



# FACTOR 4 LOGISTIEK



## RESOURCE PRODUCTIVITEIT IN HETEROGENE ECONOMISCHE SYSTEMEN

DR. IR. TON G.M. VAN ASSELDONK en DR. ERIK DEN HARTIGH<sup>1</sup>

---

Ton G.M. van Asseldonk :

TVA management, Veldhoven, The Netherlands, Voice: +31 40 2544942;

Fax: +31 40 230 0200; E-mail: tva@tva.nl

Erik den Hartigh:

Delft University of Technology, Department of Technology, Strategy and  
Entrepreneurship

PO Box 5015, 2600GA Delft, The Netherlands

Voice:: +31 15 278 3565; E-Mail: e.denhartigh@tudelft.nl

TVA management bv

**De Gaffel 1**

NL-5502 HT Veldhoven

The Netherlands

Tel 31 (0)40 2544942

Fax 31 (0)40 2300430

ABN-Amro bank

rek.nr. 47.68.63.333

KvK Eindhoven 17067 956

## SAMENVATTING

In onze moderne markten leidt de groei van welvaart tot meer individualiteit en dus meer heterogeniteit en minder voorspelbaarheid. Dit leidt in industriële georganiseerde bedrijven en ketens, evenals in de zorg en het onderwijs tot geweldige verspillingen (complexiteitskosten). Een ander perspectief op organiseren is noodzakelijk om dit te doorbreken en zo deze verspillingen te reduceren. Dit rapport is een eerste stap in een studie naar de haalbaarheid van een dergelijk perspectief voor de Nederlandse transportsector.

Ook in de transportsector is namelijk sprake van hoge complexiteitskosten. In dit rapport laten we zien dat er minimaal zo'n 80% (theoretisch) verspilde waarde in transportketens zit. Met andere woorden: er worden resources besteedt die geen waarde opleveren. Er is dus een groot potentieel om economische waarde te verhogen bij verminderde resourcebelasting. Minder resourcebelasting betekent minder emissie van schadelijke stoffen. Hiermee worden doelstellingen voor emissiereductie van een "inconvenient truth" tot een "convenient truth".

Om dit potentieel te realiseren is echter op drie aspecten een ingrijpende transformatie van de transportketen nodig.

Ten eerste moeten transportprestaties niet langer worden gemeten en afgerekend in tonkilometers, maar in economische waarde die gecreëerd wordt voor de keten als geheel. In dit rapport construeren we een nieuwe maatstaf waarmee deze economische waardecreatie kan worden gemeten op basis van economische productiviteit. Productiviteit is een goede maatstaf voor het meten van de prestaties van economische systemen in termen van effectiviteit en efficiency. Het klassieke productiviteitsbegrip van meten in eenheden is echter niet (meer) bruikbaar voor onze moderne, heterogene, dynamische, en op diensten gebaseerde economische systemen. Een nieuwe benadering is daarom nodig om voor zulke systemen productiviteit te meten in termen van waardecreatie op systeemniveau. We stellen in dit rapport daarom voor om Waarde Resource productiviteit te meten, dat wil zeggen, gecreëerde waarde per euro inputkosten. Deze maatstaf is direct gerelateerd aan de wijzen waarop economische systemen waarde creëren en is flexibel t.o.v. de gekozen systeemdefinitie.

Ten tweede moet er heroriëntatie plaatsvinden van de wijze waarop ketens worden gepland en gecoördineerd: van industrieel naar genetwerkt denken. We kijken hierbij naar de ketensnelheid en de ketenflexibiliteit. In dit rapport laten we zien dat, bij lage vraagvariëteit, een hogere ketensnelheid leidt tot meer waardecreatie en minder kosten

voor de ontvanger, voor de transporteur en op ketenniveau. Dat betekent dus een hogere Waarde Resource productiviteit. Een grotere ketenflexibiliteit leidt tot meer waardecreatie bij hogere vraagvariëteit, maar leidt alleen tot minder kosten op ketenniveau (dus: tot hogere productiviteit) als de complexiteitskosten in de hand kunnen worden gehouden. Dit kan gebeuren door het hanteren van een genetwerkte planningsfilosofie. Met een simulatie vergelijken we deze met een ambachtelijke planningsfilosofie en een industriële planningsfilosofie. De ambachtelijke planningsfilosofie (capacity) werkt alleen goed wanneer ketens eenvoudig zijn. De industriële planningsfilosofie werkt alleen goed als de vraagvariëteit laag is. De genetwerkte planningsfilosofie is een adequate oplossing bij hoge vraagvariëteit en eenvoudige tot relatief complexe ketenstructuren.

Ten derde is een systeemdefinitie nodig die het geheel van de keten omvat en een “spelontwerp” (transactiemechanisme) dat de gecreëerde waarde verzilverbaar maakt voor de investerende actoren. In dit rapport concentreren we ons op de eerste twee punten. Dit aspect zal in de volgende stappen van dit traject verder worden uitgewerkt tot een “proof of concept”.

## INHOUDSOPGAVE

1. Waardeschepping onder condities van heterogeniteit.....	5
2. Duurzaamheid, heterogeniteit en productiviteit .....	9
<b>2.1 Waarde door reductie van verspilling</b> .....	10
<b>2.2 Economies of change</b> .....	13
3. Productiviteit in economische systemen .....	17
<b>3.1 Totale Factor Productiviteit als slimheid van het proces</b> .....	18
<b>3.2 Methodologische problemen</b> .....	19
4. Waarde Resource productiviteit in heterogene dynamische economische systemen...	23
<b>4.1 Economische waardecreatie</b> .....	23
<b>4.2 Waarde Resource Productiviteit</b> .....	24
<b>4.3 Relatie tussen Waarde Resource productiviteit en waardecreatie</b> .....	26
5. Ketenstructuur, ketensnelheid en productiviteit.....	31
<b>5.1 Impact van snelheid: productiviteit van de ontvanger</b> .....	31
<b>5.2 Impact van snelheid: productiviteit van de transporteur</b> .....	34
<b>5.3 Impact van snelheid: productiviteit van de keten</b> .....	36
<b>5.4 Simulatie ketenstructuur, ketensnelheid en ketenproductiviteit</b> .....	36
6. Event-gedreven logistiek: vooruitblik op volgende stappen.....	41
Referenties .....	43

## 1. WAARDESCHEPPING ONDER CONDITIES VAN HETEROGENITEIT

De industriële revolutie heeft een enorme sprong in productiviteit veroorzaakt in economische systemen. Adam Smith, de grondlegger van de economische wetenschap, beschreef in 1776 hoe in een speldenfabriek de productie van het aantal spelden per medewerker met factoren kon worden verbeterd door een andere manier van organiseren. Smith beschreef hoe deze verbetering kon worden gerealiseerd door elke medewerker slechts een klein gedeelte van het productieproces te laten uitvoeren en zich daarin te specialiseren. Naast mechanisatie en automatisering (dus reductie van de arbeidsinhoud van het proces) zijn deze principes van arbeidsdeling en specialisatie in belangrijke oorzaken van de welvaarts-groei in onze westerse samenleving in de afgelopen eeuwen. Dit succes heeft er voor gezorgd dat deze principes, veelal onder de naam “Taylorisme”<sup>2</sup>, in bijna elk aspect van economische voortbrenging hun weg gevonden hebben. Van de productie van auto’s tot hamburgers, van het organiseren van vlieg-reizen tot het verlenen van bancaire diensten. Zelfs in onderwijs en zorg vinden we deze gedachten terug, meestal in het denkbeeld dat “groter” ook per definitie “efficiënter” betekent. Keer op keer blijkt dat dit vaak niet het geval is.

Bij nadere inspectie blijken de problemen zich echter niet te beperken tot zorg en onderwijs. Immers, waarom kunnen low-cost vliegtuigmaatschappijen zoveel goedkoper vliegen dan de grote allianties, terwijl ze toch met dezelfde vliegtuigen vliegen? Hoe komt het dat we drie maanden moeten wachten op een auto waar de fabrikant maar 18 uur aan bouwt: wat doen fabrikanten dan de rest van de tijd? Waarom is een standaardkeuken van een goede industriële keukenleverancier net zo duur als een keuken die ambachtelijk gemaakt is door een lokale timmerman? Waar zijn dan de “economies of scale” van de industriële productie gebleven? En waarom is een potje yoghurt in Duitsland gemiddeld 3600 kilometer onderweg van de fabriek naar de klant?

Allemaal raadsels. Onlogische en onbedoelde gevolgen van ons streven naar efficiency. De absurditeit ervan valt niet te ontkennen; we kunnen nog talloze andere voorbeelden noemen. Kennelijk zijn onze economische processen niet zo efficiënt als we denken of als we ze bedoeld hadden. En dat is weer merkwaardig in een vrije markt waar voortdurende

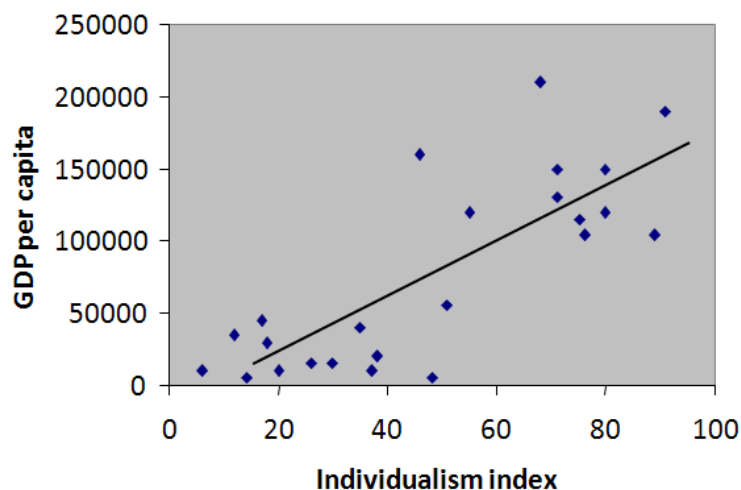
---

<sup>2</sup> Naar F.W. Taylor (1911), de grondlegger van het “scientific management”.

concurrentie plaatsvindt op de prijs/prestatie van de verschillende aanbieders. Kennelijk leidt de optelsom van lokale transacties (tussen individuele aanbieders en vragers), die elk op zich logisch zijn, niet noodzakelijk tot efficiëntie en logische uitkomsten op systeemniveau.

Het probleem dat we hierboven beschrijven is het gevolg van de toegenomen heterogeniteit en afgenomen voorspelbaarheid van onze wereld (Van Asseldonk, 1998). In de tijd van Adam Smith (1776) and Frederic Taylor (1911), toen onze behoeften nog redelijk gelijkvormig en voorspelbaar waren, was de industriële (Tayloristische) organisatie een goede oplossing voor het verhogen van de economische productiviteit. In onze moderne, heterogene en dynamische markten is dat niet meer (altijd) het geval.

De relatie die er bestaat tussen welvaart en heterogeniteit is beschreven door Hofstede (1991), en wordt zichtbaar in figuur 1.



Figuur 1: relatie tussen GDP en individualisering voor een groot aantal landen (bron: Hofstede, 1991)

In deze figuur wordt voor een groot aantal landen de relatie aangegeven tussen een index voor individualisme in deze respectievelijke landen en de welvaart (uitgedrukt in GDP per inwoner). Er blijkt een duidelijke samenhang te bestaan. Dit is ook wel enigszins logisch als we kijken de ontwikkeling van consumentengedrag bij toenemende welvaart. Een van de manieren om dit te doen is aan de hand van de behoeftespiramide van Maslov (1954) (zie figuur 2).

Op de lagere niveaus in deze piramide (onze eerste levensbehoeften) zijn onze behoeften redelijk gelijk aan die van anderen. We hebben allemaal hetzelfde soort eten, dezelfde temperatuur, dak boven ons hoofd, etc. nodig. Op hoge niveaus in deze piramide, als aan

alle behoeften uit lagere niveaus is voldaan, zijn we echter sterk van elkaar verschillend. Op het hoogste niveau (“het penthouse van geluk”) zelfs zo dat “verschillend zijn”, in de betekenis van “je onderscheiden van anderen”, een behoefte op zich is geworden.

Bij toenemende welvaart nemen dus de verschillen tussen onze behoeften toe. De heterogeniteit van de markt wordt groter, en doordat onze behoeften ook van moment tot moment verschillend zijn, neemt de voorspelbaarheid ervan af. Consumenten worden grilliger, hun behoeften worden “momentgedreven”, aankopen worden vaker “impulsaankopen”, en de voorspellende waarde van marktonderzoek neemt sterk af.

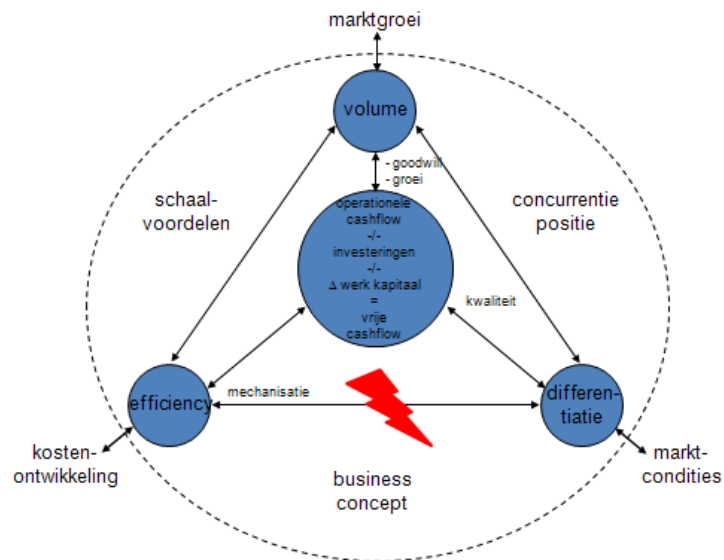


Figuur 2: De behoeftehiërarchie van Maslov (1954)

Van Asseldonk (1998) laat zien dat deze ontwikkeling grote gevolgen heeft voor de waardeschepping van ondernemingen. De essentie van zijn waardescheppingsmodel is weergegeven in figuur 3.

