

S 151 (M 51)

Statistische Kwaliteitsbeheersing II

H.J. Prins

(Conserva, 4(1955), p 73-79)

Stichting Mathematisch Centrum

Statistische Afdeling

1955

Statistische Kwaliteitsbeheersing II ¹⁾

HET VERBETEREN VAN EEN BESTAAND PRODUCTIEPROCES, KWALITEITS-CONTROLE EN HET VERGELIJKEN VAN DE PRESTATIES VAN TWEE MOGELIJKE PRODUCTIEMETHODEN BIJ MASSA- EN SERIEPRODUCTIE

door H. J. PRINS

Mathematisch Centrum, Amsterdam.

Statistische Afdeling. Leiding: Prof. Dr D. v. Dantzig.

Chef van de Statistische Consultatie: Prof. Dr J. Hemelrijk.

1. Inleiding

Het gebruik van statistische methoden in verschillende soorten bedrijven is tegenwoordig zo verbreid en de gebruikte statistische methoden zo uiteenlopend, ook omdat ieder bedrijf zijn eigen kenmerkende omstandigheden heeft, dat in kort bestek moeilijk een overzicht te geven is. In het onderstaande artikel zullen dan ook maar enkele gevallen van toepassing van statistische methoden besproken worden. De bespreking is schetsmatig en niet bedoeld als handleiding voor toepassing in een bepaald geval.

In aansluiting op een voorgaand artikel in dit tijdschrift ¹⁾ over keuring van partijen, wordt hier gesproken over methoden, waarbij de kwaliteit verbeterd kan worden door de fouten in het productieproces op te sporen en te elimineren, om daarna door voortdurend controleren van de werking van de machines, die de belangrijkste bewerkingen uitvoeren, deze toestand te bestendigen. Wanneer één van deze machines namelijk niet goed functioneert, worden veel onbruikbare exemplaren vervaardigd, die bij partijkeuring tot afkeuring en dus verlies van de afgekeurde exemplaren leiden. Met bovengenoemde methoden wordt de productie van onbruikbare exemplaren zoveel mogelijk vermeden, doordat bij de machines de resultaten van de daarmee uitgevoerde bewerking gecontroleerd worden en storingen in de werking van de machine zo onmiddellijk geconstateerd kunnen worden.

In de laatste paragraaf zal worden besproken in hoeverre statistische hulpmiddelen van dienst kunnen zijn, wanneer men wil bepalen welke van twee productiemethoden om een bepaald artikel te vervaardigen de meest economische is.

De literatuurverwijzingen geven veel gebruikte handboeken en tabellenverzamelingen die bij het toepassen van statistische methoden in een bedrijf van nut zijn.

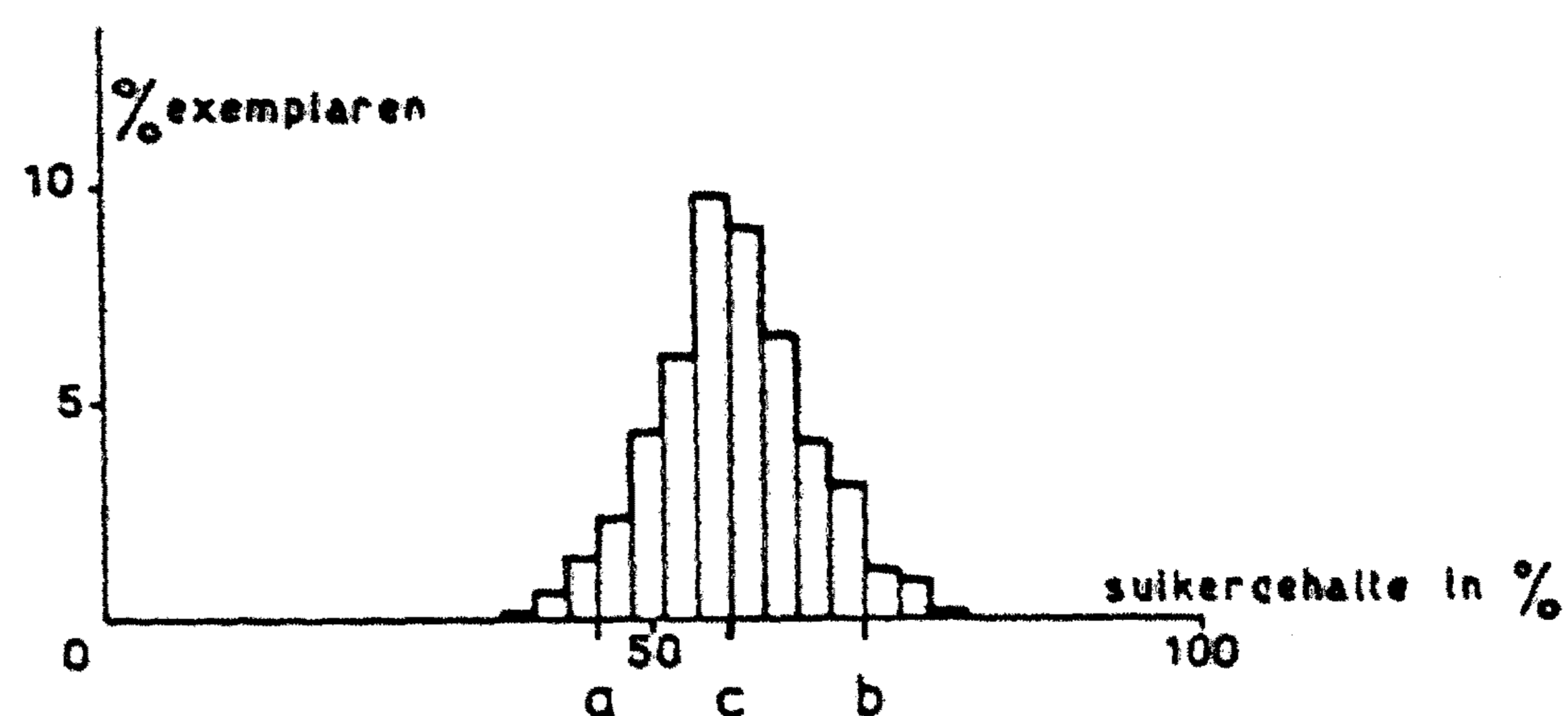
2. Maat, kaliber en kwaliteit

In de praktijk worden twee soorten van beoordeling van geproduceerde exemplaren onderscheiden.

