



STUDIECENTRUM VOOR ECONOMISCH EN SOCIAAL ONDERZOEK

EEN KOSTENFUNCTIE VOOR DE BELGISCHE
BINNENSCHIEPVAART

Eddy Van De Voorde

januari 1983

Rapport 83/135

De auteur wenst G. Blauwens, R. De Bondt en S. Késenne te danken voor hun waardevolle adviezen en commentaren bij een eerste versie van deze paper. Collega R. Goegebeur adviseerde bij de computerverwerking.

Universitaire Faculteiten St. Ignatius
Prinsstraat 13 - 2000 Antwerpen
D/1983/1169/01

INHOUDSTAFEL

| | <u>Blz.</u> |
|--|-------------|
| Inleiding | 1. |
| 1. Structuur van vraag en aanbod in de Belgische binnenscheepvaart | 1. |
| 2. Kostenanalyse: begripsomschrijving | 4. |
| 2.1. Het kostenconcept | 4. |
| 2.2. Methode van kostenanalyse | 5. |
| 3. Een kostenfunctie voor de binnenvaartsector | 7. |
| 3.1. Beknopt literatuuroverzicht | 7. |
| 3.2. Constructie van een kostenfunctie | 10. |
| 3.2.1. De dualiteit tussen kosten- en produktiefuncties | 11. |
| 3.2.2. Econometrische specificatie | 12. |
| 3.2.3. Datavereisten | 14. |
| 3.2.3.1. Output | 15. |
| 3.2.3.2. Het verbruik van de factor energie | 16. |
| 3.2.3.3. Factorprijzen | 16. |
| 3.2.3.4. Trendvariabele | 18. |
| 4. Empirische toepassing | 19. |
| 4.1. Methode van Theil en Goldberger | 19. |
| 4.2. Compatibility-test | 20. |
| 4.3. A priori informatie voor de binnenvaartsector | 21. |
| 4.4. Schattingsresultaten | 21. |
| 4.5. Statistische interpretatie | 23. |
| 4.6. Economische interpretatie | 24. |
| 5. Berekening van gemiddelde en marginale kosten | 26. |
| 6. Implicaties voor vervoerpolitiek | 30. |
| 7. Conclusie | 33. |
| Bibliografie | 35. |

INLEIDING

Met onderhavige studie ligt het in de bedoeling een dieper inzicht te verkrijgen in de kosten en in het aanbodgedrag van de binnenschipper. Het onderzoek kadert in een globale modelvorming van het binnenlandse goederenvervoer, waarin zowel aspecten van de vraag- als de aanbodzijde behandeld worden.

De paper is onderverdeeld in zeven paragrafen. Paragraaf 1 analyseert de structuur van vraag en aanbod in de Belgische binnenvaartsector. Paragraaf 2 gaat nader in op het begrip kostenanalyse. In paragraaf 3 volgt na een beknopt literatuuroverzicht de constructie en specificatie van een kostenfunctie voor de binnenvaartsector. Daarop volgen in paragraaf 4 de empirische resultaten en in paragraaf 5 de berekening van gemiddelde en marginale kosten. Tenslotte gaat paragraaf 6 in op de implicaties voor vervoerpolitiek en worden in paragraaf 7 de conclusies getrokken.

De empirische resultaten uit deze studie kunnen een uitgangsbasis vormen voor verdere gedetailleerde predicties van de vervoerkosten per transportrelatie met gedesaggregeerde simulatiemodellen.

1. STRUCTUUR VAN VRAAG EN AANBOD IN DE BELGISCHE BINNENVAARTSECTOR

Vraag en aanbod komen in de binnenvaart op een sterk verschillende manier tot stand. De vraag naar scheepsruimte is geconcentreerd rond een beperkt aantal (grote) ondernemingen, al dan niet samenwerkend in kartelverband.

Daartegenover staat het (over)aanbod dat uitgaat van een groot aantal (kleine) ondernemingen, zonder veel samenwerking. Het betreft steeds een identiek produkt, scheepsruimte. In een vrije markteconomie veroorzaakt zulke marktsituatie automatisch scherpe concurrentie tussen de aanbieders.

Op zichzelf leidt zulke situatie via prijsdalingen en aanbodvermindering meestal tot een nieuw evenwicht tussen vraag en aanbod. De binnenscheepvaart is echter vrij artisanaal gestructureerd: in België waren begin 1981 89,3 % van het aantal schepen en 84,5 % van de tonnemaat in handen van kleine zelfstandige ondernemingen (eigenaars van 1 of 2 schepen) (1). In de korte periode zal de particuliere binnenschipper een daling van de vrachtprijs trachten op te vangen door een verhoogde produktiviteit om zijn inkomensniveau te behouden. Hierdoor ontstaat nog meer overcapaciteit, wat tot verdere prijsdalingen kan aanleiding geven. Dit verklaart voor een deel de evolutie die uit tabel 1 blijkt: het aandeel van de eigenaars met 1 schip is in de periode 1974-81 duidelijk gestegen ten nadele van de rederijen.

