

## Ontwikkelingen in de industriële logistiek

**Citation for published version (APA):**

Monhemius, W. (1991). Ontwikkelingen in de industriële logistiek. *Bedrijfskunde : Tijdschrift voor Modern Management*, 62(1), 106-112.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1991

**Document Version:**

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

**Please check the document version of this publication:**

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

**General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

## Ontwikkelingen in de industriële logistiek

In mijn werk heb ik veel aandacht besteed aan toepassing van resultaten van operationele research op logistieke vraagstukken binnen productie-organisaties. In dit artikel kijk ik terug op de ontwikkeling van het logistiek denken in deze eeuw. In deze ontwikkeling onderscheid ik drie perioden, die ik zal aanduiden als de periode van scientific management, management sciences en management engineering. Ik heb dat beeld elders (Monhemius, 1981) in beperkte kring besproken en werk het hier verder uit. Na deze uitwerking geef ik mijn visie op het bedrijfskundig onderwijs in de operationele research. Dit dient zich vooral met vraagstukken van planning en ontwerpen bezig te houden en niet met optimalisatie van theoretische modellen.

### 1. Scientific Management: 1900-1940

De periode waarin de ontwikkeling van logistieke praktijk en theorie werd bepaald door *scientific management* zou ik als grenzen willen geven: 1900 en 1940. Zo dadelijk zal blijken dat zich voor 1940 natuurlijk al voorlopers aandienen van nieuwe ontwikkelingen, en na 1940 loopt de invloed van het verleden door. Als ik aan de periode 1900-1940 denk, dan denk ik aan mensen als F. W. Taylor, H. L.

Gantt, W. E. Camp, F. W. Harris, W. Clark, R. J. Gigli en F. E. Raymond.

Wat Taylor (1903) over planning dacht, staat goed beschreven in 'Shop Management'. Taylor was een man van de praktijk; hij kende het te bestuderen systeem als geen ander; hij had ervaring als uitvoerder in de lijn, van laag tot hoog, en als adviseur. De methoden die hij beschrijft, heeft hij zelf beproefd en toegepast. Taylor vond het unfair om de man aan de bank te prikkelen met 'incentives', in de hoop dat hij zelf initiatief zal nemen om zijn eigen werk te plannen en te zorgen dat hij alles bij elkaar haalt wat hij daarvoor nodig heeft. Management loopt dan zijns inziens weg van haar taak, namelijk het zorgen voor 'standard conditions'. Taylor beschreef deze zorg als: 'The assignment to management of the responsibility for discovering these best ways of performing units of operations, and the further responsibility of planning operations and actually making available at the proper time and place, and in the proper quantity, the materials, tools and instructions required by the workers'. In dit verband kan het woord planning grotendeels of geheel vervangen worden door onze term 'werkvoorbereiding'. Het doel van deze planning is niet (in de eerste plaats) om de goederenstroom te beheersen maar om verspilling te voorkomen. De overheersende gedachte is ook, dat bij een goede voorbereiding alle onzekerheid verdwijnt.

Regeltechnisch beschouwd moet deze stijl van plannen worden aangeduid als sturen ofwel (eenmalig) inrichten. Zoals we nog zullen zien

\* Prof. ir. W. Monhemius was van 1962 tot 1988 hoogleraar aan de faculteit Bedrijfskunde van de Technische Universiteit Eindhoven. Bij zijn afscheid gaf hij een overzicht van de ontwikkelingen in de productie- en voorraadbeheersing. Dit artikel is een bewerking van zijn afscheidsrede (april 1989).

kan eigenlijk niet worden gesproken van regelen.

Taylor voerde een organisatie in met acht functionele bazen; een 'planning room' met daarin vier van de bazen, te weten: de werkvoorbereider, de tariefmaker, de tijdschrijver tevens voortgangsadministrateur, en de 'shop disciplinarian'. De steeds terugkerende gedachte is: de norm moet gehaald worden, de werker moet geholpen worden en opgeleid met dat doel. Dat is ook de bedoeling van de vier typen Gantt-charts, zoals door Clark (1952) beschreven.

