COMPUTERTOEPASSINGEN EN COMPUTERCONFIGURATIE

door Dr. Th. J. Steenbergen

Inleiding

De criteria die bij de keuze van een computer van belang zijn hebben de laatste jaren veel aandacht gekregen¹⁾. Naast de hardware-, de commerciële- en de servicefactoren, zijn daarbij steeds meer de software-aspekten op de voorgrond getreden. Aan richtlijnen voor de samenstelling van een computerconfiguratie, de zgn. „hardware-mix”, werd echter minder aandacht besteed, hoewel het configuratieve aspekt van een computerkeuze van minstens even groot belang als de software is.

Het bedrijf dat voor de eerste maal tot aanschaf of huur van een computer wenst over te gaan, zal in de regel geen competente computerstaf hebben. Daardoor wordt een zo zuiver mogelijke rationele afweging van de voor- en nadelen van elk computertype voor het betreffende bedrijf tot een vrome wens, tenzij het bedrijf zich hierin laat bijstaan door een ter zake kundig extern adviseur.

In vele gevallen kiest de aanstaande computergebruiker dan ook in wezen geen computer(type), maar een computerleverancier waarin hij vertrouwen stelt. En aangezien de ongeveer tien computerleveranciers die de Nederlandse markt beheersen geen inferieure apparatuur verkopen, is tegen een dergelijke oplossing van het keuze-probleem weinig in te brengen. De staf van de leverancier zal dan de meest geëigende configuratie voor het betreffende bedrijf moeten bepalen.

Hierbij treedt echter een moeilijkheid op! De leverancier is geneigd om uit concurrentie-overwegingen zowel de samenstelling van de configuratie als de capaciteit van de afzonderlijke eenheden zo krap mogelijk vast te stellen. Over het algemeen houdt de leverancier ook te weinig rekening met hetgeen het bedrijf wil realiseren in de eerstkomende vijf tot tien jaar en de aangeboden apparatuur zal daarop te weinig afgestemd zijn.

Het is daarom de taak van hen die zich in het bedrijf met de voorbereiding rond de computer bezighouden, om juist deze afstemming tussen toepassingen en configuratie scherp in het oog te houden. Ook al is de computer van de derde generatie gemakkelijk uitbreidbaar geworden (standard interface), daarom is dit nog geen argument om voorlopig genoegen te nemen met een beperkte configuratie.

Afgezien van de moeilijkheden die dit voor de programmering en verwerking tot gevolg kan hebben, is een uitbreiding van de apparatuur op een later tijdstip niet zonder problemen. Enerzijds, door de relatief lange levertijd van de toe te voegen „hardware”, anderzijds, door de begrijpelijke weerstand van de leiding om de kostbare apparatuur reeds na enkele jaren uit te breiden, tenzij dit met voorbedachte rade geschiedt.

Het komt ons daarom gewenst voor, om te trachten zekere richtlijnen te ontwikkelen die bij de samenstelling van een computerconfiguratie gehanteerd kunnen worden. Uitgangspunt voor deze poging is onze overtuiging, gegroeid uit een jarenlange ervaring met computertoepassingen, dat elke computerconfiguratie in beginsel bepaald moet worden door de projecten die men daarmee wil realiseren. Gezien de grote diversiteit van deze projecten lijkt het, a prima vista, niet mogelijk om tot duidelijke richtlijnen te komen. Toch is dit ons inziens mogelijk door de

¹⁾ Een uitstekend artikel hierover is: U. K. G. Duyne: Computerkeuze - Factoren en Criteria; deel I, Informatie, jrg. 8, nr. 1 (febr. 1966); deel II, informatie, jrg. 8, nr. 3 (maart 1966).

computertoepassingen globaal in enkele categorieën in te delen waaruit dan de meest geëigende configuratie naar voren moet komen.

De Toepassingsgebieden

Teneinde een relatie tussen computertoepassingen en computerconfiguratie te kunnen leggen, is het noodzakelijk om de computertoepassingen in enkele globale categorieën in te delen. Dit kan vanuit verschillende gezichtshoeken geschieden.

