

DE GROOTTE VAN DE PRODUCTIESERIE VOORRAADPOLITIEK EN VOORRAADBEHEERSING I

door Drs A. M. Groot

Het vraagstuk van de voorraadpolitiek en voorraadbeheersing is, zowel voor productie- als handelsbedrijven, een belangrijk probleem. Juist nu zich in vele bedrijven grote financieringsmoeilijkheden doen gevoelen, zou het van groot nut zijn, indien wij zouden kunnen beschikken over eenvoudige en objectieve normen, op grond waarvan de investeringen in voorraden getoetst zouden kunnen worden. Dit is natuurlijk in de eerste plaats van belang voor de bedrijfsleiding, maar ook voor de accountant, die ten behoeve van de analyse der bedrijfsgegevens tot een oordeelsvorming wil komen ten aanzien van het beleid, dat met betrekking tot de voorraadvorming is gevolgd, zou dit inzicht van grote praktische waarde kunnen zijn.

Ten behoeve van de analyse van dit probleem willen wij uitgaan van een sterk vereenvoudigd geval, om daarna verder te onderzoeken in hoeverre het mogelijk is de uit dat geval afgeleide conclusies, ook ten aanzien van varianten in toepassing te brengen.

Wij gaan dan uit van een bedrijf, dat artikelen levert, die niet bederfelijk zijn. Wij veronderstellen verder, dat de verkochte artikelen direct bij de binnenkomst van de orders uit voorraad moeten kunnen worden afgeleverd. Verder nemen wij aan, dat er een grote verscheidenheid van artikelen bestaat, die door dit bedrijf worden geleverd. Deze producten worden in het eigen bedrijf vervaardigd. Als belangrijkste vereenvoudiging voegen wij daaraan in eerste instantie toe, dat de verkoop in de verschillende artikelen zeer regelmatig over de verschillende perioden van het jaar is verdeeld. Wil men in dit bedrijf na gaan, welke invloed de grootte van de productieseries, waarin de producten worden aangemaakt, heeft op de investeringen in de voorraden, dan doet men verstandig deze consequenties afzonderlijk te bekijken:

- a. voor de gemiddelde investering in goederen in bewerking;
- b. voor de gemiddelde investering in gereed product.

Om na te gaan wat de invloed van de grootte van de productieserie op de gemiddelde investering in goederen in bewerking is, kunnen wij vaststellen hoe groot deze investering zal zijn als het gehele jaarverbruik resp. in één, twee of meer series wordt aangemaakt. Wij zien dan, dat de investering in goederen in bewerking op eenvoudige wijze te berekenen is, indien het gehele jaarverbruik in één serie wordt aangemaakt. Dan zal gedurende een deel van het jaar in goederen in bewerking geïnvesteerd zijn de halve kostprijswaarde van het jaarverbruik. Deze investering groeit immers gedurende de productieperiode van 0 tot de volle kostprijswaarde van deze productieserie, die wij gelijkstelden aan het jaarverbruik. Vindt het materiaalverbruik geheel in de eerste afdeling plaats, dan is de investering gedurende de productieperiode volle materiaalwaarde + $\frac{1}{2}$ kostprijs van de bewerking, maar voor het verdere betoog is dat niet van betekenis. Stellen wij nu de tijd, die verloopt tussen het in productie nemen van het eerste product van deze serie en het gereedkomen (aflevering aan magazijn eindproduct) van het laatste product van deze serie op d (doorlooptijd in jaren), dan zien

wij dat de gemiddelde investering per jaar in goederen in bewerking is te stellen bij productie van het gehele jaarverbruik in één serie op

$$d \times \frac{1}{2} \text{ kostprijs Jaarverbruik.}$$

Zou het jaarverbruik over twee productieseries worden verdeeld, dan zou de investering in goederen in bewerking per serie gehalveerd worden, maar deze investering zou dan $2 \times$ per jaar optreden. De gemiddelde investering per jaar zou dan dus zijn:

$$\frac{2 \times d \times \frac{1}{2} \text{ kostprijs Jaarverbruik}}{2} =$$

$$d \times \frac{1}{2} \text{ kostprijs Jaarverbruik.}$$

Verdelen wij het jaarverbruik over n series, dan wordt de gemiddelde investering per jaar in goederen in bewerking:

$$\frac{n \times d \times \frac{1}{2} \text{ kostprijs Jaarverbruik}}{n}$$

Hieruit volgt dus de merkwaardige conclusie, dat de gemiddelde investering in voorraden goederen in bewerking onafhankelijk is van de seriegrootte indien d (de doorlooptijd van een serie) constant is en dus niet afhankelijk van de seriegrootte. Mogen wij deze laatste veronderstelling echter wel maken. De doorlooptijd door het bedrijf voor een serie van 100 producten is toch korter dan die van een serie van 1000 producten. Anderzijds staat echter ook wel vast, dat de doorlooptijd in de meeste bedrijven zeker niet evenredig met de seriegrootte varieert.

In het algemeen is het immers zo, dat de zuivere bewerkingstijd genoeg zal variëren met de seriegrootte, maar in heel veel gevallen is de zuivere bewerkingstijd maar een beperkt percentage van de doorlooptijd, omdat de tijd van opslag in tussenvoorraden van de doorlooptijd procentueel een veel groter deel uitmaakt, dan de zuivere bewerkingstijd. In heel veel gevallen zal daarom de seriegrootte slechts een geringe invloed hebben op de doorlooptijd en stelt men dus eenvoudigheidshalve d constant en onafhankelijk van de seriegrootte, dan zien wij, dat de gemiddelde jaarlijkse investering in goederen in bewerking onafhankelijk is van de seriegrootte.

Uit het voorafgaande volgt, dat de totale investering in goederen in bewerking bij een gegeven jaarverbruik recht evenredig varieert met de doorlooptijd, zodat verkorting van de doorlooptijd door beperking van de tijd van tussenopslag een directe invloed heeft op de gemiddelde investering in goederen in bewerking. Een belangrijk argument dus voor een welverzorgde planning van de productie, waardoor de doorlooptijd in vele gevallen kan worden verkort.

Deze formule geeft nog aanleiding tot een andere conclusie nl. dat het, indien dat mogelijk is, van grote betekenis is, om de doorlooptijd van de producten met een hoge kostprijswaarde van het jaarverbruik, zoveel mogelijk te bekorten, ook al moet dat gaan ten koste van een verlening van de doorlooptijd van producten met een lage kostprijswaarde jaarverbruik. Practisch is dat in vele gevallen mogelijk door aan de vermindering van de tijd van tussenopslag van de producten met een hoge kostprijswaarde jaarverbruik (courante en dure producten) bijzondere aandacht te besteden en deze producten dus in versneld tempo door de fabriek te voeren. Men bereikt de optimale voorraadkosten t.a.v. investering in goederen in bewerking, als de doorlooptijd omgekeerd evenredig is aan de kostprijswaarde van het jaarverbruik. Dan zal im-

mers de totale gemiddelde investering in voorraden in bewerking ($d \times \frac{1}{2}$ kostprijs Jaarverbruik) voor alle producten tezamen op het minimum gehandhaafd worden.

Als men dus de doorlooptijd van een product met een kostprijswaarde jaarverbruik van f 100.000,— kan halveren, ten koste van een verdubbeling van de doorlooptijd van een product met een kostprijswaarde jaarverbruik van f 10.000,—, vermindert men de gemiddelde investering in goederen in bewerking.

Zelfs als de versnelling van de doorlooptijd van het eerste product met de factor 2 zou leiden tot vertraging van de doorlooptijd van het tweede product met de factor 5, ontstaat er door de doorvoering van deze maatregel geen schade t.a.v. de kosten verbonden aan de investering in goederen in bewerking. Het is dus belangrijk de goederen met een hoge kostprijswaarde jaarverbruik als een exprestrein door het bedrijf te voeren en de goederen met een lage kostprijs jaarverbruik daarvoor meer het boemeltreintempo te geven.

Als wij dit principe dus zoveel mogelijk toepassen, hetgeen er bij de praktische uitvoering toe zal leiden, dat men in het bedrijf in het algemeen voorrang verleent in de productie-opeenvolging aan de producten met een hoge kostprijswaarde jaarverbruik, behoeven wij ons overigens bij de keuze van de serie-grootte, waarin de verschillende producten worden aangemaakt, niet te bekommeren over de consequenties, die dat zal hebben t.a.v. de investering in goederen in bewerking. Een en ander steeds in de veronderstelling, dat d onafhankelijk is van de seriegrootte.

