginstand. Het statief draagt een cilindrische bus, waarin het deeg zich bevindt. Daarboven een van een brede rand voorziene zuiger, die zich onder druk van het erop geplaatste gewicht nauwkeurig in de cylinder omlaag kan bewegen zonder de wanden te raken. Door een kanaal in de bodem van de cylinder wordt het deeg naar buiten geperst. Nadat de beweging over een zekere afstand is voortgeschreden en er dus reeds enig deeg naar buiten is geperst, wordt de wijzer meegenomen. Van dit moment af wordt de tijd gemeten tot de wijzer éénmaal is rondgegaan, hetgeen overeenkomt met een daling van de zuiger over een afstand van 1 cm.

De behandeling van het apparaat en de eigenlijke meting zijn dus wel zeer eenvoudig. Voor een goede reproduceerbaarheid is het evenwel noodzakelijk, dat de bereiding van het proefdeeg en het vullen van het apparaat steeds op een bepaalde manier, met inachtneming van zekere voorzorgen, geschiedt.

Het zou — volgens de bij het Halton-apparaat gevoegde handleiding — proefondervindelijk gebleken zijn, dat er een vrijwel lineair verband bestaat tussen het percentage opgenomen water en de logarithme van de uitlooptijd. Dit opent de mogelijkheid van een eenvoudige grafische interpolatie, wanneer men, zoals boven beschreven, de beschikking heeft over de uitkomsten van twee metingen met verschillend watergehalte.

3. Noodzakelijke aanpassingen

Het Halton-apparaat, zo als men het van de firma Simon betreft, is ingesteld op de Engelse praktijk, d.w.z. op degen die aanzienlijk stijver zijn dan de Nederlandse. Dit blijkt uit de grootte van het belastende gewicht, dat bestemd is om bovenop de zuiger geplaatst te worden. Met dit gewicht, dat 2,45 kg bedraagt, hetgeen met het gewicht van de zuiger erbij op 3,44 kg komt, worden degen van een in ons land gebruikelijke consistentie in een praktisch onmeetbaar korte tijd uitgeperst, zodat hiermee geen betrouwbare metingen uitgevoerd kunnen worden. Wij hebben daarom een ander opzetgewicht moeten maken. Daar Halton in zijn originele voorschrift een uitlooptijd van 50 seconden als ideaal stelt, en de bijgeleverde grafiekenbladen daar eveneens op ingesteld zijn, hebben wij het opzetgewicht zodanig gekozen, dat bij een door ons als optimaal beschouwde deegconsistentie wederom een uitlooptijd van 50 seconden bereikt werd. Dit bleek



Afb. 1. Halton-apparaat in beginstand, belast met het originele gewicht. Het voor Nederlandse deegconsistenties noodzakelijke lichtere gewicht staat er naast, benevens de reserve deeghouders, waarvan één opengeschoefd om de uitlooptijd te tonen.

het geval bij gebruik van een opzetgewicht van 650 g, dat is met het gewicht van de zuiger erbij 1,64 kg, dus ongeveer de helft van het origineel. Bij een uitlooptijd in de orde van een minuut zijn de waarnemingen met behoorlijke nauwkeurigheid uitvoerbaar.

Uiteraard werden hierbij niet de lagere watergehalten der Engelse degen aangehouden, doch de voor ons land normale watertoevoegingen. Aanvankelijk werd volgens het voorschrift gewerkt met gistbevattende degen, welke na twee uren getest werden. De reproduceerbaarheid was echter zo onbevredigend, dat de uitkomsten onbruikbaar waren.

Hiervoor is wel een verklaring te vinden. Volgens voorschrift moet het deeg door persen ontgast worden, vervolgens in de deeghouder gestampt, en daarna terstond getest. Het is echter onze ervaring, dat een deeg terstond na het ondergaan van een mechanische druk, bij alle rheologische bepalingen totaal geen reproduceerbare uitkomsten oplevert. Eerst na een rust van 20—30 minuten wordt het deeg weer rheologisch voldoende homogeen om bij bepalingen reproduceerbare uitkomsten te geven. Deze rust kan het

gistbevattende deeg echter niet gegeven worden, daar het dan weer gaat rijzen, zodat het zakken van de zuiger dan niet uitsluitend in het uitpersen van deeg resulteert, doch ten dele in het samendrukken van gasblazen en het uitpersen van gas.

Daarom hebben wij getracht degen zonder gist te testen. Inderdaad bleek de reproduceerbaarheid der bepalingen dan aanzienlijk beter te worden. Om deze reden zijn wij er toe overgegaan in het vervolg alle proefdeegjes zonder gist te bereiden. Wel werd, overeenkomstig het Nederlandse gebruik, 2% keukenzout toegevoegd (% t.o.v. de bloem).