Onder condities van heterogeniteit en onvoorspelbaarheid ontstaat er een toenemende spanning tussen de “efficiency” (het kostenniveau van de onderneming) en de differentiatiegraad (het prijsvormende vermogen van de onderneming). Dit is niet zozeer het gevolg van afname van schaalvoordelen in bijvoorbeeld inkoop of voortbrenging, maar met name het gevolg van het ontstaan van zgn. “complexiteitskosten”. En het zijn deze complexiteitskosten die vaak de gehele efficiencywinst van industriële organisatie vernietigen. In de auto-industrie leidt het plannen van de productie van de enorme diversiteit in uitvoeringen van elk model tot grote organisatiekosten. Vandaar dat het drie maanden duurt voor men kan starten een auto te assembleren, waardoor alle winst van de superefficiënte 18-urige assemblage aan planning is opgegaan. Vandaar dat in de keukenbranche alle winst van de efficiënte keukenproductie verdwijnt in prohibitieve

faalkosten en re-work. Vandaar dat we een potje yoghurt over 3600 kilometer verslepen: maar liefst 4 maal de maximaal denkbare afstand tussen klant en fabriek! Vandaar dat in de zorg nu al meer dan 50% van het budget in organisatie en bureaucratie gaat zitten.



Figuur 3: Waardeschepingsmodel van Van Asseldonk (1998)

Samenvattend:

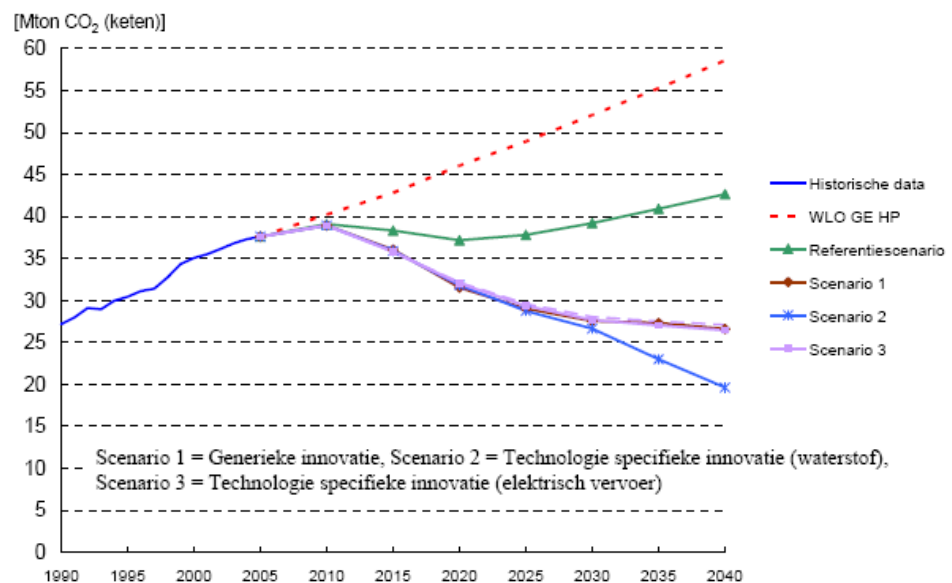
- In onze moderne markten leidt de groei van welvaart tot meer individualiteit en dus meer heterogeniteit en minder voorspelbaarheid.
- Hierdoor leidt industriële organisatie tot geweldige verspillingen (complexiteitskosten).
- Deze complexiteitskosten zijn een signaal voor de noodzaak tot een ander perspectief op organiseren.



## 2. DUURZAAMHEID, HETEROGENITEIT EN PRODUCTIVITEIT

De constatering dat heterogeniteit bij een industriële manier van organiseren leidt tot een grote verspilling van resources in de vorm van complexiteitskosten, betekent ook dat er een directe relatie is tussen heterogeniteit en duurzaamheid. Immers, als we een methode vinden om de complexiteitskosten drastisch te reduceren, realiseren we dezelfde “waarde” (in termen van betekenis) voor de eindconsument, maar gebruiken we minder resources!

In het kader van beleid gericht op de reductie van de uitstoot van broeikasgassen heeft de Nederlandse regering zich ten doel gesteld deze emissies, en met name CO<sub>2</sub>, tegen 2020 met 30% te reduceren ten opzichte van het niveau van 1990. In een recente studie heeft het Planbureau voor de Leefomgeving (2008) laten zien dat daarvoor een belangrijke intensivering van het beleid nodig is: de impact van het beleid moet m.b.t. CO<sub>2</sub> met een factor 5 (!) worden opgevoerd om deze doelstelling te halen. Ongewijzigd beleid zou leiden tot een belangrijke groei in plaats van een afname van de emissie (zie figuur 4).



Figuur 4: CO<sub>2</sub>-ketenemissie wegverkeer (bron: ECN, 2009)

Hoewel deze doelstelling betrekking heeft op het geheel van emissies, is het ondenkbaar dat een geïntensiveerd beleid niet alle belangrijke domeinen zou raken, en het is daarom

niet aannemelijk dat het goederenvervoer zich aan deze internationale verplichting zou kunnen onttrekken. Ook de Commissie Van Laarhoven (2007) en het Ministerie van Economische Zaken (2007) geven aan dat duurzaamheid als begrip in de logistieke sector steeds meer centraal komt te staan.

Een veelheid van maatregelen en oplossingen wordt daarbij overwogen, meestal echter als verbeteringen binnen de huidige systematische configuratie van transportketens (zie bijvoorbeeld de Commissie Van Laarhoven, 2007, 2008a, 2008b). Er is langs deze weg nog veel verbetering te realiseren door toepassing van nieuwe technologie (brandstoffen en motoren), verbetering van (gebruik van) infrastructuur, verschuiving van vervoersstromen naar andere modaliteiten en betere inzet van ICT. Het is echter zeer onzeker of het tempo waarin deze mogelijkheden in de dagelijkse praktijk effect zullen hebben hoog genoeg is om de beoogde doelstellingen te halen. Het verschuiven naar andere modaliteiten brengt bovendien het risico met zich mee van vertraging in de omloopsnelheid van goederen, en zal daarmee een drukkend effect hebben op de economische groei.

Het middels extra heffingen reduceren van het aantal tonkilometers binnen de configuratie van voortbrengingsketens zal eveneens een drukkend effect hebben op de economische groei. Daarmee komen we terecht in het klassieke antagonisme van milieu en economische groei. Omdat onder zulke condities het algemene belang en het belang van de actoren tegengesteld zijn, zal zo'n beleid alleen met geïntensiveerde regelgeving en bijbehorende sancties kunnen worden gerealiseerd c.q. afgedwongen. Een beter milieu wordt daarmee bijna automatisch een "Inconvenient Truth".

## 2.1 WAARDE DOOR REDUCTIE VAN VERSPILLING

Von Weizsäcker e.a. (1997) beschrijft in zijn boek *Factor Four* dat klassieke benaderingen van industriële organisatie in een moderne, heterogene en ultradynamische samenleving tot grote verspillingen leiden. Met de eerder aangehaalde casus van aardbeienyoghurt in Duitsland en vele andere voorbeelden illustreert hij dat er potentieel een factor 4 verbetering mogelijk is in resourcebenutting. Met andere woorden: meer resultaat met minder resourcebelasting. Dat betekent dat vergelijkbare of hogere maatschappelijke en economische prestaties geleverd kunnen worden met minder emissie. Daarmee zou een beter milieu een "convenient truth" betekenen, en dat leidt tot een veel grotere kans voor het mobiliseren van positieve energie voor maatschappelijke verandering.

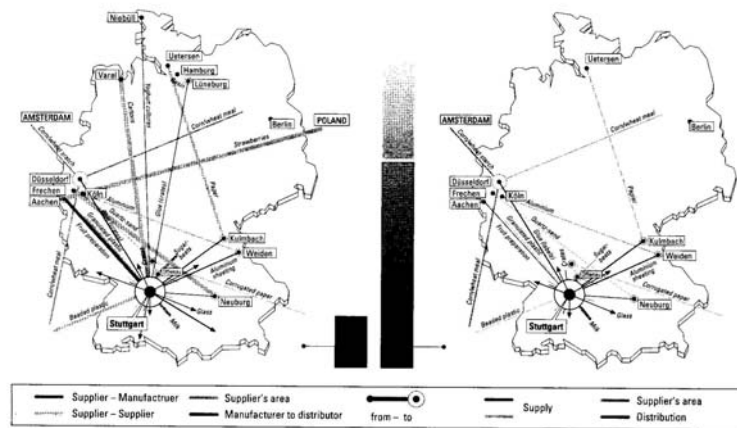


Figure 11 Thirty-five hundred kilometres is the average distance travelled by a strawberry yoghurt made in Stuttgart, Germany. It is not, of course, the finished cup of yoghurt itself that travels this extraordinary distance; rather, most of the distance is accounted for by the materials and ingredients that have to be shipped to the dairy manufacturer in the first place. The journeys of the supplies to the suppliers add another 4,500 kilometres. For comparison, the right-hand side of the illustration shows the geography of a low-transport-intensity yoghurt production. (After Böge, 1993)

Figuur 5: Aardbeienyoghurt in Duitsland (Von Weizsäcker, 1997)

Hoe groot is die vrijvallende waarde eigenlijk, en kunnen we die inzichtelijk maken? Laten we om te beginnen nog eens naar het voorbeeld van de aardbeienyoghurt kijken. Von Weizsäcker e.a. (1997) laat zien dat een potje yoghurt (inclusief alle toelevering naar de yoghurtfabriek) circa 3500 kilometer reist naar de gemiddelde (!) klant (zie figuur 5). En als de toeleveringen naar de toeleveranciers worden meegerekend, komt daar nog eens 4500 kilometer bij. En dat terwijl de Duitsland diagonaal maar 950 kilometer groot is!

Dit geval staat niet op zich. In het boek *Mass-individualisation* van Van Asseldonk (1998) worden meer voorbeelden genoemd waarin de complexiteit, heterogeniteit en onvoorspelbaarheid van de moderne consumentenmarkten leiden tot complexiteitskosten die groter zijn dan de totale productiviteitswinst uit de industrialisatie van de voortbrenging. Vanuit de archetypes van de industriële ontwikkeling (bijvoorbeeld de T-Ford) zijn we stap voor stap terecht gekomen in een wereld waarin iedere individuele speler gedwongen wordt de volgende stap op de ingeslagen weg te gaan, terwijl op ketenniveau de oplossing steeds minder compatibel is met de omgeving waarin die speler opereert. Deze zogenaamde “padafhankelijkheid” is alleen door wijzigingen op systeemniveau te doorbreken.

Uit overig (deels eigen) onderzoek en projectwerk met betrekking tot logistieke ketens komen vergelijkbare uitkomsten:

- Bij simulatiestudies voor een grote supermarktketen bleek dat bij een geïdealiseerde, event-gedreven keten, slechts 16% van de ketenresources (inclusief transport) nodig waren.

- Bij dezelfde keten bleken de integrale collikosten voor verse artikelen (“ambachtelijke keten”) ongeveer gelijk te zijn aan de integrale collikosten voor houdbare kruidenierswaren (“industriële keten”). Waar is de industriële productiviteitswinst gebleven?
- Bij een grote warenhuisketen bleek de theoretische efficiency in de keten een factor 4 à 5 groter te zijn dan de efficiency die in werkelijkheid werd gerealiseerd. Ofwel, je zou met ongeveer 20% van de huidige schapruimte alle huidige klantvraag kunnen bedienen.
- Uit een recente (ongepubliceerde) studie van CapGemini blijkt dat het uit het oogpunt van CO<sub>2</sub> emissie beter zou zijn om supermarkten te sluiten en de boodschappen direct bij de consument thuis te bezorgen.
- Herontwerp van de keten van Procter & Gamble door de BIOS Group (Anthes, 2003) laten zien dat de overgang van een centraal geplande keten naar een genetwerkte keten met gebruik van “intelligent agents” circa 300 miljoen dollar besparing opleverde.

Deze effecten zijn dus geen exotische uitzonderingen bij bedrijven die een achterstand hebben in de modernisering van hun goederenstromen. Ze zijn systematisch, ook bij de meest geavanceerde spelers in de sector. Het is overigens niet zo dat deze theoretische grenzen in de praktijk eenvoudig bereikt kunnen worden. Zij geven slechts aan hoeveel verbeteringspotentieel er theoretisch is. In genoemde projecten zijn echter door systeemtransformatie wel verbeteringen van tientallen procenten bereikt. Het ligt dus voor de hand om in een poging de mobiliteitsgebonden emissie te fors reduceren ook (en misschien vooral) te kijken naar deze “verspilde resources”.

Want, doorredenerend op het voorbeeld van Von Weizsäcker (1997):

- Tot 75% van het transport is theoretisch overbodig ...
- We weten uit ander onderzoek dat zo’n 50% van de vrachtauto’s (in retail logistiek) leeg is (of: auto’s gemiddeld halfvol zijn) ...<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Uit CBS-data kan berekend worden dat de verhouding tussen de actuele ladingtonkilometers en het laadvermogen tonkilometer van beladen ritten in 1997 gelijk was aan 62%, geleidelijk dalend tot 44% in 2007. De verhouding tussen de actuele

- Zodat dus maar 12,5% van al deze verplaatsing op weg naar de klant is ...
- En dat terwijl elke besparing aan het eind van de energieketen ook betekent dat verspillingen stroomopwaarts in de keten (bijvoorbeeld in het winnen, raffineren en transporteren van brandstof) verdwijnen ...
- Zodat de totale besparing aan het eind van de keten dus vermenigvuldigd kunnen worden met de inefficiëntie van de totale keten.

Op basis van deze redenering en van de aangehaalde onderzoeken is er dus een theoretisch verbeterpotentieel van minimaal zo'n 80% !

Nogmaals, dit betekent niet dat deze besparingen in de praktijk *volledig* te behalen zijn, en evenmin dat deze besparingen *eenvoudig* te behalen zijn. De mogelijke besparingen bieden echter wel een nieuw perspectief.