Ten aanzien van de voorraad gereed product heeft de grootte van de serie echter wel degelijk invloed. Bij een volkomen gelijkmatige aflevering der eindproducten en een economisch goed geplande productie, zal immers steeds een nieuwe productieserie het magazijn gereed product moeten bereiken juist op het moment, waarop het laatste artikel van een vorige serie wordt afgeleverd.

De voorraad gereed product varieert dan tussen 0 en één productieserie en is dus gemiddeld, over het gehele jaar gerekend, te stellen op $\frac{1}{2}$ productieserie. Hieruit volgt dus, dat de investering in gereed product bij een juiste planning direct afhankelijk is en varieert in evenredigheid met de gekozen productieseries.

Gaan wij ook hier na, wat de consequenties zijn van de verdeling van het jaarverbruik over één of meer productieseries, dan krijgen wij een duidelijk overzicht van deze consequenties.

Jaarverbruik wordt geproduceerd in	Productieserie uitgedrukt in % van jaarverbruik	Gem. voorr. uitgedrukt in % van jaarverbruik ($\frac{1}{2}$ prod. serie)	Vershil in gem. voorraad met vorige regel in % v. jaarverbruik
1 serie	100	50	
2 series	50	25	25
3 series	$33\frac{1}{3}$	$16\frac{2}{3}$	$8\frac{1}{3}$
4 series	25	$12\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{6}$
5 series	20	10	$2\frac{1}{2}$
6 series	$16\frac{2}{3}$	$8\frac{1}{3}$	$1\frac{2}{3}$
7 series	$14\frac{2}{7}$	$7\frac{1}{7}$	$1\frac{4}{21}$
8 series	$12\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{4}$	$2\frac{5}{28}$
9 series	$11\frac{1}{9}$	$5\frac{5}{9}$	$2\frac{5}{36}$
10 series	10	5	$\frac{5}{9}$
11 series	$9\frac{1}{11}$	$4\frac{6}{11}$	$\frac{5}{11}$
12 series	$8\frac{1}{3}$	$4\frac{1}{6}$	$2\frac{5}{66}$

Uit deze tabel volgt, dat men door het jaarverbruik in 2 series te verdelen, in plaats van het gehele jaarverbruik in één serie aan te maken, een daling van een gemiddelde voorraad eindproduct bereikt van 50 % van het jaarverbruik tot 25 % van het jaarverbruik (in kostprijs gemeten), maar daar staat tegenover dat men één maal meer de kosten moet maken, die verbonden zijn aan de instelling van de productie op een nieuwe serie. Maakt men maar één serie per jaar, dan komen de instelkosten maar eenmaal voor, gaat men op twee series over dan komen deze kosten 2 × voor. Als dus het verschil in de kosten die verbonden zijn aan de voorraadinvestering bij één productieserie per jaar in vergelijking met die bij twee productieseries per jaar hoger is, dan de kosten van het eenmaal extra instellen, dan verdient het de voorkeur het jaarverbruik over 2 series te verdelen.

Uit de laatste kolom van de tabel kan men nu direct aflezen, dat de gemiddelde voorraad daalt met 25 % van het jaarverbruik als men het jaarverbruik niet in één, maar in twee series aanmaakt. Stellen wij alle kosten die aan het in voorraad houden van eindproducten verbonden zijn op 10 % per jaar (rente, opslag, risicoveroudering, prijsdaling enz.), dan zien wij dus dat wij het jaarverbruik minstens in 2 productieseries moeten splitsen als de instelkosten lager zijn dan 10 % van dit voorraadverschil, dus lager zijn dan $2\frac{1}{2}$ % van de kostprijs van het jaarverbruik. Houden wij deze 10 % (die willekeurig gekozen is) even aan, dan komen wij op basis van dat gegeven tot de volgende cijfers:

Produceer het jaarverbruik in:	Als de instelkosten uitgedrukt in % van de kostprijs van het jaarverbruik liggen tussen	
1 serie	> 2,5 %	
2 series	0.83	2.5
3 series	0.42	0.83
4 series	0.25	0.42
5 series	0.17	0.25
6 series	0.12	0.17
7 series	0.08	0.12
8 series	0.07	0.08
9 series	0.06	0.07
10 series	0.045	0.06
11 series	0.04	0.045
12 series	0.032	0.04