Tabel 1: Eigenaars van 1 schip (op 1 januari)

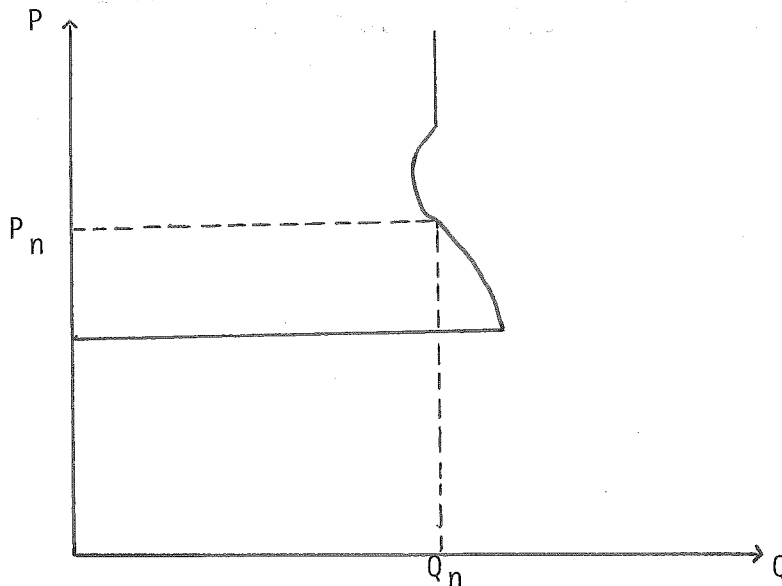
| Jaar | Aantal schepen | | Tonnemaat | | PK | |
|------|----------------|------|-----------|------|----------|------|
| | absoluut | % | absoluut | % | absoluut | % |
| 1974 | 2 991 | 67,1 | 1 417 269 | 63,0 | 592 049 | 68,4 |
| 1977 | 2 518 | 72,5 | 1 276 034 | 65,9 | 582 196 | 72,0 |
| 1980 | 2 090 | 76,0 | 1 145 344 | 70,5 | 538 693 | 77,9 |
| 1981 | 2 059 | 77,6 | 1 169 307 | 72,7 | 555 315 | 80,8 |

Bron: I.T.B.

Volgens M. Fernhout (8, p. 28) kan het aanbodgedrag van de particuliere schipper met volgende grafiek weergegeven worden:

(1) Instituut voor Transport langs de Binnenwateren, Jaarverslag 1980, p. 74

Grafiek 1: De individuele aanbodcurve van de particuliere binnenschipper (P_n =normale vrachtprijs, Q_n =normale capaciteit)



Bij een lage vrachtprijs tracht de schipper zijn inkomen te behouden door een hogere capaciteitsbenutting. Slechts wanneer de directe vaarkosten niet meer gedekt worden, trekt hij zich uit de markt terug. Bij een meer dan normale vrachtprijs ($>P_n$) biedt hij een capaciteitsbenutting beneden Q_n aan en worden bv. herstellingen uitgevoerd. Slechts bij abnormaal hoge vrachtprijzen biedt de particulier zijn normale capaciteit Q_n aan.

Het vrije marktmechanisme is in de binnenvaart gedeeltelijk vervangen door een systeem gebaseerd op overheidsregulering. J. Denduyver (7, p. 4) vat de vrachtverdeling en de vrachtprijsvorming in België als volgt samen:

Tabel 2: Vrachtverdeling en vrachtprijsvorming in België

| Aard van de reizen | | Vrachtverdeling | Vrachtprijsvorming |
|--------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Binnenland | niet-tankvaart | beurtrolstelsel | DRB tarieven (*) |
| | tankvaart | vrij | bodemtarieven |
| Export naar | Frankrijk exclusief Rijn | beurtrolstelsel | bodemtarieven |
| | Nederland | melding (officiële beurtrol?) | vrij (officiële bodemprijzen?) |
| | Overige | vrij | vrij |

(*) DRB = Dienst voor Regeling der Binnenvaart.

Bodentarieven vormen een buffer voor sterke schommelingen in de vrachtprijzen en moeten een zekere rendabiliteit garanderen voor instandhouding en eventuele expansie van de binnenvaartsector. Het beurtrolstelsel vermijdt dat het instandhouden van een zekere reservecapaciteit om in hoogconjunctuur de vraag te voldoen, afgewenteld wordt op steeds dezelfde schippers. Iedere eigenaar bekostigt een deel van deze reserve door wachttijd. Als dusdanig betekent overcapaciteit niet noodzakelijk een neerwaartse druk op de vrachtprijzen. Het beurtrolstelsel houdt echter ook minder efficiënt materiaal in de vervoermarkt, wat een rem betekent voor nieuwe investeringen in de sector.

De gereguleerde markten en de vrije markten zijn sterk met elkaar verbonden. Een daling van de vrachtprijzen in de Rijnvaart zal een vlucht naar de gereguleerde markt veroorzaken. Een vergroot aanbod van scheepsruimte betekent langere wachttijden en een daling van het inkomen.