## 2.2 ECONOMIES OF CHANGE

Indien deze verspilling substantieel gereduceerd zou kunnen worden betekent dit niet alleen een belangrijke bijdrage aan de emissiedoelstellingen, maar leidt dit ook tot "vrijvallende" waarde in de keten: de kosten voor het gebruik van overbodige resources hoeven immers niet meer gemaakt te worden. De besparingen die hieruit voortvloeien zouden aan de klanten kunnen worden doorgegeven in de vorm van prijsverlagingen, maar kunnen ook gezien worden als opbrengsten voor de ketenspelers als rendement op hun investeringen in verandering. Theoretisch is het dus mogelijk om dezelfde opbrengst voor de sector te genereren met minder (ton)kilometers. Dit behelst echter een ingrijpende transformatie van de voortbrengingsketen op meerdere aspecten:

- Transport is als sector capaciteitsgedreven. Benuttinggraad en kostprijs bepalen de (relatieve) waarde die wordt gegenereerd. Minder tonkilometers zal dus onvermijdelijk leiden tot dalende inkomsten en rentabiliteit voor de transportsector, waar de verladers/producenten de lagere kosten zullen gebruiken om hun concurrentiepositie te verbeteren. Het is dus nodig om transportprestaties niet langer te meten en af te rekenen in tonkilometers, maar in economische waarde die gecreëerd wordt voor de keten.

---

ladingtonkilometers en het totale laadvermogen tonkilometer was in 1997 gelijk aan 44%, geleidelijk dalend tot 29% in 2007.

- Door reductie van verspilling neemt economische productiviteit (in waardetermen) in de keten toe. Dit komt echter niet altijd tot uiting in de wijze waarop nu door economen productiviteit gemeten wordt, omdat deze definitie gebaseerd is op het rekenen in eenheden, niet in geld. De economische wetenschap is in haar instrumentarium een product van dezelfde wereld van homogeniteit en voorspelbaarheid als de industriële werkelijkheid dat is. Ook op dit punt is een stap voorwaarts nodig om de effecten van verandering meetbaar te maken.
- Complexiteitskosten zijn sterk verbonden met ketensnelheid, en met name met de fractie “wachttijden” in de keten (Van Asseldonk, 1998). Deze wachttijden wijzen op aansluitproblemen en/of planningsproblemen. Meer snelheid leidt tot reductie van de complexiteitskosten dus vergroting van de waardecreatie in de keten. Het doorbreken van de oorzaken van complexiteitskosten en wachttijden, betekent echter dat er op een volstrekt andere wijze gekeken moet worden naar planning en coördinatie in ketens. Er moet een heroriëntatie plaatsvinden van industrieel denken en plannen, gebaseerd op het behalen van “economies of scale” naar “genetwerkt” denken en plannen, gebaseerd op “economies of speed” en “economies of flexibility”.
- Een her-configuratie van voortbrengingsketens betekent niet automatisch dat de waarde die door verandering op ketenniveau wordt gegenereerd ook toevalt aan diegenen die de investeringen doen. Het probleem is dus niet alleen hoe deze waarde te creëren, maar ook hoe deze te verdelen. Anders zal immers niemand investeren. In de huidige ketenconfiguraties is dit een “spel” tussen twee opeenvolgende spelers in de keten, waardoor ieder, binnen de randvoorwaarden van de keten, slechts zijn eigen positie kan optimaliseren. Dit leidt, zoals eerder beschreven, tot logische oplossingen op microniveau, maar tot absurde uitkomsten op macroniveau. Het is daarom nodig dit “spel” opnieuw te ontwerpen, door a) het spel te definiëren op het niveau van de waardeketen als geheel, waardoor ook waarde die de transportsector genereert voor de verzenders of ontvangers wordt meegerekend en, b) in dit spel een zodanige interactie te organiseren dat de waarde van investeringen die gedaan worden om verspilling te reduceren ook toevalt aan degenen die deze investeringen plegen.

Samenvattend:

- Bij bestaand beleid blijft emissiereductie een “inconvenient truth”.

- Er zit echter minimaal zo'n 80% (theoretisch) verspilde waarde in transportketens.
- Er is dus een groot potentieel om maatschappelijke en economische waarde te verhogen bij verminderde resourcebelasting.

- **Platform Duurzame mobiliteit/Carbon Light Mobility**
- Vanuit het Platform Duurzame Mobiliteit de Stichting Carbon Light Mobility (CLiM) worden initiatieven genomen om tot duurzamer logistiek te komen. Deze twee gecombineerde perspectieven (de inzet van schonere technologie en reductie van "onnodige" kilometers) sluiten nauw aan bij de benadering van CLiM, waarin coalities worden gesmeed om onder het motto "Lean and Green" tot lage-emissie logistiek te komen.
- Met betrekking tot de inzet van schonere technologie, en de certificering en beloning hiervan, zijn er reeds een aantal ideeën in ontwikkeling.
- Hoewel heterogeniteit, en de impact daarvan op logistieke ketens, regelmatig wordt gesignaleerd en beschreven (o.a. Commissie Van Laarhoven, 2006, 2008a; het Ministerie van Economische Zaken, 2007; en Nederland Distributieland, 2007), zijn er tot op heden echter geen concrete stappen ondernomen om vanuit deze constatering tot conclusies te komen over ingrijpende veranderingen in de systeemconfiguratie. Het denken en werken aan ketentransformatie staat nog in de kinderschoenen.
- Bij zo'n transformatie zijn zowel verladers als transporteurs betrokken. Deze zijn beiden actief bij CLiM betrokken. CLiM is daarmee het ideale platform om tot een doorbraak in ketenstructuren te komen.
- Die doorbraak is niet eenvoudig en de weg er naar toe niet zonder risico's. Toch zijn de risico's van falen zeker niet groter dan langs de klassieke lijnen van beleid. Bovendien zou slagen langs deze nieuwe weg een belangrijke impuls geven aan de innovatiekracht van de Nederlandse transportsector en daarmee aan de positie van Nederland als distributieland en mainport naar/van Europa.

Om dit potentieel te realiseren is echter een ingrijpende transformatie van de transportketen nodig, op drie aspecten:

- Transportprestaties moeten niet langer worden gemeten en afgerekend in tonkilometers, maar in economische waarde die gecreëerd wordt voor de keten als geheel. Dit impliceert ook het herzien van het economische productiviteitsbegrip.
- Er moet een heroriëntatie plaatsvinden van de wijze waarop ketens worden gepland en gecoördineerd: van industrieel naar genetwerkt denken.
- Er is een systeemdefinitie nodig die het geheel van de keten omvat en een “spelontwerp” (transactiemechanisme) dat de gecreëerde waarde verzilverbaar maakt voor de investerende actoren.



### 3. PRODUCTIVITEIT IN ECONOMISCHE SYSTEMEN

De eerste stap in de bovenstaande redenering betreft het oplossen van het probleem van het meten van economische waarde en de gevolgen voor het meten van productiviteit van economische systemen. De doelstelling is immers de creatie van meer economische waarde uit minder resources (Factor 4!). Om dit te doen moeten we economische productiviteit kunnen meten in heterogene en dynamische systemen.

Voor het meten van de prestaties van economische systemen kunnen vele maatstaven worden gebruikt. Zo kunnen we kijken naar winstgevendheid, omzet, capaciteitsbenutting, aantal tonkilometers en nog vele andere dimensies. Meer betekenisvol is echter het gebruik van een meerdimensionale maatstaf, één die de prestatie (effectiviteit) van het systeem relateert aan de opofferingen die voor die prestatie gedaan moeten worden (efficiëntie). Voor economische systemen is het begrip “productiviteit” zo’n maatstaf, die algemeen wordt geaccepteerd als een goede manier om (logistieke) prestaties te meten en te vergelijken (voor de literatuur m.b.t. productiviteitsmeting in logistiek, zie Chow e.a., 1994 en Fawcett en Cooper, 1998, zie verder ook Commissie Van Laarhoven, 2006, 2007; Ministerie van Economische Zaken, 2007; McKinsey&Company, 2007).

In zijn boek *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations* uit 1776 beschrijft Smith de gang van zaken in een speldenfabriek. Een individuele medewerker zou, met voldoende hulpmiddelen en materialen, ongeveer 10 tot 20 spelden per dag kunnen produceren. Omdat de medewerkers echter de productietaken verdeeld hadden, en zich elk in een van de opeenvolgende taken specialiseerden, konden ze samen meer dan 48.000 spelden per dag produceren, ofwel 4800 spelden per medewerker in plaats van 20. Specialisatie, en de daarmee samenhangende verbetering van de vaardigheden, leidt dus tot een disproportionele toename van de output (spelden) ten opzichte van de input (arbeid van de medewerkers) en tot een sterke stijging van de productiviteit van de speldenfabriek.

Productiviteit is de verhouding tussen output en input. Ofwel: tussen dat wat uit een bedrijfsproces voortkomt (goederen, diensten) en dat wat erin wordt gestopt (arbeid, kapitaal). Productiviteit is de graadmeter van de efficiëntie waarmee ondernemingen hun processen uitvoeren. Productiviteit is daarmee een van de belangrijkste factoren die winstgevendheid bepalen, zo blijkt uit onderzoek (Zegveld e.a. 2002; Van Ark en De Jong,

2004; Den Hartigh 2005). Een van de meest aansprekende voorbeelden van productiviteitsverbetering is nog altijd dat van Adam Smith (1776), grondlegger van de economische wetenschap, over een speldenfabriek.

De speldenfabriek is een voorbeeld van productiviteitsverbetering in een industriële omgeving. Productiviteit is echter ook voor dienstverlenende ondernemingen van belang (Van Ark en De Jong, 2004; Zegveld en Den Hartigh, 2007), en daarmee dus ook voor de transport- en logistieke sector.

In het voorbeeld van de speldenfabriek hebben we productiviteit gedefinieerd als arbeidsproductiviteit: aantal vervaardigde producten per medewerker. We meten hiermee de efficiëntie van het proces. Maar stel nu dat voor de productiviteitsverbetering veel meer machines of andere productiemiddelen nodig zijn, is het proces dan werkelijk efficiënter geworden? Geleidelijk aan is in de economie het besef ontstaan dat productiviteit gemeten op basis van één inputfactor (dus ofwel arbeid, ofwel kapitaal) een te beperkte definitie is.

### 3.1 TOTALE FACTOR PRODUCTIVITEIT ALS SLIMHEID VAN HET PROCES

Eind jaren vijftig van de twintigste eeuw hebben Abramowitz (1956) en Solow (1957) belangrijke studies verricht naar de productiviteitsgroei van landen. In hun onderzoek stelden ze vast dat de economische groei slechts voor zo'n 20% kon worden verklaard door de groei van arbeid en kapitaal. De overige 80% kan worden verklaard doordat arbeid en kapitaal op andere, vernieuwende wijzen, werden gecombineerd. Bij de verklaring van die overige 80%, die zij "residu" noemen, legden zij grote nadruk op de rol van technologie en innovatie.

Hieruit is het concept Totale Factor Productiviteit (TFP) ontstaan. Bij de TFP-maatstaf wordt de output gerelateerd aan meerdere inputfactoren. TFP-groei is daarmee niet het gevolg van meer mensen (arbeid) en machines (kapitaal) maar van het slimmer inzetten van de combinatie daarvan. Dus: slimmer organiseren. Op ondernemingsniveau betekent dit dat technologie, organisatorische innovaties, marketing- en distributietechnieken en product- en service-innovaties zodanig worden ingezet dat met hetzelfde aantal mensen en machines meer kan worden geproduceerd (zoals in de speldenfabriek van Adam Smith) (Zegveld e.a., 2002).

Een analyse op ondernemingsniveau (Zegveld 2000; Zegveld e.a. 2002), gebaseerd op het werk van Solow (1957), laat zien dat ook in ondernemingen een groot deel van de groei het gevolg is van groei van de TFP. Ook blijkt dat TFP-groei niet kan worden verklaard door de ondernemingsgrootte of door de sector waarin een onderneming actief is. TFP-groei moet dan ook worden toegeschreven aan ondernemingsspecifieke capaciteiten, vaardigheden, routines en andere kennisaspecten. Op ondernemingsniveau kan de TFP daarom als kennisproductiviteit worden getypeerd, ofwel een maatstaf voor de slimheid

van het proces. De bevinding dat TFP-groei ondernemingsspecifiek is, betekent dat de groei van de TFP door het management kan worden bestuurd.

Voor dienstverlenende (en dus ook voor transport- en logistieke) ondernemingen is het meten van de TFP de geschiktste vorm van productiviteitsmeting (Eloranta en Holmström, 1998; Van Ark en De Jong, 2004; Zegveld en Den Hartigh, 2007). Ook in transport en logistiek wordt immers arbeid (bijvoorbeeld chauffeurs en planners) gecombineerd met kapitaal (bijvoorbeeld trucks, computers en distributiecentra), om zo efficiënt mogelijk tonnen lading te transporteren. Ook in transport en logistiek meet TFP daarmee de efficiëntie van het totale proces en de slimheid waarmee de inputfactoren met elkaar worden gecombineerd om zoveel mogelijk tonnen te transporteren.

Traditioneel wordt TFP-ontwikkeling gerelateerd aan een specifiek product of een specifieke productgroep, bijvoorbeeld “spelden” of “tonnen lading”. Hierdoor is standaardisatie mogelijk van de eenheden van de output. Zo kan onderscheid worden gemaakt tussen een zuiver productiviteitseffect (kwantiteit) en een prijseffect (zie Grifell-Tatjé en Lovell, 1999, 2000 en Van Ark en De Jong, 2004 voor een verdere uitleg en verfijning van deze indeling). De zuivere ontwikkeling van de TFP wordt bepaald door de reële verandering van de input en output in eenheden (productiviteitseffect). Het prijseffect kan vervolgens worden berekend door te bepalen in welke mate de onderneming de inkoop- en verkoopprijzen van de inputfactoren respectievelijk van de output kan beïnvloeden. Deze theoretisch zuivere benadering heeft op ondernemingsniveau diverse nadelen.