¹⁾ De eerste publicatie van het Mathematisch Centrum over dit onderwerp door Drs J. Boer, is verschenen in CONSERVA van December 1953, Nr 6, blz. 165.

2.1. In het eerste geval worden de belangrijkste grootheden, die de bruikbaarheid van een artikel bepalen, *gemeten*. Bij voedselconserven bijvoorbeeld worden het suikergehalte, de houdbaarheid en dergelijke bepaald. Geen twee exemplaren zullen in het algemeen dezelfde samenstelling of houdbaarheid hebben, wanneer ze het productieproces verlaten. Om enig idee te krijgen hoe deze grootheden variëren wordt aan de hand van een groot aantal waarnemingen een frequentiediagram getekend. Dit geeft door de hoogte van het getekende hokje bv. aan hoeveel procent van de geproduceerde exemplaren een suikergehalte hebben tussen de twee waarden die door de breedte van het hokje bepaald zijn. Op de horizontale as zijn meestal vakjes van gelijke breedte afgezet. Het frequentiediagram geeft zo een indruk van de frequentie van het voorkomen van exemplaren met een suikergehalte tussen bepaalde grenzen.

Men ziet, dat de meeste partijen een suikergehalte in de buurt van de waarde *c* hebben. In zekere zin karakteriseert dit diagram de kwaliteit van het productieproces. Verloopt het diagram „vlak” (over een grote breedte zonder duidelijke top) dan zijn de verschillen in suikergehalte tussen de geproduceerde exemplaren meestal groot.



Afb. 1. Frequentie-diagram van de suikergehalten van een fictieve partij conserven

Is de grafiek „scherp” (dus met een duidelijke top en zonder brede „staarten” naar links en rechts), dan is het onderlinge verschil meestal klein. Dit laatste nu wil men graag bereiken, maar de nauwkeurigheid van de gebruikte machines en productiemethoden stellen hieraan grenzen. Bovendien beperkt de vereiste kwaliteit de toegelaten variatie. Deze kwaliteitseisen worden van „buitenaf” opgelegd: door de afnemer en door eisen van bruikbaarheid. In afb. 1 zijn

twee van zulke grenzen aangegeven: ligt het suikergehalte tussen de grenzen a en b, dan voldoet het product nog aan de gestelde bruikbaarheidseisen en wordt door de afnemer geaccepteerd; ligt het gehalte buiten de grenzen a en b, dan is het voor verbruik ongeschikt; we zullen het dan als een „defect” aanduiden. De grenzen a en b zullen in de praktijk niet nauwkeurig aan te geven zijn, zodat in de keuze van de curve enige vrijheid is. Het is immers meestal moeilijk scherpe grenzen aan te geven, waar bruikbaarheid ophoudt en onbruikbaarheid begint.

Uit afb. 1 is nu door sommering van alle percentages die buiten het interval liggen, af te leiden hoeveel procent defecten op een groot aantal exemplaren te verwachten is. De grootte van de „staart” van de grafiek links van a en rechts van b is hiervoor dus een maat. Aan de hand van figuur 1 kunnen we dus de resultaten van het productieproces vergelijken met de verbruikseisen die aan het artikel gesteld worden. Bij het ontwerpen van een productieproces zal men dan ook steeds trachten, dit zodanig te kiezen, dat de karakteristiek zo gunstig mogelijk ligt t.o.v. de grenzen a en b. Kosten van productie en verlies van afgekeurde partijen en defecten spelen bij de keuze uiteraard een belangrijke rol. De vorm van de kromme en de ligging van het maximum kunnen ons vaak leren in welke richting verbetering in een bepaald proces gezocht moet worden.

2.2. In het tweede geval worden de grootheden niet gemeten maar alleen met een bepaalde standaard (*kaliber*) vergeleken; men constateert of het product boven of onder het kaliber valt, of tussen twee kalibers in komt te liggen. Bij houdbaarheidsbepalingen van conserven zou men bijvoorbeeld alleen er op kunnen letten of het artikel vóór een bepaald tijdstip al dan niet bedorven is. Voor de waarden van deze kalibers neemt men meestal een of twee grenzen, bv. a en b (figuur 1), zodat men de producten onderscheidt naar goede en defecte. Wanneer men een grote serie exemplaren gecontroleerd heeft, weet men het gemiddelde *aantal* defecten, dat de machine levert vrij nauwkeurig. De *vorm* van de kromme uit afb. 1 is dan niet bekend, zodat ook minder bekend is over het productieproces, d.w.z. over de vraag hoe de afwijkingen in het productieproces ontstaan. De tweede methode heeft echter het grote voordeel meestal veel minder kostbaar te zijn wat het verrichten van waarnemingen betreft, en veel sneller te werken. Bovendien is nog wel iets over de kromme bekend, immers wanneer met twee kalibers a en b gekeurd wordt kan men nagaan hoeveel % van de defecten er onder a en hoeveel boven b liggen.

Deze tweede methode zal in het volgende we-

gens de eenvoud alleen behandeld worden. De methode is praktisch de enige economisch verantwoorde mogelijkheid, wanneer de dagproductie hoog en de keuring per exemplaar duur is.

