

Beïnvloedingsmogelijkheden leercurve ondernemingen

Eelke Wiersma

SAMENVATTING De leercurve berekent in hoeverre bedrijven efficiënter gaan werken wanneer ze meer ervaring verkrijgen in het maken van producten of het leveren van diensten. In dit artikel worden vier factoren onderzocht die de mate van leren beïnvloeden. Deze factoren zijn: de variatie in taken van werknemers, de benutting van de capaciteit, de heterogeniteit van het personeelsbestand en de mate waarin naast kosten andere prestatiedimensies belangrijk zijn

RELEVANTIE VOOR DE PRAKTIJK Op basis van de resultaten van dit onderzoek worden strategieën beschreven hoe bedrijven hun leercurve kunnen verhogen. Toepassing van deze strategieën kan tot blijvend leren leiden wanneer de meest eenvoudige manieren om te leren reeds zijn doorgevoerd.

1 Inleiding

Dit artikel is een verslag van een onderzoek naar factoren die de mate van leren in een organisatie beïnvloeden. De leercurve berekent in hoeverre producten sneller of goedkoper kunnen worden geproduceerd wanneer het cumulatieve aantal producten toeneemt. Deze curve is schematisch uit te drukken, zie daarvoor figuur 1.

Uit deze figuur valt op te maken dat de gemiddelde kosten (of gemiddelde productietijd) van het laatst gemaakte product afneemt wanneer de cumulatieve productie toeneemt. Deze wetmatigheid werd voor het eerst empirisch gedocumenteerd door Wright in 1936. Zoals uit figuur 1 (zie pag. 391) valt af te leiden, wordt verondersteld dat de leercurve een gradueel verloop heeft zonder dat hierin grote schokken plaatsvinden. Verder is het leereffect veel sterker aan het begin van het productieproces dan wanneer dit proces reeds vele malen is uitgevoerd. Een veelgehoorde beperking van de leercurve is dat deze zich volledig richt op de efficiency van het productieproces. Dat wil zeggen dat er gekeken wordt naar het reduceren van de gemiddelde kosten of de gemiddelde productietijd van de producten en dat het maar de vraag is of dit betekent dat er echt 'geleerd' wordt of dat er gewoon bezuinigingen worden doorgevoerd. De leercurve observeert dus alleen maar het resultaat, zonder inzicht te hebben in de achterliggende mechanismen.

Na de eerste publicatie van Wright (1936) is dit fenomeen vele malen in verschillende situaties gevonden. In een overzichtsartikel over de leercurve, van Dutton en Thomas (1984), werd op basis van meer dan tweehonderd studies over de leercurve gevonden dat de mediaanwaarde ongeveer tachtig procent is. Dat wil zeggen dat elke keer wanneer de cumulatieve productie verdubbelt, de gemiddelde kosten met twintig procent afnemen. Deze waarde verschilt echter enorm van geval tot geval. Vanaf het begin van de jaren negentig is de focus in deze literatuurstroming veel meer komen te liggen op de factoren die die variantie in de leercurve verklaren. Het nu beschreven onderzoek past in die stroming.

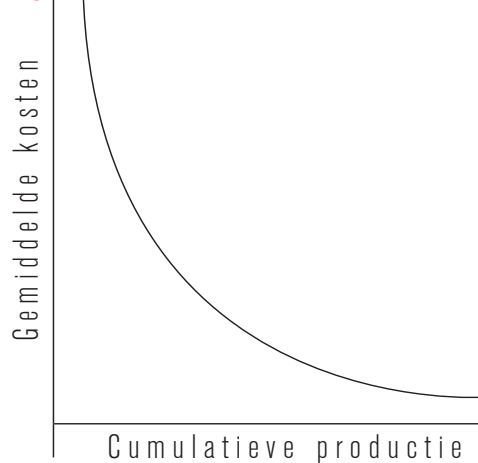
De empirische onderzoeken naar de leercurve beperken zich voornamelijk tot productiebedrijven waar bijvoorbeeld net een nieuw product wordt gemaakt of waar nieuwe productielijnen worden opgestart. Een bekend voorbeeld is de afname in productietijd bij het maken van een nieuw type vliegtuig. Er is echter nauwelijks iets bekend over de ligging van de leercurve in servicebedrijven of over bedrijven die al vele jaren een ongeveer gelijk productieproces hebben. In het hier beschreven onderzoek is de leercurve van een grote Nederlandse serviceonderneming onderzocht en gekeken naar welke factoren van invloed zijn op de ligging van deze curve. Deze onderneming kenmerkt zich door processen die reeds lange tijd in gebruik zijn. De meest eenvoudige manieren om te leren zijn dus reeds doorgevoerd. Het bedrijf zit daarom in figuur 1 aan de rechterkant van de leercurve.