A. C. de Paula deelt computertoepassingen in 5 grondtypen in. Elk type voegt een nieuwe dimensie aan het voorgaande type toe en tezamen representeren zij de stijgende ontwikkeling in het computergebruik²⁾. Deze 5 grondtypen zijn:

- Type I, or Book-keeping Application
- Type II, or Individual Control Application
- Type III, or Management Control Application
- Type IV, or Planning and Optimization Application
- Type V, or Fully Integrated Application

Een dergelijke indeling, hoe interessant ook voor ons inzicht in de toepassingsmogelijkheden van de computer, geeft onvoldoende aanwijzingen voor de samenstelling van de noodzakelijke configuratie. Het enige wat hieruit, configuratief, valt af te leiden is de ontwikkeling van kaartcomputer (type I) naar computer met willekeurig toegankelijk geheugen (type V).

W. Heilmann geeft in een artikel over de toepassing van een computer ten behoeve van de productiebeheersing³⁾ een practischer indeling van computertoepassingen. Uitgaande van twee aspecten die hij voor elke toepassing van belang acht, t.w. complexiteit en frekwentie, komt *Heilmann* tot een indeling in 4 categorieën van toepassingen die betrekking hebben op productiebeheersing in ruimere zin:

- Fertigungsauswertung (Komplexität: gering; Frequenz: niedrig)
- Fertigungsvorbereitung (Komplexität: gering; Frequenz: hoch)
- Fertigungsplanung (Komplexität: gross; Frequenz: niedrig)
- Fertigungssteuerung (Komplexität: gross; Frequenz: hoch)

N.B. Onder complexiteit van een toepassing verstaat *Heilmann* de moeilijkheidsgraad (Grad der Schwierigkeit) ervan en zijn vervlechting met andere toepassingen. Hoe meer „vertakkingen” in het programma noodzakelijk zijn, des te groter de moeilijkheidsgraad. Deze is dus gerelateerd aan de mate van integratie van de toepassing met andere gebieden.

Onder de frekwentie van een toepassing wordt verstaan het aantal runs binnen een bepaalde periode.

Heilmann's indeling heeft het voordeel dat de door hem gehanteerde parameters, complexiteit en frekwentie, in relatie met elkaar een indicatie geven van de benodigde configuratie.

²⁾ A. C. de Paula: The use of computers in business information processing; Maandblad voor Accountancy en Bedrijfs huishoudkunde, jrg. 40, nr. 1 (jan. 1966) pp. 11 e.v.

³⁾ W. Heilmann: Elektronische Fertigungsregelung, A.D.L. - Nachrichten, Heft 35, 1965 pp. 383 e.v.

Wij hebben getracht de relatie toepassing-configuratie door middel van een gelijksoortige indeling als door *Heilmann* gehanteerd in onderstaande tabel vast te leggen, echter voor een ruimer gebied dan alleen produktiebeheersing. Daarbij hebben wij het begrip complexiteit vervangen door de ons inziens duidelijker term „integratiegraad”, waarmee wij de mate van vervlechting van de betreffende toepassingen met andere gebieden bedoelen. De wetenschappelijke en technische berekeningen hebben wij niet in de tabel opgenomen, omdat deze toepassingen vooral van invloed zijn op de centrale verwerkingseenheid (grootte van het werkgeheugen, drijvende komma, e.d.) en niet zozeer op de aangekoppelde geheugens.

DE RELATIE TUSSEN COMPUTERTOEPASSINGEN EN COMPUTERCONFIGURATIE

	<i>Frekwentie v/d verwerking</i> laag	hoog
<i>Integratie- graad v/d Toepassing</i> laag	I. Administratieve Toepassingen (industriële sector) <ul style="list-style-type: none"> . Loon- en salarisberekeningen . Voorraadadministratie . Verkoopoverzichten . Fakturering . Boekhoudkundige toepassingen, zoals: debiteuren- en crediteurenadministratie, etc. 	Ia. Administratieve Toepassingen (dienstenverlenende sector) <ul style="list-style-type: none"> . Debiteuren en crediteurenadministraties (banken, inkooporganisaties, etc.) . Fakturering (postorderbedrijven, handelsverenigingen, etc.) . Voorraadadministraties (grossiers, warenhuizen, etc.) . Administraties van ziekenfondsen, levensverzekeringsmaatschappijen overheidsinstanties, etc.
hoog	II. Bedrijfseconom(etr)ische Toepassingen <ul style="list-style-type: none"> . Productievoorbereiding (optimaal grondstofgebruik, explosie van stuklijsten) . Planningssystemen (netwerkplanning, legpuzzelplanning, etc.) . Materiaalbeheersingssystemen . Andere Operations Research toepassingen 	III. Gesloten beheersings(besturings)systemen <ul style="list-style-type: none"> . Produktie- en voorraadbeheersing . Procesbesturing (chemische industrie, etc.) . Teleprocessing systemen (luchtvaartreserveringssysteem, etc.) . Besturingssystemen voor grote computerconfiguraties