Er is niets tegen om onnodige verspilling, onnodige variatie en onnodige onzekerheid te elimineren. Wat ik in de literatuur uit die jaren echter niet aantref is de gedachte: je kunt niet alle variatie elimineren, er blijft altijd variatie over. Die afwijkingen volgen bepaalde wetmatigheden; door die te analyseren en te begrijpen kun je in statistische zin voorspellen, veiligheidsmarges berekenen en hanteren.

In Hijmans (1950) staat een uitvoerige beschrijving van de verschillende soorten planborden en hun toepassing. Planborden van bijna 100 vierkante meter, dus wanden vol, worden vermeld. Wel stelde Hijmans: 'Het heeft geen zin, uit vrees voor onnauwkeurigheid van gegevens achter de feiten aan te lopen. Planning is ook van belang als het "niet uitkomt".' En Hijmans schreef dat signaleren van achterstanden om twee redenen van belang is: in de eerste plaats om oorzaken te zoeken en herhaling te voorkomen, in de tweede plaats om bijtijds de klanten te kunnen waarschuwen dat de beloofde leveringstijd niet zal worden aangehouden.

Ik denk dat een van de meest geraffineerde systemen voor goederenstroombesturing voor complexe producten vóór 1940 het Period Batch Control system (PBC) was. Volgens Burbidge (1962) werd PBC in 1926 ontworpen als een systeem dat wordt toegepast bij het bestellen van onderdelen, die in series gefabriceerd worden voor de assemblage, maar dat ook ge-

schikt is in de meeste andere bestel-situaties. Ik neem aan dat Smith (1978) op PBC en soortgelijke systemen doelt, als hij schrijft: 'MRP I is not new; it has been used for decades'; een oude naam was volgens hem: 'parts explosion'. Inderdaad ging PBC ook uit van een eindmontageprogramma, berekende door explosie de materiaalbehoefte, gebruikte voorlooptijden en verhoogde de bestelling met een toeslag voor uitval en vóór de verwachte vraag naar reserveonderdelen. Het meest interessant is de paragraaf over 'stock adjustment'. Daar komt de aap uit de mouw: 'To make the system work, some buffer stock has to be carried', maar daar wordt juist *niet* aan gerekend. Voor eindprodukten wordt een periodieke correctie ter grootte van het volledige verschil tussen geconstateerde en gewenste voorraad aanbevolen. Een systeem van terugkoppeling dus met een reactietijd van enkele weken tot enkele maanden. Eenmaal per maand werd een berekening gemaakt, uitgaande van een montageplan voor een periode van een maand, die een of meer maanden in de toekomst lag. De naam 'period batch control' werd gebruikt omdat voor alle materialen en onderdelen de bestelserie gelijk was aan de behoefte voor één maand montage.

Voor de voorraadbeheersing van onderdelen werd een keus tussen twee methoden voorgesteld:

- de methode, die tegenwoordig 'netting' heet, maar die in die tijden een dure en bewerkelijke methode was
- een max-minsysteem, waarbij alleen terugkoppeling plaatsvond als de voorraad van een bepaald onderdeel buiten een tolerantiegebied was gekomen. Over de keuze van de onder- en bovengrenzen werd alleen gezegd dat je dat maar zo moest doen, dat slechts in één op de twintig gevallen een bestelhoeveelheid moest worden aangepast.

Men zag dus wel in dat er afwijkingen zijn en dat er onzekerheid is, maar een systematische analyse bleef nog achterwege.

Bij alle genoemde auteurs blijkt niets van opsplitsing van de problematiek naar verschillende wetenschappelijke disciplines; men staat midden in de werkelijkheid van het te besturen systeem en ziet slechts één, ongedeeld, probleem. De oplossing heet: 'gouverner, c'est prévoir' ofwel 'Plan your work, then work your plan'. Of liever: 'you plan their work, than they work your plan'.

## 2. Management Sciences: 1940-1970

Al vóór 1940 zijn er bijdragen die een voorbode zijn van de invloed van de Management Sciences.