We zagen reeds, dat de verbruikseisen grenzen stellen aan een bepaalde eigenschap (houdbaarheid, suikergehalte, vetgehalte e. d.) van het product. Soms zal dat één grens zijn (de houdbaarheid of het aantal bacteriën per ml.), soms zullen het twee grenzen zijn. Deze grenzen geven aan of een exemplaar al dan niet bruikbaar is. Bij vrijwel ieder productiesysteem is het onvermijdelijk, dat af en toe defecten worden geproduceerd, hoe nauwkeurig het proces overigens ook werkt. Alleen wanneer elk exemplaar gekeurd wordt zijn deze op te sporen en te verwijderen. Vaak is dit economisch onuitvoerbaar of zelfs praktisch onmogelijk. Bij voorbeeld wanneer de keuring destructief is zoals bij houdbaarheidsproeven van conserven. Wanneer niet elk exemplaar van een partij gekeurd wordt, maar slechts het aantal defecten in een steekproef uit die partij wordt bepaald, en dit aantal bepalend is voor goed- of afkeuring van de hele partij, zal bij goedkeuring bijna steeds een aantal defecten uit het goedgekeurd gedeelte van de partij aan de verbruiker geleverd worden. De verbruiker zal de onvermijdelijkheid van defecten in de afgeleverde partijen wel moeten aanvaarden, maar hij zal hieraan eisen stellen: hij wenst bv. in geen enkele partij meer dan een bepaald percentage defecten, of hij wenst over een grote hoeveelheid partijen niet meer dan een bepaald gemiddeld percentage defecten.

We zien dus, dat de *kwaliteit* van partijen massaproducten bepaald wordt door twee factoren:

1. de gestelde grenzen a en b,
2. eisen betreffende de aantallen defecten in afgeleverde partijen en de verdeling van die defecten over de eenheden, waarin de artikelen verpakt zijn.

Beide kwaliteitseisen worden door de afnemers van het artikel bepaald.

Geproduceerde partijen zullen vaak niet voldoen aan deze twee kwaliteitseisen, die de afnemer stelt. Wanneer de grenzen a en b in overeenstemming met de eisen van de afnemer bepaald zijn, komt het vaak voor, dat de geproduceerde partijen niet voldoen aan de tweede eis betreffende het aantal defecten. Om dit te verhelpen wordt partijkeuring toegepast, terwijl men tevens kan trachten het productieproces te verbeteren en deze verbetering te stabiliseren door een voortdurende kwaliteitscontrole. De karakteristiek uit figuur 1 wordt hierdoor gunstiger, zodat geen te

vermijden defecten worden geproduceerd. Zie ook par. 4 en 5.

3. Partijkeuring

Om de functie van de, onder een volgend punt te beschrijven kwaliteitsconrôle, duidelijker te doen uitkomen zullen nog enige opmerkingen over partijkeuring gemaakt worden.

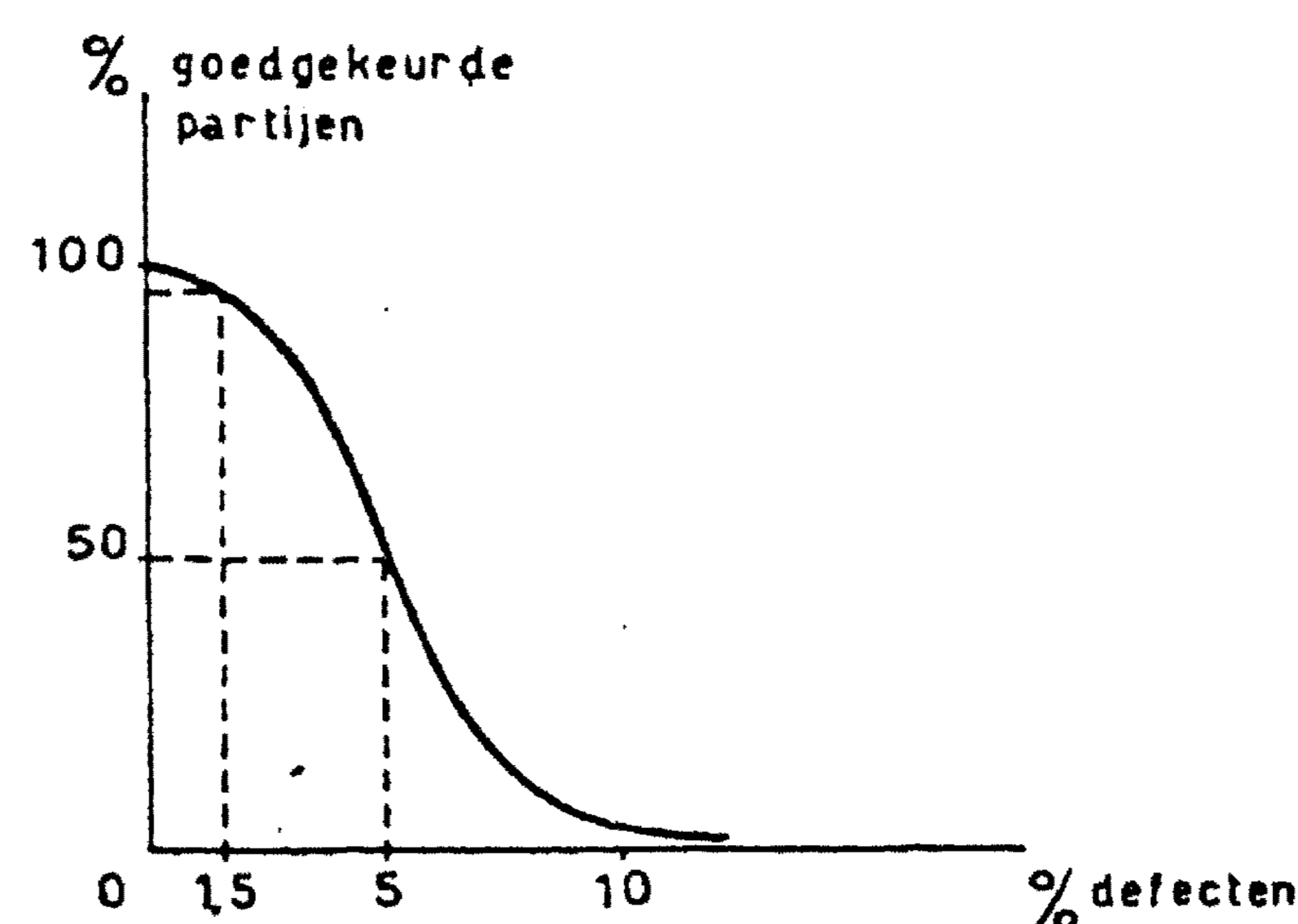
We veronderstellen, dat de geproduceerde exemplaren in pakken van eenzelfde aantal (bv. 100) aan de afnemer geleverd worden.