In 1980 bedroeg het aandeel van de beschermde markt 37,5 % van het totaal der ladingen in België, tegenover 33,5 % in 1970 en 38,5 % in 1976 (7, p. 6). In dit cijfer is het aandeel van de binnenlandse transporten sterk geslonken t.o.v. de export naar Frankrijk (excl. Rijn) en Nederland. In voorliggende studie wordt niet verder ingegaan op de interdependentie tussen de gereguleerde en de vrije markt.

2. KOSTENANALYSE: BEGRIPSOMSCHRIJVING

2.1. Het kostenconcept

De economische theorie definieert de kosten als de noodzakelijke uitgaven om de produktiefactoren binnen het bedrijf te houden zodat het produktieproces niet wordt onderbroken. Kosten kunnen gespecificeerd worden op basis van de relatie tussen een bepaald outputniveau en de minimumuitgaven die nodig zijn om deze output te realiseren. De output, d.i. in de binnenscheepvaart

het aanbod van scheepsruimte, verloopt overeenkomstig een produktiefunctie. Als dusdanig kan de kostenrelatie afgeleid worden van de technologische produktiefunctie en van de factorprijzen.

Het aanbod van scheepsruimte is zoals elk ander economisch goed afhankelijk van de rendabiliteit. De rendabiliteit is op zijn beurt een functie van het schippersinkomen (vrachtprijs x aantal tkm) en de kosten. In deze context kan de meting en de interpretatie van het kostenbegrip een belangrijk probleem vormen. Op korte termijn zal de schipper immers vooral de zgn. "out-of-pocket" kosten beschouwen, nl. reële uitgaven voor ondermeer lonen en energie die liquide middelen vereisen. Niettegenstaande bovenstaand kostenbegrip volledig los staat van marginale en variabele kosten wordt het wel eens beschouwd als een benedengrens voor tarifiering.

Op langere termijn dient het kostenconcept vrij ruim opgevat te worden. Naast de operationele uitgaven moet ook gerekend worden met capaciteitskosten, zijnde vervanging of uitbreiding van de bestaande scheepsruimte. Lange termijn marginale kosten worden algemeen beschouwd als een goede benadering voor het testen van de rendabiliteit.

Een korte termijn kostenfunctie betreft dus een niet-optimale relatie vermits een aantal produktieinputs niet optimaal kunnen gebruikt worden. Daar waar op lange termijn de optimale produktiecapaciteit voor een bepaalde output kan bepaald worden, blijft men op korte termijn beperkt tot een voorafbepaalde keuze. Wijzigingen in vraag, aanbod en economische omgeving zullen steeds input- en capaciteitswijzigingen veroorzaken en verhinderen dat korte termijn kostenfuncties optimaal zijn.

2.2. Methode van kostenanalyse

Twee methodes van kostenanalyse kunnen onderscheiden worden, namelijk de statistische analyse en de zgn. engineering costing-methode. In deze laatste methode worden analytische modellen ontwikkeld vertrekkend van bijvoorbeeld produktiefuncties die een

causaal verband leggen tussen inputs en outputs. De statistische methode maakt gebruik van tijdreeksdata of dwarsdoorsnede-data als basis ter definiëring van een functie die het best bij de werkelijkheid past.

De keuze van de methode hangt in de eerste plaats af van de beschikbare data. Wanneer het causaal verband duidelijk is en experimenten kunnen uitgevoerd worden, geeft de engineering methode relevante resultaten. De statistische methode zal weerhouden worden telkens wanneer de databank bestaat uit historische waarnemingen.

Algemeen wordt aanvaard dat dwarsdoorsnede-analyses lange termijn kostenfuncties meten, terwijl tijdreeksanalyses eerder de korte termijnfuncties meten. Wanneer de tijdreeks een langere periode betreft, treden er doorgaans wijzigingen op in de outputverwachtingen. Dit veroorzaakt op zijn beurt wijzigingen in de structuur van de vaste activa. Indien in het model geen maatstaf voor zulke modificaties ingebouwd wordt, is de analyse beperkt tot een moeilijk interpreteerbaar compromis tussen lange en korte termijn kostenbevindingen. In dit verband schrijft Meyer (19, p. 41): "A strictly long-run cost analysis, of course, would ignore capital structure and would attempt to determine only the simple (as contrasted with partial) relationships between costs and output on the assumption that in the long run all factors of production are variable with changes in output".

De statistische kostenanalyse kan gepaard gaan met enorme moeilijkheden. De schattingen van de lange termijn marginale kosten op basis van dwarsdoorsnede-data kunnen bijvoorbeeld vertekend zijn door een verschillende capaciteitsbenutting binnen de bedrijven in het gegevensbestand. De invoering in de kostenvergelijking van een capaciteitsmaatstaf kan hiervoor mogelijk een oplossing bieden. Bij een tijdreeksanalyse zal vooral de technologische evolutie voor problemen zorgen. De statistische kostenanalyse is immers gebaseerd op de veronderstelling dat de observaties gegenereerd zijn door dezelfde onderliggende produktiestructuur. Indien aangenomen wordt dat de technologische evolutie vrij

gelijkmatig over de beschouwde periode verloopt, kan het invoeren in het model van een trendvariabele een oplossing bieden. Een ander probleem zijn de wijzigingen in de factorprijzen die over een langere periode beschouwd zelfs tot factorsubstitutie kunnen leiden. Het netto-effect van substantiële factorprijswijzigingen heeft veel weg van het effect van de technologische evolutie, zodat een onderscheid maken tussen beide effecten zeer moeilijk valt.