In dit artikel wordt eerst in paragraaf 2 een overzicht gegeven van factoren die de mate van leren kunnen beïnvloeden, inclusief de vier factoren die in deze studie zijn onderzocht. Vervolgens wordt in paragraaf 3 de organisatie waarin het onderzoek is uitgevoerd kort beschreven. In paragraaf 4 wordt de methode van onderzoek uitgelegd en komen de resultaten aan de orde. Ten slotte volgen een discussie van de resultaten en suggesties voor verder onderzoek.

2 Literatuuroverzicht

Er is relatief weinig bekend over factoren die de leercurve kunnen beïnvloeden. Sorenson (2003) onderzoekt of de interne organisatiestructuur en de externe omgeving van de organisatie invloed hebben op de mate van leren. Hij vindt in een steekproef van 175 computerbedrijven dat bedrijven met een sterk fluctuerende externe omgeving een lagere learning rate hebben, omdat procedures die worden ontwikkeld minder lang bruikbaar zijn in een fluctuerende omgeving. Bovendien hebben bedrijven met een meer verticale integratie (gemeten aan de hand van het aantal componenten dat intern wordt gemaakt) een lagere learning rate. Adler en Clark (1991) verwachten dat arbeidsintensieve bedrijven gemiddeld een hogere learning rate hebben dan meer kapitaalintensieve bedrijven. Deze verwachting is gebaseerd op het argument dat bij arbeidsintensieve bedrijven meer fouten worden gemaakt en dat er dus een groter potentieel is om te leren. Ze vinden overigens geen empirisch bewijs voor deze verwachting. Pisano et al. (2001) vinden dat de leercurven van twee ziekenhuizen, die beide dezelfde nieuwe operatietechniek hebben ingevoerd, nogal verschillen. Op basis van kwalitatieve gegevensverzameling proberen ze uit te vinden wat hiervoor de reden is. Ze vinden dat in het ziekenhuis met een hogere learning rate veel meer aandacht wordt besteed aan het geven van feedback na operaties, dat de operatieteams die met de nieuwe techniek werken stabiel zijn en er veel meer communicatie plaatsvindt tussen de verschillende

Figuur 1



functies binnen het operatieteam.

Alle zojuist beschreven onderzoeken kijken naar de leercurve vanaf het moment dat het productieproces begint, dus naar de linkerkant van de curve. Er zijn echter talloze bedrijven die reeds jarenlang dezelfde producten maken of diensten leveren. Aangezien de eenvoudige manieren om te leren dan al zijn doorgevoerd, is het voor dergelijke organisaties veel moeilijker om een positieve learning rate te behouden. In dit onderzoek wordt een aantal factoren onderzocht die dergelijke bedrijven kunnen gebruiken om toch te blijven leren. De vier factoren zijn:

- 1) de samenstelling van het personeel;
- 2) de beschikbare capaciteit;
- 3) de mate van variatie in de taken van de werknemers en
- 4) of er naast kostenbewustzijn andere belangrijke doelen moeten worden nagestreefd.