Wordt de partijkeuring uitgevoerd door uit ieder pak eenzelfde aantal exemplaren — de steekproef — te keuren en het aantal defecten in het pak te beoordelen naar het aantal in de steekproef, dan wordt, zoals in het artikel van Drs J. de Boer werd besproken, door de keuringskarakteristiek van een bepaalde methode van steekproefnemen weergegeven hoeveel procent van de pakken met een bepaald percentage (bv. 10%) defecten op de lange duur goedgekeurd zal worden en hoeveel procent afgekeurd.

In afb. 2 is zo'n keuringskarakteristiek gegeven.

Uit de figuur is af te lezen, dat in dit geval bij bv 5% defecten in het pak ongeveer evenveel pakken goedgekeurd als afgekeurd zullen worden. Bij 10% wordt het grootste gedeelte afgekeurd, bij 1,5% wordt het grootste gedeelte goedgekeurd.

Uit het onderstaande zal echter blijken, dat de samenstelling van een partij goedgekeurde pakken niet alleen afhangt van de methode van partijkeuring. Immers wanneer een te keuren partij alleen uit gelijke aantallen pakken met 2% en 5% defecten zou bestaan wordt aan de afnemer een partij geleverd, die voor een groot gedeelte uit pakken met 2% defecten en voor een klein gedeelte uit pakken met 5% defecten bestaat, immers van de pakken met 2% worden bijna alle exemplaren goedgekeurd, van die met 5% maar ongeveer de helft. Wanneer daarentegen de te keuren partij alleen zou bestaan uit