Zoals de meeste economische relaties is ook de kostenfunctie stochastisch. Hieruit volgt dat de statistische kostenanalyse niet kan aantonen dat een bepaalde kostenrelatie de enige juiste is. Statistische analyse biedt wel een procedure om een bepaalde hypothese te verwerpen wanneer de waarschijnlijkheid dat een bepaalde relatie de data gegenereerd heeft kleiner is dan een voorgeselekteerde waarde.

3. EEN KOSTENFUNCTIE VOOR DE BINNENVAARTSECTOR

3.1. Beknopt literatuuroverzicht

Binnen de transportliteratuur is de binnenvaartsector een weinig behandeld onderwerp. Slechts enkele studies betreffen een kosten en/of produktieanalyse. Uit het geringe aanbod worden in dit overzicht een viertal (Amerikaanse) werken weerhouden die een positieve bijdrage leveren tot de kennis van kosten- en produktiefuncties in de binnenvaartsector.

Zwick en Stenason (19, p. 111-126) zien een grote gelijkheid tussen de kostenstructuur in de binnenvaart en het wegvervoer: de kosten zijn grotendeels verbonden met de individuele operationele eenheid, in dit geval het schip. Dit is voor de auteurs een reden om een conventionele rekenmethode te gebruiken. De binnenvaarttechnologie maakt zulke analyse mogelijk, terwijl het gebrek aan relevante data statistische schattingen sterk bemoeilijkt.

De auteurs constateren een opvallend verschil tussen de lange termijn en de korte termijn-(out-of-pocket)kosten van de binnenvaart. Op basis van hun kostencalculatie besluiten ze ver-

der dat het vervoer te water gebeurt tegen vrij lage kosten, maar enorm traag. Het economisch gebruik van de binnenscheepvaart ligt vooral in het transport over vrij grote afstanden van bulkgoederen en goederen met een lage tot gemiddelde waarde.

Een studie van L.S. Case en L.B. Lave (4, p. 181-191) bestudeert kostenfuncties. Het betreft meer bepaald het schatten van lange en korte termijnrelaties tussen kosten, ondernemingsgrootte en output op basis van kwartaalcijfers voor vijf ondernemingen over de periode 1962-66.

Het termijnkarakter van kostenfuncties is een sterk betwiste zaak. Op korte termijn gebeuren doorlopende aanpassingen vermits de kapitaalstock verandert en het outputniveau fluctueert. Als dusdanig kunnen waarnemingen niet gebruikt worden om de theoretische lange termijn kostenfunctie te schatten, d.i. de minimum kost van de produktie van elk outputniveau. De auteurs interpreteren dit probleem als volgt (4, p. 182):

"Each observation represents a level of efficiency achieved in the past. When these data are used, the estimated relationship will be regarded as a practical - not the theoretically optimal - function. The relationship might be used to draw conclusions about the expected efforts of increasing firm size. The implicit assumption is that the level of efficiency obtained in the past is likely to persist in the future".

De algemene vorm van de door beide auteurs geschatte kostenfunctie is als volgt:

$$\log \frac{\text{cost}}{\text{EBM}} = \alpha_0 + \alpha_1 \log E_{ijt} + \alpha_2 \log S_{ijt} + \alpha_3 C_i + \alpha_7 t + \alpha_8 Q_j + \epsilon$$

waarin EBM = maatstaf voor de actuele output, gedefinieerd als

"the movement of a fully loaded jumbo barge one mile".

E_{ijt} = output van firma i , kwartaal j , jaar t

S_{ijt} = maatstaf voor de firmagrootte

C_i = dummy variabele per firma

t = trendvariabele

Q_j = dummy variabele per kwartaal

ϵ = storingsterm

De schatting gebeurt op basis van een pooling van tijdreeksen en dwarsdoorsnede-data.

Uit de empirische resultaten kunnen twee belangrijke conclusies getrokken worden:

- De korte termijn totale kosten stijgen met slechts 3,7 % wanneer de output stijgt met 10 %. Wanneer de marginale kost zoveel kleiner is dan de gemiddelde kosten (op korte termijn!) is het niet verwonderlijk dat op alle mogelijke manieren getracht wordt additionele vrachten aan te trekken.
- De coëfficiënten der lange termijn gemiddelde kosten wijzen op belangrijke schaalvoordelen. De auteurs zien in deze schaalvoordelen een mogelijke reden voor het grote aantal fusies in de Amerikaanse binnenvaartsector.

G. Polak en R.K. Koshal (22) gaan dieper in op de effecten die technologische veranderingen hebben op de relatie tussen kosten en output in de binnenvaartsector. De analysemethode betreft zowel meervoudige regressieanalyse als een vergelijking der gemiddelde kosten gedurende de beschouwde periode.