Ad 1. Samenstelling van het personeelbestand

March (1991) beargumenteert dat organisaties beter in staat zijn om te leren wanneer er een mix is van ervaren en minder ervaren werknemers. In een organisatie bestaat vaak een soort van code van alle procedures; regels en normen die bepalen hoe gewerkt wordt. Deze code wordt steeds verbeterd waardoor er steeds efficiënter wordt gewerkt. Werknemers worden steeds meer één met deze code en gaan met het verstrijken van de tijd deze code dan ook steeds minder veranderen. Dit kan het leren beperken. Daarom beargumenteert March dat een gezonde organisatie een continue instroom heeft van nieuwe medewerkers, bijvoorbeeld door verloop in het personeelsbestand of door het inhuren van flexibele werknemers, die de code minder goed kennen, maar deze daardoor vaker zullen beïnvloeden. Naast dit effect kunnen ook ervaren werknemers meer leren door de aanwezigheid van minder ervaren werknemers (Matusik en Hill, 1998). Ten eerste observeren ervaren werknemers hoe de minder ervaren werknemers de taken uitvoeren. Daaruit kunnen ze lering trekken of de

'taken-for-granted'-manier van werken in de organisatie aan de orde stellen. Ten tweede zullen ervaren werknemers vaak dingen moeten uitleggen aan minder ervaren werknemers waardoor de zogenaamde tacit kennis, kennis die moeilijk onder woorden is te brengen, van ervaren werknemers meer expliciet moet worden gemaakt.¹ Dit leidt tot hypothese 1: Een hogere mix tussen ervaren en minder ervaren werknemers leidt tot een hogere learning rate.

Ad 2. De beschikbare capaciteit

Wanneer werknemers het druk hebben, zullen ze veelal volledig volgens de bestaande procedures werken en geen tijd hebben om na te denken over eventuele verbeteringen die aangebracht kunnen worden. Ook is het niet mogelijk om bijvoorbeeld te experimenteren met een handigere manier van werken. Dit leidt tot de verwachting dat enige overcapaciteit voor het uitvoeren van processen kan leiden tot betere leermogelijkheden.² Dit leidt tot hypothese 2: Meer overcapaciteit leidt tot een hogere learning rate.

Ad 3. Variatie in uit te voeren taken

Adam Smith (1776) beargumenteerde dat productieverbetereingen voornamelijk komen door een verregaande specialisatie van taken naar verschillende personen. Meer recent gaan er echter ook stemmen op dat enige variatie in de uit te voeren taken tot een hogere leergraad kan leiden. Zo stellen March en Simon (1958) dat 'uitvindingen' vaak worden gevonden door een simpele vertaling van efficiënte processen naar andere situaties. Dit proces wordt bevorderd wanneer werknemers meerdere vergelijkbare taken uitvoeren. Een tweede effect van gerelateerde variatie in de taken is dat dit de cognitieve mogelijkheden van werknemers om te leren verhoogt. Ze leren dus als het ware om te leren. Deze hypothese is in een experiment getest door Schilling et al. (2003) die een groep subjecten opdelen in drie groepen. De ene groep moest steeds dezelfde taak uitvoeren (specialisatiegroep), de tweede groep voerde verschillende taken die aan elkaar gerelateerd waren uit (gerelateerdevariatiegroep), de derde groep voerde taken uit die niet aan elkaar gerelateerd waren (ongerelateerdevariatiegroep). Ze vinden dat de leercurve het steilst is in de gerelateerdevariatiegroep. Dit leidt tot hypothese 3: Meer variatie in taken van werknemers leidt tot een hogere learning rate.

Ad 4. Andere belangrijke prestatiedimensies

Een laatste factor die in dit onderzoek wordt onderzocht is de mate waarin andere belangrijke prestatiedoelen aanwezig zijn waaraan bedrijven aandacht moeten besteden, naast aan het reduceren van kosten. Wanneer bedrijven problemen hebben met bijvoorbeeld de kwaliteit van hun producten of de serviceverlening aan de klanten, dan zal de aandacht in eerste instantie richting die dimensies gaan. Dit kan een nadelige invloed hebben op de gemiddelde

kosten van de producten, aangezien verbeteringen in productkwaliteit of klanttevredenheid extra investeringen vergen, en dus een negatieve invloed hebben op de learning rate. De verwachting is dan ook dat de leercurve minder steil is wanneer bedrijven afwegingen moeten maken tussen veel verschillende prestatiedimensies. Dit leidt tot hypothese 4: De learning rate is lager wanneer er problemen zijn met andere belangrijke prestatiedimensies.