I. De administratieve toepassingen in de industriële sector zijn meestal van eenvoudige aard: bij- en afboekingen, simpele berekeningen, elementaire beslissingsregels. De voorbeelden in de tabel spreken voor zichzelf. Deze toepassingen kunnen los van elkaar geëntameerd en verwerkt worden, de frekwentie van de verwerkingen is laag en de bestanden zijn betrekkelijk klein. Seriegewijze en volgtijdelijke verwerking is hier regel.

Deze administratieve toepassingen waren in het verleden, en ook thans nog, één van de belangrijkste toepassinggebieden van de conventionele ponskaart-apparatuur (Unit record).

Indien voor deze toepassingen een computer wordt ingeschakeld, zal men met een kleine ponskaartcomputer (card processor) genoeg kunnen nemen.

Ia. De administratieve toepassingen in de dienstenverlenende sector wijken af van die in de industriële bedrijven. De bestanden zijn er in de regel groter, evenals de frekwentie van de verwerkingen. Hoewel de toepassingen op zich-

zelf niet complex behoeven te zijn, d.w.z. niet sterk geïntegreerd met andere toepassingen, maken het grote bestand tezamen met de grote frekwentie en volume van de verwerkingen de inschakeling van een computer aantrekkelijk.

Ook hier is een seriegewijze en volgtijdelijke verwerking regel. De inschakeling van een magneetbandcomputer ligt dan ook voor de hand, mede door het grote belang dat dienstverlenende bedrijven aan de historische vastlegging van gegevens hechten. In de toekomst zullen de willekeurig toegankelijke geheugens in deze sector echter meer toepassing vinden, vooral als de mutatiegraad van de bestanden laag is (strip- of magneetkaartgeheugens). N.B. Bij het cargadoorsbedrijf is de historiciteit van de operationele data niet van cruciaal belang. Een uitzonderlijke situatie in de dienstverlenende sector.

- II. De bedrijfseconom(etr)ische toepassingen vormen de tweede fase in de ontwikkeling van het computergebruik. Dit zijn de meer geavanceerde toepassingen waar de meeste bedrijven in Nederland nog niet aan toe zijn. Inherent aan deze toepassingen is de grotere vervlechting met andere gebieden in het bedrijf. De frekwentie van de verwerkingen is echter meestal niet groot.

Ook in deze „open” systemen is seriegewijze en volgtijdelijke verwerking in wezen mogelijk, doch niet altijd even efficiënt. Dit gevoegd bij de grotere integratiegraad van deze toepassingen en de vrij hoge mutatiegraad van de bestanden maakt inschakeling van een computer met willekeurig toegankelijk geheugen gewenst.

Een computer met schijfengeheugen verdient voorkeur.

- III. De meest geavanceerde computertoepassingen zijn min of meer gesloten beheersings(besturings)systemen. Hiertoe rekenen wij niet alleen de produktiebeheersings-, procesbesturings- en teleprocessingsystemen, maar ook de besturingssystemen (operating systems) voor grote computerconfiguraties.

Voor deze systemen is simultane verwerking noodzakelijk. Het zijn in wezen toepassingen die een willekeurig toegankelijk geheugen nodig maken, d.w.z. een computer met schijven en/of trommelgeheugens.

De Configuratie

In het bovenstaande is getracht de toepassingen te maken tot criteria voor de keuze tussen kaart-, magneetband- en schijvencomputer. Het ging er dus om een keuze te maken tussen de diverse aangekoppelde geheugens. Het zijn vooral de aangekoppelde geheugens die sterk toepassingsgebonden zijn. Bij andere randapparatuur - zoals de kaartlees- en ponseenheid, de afdrukeenheid en de console-schrijfmachine - is dat in mindere mate het geval. De keuze van deze apparatuur laten wij dan ook buiten onze beschouwing, omdat zij geen grote moeilijkheden met zich brengt.