Wij dienen nu nog rekening te houden met het feit, dat de kostprijs van het jaarverbruik ook weer afhankelijk is van het aantal series waarover het jaarverbruik wordt verdeeld. Elke serie brengt immers instelkosten met zich mee. De kostprijs van elke serie is immers opgebouwd uit instelkosten + bewerkingskosten per serie. De gemiddelde voorraad in kostprijs gemeten is dus, op basis van een halve productieserie, eigenlijk:

$$\frac{1}{2} \text{ instelkosten} + \frac{1}{2} \text{ bewerkingskosten.}$$

Als wij dus de verschillen in de gemiddelde voorraadinvestering bij verschillende productieseries bekijken, moeten wij de instelkosten buiten beschouwing laten, omdat de gemiddelde investering in instelkosten per jaar bij elke seriegrootte gelijk is aan $\frac{1}{2}$ instelkosten. De verschillen in de voorraadinvestering gereed product hebben dus alleen betrekking op

de eigenlijke bewerkingskosten (incl. materiaalkosten) dus ongerekend de instelkosten.

Men moet de laatste tabel dus als volgt lezen. Als de instelkosten per productieserie meer bedragen dan $2\frac{1}{2}$ % van de bewerkingskosten van het gehele jaarverbruik, is aanmaak van het jaarverbruik in één serie aan te bevelen.

Men kan de voorafgaande tabel ook zo opstellen (opnieuw uitgaande van 10 % voorraadkosten per jaar), dat men daaruit kan aflezen welk % de instelkosten mogen uitmaken van de productiekosten (excl. instelkosten) per serie. Men moet dan de in de vorige tabel gevonden percentages vermenigvuldigen met het aantal series dat per jaar gemaakt wordt. In de voorafgaande tabel zagen wij dat verdeling van het jaarverbruik over 2 productieseries gewenst is als de instelkosten liggen tussen 0.85 % en 2.5 % van het jaarverbruik, men kan daarvoor ook schrijven: wanneer de instelkosten liggen tussen 1.7 % en 5 % van de productiekosten (excl. instelkosten) van de serie. Het jaarverbruik is immers in dit geval het dubbele van de productieserie.

Voor de andere seriegrootten komt men dan tot de volgende cijfers:

Aantal series waarin het jaar- verbruik moet wor- den aangemaakt	Als de instelkosten in % van productie- kosten per serie (excl. instelkosten) liggen tussen	
1		> 2,5 %
2	1,7 %	5 %
3	1,26	2,55
4	1.—	1,68
5	0,85	1,25
6	0,72	1,02
7	0,56	0,84
8	0,56	0,64
9	0,54	0,60
10	0,45	0,6
11	0,44	0,5
12	0,38	0,48

Hieruit volgt de merkwaardige conclusie, dat aanmaak van de jaarproductie in meer dan 5 series alleen voordeel kan opleveren als de instelkosten liggen beneden 1 % van de overige productiekosten per serie. Van vele producten ligt dat percentage hoger als men bij de berekening van de instelkosten in aanmerking neemt de tijd en kosten van personeel en machine gedurende het instellen, het productieverlies (tijd en materiaal) gedurende de inlooperperiode en de kosten die in totaal verbonden zijn aan het intern transport voor elke productieserie en aan de administratieve en technische voorbereiding en behandeling van elke order (productie-opdracht, productieverantwoording, loonbon, enz.). In de praktijk zal men ook zien, dat men op grond van deze formule het economisch belang van serievergroting veelvuldig kan aantonen.

In de praktijk komt het vaak voor, dat de instelkosten, ook bij seriefabricage, indien deze volledig berekend worden, in de orde van grootte van 5 % van de overige productiekosten bedragen en dat wijst dan op de noodzakelijkheid van een aanzienlijke vergroting der series. Deze cijfers, hetzij hier nogmaals uitdrukkelijk vermeld, gelden alleen als men

de jaarkosten van investering in voorraad gereed product op 10 % van de waarde stelt.