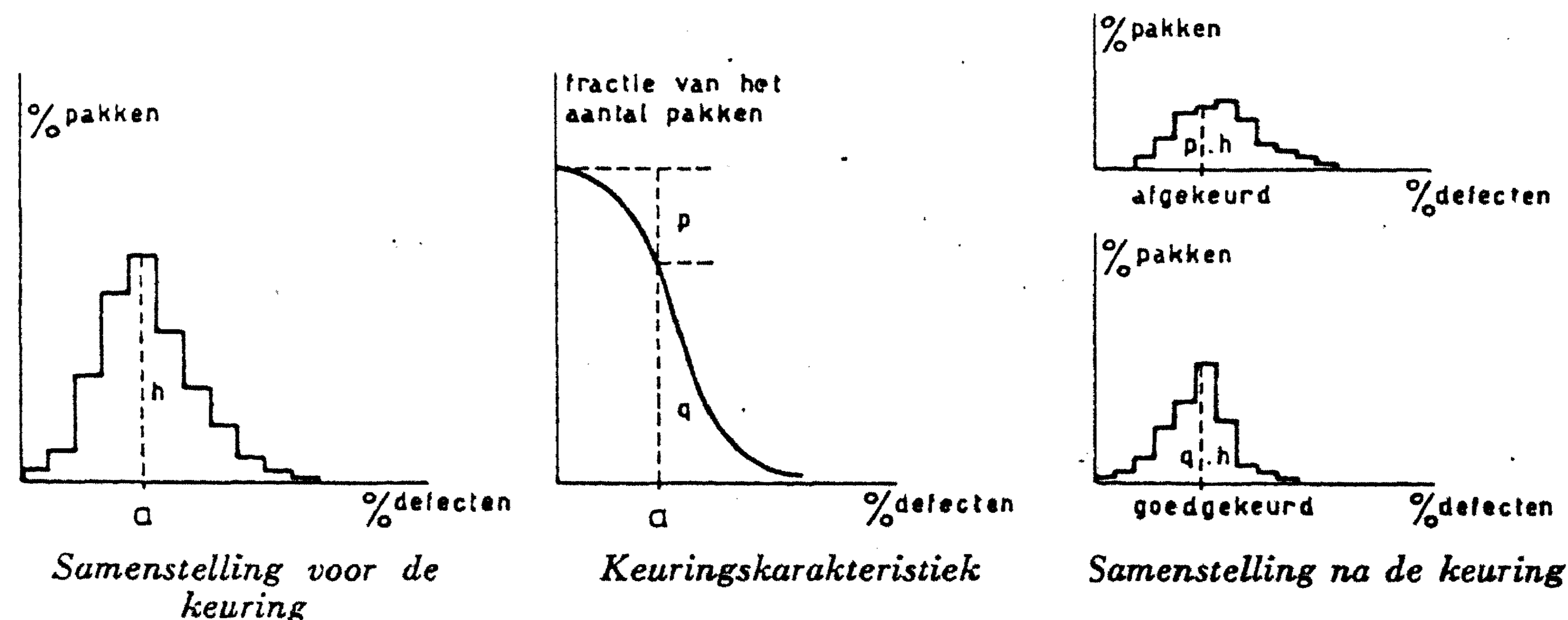


Afb. 2. Keuringskarakteristiek voor partijkeuring

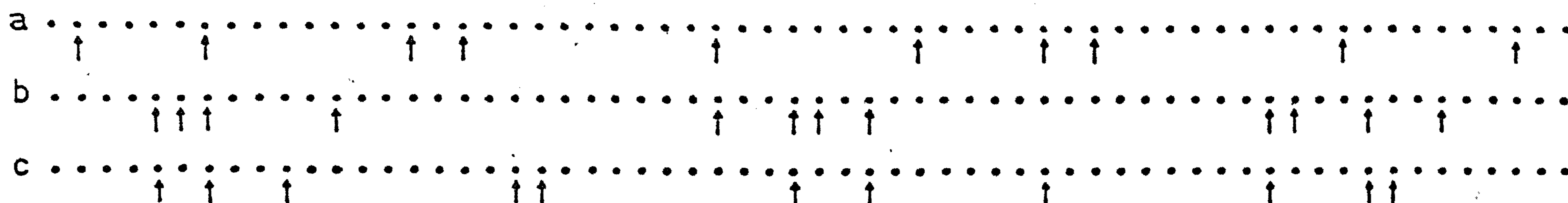
pakken met 2% defecten en uit pakken met 10% defecten (dus in het totaal meer defecten dan bij het eerste voorbeeld), dan zou de afnemer praktisch alleen pakken met 2% defecten krijgen, daar die met 10% defecten bijna alle afgekeurd worden. In de praktijk zullen zulke extreme gevallen niet voorkomen, maar het is door dit voorbeeld wel duidelijk, dat de samenstelling van de aan de afnemer af te leveren partijen nog sterk zal afhangen van de samenstelling van de partijen, die ter keuring worden aangeboden en dus juist het productieproces verlaten hebben.

De samenstelling van de partij te keuren pakken wordt, zoals wij al zagen, bepaald door het productie-proces zelf. Wanneer dit bijvoorbeeld alleen defecten in groepjes bij elkaar produceert en de artikelen in volgorde van productie verpakt worden, zal men regelmatig pakken kunnen krijgen, die voor een groot gedeelte uit defecten bestaan, naast pakken die geen of zeer weinig defecten bevatten, terwijl de tussenliggende mogelijkheden zelden voorkomen.

In afb. 3 is links de frequentieverdeling van de samenstelling van een groot aantal pakken, dat de productie verlaat weergegeven: de grafiek geeft aan hoeveel procent pakken van het totale aantal een bepaald percentage defecten zullen bevatten. Deze kromme is dus evenals die uit afb. 1 een karakteristiek voor de werking van het productie-proces en alleen daarvan afhankelijk. In het midden van de figuur is de keuringskarakteristiek



Afb. 3. Samenstelling van een partij pakken voor en na partijkeuring



Afb. 4

ristiek weergegeven. Rechts de frequentieverdeling van de samenstellingen na keuring: in de bovenste figuur van de afgekeurde partijen, die dus een verlies voor de fabrikant betekenen; in de benedenste van de goedgekeurde partijen, die dus aan de afnemer geleverd worden. De rechter figuur wordt uit de linker verkregen door in de keuringskarakteristiek te kijken wat het resultaat van de keuring is: bij een bepaald percentage links geeft de hoogte van het lijntje aan hoe 'n groot percentage van de ter keuring aangeboden partijen dat bepaalde percentage defecten zullen bevatten. In de keuringskarakteristiek vindt men de fractie van dat aantal pakken, dat op de lange duur zal worden goedgekeurd. Door dus in deze verhouding het lijntje uit de linker grafiek te verkorten vindt men de hoogten van de lijntjes in de rechter grafiek en zo de samenstelling van de partij van goedgekeurde resp. van afgekeurde pakken.

In afb. 3 zien we nog eens duidelijk dat de methode van partijkeuring niet alléén de samenstelling van de goedgekeurde partij bepaalt. De linker grafiek is ook van invloed, en deze is zelf weer volkomen bepaald door het verloop van het productieproces. Er blijft nu over te gaan kijken naar de methoden, die kunnen aangeven hoe deze productie-karakteristiek te beïnvloeden en te verbeteren is.

4. Het verbeteren van een bestaand productieproces met behulp van statistische methoden

Wanneer partijkeuring veel verlies aan afgekeurde partijen oplevert zal men gaan zoeken naar een verbetering van het productieproces, zodat dit partijen oplevert, die beter aan de wensen van de afnemer voldoen. De ervaring opgedaan bij partijkeuring kan hierbij van nut zijn. Zoals in het voorgaande werd opgemerkt is het gemiddelde aantal defecten vrij nauwkeurig bepaald. Bovendien zal iets bekend zijn over de vorm van de krommen uit fig. 3. De gehele vorm is zelfs bij benadering bekend, wanneer, zoals vaak gebeurt, de afgekeurde partijen nog eens 100% gekeurd worden, waarbij alleen de defecten vernietigd worden en de goede weer bij de af te leveren partijen gevoegd worden. De samenstelling van de afgekeurde partij pakken is dan nl. bekend en met behulp van de keuringskarakteristiek is de

samenstelling van de goedgekeurde en dus die van de aangeboden partij pakken te schatten.