### 3.2 METHODOLOGISCHE PROBLEMEN

Het economisch instrumentarium is vanuit haar wetenschappelijke historie gebouwd rondom relatief homogene economische systemen. Dit is goed zichtbaar in de definitie en het gebruik van het begrip productiviteit, dat traditioneel wordt berekend op basis van eenheden input en output. In (extreem) heterogene omgevingen verliest deze definitie van productiviteit haar betekenis. Immers, we kunnen geen “appels” bij “peren” optellen. Het klassieke instrumentarium is daarmee niet meer geschikt als gereedschap voor het meten van extreem heterogene waardeketens.

Het meten in eenheden is mogelijk een goed idee in relatief simpele economische structuren. Voor ketens waarin fysieke producten worden voorgebracht en waarin producten redelijk gelijkvormig zijn, kunnen deze producten worden geteld, eventueel door een aantal subcategorieën te onderscheiden. Indien echter de heterogeniteit sterk toeneemt, wordt het aantal categorieën te groot om nog praktisch te zijn: het “systeem” verdwijnt in een eindeloos aantal subsysteempjes (Eloranta en Holmström, 1998; Diewert,

2000).<sup>4</sup> Tot op heden zijn er geen officiële maatstaven om de impact van die variëteit te meten (Saunders en Brynjolfsson, 2007). Nog groter wordt het probleem als we de redenering toe willen passen op een economisch systeem dat geheel of gedeeltelijk uit diensten bestaat. Bij dienstverlening is de klant coproductent van het resultaat, en de vraag is hoe deze input mee te nemen in de berekening. Bovendien is het resultaat vaak klantspecifiek, en daardoor niet aggregaerbaar. Dit is bijvoorbeeld één van de problemen in het meten van productiviteit in de zorg: hoe meet je output van een medisch consult? Of nemen we het consult zelf als output? Terwijl dat toch eigenlijk resource input is. In een samenleving met een vrijwel eindeloze heterogeniteit in het aanbod, waarbij 70 à 80% van het nationaal inkomen uit diensten bestaat, is deze definitie niet meer bruikbaar.

Daarnaast zijn er nog een aantal ander problemen met het klassieke productiviteitsbegrip:

- De economische betekenis van kennis

Als we ons voorstellen dat we een spijkerbroekenfabriek hebben waar 100 ongeschoolde arbeiders 10.000 spijkerbroeken per maand maken, dan is de arbeidsproductiviteit in de klassieke definitie gelijk aan 100. Als we in dit gedachte-experiment de 100 ongeschoolde arbeiders vervangen door 100 gediplomeerde academici is er aan die productiviteit niets veranderd. Deze is nog steeds 100. Toch zegt de logica dat de “verspilling” in dit systeem sterk toegenomen moet zijn. De invloed van kennis is dus in de klassieke productiviteitsdefinitie niet terug te vinden, en daarmee is de economische basis voor kennisintensieve innovatie moeilijk cijfermatig te beargumenteren.

- Processnelheid is niet zichtbaar

In de klassieke berekening van productiviteit komt het begrip “tijd” alleen voor als schaalfactor in teller en noemer van de breuk. De doorlooptijd zelf (in termen van de tijdsduur tussen aanvang en einde van de voortbrenging) komt in de definitie niet voor (Georgescu-Roegen, 1970). In het voorbeeld van de spijkerbroeken maakt het dus wel verschil hoeveel spijkerbroeken er per week uit de fabriek komen (120 spijkerbroeken per arbeider per week is beter dan 100 spijkerbroeken per arbeider per week) maar maakt het niet uit of die spijkerbroeken 4 weken of 4 maanden in het productieproces onderweg geweest zijn. Toch is er goed economisch onderzoek (o.a. de Benetton casus) dat laat zien dat het succes van bedrijven sterk samenhangt met doorlooptijd en

---

<sup>4</sup> Diewert, 2000 signaleert dit probleem, maar hij trekt er een andere conclusie uit dan wij, namelijk dat er meer gedetailleerde statistische informatie beschikbaar zou moeten komen.

ketensnelheid (zie o.a. Stalk, 1988; Cordero, 1991; Holmström, 1994, 1995; Jayaram e.a, 1999; Schmenner, 1994; Wagner en Digman, 1997; Tanskanen en Hameri, 1999; Pearce II, 2002). Ook in vele andere voorbeelden blijkt het strategisch succes van bedrijven nauw verbonden te zijn met “responsiviteit” en “time-to-market”, zowel in ontwikkeling van nieuwe producten en diensten als in het reageren op veranderingen in de actuele vraag. Dit verschil in succes (dus in gecreëerde economische waarde) wordt in de klassieke definitie van productiviteit niet zichtbaar.

Een bijzonder aspect hiervan is de impact die ketenversnelling op de gehele systeemconfiguratie kan hebben. Bij berekeningen van economische effect wordt veelal uitgegaan van “ceteribus paribus” veronderstellingen. Vaak echter is het effect van ketenversnelling dat daarmee ook de systeemconfiguratie zelf verandert. Er treedt als het ware een positieve feedback in het systeem op, waarmee een op zich kleine verandering zijn eigen effect vergroot. Een goed voorbeeld hiervan is de economische opleving van de regio Lille in noordwest Frankrijk na de aanleg van de TGV verbinding tussen Parijs en Londen. Door de verhoogde transportsnelheid maakt de regio nu ineens deel uit van dit intergrootstedelijke systeem, met alle positieve (en negatieve) gevolgen van dien.

- Complexiteitskosten

Een laatste probleem is dat in de productiviteitsverbetering “verspilde” productiviteit wordt meegerekend als economische prestatie. Als bijvoorbeeld de zelfde marktprestatie met minder tonkilometers kan worden gerealiseerd, zal de economische output voor de transportsector (dat zijn deze tonkilometers) dalen. Als de resources (transportmiddelen, chauffeurs) dan wel aanwezig of beschikbaar blijven, is de economische productiviteit gedaald, terwijl in feite het systeem als geheel verbeterd is (dit lijkt een beetje op het voorbeeld van de spijkerbroekenmakende academici van hierboven). Het probleem is dat in productiviteitsmetingen al deze consequenties van complexiteit als productieve prestatie worden meegenomen, terwijl ze in feite verspilling zijn.

Samenvattend:

- Productiviteit is een goede maatstaf voor het meten van de prestaties van economische systemen in termen van effectiviteit en efficiency en de slimheid van het proces.
- Het klassieke productiviteitsbegrip van meten in eenheden is niet (meer) bruikbaar voor onze moderne, heterogene, dynamische, en op diensten gebaseerde economische systemen.

Resource productiviteit in heterogene economische systemen  
[Van Asseldonk/De Hartigh; april 2009]

- Een nieuwe productiviteitsbenadering is daarom nodig om voor zulke systemen waardecreatie op systeemniveau te meten.

## 4. WAARDE RESOURCE PRODUCTIVITEIT IN HETEROGENE DYNAMISCHE ECONOMISCHE SYSTEMEN

Gegeven de bovenstaande redenering zijn we dus op zoek naar een productiviteitsbegrip dat in staat is economisch gecreëerde waarde te meten, dat wil zeggen: waarde aan de outputzijde door het beter of sneller bedienen van de klant en resource-efficiëntie aan de inputzijde door het slimmer en/of goedkoper combineren van inputfactoren. Een dergelijk productiviteitsbegrip wordt ook voorgesteld door Stainer (1996, 1997) en door Eloranta en Holmström (1998). We kijken nu eerst naar hoe ondernemingen (c.q. economische systemen) waarde creëren en daarmee hun productiviteit verhogen.

### 4.1 ECONOMISCHE WAARDECREATIE

Ondernemingen kunnen op verschillende manieren waarde creëren: door zich te richten op volume (omzetgroei), op efficiëntie (kostenbesparingen) of op differentiatie (aanbieden van duurdere producten of diensten die beter zijn afgestemd op wensen van de klant) (Van Asseldonk, 1998). Ze kunnen daardoor ook hun productiviteit besturen (Zegveld en Den Hartigh, 2007).

Volumegedreven ondernemingen richten zich op verkoop van meer van hetzelfde. Het zijn veelal expanderende organisaties met een sterke, autonome groei. Ze opereren vaak in groeimarkten, of zoeken die op, en weten daarin sneller te groeien dan het marktgemiddelde. Het is voor volumegedreven ondernemingen lastig de productiviteit substantieel te verhogen. Elke vergroting van volume betekent immers dat ook extra middelen moeten worden ingezet. De primaire bronnen van waardecreatie van volumegedreven ondernemingen zijn het vergroten van marktaandeel in bestaande markten en het ontwikkelen van nieuwe markten. De additionele winst die hiervan het gevolg is, wordt terug in het marketing- en verkoopproces geïnvesteerd. Daardoor kunnen volumegedreven ondernemingen hun marktaandeel verder laten stijgen. Bij een volumestrategie investeren ze langdurig in marketing- en verkoopprocessen. Ze zijn door de omzetgroei consequent in staat om waarde te creëren en daarmee om hun winst te verhogen.

Efficiëntiegedreven ondernemingen richten zich op kostenreductie bij gelijkblijvende of stijgende volumes. Deze bedrijven opereren vaak in stagnerende of verzadigde markten en beconcurreren andere bedrijven op kosten en prijs. Efficiëntiegedreven ondernemingen verbeteren hun productiviteit door verbeteringen in hun kostenstructuur aan te brengen en creëren daarmee waarde. Ze investeren in automatisering en mechanisering en proberen de volumegroei in lijn met die van de markt te houden. Dat doen zij door hun marktaandeel te behouden of vergroten en tegelijkertijd het prijsniveau

concurrerend te houden. De gerealiseerde kostenbesparingen leiden tot hogere winsten, die weer worden geïnvesteerd om verdere kostenbesparingen te realiseren. Het simplificeren, standaardiseren en mechaniseren van het voortbrengingsproces is de basis van het succes van efficiëntiegedreven ondernemingen. Een succes dat leidt tot waardecreatie en hogere winsten.

Differentiatiegedreven ondernemingen kiezen voor een aanbod van producten en diensten waarvoor de klant bereid is een hogere prijs te betalen. Differentiatiegedreven ondernemingen verbeteren hun productiviteit door hun toegevoegde waarde te verhogen. Dat doen ze door zich te richten op kwaliteit, op onderscheidend vermogen en op het optimaal bedienen van de klant. Het kenmerk van differentiërende ondernemingen is niet zozeer dat zij meer verschillende producten aanbieden (diversificatie) maar dat zij onderscheidende producten, merken en diensten aanbieden met een hogere toegevoegde klantwaarde. Differentiërende ondernemingen investeren hun additionele winst in verdere segmentatie van de klantengroep en in productaanpassingen die leiden tot producten met nog meer toegevoegde waarde. Zo kunnen zij consequent economische waarde creëren en dus hun winst verhogen.

## 4.2 WAARDE RESOURCE PRODUCTIVITEIT

Om bovengenoemde economische waardecreatie, kennis, processnelheid en complexiteitskosten in het productiviteitsbegrip te kunnen meenemen, zullen we dit begrip moeten herdefiniëren. We stellen daarom voor het traditionele TFP-begrip van “aantallen producten gedeeld door een index van aantallen medewerkers en euro’s gebruikt kapitaal” los te laten en dit vervangen door Waarde Resource productiviteits, waarbij output gedefinieerd wordt als “gecreëerde economische waarde voor het systeem” (gerelateerd aan het bovengenoemde concept Differentiatie) en input als “totale kosten van de combinatie van de aangewende resources” (gerelateerd aan het bovengenoemde concept Efficiency). Hierin zijn dan tevens kennis, snelheid en complexiteitskosten meegenomen, als volgt:

- Kennis kan aan de outputzijde leiden tot slimmere, meer waardevolle, proposities voor het systeem, waarvoor een hogere prijs berekend kan worden. Zaken als merknaam of reputatie, die als ondernemings specifieke kennis (“intangible resources”) kunnen worden aangemerkt, leiden tot hogere waarde voor klanten en daarmee tot beter prijsvormend vermogen. Aan de inputzijde kan kennis leiden tot slimmere, efficiëntere combinaties van resources, waardoor de kosten teruglopen. Tevens kan kennis leiden tot slimmere proposities voor het systeem, die aan de outputzijde vergelijkbare waarde vertegenwoordigen, maar aan de inputzijde tot een efficiënter resourcegebruik leiden.
- Snelheid kan aan de outputzijde leiden tot hogere waarde voor het systeem, bijvoorbeeld door het vergroten van de productbeschikbaarheid op het retail-



schap. Aan de inputzijde kan snelheid leiden tot efficiënter resourcegebruik, omdat processen altijd geld kosten (overhead), ook als er niets gebeurt (wachtijd) (zie o.a. Stalk, 1988; Cordero, 1991; Holmström, 1994, 1995; Jayaram e.a, 1999; Schmenner, 1994; Wagner en Digman, 1997; Tanskanen en Hameri, 1999; Pearce II, 2002).

Beschikbaarheid op het schap (of waar dan ook bij de klant) is een functie van de voorraadgrootte en de snelheid van belevering. Als de leversnelheid oneindig kort is, is voorraad onnodig. Als de voorraad laag is en de leversnelheid laag, zal dat leiden tot nee-verkopen. Als de voorraad groot is, kunnen we met langzamere of minder frequente belevering toe. We kunnen dan op voorraad sturen, met als voordelen een hoge capaciteitsbenutting van transportmiddelen (we kunnen immers de trucks “vol plannen”) en goede beschikbaarheid van het product.

