

MINISTERIE VAN LANDBOUW

Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek
Kommissie voor T.W.O.Z.

Voorzitter : F. LIEVENS, Directeur-Generaal

No 4

AUTOMATISCH SORTERAPPARAAT

Werkgroep Visverwerkende Bedrijven (Afdeling I.W.O.N.L.)

Voorzitter : R. BOELS

Leden : P. HOVART, W. DESCHACHT en K. DEFLOOR

AUTOMATISCH SORTEERAPPARAAT (1)

+:+:+:+:+:+:+:+:+:+:+:+:+:+:+:+

De motivering tot het in gebruik nemen van een automatische weeginstallatie werd reeds voldoende belicht in het eerste en het tweede activiteitsverslag van de Werkgroep voor de Visverwerkende Bedrijven. Door de studie van de mogelijkheden van dergelijk apparaat als hulpmiddel in het onderzoek en als instrument in het bedrijf konden een aantal eisen geformuleerd worden waaraan dit apparaat zo goed mogelijk zou dienen te beantwoorden. In het bijzonder werd voorgesteld dat :

1. de kadans voldoende hoog zou zijn om het trieren van 10.000 kg haring per dag mogelijk te maken ;
2. de gewichten instelbaar zouden zijn ;
3. de werking met een behoorlijke graad van nauwkeurigheid zou gebeuren ;
4. drie en liefst meer groepen zouden gevormd worden ;
5. het geheel zou kunnen gereinigd worden gedurende de werking ;
6. het apparaat bedrijfszeker zou functioneren onder vochtige atmosferische condities ;
7. geen opwarmperiode nodig zou zijn ;
8. het apparaat zowel voor verse grondstof, afgewerkte produkten als voor voorverpakte goederen zou kunnen aangewend worden.

(1) Deze studie werd uitgevoerd op het Proefstation voor Zeevisserij door de heer W. DESCHACHT.

Bij nadere studie bleek spoedig dat de noodzaak voor het werken onder vochtige voorwaarden, de weegsnelheid en de breedte van het spektrum van de te wegen produkten de voornaamste eliminerende factoren waren ten aanzien van de voorgestelde apparaten.

Het geheel van de gestelde eisen werd slechts benaderd door een enkel apparaat, nl. de CL 500 - W - 5. Het speciale karakter van de grondstof noopte tot de grootste voorzichtigheid inzake het waarborgen van de maximale kadans en het waarborgen van de nauwkeurigheid.

1. De CL 500 - W - 5.

1.1. De algemene beschrijving.

Het toestel is uitgerust met een weegcel waardoor het mogelijk is om een maximaal weegbereik van 175 g te omvatten. Dit weegbereik kan naar willekeur opgeschoven worden tussen 10 g voor de laagste grens en maximaal 300 g voor de hoogste grens. De gebruikte weegcel laat toe om 4 grensgewichten in te stellen, zodat in één enkele operatie 5 gewichtsgroepen tot stand komen. Deze groepen zijn een onbepaalde gewichtsgroep met de gewichten variërend tussen nul en het laagste ingestelde grensgewicht, 3 opeenvolgende bepaalde gewichtsgroepen tussen de 4 grensgewichten en een laatste onbepaalde groep, die alle gewichten omvat groter dan het hoogste ingestelde grensgewicht.

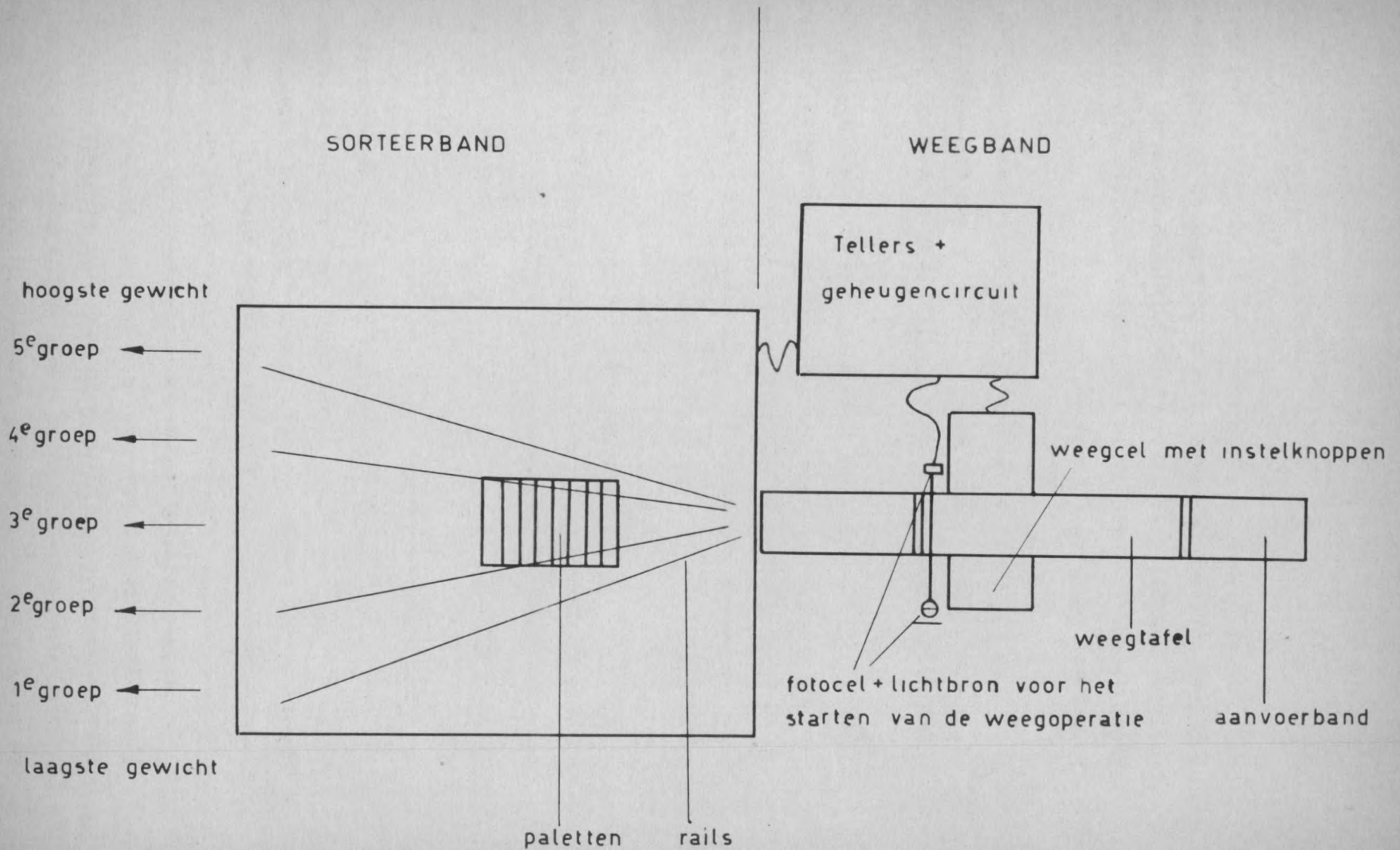
De breedte van de 3 bepaalde gewichtsgroepen wordt naar beneden toe bepaald door de nauwkeurigheid en door de konstruktie van de weegcel, naar boven toe door het feit dat het maximale weegbereik bekomen wordt bij het grootst

mogelijke breedte van ieder van deze groepen, namelijk ca 58 g.