De totale kosten worden onderverdeeld in elf kostencategorieën. Voor elke groep afzonderlijk, evenals voor de totale kosten, wordt volgende functie geschat:

$$C_t = a + b \cdot Q_t + c \cdot T_{60-69} + d \cdot D_{58-59} + U$$

- met C_t = de kosten in jaar t (in constante waarden)
 Q_t = ton-miles ($\times 10^8$) als maatstaf voor output in jaar t
 T_{60-69} = trendfactor als maatstaf voor de technologische evolutie in de periode 1960-1969
 D_{58-59} = een dummy variabele om het effect van de recessie van 1958 op de kosten te meten.
 U = de foutenterm

Uit het empirisch onderzoek blijkt dat voor de meeste weerhouden categorieën de statistische kostenfuncties meer dan 90 % van de kostenvariatiës verklaren. De coëfficiënt van de outputvariabele is steeds statistisch significant, wat niet altijd

het geval is voor de andere coëfficiënten. Telkens de coëfficiënt van technologische evolutie statistisch significant is, blijkt het teken negatief te zijn. Dit wijst erop dat sinds 1960 de technologische evolutie de kosten heeft helpen drukken. Belangrijk is ook het feit dat de totale kostenfunctie op schaalvoordelen wijst (2).

In een andere studie (23) onderzoeken dezelfde auteurs de veranderende technologieën in de binnenvaartsector, ditmaal op basis van de produktiefunctie. Via het statistisch schatten van de produktiefunctie kan ondermeer het effect van technologische veranderingen op de kosten nagegaan worden.

Vertrokken wordt van een Cobb-Douglas produktiefunctie, met de output als functie van de hoeveelheid arbeid, de hoeveelheid kapitaal en het technologisch niveau. De belangrijkste empirische resultaten kunnen als volgt samengevat worden:

- Zowel kapitaal als arbeid hebben ongeveer dezelfde elasticiteit t.o.v. de output;
- De technologie vertoont een dalende marginale produktiviteit en is inelastisch t.o.v. de output;
- Het binnenvaartvervoer opereert onder schaalvoordelen (dalende gemiddelde kosten). Vroegere studies van dezelfde auteurs gaven zowel voor het Amerikaanse spoorvervoer als voor het wegvervoer constante schaalopbrengsten.

3.2. Constructie van een kostenfunctie

Een belangrijk probleem bij het verkrijgen van kostenestimaties in de binnenscheepvaart is het feit dat een belangrijk deel van het vervoer verricht wordt door niet-Belgische schepen. Als dusdanig zijn de hoeveelheden van bepaalde inputs niet gekend, zodat de totale kosten en de produktiefunctie niet kunnen geschat worden met data van de actuele factorinputs. De factorprijzen daarentegen kunnen wel bepaald worden. Aangezien een

(2) De conclusies i.v.m. de schaalvoordelen zijn gebaseerd op schattingen met jaarcijfers voor de globale industrie.

kostenfunctie slechts afhankelijk is van het vraagniveau en de factorprijzen zou ze eventueel ook kunnen geschat worden op basis van de actuele kosten van de binnenscheepvaart. Net zoals voor de factorinputs zijn echter ook i.v.m. de actuele kosten geen data beschikbaar.

Bovenstaande beperkingen leiden ertoe dat een methodologie moet gevonden worden die leidt tot schattingen van de kostencomponenten zonder te moeten overgaan tot een arbitraire toewijzingsprocedure. In wat volgt worden, ondanks het gebrek aan data, kostenfuncties geschat voor een bepaalde onderliggende produktiefunctie. Dit gebeurt door het schatten van de afgeleide vraagfunctie voor de factorinputs waarvoor data beschikbaar zijn.

3.2.1. De dualiteit tussen kosten- en produktiefuncties

Het dualiteitsprincipe in de theorie van kosten en produktie houdt in dat, onder bepaalde restrictieve voorwaarden voor de produktiefunctie, de via kostenminimalisering afgeleide kostenfunctie alle technologische informatie over de produktiefunctie bevat. M. Nerlove (21, p. 3) definieert het als volgt: "We might say that the cost function is a "sufficient statistic" for all of the economically relevant characteristics of the underlying productive process".

De totale kosten bestaan uit de kosten der inputs die gecombineerd worden tot het produkt binnenvaartvervoer. Gegeven zijn de factorprijzen en een bepaalde onderliggende produktiefunctie die de relatie legt tussen de factorinputs en de output. Onder de veronderstelling dat de binnenschippers de totale kosten minimaliseren voor elke mogelijke output kan de kostenfunctie verkregen worden. Aangenomen wordt dat de inputs efficiënt worden gekozen overeenkomstig de gespecificeerde produktiefunctie. Dit efficiëntiecriteria heeft betrekking op de keuze van de kwantiteit der inputs, gegeven zijnde het kwaliteitsniveau van het geleverde transport. Kwaliteitsverschillen kunnen zich ook reflecteren in de factorprijzen der inputs. Volgens D. Baron (2, p. 4) kunnen

kwaliteitseffecten die voortvloeiën uit een niet-efficiënte keuze der inputhoeveelheden in de schatting beschouwd worden als deel uitmakend van de storingsterm.