3 Empirische setting

Het empirisch onderzoek vond plaats binnen de voormalige PTT Post, in de jaren 1995 tot en met 1997. Binnen de business unit Brieven werden voor 36 maanden gegevens verzameld van de 27 geografisch gespreide rayons die de postbezorging regelen. In deze rayons werd de in de distributiecentra voorgesorteerde post op postcode gesorteerd en vervolgens op de adressen bezorgd. Het voordeel van deze relatief oude dataset is dat de gegevens uit die periode nog goed vergelijkbaar zijn, omdat de vele veranderingen, waaraan de huidige organisatie TNT onderhevig is, toen nog niet aan de orde waren. Zo werd er bijvoorbeeld in 1998 begonnen met groot-schalige automatisering in de sorteringcentra, wat ook zijn weerslag had op de postbezorging zelf.

Alle rayons bestonden, naast de locaties van waaruit de post werd bezorgd, ook uit een klantencentrum voor alle contacten met klanten en een servicecentrum waar de administratieve processen werden uitgevoerd. Postbezorging was in die tijd een relatief stabiele markt waarbij de grootste mogelijkheden om te leren reeds in eerdere perioden waren ingevoerd. Tegelijkertijd bereidde de organisatie zich voor op de liberalisering van de postmarkt, zodat er een sterk kostbewustzijn was om verbeteringen aan te brengen. Een verder voordeel van deze organisatie voor de uitvoering van dit onderzoek is dat de rayons allemaal op dezelfde manier zijn ingericht, dezelfde diensten uitvoeren en hiervoor dezelfde processen aan de orde zijn. Dit beperkt het risico op de invloed van versturende variabelen op de resultaten. Bij de start van het onderzoek, in 1995, waren de processen binnen het bedrijf al lange tijd in gebruik. Dit doet vermoeden dat de meest eenvoudige manieren om te leren reeds in gebruik waren, het bedrijf zal zich dus op het vlakke gedeelte van de leercurve in figuur 1 bevinden.

4 Methode van onderzoek en empirische resultaten

Van januari 1995 tot en met december 1997 werden van alle 27 rayons maandelijkse gegevens verzameld.³ Dit leverde 972 observaties op. Voor dit onderzoek werden de volgende variabelen gehanteerd. Ten eerste gaat het om de gemiddelde kosten van de rayons per periode (GK). Ten tweede gaat het om de cumulatieve hoeveelheid diensten die werden geleverd vanaf januari 1995 tot en met de desbetreffende maand (CHD). In januari 1995 werd dus de hoeveelheid diensten in die maand gemeten, voor februari werden

alle diensten uit januari en februari opgeteld, et cetera. Naast het bezorgen van brieven zijn er verschillende andere productgroepen, zoals het leveren van pakketjes, internationale post, postbussen, zakelijke klanten, zaterdagpost, et cetera. Door middel van een maatstaf die in het interne kostenallocatiesysteem van het bedrijf wordt gebruikt, is de omvang voor al deze producten tot een getal geaggregeerd. Verder werd er rekening gehouden met eventuele schaafeffecten door de omvang van de hoeveelheid diensten per maand te meten (SE), omdat de gemiddelde kosten sterk kunnen worden beïnvloed door schaafeffecten.

Voor de vier onderzochte factoren die de leercurve kunnen beïnvloeden werden vier variabelen gemeten. Voor de invloed van de samenstelling van het personeel werd het percentage flexibele werknemers per maand gemeten (FLEX). Deze werknemers hadden een arbeidscontract voor een korte periode met een maximum van 6 maanden. Voor de invloed van de beschikbare capaciteit op de leercurve werd van elke periode de hoeveelheid overwerk gemeten (OW). Het idee hierachter is dat in perioden met een beperkte capaciteit er relatief veel overuren worden gemaakt. Voor de invloed van de hoeveelheid gerelateerde variatie op de leercurve werd een zogenaamde Herfindahl-index berekend, op basis van de omvang van alle verschillende diensten die werden uitgevoerd (VAR). Het idee hierachter is dat wanneer een rayon uitsluitend een product bezorgt in een periode er weinig variëteit is, terwijl wanneer ze veel verschillende diensten in één periode bezorgen er meer variatie in de taken zit.