Erlang (1909) ontwikkelde de eerste formules voor wachttijden in telefooncentrales; Goudriaan en Cahen (1932) schreven een artikel over een voor die tijd geavanceerd systeem voor voorraadbeheersing en capaciteitsplanning van gloeilampen; voor nogmaals omzien in bewondering is zeker reden. In mijn intrede (Monhemius, 1963) heb ik dit artikel reeds besproken; het is nu, 26 jaar daarna, nog steeds de moeite van het lezen ruimschoots waard. Aan vrijwel alle eisen, die men nu aan een goed bestelsysteem zou stellen, was voldaan.

Het artikel bevat een krachtig pleidooi voor standaardisatie, ter verlaging van veiligheidsvoorraad en seriegrootte; van de ongevoeligheid van de beïnvloedbare kosten voor kleine afwijkingen van de zogenaamde optimale serie wordt bekwaam gebruik gemaakt. Het *werk* was moeilijk, de *resultaten* waren eenvoudig en doorzichtig en makkelijk hanteerbaar. Ten slotte: het besturingssysteem maakte snelle reactie mogelijk, zowel op vraagfluctuaties per type als per capaciteitsgroep. Deze auteurs waren er volledig van doordrongen dat onzekerheid bestaat, dat onzekerheid het wezen is van de markt, haar eigen wetten heeft, en dus kan worden begrepen, voorspeld en bestuurd.

Als derde voorbode van deze periode noem ik Shewhart (1931), die de grondslagen van het

moderne begrip statistische kwaliteitsbeheersing beschreef. Het duurde echter tot in de Tweede Wereldoorlog voordat deze methodiek in aanzienlijke mate toepassing kreeg.

En zo betreden we dan de periode 1940-1970, waarin er sterke invloed was van de verschillende nieuwe *management sciences* die zich ontwikkelden.

De toegepaste statistiek kreeg steeds meer praktische toepassingen, niet alleen in de kwaliteitsbeheersing, maar ook in de tijdstudie en de multimomentopnamen.

De cybernetica, met het accent op de terugkoppeling als besturingstechniek, vond steeds meer aandacht en toepassingen (Wiener, 1948), voortbouwend op de theorie en de toepassingen van het regelen van technische systemen. Het *Industrial Engineering Handboek* (Maynard, 1956) van 1500 bladzijden wijdt in totaal ongeveer 100 bladzijden aan de volgende relevante onderwerpen:

- Production planning and control;
- Inventory control;
- Economic lot size determination;
- Operations research.

Het hoofdstuk *Production planning and control* gaat vooral over procedures en formulieren, nauwelijks over beslissingen; het overzicht van de bestaande werklust wordt als boekhouding behandeld. Op het streven naar laagste kosten wordt herhaaldelijk gehamerd, over leverbetrouwbaarheid wordt nauwelijks gesproken. Het hoofdstuk over Operations research (OR) was, geheel los van het net genoemde hoofdstuk, geschreven door Ferguson en Melden. Dat was voor mij persoonlijk interessant omdat Bob Ferguson een van de eersten was die mij in OR hebben ingewijd.

Ferguson schreef in 1956: 'Actually the experienced manager uses feedback principles without calling them by name. But it took him a long time to get that experience.'

In de periode 1940-1970 zien we vele toepas-

singen van OR-methoden op het gebied van de productie- en voorraadbeheersing. In job-shop-situaties zijn dat vooral problemen van wach-ten en van volgordebepaling, aangepakt langs analytische weg en/of met simulatie.

In de procesindustrie ziet men vooral toepas-singen van mathematische programmering. Bij fabricage van massa en grote series is vooral voorraadtheorie belangrijk.