Het empirisch bestuderen van de kostenstructuur kan dus gebeuren door gebruikmaking van hetzij de produktiefunctie hetzij de kostenfunctie. De uiteindelijke keuze gebeurt op statistische gronden. Christensen en Greene (5, p. 658) schrijven in dit verband: "Direct estimation of the production function is attractive when the level of output is endogeneous. Estimation of the cost function is more attractive, however, if the level of output is exogeneous".

3.2.2. Econometrische specificatie

Als kosten worden in deze analyse een drietal inputs weerhouden die gecombineerd worden tot het produkt binnenvaartvervoer, nl. energie, kapitaal en arbeid. De eigenaar van een schip tracht steeds het verschil tussen de opbrengst en zijn kosten te maximaliseren. Modelmatig kan dat als volgt weergegeven worden:

$$\pi = P \cdot Q - C \quad (1)$$

waarin Q een Cobb-Douglas produktiefunctie is van de vorm

$$Q = A \cdot E^{\alpha} \cdot K^{\beta} \cdot L^{\gamma} \cdot e^{\theta t} \quad (2)$$

met $A > 0$

$$\alpha, \beta, \gamma > 0$$

$\mu = \alpha + \beta + \gamma$ = maatstaf voor de schaalopbrengsten;

hierin: π = maatstaf voor de winst

P = vrachtprijs

Q = output

E, K, L = factorinputs voor respectievelijk energie, kapitaal en arbeid

t = trendvariabele

A = constante

α, β, γ = outputelasticiteiten van factorinputs energie, kapitaal, arbeid.

De overeenstemmende kostenfunctie is

$$C(Q, q) = B \cdot Q^{1/\mu} \cdot q_1^{\alpha/\mu} \cdot q_2^{\beta/\mu} \cdot q_3^{\gamma/\mu} \cdot e^{-\frac{\theta t}{\mu}} \cdot \epsilon \quad (3)$$

$$\text{waarin } B = \text{constante} = \frac{\mu}{\beta} \cdot A^{-1/\mu} \cdot \left(\frac{\alpha}{\beta}\right)^{-\alpha/\mu} \left(\frac{\gamma}{\beta}\right)^{-\gamma/\mu}$$

ϵ = storingsterm die aan de voorwaarden van het klassieke model voldoet.

Het ontbreken van bepaalde data laat niet toe deze functie onmiddellijk te schatten. Daarom wordt in een volgende stap gebruik gemaakt van Sheppard's lemma. Wanneer de vorm van de kostenfunctie gekend is, kan via de afgeleide vraagfunctie van een factorinput de vereiste input voor efficiënte produktie bepaald worden: de afgeleide vraagfunctie $y_j(Q, q)$ voor een factorinput y_j wordt bekomen door het differentiëren van de kostenfunctie $C(Q, q)$:

$$y_j(Q, q) = \frac{\partial C(Q, q)}{\partial q_j} \quad (4)$$

waarin: q = vector van de factorprijzen

De schatting van de afgeleide vraagfunctie levert schattingen op van alle parameters van de kostenfunctie. De afgeleide vraagfunctie voor de factorinput energie, de enige input waarover data beschikbaar zijn, is als volgt:

$$y_E(Q, q) = \frac{\partial C(Q, q)}{\partial q_1} = \left\{ \frac{\alpha}{\mu} \cdot B \right\} Q^{1/\mu} \cdot q_1^{\alpha/\mu - 1} \cdot q_2^{\beta/\mu} \cdot q_3^{\gamma/\mu} \cdot e^{-\frac{\theta t}{\mu}} \cdot \epsilon \quad (5)$$

$$q_1 y_E = \left\{ \frac{\alpha}{\mu} \cdot B \right\} Q^{1/\mu} \cdot q_1^{\alpha/\mu} \cdot q_2^{\beta/\mu} \cdot q_3^{\gamma/\mu} \cdot e^{-\frac{\theta t}{\mu}} \cdot \epsilon \quad (6)$$

$$\text{Substitutie in vergelijking (6) van } \frac{\beta}{\mu} = 1 - \frac{\alpha}{\mu} - \frac{\gamma}{\mu}: \quad (7)$$

$$q_1 \cdot y_E = \left\{ \frac{\alpha}{\mu} \cdot B \right\} Q^{1/\mu} \cdot q_1^{\alpha/\mu} \cdot q_2^{1 - \alpha/\mu - \gamma/\mu} \cdot q_3^{\gamma/\mu} \cdot e^{-\frac{\theta t}{\mu}} \cdot \epsilon \quad (8)$$

Deling van (8) door q_2 geeft:

$$\begin{aligned} \frac{q_1 \cdot y_E}{q_2} &= \left\{ \frac{\alpha}{\mu} \cdot B \right\} Q^{1/\mu} \cdot q_1^{\alpha/\mu} \cdot q_2^{-\alpha/\mu - \gamma/\mu} \cdot q_3^{\gamma/\mu} \cdot e^{\frac{-\theta t}{\mu}} \cdot \epsilon \\ &= \left\{ \frac{\alpha}{\mu} \cdot B \right\} Q^{1/\mu} \cdot (q_1/q_2)^{\alpha/\mu} \cdot (q_3/q_2)^{\gamma/\mu} \cdot e^{\frac{-\theta t}{\mu}} \cdot \epsilon \end{aligned} \quad (9)$$

