

Bedrijfsgrootte en de diffusie van automatisering

DR. B. NOOTEBOOM*

Er mag worden verwacht dat vooral de grotere bedrijven een groot deel van hun activiteiten automatiseren. De reden is dat de omvang van de te automatiseren activiteiten, zoals het verzamelen en verwerken van gegevens over verkopen, klanten, lonen en salarissen, concurrentiepositie enz., positief samenhangen met de bedrijfsgrootte. In dit artikel onderzoekt de auteur het verband tussen automatisering en bedrijfsgrootte in de detailhandel. Hij gebruikt daartoe een eenvoudig wiskundig model en gegevens uit een telefonische enquête onder 1.000 zelfstandige detaillisten in verschillende branches. Zijn conclusie is dat ook in de detailhandel inderdaad de automatiseringsgraad met de bedrijfsgrootte toeneemt. Dit betekent dat de achterstand van kleinere bedrijven op automatiseringsgebied niet toe te schrijven is aan computerangst of falend management; de bedrijfsleiding gaat juist rationeel te werk.

Inleiding

Zijn kleine bedrijven trager met de invoering van automatisering dan grote bedrijven? Voor de zelfstandige detailhandel in Nederland werd op deze vraag een antwoord gegeven op basis van een telefonische enquête onder 1.000 zelfstandige detaillisten in verschillende branches. De enquête werd verricht in september 1984 1). Hij gaf duidelijk aan dat het automatiseringspercentage bij kleinere bedrijven inderdaad lager is 2). Dit hoeft nog niet te betekenen dat de kleinere ondernemer onwillig, slecht geïnformeerd of irrationeel is. Het zou best kunnen zijn dat de aantrekkelijkheid van automatisering, op basis van een rationele evaluatie, toeneemt met de bedrijfsgrootte.

Het doel van dit artikel is om deze mogelijkheid te beschouwen met behulp van een eenvoudig wiskundig model, dat misschien gegeneraliseerd kan worden naar andere landen en andere sectoren. Een model dat het verband vastlegt tussen de mate van automatisering en de bedrijfsgrootte, zou van nut zijn om het effect te bestuderen van veranderingen in de grootteverdeling van bedrijven (concentratie, deconcentratie, schaalvergroting) op het proces van diffusie. De resultaten worden gegeven van toetsingen en schattingen van het model met de gegevens uit de enquête. De resultaten worden gebruikt voor een voorspelling. Het gaat in dit artikel om het bezit van een computer voor algemeen gebruik, en niet om gespecialiseerde systemen (zoals: in de detailhandel, geautomatiseerde kassa's, met of zonder „price look-up”, „scanning”, weegschaalcomputers, coderings- en bestelsystemen met of zonder lichtpen). Het gaat hier dus om „administratieve automatisering” en niet om „procesautomatisering” toegespitst op onderdelen van het productieproces.

Basisintuïtie: de ondernemer en de administrateur 3)

Een succesvol bedrijf, in de detailhandel en elders, vergt goed ondernemerschap zowel als goed beheer, of „administratie” in de wijdere Engelse betekenis. Deze combinatie is soms precair en hoeft niet dezelfde te zijn voor grote en kleine bedrijven. Goed ondernemerschap vergt een goede keuze van inkoop, verkoopmarkt en „marketing mix” (assortiment, plaats, prijs, kwaliteit,

service). De activiteiten die samengaan met ondernemerschap kunnen in toenemende mate worden ondersteund door informatie betrokken uit automatisering. Echter niet alle evaluatie, keuze en besluitvorming kunnen worden vervangen door automatisering. Of het bedrijf groot is of klein, het is typerend voor het ondernemen dat het in de regel door één man of vrouw wordt bedreven. In een groter bedrijf is er een staf om beslissingen voor te

* Directeur Onderzoek bij het Economisch Instituut voor het Midden- en Kleinbedrijf (EIM). De auteur dankt R. Kolijn en Z. van Tol (EIM) voor het opzetten van de enquête, INTOMART voor uitvoering van de enquête, en K. Bakker (EIM) voor rekenkundige assistentie. De enquête werd uitgevoerd in opdracht van de VEDIS, en werd gezamenlijk gefinancierd door VEDIS, INTOMART en EIM. Voor een meer gedetailleerde, technische uitvoering van het onderzoeksrapport wordt verwezen naar de Engelse versie, EIM Research Paper nr. 8501, verkrijgbaar bij het EIM, postbus 7001, 2701 AA Zoetermeer.