De nadelen van het aanhouden van voorraden zijn echter ook bekend: opslagkosten (magazijn en schapruijme), handlingkosten, kosten van veroudering en bederf. Tevens is het uit “lean production” theorie en praktijk bekend dat het aanhouden van voorraden problemen in de keten maskeert (Schonberger, 1982; Stalk, 1988; Womack, Jones en Roos, 1990; Schmenner, 1994). Dat is soms gewenst om kleine onvolkomenheden in de belevering op te vangen (je wilt niet gelijk nee-verkopen als je leverancier 5 minuten te laat is), maar vaak zijn voorraden een bron van aanzienlijke verspillingen en verborgen kosten. Een lagere leversnelheid lijkt aantrekkelijk wegens het eenvoudige kunnen vol plannen van transportmiddelen, maar een belangrijk nadeel is dat er ook in langzame of laagfrequente processen sprake is van resourcegebruik: een chauffeur kost ook geld als hij/zij staat te wachten, lagere frequenties betekenen meer benodigde DC-ruimte en meer handling, alle overheadkosten lopen door en drukken op het resultaat, ook als het proces langzaam verloopt.

Het loont daarom om op snelheid te sturen. Ook hogere leversnelheid leidt tot goede beschikbaarheid van het product, zonder de nadelen van het aanhouden van voorraden. Daarnaast heeft snelheid een aantal aanvullende voordelen, zoals het sneller kunnen bedienen van klanten, of het bij dezelfde schapruijme kunnen aanbieden van een grotere diversiteit aan producten (“economies of speed”, zie voor een formele economische analyse Grubbström en Olhager, 1997). Deze voordelen leiden in een moderne samenleving waarin iedereen alles altijd onmiddellijk wil hebben tot meer mogelijkheden voor economische waardecreatie.

- Complexiteitskosten, die in de standaard kostencalculaties onzichtbaar zijn, komen helder tot uiting doordat alle kosten van alle aangewende resources worden meegenomen; bijvoorbeeld doordat bedienen van meer diverse klantwensen (hogere economische waarde) leidt tot ingewikkelder planning en dus tot langere planningstijden, of tot meer ompakken en overladen, waardoor klanten langer moeten wachten (lagere economische waarde) en er meer planningskosten gemaakt worden (hogere kosten van resources).

Vanuit wetenschappelijk economisch perspectief zijn er kanttekeningen te plaatsten bij het gebruik van financiële maatstaven aan de output- en inputzijde:

1. We geven hiermee de mogelijkheid op om te discrimineren tussen hoeveelheidseffecten en prijseffecten.
2. Marktmacht (aan output- of inputzijde) vervuult de zuivere productiviteit.
3. Inflatie (aan output- of inputzijde) vervuult de zuivere productiviteit.

Het eerste punt is vanuit managementperspectief geen probleem: ondernemingen hebben veelal niet als doel om “aantallen” te produceren, maar om waarde te creëren. Die waarde kan financieel worden gemeten. De exercitie om een scheiding tussen hoeveelheden en prijzen aan te brengen is zeer complex, omdat deze gegevens vaak niet voorhanden zijn (Eloranta en Holmström, 1998; Saunders en Brynjolfsson, 2007).

Het tweede punt is dat financiële waarde ook door marktmacht tot stand kan komen. Vanuit economisch perspectief zouden we hiervoor moeten corrigeren. Vanuit managementperspectief streven ondernemingen er echter naar om zich te onderscheiden van anderen en zo duurzaam concurrentievoordeel te creëren. Dit duurzame concurrentievoordeel is een vorm van – vaak tijdelijke – marktmacht, die zich vertaalt in hogere outputprijzen (of lagere inputprijzen). Dit is dus “all in the business”.

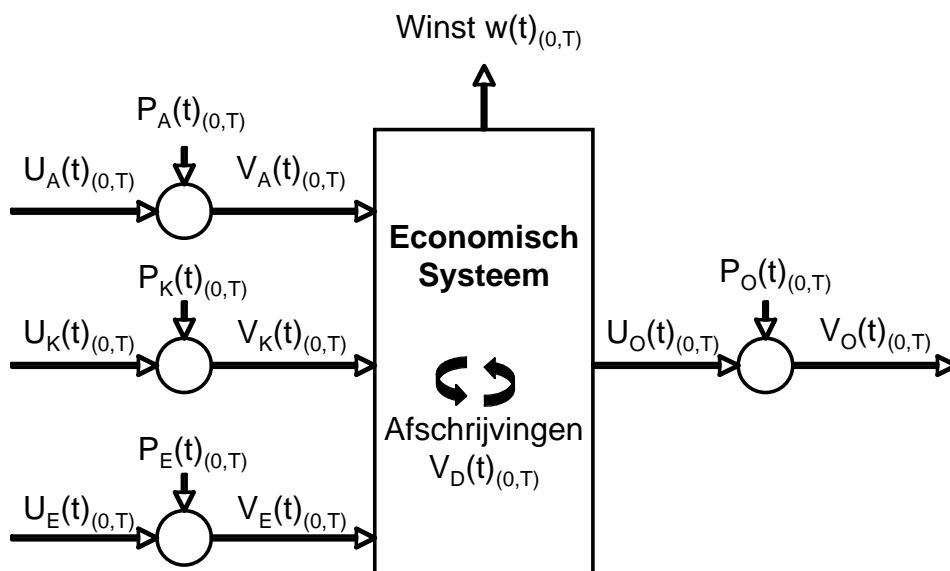
Het derde punt is valide kritiek, en we dienen dus in principe alle prijzen te corrigeren voor inflatie. Dit brengt echter een belangrijk meetprobleem met zich mee: welke prijsindex gebruiken we om te voor inflatie te corrigeren? Ondernemingen zijn vaak werkzaam op een veelheid aan outputmarkten, een veelheid aan inputmarkten en in meerdere landen, waarvoor elk verschillende inflatiepercentages gelden. Voor complexe ondernemingen wordt dit een onhaalbare rekenexercitie, ook al omdat dergelijke detailgegevens vaak niet voorhanden zijn (Saunders en Brynjolfsson, 2007). Daar komt bij dat bij verdere (sector- of productspecifieke) uitsplitsing het effect van “inflatie” moeilijk tot niet te onderscheiden is van het effect van “marktmacht”. We pleiten dus voor het hanteren van een zo generiek mogelijke prijsindex om voor inflatie te corrigeren (een praktische oplossing zou kunnen zijn om de bekende “Hamburger-index” te hanteren).

#### **4.3 RELATIE TUSSEN WAARDE RESOURCE PRODUCTIVITEIT EN WAARDECREATIE**

We kunnen nu de Waarde Resource productiviteit relateren aan de economische waardecreatie en daar definities aanhangen waarmee in de praktijk gerekend kan worden. Daartoe definiëren we eerst de inputs en outputs van een economische entiteit, dit kan een specifieke onderneming zijn, maar eventueel ook een keten of een netwerk van ondernemingen. De ontwikkelde Waarde Resource productiviteit is flexibel ten opzichte van de systeemgrens die we kiezen. In figuur 6 is een generieke economische entiteit weergegeven.

De generieke inputs van een economisch systeem zijn arbeid (A), (geleend) kapitaal (K) en externe inkopen (E), zoals bijvoorbeeld halffabricaten, materialen of diensten van derden. Output (O) zijn de producten van het systeem, dus goederen en/of diensten. Inputs en outputs kunnen in hoeveelheden worden gemeten (U) of in waarde (V), waarbij waarde is gedefinieerd als de hoeveelheden (U) maal de prijzen (P) (zie de discussie in het vorige hoofdstuk). Als we in waarde meten, blijft er, wanneer de outputs zijn verkocht en de inputs zijn betaald, een bedrag aan winst (of verlies) over (w).

Let op dat de bovenstaande inputs en outputs gedefinieerd zijn als *stroomgrootheden*, niet als *voorraadgrootheden*, ofwel, de waarde van de inputs en outputs is een functie van de tijd, namelijk van een proces dat loopt van  $t=0$  tot  $t=T$ . Zo staat de notatie  $V_o(t)_{(0,T)}$  bijvoorbeeld voor de waarde van de output als functie van de tijd tussen  $t=0$  en  $t=T$ . Als vereenvoudigde notaties zullen we hier  $V_A$ ,  $V_K$ ,  $V_E$ ,  $V_O$  en  $w$  aanhouden.



Figuur 6: Inputs en outputs van een economisch systeem

Het is de econoom Nicholas Georgescu-Roegen geweest die in 1970 het belang van het opnemen van de factor tijd in de productiefunctie, en daarmee in het productiviteitsbegrip, heeft aangegeven en ook het begrip “economics of time”

introduceerde. Georgescu-Roegen (1970) maakt ook onderscheid tussen “flow” en “fund” factoren in de input: flow zijn bijvoorbeeld materialen die in het proces gebruikt worden (in de logistiek bijvoorbeeld brandstof), fund zijn kapitaalgoederen die niet in het proces worden opgebruikt. Economisch wordt deze fund omgezet in flow via “afschrijvingen” (VD). Afschrijvingen zijn een aspect van intern gemaakt kosten die aan de productiviteitsdefinitie moeten worden toegevoegd. In principe gelden afschrijvingen niet alleen voor kapitaal, maar ook voor arbeid en externe inkopen. Instromen van arbeid, kapitaal en externe inkopen leiden tot een vast medewerkersbestand, een kapitaalgoederen bestand en voorraden materiaal. In een ideale situatie zouden al deze zaken volledige stroomgrootheden zijn, dus zou arbeid (chauffeurs, planners) alleen dan worden ingehuurd wanneer dat nodig is, zou niet in kapitaalgoederen (trucks, computers) worden geïnvesteerd, maar zouden die worden ingehuurd wanneer dat nodig is, en zouden we kunnen zonder voorraden materiaal. Doordat zo'n ideaalsituatie niet bestaat, moeten we in werkelijkheid rekening houden met waardevermindering van deze grootheden. Die waardevermindering gebeurt in de vorm van afschrijvingen. In de praktijk worden vooral kapitaalgoederen (machines, trucks, computers) en voorraden materiaal afgeschreven.

De Waarde Resource Productiviteit van ons generieke systeem laat zich nu eenvoudig definiëren als  $(VO)/(VA+VK+VE+VD)$ . Hierbij nemen we alle “stakeholders” mee in de definitie van ons economische systeem: de klanten vertegenwoordigen de waarde van de verkopen, de medewerkers vertegenwoordigen de waarde van de arbeid, de kapitaalverschaffers vertegenwoordigen de waarde van het kapitaal, de leveranciers vertegenwoordigen de waarde van de externe inkopen en de aandeelhouders vertegenwoordigen de winst. In de economische- en managementpraktijk worden de leveranciers veelal niet als “stakeholder” gezien. In dat geval wordt “output” gedefinieerd als toegevoegde waarde, dat wil zeggen de waarde van de verkopen minus de waarde van de externe inkopen. Dit is ook de systeemdefinitie die we hier voorlopig aanhouden, maar het is eenvoudig te zien dat op basis van de bovenstaande figuur verschillende systeemdefinities gekozen kunnen worden, elk met hun eigen “inputs” en “outputs” en dus elk met hun eigen productiviteitsdefinitie.

Zo zou bijvoorbeeld de Overheid, als representant van de maatschappij, als stakeholder gezien kunnen worden, wanneer we “waarde van belastingen” als een inputfactor zouden zien. Of zo zou bij een franchisenemer de franchisegever als stakeholder meegenomen kunnen worden omdat er vanuit de franchisenemer per periode een betaling wordt verricht voor de franchisediensten. We zouden in deze systeemdefinitie ook vrij eenvoudig de natuur (N) als stakeholder kunnen toevoegen, namelijk in de vorm van CO<sub>2</sub> ruimte. Momenteel is dit economisch irrelevant (maatschappelijk natuurlijk wel!), omdat de prijs hiervan niet berekend wordt, waardoor de economische waarde nul is. Als de overheid echter zou besluiten tot een beprijzing van CO<sub>2</sub>, in de vorm van belastingen of heffingen (zoals in bepaalde sectoren al het geval is), wordt deze factor ineens wél economisch relevant. Voorlopig kunnen we van deze factor abstraheren. Het is echter logisch dat, wanneer de Waarde Resource productiviteit in onze definitie toeneemt, het

resourcegebruik per eenheid gecreëerde waarde afneemt, waardoor ook de CO<sub>2</sub> uitstoot afneemt.

Voor onze generieke systeemdefinitie laat de Waarde Resource Productiviteit zich nu definiëren als:

- $(VO-VE)/(VA+VK+VD)$ .

We kunnen de delen van deze Waarde Resource Productiviteit nu eenvoudig relateren aan de parameters van economische waardecreatie op basis van operationele kasstromen, zoals die door Van Asseldonk (1998) zijn geformuleerd:

- De indicator voor volume wordt gevormd door de jaarlijkse verkopen in de markt (omzet): Volume (V) = VO
- Differentiatie is het vermogen om prijzen in de markt te verhogen, bijvoorbeeld door producten en diensten te verbeteren. In financiële termen definiëren we differentiatie nu als de verhouding tussen de gecreëerde toegevoegde waarde en de gegenereerde omzet: Differentiatie (D) =  $(VO-VE)/(VO)$
- Als we omzet delen door de waarde van de arbeid- in kapitaalinput, verschaft dat – zo blijkt uit de praktijk – een maatstaf voor de algehele efficiencyontwikkeling van het bedrijf: Efficiency (E) =  $(VO)/(VA+VK)$

Merk op dat de afschrijvingen (VD) hiervan geen deel uitmaken, dit zijn immers alleen interne *kosten*, maar geen *uitgaven* (en dus geen kasstromen).

Deze parameters zijn een zeer krachtig hulpmiddel om de ontwikkeling van strategische waardecreatie te beoordelen vanuit de gepubliceerde financiële data. Combineren we deze indicatoren in de vergelijking:

- $(D - 1/E)$  ofwel  $\{(VO-VE)/(VO)\}-\{(VA+VK)/(VO)\}$  ofwel  $(VO-VE-VA-VK)/(VO)$

dan hebben we een maatstaf voor de bedrijfsprestatie inzake operationele waardecreatie, aangezien deze indicator de hoeveelheid geld aangeeft die per eenheid omzet wordt gecreëerd. Als we deze indicator vermenigvuldigen met de waarde van de output, dus:

- $(D - 1/E) * V$  ofwel  $(VO-VE-VA-VK)/(VO) * VO$

Resource productiviteit in heterogene economische systemen  
[Van Asseldonk/De Hartigh; april 2009]

dan levert dat de totale kasstroom (VO-VE-VA-VK) op die het bedrijf uit zijn operationele activiteiten weet te destilleren; vóór belasting, vóór investeringen en vóór niet-operationele inkomsten en -uitgaven. Als we hiervan de afschrijvingskosten (VD) aftrekken, houden we de operationele winst ( $w$ ) over.