Ten slotte werd gekeken of een andere prestatiedimensie naast de kosten van het rayon relatief veel aandacht vergde. In deze context werd hiervoor een on-time delivery maatstaf gebruikt (KWAL). Deze maatstaf berekende hoeveel procent van de producten voor een bepaalde periode op het juiste adres werd bezorgd. Wanneer deze maatstaf relatief laag is, zal dat rayon meer tijd moeten besteden aan deze problemen en zullen ze zich minder focussen op het verhogen van de efficiency.

Naast de invloed van de vier variabelen op de sterkte van de leercurve werd gecontroleerd voor de rechtstreekse invloed van de vier variabelen op de gemiddelde kosten. Zo kunnen de hoeveelheid flexibele krachten en het aantal overwerken ook een rechtstreekse invloed hebben op de gemiddelde kosten. Als hiervoor niet gecontroleerd zou worden in de analyse, kan dit de gevonden learning rate beïnvloeden.

Er werden twee analyses gedaan: er werd bepaald 1) wat de ligging is van de leercurve en 2) wat de variatie is in deze curve die bepaald wordt door de vier factoren. Dit resulteerde in de volgende vergelijking die vervolgens met een regressieanalyse is onderzocht:

$$GK = f(\text{CHD}, \text{SE}, \text{CHD} * \text{FLEX}, \text{CHD} * \text{OW}, \text{CHD} * \text{VAR}, \text{CHD} * \text{KWAL}, \text{FLEX}, \text{OW}, \text{VAR}, \text{KWAL})$$

De vergelijking houdt in dat de gemiddelde kosten (GK) worden beïnvloed door de cumulatieve hoeveelheid diensten (CHD). Deze relatie geeft de learning rate. Daarnaast wordt GK beïnvloed door de schaalomvang (SE). De vier hypothesen worden getest door de interactie van de vier variabelen met CHD, dus CHD*OW, et cetera. Dit geeft aan wat de invloed is van de vier factoren op de learning rate. Ten slotte werden de vier factoren (FLEX, OW, VAR en KWAL) als controlevariabelen in de analyse opgenomen, omdat deze ook een rechtstreekse invloed kunnen hebben op GK, onafhankelijk van hun invloed op de learning rate. Uit het onderzoek⁴ blijkt dat de leercurve in dit bedrijf niet erg steil is. Bij een verdubbeling van de cumulatieve hoeveelheid geleverde diensten is de daling in de gemiddelde kosten gemiddeld drie procent. Dit is weliswaar veel lager dan de twintig procent die werd gevonden in het overzichtartikel van Dutton en Thomas (1984), maar de processen in het nu onderzochte bedrijf werden reeds vele jaren uitgevoerd. Daardoor waren de meest eenvoudige manieren om te leren al geïmplementeerd. Naast het gemiddelde getal van drie procent valt op dat er een behoorlijke variatie is tussen de rayons. Die loopt van zes procent bij het sterkst lerende rayon tot een rayon met een negatieve learning rate van bijna een procent. Zoals te verwachten valt, zijn er in dit bedrijf enorme schaafeffecten aan de orde, en door uitsluitend de learning rate en schaafeffecten op te nemen in de regressieanalyse werd reeds 87 procent van de variatie in de gemiddelde kosten verklaard. Vervolgens zijn de vier hypothesen getest. Wanneer een rayon in een bepaalde periode relatief meer flexibele werknemers heeft, is de learning rate sterker. De hoeveelheid gemaakte overuren als maatstaf voor de beschikbare vrije capaciteit heeft een negatief effect op de learning rate. Dat wil zeggen: wanneer de capaciteit beperkt is, wordt er minder geleerd. De mate van variatie in de taken heeft een positieve invloed op de learning rate. Ten slotte blijkt, dat wanneer een rayon in een bepaalde periode een lagere kwaliteitsmaatstaf heeft, dit tot minder leren leidt omdat de aandacht meer uitgaat naar het verhelpen van eventuele problemen in de processen.