Er kan worden aangestipt dat de opgegeven cijfers slechts gelden voor dit welbepaalde apparaat.

Het te wegen voorwerp wordt op een dunne soepele transportband geplaatst en naar de weegtafel gevoerd. Dank zij de eigenschappen van de soepele plastische band drukt het getransporteerde voorwerp gedurende de voortbeweging de weegtafel in. Vooraleer het einde van de weegtafel bereikt is wordt de weging gedempt en op het einde van de weegtafel gekomen onderbreekt de vis een lichtstraal. Hierdoor wordt de weegcyclus gestart en wordt het geheugencircuit bekrachtigd. De vis schuift door de lichtstraal en de tijd gedurende dewelke de lichtstraal onderbroken wordt gaat samen met het elektronisch afgelezen "gewicht", via het geheugen naar de sorteerinrichting.

De trieerband bestaat in principe uit paletten. Ieder palet is vrij bewegend over de gehele breedte van de sorteerinstallatie ; de paletten vormen samen een aaneengesloten transportband die met een bepaalde snelheid, aangepast aan de snelheid van de weegband, de haring verder transporteert. Aan de onderzijde van de paletten komt een uitsteeksel voor. Onder deze lateraal vrij bewegende paletten lopen vier rails, die aan de ingang van de sorteerinrichting voorzien zijn van pneumatisch bediende wissels. De stand van de wissels wordt geregeld door de ontvangen impuls uit de weegband en wel zodanig dat vooraleer het voorste gedeelte van de vis op de sorteerband aankomt reeds twee tot drie paletten, via de geschikte rail, in de juiste richting lopen. Wanneer de vis



FIGUUR 1 Schematische voorstelling van de trieerinstallatie CL 500 - W - 5

volledig op de sorteerinrichting gekomen is, volgen nog twee tot drie paletten en komen de wissels terug in de vrijlooppositie, waarbij alle paletten in de richting van de centrale groep lopen. Het geheel is dan opnieuw klaar voor het ontvangen van een nieuwe impuls.

Ondertussen bereikt de gesorteerde haring het einde van de sorteerband en valt ofwel op een transportband, ofwel op een transportgoot of eenvoudigweg in een bak of kist.

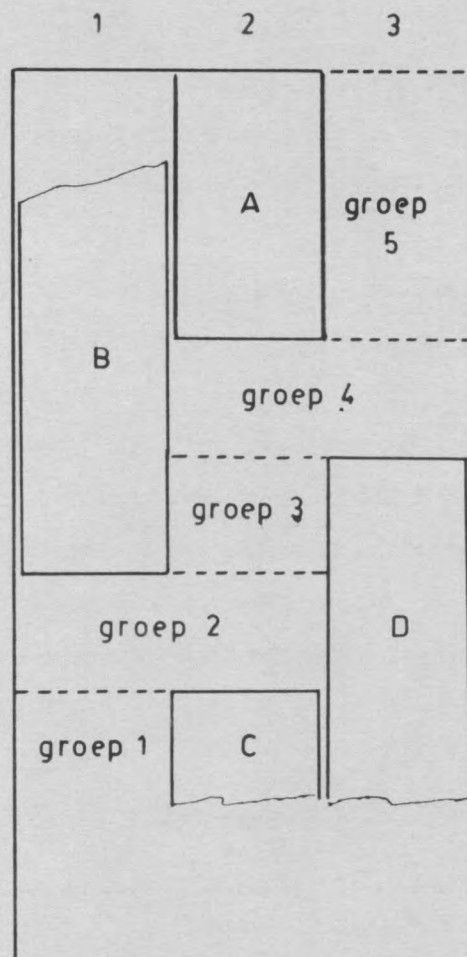
De paletten draaien weg naar de onderzijde van de sorteertafel en komen via een vast systeem van rails terug in de vrijloop positie aan de voorkant ter beschikking. Een algemeen schema van de gehele inrichting wordt in figuur 1 weergegeven.

Aan te stippen valt nog dat de weegband gedurende de werking met behulp van water gespoeld kan worden, maar dat eveneens droog kan gewerkt worden.

1.2. De weegcel.

In de voorgaande paragraaf werd herhaaldelijk de term wegen gebruikt. Dit betekent echter niet dat ergens afgelezen kan worden dat het "gewogen" individu x grammen weegt. De werking van de weegcel berust namelijk op het ontstaan van een fotostroom in drie fotoelektrische cellen. Deze cellen worden afgedekt van de lichtbron in de weegcel door middel van een scherm waarin een opening voorhanden is. Deze slitopening kan door middel van mikrometerschroeven in zekere mate geregeld worden, zodat binnen bepaalde grenzen de breedte van de groepen 2, 3 en 4 regelbaar is. Dit scherm

FOTOCELLEN N^r



FIGUUR 2

Schema van het regelmechanisme voor het vastleggen van de gewichtsgrenzen

A vastlegging bovenste grens door middel van gewichtsarmp met micrometerregeling

B,C,D regelbare begrenzing tussen de groepen 4,3,2 en 1 met micrometerschroef

is verbonden met de weegtafel en met de gewichtsbarm, waarmede de hoogste gewichtsgrens wordt ingesteld. Wanneer de positie van deze gewichtsbarm gewijzigd wordt, dan schuift dit scherm met de opening in de een of de andere richting mee. Hierdoor wordt de grens vastgelegd tussen de groepen 4 en 5 en wordt tevens de hoogst instelbare gewichtsgrens bepaald.

Een schematische voorstelling hiervan wordt gegeven door figuur 2.

Wanneer nu voor een gegeven instelling, een te wegen voorwerp op de band geplaatst wordt, dan zal de weegtafel ingedrukt worden en het scherm neemt een bepaalde positie in ten aanzien van de daarachter opgestelde fotocellen. De belichtingsmogelijkheden van deze cellen zijn samengevat in tabel 1.

Tabel 1. - Belichtingsmogelijkheden van de fotocellen.

Nummer fotocel			Resultaat
1	2	3	
-	-	+	Beslist groep 5
-	<u>±</u>	+	Onbeslist groep 4 of 5
-	+	+	Beslist groep 4
-	+	<u>±</u>	Onbeslist groep 3 of 4
-	+	-	Beslist groep 3
<u>±</u>	+	-	Onbeslist groep 2 of 3
+	+	-	Beslist groep 2
+	<u>±</u>	-	Onbeslist groep 1 of 2
+	-	-	Beslist groep 1
+ volledig belicht			<u>±</u> gedeeltelijk belicht
- niet belicht			

Voor de weegcel bestaan er dus slechts 5 "gewichten" en 4 onzekerheidsgebieden. Een onzekerheid ontstaat wanneer een fotocel slechts gedeeltelijk licht ontvangt. Het apparaat zal in dergelijk geval het individu nu eens naar de laagste, dan weer naar de hoogste gewichtsgroep zenden.

Het bestaan van een dergelijke mogelijkheid is te wijten aan het feit dat het met gewone middelen vrijwel onmogelijk is een lichtstraal te bekomen die oneindig smal is en tevens voldoende energie zou opwekken in de fotocellen om het geheel te laten functioneren. De zorg waarmee de slit openingen en de weegcel worden gekonstrueerd, bepalen de breedte van dit onzekerheidsgebied en tevens de nauwkeurigheid waarmee het apparaat functioneert. Uitwendige factoren, zoals intense trillingsbronnen, een wisselende dikte van de weegband of van de waterfilm storen in belangrijke mate de nauwkeurige werking door het vergroten van het onzekerheidsgebied.