Als dusdanig werd de afhankelijkheid tussen de te schatten parameters α , β en γ geëlimineerd. Logaritmische transformatie geeft:

$$\ln\left(\frac{q_1 y_E}{q_2}\right) = \ln\left(\frac{\alpha}{\mu} \cdot B\right) + \frac{1}{\mu} \ln Q + \frac{\alpha}{\mu} \ln(q_1/q_2) + \frac{\gamma}{\mu} \ln(q_3/q_2) - \frac{\theta t}{\mu} + \ln \epsilon \quad (10)$$

Deze functie kan via lineaire regressie geschat worden op basis van data over de factorinput energie, de output en de factorprijzen. Het schatten van de factorvraagfunctie is equivalent aan de schatting van de kostenfunctie (3). Bedoeling is de functie te schatten voor de globale binnenvaartsector.

3.2.3. Datavereisten

Empirische produktie- en kostenstudies worden vaak doorkruist door dataproblemen. Het gebrek aan relevante kostendata in de binnenscheepvaart wordt in onderhavige studie opgevangen door de constructie van duale kostenfuncties. De schattingen gebeuren op basis van data i.v.m. factorprijzen, output en energieverbruik.

De weerhouden tijdreeksdata betreffen de periode 1960-1979. Een brede waaier observaties laat toe het kostengedrag te observeren op verschillende outputniveaus. Elke observatie vertegenwoordigt een in het verleden bereikt efficiëntie-niveau, rekening houdend met de toenmalige stand der technologie en de factorprijzen. De met deze data geschatte relatie kan beschouwd worden als een praktische maar niet de theoretische optimale functie. Bij het gebruiken der empirische schattingen voor prognosedoeleinden dient hier terdege rekening mee gehouden.

In wat volgt wordt een overzicht gegeven van de samenstelling

der gebruikte tijdreeksen. Centraal in het onderzoek staat het idee dat de proporties waarin de produktiefactoren gecombineerd worden veranderlijk zijn op korte termijn. De verandering treedt op tengevolge van schommelingen in de relatieve factorprijzen.

3.2.3.1. Output

Volgens L.S. Case en L.B. Lave (4, p. 182) kan de output van een binnenschip niet adequaat gemeten worden door een eenvoudige dimensie. De kosten van het vrachtvervoer hangen immers af van factoren als het type goed, het gebruikte schip, de grootte van de lading, de vaarroute.

Bovenstaande beperking wordt echter omzeild door het gebruik van een maatstaf die de relatie tussen kosten en output sterk typeert, met name de totale tonkilometer laadvermogen van zowel geladen als ongeladen schepen. Hierbij wordt rekening gehouden met de afstandsfactor en vooral met de capaciteitsbenutting van de varende schepen.

Data i.v.m. het laadvermogen zijn slechts beschikbaar vanaf 1974. Wel beschikbaar zijn gegevens betreffende de effectief vervoerde hoeveelheden. Er moet echter ook rekening gehouden worden met de leegvaart die kan beschouwd worden als een zekere verspilling eigen aan de stand der technologie. Indien binnenvaartvervoer zou kunnen gestockeerd worden, zou leegvaart aanleiding geven tot een onevenwicht tussen vraag en aanbod.

Om de output te berekenen worden op de beschikbare gegevens een aantal transformaties doorgevoerd:

1) geladen_schepen

$$\text{capaciteitsbenutting} = \frac{\text{effectief vervoerde tonnage}}{\text{inhoudsvermogen (ton)}}$$

$$\text{output}_1 = \text{effectief vervoerde tonkilometer} \times \frac{1}{\text{capaciteitsbenutting}}$$

waarin $output_1$ = totaal tonkm laadvermogen van geladen schepen.
 Impliciet wordt de hypothese aanvaard dat de ledige ruimte van geladen schepen eenzelfde verdeling heeft qua kilometers dan de beladen ruimte.

2) leegvaart

gemiddelde afstand per reis = $\frac{\text{totale afgelegde afstand}}{\text{aantal reizen}}$

gemiddeld inhoudsvermogen per reis = $\frac{\text{totaal inhoudsvermogen}}{\text{aantal reizen}}$

$output_2$ = gemiddelde afstand per reis x gemiddeld inhoudsvermogen per reis x aantal reizen

waarin $output_2$ = totaal tonkm laadvermogen van ledige schepen.

De totale output is dan de sommatie van het totaal tonkm laadvermogen van beladen en ledige schepen.

3.2.3.2. Het verbruik van de factor energie

De econometrische te schatten relatie (10) bevat slechts één factorinput, met name de energie. De in België door de binnenscheepvaart verbruikte hoeveelheid gasolie is gekend.