### 3. Management engineering: 1970-heden

Kortgezegd zie ik deze periode als een periode van integratie en synthese. Tussen theorie en praktijk heeft lange tijd een kloof bestaan. Maar ik geloof dat, althans in Nederland, die kloof nu langzamerhand minder breed en diep wordt. De theorie houdt zich meer bezig met de proble-men waarmee men in de werkelijkheid echt te maken heeft. De praktijk heeft zich gereali-seerd dat planning een vak is, dat je daar een aantal dingen voor moet leren, en dat dat tegenwoordig ook kan.

In 1974 schreef Wagner (1974) nog: '... the production-and-inventory systems designer for the kind of firm that I have described can get only very limited help from the available scientific literature ...' En hij gaf ook een richting voor verbetering aan: systematisch en systemisch ontwerpen van beheersingssystemen. Dat houdt in: eerst structureren, dus de structuur van de verschillende beslissingen en de vorm van de beslissingsregels vastleggen. Pas daarna kan men gaan rekenen om de beste waarde van de voorkomende grootheden te bepalen. Deze aanpak is gevolgd door Wagner zelf, door Werkgroep 63, door werkgroep 1980, en in het raamwerk van Manufacturing Resources Plan-ning (MRP II) Bertrand en Wijngaard (1985) hebben deze aanpak een solide basis gegeven.

Het vorige punt brengt vanzelf mee: geïnte-grieerd besturen van de opeenvolgende trajec-ten van de goederenstroom, van grondstofle-verancier tot de klant van het eindprodukt.

Door de komst van moderne computers en programmatuur konden de oude principes van PBC en 'parts explosion' weer worden opge-pakt; met de computer kon dit alles vaker, bet-ter, sneller en goedkoper. Zo ontstond Material Requirements Planning (MRP I) waarmee, via een deterministische boekhouding van de voorraden in de toekomst, een berekening ge-maakt kan worden van de gedetailleerde be-hoeften per periode per fabricagefase. Door te aggregeren, kun je in een 'bottom-up'-benade-ning de benodigde capaciteit schatten. (Let op: alle beslissingen, bijv. over seriegrootte, veiligheidsvoorraden, doorlooptijden, enz., moeten vooraf zijn genomen).

Dit heeft er mede toe geleid dat in de meeste situaties tegenwoordig mensen *en* computers deel uitmaken van het besturend systeem. Beslissingen nemen en vinden van creatieve oplossingen gebeurt in een netwerk van men-sen; maar dat netwerk wordt ondersteund door een netwerk van kleinere en grotere computers met toebehoren.

De integratie tussen de bijdragen van de ver-schillende wetenschappelijke disciplines neemt ook toe. In de periode 1940-1970 waren die dis-ciplines vrijwel onafhankelijk van elkaar met goederenstroombesturing bezig; dat is nu niet meer zo. Ik kan als argument alleen enkele voorbeelden aanvoeren. Theeuwes en Wort-mann (1985) laten zien hoe de integratie van produktiebeheersing en budgettering kan plaatsvinden. Theeuwes en Wijngaard (1988) betogen dat het bij het ontwerpen van een sys-teem voor produktiebeheersing gaat om de for-mulering van een samenhangend geheel van operationaliseerbare, implementeerbare, bud-getteerbare, kortom organiseerbare beslisfuncties; daarbij is maatwerk gewenst en mogelijk, zowel voor produktiebeheersing als voor kos-tencalculatie en budgettering.

Den Hertog en Wielinga (1978) vergeleken ge-kozen computersystemen voor produktiebestu-ring in vijf bedrijfsmechanisatie-werkplaatsen. Hun centrale thema was de interactie tussen

het informatiesysteem en de organisatie. Een bijzonder leerzame case vind ik het geval door Collins en Whybark (1982) beschreven, waarbij uit een gaming-experiment bleek dat opleiding en training van de planners een belangrijkere factor was dan de keuze tussen 'base stock control' en 'distribution requirements planning'. Brinkman (1989) betoogt dat een integrale benadering, waarin produktontwerp, fabricageprocessen en beheersprocessen gelijktijdig beschouwd worden, nodig is om te komen tot korte doorlooptijden.