1.3. Het onderzoek van de gestelde trieernormen bij de
CL - 500 - W - 5.

De voorwaarden van de trieerinstallatie werden reeds beknopt weergegeven in de inleiding van deze uiteenzetting. Sommige van deze eisen konden zonder meer gewaarborgd worden, bij een paar andere hield de konstrukteur zich liefst aan de veilige kant, zodat het niet uitgesloten is dat de mogelijkheden van het instrument de gewaarborgde prestaties ruimschoots overtreffen. De oorzaak daartoe diende gezocht te worden in de onbekendheid van de konstrukteur met het te verwerken materiaal.

1.3.1. De kadans.

De CL 500 - W - 5 is in staat, in althans een droge operatie, om 200 wegingen uit te voeren per minuut. Bij een natte bewerking hangt de kadans in hoge mate af van de eigenschappen van de te wegen produkten. Daar de konstrukteur ten aanzien van haring vreest dat deze op de weegband betrekkelijk gemakkelijk zal glijden, waarborgde hij slechts de helft van het prestatievermogen van het toestel, hetzij 100 stuks per minuut.

1.3.2. De grenzen zijn instelbaar door middel van ijkgewichten.

1.3.3. De nauwkeurigheid onder natte kondities werd door de konstrukteur opgegeven met een gemiddelde afwijking van $\pm 1,5$ tot 2,0 g. De onbekendheid met de grondstof werd hier opnieuw gebruikt om de vrij vage aanduidingen te verrechtvaardigen. Er zal dan ook dienen nagegaan te worden hoe de nauwkeurigheid op een meer verantwoorde wijze kan omschreven worden. Verder zal hieruit de minimale breedte van de groepen kunnen afgeleid worden bij droog- en bij natwegen en zal ontleed kunnen worden tot welke kadans mag gegaan worden zonder de nauwkeurigheid ongunstig te beïnvloeden.

1.3.4. Er worden in één enkele operatie vijf groepen gevormd.

1.3.5. Het geheel is en wordt gedurende het werken met de verse grondstof kontinu gereinigd.

1.3.6. Het apparaat funktioneerde gedurende die tijd onder normale bedrijfskondities zonder de minste hapering.

1.3.7. In verband met ~~de~~ opwarmtijd deed zich een kleine moeilijkheid voor. De weegcel dient namelijk op temperatuur gehouden te worden om onmiddellijk te kunnen starten ; dit vergt echter slechts een klein vermogen. Wanneer de weegcel uitgeschakeld wordt, dient echter een verwarmingsperiode van 2 uur voorzien vooraleer het trieren een aanvang kan nemen.

1.3.8. Al wat in gewicht begrepen is tussen 10 en 300 g en een maximale breedte van 10 cm en maximale lengte van 45 cm heeft, kan getrieerd worden.

Op grond van deze elementen is het mogelijk om twee problemen af te zonderen die een nadere studie vragen, namelijk enerzijds de nauwkeurigheid van werken en de gevolgen hiervan ten aanzien van de keuze van de grenzen en anderzijds de maximale bereikbare weegsnelheid en de eventuele gevolgen van de kadans op de nauwkeurigheid. In deze mededeling worden de verzamelde informaties in verband met de nauwkeurigheid nader toegelicht.

2. De weegnauwkeurigheid.

2.1. Het instellen van een gewichtsgrens.

Voor het scheiden van de individuen in vijf gewichtsklassen dienen 4 gewichtsgrenzen ingesteld te worden op het apparaat. De werkvoorschriften raden aan om iedere gewichtsgrens vast te leggen, door gebruik te maken van een ijkgewicht dat zeker onder de grens valt en een ijkgewicht dat zeker boven de grens valt. Daar het verschil in gewicht tussen het ijkgewicht en het grensgewicht bepaald moet worden in functie van de nauwkeurigheid waarmede het toestel werkt en deze eigenschap nauw samenhangt met het gevraagde meetbereik is het voor de konstrukteur niet mogelijk om in ieder afzonderlijk geval te specifiëren hoe groot dit verschil moet of mag zijn. Als voorlopige norm werd aangenomen de ijkgewichten 1 gram minder te laten wegen dan het grensgewicht. Een toegevoegd gewicht van 2 gram leverde dan een ijkgewicht op dat 1 gram meer woog dan het in te stellen grensgewicht. De ijkgewichten bestonden uit plastic bakjes met deksel en werden getarreed met voorafgaandelijk gedroogd en gegloeid zeezand. Het bijgewicht bestond uit een plastic dopje.

2.2. Verdeling van de fouten.

De optredende fouten kunnen onderverdeeld worden in systematische fouten en in accidentele fouten.

2.2.1. De systematische fout.

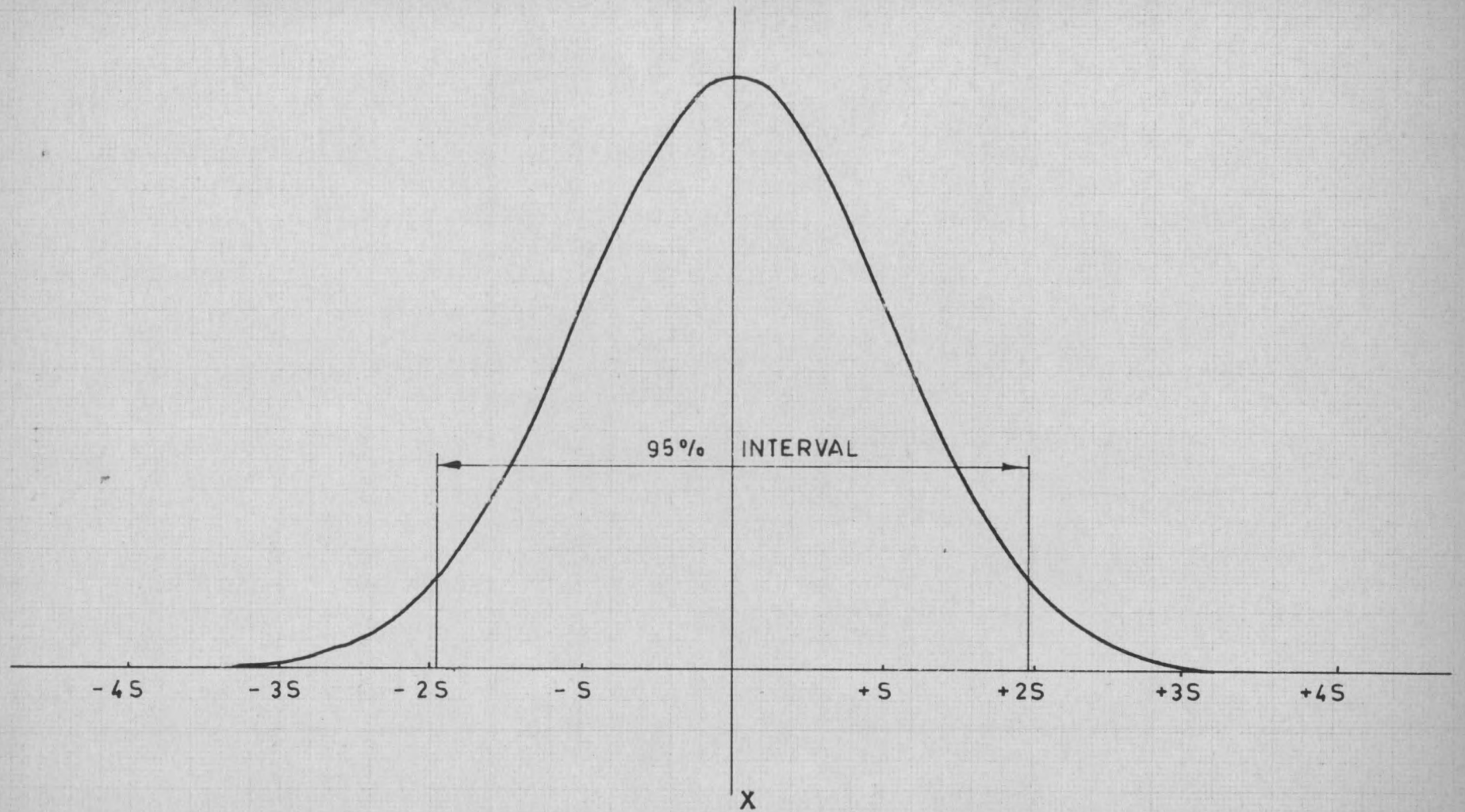
Wanneer een gewichtsgrens vastgelegd wordt op de hierboven beschreven manier, dan hangt het van velerlei