1) De adressen werden getrokken uit een panel van 6.000 zelfstandige ondernemers in de detailhandel in Nederland, dat wordt onderhouden door het EIM. De steekproef was gestratificeerd en gewogen naar branches om een representatief beeld te geven van de gehele zelfstandige detailhandel.

2) Dit sluit niet de mogelijkheid uit dat de pioniers in automatisering kleine of middelgrote zelfstandigen waren. In een andere studie werd gevonden dat in Nederland, evenals in sommige, hoewel niet alle, andere landen, zelfstandigen de eersten waren bij de invoering van zelfbediening, supermarketing en discounting in de detailhandel. De meerderheid van de zelfstandigen adopteerde de vernieuwing echter later, nadat het grootbedrijf de minderheid van innoverende zelfstandigen was gevolgd. Zie B. Nootboom, Innovatie, levenscyclus en het aandeel van zelfstandigen, *ESB*, 11 januari 1984.

3) De intuïtie werd uit verschillende bronnen gevoed. Eén bron was een toespraak van A. Heijn, voorzitter van de Raad voor het Filiaal- en Grootwinkelbedrijf (RFGB), die in zijn toespraak in 1984 tot de jaarvergadering van de Raad enkele mededelingen over de ontwikkeling van automatisering in de detailhandel afsloot met de opmerking dat de leden van de Raad niet uit het oog moesten verliezen dat zij ook nog ondernemers zijn (of woorden van die strekking). Een tweede bron was het ervaringsfeit uit sociologisch onderzoek van het MKB door het EIM, verwoord door onder andere F. van Uxem en E. Poutsma (EIM), dat veel kleine zelfstandigen een hekel hebben aan administratie, terwijl zij prat gaan op hun ondernemerschap.

bereiden en te ondersteunen, maar dit behoort meer tot de „administratieve” activiteit dan tot de essentialia van het ondernemerschap. Het eerste deel van de intuïtie achter dit artikel is dat bij een gegeven stand van de techniek, er een zekere hoeveelheid ondernemende activiteit is per bedrijf die niet afhangt van de bedrijfsgrootte en niet kan worden geautomatiseerd.

Beheer of „administratie” bestaat uit het verzamelen en verwerken van gegevens over verkoop, klanten, concurrentiepositie, lonen/salarissen, arbeidsproductiviteit, voorraden, kwaliteit, bezetting en prestatie van kapitaalgoederen, financiële administratie enz. Het is typerend voor deze soort activiteit dat zij in toenemende mate kan worden geautomatiseerd. De omvang van deze activiteiten hangt af van de bedrijfsgrootte: aantal producten, aantal eenheden per produkt, aantal klanten, omvang van het personeel, aantal vestigingen, aantal leveranciers enz. Het tweede deel van de intuïtie achter dit artikel is dat activiteiten die geautomatiseerd kunnen worden door middel van een computer voor algemene doeleinden, „administratieve” activiteiten zijn (in de algemene zin hierboven aangegeven) en derhalve evenredig zijn aan bedrijfsgrootte (bij voorbeeld personeelsomvang), met een proportionaliteitscoëfficiënt die toeneemt naarmate de techniek voortschrijdt.

Het model

Het model dat nu wordt voorgesteld, is gebaseerd op de volgende hypothese. De waarschijnlijkheid dat een bedrijf een computer (voor algemene doeleinden) heeft, is gelijk aan het aandeel van activiteiten die geautomatiseerd kunnen worden (evenredig aan bedrijfsgrootte) in het totaal van alle activiteiten, inclusief ondernemersactiviteiten die niet geautomatiseerd kunnen worden (niet afhankelijk van bedrijfsgrootte). In formule:

$$p(S,t) = \frac{a_t S}{a_t S + e_t} \quad (1)$$

waarin:

$p(S,t)$ = waarschijnlijkheid van automatisering bij bedrijfsgrootte S op tijdstip t ;

a_t = proportionaliteitscoëfficiënt met betrekking tot bedrijfsgrootte die de omvang geeft van activiteiten die geautomatiseerd kunnen worden; a_t neemt toe naarmate de techniek voortschrijdt;

e_t = de omvang van ondernemersactiviteiten die niet geautomatiseerd kunnen worden en onafhankelijk zijn van bedrijfsgrootte; e_t kan afnemen naarmate de techniek voortschrijdt.