Het weglaten van de gist bleek nog een ander groot voordeel op te leveren. Daar het nu niet meer noodzakelijk was 2—3 uren rijstijd in te schakelen, kon er sneller gewerkt worden. Wel dient het deeg, zoals gezegd, na het kneden enige rusttijd te worden gegeven, wil men op reproduceerbare uitkomsten kunnen rekenen, maar de rijstijd als zodanig kon vervallen. Hiermee werd het mogelijk de bepalingen te verrichten op het tijdstip 25 minuten na begin kneden. Het kneden zelf nam, indien van een geschikt knedertje gebruik gemaakt werd, 3 minuten in beslag, zodat er na het inbrengen van het deeg in de houder nog een rusttijd van 20 minuten kon volgen.

Om reeksen van bepalingen achter elkaar te kunnen uitvoeren, werden in onze werkplaats enige reserve deeghouders vervaardigd, in getrouwe copie van het origineel. Daardoor werd het mogelijk in serie te werken en 3 bij elkaar behorende bepalingen binnen 35 minuten te verrichten.

4. Werkwijze

Volledigheidshalve vermelden wij hier in het kort de bij de bepalingen gevolgde werkwijze. Voor iedere bepaling werd uitgegaan van 25 g bloem/meel. Hieraan werd in ieder geval toegevoegd 10 ml van een 5% keukenzoutoplossing, zodat alle degen dezelfde hoeveelheid zout kregen, n.l. 2% t.o.v. de bloem. Verder werd met zoveel water aangevuld, dat — met inachtneming van een correctie voor het initiële vochtgehalte van de bloem — de gewenste hoeveelheid water in het deeg bereikt werd.

Gekneed werd in de kneder van de mixograaf van Swanson (een voor maximaal 40 g bloem bestemd knedertje, van het principe van de z.g. pennenkneeder) bij een temperatuur van 30 °C. Na 3 minuten kneden werd het deeg tot een staafje gerold, dat in zes stukken werd verdeeld, welke één voor één met de vinger in de deeghouder van het Halton-apparaat zodanig werden aangedrukt, dat er geen luchtholten tussen de deegstukken of tussen het deeg en de wand over-

bleven. Hiermee waren twee minuten gemoeid. Na een deegrust van 20 minuten in de deeghouder bij 30 °C werd de uitlooptijd bepaald onder belasting met het opzetgewicht van 650 g.

5. Vergelijking met andere consistentiemeters

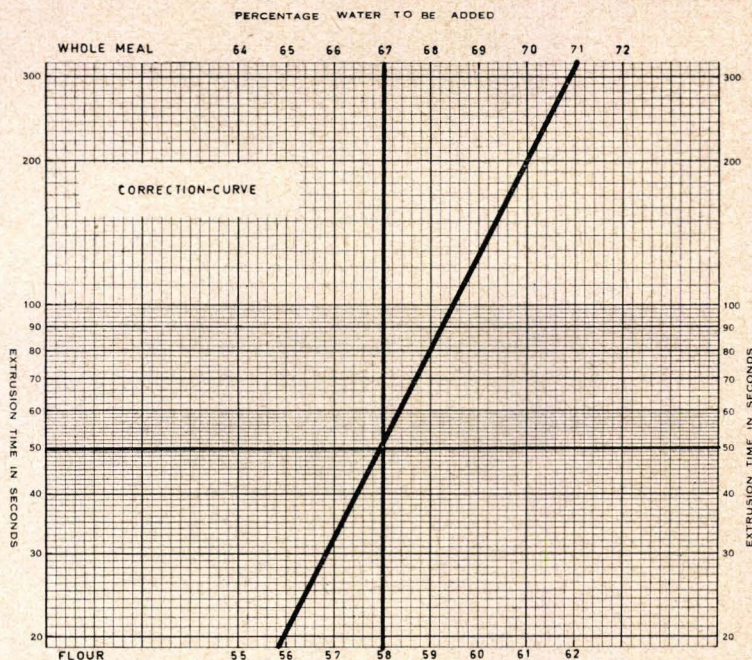
Aangezien met het Halton-apparaat geen absolute waarden voor de consistentie verkregen worden, en er nog diverse andere toestellen voor het meten van de deegconsistentie bestaan, is het gewenst de uitkomsten verkregen met het Halton-apparaat te vergelijken met die van minstens één der overige gebruikelijke toestellen. Het meest voor de hand liggend is, als vergelijkingsobject te kiezen de *Brabender farinograaf (plastograaf)*.