5 Discussie

De resultaten uit dit onderzoek zijn gevonden in een organisatie met relatief stabiele processen. Dit houdt in dat de meeste mogelijkheden om de processen beter in te richten reeds uitgevoerd zijn. Het is vervolgens de vraag hoe een organisatie toch efficiënter kan produceren zonder grootschalige veranderingen aan te brengen. De resultaten van dit onderzoek geven hiervoor een aantal strategieën. Ten eerste komen verbeteringen in het productieproces niet vanzelf, werknemers zullen dan ook enige ruimte moeten hebben om veranderingen te bedenken en om te experimenteren of deze veranderingen wel effect hebben. Een

volgende voorwaarde om te leren – die niet onderzocht is in deze studie – is dat eventuele, door het personeel gevonden verbeteringen ook moeten doordringen tot in de top van de organisatie en vervolgens tot veranderingen bij alle werknemers moeten leiden. Er zullen dus integratiemechanismen in de organisatie aanwezig moeten zijn die dit faciliteren. Een tweede strategie om de mate van leren te verhogen is de werknemers een beperkt aantal verschillende taken te laten uitvoeren die enigszins aan elkaar gerelateerd zijn. Op deze manier zien ze hoe een bepaald proces in de ene taak aanknopingspunten kan bieden bij het uitvoeren van een ander proces. Ten slotte blijkt uit de resultaten van deze studie dat het introduceren van een aantal nieuwe werknemers in het personeelsbestand leidt tot een hogere learning rate. In eerste instantie lijkt dit effect in tegenspraak met het gevonden resultaat in Pisano et al. (2001), die vinden dat als steeds dezelfde teams een operatie in een ziekenhuis uitvoeren, dat tot een hogere learning rate leidt dan wanneer de teams steeds in wisselende samenstelling opereren. Een potentiële verklaring voor deze tegenstrijdigheid is dat in de empirische setting in Pisano et al. (2001) net een nieuwe operatietechniek werd geïntroduceerd, terwijl in de situatie van de PTT de processen al langdurig in gebruik waren. Dit kan tot de conclusie leiden dat in het begin van de leercurve, in het steile gedeelte van figuur 1, consistentie in het personeelsbestand belangrijker is. Aan het einde van de leercurve, op het relatief vlakke deel van de curve in figuur 1, biedt een grotere diversiteit in het personeelsbestand juist meer voordelen. Vervolgonderzoek zou kunnen uitwijzen wanneer het moment komt dat deze variatie in het perso-

neelsbestand gewenst is. Naast de mate van diversiteit is ook de aard van diversiteit van belang (Van Knippenberg en Schippers, 2007). Zo kan het nut van nieuwe werknemers in een team afhangen van de vraag in hoeverre de capaciteiten van deze werknemers aanvullend zijn bij de bestaande capaciteiten in het team. De gebruikte maatstaf in dit onderzoek houdt geen rekening met dergelijke effecten.

Voor alle drie de strategieën geldt dat er vermoedelijk een bepaald optimum is. Dit biedt veel interessante mogelijkheden voor verder onderzoek. Hoeveel overcapaciteit is bijvoorbeeld optimaal voor werknemers om te leren? Wanneer er teveel overcapaciteit is zullen ze dit vermoedelijk niet gebruiken om te gaan experimenteren met nieuwe processen, maar het eerder rustiger aan doen in hun werk. Hetzelfde geldt voor de mate van gerelateerde variatie in de taken. Waar enige variatie in taken leren positief zal beïnvloeden, zal teveel variatie weer averechts werken. Ten slotte zal enig verloop in de samenstelling van het personeelsbestand wellicht een positieve invloed hebben op leren, maar bij een te groot verloop is de verwarring door al het nieuwe personeel vermoedelijk groter dan de verbeterde leermogelijkheden. Over dergelijke optima is nog heel weinig bekend. ■

Dr. E. (Eelke) Wiersma is werkzaam als universitair hoofd-docent aan de afdeling Accounting van de Vrije Universiteit. Een uitgebreidere versie van dit onderzoek is geplaatst in het tijdschrift *Management Science* (Wiersma, 2007).