De wijze waarop de inflatiecorrectie op deze berekeningen kan worden toegepast wordt gedemonstreerd in Van Asseldonk en Den Hartigh (2008).

Samenvattend:

- Waarde Resource productiviteit, dat wil zeggen, gecreëerde waarde per euro inputkosten, is een goede productiviteitsmaat in heterogene, dynamische economische systemen.
- Deze maatstaf is direct gerelateerd aan de wijze waarop economische systemen waarde creëren.
- De maatstaf is flexibel ten opzichte van de gekozen systeemdefinitie (welke stakeholders wel en niet worden meegenomen).

## 5. KETENSTRUCTUUR, KETENSNELHEID EN PRODUCTIVITEIT

We zetten nu een volgende stap, waarbij we de bovenstaande definitie van productiviteit voor een transportketen verder specificeren, zonder de essentie te veranderen. We kijken nu naar soorten opbrengsten en soorten kosten (zoals transportkosten, voorraadkosten, planningskosten) in plaats van naar de standaard productiefactoren (arbeid, kapitaal, externe inkopen). Het is echter eenvoudig te zien dat die verschillende soorten kosten elk weer zijn opgebouwd uit kosten van arbeid, kapitaal, afschrijvingen en externe inkopen.

Hierbij zijn we primair geïnteresseerd in opbrengsten en kosten die samenhangen met de *logistieke prestatie* van het systeem. Van andersoortige kosten en opbrengsten zullen we zoveel mogelijk abstraheren. Ook het type product en de inkoopwaarde van het product (VE) is voor ons doel niet van belang.

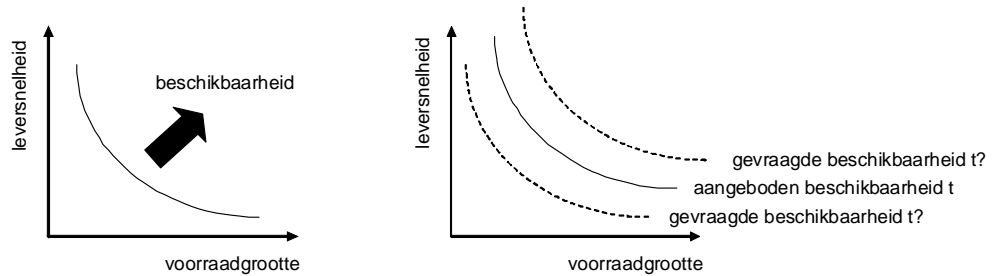
Laten we binnen ons economische systeem twee belangrijke partijen onderscheiden, namelijk de ontvanger van de goederen (winkel, handelaar of fabriek) en de transporteur. Van andere partijen abstraheren we voor dit voorbeeld.

### 5.1 IMPACT VAN SNELHEID: PRODUCTIVITEIT VAN DE ONTVANGER

De *opbrengsten van de ontvanger* over de periode 0 tot T (dit is dus equivalent aan de waarde van de output VO) zijn uiteraard een functie van de hoeveelheid verkochte goederen en de prijzen daarvan, maar daar is het ons niet primair om te doen. Onafhankelijk van het type goederen en de hoogte van de prijzen, zijn opbrengsten een functie van de beschikbaarheid van de goederen op elk gewenst tijdstip  $t$  (voor het volgende productieproces of voor de klant) en van de variëteit van de beschikbare goederen. Deze beschikbaarheid en variëteit hangen natuurlijk direct samen met de onvoorspelbaarheid en heterogeniteit van de klantvraag.

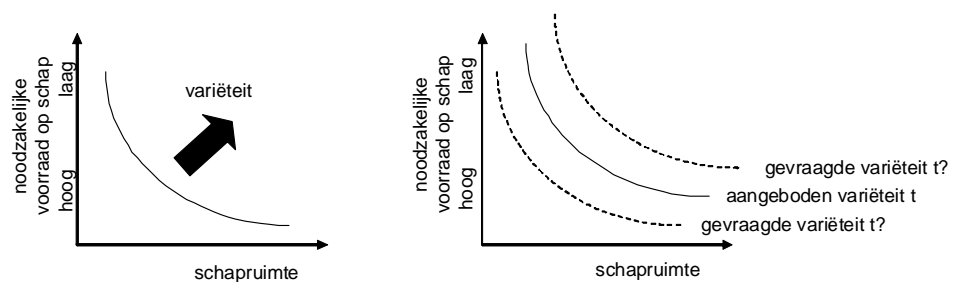
De aangeboden beschikbaarheid van goederen op elk tijdstip  $t$  is weer een functie van de voorraadgrootte en de leversnelheid. Bij een hoge leversnelheid hoeft de voorraad slechts klein te zijn en omgekeerd kan bij een hoge voorraad de leversnelheid laag blijven om een redelijke beschikbaarheid op het schap te garanderen. De gevraagde beschikbaarheid is echter onbekend, want die hangt samen met de onvoorspelbaarheid van klantvraag. Wanneer de gevraagde beschikbaarheid op tijdstip  $t$  hoger is dan de aangeboden beschikbaarheid, leidt dat tot nee-verkopen en dus gemiste opbrengsten. Wanneer de gevraagde beschikbaarheid op tijdstip  $t$  lager is dan de aangeboden beschikbaarheid, is er sprake van verspilling (“voorraad”) en dus te hoge kosten (zie figuur 7). Het vermijden van

nee-verkopen aan de ene kant en voorraadkosten aan de andere kant is hiermee een functie van de leverflexibiliteit naar tijdstip.



**Figuur 7: Beschikbaarheid als functie van voorraadgrootte en leversnelheid**

De variëteit van goederen die kan worden aangeboden op elk tijdstip  $t$  is een functie van de hoeveelheid schapruimte en de noodzakelijke voorraden op het schap. Bij een zeer grote schapruimte kan de aangeboden variëteit hoog zijn, ook als er veel voorraad op het schap staat. Andersom kan bij lage voorraad op het schap met een kleine schapruimte ook een grote variëteit worden aangeboden. De noodzakelijke voorraden op het schap hangen weer samen met de gewenste aangeboden beschikbaarheid en de leversnelheid van de gewenste variëteit aan goederen. Ook hier is de gevraagde variëteit onbekend, want samenhangend met de onvoorspelbaarheid van de klantvraag. Wanneer de gevraagde variëteit hoger is dan de aangeboden variëteit, leidt dat tot nee-verkopen. Wanneer de gevraagde variëteit lager is dan de aangeboden variëteit, is er weer van verspilling (“voorraden”) en dus te hoge kosten (zie figuur 8). Het vermijden van nee-verkopen aan de ene kant en voorraadkosten aan de andere kant is hiermee een functie van de gewenste beschikbaarheid van elk van de varianten en de flexibiliteit in levering van verschillende varianten.



**Figuur 8: Inputs en outputs van een economisch systeem**

Hiermee is de totale waarde van de output een functie van de grootte en de variëteit van de voorraden, de leversnelheid, de leverflexibiliteit naar tijdstip en de leverflexibiliteit naar varianten. Dit geldt dus onafhankelijk van het type product, de hoeveelheden en de prijzen, of we nu bloembollen of dure sportauto’s verkopen.



De *kosten voor de ontvanger* over de periode 0 tot T zijn als volgt:

- De kosten van de externe inkoop (VE). Deze zijn een functie van de ingekochte hoeveelheden en de inkooprijzen. Deze worden door de ontvanger betaald aan de producent en zijn dus voor ons niet zo van belang, omdat we de producent buiten de systeemdefinitie gehouden hebben.
- De kosten van transport (VT). Deze hangen natuurlijk samen met het type product, het maakt immers nogal een verschil of we lithografische machines of matrassen vervoeren, maar onafhankelijk van het type product zijn transportkosten een functie van de ladingtonkilometers (de vervoerde hoeveelheden en afstanden), de leversnelheid, de leverflexibiliteit naar tijdstip en de leverflexibiliteit naar variëteit.
- De kosten van voorraden (VV). Deze vallen uiteen in kosten van het aanhouden van voorraden, kosten van opslag, kosten van handling en kosten van eventuele veroudering.

De kosten van het aanhouden van voorraad bestaan uit het werkkapitaal dat zit opgesloten in de voorraad. Dit is een functie van de grootte van de voorraad, de inkoopwaarde van de voorraad en de kosten van interest over geleend kapitaal (of, als er niet geleend is, van de opportunity kosten van het eigen vermogen). Gegeven onze focus op de logistieke prestatie, is hier vooral de voorraadgrootte van belang.

De kosten van opslag bestaan uit kosten van de magazijnruimte (huur), verwarming, verlichting, toezicht, etc. Ook deze zijn weer een functie van het type product en de grootte van de voorraad, waarbij ook hier alleen de voorraadgrootte onze belangstelling heeft.

De kosten van handling, zoals uitladen, uitpakken, intern transport, vakken vullen, hangen vooral samen met het totale volume aan goederen dat door het systeem heen gaat. Enerzijds zal een grotere voorraad waarschijnlijk tot meer handlingkosten leiden omdat er meer intern transport zal zijn, anderzijds hoeft bij een grotere voorraad de handling wat minder "just-in-time" plaats te vinden, waardoor arbeidscapaciteit flexibeler kan worden benut.

De kosten van voorraadveroudering, zoals bederf of "uit de mode raken" hangen samen met het type product, de voorraadgrootte en de omloopsnelheid. Onafhankelijk van het type product zullen ze dus lager zijn bij een kleinere voorraad en bij snellere belevering.
- De kosten van schapruimte (VS). We zouden deze kunnen zien als een vorm van opslagkosten van voorraad. In sommige gevallen, zoals bij een fabriek, zal ruimte voor gereed product inderdaad als een soort magazijn worden gezien. Voor een winkel zou dit echter het belang van het schap miskennen. Behalve dat winkelruimte en dus schapruimte fysiek gezien al erg duur is (huren,

vastgoedprijzen), is de “prijs” van schapruimte vooral een functie van de verkoopwaarde die per tijdsperiode per meter schapruimte kan worden gerealiseerd. Met andere woorden: er is een heel hoge “opportunity cost” verbonden aan verkeerd gebruik van schapruimte. Eigenlijk zouden we daarom hoge kosten moeten toerekenen aan het gebruik van schapruimte als opslagplaats voor voorraad. De kosten van schapruimte zijn daarmee een functie van de voorraadgrootte per stock-keeping unit (SKU).

- Alle overige kosten (VDIV), zoals productiekosten of verkoopkosten, die voor ons doel niet van belang zijn.

We kunnen dan voor de *ontvanger* de productiviteit berekenen, analoog aan de eerder gedefinieerde Waarde Resource productiviteit:

- Productiviteit Ontvanger =  $(VO-VE) / (VT+VV+VS+VDIV)$

Volgens de redenering hierboven zal een verhoging van leversnelheid, en een vergroting van flexibiliteit van levertijdstip en –variëteit leiden tot een hogere VO, een hogere VT en een lagere VV en VS. De per saldo productiviteitsverandering voor de ontvanger hangt er daarmee vanaf in welke mate de er aan de transporteur hogere prijzen betaald moeten worden voor de geleverde snelheid en flexibiliteit. De crux in het verzilveren van deze waarde door de transporteur zit erin ervoor te zorgen dat degene die van deze waarde profiteert, namelijk de ontvanger, ook degene is die voor de waarde betaalt. Nu wordt transport vaak betaald door de verzender, die daarmee een belangrijk deel van door transporteurs gecreëerde extra naar zich toe kan halen.

## 5.2 IMPACT VAN SNELHEID: PRODUCTIVITEIT VAN DE TRANSPORTEUR

We kunnen nu de *opbrengsten en kosten voor de transporteur* op een rijtje zetten:

- De opbrengsten voor de transporteur (dus de waarde van zijn output) is gelijk aan de transportkosten voor de ontvanger (VT).
- Kosten van bezette capaciteit (VBC). Dit zijn kosten van bezette transportmiddelen (d.w.z. volle trucks die onderweg zijn), bezette mensen (d.w.z. chauffeurs die met volle trucks onderweg zijn, inclusief hun noodzakelijke rusturen) en kosten van noodzakelijke inkopen voor bezette capaciteit (d.w.z., brandstof, tol, wegenbelasting, reparatiekosten, de gehaktbal voor de chauffeur, etc., voor volle trucks). Het gaat hier om directe kosten en we herkennen het trio “arbeid”, “kapitaal” en “externe inkopen”. Deze kosten zijn een functie van een hele serie variabelen, waaronder de prijzen van trucks, de brandstofefficiëntie van trucks, de ladingtonkilometers, het type vervoerde goederen, de lonen van

chauffeurs, de prijzen van brandstof, de belastingen, etc. Deze variabelen vallen echter buiten ons aandachtsgebied. Voor ons doel is *leversnelheid* de belangrijkste variabele. Als de leversnelheid hoger ligt, is er minder (minder lang!) bezette capaciteit nodig om eenzelfde leverprestatie neer te zetten.