Ook de keuze van de geavanceerde in- en uitvoereenheden - zoals optische leeseenheid, beeldeenheid en audio-antwoordeenheid, om slechts enkele te noemen - betrekken wij niet in ons keuzeprobleem. Voor de meeste computergebruikers is deze groep van geavanceerde apparatuur (nog) niet interessant. Bovendien zijn zij zo toepassingsgericht, dat zij bij de samenstelling van de configuratie voor zichzelf spreken.

Aangekoppelde geheugens (magneetband, schijven, trommels, magneetkaarten)

zijn het gevolg van de kostbaarheid van kernengeheugens. Als de kernengeheugens goedkoop genoeg waren om massaal aangewend te worden, zouden de andere geheugentypen slechts in zeer beperkte mate ingeschakeld worden. Waarschijnlijk alleen als opslaggeheugens, waarvoor vooral magneetbanden en stripgeheugens in aanmerking zouden komen. Kernengeheugens zijn snel, willekeurig toegankelijk, betrouwbaar en bedrijfszeker, alle andere hulpgeheugens bezitten deze eigenschappen slechts ten dele of niet in dezelfde mate. Hoe sneller en flexibeler willekeurig toegankelijke geheugens worden (schijvenpakketten, strippakketten), hoe meer zij - ceteris paribus - de magneetbanden zullen terugdringen, omdat deze laatste alleen geschikt zijn voor seriegewijze verwerking van gegevens.

Binnen de willekeurig toegankelijke geheugens zag men een ontwikkeling van trommel naar schijven en schijvenpakketten. Het zijn vooral de schijvenpakketten geweest die de doorbraak van magneetband naar schijven bewerkstelligd hebben, door de groter flexibiliteit die zij op het vaste schijvengeheugen voor hebben. Hoewel de stripgeheugens door hun langere toegangstijd dan schijven nog niet veel toepassing hebben gevonden, zou het niet ondenkbaar zijn dat de stripgeheugens de schijvengeheugens in de toekomst zouden kunnen evenaren. Daartoe zal hun toegangstijd echter onder de 100 milliseconde moeten dalen en het prijsverschil niet al te groot zijn. De enorme opslagcapaciteit van het stripgeheugen bezit een grote aantrekkelijkheid voor bedrijven en instellingen met grote bestanden.

Een meer exacte methode als hulpmiddel voor de selectie van willekeurig toegankelijk aangekoppelde geheugens werd door Florkowski, Kusnick en LaMaire ontwikkeld⁴). Deze auteurs beschrijven in een artikel genaamd: 'How to select random access storage devices', een vergelijkingsmethode t.b.v. de keuze tussen strip-, schijven-, trommel- en kernengeheugens.

Om te komen tot de vaststelling van de meest economische geheugeneenheid bij een bepaald prestatieniveau, gaan de auteurs uit van twee groepen van parameters, te weten de parameters van willekeurig toegankelijke aangekoppelde geheugens en hun afgeleiden en de parameters van de toepassingen en hun afgeleiden.

A. De *parameters van de geheugeneenheden* zijn:

- 1 Capacity = effectief beschikbare geheugencapaciteit in bytes.
- 2 Throughput = het gemiddeld aantal records van bepaalde lengte, dat per seconde effectief gelezen of geschreven kan worden (in random access mode).
- 3 Costs = huurkosten per maand.
- 4 Record length = 160 bytes in diagram 1 en een variabele recordlengte van 160 tot 910 bytes per record in diagram 2.

a. De *afgeleiden* van de parameters van de geheugeneenheden zijn:

- 1 Turnover time of a device = de tijd nodig om alle records in het geheugen te schrijven of daaruit te lezen (in random access mode).
- 2 Statische geheugenkosten = huurkosten van de geheugeneenheid, zonder besturingseenheid en kanalen, betrokken op één byte:

⁴) J. H. Florkowski, A. A. Kusnick & O. R. LaMaire: How to select random access storage devices; Control Engineering, Jan. 1966, pp. 91 e.v.

$$C_s = \frac{R_s}{V}.$$

C_s = statische geheugenkosten in guldens per maand per byte.