factoren af of deze grens juist is. In werkelijkheid zal er voor een gegeven instelling een verschil verwacht mogen worden tussen het theoretische vastgelegde grens X en de werkelijk ingestelde grens. Dit verschil e is voor die gegeven instelling een systematische fout en het apparaat zal iets te laag of te hoog wegen al naar gelang het teken van e . Wanneer herhaaldelijk ingesteld wordt vertoont deze fout een toevalsverdeling. Door een geschikte keuze van de ijkgewichten moet er voor gezorgd worden deze systematische fout zo klein mogelijk te maken, terwijl tevens de instelling zo reproduceerbaar mogelijk moet zijn.

2.2.2. De accidentele fout.

Wanneer nu een individu op de weegband gelegd wordt, dan veroorzaakt de verplaatsing van de weegtafel een verschuiving in de stand van het scherm dat de fotocellen afdekt.

Deze eerste verplaatsing kan aangeduid worden met de indikatie y_1 . Bij het herhalen van deze proef wordt de stand y_2 en het verschil $y_1 - y_2$ is verschillend van nul. Deze verschillen of fouten worden bepaald door de nauwkeurigheid van het weegmechanisme en door kleine niet te voorkomen toevallige wijziging tussen de proefvoorwaarden, zoals bv. atmosferische druk, winddruk, temperatuursverschillen enz. Er mag aangenomen worden dat de nauwkeurigheid van het weegmechanisme in dit geval veruit de voornaamste bron wordt voor de optredende fouten bij het droogwegen en, behalve de wisselende dikte van de waterfilm, de voornaamste oorzaak is voor de fouten bij het natwegen. Bij iedere weging wordt een dergelijke fout begaan. Al deze fouten liggen gegroepeerd rondom



FIGUUR 3 NORMAALVERDELING MET GEMIDDELDE X EN STANDAARDAFWIJKING $S = 100$

de gemiddelde fout nul en zo een foutenpopulatie vertoont een zekere spreiding. Statistisch gezien betekent dit dat dergelijke fouten normaal verdeeld zijn. De grafische voorstelling van de normaalverdeling met het gemiddelde X en de standaardafwijking 1,00 wordt gegeven in figuur 3.

Wanneer een testgewicht aangewend wordt dat tenminste $5 \times S$ verwijderd ligt van het gemiddelde X dan zal de toevallige fout nooit het verschil tussen beide gewichten overtreffen, met andere woorden hoe dikwijls de proef ook wordt uitgevoerd het toestel zal zich nooit vergissen in het toewijzen van de groep. Hetzelfde geldt nog voor een excentriciteit $u = 4 S$, maar voor u gelijk aan $3 S$ zal op 0,135 % van de wegingen dit verschil wel overtroffen worden, zodat in evenveel gevallen het apparaat zich zal vergissen. Voor een excentriciteit $u = 0$, d.w.z. voor een testgewicht gelijk aan het grensgewicht zal het toestel 50 % van de individuen naar de ene groep en 50 % van de individuen naar de andere groep verwijzen. Het is echter nodig experimentele gegevens te verzamelen omtrent de waarde van de standaardafwijking.

3. Experimentele gegevens.

Het apparaat werd getest onder de droge en de natte werkvoorwaarden.

3.1. Resultaten bij het droog wegen.

Er werden 3 reeksen waarnemingen verricht ieder bestaande uit 320 controlewelingen per reeks. In iedere reeks werden de grensgewichten ingesteld voor een groepsbreedte van 10 g. Langs weerszijden van deze grens werden vervolgens 40

kontrolewegingen in reeksen van vijf waarnemingen per gewichtsgrens uitgevoerd ; tevens werden 8 dergelijke reeksen gedaan. Telkens werd het aantal juiste antwoorden genoteerd. In tabel 2 wordt de reeks in het weegbereik 50/80 g volledig weergegeven.