- Kosten van niet-bezette capaciteit (VNC). Dit zijn kosten van niet bezette transportmiddelen (d.w.z. kosten van een lege truck, de helft van de kosten van een halflege truck, de kosten van truck die staat te wachten, etc.), kosten van niet bezette mensen (wachtende chauffeurs of chauffeurs die met een lege truck onderweg zijn) en inkopen voor niet bezette capaciteit (bijvoorbeeld benzine en onderhoudskosten voor een lege truck). Ook deze kosten zijn weer afhankelijk van een hele serie variabelen, maar voor ons doel gelden met name de kwaliteit van de planning. Een betere planning zal leiden tot een hogere bezettingsgraad, dus volle trucks, minder wachttijden, en daarmee lagere kosten van niet-bezette capaciteit.
- Kosten van planning (VP). Dit zijn alle kosten die gemaakt worden om zo goed mogelijk te plannen, dus kosten van planners (arbeid), kosten van computers (kapitaal), telefoonverkeer (externe inkopen), alsmede overige kosten die gedragen worden door de transporteur om capaciteit zo goed mogelijk te bezetten, zoals kosten van tijdelijke opslag, kosten van extra overslag, inclusief het kapitaalbeslag hiervan en alle handling- en verouderingskosten die hierbij komen kijken.  
De planningskosten zijn met name afhankelijk van de samenhang tussen 1) de gewenste leverprestatie richting de ontvanger en 2) de gebruikte planningsfilosofie en/of planningsstelsel. De gewenste leverprestatie bestaat, als eerder gememoreerd, uit de snelheid van levering en de flexibiliteit van levering qua tijdstip en variëteit. De gebruikte planningsfilosofie kan variëren van “ad-hoc planning” (“ambachtelijk”, dus het probleem van het leveren van een bepaalde logistieke prestatie pas oplossen als het zich voordoet), via “voorspellen” (“industriële”, dus proberen zoveel mogelijk te standaardiseren over vergelijkbare logistieke prestaties heen), tot “interactieve” planning (“genetwerkt”, dus het systeem zelforganiserend maken).
- Alle overige kosten (VDIV), zoals verkoopkosten, indirecte bedrijfskosten, zoals bijvoorbeeld een kantoor met iemand die achter de telefoon zit, een parkeerterrein, etc., die voor ons doel eigenlijk niet van belang zijn.

We kunnen dan ook voor de *transporteur* de productiviteit berekenen, analoog aan de eerder gedefinieerde Waarde Resource productiviteit:

- Productiviteit Transporteur =  $(VT) / (VBC+VNC+VP+VDIV)$

Volgens de redenering hierboven zal een verhoging van leversnelheid, en een vergroting van flexibiliteit van levertijdstip en –variëteit leiden tot een hogere VT (hogere prijzen) en een lagere VBC (resources zijn kortere tijd nodig). Bij een bestaande (verondersteld suboptimale) planning zal een verhoging van flexibiliteit van levertijdstip en –variëteit leiden tot een hogere VNC (meer reservecapaciteit nodig) en een hogere VP (meer planning). Een verbetering van kwaliteit van planning zal leiden tot een lagere VNC (betere capaciteitsbenutting) en een verbetering van planningsfilosofie tot een lagere VP (minder planningkosten). De per saldo productiviteitsverandering voor de transporteur hangt er daarmee vanaf in welke mate de transporteur a) in staat is de leversnelheid en leverflexibiliteit te verhogen, b) in staat is deze verbetering in logistieke prestatie in hogere prijzen om te zetten, c) in staat is door betere planningsfilosofie de kosten hiervan in de hand te houden.

### 5.3 IMPACT VAN SNELHEID: PRODUCTIVITEIT VAN DE KETEN

We kunnen nu ook voor de *keten als geheel* (dus ontvanger plus transporteur) de productiviteit berekenen, analoog aan de eerder gedefinieerde Waarde Resource productiviteit:

- Productiviteit Keten =  $(VO-VE) / (VV+VS+VBC+VNC+VP+VDIV)$

In deze berekening hebben zowel ontvanger als transporteur belang bij het verhogen van leversnelheid. Leversnelheid leidt tot verhoging van VO en tot verlaging van VV, VS en VBC en levert dus altijd waarde op voor de gehele keten (onder de veronderstelling van een standaard product, dus een lage, constante productvariëteit). Ook leverflexibiliteit leidt tot hogere VO en lagere VV en VS, maar deze waarde kan alleen dan worden gerealiseerd wanneer de kosten ervan in de hand gehouden kunnen worden door het hanteren van een betere planningsfilosofie. In de volgende paragraaf laten we zien hoe de verschillende planningsfilosofieën presteren in verschillende condities van ketencomplexiteit en vraagheterogeniteit.

### 5.4 SIMULATIE KETENSTRUCTUUR, KETENSNELHEID EN KETENPRODUCTIVITEIT

Hedendaagse voortbrengingsketens bestaan uit vele schakels. Deze schakels vormen evenzoveel stappen in het voortbrengingsproces, en vertegenwoordigen vaak ook onderscheiden competenties die voor het beoogde resultaat noodzakelijk zijn. Daarnaast is de vraagvariëteit vaak hoog, moeilijk of niet voorspelbaar en dynamisch in de tijd. We kijken hier naar de effecten van de disciplinariteit (de hoeveelheid onderscheiden

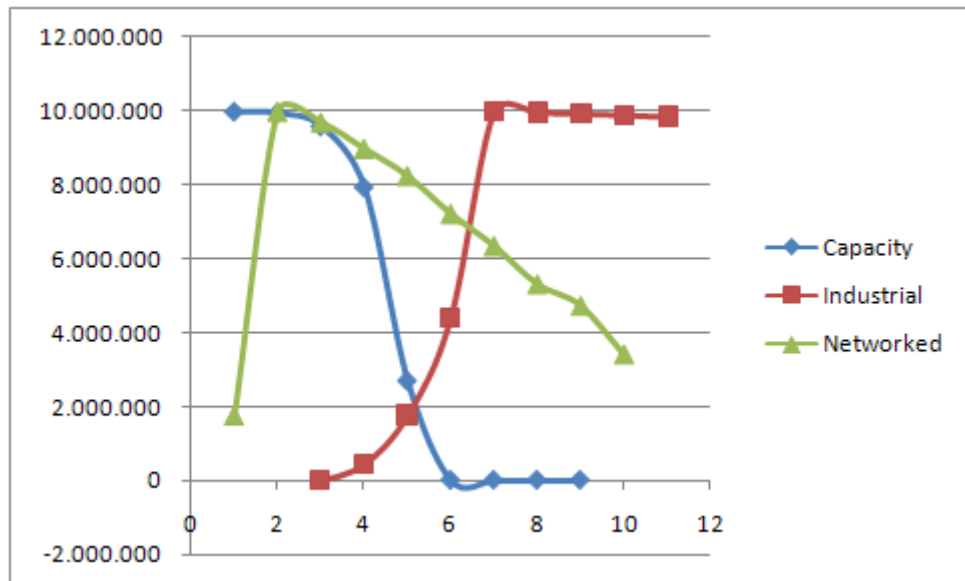
competenties die noodzakelijk zijn om een bepaalde prestatie te realiseren) en de vraagvariëteit in de markt op de systeemproductiviteit zoals die hierboven is ontwikkeld.

Hiervoor gebruiken we een gestileerde voortbrengingsketen van 11 competenties, waarvan er steeds 3 noodzakelijk zijn voor de beoogde prestatie. Vervolgens bestuderen we de productiviteit van drie verschillende planningsfilosofieën onder condities van hoge en lage vraagvariëteit:

- Een ambachtelijk planningsfilosofie: afhankelijk van de actuele vraag wordt uit alle mogelijkheden op dat moment de optimale combinatie bepaald. In feite wordt er alleen “ad-hoc” gepland.
- Een industriële planningsfilosofie: op basis van voorspellingen wordt een eindig aantal varianten van goederen/diensten gedefinieerd en wordt de voortbrenging gepland en georganiseerd. Dit is de configuratie die we in de praktijk het meest zien, met formele planning, planningsafdelingen en uitgebreide IT-ondersteuning.
- Een genetwerkte planningsfilosofie: er worden interactief en zelfsturend oplossingen gevonden binnen gedefinieerde “oplossingsruimtes” (zie ook Van Asseldonk, 1998). Deze oplossingsruimtes zijn navigeerbare zoekruimten waarbinnen een groot (maar niet oneindig) aantal oplossingen efficiënt kan worden georganiseerd.

Figuur 9 (lage vraagvariëteit) en figuur 10 (hoge vraagvariëteit) laten de resultaten van deze studie zien. Op de verticale as staat de productiviteit (in fictieve eenheden), berekend op basis van de waardeschepping van het systeem als in de voorgaande hoofdstukken gedefinieerd. Op de horizontale as staat de maat voor disciplinariteit, het aantal disciplines dat nodig is om de gevraagde prestatie te leveren.

In beide figuren zien we dat een ambachtelijke benadering (“capacity”) eigenlijk alleen productief is onder condities van lage disciplinariteit, dus bij relatief eenvoudige ketens. Bij lage variëteit realiseert de industriële variant een hoge productiviteit als de keten ingewikkelder wordt. De industriële benadering scoort echter heel slecht bij een hoge vraagvariëteit. De complexiteitskosten lopen dan zo hoog op dat de gehele industriële productiviteitswinst verloren gaat. Dit is ook wat we zien in de eerder genoemde voorbeelden van “complexiteitskosten”. Een genetwerkte benadering biedt dan een adequate oplossing, en blijft ook bij hoge vraagvariëteit en een ingewikkelder keten, een relatief hoge productiviteit houden.



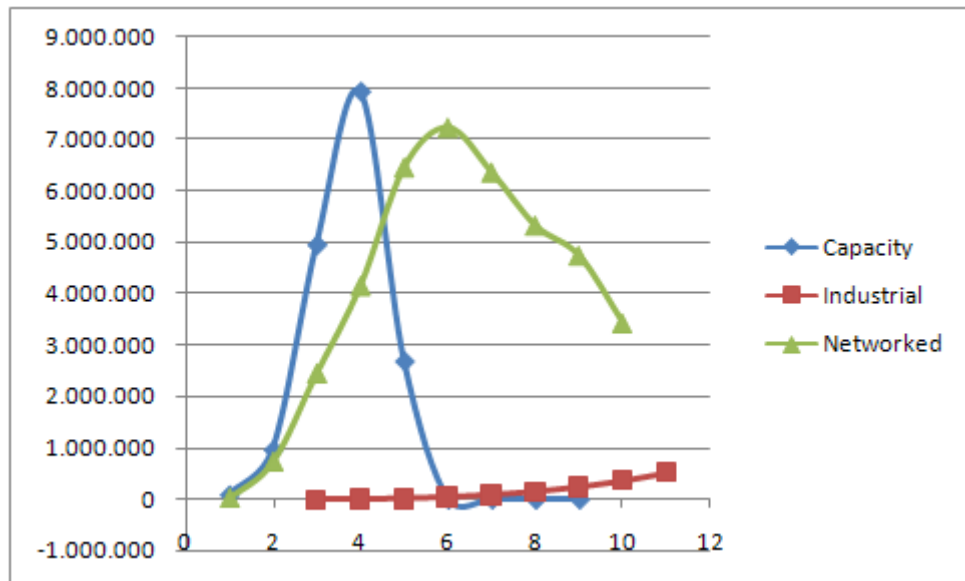
Figuur 9: productiviteit bij lage vraagvariëteit

Dit inzicht stelt ons in staat ook de koppeling naar ketensnelheid te maken door naast heterogeniteit van de vraag ook de dynamiek van de vraag (de snelheid waarmee de vraag verandert) als variabele te introduceren.

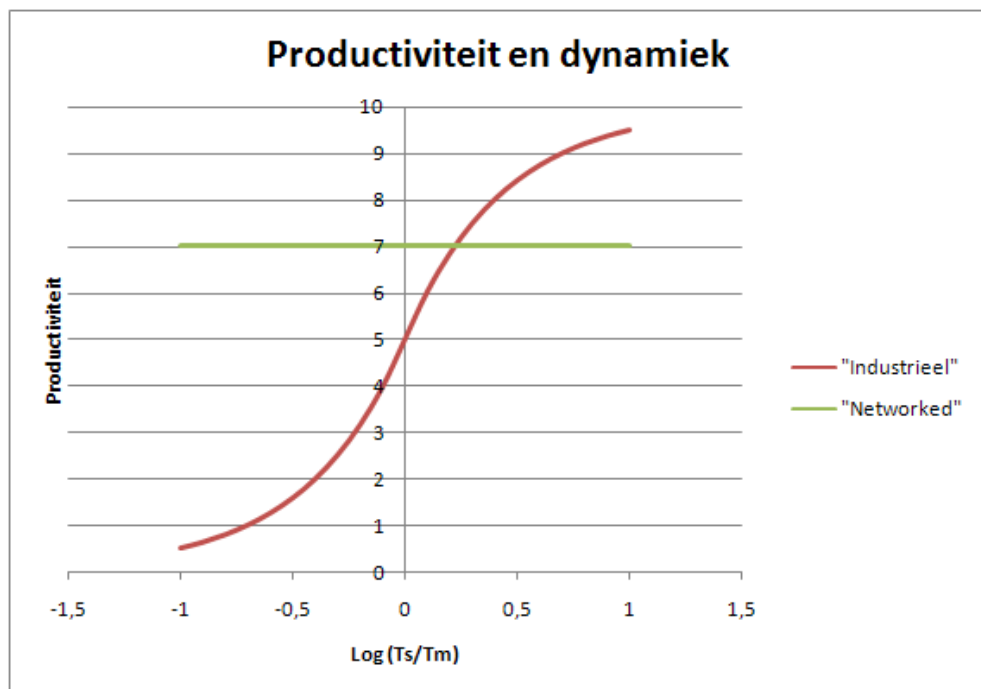
We veronderstellen een ketensysteem met responsnelheid  $T_s$  (een maat voor de snelheid waarmee het systeem de gevraagde oplossing kan creëren) en een markt met een veranderingssnelheid  $T_m$ .<sup>5</sup> Als  $T_s \ll T_m$  (het systeem is veel sneller dan de markt) is het systeem in staat planmatig adequate voorspellingen te doen over de te leveren variëteiten. Dit is equivalent met de boven beschreven situatie van een lage vraagvariëteit.

---

<sup>5</sup> In wiskundige termen zouden we deze tijden kunnen zien als de tijdsconstanten van een dynamisch systeem.