R_s = maandhuur in guldens per maand.

V = effectief beschikbare geheugencapaciteit in bytes.

3 Dynamische geheugenkosten = statische geheugenkosten vermeerderd met de kosten voor besturing en de kanalen:

$$C_{dn} = \frac{nR_s + R_d}{nV} = C_s + \frac{R_d}{nV}.$$

C_{dn} = dynamische geheugenkosten in guldens per maand per byte.

R_d = maandhuur van de besturingseenheid en kanalen in guldens per maand.

n = aantal eenheden per besturingseenheid en per kanaal.

B. De parameters van de toepassing zijn:

- 1 Volume = aantal records vermenigvuldigd met de recordlengte.
- 2 Activity = tijdsinterval tussen het gebruik van de individuele records, of frequentie van het gebruik van een record (bijvoorbeeld: elk half uur of twee maal per uur).
- 3 Response time = informatievertraging⁵⁾, dat wil zeggen het tijdsinterval tussen de vraag naar informatie en het voldoen aan die vraag.
- 4 Value of storing data = waarde van de direct toegankelijke informatie voor de gebruiker.

b. De afgeleiden van de parameters van de toepassing zijn:

- 1 Turnover time of a record = gemiddelde tijd die verstreken is tussen het gebruik van een record. Indien de activiteit wordt uitgedrukt in de tijd tussen het gebruik van een record, dan is dit de mutatie-tijd van de records. Indien de activiteit wordt uitgedrukt als een frequentie van het gebruik, dan is mutatie-tijd het omgekeerde van de mutatiefrequentie. Indien de activiteit vastgesteld moet worden door analyse van een bestand, dan wordt de mutatie-tijd van een record als volgt bepaald:

$$t = \frac{v}{ak}.$$

t = mutatie-tijd van de gegevens in seconden.

v = hoeveelheid op te bergen gegevens in bytes.

a = mutatiefrequentie van het record in seconden.

k = recordlengte in bytes.

⁵⁾ Zie: Th. J. Steenberg: De invloed van de automatisering op het bedrijf; H. E. Stenfert Kroese, 1960, p. 47 e.v. en bijlage I.

2 Data storage value

= de geheugenwaarde voor de gebruiker betrokken op de geheugengrootte.

$$c = \frac{r}{v}.$$

c = waarde voor de gebruiker in guldens per maand per byte.

r = waarde voor de gebruiker in guldens per maand.

v = hoeveelheid op te bergen gegevens in bytes.

Aan de hand van deze twee groepen parameters en hun afgeleiden ontwikkelen Florkowski c.s. twee vergelijkingsdiagrammen die aantonen welk aangekoppeld, willekeurig toegankelijk geheugen het meest economisch is bij een bepaald prestatieniveau (zie fig. 1 en 2).

Prestatie (performance) wordt daarbij gedefinieerd als de reciproke van de „turnover time”, d.i. de tijd nodig voor het inschrijven of uitlezen van alle records (in random access mode).

Deze „turnover time” (T) wordt voor *willekeurig toegankelijke geheugens* - met uitzondering van de kernengeheugens - aldus berekend:

$$T = \frac{V}{AK}.$$

T = *turnover time* in seconds.

V = *capacity* in bytes.

A = *throughput* in records per second.

K = *record length* in bytes.

De „turnover time” voor *kernengeheugens* is *onafhankelijk* van de recordlengte en wordt als volgt berekend:

$$T = \frac{VY}{Lf}.$$

Y = cycle time v/h kernengeheugen in sec.

L = hoeveelheid ingebrachte bytes per cycle time.

f = benuttingsfactor van het geheugen.

Prestatie als reciproke van de „turnover time” wordt dus voor willekeurig toegankelijke geheugens (uitgezonderd kernengeheugens):

$$\text{Performance} = \frac{1}{T} = \frac{AK}{V}.$$

Fig. 1 toont een vergelijkingsdiagram voor de diverse soorten aangekoppelde, willekeurig toegankelijke geheugens. De recordlengte is hierbij constant gehouden, nl. 160 bytes per record. Op de Y-as is de capaciteit van de externe geheugens in megabytes uitgezet, op de X-as de prestatie van de verschillende eenheden.