Integratie van de beheersing op verschillende aggregatieniveaus van produkt, van capaciteit en van tijd is niet nieuw, maar gebeurt wel steeds bewuster en steeds beter. Er is bijvoorbeeld expliciet aansluiting tussen het denken over structureren van produktie-eenheden en structureren van stuklijsten (waar dat van toepassing is, uiteraard). Onder de naam hiërarchische produktieplanning (HPP) dient zich een moderne uitwerking aan van het idee van de trapsgewijze planning, ondersteund met veel theorie, maar leidend tot een 'top-down'-benadering met eenvoudige resultaten. HPP is een raamwerk, waarbinnen de beperkingen voor de korte horizon-beslissingen worden bepaald, die ontstaan als gevolg van eerder genomen beslissingen met langere looptijd op een hoger aggregatieniveau.

Er is ook integratie van de principes van voorwaartskoppeling en terugkoppeling (zoals dat bij de besturing van technische systemen al langer vanzelfsprekend is). Immers in het patroon van de vraag naar produkten of de behoefte aan onderdelen kunnen, al dan niet op geaggregeerd niveau, componenten worden onderscheiden die goed voorspelbaar zijn. Op die vraagcomponenten kan men anticiperen. Maar omdat er bijna altijd onzekerheid overblijft, soms aanzienlijke onzekerheid, is bijna altijd toevoeging van terugkoppeling in een of andere vorm noodzakelijk.

Het voorgaande betekent ook de mogelijkheid tot synthese, integratie van de genoemde benaderingen HPP, MRP, Kanban en OPT.

De gedetailleerde uitkomsten van MRP I moeten beschouwd worden als een uitstekende voorspelling van de toekomstige behoeften, die als uitgangspunt kan dienen voor het toewijzen van de fabricagecapaciteiten (eerder op hoger niveau vastgesteld) met bijv. technieken als toewijzingsalgoritmen en/of 'runoutlists'. Daardoor kan het probleem van de onzekerheid expliciet en rechtstreeks worden opgelost, grotendeels met inschakeling van reeds bekende statistische methoden. Eén van de voorbeelden van deze integratie is de aanbeveling van Bertrand en Wijngaard (1987) over het gebruik van veiligheidsvoorraden in MRP-systemen. De geaggregeerde capaciteitsplanning levert binnen het HPP-raamwerk het kader waarbinnen de gedetailleerde besturing wordt gerealiseerd met behulp van ofwel MRP I of 'kanban'-technieken. Tegenover systemen die alle beslissingen in één enkel proces proberen te verwerken, wordt als voordeel van HPP genoemd dat de invoering makkelijker en met minder risico verloopt. Een onmiddellijk gevolg is dat wiskundige modellen van deterministische en stochastische aard in samenhang gebruikt moeten worden. Anders gezegd: er begint een integratie te ontstaan van enerzijds opvattingen komend langs de lijn Taylor-Gantt-Gigli-Burbidge-Orlicky en anderzijds opvattingen komend uit de kringen van mensen als Magee-Brown-Holt, Simon-Silver-Meal.

#### **4. Bedrijfskundig onderwijs in de operationele research**

Ik ben altijd van mening geweest, dat operationele research in bedrijfskundige sfeer gezien moet worden als een speciaal aspect van organisatie-onderzoek (voor sommige probleemgebieden een heel belangrijk aspect, soms uitgroeiend tot een speciale vorm). Dat betekent,

dat operationele research een inbreng heeft naast andere disciplines (Monhemius, 1963). De inbreng vanuit OR in het bedrijfskundig curriculum is dan ook te vinden:

- in de eerste plaats als de methodologie van operationele research, binnen een ruimer algemeen kader;
- in de tweede plaats in de vorm van wiskundige methoden en technieken, die als elementen in vele andere colleges zijn opgenomen. Dat gaat soms onder het hoofd Operationele Research, maar veel vaker onder andere namen, zoals Modelbouw, Beheersing Dynamische Processen, Productiebeheersing, Simulatie en Wachtijdproblemen, Onderhoudsbeheersing, Projectbeheer, enz.