Figuur 10: productiviteit bij hoge vraagvariëteit



Figuur 11: productiviteit en dynamiek

Anderzijds, als  $T_s \gg T_m$  (het systeem is veel trager dan de markt) zal de het systeem niet kunnen voorspellen wat er gevraagd wordt en zal het dus planmatig niet adequaat kunnen reageren op de verschuivende vraag in de markt. Het systeem wordt dan afhankelijk van de mate waarin het efficiënt "instant" oplossingen kan creëren, en dit kan

(zie boven) alleen als de disciplinaire structuur simpel is. Voor systemen met een hoge disciplinariteit, een hoge vraagvariëteit *en/of* een grote marktdynamiek ontstaat dus de situatie als in figuur 10 geschetst. In indien we dit uitzetten in een grafiek met productiviteit op de verticale as, en de  $T_s/T_m$  verhouding op de horizontale as voor een systeem met een hoge ( $>6$ ) disciplinariteit en een lage actuele vraagvariëteit (de voorspelbaarheid daarvan wordt echter bepaald door de  $T_s/T_m$  verhouding) dan ziet de relatie er schematisch uit als in figuur 11.

De conclusie hieruit is dat onder conditie van lage vraagvariëteit ketenversnelling ( $T_s/T_m$  groter maken) een adequate oplossing is, maar dat deze oplossing bij hoge vraagvariëteit niet meer werkt. De bottleneck wordt namelijk niet hoe snel een *bekende* variëteit kan worden geproduceerd, maar hoe snel een *onbekende* variëteit kan worden *geïdentificeerd* en geproduceerd.

Samenvattend:

- Een hogere ketensnelheid leidt tot hogere productiviteit voor de ontvanger, voor de transporteur en voor de keten als geheel (onder veronderstelde lage vraagvariëteit).
- Een grotere ketenflexibiliteit leidt tot meer waardecreatie bij hogere vraagvariëteit, maar leidt alleen tot hogere productiviteit op ketenniveau als de complexiteitskosten in de hand kunnen worden gehouden door gebruik van een betere planningsfilosofie.
- Een ambachtelijke planningsfilosofie (capacity) werkt alleen goed wanneer ketens eenvoudig zijn; een industriële planningsfilosofie werkt alleen goed als de vraagvariëteit beperkt is; een genetwerkte planningsfilosofie is een adequate oplossing bij hoge vraagvariëteit en eenvoudige tot relatief complexe ketenstructuren.



## 6. EVENT-GEDREVEN LOGISTIEK: VOORUITBLIK OP VOLGENDE STAPPEN

De doelstelling van dit project is om uiteindelijk een “proof of concept” te leveren voor een nieuwe ketenconfiguratie zoals we die in de vorige hoofdstukken hebben geschetst. Een ketenconfiguratie die beter aansluit op de heterogeniteit en dynamiek van moderne markten en consumentenbehoeften. Een ketenconfiguratie die beter gebruik maakt van de beschikbare resources (waaronder emissieruimte) en die een betere economische productiviteit creëert door een forse reductie van de complexiteitskosten.

In deze notitie hebben we de basis gelegd voor een nieuwe manier om de economische productiviteit in heterogene en dynamische economische systemen te meten. Met dit gereedschap kunnen we nu als volgende stap in kaart brengen wat in een aantal praktijkcasussen de prestatie van de huidige configuratie is ten opzichte van het theoretisch denkbare (= geen complexiteitskosten). Daarmee wordt het werkelijke (in plaats van theoretische) verbeterpotentieel zichtbaar en daarmee de “non-zero sum” waarde van alternatieve ketenconfiguraties.

Omdat juist de industriële planning de oorzaak van het complexiteitsprobleem is, zal het alternatieve systeem een “emergent” systeem moeten zijn. Emergente systemen zijn krachtige oplossingen voor moeilijke samenwerkings- en interactieprocessen in een heterogene omgeving (zie bijvoorbeeld Bonabeau en Meyer, 2001). In emergente systemen vormt het welbegrepen eigenbelang van de partijen de drijvende kracht achter de ontwikkeling en achter de vernieuwing die uit nieuwe/andere combinaties tussen deze partijen moet ontstaan. Er zijn daarom mechanismes nodig waarmee in de interactiviteit tussen de partijen een relatie tussen kosten en opbrengsten tot stand komt. Er is immers vaak geen natuurlijke reden waarom de gecreëerde economische waarde als vanzelf bij die partijen terecht komt die de inspanningen (kosten en investeringen) voor de verandering leveren.

Naast instrumenten van certificering (die het “recht op deelneming” regelen) is er daarom een “transactional object” nodig dat de partijen kunnen gebruiken in de uitwisseling van economische waarde binnen het systeem. Een goed voorbeeld van een dergelijk systeem is het zogenaamde S’Miles systeem (SenterNovem/TVA, 2008), waarbij de S’Mile-eenheden verhandelbare (binnen het systeem) objecten vormen. Deze objecten brengen vraag- en aanbod van emissieruimte bij elkaar stellen partijen in staat om hun eigen, specifieke en momentgebonden, situatie te optimaliseren binnen het geheel. Het is niet

ondenkbaar dat dit S'Miles systeem, mits verder doorontwikkeld, een goede basis zou kunnen zijn voor het bedoelde mechanisme voor de logistieke sector.

Het ontwerp van dit soort systemen is echter niet eenvoudig (al is de oplossing dat vaak wel), en ook de dynamische eigenschappen van dit soort systemen zijn soms moeilijk voorspelbaar. Het is daarom noodzakelijk zulke ontwerpen te testen in een *gesimuleerde omgeving*. Als derde onderdeel van het project zal daarom een "demonstrator" moeten worden gebouwd die de werking van het systeem (zowel de creatie van waarde als de verdeling daarvan tussen partijen) demonstreert en inzichtelijk maakt. Met behulp van deze demonstrator kunnen dan ook "what-if" vragen worden beantwoord ten aanzien van de uiteindelijke implementatie van het concept.

Op basis daarvan kunnen dan in de toekomst gericht ketenprojecten worden opgestart om de verworven inzichten verder uit te werken en in praktijk om te zetten.

## REFERENTIES

Abramowitz, M. (1956) Resource and output trends in the United States since 1870. *The American Economic Review*, vol. 46, no. 2, p.5-23.

Anthes, G. (2003) Agents of change: software agents tame supply chain complexity and optimize performance. *Computerworld*, 27 January 2003.

Bonabeau, E. en C. Meyer (2001) Swarm intelligence: a whole new way to think about business. *Harvard Business Review*, May, p.106-114.

Chow, G., T.D. Heaven en L.E. Henriksson (1994) Logistics performance: definition and measurement. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, vol.24, no.1, p.17-28.

Commissie Van Laarhoven (2006) *Naar een vitalere supply chain door krachtige innovatie*. Connekt: Delft.

Commissie Van Laarhoven (2007) *Innovatie in beweging: de logistieke toekomst van Nederland – Innovatieagenda van de Commissie van Laarhoven*. Connekt: Delft.

Commissie Van Laarhoven (2008a) *Logistiek en supply chains: visie en ambitie voor Nederland*. Connekt: Delft.

Commissie Van Laarhoven (2008b) *Logistiek en supply chains: innovatieprogramma*. Connekt: Delft.

Cordero 1991 Managing for speed to avoid product obsolescence: a survey of techniques. *Journal of Product Innovation Management*, vol.8, p.283-294.

Den Hartigh, E. (2005) *Increasing returns and firm performance: an empirical study*. Rotterdam: ERIM.

Diewert, E. (2000) *The challenge of total factor productivity measurement*. Working Paper, Department of Economics, University of British Columbia.

Drucker, P.F. (1999) Knowledge-worker productivity: the biggest challenge. *California Management Review*, vol. 41, no. 2, p.79-94.

Resource productiviteit in heterogene economische systemen  
[Van Asseldonk/De Hartigh; april 2009]

Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN) (2009) *Duurzame innovatie in het wegverkeer: een evaluatie van vier transitiepaden voor het thema duurzame mobiliteit*. C.B. Hanschke, M.A. Uytterlinde, P. Kroon, H. Jeeninga en H.M. Londo. Rapport ECN-E--08-076, ECN: Petten.

Eloranta, E. en J. Holmström (1998) Productivity reconsidered: critical assessment of investments. *International Journal of Production Economics*, vol.56-57, p.133-144.

Fawcett, S.E. en M.B. Cooper (1998) Logistics performance measurement and customer success. *Industrial Marketing Management*, vol.27, p.341-357.

Georgescu-Roegen, N. (1970) The economics of production – the Richard T. Ely Lecture. *The American Economic Review*, vol.60, no.2, p.1-9.

Grifell-Tatjé, E. en C.A.K. Lovell (1999) Profits and productivity. *Management Science*, vol.45, no.9, p.1177-1193.

Grifell-Tatjé, E. en C.A.K. Lovell (2000) Cost and productivity, *Managerial and decision Economics*, vol.21, no.1, p.19-30.

Grubbström, R.W. en J. Olhager (1997) Productivity and flexibility: fundamental relations between two major properties and performance measures of the production system. *International Journal of Production Economics*, vol.52, p.73-82.

Hofstede, G. (1991) *Cultures and organizations: software of the mind*. McGraw-Hill: London.

Holmström, J. (1994) The relationship between speed and productivity in industry networks: a study of industrial statistics. *International Journal of Production Economics*, vol.34, p.91-97.

Holmström, J. (1995) Speed and efficiency: a statistical enquiry of manufacturing industries. *International Journal of Production Economics*, vol.39, p.185-191.

Jayaram, J., S.K. Vickery en C. Droge (1999) An empirical study of time-based competition in the North American automotive supplier industry. *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 19, no.10, p.1010-1033.

Maslow, A.H. (1954) *Motivation and personality*. HarperCollins: New York.

Resource productiviteit in heterogene economische systemen  
[Van Asseldonk/De Hartigh; april 2009]

McKinsey&Company (2007) *Versnellen arbeidsproductiviteitsgroei in Nederland: erop of eronder*. Studie voor het Ministerie van Economische Zaken. McKinsey&Company: Amsterdam.

Ministerie van Economische Zaken (2007) *Innovation intelligence: verkenning logistiek en supply chains*. Onderzoek uitgevoerd door SenterNovem, Innovation Intelligence & Coördination: Den Haag.

Nederland Distributieland en CapGemini (2007) *De toekomst telt: scenario's voor een effectieve, duurzame logistiek*. Hand-out nationale distributiedag 2007. Nederland Distributieland: Zoetermeer.

Pearce II, J.A. (2002) Speed merchants. *Organizational Dynamics*, vol.30, no.3, p.191-205.

Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) (2008) Milieubalans. Rapport 500081007. PBL: Bilthoven.

Saunders, A. en E. Brynjolfsson (2007) *Information technology, productivity and innovation: where are we and where do we go from here?* Center for Digital Business Working Paper No. 231 and IIP Working Paper No. 101.

Schmenner, R.W. (1988) The merit of making things fast. *Sloan Management Review*, Fall, p.11-17.

Schmenner, R.W. (1994) Services businesses and productivity. *Decision Sciences*, vol.35, no.3, p.333-347.

Schonberger, R.J. (1982) *Japanese manufacturing techniques: nine hidden lessons in simplicity*. Free Press: New York.

SenterNovem/TVA (2008) *S'Miles: Emergent Sustainable Mobility; The environment as part of every-day (mobility) decision making*.

Smith, A. (1776) [1997] *An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations*. Penguin Books: London.

Solow, R.M. (1957) Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*, vol. 39, p.312-320.

Resource productiviteit in heterogene economische systemen  
[Van Asseldonk/De Hartigh; april 2009]

Stainer, A. (1996) Productivity, performance measurement and management in logistics. *Asia-Pacific Journal of Marketing and Logistics*, vol.8, p.46-63.

Stainer, A. (1997) Productivity: a logistics and performance perspective. *Supply Chain Management*, vol.2, no.2, pp.53-62

Stalk Jr., G. (1988) Time: the next source of competitive advantage. *Harvard Business Review*, July-August, p.41-51.

Tanskanen, K. en A-P. Hameri (1999) Improving efficiency and productivity in logistics chains: a case study. *International Journal of Logistics Research and Applications*, vol.2, no.2, p.197-211.

Taylor, F.W. (1911) *The Principles of Scientific Management*. Harper Bros.: New york.

Van Ark, B. en G. de Jong (2004) *Productiviteit in dienstverlening. Deel 1: Wat het is en waarom het moet*. Studie uitgevoerd in opdracht van Stichting Management Studies. Koninklijke Van Gorcum: Assen.

Van Asseldonk, A.G.M. (1998) *Mass-individualisation: business strategies applying networked order to create economic value in heterogeneous and unpredictable markets*. TVA management bv: Veldhoven.

Van Asseldonk, A.G.M. en E. den Hartigh (2008) Economic productivity and value creation under various organizational configurations of business processes: a toolkit for phase transitions. *European Chaos/Complexity in Organisations Network (ECCON)*, Conference 17-19 October 2008.

Von Weizsäcker, E., A.B. Lovins en L.H. Lovins (1997) *Factor four: doubling wealth, halving resource use*. Earthscan: London.

Wagner, B. en L. Dugman (1997) The relationships between generic and time-based strategies and performance. *Journal of Managerial Issues*, vol.9, no.3, p.334-354.

Womack, J., D. Jones en D. Roos (1990) *The machine that changed the world*. Rawson Associates: New York.

Zegveld, M.A. (2000) *Competing with dual innovation strategies: a framework to analyse the balance between operational value creation and the development of resources*. Werkveld: Den Haag.

Resource productiviteit in heterogene economische systemen  
[Van Asseldonk/De Hartigh; april 2009]

Zegveld, M.A., L. Berger, A.G.M. van Asseldonk en E. den Hartigh (2002) *Turning knowledge into cash-flow: governing knowledge-based productivity*. TVA developments bv: Veldhoven.

Zegveld, M.A. en E. den Hartigh (2007) *De winst van productiviteit: sturen op resultaat in dienstverlening. Productiviteit in Dienstverlening Deel II*. Publicatie in opdracht van Stichting Management Studies. Koninklijke Van Gorcum: Den Haag.