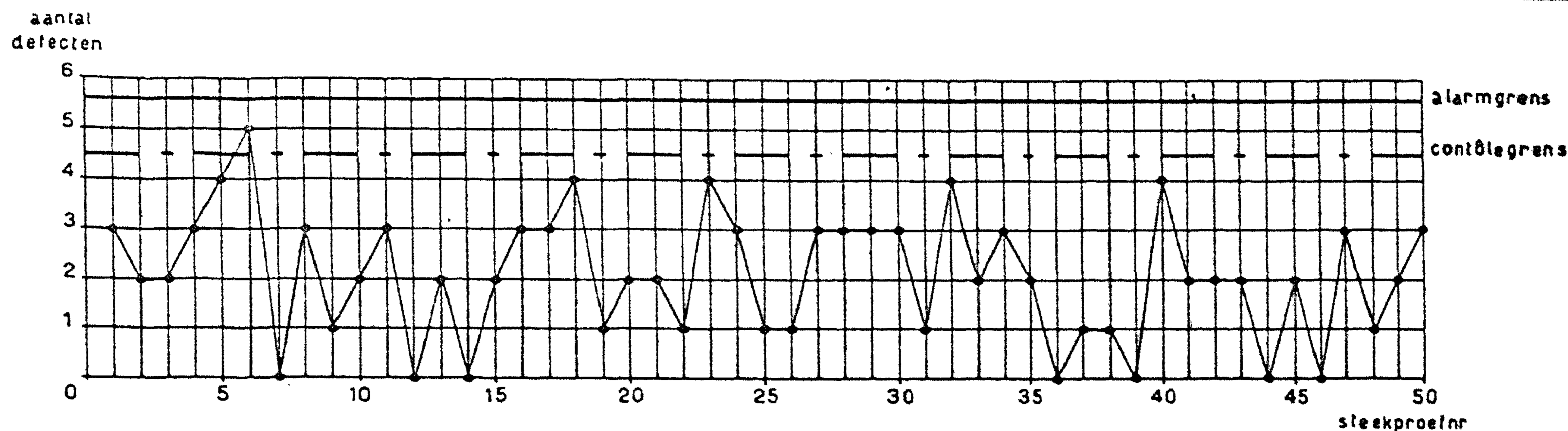
Om het productieproces te onderzoeken gaat men als volgt te werk. Eerst wordt *in volgorde van productie* een aantal voltooide exemplaren gekeurd. Soms wordt ieder exemplaar gekeurd, soms worden steekproeven van een aantal exemplaren tegelijk met regelmatige tussenpozen uit de productie genomen en gekeurd. In het eerste geval, dat hier alleen besproken zal worden, gaat men na of er een regelmaat is in het vóórkomen van defecten. Regelmaat in het optreden van defecten heeft namelijk een oorzaak in het proces, die vaak te vermijden is.

Wanneer bv. bij productie van conserven steeds een aantal blikken achter elkaar voorkomen, die niet voldoende houdbaar zijn, zou dit veroorzaakt kunnen zijn, doordat de inhoud van deze blikken onder uit een kookketel komt, en de menging daarvan niet goed is. Ook zou het kunnen zijn, dat de deksels van de blikken niet goed dicht gemaakt zijn. De machine, die dit doet zou bv. na een deksel scheefgeslagen te hebben, ook de volgende niet goed kunnen aanbrenge. Een geconstateerde regelmaat in het voorkomen van defecten kan degenen, die het productieproces kennen, vaak voldoende aanwijzing geven om fouten in de productie aan te geven.

Een tweede voor de hand liggende methode is de verschillende machines, die de hoofdbewerkingen uitvoeren, om de beurt onnauwkeurig te laten werken, terwijl de geproduceerde exemplaren zorgvuldig gekeurd worden. Op een dergelijke manier kan men te weten komen bij welke machines het er op aankomt dat zij nauwkeurig werken. Deze machines zullen dan ook vaak de oorzaak van de meeste defecten zijn. Een strenge contrôle op hun werking (zie punt 5) kan de productie verbeteren.

De tot dusver aangegeven algemene gang van zaken heeft nog geen gebruik gemaakt van wiskundig statistische methoden. Deze zijn alleen noodzakelijk om de regelmaat in het vóórkomen van defecten op te sporen. Aan de keuringsresultaten is soms moeilijk te zien of een regelmaat optreedt of niet. In figuur 4 zijn verschillende gevallen aangegeven voor een serie van 60 opeenvolgende exemplaren uit een continue productie.

De defecten zijn met pijltjes aangegeven. In



Afb. 5. Contrôlekaart van een proces zonder storingen

afb. 4a is geen regelmaat op te merken in het optreden van defecten. De defecten worden veroorzaakt door een serie kleine oorzaken, die ieder op zich weinig invloed hebben, maar soms samen werken en een defect veroorzaken. Het is een soort inherente onnauwkeurigheid van het proces. Omdat maar zelden oorzaken aan te wijzen zijn, is ook verdere verbetering meestal niet mogelijk, hoewel in dit geval met behulp van de methode van het onnauwkeurig laten werken van machines (zie boven) soms verdere verbetering te bereiken is. In afb. 4b komen de defecten duidelijk in groepen voor. Hiervoor is mogelijk een te vermijden oorzaak aanwezig. Is deze vermeden en levert een nieuwe serie producten hetzelfde beeld als afb. 4a, dan is weer een goed werkend proces verkregen. Treedt toch nog regelmaat op, die eerst gemaskeerd werd door het sterkere effect uit afb. 4b, dan gaat men ook hiervan de oorzaak opsporen, enz., totdat een niet te vermijden oorzaak optreedt of de toestand van fig. 4a bereikt wordt. In afb. 4c komt een twijfelgeval voor. In dergelijke gevallen, waar men niet zeker is of al dan niet een regelmaat (bv. groepjes) optreedt, moeten wiskundig statistische toetsingsmethoden uitmaken of al dan niet een regelmaat aanwezig is, en van welke soort deze is.