Literatuur

- Adler, P.S., en K.B. Clark (1991), Behind the learning curve: a sketch of the learning process, *Management Science*, vol. 3, pp. 267-281.
- Dutton, J.M., en A. Thomas (1984), Treating progress functions as a managerial opportunity, *Academy of Management Review*, vol. 9, pp. 235-247.
- March, J., en H. Simon (1958), *Organizations*, New York: John Wiley and Sons.
- March, J. (1991), Exploration and exploitation in organizational learning, *Organization Science*, vol. 2, pp. 71-87.
- Matusik, S.F., en C.W.L. Hill (1998), The utilization of contingent work; knowledge creation, and competitive advantages, *Academy of Management Review*, vol. 24, pp. 680-697.
- Pisano, G.P., R.M.J. Bohmer en A.C. Edmondson (2001), Organizational differences in rates of learning: evidence from the adoption of minimal invasive cardiac surgery, *Management Science*, vol. 47, pp. 752-768.
- Schilling, M.A., P. Vidal, R.E. Ployhart en A. Marangoni (2003), Learning by doing something else: variation, relatedness, and the learning curve, *Management Science*, vol. 49, pp. 39-56.
- Sinclair, G., S. Klepper, en W. Cohen (2000), What's experience got to do with it? Sources of cost reduction in a large specialty chemicals producer, *Management Science*, vol. 49, pp. 28-45.
- Smith, A. (1776), *The wealth of nations*, Chicago: University of Chicago Press.
- Sorenson, O. (2003), Interdependence and adaptability: Organizational learning and the long-term effect of integration, *Management Science*, vol. 49, pp. 446-463.
- Van Knippenberg, D., en M.C. Schippers (2007), Workgroup diversity, *Annual Review of Psychology*, vol. 58, pp. 515-541.
- Wiersma, E. (2007), Factors that shape the learning curve, *Management Science*, vol. 53, pp. 1903-1915.
- Wright, T.P. (1936), Factors affecting the costs of airplanes, *Journal of Aerospace Science*, vol. 3, pp. 122-128.

Noten

1 Het is belangrijk op te merken dat de combinatie van ervaren en onervaren werknemers tot meer leren leidt in de organisatie. Dit betekent niet dat uitsluitend onervaren werknemers leren. Dat zou immers betekenen dat wanneer de onervaren tijdelijke krachten het bedrijf verlaten, de leercurve weer terugvalt naar een lager niveau.

2 Een tegengesteld argument voor de invloed van de mate van overcapaciteit op de ligging van de leercurve is onderzocht door Sinclair et al. (2000). Zij beargumenteren dat bedrijven bij producten of

productieprocessen die een bottleneck veroorzaken, een sterkere prikkel hebben om te leren dan bij producten of processen waarvoor overcapaciteit is. Deze redenering zou in het hier beschreven onderzoek kunnen worden onderzocht door te kijken of rayons waar gemiddeld veel overwerk moet worden gedaan, meer leren dan rayons waar weinig overwerk wordt gedaan. Het effect dat in dit artikel wordt onderzocht, kijkt naar in welke periode er veel wordt geleerd: in periodes met veel of weinig overwerk.

3 De gegevens zijn relatief oud. Het voordeel

van deze dataset is dat er in die periode relatief weinig veranderingen waren in het bedrijf, waardoor de gegevens goed vergelijkbaar zijn. Na de periode van dataverzameling zijn er veel veranderingen opgetreden die het bemoeilijken om de invloed van leren vast te stellen.

4 Voor een meer uitvoerige bespreking van de resultaten van dit onderzoek, zie Wiersma, 2007, pp. 1911-1913.