Er kunnen zich ook gevallen voordoen waarbij het voordeel oplevert het verbruik van meer dan één jaar in één productieserie te doen aanmaken. Men kan op dezelfde wijze als hiervoren werd toegepast, dan vaststellen dat één productieserie voor 2 jaar verbruik voordelig is als de instelkosten meer zijn dan 5 % van de overige productiekosten voor een serie gelijk aan het jaarverbruik en dat theoretische productie van 3 jaar verbruik in één serie economisch is als de instelkosten meer zijn dan 10 % van de productiekosten van een serie gelijk aan het jaarverbruik. In het algemeen zullen bij aanmaak van deze hoeveelheden de voorraadrisico's zo groot worden, dat men zich niet meer op 10 % jaarkosten mag baseren en de voren-bedoelde cijfers ondergaan dan natuurlijk een verandering.

Voor de meeste gevallen in de praktijk zal men zien, dat met toepassing van deze formule serievergroting eerder te rechtvaardigen is dan serieverkleining en daar de optimale voorraad hiervoor werd gesteld op gemiddeld $\frac{1}{2}$ productieserie, schijnt het dat de weg van serievergroting leidt tot voorraadverhoging, waartoe de financiële positie van de meeste bedrijven thans zeker geen gelegenheid biedt. In de meeste gevallen zal men echter bij het onderzoek constateren, dat door een onvoldoend bewuste voorraadpolitiek en door gebreken van de productieplanning de werkelijke voorraad aanzienlijk hoger is dan de som van de halve productieseries van alle producten. Merkwaardig is het dan te constateren, dat men veelal ondanks de te hoge voorraden in verschillende artikelen voortdurend vastloopt met de afleveringen van andere artikelen omdat niet het juiste assortiment van producten in voorraad gehouden wordt. Serievergroting en als gevolg daarvan een verhoging van de optimale voorraad, kan dus in bepaalde gevallen zeer wel samengaan met de mogelijkheid van vermindering van de werkelijke voorraad, omdat deze voor bepaalde artikelen belangrijk boven het optimum ligt.

Wij komen op grond van het vorenstaande voor het vereenvoudigde hier gestelde geval tot de volgende algemene conclusies:

1. De bereikbare minimum investering in goederen in bewerking is $d \times \frac{1}{2}$ kostprijs Jaarverbruik. Voor zover de doorlooptijd van verschillende producten wederkerig van elkaar afhankelijk is, wordt het optimum bereikt als de doorlooptijd van de verschillende producten omgekeerd evenredig is aan de kostprijs van het jaarverbruik. De praktische waarde van deze conclusie is, dat men het niveau van de investering in goederen in bewerking kritisch kan beoordelen als kostprijs Jaarverbruik en doorlooptijd bekend zijn, of wel dat men uit kostprijswaarde jaarverbruik en gemiddelde investering goederen in bewerking kan afleiden welke gemiddelde doorlooptijd een product of groep van producten heeft.
2. Indien d onafhankelijk is van de seriegrootte heeft de seriegrootte geen invloed op de gemiddelde investering in goederen in bewerking en wordt dus de keuze van de seriegrootte daardoor niet beïnvloed.
3. Ten aanzien van de kritische beoordeling van de voorraad eindproducten geldt, dat onder de hier veronderstelde omstandigheden van een product geen grotere voorraad mag zijn dan één productieserie en dat de gemiddelde voorraad eindproducten niet hoger mag zijn

dan de helft van de som van de productieseries van alle producten tezamen.

4. De optimale productieserie (het aantal series waarover het jaarverbruik moet worden verdeeld) is op basis van de aangenomen voorraadkosten van 10 % per jaar direct af te lezen uit de vorenstaande tabel en wordt bepaald door de verhouding tussen instelkosten per serie en de bewerkingskosten (excl. instelkosten) van het jaarverbruik, resp. van elke serie.

In een volgend artikel zullen wij nader onder het oog zien in hoeverre deze stellingen worden aangetast als de aflevering niet, zoals in dit artikel verondersteld, gelijkmatig over het jaar verdeeld is, terwijl verder zal worden nagegaan in hoeverre de hier ontwikkelde methode voor de bepaling van productieseries ook opgaat voor bestelseries van producten die van derden worden betrokken.