Ik meen, dat een aantal principes in dat onderwijs steeds naar voren komt; ik noem er vijf, die ik van groot belang acht.

- Werken met wiskundige modellen is geen doel op zich, het is een middel om inzicht in de realiteit (en daardoor vat erop) te krijgen.
- Operationele research streeft naar een synthese van eventueel verschillende, soms tegenstrijdige doelstellingen, niet naar een compromis.
- Naar de woorden van Sir Charles Goodeve (1957), vereist de wetenschappelijke methode interactie tussen twee delen van de menselijke geest, te weten 'a free-roving imagination' en 'an iron discipline' ofwel modellen bedenken (of kiezen) en modellen toetsen. Het moeilijke punt is steeds weer, dat de rekenende en toetsende technieken makkelijker onderwezen kunnen worden dan het eerste (het creatieve) gedeelte.
- Modellen mogen moeilijk zijn, maar resultaten moeten eenvoudig, doorzichtig en bruikbaar zijn.
- Je mag de probleemhebber nooit als enig antwoord de optimale oplossing voor het model geven; ook inzicht in de gevoeligheid van afwijkingen ervan is wezenlijk. Wie als enige informatie aan zijn cliënt de oplossing

geeft, die zijns inziens de beste is, zonder alternatieven te noemen, is naar mijn mening niet integer bezig.

Dat alles moge fraai klinken, maar Ackoff, een van de grondleggers van de operationele research en een man, die ik zeer bewonder, heeft in 1979 een artikel geschreven onder de titel: 'The Future of Operational Research is Past'. Dat is duidelijke taal. Het werd weliswaar even later gevolgd door een aansluitend artikel 'Resurrecting the Future of Operational Research'. Naar mijn mening komt het betoog van Ackoff in de kern op het volgende neer. Zijn aanvankelijke verwachtingen van OR waren zeer hoog; hij heeft zeer ambitieuze pretenties gehad. Op het gebied van de bedrijfskundige toepassingen geldt eigenlijk dat het begrip OR, zoals Ackoff dat hanteert, vrijwel alles dekt wat wij bedoelen als wij over *bedrijfskunde* spreken. Ackoff constateert nu, dat die ambitieuze pretenties niet door OR zijn waargemaakt. Maar dergelijke pretenties hebben wij ook nooit gehad. Ik wil mijn opvatting graag toelichten aan de hand van twee van Ackoff's punten (voor de overige punten gelden soortgelijke beschouwingen).

Ackoff schrijft:

'There is a greater need for decision-making systems that can learn and adapt quickly and effectively in rapidly changing situations than there is for systems that produce optimal solutions that deteriorate with change'.

Ik geloof dat wij niet echt de hier bedoelde verkeerde weg ingeslagen zijn. Wij zijn ons terdege bewust van het verschil tussen 'solving models' en 'solving problems' en van het belang van gevoeligheidsanalyse.

Nog een citaat:

'Managers are not confronted with problems that are independent of each other, but with dynamic situations that consist of complex systems of changing problems that interact with each other. I call such situations messes.

Messes require holistic treatment (and that requires interaction of a wide variety of disciplines). They cannot be treated effectively by decomposing them analytically into separate problems to which optimal solutions are sought. Managers do not solve problems, they manage messes'.

En daarom, stelt Ackoff, zou OR zich meer moeten richten op 'planning' en 'design'. Welnu, ik meen dat de Eindhovense studenten in de technische bedrijfskunde vooral in de latere jaren van hun studie met deze instelling worden geconfronteerd, misschien wel geïndoctrineerd.

## 5. Slotopmerkingen

In de hiervoor gegeven terugblik op mijn vakgebied zie ik een ontwikkeling van theoretische wiskundig georiënteerde vraagstellingen, naar het ontwerpen van concrete geïntegreerde beheersingssystemen voor de praktijk. De bijdrage van Bedrijfskunde ligt nu juist in de integratie van diverse aspecten bij het ontwerp van logistieke beheersingssystemen. Operations research als tak van de toegepaste wiskunde is een ondersteunende wetenschap voor de bedrijfskunde. Technische Bedrijfskunde is een volwassen ingenieursgebied geworden.