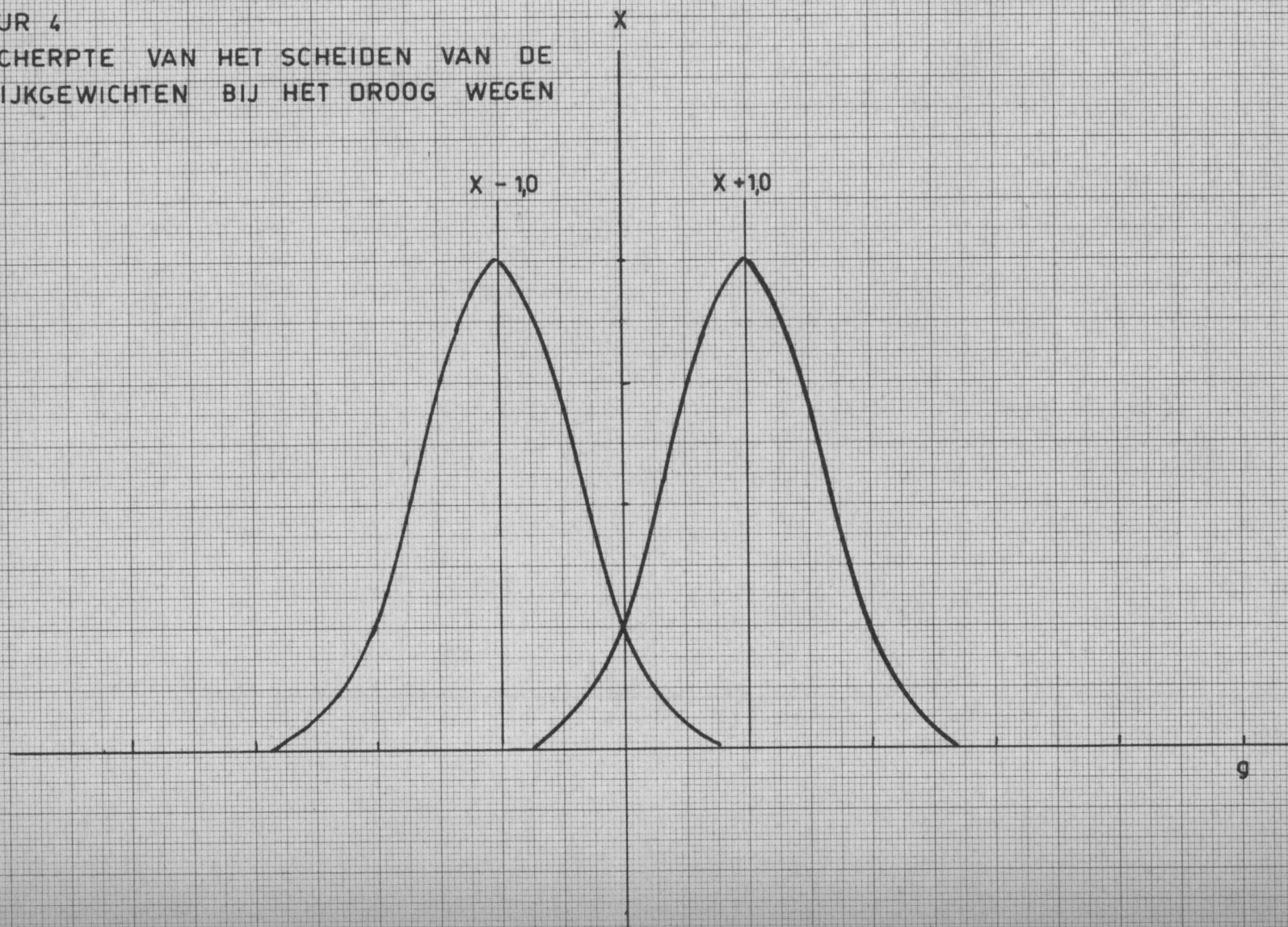
Tabel 2. - Controle van de instelling bij het droog wegen. -
Aantal suksessen per reeks van 5 waarnemingen.

test gewicht g	1 ↓	2 ↑	3 ↓	4 ↑	5 ↓	6 ↑	7 ↓	8 ↑	Totaal rij
49	5	5	5	4	5	5	4	5	38
51	5	5	4	5	5	4	5	5	38
59	5	4	5	5	5	5	5	4	38
61	5	5	5	5	5	5	5	5	40
69	5	5	5	5	5	5	4	4	38
71	5	5	5	4	5	5	5	5	39
79	5	5	5	5	5	5	5	5	40
81	5	5	5	5	5	4	5	5	39
Totaal kolom	40	39	39	38	40	38	38	38	310

De pijl in de hoofding van de tabel geeft de richting aan waarin de proeven achtereenvolgens genomen werden. Een analoge reeks werd doorgevoerd in het gebied 100/130 en het gebied 170/200. In deze drie gebieden werden respectievelijk 96,9 %, 95,3 % en 95,7 % gunstige antwoorden genoteerd. De instellingstijd, samen met de klassieke controle, beliep ongeveer 20 minuten voor iedere proef. De weegsnelheid bedroeg ongeveer 15 wegingen per minuut.

FIGUUR 4

SCHERPTE VAN HET SCHEIDEN VAN DE
IJKGEWICHTEN BIJ HET DROOG WEGEN



Indien aangenomen wordt dat er 95 % juist antwoorden geboekt moeten worden met de ijkgewichten en wetend dat de excentriciteit 1,00 dan overeen moet stemmen met de grenslijn waarboven slechts 5 % van de kansen gelegen zijn, kan de normaalindielingskurve getekend worden voor $X - 1$ en $X + 1$, en kan een grafische voorstelling van het scheidend vermogen van het toestel opgebouwd worden. Uit het feit dat de excentriciteit $U = 1 = (X - m) / S$ volgt immers de waarde van $S = 0,61$ g. Deze voorstelling wordt gegeven door figuur 4.

3.2. Nauwkeurigheid bij het natwegen.

Met analoge voorproeven, zoals beschreven onder 3.1., werd een gemiddelde van 70 % juiste antwoorden gevonden. Daar een toepassing van het natwegen in het onderzoeksprogramma opgenomen was kon echter overgegaan worden tot het verzamelen van informatie op grond van de gevormde groepen.

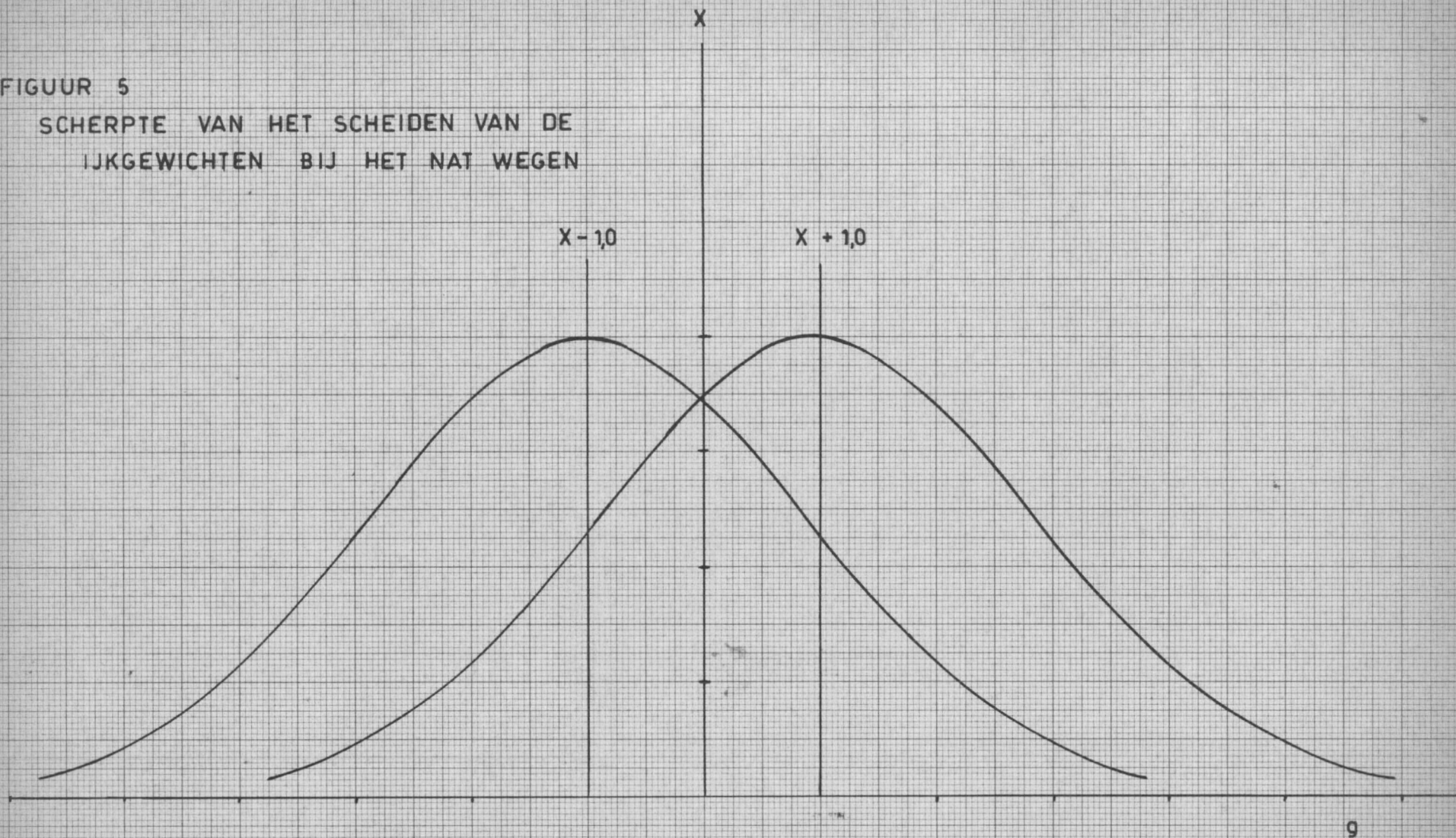
Voor het opstellen van frekwentieverdelingen van de aangewende grondstof werden, gedurende het uitvoeren van scheidingen in groepen met 10 g interval, in totaal 39 groepen met behulp van een controle balans uitgewogen. Dit houdt in dat niet minder dan 1.892 stuks haring werden nagewogen. De frekwentieverdeling van de gevonden afwijkingen lager dan de onderste grens en hoger dan de bovenste grens is opgenomen in tabel 3.