Vergelijking (1) geeft:

$$p(S,t) = \frac{S}{S + \alpha_t} \quad (2)$$

$\alpha_t = \frac{e_t}{a_t}$ neemt af als de techniek voortschrijdt

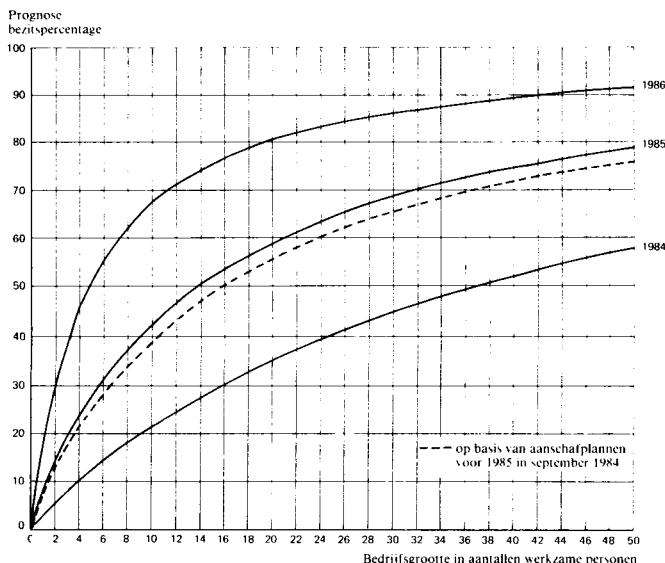
Dit model heeft de volgende eigenschappen. De waarschijnlijkheid, en derhalve het corresponderende automatiseringspercentage, is nul bij bedrijfsgrootte nul, en nadert 1,0 als de bedrijfsgrootte onbeperkt toeneemt. De helling van de curve is $1/\alpha_t$ bij bedrijfsgrootte nul, en nadert nul bij onbeperkt stijgende bedrijfsgrootte. Formule (2) kan gelden als alternatief voor de bekende logit- en probit-modellen voor de omzetting van een variabele die tot oneindige waarden op kan lopen (S) in een waarschijnlijkheidsvariabele die verloopt tussen 0 en 1 (p) (4).

Er zijn velerlei mogelijkheden voor de wijze waarop α_t afneemt als de tijd voortschrijdt. Een simpele mogelijkheid is exponentiële daling. Een andere mogelijkheid is daling volgens een hyperbool.

Voor het totaal van alle bedrijfsgrootten is het verwachte percentage geautomatiseerde bedrijven \bar{p}_t als volgt te bepalen:

$$\bar{p}_t = \int_0^{\infty} p(S,t) f(S) dS = \int_0^{\infty} \frac{S}{S + \alpha_t} f(S) dS \quad (3)$$

waar: $f(S)$ = dichtheidsfunctie van de grootteverdeling van



de bedrijven. Bij een gelijkblijvende dichtheidsfunctie en exponentiële daling van α_t levert dit een S-vormige diffusiecurve. Deze lijkt enigszins op de bekende logistische curve, in zoverre dat hij verloopt tussen min en plus oneindig langs de tijdas. Bij hyperbolische daling van α_t is het resultaat een S-vormige diffusiecurve die langs de tijdas verloopt van nul tot plus oneindig, en aldus enigszins lijkt op de cumulatieve log-normale curve. Het bewijs van een en ander wordt elders gegeven (5). De exacte vorm van de curve hangt voorts af van de vorm van de dichtheidsfunctie $f(S)$. Vergelijking (3) geeft de gelegenheid het effect op de diffusie na te gaan van veranderingen in de dichtheidsfunctie (schaalvergroting, concentratie, deconcentratie). Eén van de aantrekkelijkste eigenschappen van het model is de mogelijkheid om na te gaan wat het effect van schaalvergroting is op de snelheid van diffusie. In dit artikel staat de vraag centraal hoe in verschillende stadia tijdens de voortgang van de techniek het automatiseringspercentage verschilt tussen grote en kleine bedrijven, en hoe de groei van het automatiseringspercentage verschilt tussen grote en kleine bedrijven.

Automatiseringsgraad en bedrijfsgrootte

Volgens het modelletje, zoals uitgedrukt in vergelijking (2), verloopt de automatiseringsgraad met de bedrijfsgrootte overeenkomstig de lijnen in de figuur. De bedrijfsgrootte is uitgedrukt in het aantal werkzame personen, op full-time basis, inclusief de ondernemer en medewerkende gezinsleden. De lijnen geven schattingen voor de stand van zaken bij het midden- en kleinbedrijf in de detailhandel eind 1984, 1985 en 1986. De schattingen zijn gebaseerd op de eerder genoemde enquête, die in september 1984 werd gehouden. Voor een technische verantwoording van de schatting wordt verwezen naar het meer gedetailleerde verslag genoemd in de eerste voetnoot. In dat verslag wordt ook een verantwoording gegeven van de toetsing van het model tegen verschillende alternatieven. Het gekozen model was plausibeler en eenvoudiger dan de beschouwde alternatieven, en bleek empirisch beter te voldoen.