Evenals bij de partijkeuring bleek, dat bij beoordeling van een partij naar een steekproef daaruit geen volledige zekerheid wordt verkregen (een partij wordt soms ten onrechte goed- of afgekeurd), zo is ook hier de uitspraak dat een regelmaat optreedt, niet volledig zeker. Wanneer een proces alleen maar door een samenspel van veel kleine invloeden af en toe defecten oplevert kan toch een serie van 60 exemplaren wel een beeld geven als in afb. 4c of zelfs als in afb. 4b. De kans hierop is echter erg klein. Met de uitspraak dat regelmaat optreedt, verwaarlozen we deze kleine kans mét het risico, dat tevergeefs naar oorzaken voor regelmaat wordt gezocht.

5. Kwaliteitscontrôle en kwaliteitsbeheersing; contrôlekaarten

Wanneer een toestand van maximale werking

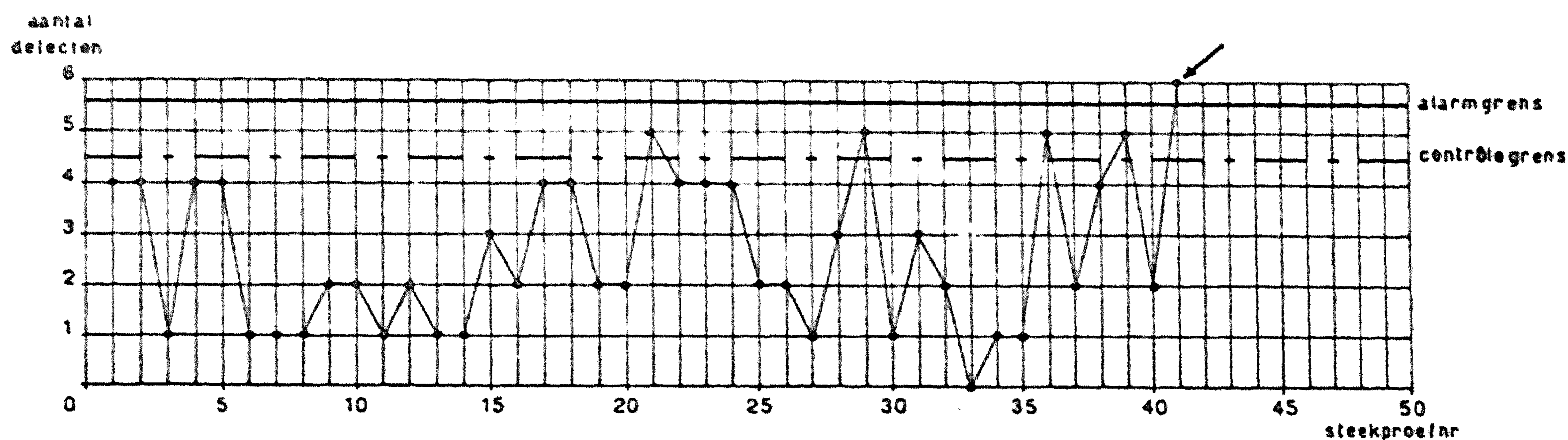
van het productieproces, zoals aangegeven in fig. 4a bereikt is, en wanneer deze toestand goed genoeg aan de eisen van de afnemer voldoet, zodat er geen behoefte meer is het proces verder te verbeteren door de vervanging van onderdelen van het productieproces, zal men deze toestand wensen te bestendigen. Hiertoe wordt een contrôlesysteem ingevoerd, dat vaak zo eenvoudig is, dat het door ongeschoolde arbeiders uitgevoerd kan worden.

De contrôle wordt uitgevoerd òf alleen op de uitgaande productie (bij eenvoudige processen), òf op die punten in het proces, die het snelst aanleiding geven tot het produceren van defecten bij ontregeling (zie § 4).

De contrôle is een soort signaleringssysteem, waarbij onmiddellijk, wanneer regelmaat als in de vorige § beschreven optreedt, kan worden ingegrepen om de oorzaak op te sporen en zo de productie van een onnodig groot aantal defecten te vermijden.

Meestal wordt gebruik gemaakt van contrôlekaarten, waarvan in afb. 5 een voorbeeld is geschetst. Afhankelijk van de kosten van de producten, de kosten van de keuring en dat de keuring al of niet destructief is, worden *alle* exemplaren die de machine verlaten gekeurd („100% keuring”) of met gelijke tussenpozen *een aantal* (steekproefkeuring). Op de contrôlekaart worden de resultaten van de keuring door punten aangegeven in volgorde van productie. De nummering onderaan geeft het nummer van de steekproef. Verticaal is bij steekproefkeuring (zoals in afb. 5) het aantal defecten per steekproef uitgezet.

Op de contrôlekaart zijn verder twee lijnen uitgezet: een contrôlegrens en een alarmeringsgrens. Ligt het aantal defecten tussen de twee grenzen (hier alleen wanneer 5 defecten worden gevonden), dan is het mogelijk dat er een storing is opgetreden, maar er is toch nog een kleine kans dat kleine invloeden die samenwerken, dit veroorzaken. Voor aantallen defecten die boven de alarmeringsgrens liggen is deze kans bijzonder klein. Wanneer dan ook een aantal defecten ge-



Afb. 6. Contrôlekaart waarbij een storing wordt gevonden

vonden wordt, dat boven de alarmeringsgrens valt, wordt aangenomen, dat een storing is opgetreden en wordt deze kleine kans (vaak wordt hiervoor 1 op 100 of 1 op 1000 genomen) verwaarloosd. Ligt het aantal tussen de twee grenzen, dan wordt zorgvuldig nagegaan hoe de volgende punten liggen; komen er hierna namelijk veel punten tussen beide grenzen, zonder dat de alarmeringsgrens wordt overschreden, dan is dit ook een aanwijzing voor een storing, bovendien kan een van de volgende punten boven de alarmeringsgrens vallen. Het voorgaande verloop kan dan soms duidelijk laten zien, dat een langzame toename heeft plaatsgevonden, waarbij vaak de contrôlegrens wordt overschreden zonder de hoogste grens te overschrijden (zie afb. 6).