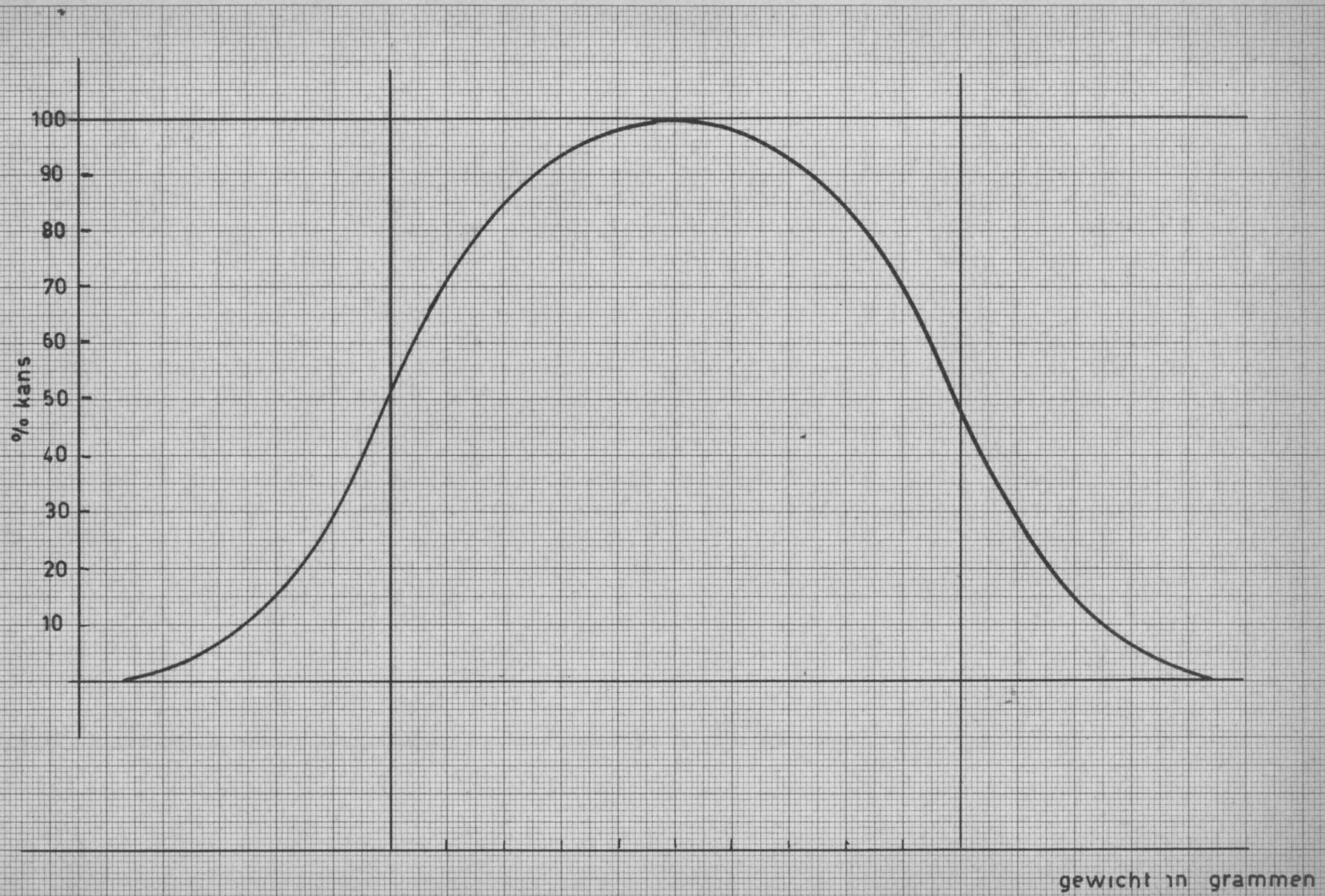
Tabel 3. - Frekwentieverdeling van de afwijkingen.

Klassegrenzen	Klassegemiddelde	Frekwentie
7,2 - 6,8	- 7,0	0
6,7 - 6,3	- 6,5	0
6,2 - 5,8	- 6,0	1
5,7 - 5,3	- 5,5	1
5,2 - 4,8	- 5,0	0
4,7 - 4,3	- 4,5	3
4,2 - 3,8	- 4,0	4
3,7 - 3,3	- 3,5	7
3,2 - 2,8	- 3,0	2
2,7 - 2,3	- 2,5	22
2,2 - 1,8	- 2,0	17
1,7 - 1,3	- 1,5	22
1,2 - 0,2	- 1,0	34
0,7 - 0,3	- 0,5	32
0,2 - 0,2	0,0	69
0,3 - 0,7	0,5	38
0,8 - 1,2	1,0	32
1,3 - 1,7	1,5	26
1,8 - 2,2	2,0	18
2,3 - 2,7	2,5	20
2,8 - 3,2	3,0	11
3,3 - 3,7	3,5	5
3,8 - 4,2	4,0	4
4,3 - 4,7	4,5	6
4,8 - 5,2	5,0	0
5,3 - 5,7	5,5	1
5,8 - 6,2	6,0	0
6,2 - 6,7	6,5	0
6,8 - 7,2	7,0	1

FIGUUR 5

SCHERPTE VAN HET SCHEIDEN VAN DE
IJKGEWICHTEN BIJ HET NAT WEGEN





FIGUUR 6 GEWICHTSFREKWENTIE VERDELING BIJ HET NAT WEGEN - KLASSEBREEDTE 10g

Op grond van deze gegevens werd een standaardafwijking van 1,9 g gevonden. De grafische voorstelling van de foutenverdeling rondom het laagste en het hoogste ijkgewicht wordt weergegeven in figuur 5. Op grond van de excentriciteit volgt hieruit dat bij het ijken 70 % juiste antwoorden mogen verwacht worden. De gemiddelde afwijking bedraagt + 0,046 g, hetgeen voldoende laag is om ze als verwaarloosbaar klein te aanzien in vergelijking met de gevraagde nauwkeurigheid.