De schatting voor toekomstige jaren was mogelijk omdat in de enquête naast de stand van zaken in september 1984 ook de situatie in voorgaande jaren was opgenomen (1979, 1982, 1983). Voor elk van de vier jaren werd de parameter α geschat en vervolgens werd de daling daarvan in de tijd geëxtrapoleerd. In de enquête was ook een vraag opgenomen omtrent de plannen voor

4) Zie Amemiya, Qualitative response models, *Journal of Economic Literature*, jg. 19, december 1981.

5) Zie het onderzoeksverslag genoemd in de eerste voetnoot.

automatisering vóór eind 1985. Dit leidt tot de raming voor eind 1985, die in figuur 1 is aangegeven met een stippellijn. Op grond van de waargenomen ontwikkeling van de parameter α kiezen we echter voor een wat hogere prognose voor eind 1985, die in figuur 1 wordt aangegeven met de doorgetrokken lijn. Met onze prognose zeggen we in feite dat we verwachten dat er meer detailhandelaren zonder plannen in september 1984 toch vóór eind 1985 tot aanschaf van een computer over zullen gaan dan dat er detailhandelaren zijn die hun geplande aanschaf niet (of niet tijdig) doen.

Het modale midden- en kleinbedrijf in de detailhandel heeft volgens de in deze studie gebruikte steekproef ongeveer 2½ werkzame personen. Volgens onze prognose zal bij deze grootte eind 1985 ruim 15% van de bedrijven een computer hebben, tegenover ruim 6% eind 1984. Eind 1986 zal bij deze bedrijfsgrootte, naar verwachting bijna 35% een computer hebben. Bij een bedrijfsgrootte van 10 werkzame personen bedroeg het bezitspercentage eind 1984 ruim 20, en treedt in 1985 en 1986 een groei op tot respectievelijk ruim 40 en bijna 70. Een bedrijf met 50 werkzame personen is in de detailhandel groot te noemen, hoewel het statistisch tot het midden- en kleinbedrijf behoort. Voor een dergelijk bedrijf bedroeg volgens onze raming het bezitspercentage in 1984 reeds bijna 60, en treedt naar verwachting een toename op tot bijna 80 eind 1985 en ruim 90 eind 1986.

Een karakteristieke eigenschap van het gekozen (en redelijk met de feiten in overeenstemming gebleken) model is dat in het begin van het diffusieproces grotere bedrijven al snel op een hoog niveau liggen, maar na verloop van tijd bij de kleinere bedrijven als het ware een doorbraak, of althans een versnelde inhaalmanoeuvre, plaatsvindt. De absolute toename van het bezitspercentage, dat wil zeggen het aantal punten waarmee het bezitspercentage toeneemt, is het grootst wanneer het bezitspercentage 50 bedraagt. Dit blijkt uit onderstaande vergelijking:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = - \frac{S}{(S + \alpha)^2} \cdot \frac{d\alpha}{dt} = - p(1-p) \frac{d \log \alpha}{dt}; \quad \frac{d \log \alpha}{dt} < 0 \quad (4)$$

De relatieve toename, dat wil zeggen de procentuele toename van het bezitspercentage, is groter naarmate het bezitspercentage kleiner is.

Dit blijkt uit de volgende vergelijking:

$$\frac{\partial \log p}{\partial t} = - \frac{1}{(S + \alpha)} \cdot \frac{d\alpha}{dt} = - (1-p) \frac{d \log \alpha}{dt}; \quad \frac{d \log \alpha}{dt} < 0 \quad (5)$$

In de tabel wordt een overzicht gegeven van de absolute en de relatieve toename in 1985 en 1986, op grond van de ramingen, voor verschillende bedrijfsgrootten (in werkzame personen).