Bij onze brood-bakproeven stellen wij de deegconsistentie altijd in op 360 Brabender-eenheden (B.E.) wanneer het bloem voor wittebrood betreft, en op 300 B.E. voor ongebuild meel, daar deze consistenties, naar onze ervaring, de beste broodstructuren opleveren. (Hierop hopen wij in een volgend artikel nader terug te komen.)

De vergelijking van het Halton-apparaat met de Brabender farinograaf werd als volgt uitgevoerd. Met behulp van de farinograaf werd bepaald hoeveel water bij een bepaalde bloem moest worden toegevoegd om een deeg te verkrijgen met een consistentie van 360 B.E. Daarna werden voor het Halton-apparaat drie proefdeegjes gedraaid: één met dat vochtpercentage, dat nodig was om op 360 B.E. te komen, één met 2% minder, en één met 2% meer vocht. Zo kon voor iedere der onderzochte bloem/meel-soorten niet alleen vastgesteld worden welke uitlooptijd met een consistentie van 360 B.E. overeenkwam, maar tevens hoe de curve kwam te liggen indien iets meer of iets minder water bij de deegbereiding gebruikt werd.

Het gebruik van het Halton-apparaat biedt twee voordelen boven dat van de Brabender-farinograaf: 1e is het Halton-apparaat aanzienlijk goedkoper in aanschaf, 2e is de voor een bepaling benodigde hoeveelheid bloem veel geringer, hetgeen van belang kan zijn, wanneer slechts weinig materiaal beschikbaar is. Terwijl voor een consistentiebepaling met de farinograaf 300 g bloem vereist is, is voor een bepaling met het Halton-apparaat 25 g voldoende.

Een nadeel tegenover de farinograaf is, dat men met het Halton-apparaat met gegiste degen zeer slecht reproduceerbare uitkomsten verkrijgt en daardoor wel gedwongen is met ongerezen degen te werken, terwijl de farinograaf daarentegen ook met gegiste degen goed reproduceerbare uitkomsten levert, zodat daar eventueel op eindconsistentie, d.w.z. de consistentie aan het einde van de rijstijd, gewerkt kan worden.



Afb. 2. Correctiecurve voor het vaststellen van de optimale watertoevoeging, met behulp van slechts één consistentiebepaling met het Halton-apparaat

6. Verband tussen consistentie en waterabsorptie

Teneinde het functionele verband te vinden tussen de bij de deegbereiding toegevoegde hoeveelheid water en de daarmee bereikte consistentie, werden series bepalingen uitgevoerd, zowel met ongebuild meel als met bloem van verschillende tarwerassen en importmonsters.

In de meeste gevallen werd geen strikt rechtlijnig verband gevonden tussen de logarithme van de uitlooptijd en het watergehalte van het deeg: bij grafisch uitzetten werd een licht gebogen curve verkregen. Behandelt men de waarnemingsuitkomsten als één geheel, dan laat zich evenwel een duidelijk functioneel verband afleiden tussen de uitlooptijd en het watergehalte van het deeg, m.a.w. tussen consistentie en waterabsorptie, welke functie — binnen de spreidingsmarge — wel als rechtlijnig op te vatten is.

Uiteraard doen zich verschillen voor in de plaats en de helling van de lijn, al naar het onderzochte tarweras, resp. de herkomst van de bloem, zoals in verband met de uiteenlopende glutenkwaliteit wel te verwachten is.

7. Gebruik van de correctiecurve

Wij gebruikten het Halton-apparaat hoofdzakelijk als hulpmiddel voor het instellen van een bepaalde deegconsistentie bij de uitvoering van onze micro-bakproeven (waarover in een volgend artikel nader).

Volgens het originele voorschrift zou men

— zoals in § 2 reeds werd gezegd — twee oriënterende proeven moeten doen, één met iets te veel, en één met iets te weinig water, waarna men door grafische interpolatie de juiste watertoevoeging zou kunnen vinden. Wij hebben deze procedure evenwel tot het uitvoeren van een enkele proef teruggebracht, en wel door uit het beschikbare waarnemingsmateriaal een *correctiecurve* te construeren.