Uit de vergelijking van het wegen onder droge condities met het wegen onder natte condities volgt dat het aanbrengen van een waterfilm de nauwkeurigheid van het werken meer dan drie maal ongunstiger maakt.

3.3. Invloed van de nauwkeurigheid op de minimale groepsbreedte.

Voor een gegeven grens kan de normale verdeling uitgezet worden onder de vorm van een kumulatieve frekwentieverdeling, waaruit onmiddellijk de kans afgelezen kan worden waarmede een gegeven afwijking voorkomt. Hetzelfde kan gebeuren ten aanzien van de tweede gewichtsgrens. Een en ander werd uitgevoerd in figuur 6.

Wanneer aangenomen wordt dat de te wegen individuen gelijkmatig verdeeld voorkomen over het gehele meetinterval, dan zal bij het uitvoeren van een zeer groot aantal wegingen deze kurve de gewichtsfrekventieverdeling benaderen. Onder deze voorwaarden zal dan ook alles wat onder de kurve gelegen is in de groep X tot $X + 10$ terug gevonden worden. Alle waarnemingen die werkelijk gelegen zijn tussen de grenzen X en $X + 10$ en onder de kurve vallen zijn juiste antwoorden ;

% sukses

90

80

70

5

10

15

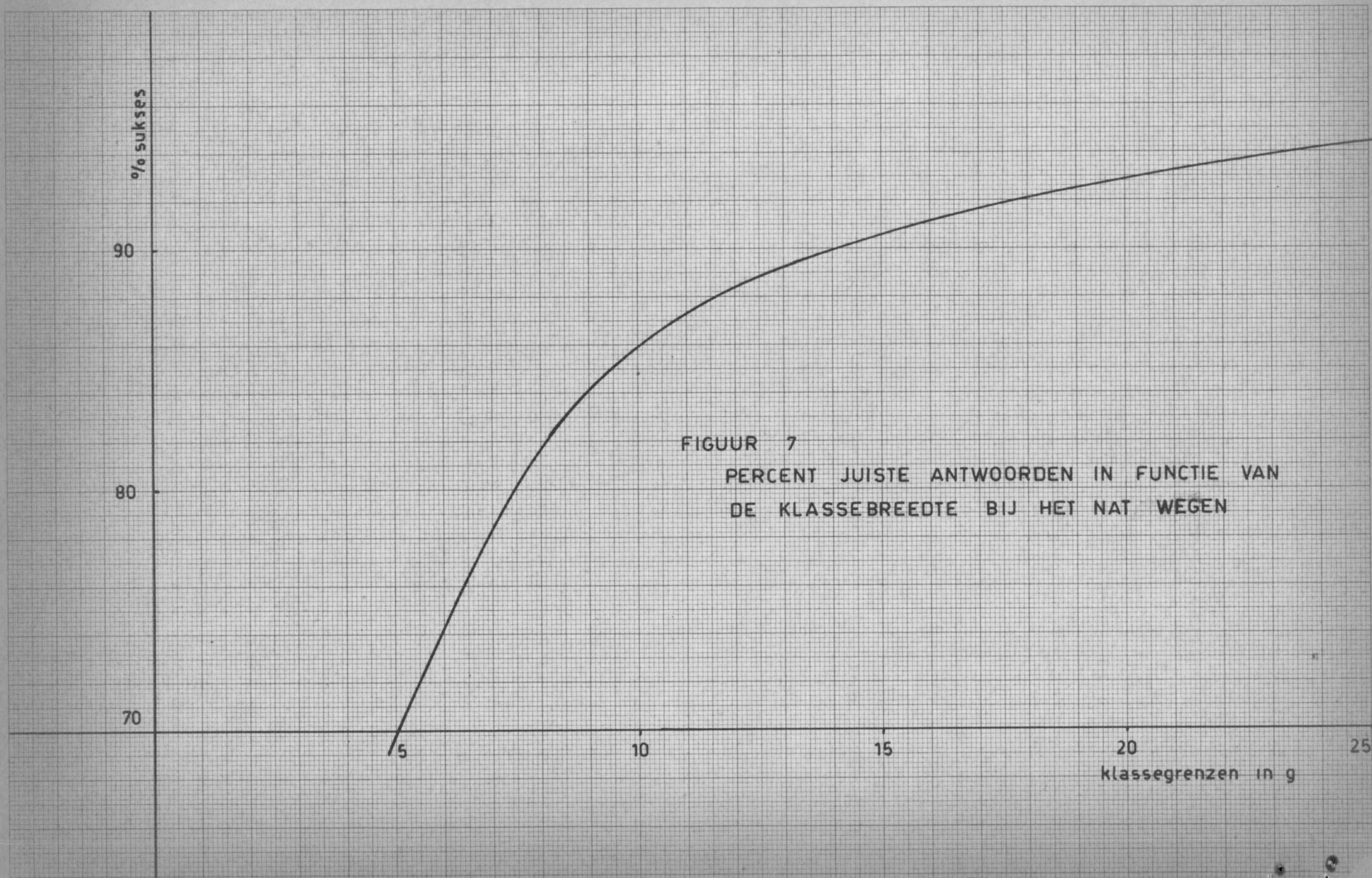
20

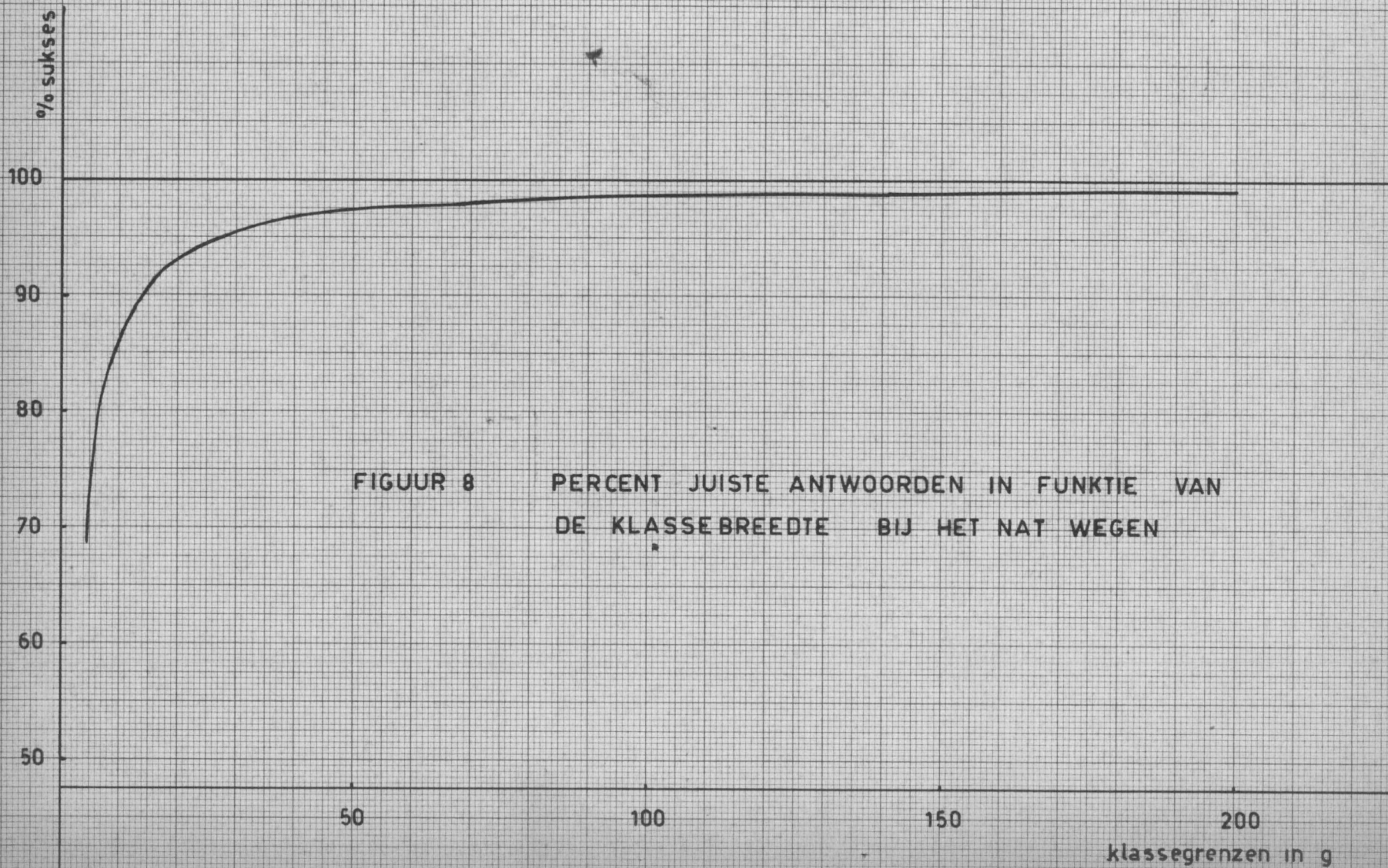
25

klassegrenzen in g

FIGUUR 7

PERCENT JUISTE ANTWOORDEN IN FUNCTIE VAN
DE KLASSEBREEDTE BIJ HET NAT WEGEN





FIGUUR 8 PERCENT JUISTE ANTWOORDEN IN FUNKTIE VAN DE KLASSEBREEDTE BIJ HET NAT WEGEN

% sukses

90

80

70

5

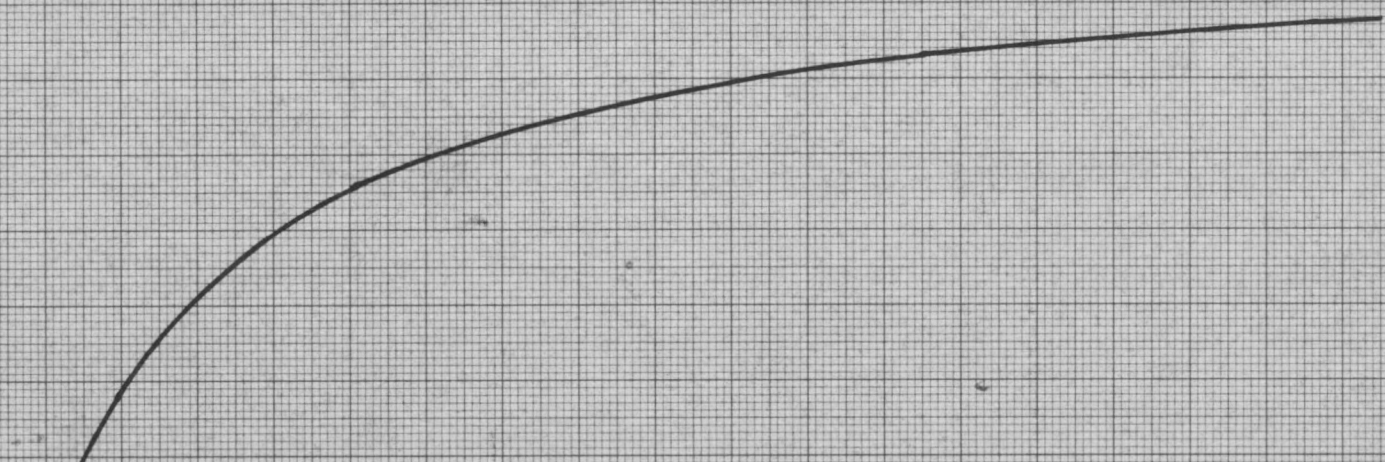
10

15

20

klassegrenzen in g

FIGUUR 9 PERCENT JUISTE ANTWOORDEN IN FUNCTIE VAN DE KLASSEBREEDTE BIJ HET DROOG WEGEN



al degene die buiten deze grenzen en onder de kurve voorkomen, zijn verkeerde antwoorden die ten onrechte opgenomen werden in de groep. Ten slotte komen een aantal antwoorden voor die tussen de grenzen maar boven de kurve liggen. Deze werden ten onrechte buiten de groep gehouden. Het percentage aan juiste antwoorden kan nu berekend worden in functie van de breedte van de grenzen en in functie van de nauwkeurigheid. De bekomen resultaten worden grafisch voorgesteld in figuur 7 en 8 voor het natwegen en in figuur 9 voor het droogwegen.