Tabel. Toename van het bezitspercentage naar bedrijfsgrootte

Bedrijfsgrootte in werkzame personen	1985		1986	
	absoluut	relatief	absoluut	relatief
2	7,6	143	16,5	128
5	14,8	121	24,0	88
10	20,9	96	25,0	59
20	24,0	67	20,9	35
50	20,6	35	12,5	16

De cijfers hebben betrekking op het totale midden- en kleinbedrijf in de detailhandel (ongeveer 85.000 ondernemingen met meer dan 250.000 werkzame personen). Er zijn echter vrij grote verschillen tussen verschillende branches. De algemene levensmiddelenhandel (kruideniers) loopt voorop in de meer specifiek op onderdelen van het winkelproces gerichte automatisering: „scanning”, afrekening op basis van „price look-up”-systemen, geautomatiseerde weegschalen, en draagbare computers voor het opnemen van voorraden en het registreren van bestellingen. In dit artikel beperken we ons tot de computer voor meer algemene doeleinden. Daar lopen voorop, in volgorde van bezitspercentage: elektrische goederen, kleding, boeken, schoenen, sportartikelen, woninginrichting en doe-het-zelf goederen.

Er zijn verschillende overwegingen die een verklaring zouden kunnen geven voor verschillen tussen branches. Bij voorbeeld: een technologische oriëntatie, waardoor de drempel naar auto-

mativering lager is (elektrische goederen); leeftijd van de ondernemer; druk van de concurrentie; aantal goederen in voorraad (kleding, boeken, schoenen, doe-het-zelf artikelen); de waarde van goederen in voorraad (elektrische goederen, woninginrichting); mate van samenwerking, informatie-uitwisseling en ondersteuning binnen de branche. Het zou echter in dit artikel te ver voeren om de ontwikkelingslijnen uit de figuur te differentiëren naar verschillende branches.

De prognoses in de figuur en de tabel zijn uiteraard onzeker. Het is mogelijk dat ondernemers sneller of juist minder snel plannen zullen maken en uitvoeren. Misschien heeft ons onderzoek wel invloed gehad op het proces. We hopen dat het mogelijk zal zijn om de waarneming in 1986, of misschien nog in 1985, te herhalen. Het voornaamste doel is om te zien of, en zo ja hoe en waarom, ondernemers inmiddels van plannen zijn veranderd. We kunnen dan ook zien wat er van onze prognoses terecht is gekomen.

Conclusie

De exploitatie van een bedrijf vergt ondernemende en administratieve activiteiten. Veronderstel dat de aantrekkelijkheid, en derhalve de waarschijnlijkheid, van automatisering gelijk is aan het aandeel van administratieve activiteiten die kunnen worden geautomatiseerd, in het totaal van alle activiteiten inclusief ondernemersactiviteiten die niet kunnen worden geautomatiseerd. Veronderstel voorts dat de administratieve, automatiseerbare activiteiten evenredig zijn aan de bedrijfsgrootte en de niet-automatiseerbare ondernemersactiviteiten niet afhangen van bedrijfsgrootte. Dan moet men verwachten dat de automatiseringsgraad toeneemt met de bedrijfsgrootte. Derhalve, onder deze veronderstellingen, hoeft de achterstand van kleinere bedrijven in de automatisering er niet op te duiden dat de kleinere zelfstandige onwillig, slecht geïnformeerd of irrationeel is. Het model gebaseerd op de veronderstellingen geeft een goede aanpassing aan de gegevens uit de enquête onder de Nederlandse zelfstandige detailhandel. Het voldoet beter dan alternatieve modellen.

Bij aggregatie over alle bedrijfsgrootten levert het model een S-vormige diffusiecurve als men bij voorbeeld een exponentiële verbetering van de technologie veronderstelt en een ongewijzigde grootteverdeling. Het model kan ook worden gebruikt om het effect na te gaan van veranderingen in de grootteverdeling door schaalvergroting, concentratie, of deconcentratie.

Zoals gezegd lijken de uitkomsten van de enquête het model te bevestigen. Gezien de achterliggende gedachtegang van het model zou dat kunnen betekenen dat de „achterstand” van kleinere bedrijven niet ligt aan een slechte bedrijfsvoering, maar dat er juist sprake is van een goede afweging van de rol van de ondernemer en de rol van de administrateur. Dit wil nog niet zeggen dat er geen aandacht behoeft te worden besteed aan voorlichting, „bewustwording” en advisering. Het is goed mogelijk, en zal ongetwijfeld voorkomen dat ondernemers niet tot automatisering komen als het goede moment daarvoor wel is aangebroken.

Ten slotte is het ook van groot belang dat een goede opzet van de automatisering wordt gekozen als eenmaal het principebesluit tot automatisering is genomen. We moeten echter ook de ondernemers niet onderschatten waar het gaat om de kwaliteit van hun afweging van mogelijkheden en wenselijkheden van automatisering. We moeten oppassen voor het opdringen van vormen van automatisering die een goede afweging van prioriteiten verstoren, en het ondernemerschap verdringen ter wille van administratie als doel op zich zelf.

B. Nooteboom