Nu kan de prestatie van een willekeurig toegankelijk geheugen vergroot respectievelijk verkleind worden, door beneden de maximum capaciteit (V) respectievelijk minder dan de maximum „throughput” (A) te benutten.

Als: α = benuttingsfactor van de „throughput” van de geheugeneenheid ($\alpha = 0$ tot 1),

**DEVICE CAPABILITY GRAPHS SHOWING MOST ECONOMICAL DEVICE FOR DATA STORAGE REQUIREMENTS
AT SPECIFIED PERFORMANCE LEVEL.**

J. H. Florkowski, A. A. Kusnick, & O. R. La Maire: How to Select Random Access Storage Devices (Control Engineering, Jan. 1966).

Fig. 1

β = benuttingsfactor van de capaciteit van de geheugeneenheid
 ($\beta = 0$ tot 1),

wordt de prestatieformule ten slotte aldus:

$$\text{Performance} = \frac{1}{T} = \frac{\alpha AK}{\beta V}.$$

Wij merkten reeds op, dat een *verhoging* van de prestatie slechts bereikt wordt door een vermindering van de benutbare (effectieve) geheugencapaciteit. In fig. 1 en 2 zien wij dientengevolge een vermindering van de geheugencapaciteit per aangekoppeld geheugen (dalende lijn met een hoek van 45°) gepaard gaan met een verhoging van de prestatie. Wat in het diagram niet tot uitdrukking komt is de stijging van de dynamische kosten met dezelfde factor als gevolg van deze manipulatie. Een *vermindering* van de prestatie wordt door een vermindering van de „throughput” tot stand gebracht. De benutbare geheugencapaciteit verandert hierdoor niet. Dit wordt in de diagrammen getoond door een horizontale lijn naar links vanuit de oorspronkelijke capaciteitswaarde.

In fig. 2 is de recordlengte variabel gesteld, nl. van 160 tot 910 bytes per record. De recordlengte wordt hierbij beschouwd als een onafhankelijk variabele in de prestatiefactor ($\frac{1}{KT}$).

De verticale lijnen op de X-as representeren bepaalde eisen gesteld aan het aan te koppelen geheugen. Lijn 1 bijvoorbeeld, betekent dat een eis gesteld is om een bepaald volume gegevens (hier: 10 megabytes) te kunnen opslaan met behoud van een bepaalde toegankelijkheid per seconde per megabyte.

De begrenzingen van de „geheugengebieden” in beide diagrammen worden gevonden door de volgende stappen te ondernemen:

- 1 Specificeer het totale aantal bytes nodig voor een bepaalde gegevensopslag en de recordlengte.
- 2 Bepaal de hoogste en laagste prestatiewaarde waaraan deze gegevensopslag moet voldoen.
- 3 Bereken de dynamische opslagkosten voor elk geheugentype dat aan de gegevensopslag bij een bepaalde prestatiegraad voldoet.
- 4 Kies het meest economische geheugentype voor elk prestatiepunt.
- 5 Herhaal deze stappen tot de geheugengebieden zijn bepaald.

Het zou te ver voeren om nog uitvoeriger op deze vergelijkingsmethode in te gaan. Voor een verdere bestudering van deze methodiek verwijzen wij naar het zeer lezenswaardige artikel van Florkowski c.s.⁴⁾. De door deze auteurs geïntroduceerde vergelijkingsmethode heeft echter als nadeel, dat hij nogal gecompliceerd is. Bovendien bevatten enkele parameters en hun afgeleiden schattingselementen, waardoor de objectiviteit van deze „clinische” vergelijkingsmethode voor een deel teloor gaat. Overigens is deze methode zeer wel bruikbaar en bijzonder instructief door de duidelijk gestelde onderlinge verbanden.

Vooraf een methode voor toepassingen met zeer grote gegevensopslag.