Er werd van uitgegaan, dat bij bloem voor wittebrood, resp. bij ongebuild meel, met een watertoevoeging van 58%, resp. 67%, de optimale deegconsistentie wordt bereikt, waarbij de uitlooptijd 50 seconden bedraagt. Dit zijn n.l. gemiddelde waarden, die zich het vaakst voordoen. De correctiecurve nu is een rechte lijn, die op het voor de originele Halton-bepalingen bestemde grafiekenpapier kan worden uitgezet, en een verloop heeft dat weergegeven wordt door de functie:

$$W = 67 + 1,5 \frac{\log (t : 50)}{\log 2} \text{ voor ongebuild, of}$$

$$W = 58 + 1,5 \frac{\log (t : 50)}{\log 2} \text{ voor wittebroodbloem.}$$

Hierin stelt t de gevonden uitlooptijd (in seconden) voor van een met 58%, resp. 67% water bereid proefdeegje, en W de toe te voegen hoeveelheid water (in procenten t.o.v. de bloem), nodig om de optimale deegconsistentie te verkrijgen. Afb. 2 geeft een idee van de bedoelde correctiecurve, die iedere gebruiker van het Halton-apparaat gemakkelijk zelf op grotere

schaal kan tekenen in overeenstemming met de zojuist weergegeven functie. Eventueel kan het resultaat in de vorm van een tabel worden gehanteerd, welke wij voor het gemak van eventuele interessanten hierbij geven.

CORRECTIETABEL					
ten gebruike bij het Halton-apparaat voor het vaststellen van de optimale watertoevoeging bij de deegbereiding					
<i>t</i>	<i>W</i>	<i>W</i>	<i>t</i>	<i>W</i>	<i>W</i>
sec.	wit	onge-	sec.	wit	onge-
	%	build		%	build
	%	%		%	%
20	56,0	65,0	100	59,5	68,5
25	56,5	65,5	110	59,7	68,7
30	56,9	65,9	120	59,9	68,9
35	57,2	66,2	130	60,1	69,1
40	57,5	66,5	140	60,2	69,2
45	57,8	66,8	150	60,4	69,4
50	58,0	67,0	160	60,5	69,5
55	58,2	67,2	170	60,6	69,6
60	58,4	67,4	180	60,8	69,8
65	58,6	67,6	190	60,9	69,9
70	58,7	67,7	200	61,0	70,0
75	58,9	67,9	225	61,3	70,3
80	59,0	68,0	250	61,5	70,5
85	59,1	68,1	275	61,7	70,7
90	59,3	68,3	300	61,9	70,9
95	59,4	68,4	350	62,2	71,2
100	59,5	68,5	400	62,5	71,5

Op de in de tekst sub 4 beschreven wijze wordt van een met 58%, resp. 67% water bereid proefdeegje de uitlooptijd *t* bepaald. Met behulp van bovenstaande tabel zoekt men onder *t* de waargenomen uitlooptijd, en vindt daarachter het percentage water, dat toegevoegd moet worden om de optimale deegconsistentie te verkrijgen.

De proefdeegjes worden nu alle uitsluitend met 58%, resp. 67%, water bereid, en op hun

uitlooptijd onderzocht. De gevonden uitlooptijd *t* wordt in de formule gesubstitueerd en levert de gecorrigeerde watertoevoeging *W* op, d.w.z. de watertoevoeging, die de ideale deegconsistentie zal opleveren met een uitlooptijd van 50 seconden. Wenst men de grafische methode te volgen, dan zoekt men op een van de zijanten de gevonden uitlooptijd, volgt de lijn horizontaal tot waar deze de curve snijdt, en volgt dan het net naar boven of naar onder om de bijbehorende gecorrigeerde watertoevoeging te vinden. Of men zoekt de uitlooptijd op in de tabel, en vindt de bijbehorende gecorrigeerde watertoevoeging.

8. Conclusie

Geconcludeerd kan worden, dat het Halton-apparaat, na aanpassing aan de in ons land gebruikelijke deegconsistentie, wel geschikt is om hetzij deegconsistenties te controleren, hetzij de watertoevoeging te bepalen, die nodig is om een bepaalde gewenste deegconsistentie te bereiken. De aanpassing bestaat in het vervangen van het originele opzetgewicht door een ander met een gewicht in de orde van 650 g.

De reproduceerbaarheid van de metingen is redelijk goed, mits geen gist in het deeg verwerkt wordt, en het deeg na het kneden voldoende rusttijd krijgt.

Voor het uitvoeren van seriebepalingen is het gewenst over meer dan één deeghouder te beschikken.

Door gebruik te maken van een correctiecurve of -tabel kan volstaan worden met het onderzoek van één proefdeegje ten einde de voor de gewenste deegconsistentie noodzakelijke watertoevoeging te vinden.

Met het uitvoeren van één bepaling is een half uur gemoeid. In serie werkende kan men drie bepalingen in 40 minuten verrichten.