## Literatuur

- Ackoff, R. L., The future of operational research is past, *J. Opl. Res. Soc.*, 30, 2, 1979, pp. 93-104.
- Ackoff, R. L., Resurrecting the future of operational research, *J. Opl. Res. Soc.*, 30, 3, 1979, pp. 189-199.
- Bertrand, J. W. M. en J. Wijngaard, De structuur van productiebeheersingssystemen, *Informatie*, 27, 1985, blz. 342.
- Bertrand, J. W. M. en J. Wijngaard, Het gebruik van veiligheidsvoorraden in MRP-systemen, *Bedrijfskunde*, 59, nr. 4, 1987, blz. 378.
- Brinkman, C., *Flexibiliteit: beheersprocessen en procesbeheersing*, Proefschrift Technische Universiteit Eindhoven, 1989.
- Burbidge, J. L., *The principles of production control*, MacDonald & Evans Ltd., London, 1962.
- Clark, W., *De Gantt-kaart* (eerste uitgave in het Engels in 1922), H. E. Stenfert Kroese NV, Leiden, 1952.
- Collins, R. S. en D. C. Whybark, Coordinating manufacturing and distribution activities, *Imede working paper 1*, Euro V – TIMS XXV, Lausanne, 1982.
- Erlang, A. K., The theory of probabilities and telephone conversations, *Nyt tidsskrift for Matematik B*, 20, 1909, blz. 33.
- Goodeve, C. F., The 'Schietific Method', *Proceedings of the First Intern. Conf. on O.R. London*, The English Universities Press Ltd., 1957.
- Goudriaan, J. en J. F. Cahen, Turnover-speed of stocks, *Proceedings of the CIOS Congress*, Amsterdam, 1932.
- Hertog, J. F. den, en C. Wielenga, The computer as an ink blottest, *Philips interne publikatie ISA-R/Sociale Zaken- Onderzoek*, 1978.
- Hijmans, E. en E. Hijmans, *Hoofddijnen der toegepaste organisatie*, A. E. Kluwer, Deventer, 1950.
- Maynard, H. B. (ed.), *Industrial Engineering Handbook*, McGraw-Hill Book Comp., Inc., New York, 1956.
- Monhemius, W., De rol van de wiskunde als hulpwetenschap voor de bedrijfskunde. Intreerede Eindhoven, 1963.
- Monhemius, W., Some trends in the development of production and inventory control systems. Hoofdstuk uit: P. Falster en A. Rolstadås (editors), *Production Management Systems*, North Holland Publishing Company, Amsterdam, 1981.
- Monhemius, W., Nogmaals de Wiskunde als ondersteunende wetenschap voor de Bedrijfskunde, Afscheidsrede faculteit Bedrijfskunde, Technische Universiteit Eindhoven, 1989.
- Shewhart, W. A., *Economic control of quality of manufactured product*, Van Nostrand Comp., New York, 1931.
- Smith, D. J., Material requirements planning, hoofdstuk 11, uit: A. C. Hax. (ed.), *Studies in Operations Management*, North Holland Publishing Co., Amsterdam, 1978.
- Taylor, F. W., *Shop Management*, 1903 (opnieuw gedrukt als onderdeel van *Scientific Management*), Harper & Brothers Publishers, New York, 1947.
- Theeuwes, J. A. M. en J. C. Wortmann, Integratie van productiebeheersing en budgettering, *Bedrijfskunde*, 57, nr. 2, 1985, blz. 144.
- Theeuwes, J. A. M. en J. Wijngaard, Maatwerk of confectie bij productieplanning en -beheersing, *De Ingenieur*, nr. 3, 1988, blz. 46.
- Wagner, H. M., The design of production and inventory systems for multifacility and multiwarehouse companies, *Operations Research*, 22, nr. 2, 1974, blz. 278.
- Wiener, N., *Cybernetics*, John Wiley, New York, 1948.