Hier zal niet worden behandeld, hoe een contrôlekaart vervaardigd kan worden.

Tot nu toe werd aangenomen, dat keuring van een exemplaar vrijwel geen tijd kost, zodat onmiddellijk ingegrepen kan worden. Dit zal niet steeds het geval zijn en brengt met zich mee dat de controle onvolledig wordt, en wel des te onvollediger naarmate de voor het keuren benodigde tijd langer is.

Omdat economische factoren een belangrijke rol spelen bij het invoeren van een controlestelsel is het meestal noodzakelijk, bij invoering een deskundige te raadplegen. De uitvoering is echter steeds eenvoudig, zodra een ontwerp voor de controle gereed is.

Wanneer een systeem onder controle is, d.w.z. wanneer een afwijking van de toestand van constante kwaliteit snel gesignaleerd wordt, spreekt men van een toestand van kwaliteitsbeheersing: zoveel mogelijk wordt iedere variatie in de kwaliteit vermeden.

6. Het vergelijken van de prestaties van twee productiemethoden — het risico van de beslissing

Om twee verschillende productiemethoden op een zinvolle wijze te vergelijken naar de aantallen defecten die zij leveren, is het nodig dat beide processen werken in een toestand van kwaliteits-

beheersing, waarbij dan een constant aantal defecten geproduceerd wordt. Men kan nu of de machines die de belangrijkste bewerkingen verrichten, of het hele proces vergelijken aan de hand van twee lange series waarnemingen. Het is daarbij niet belangrijk of deze verkregen zijn door een steekproefmethode of door gedurende een zekere tijd alle exemplaren te keuren, mits mag worden aangenomen dat de waarnemingsreeksen bij beide processen zoveel mogelijk op dezelfde wijze verkregen worden. Dat de serie lang is, is wel essentieel. Dit verkleint namelijk een aanwezig risico, dat een verkeerde keuze wordt gedaan. Dit risico is vooral belangrijk als de gekozen productiemethode een lange tijd gebruikt zal worden. Bij verkeerde keuze levert iedere dag een nieuw verlies.

Men gaat nu bv. als volgt te werk. Eerst wordt bepaald hoe groot het verschil tussen beide productiemethoden minstens moet zijn, opdat de keuze economisch zinvol is. Kleine verschillen in het percentage defecten zijn namelijk moeilijk te constateren en bij het verbruik ook weinig merkbaar. Op grond van het zo bepaalde minimale verschil, dat van belang geacht wordt, wordt nu bepaald hoe groot de serie waarnemingen uit het productieproces moet zijn om een klein risico te hebben een verkeerde keuze te doen.

Hierna worden de waarnemingen gedaan en de resultaten vergeleken. De verwerking van de resultaten en de bepaling van de grootte van het aantal waarnemingen als functie van het risico en het te constateren verschil is uit eenvoudige tabellen af te lezen.²⁾

Bovenstaande methode is uit wiskundig oogpunt niet volledig exact. Voor de praktijk zal de methode echter meestal wel bruikbaar zijn in geval van serieproductie. Bij massaproductie is de methode bezwaarlijk.

Het is mogelijk met behulp van sequente methoden (zie vorig artikel) een exacte oplossing te

²⁾ Zie J. v. Klinken en H. J. Prins, Overzicht van toetsings- en schattingsmethoden met betrekking tot Poisson-verdelingen, Rapport S 133 (Ov. 3), Math. Centrum, 1954.

Statistische Kwaliteitsbeheersing II

geven. Bij deze methoden worden geen steekproeven genomen van van te voren bepaalde grootte. Zólang worden exemplaren genomen, tot een zeker criterium bereikt is, dat de conclusie inhoudt of het ene proces beter is dan het andere, of dat beide niet verschillen.

Literatuur:

1. Ir A. H. Schaafsma en Ir F. G. Willemse: Modern kwaliteitsbeleid, Amsterdam, 1954.
Hierin worden bruikbare methoden beschreven voor toepassing bij kwaliteitscontrole. Het is vrij eenvoudig en zeer leesbaar. Een bezwaar is, dat alleen methoden uit de praktijk van de Philipsfabrieken besproken worden, wat de algemeenheid schaadt en een juist begrip voor de methoden moeilijker maakt.
2. W. A. Shewart: Statistical Method from the viewpoint of quality control, Washington, 1939.
Dit boek geeft de fundamentele principes, die aan kwaliteitscontrolesystemen ten grondslag liggen. De eerste publicatie van Shewart over dit onderwerp (1931) wordt nog steeds gebruikt als leidraad voor het op juiste wijze toepassen van statistische methoden in de kwaliteitsbeheersing.
3. Statistical research group: Columbia University, Sampling Inspection, MacGraw-Hill, 1948.
Geeft vele tabellen en methoden voor steekproefkeuring, die ook vaak toepasbaar zijn bij productiecontrole.
4. A. H. Bowker, H. P. Goode: Sampling Inspection by Variables, MacGraw-Hill, 1952.
Geeft evenals 3 vele tabellen en de manier van toepassing van de verschillende methoden.
5. Revue de statistique appliquée: Institut de Statistique de l'Université de Paris.
Een tijdschrift, dat sinds 1953 4 maal per jaar verschijnt en tal van industriële toepassingen van de statistiek behandelt, vaak in praktische en eenvoudige vorm.