Andere factoren die de configuratie beïnvloeden

Deze beschouwing over aangekoppelde geheugens heeft ten doel de indruk weg

te nemen, dat de keuze van de configuratie alleen met behulp van de toepassings-tabel genomen zou kunnen worden. Naast de toepassingen, de ons inziens van cruciaal belang blijven, spelen nog andere factoren een belangrijke rol bij de vaststelling van een computerconfiguratie:

- Het begrip *mutatiegraad*⁶⁾ is in deze beschouwing reeds enkele malen gevallen. Met deze term bedoelen wij dat deel van een bestand dat per run gemuteerd wordt. De mutatiegraad nu zal - naast de frekwentie van de verwerking en integratiegraad van de toepassing - ook van invloed zijn op de keuze van de externe geheugens. Is de mutatiegraad van een bestand namelijk groot - laten wij zeggen hoger dan 50 % - dan is magneetband zeer geschikt, omdat de hoge verwerkingsnelheid van magneetband gepaard aan de hoge mutatiegraad van het bestand de nadelen van seriegewijze verwerking compenseren. Bij een lagere mutatiegraad worden de mogelijkheden van schijven aantrekkelijk en is de mutatiegraad laag, zeg 5 % of minder, dan wordt een stripgeheugen interessant. Dit alles uiteraard bekeken in het licht van de huidige technische ontwikkeling en prijsverhoudingen.
- Ook de *prijsverhoudingen* beïnvloeden de keuze. Het gaat hierbij echter niet om de prijsverschillen tussen twee eenheden, maar om de prijsverschillen tussen de voor de betreffende verwerking noodzakelijke groepen van externe geheugens. Het heeft bijvoorbeeld totaal geen zin om het prijsverschil tussen één magneetbandeenheid en één schijveneenheden te vergelijken, wel het prijsverschil tussen 3 of 4 magneetbandeenheden en één of meer eenheden met verwisselbare schijvenpakketten.

Hoe goedkoper de willekeurig toegankelijk geheugens worden, dès te meer zullen zij door hun grotere mogelijkheden worden ingezet. Vaak ook voor die toepassingen waarvoor een willekeurig toegankelijk geheugen niet strikt noodzakelijk is.

- De keuze van een *besturingssysteem* (operating system) heeft eveneens consequenties voor de configuratie. Tape operating systems, disc operating systems en tape/disc operating systems - de benamingen geven reeds een duidelijke aanduiding - stellen hun eigen eisen aan de samenstelling van de configuratie en zullen daarom terdege onderzocht moeten worden op dit aspect.

Het ware echter bepaald onjuist om uit het voorgaande te concluderen, dat er alleen een „of-of” alternatief in de externe geheugens mogelijk is. Een combinatie van magneetbandeenheden en willekeurig toegankelijke geheugens is in menig geval niet alleen mogelijk, maar zal ook de beste oplossing voor een toepassing verschaffen. Deze combinatie moet niet het resultaat van een compromis zijn, maar voortkomen uit een bewuste afweging van de voordelen van de diverse aangekoppelde geheugens.

Samenvatting

Om tot een juiste configuratie te komen zal men als volgt te werk moeten gaan:

- aan de hand van de toepassingstabel stelt men vast welke externe geheugens men in beginsel zou moeten hebben.
- de benodigde in- en uitvoereenheden zal men in de regel zonder veel moeite uit

⁶⁾ Mutatiegraad wordt ook wel aktiviteitsgraad genoemd.

de toepassingen kunnen halen. Bijvoorbeeld: voor administratieve toepassingen van dienstverlenende bedrijven kiezen men snelle kaartlees- en ponsseenheden en snelle printer; voor bedrijfseconom(etr)ische toepassingen daarentegen hoeft de printer niet zo snel te zijn, etc.

- vervolgens wordt aan de hand van:
 - de grootte van de bestanden
 - de mutatiegraad van de bestanden
 - de prijsverhoudingen tussen de verschillende zinvolle groepen van externe geheugens
 - het gekozen besturingssysteem

afgewogen, hoe de configuratie zal moeten uitvallen, waarbij uiteraard een combinatie van de verschillende externe geheugens tot de mogelijkheden moet worden gerekend.

In het verleden heeft men de toepassing aangepast aan de beschikbare apparatuur. De snelle technische ontwikkeling heeft het thans mogelijk gemaakt de computer-configuratie af te stemmen op de *toepassingen* die men wenst te realiseren.