De keuze van de groepsbreedte moet voor industriële doeleinden dusdanig zijn dat het aantal suksessen niet te klein wordt. Het zal evenwel van geval tot geval dienen bepaald te worden.

Voor wetenschappelijke doeleinden speelt het aantal suksessen een veel geringere rol. Op grond van deze kurven kan echter wel afgeleid worden dat een minimale breedte van 7 g ongeveer de praktische grens wordt bij het natwegen en dat bij het droogwegen de mogelijkheid blijkt te bestaan om groepen van 3 g breedte te vormen.

4. Besluiten.

De ingestelde onderzoeken brachten een groot verschil van nauwkeurigheid aan het licht tussen de droge en de natte weegtechniek. In het eerste geval wordt de nauwkeurigheid gekarakteriseerd door een standaardafwijking van 0,61 g en in het tweede geval door een standaardafwijking van 1,9 g. Uit deze nauwkeurigheid vloeit voort dat de minimale grensbreedte bij het natwegen 7 g bedraagt. Het nog dichter

brengen van de grenzen geeft aanleiding tot een zeer hoog percentage vergissingen bij het wegen, terwijl anderzijds bij een verschil van 3 maal de standaardafwijking de kans **reëel** wordt dat de grootste toevallige fout bij het instellen van de ene grens de andere grens overtreft, waardoor bij het ijken, en dus ook bij het wegen, een klasse overgeslagen wordt. Bij het droogwegen kunnen groepen van 3 eventueel zelfs van 2 g breedte tot stand gebracht worden. Deze klassebreedten voldoen ruimschoots voor wetenschappelijke experimenten.

Bij technologisch werk op industrieel vlak zal de klassebreedte dienen gekozen te worden in functie van het beoogde doel en in functie van het risico om eventueel geschikte individuen ten onrechte uit te schakelen. Voor de industriële toepassingen mag de nauwkeurigheid als ruimschoots voldoende bestempeld worden.

De experimenten lieten eveneens toe de waarde te bepalen van de gemiddelde afwijking. Alhoewel dit gegeven geen goed criterium is voor het beschrijven van de nauwkeurigheid, wordt het hier aangehaald omdat het gebruik hiervan algemeen verspreid is in industriële middens. Er werd voor de CL 500 - W - 5 bij natwegen een gemiddelde afwijking van 1,5 tot 2,0 g gewaarborgd. De gevonden waarde bedroeg 1,4 g.