3.2.3.3. Factorprijzen

a. De factorprijs energie

Het weerhouden prijsniveau voor de factorinput energie is dat van gasolie huisbrand in zone 1, gemiddelde prijzen volgens tarieven in bulk (2 000 l), inclusief belasting en B.T.W.

b. De factorprijs kapitaal

De benadering van de kapitaalkosten vormt in de meeste kostenstudies een zwaar probleem. In onderhavige studie wordt geredeneerd in termen van "a fair rate of return" op kapitaal. Daartoe moet vooreerst de kapitaalwaarde gemeten worden. Dat kan gebeuren op basis van de historische kosten, de vervangings-

kosten of de huidige marktwaarde. Vermits gegevens beschikbaar zijn over tweedehands kapitaalgoederen wordt voor de laatste methode geopteerd. Daarbij wordt rekening gehouden met de leeftijdstructuur van de vloot.

De gevolgde werkwijze kan als volgt omschreven worden. De basis vormen de jaarlijkse marktprijzen van binnenschepen per type en volgens ouderdom. De prijzen hebben betrekking op doorsnee schepen d.w.z. schepen met een middelmatige graad van aanpassing en uitrusting t.o.v. het bewuste jaar. Binnen de respectievelijke grootte-klassen wordt het meest representatieve type weerhouden:

- 38 m-spits voor de klasse 250-399 ton;
- de gewone kempenaar voor de klasse 400-649 ton;
- DEK van 67 m x 8,20 m voor de klasse 650-999 ton;
- RHK van 80 m x 9,50 m voor de klasse 1 000-1 400 ton.

Aangezien niet voor elk jaar afzonderlijk per type en per ouderdomsklasse verkoopprijzen bekend zijn, worden de ontbrekende cijfers geïnterpoleerd door vergelijking met naastliggende grootte-klassen en ouderdomscategorieën.

De waarde van het gemiddeld schip vormt dan de basis voor de berekening van een opportuiniteitskost. De eigenaar van een schip zou als alternatief zijn kapitaal kunnen beleggen in een risicovrije belegging, bv. effecten met vast rendement (3). Deze procedure houdt geen rekening met afschrijvingen, ondermeer omwille van de sterke veroudering van de ingezette vloot. Daarenboven wordt de verdeling van de afschrijvingen over de levenscyclus meestal bepaald door de fiscus eerder dan op grond van economische criteria.

(3) Deze benadering sluit nauw aan bij S. Ling, *Economics of Scale in the Steam-Electric Power Generation Industry*, Amsterdam: North-Holland Publishing Co., 1964; zie ook (14 A. p. 146). In deze studie wordt de opportuiniteitskost berekend op basis van het rendement voor effecten met vast rendement op de beurs te Brussel.
(Bron: Nationale Bank van België.

c. De factorprijs arbeid

Het loon is de prijs voor de factorinput arbeid. Basisstatistieken vormen de geldende maandlonen, waarbij de RSZ-bijdragen gevoegd worden. Voor de berekening van de gemiddelde loonkost per sloopstypen wordt rekening gehouden met de volgens het politiereglement vereiste minimum bemanning.

Tabel 3: Minimum bemanning per sloopstypen

| Klasse | Tonnage | Benaming | Toegewezen bemanning |
|--------|---------|-----------|----------------------------------|
| I | 300 t | Spits | schipper + sloopjongen |
| II | 600 t | Kempenaar | schipper + matroos |
| III | 1 000 t | DEK-type | schipper + matroos + sloopjongen |
| IV | 1 350 t | RHK-type | schipper + matroos + sloopjongen |

Dit stemt erg overeen met de op de Rijn vereiste minimum bemanning (28, p. III 146).

Voor de berekening van de gemiddelde loonkost van de globale binnenvaartsector worden de loonkosten per sloopstypen gewogen op basis van de afgelegde afstand, een indicator voor factoren zoals aandeel en tijd. Aangenomen wordt dat de hogere snelheid van grotere sloopstypen gecompenseerd wordt door langere laaden en lostijden.

3.2.3.4. Trendvariabele

Verschuivingen in de kostenfunctie kunnen veroorzaakt worden door o.m. technologische ontwikkelingen, gereflecteerd in een gewijzigde verhouding tussen de aangewende hoeveelheden produktiefactoren en de grootte van het produktieresultaat. Zulke veranderingen zijn onvoorspelbaar per periode en leiden als dusdanig tot een grotere onverklaarde variantie in de statistische analyse.

Veranderingen in de tijd kunnen benaderend geïsoleerd wor-

den door de invoering van de tijdsfactor als een verklarende variabele, bv. via een exponentiële trend. De richting en de grootte van de verschuiving worden aangeduid door het teken en de grootte van de coëfficiënt.

4. EMPIRISCHE TOEPASSING

Het schatten van de kostenfuncties met behulp van de kleinste kwadratenmethode (OLS) gaf resultaten die in tegenstelling waren met een aantal a priori verwachtingen gebaseerd op theoretische consideraties. Een a priori verwachting is ondermeer dat de geschatte factoraandelen tussen 0 en 1 moeten liggen.

Daarenboven wezen de Farrar-Glauber-test en de Haitovsky-test op de aanwezigheid van multicollineariteit. Om deze redenen drong een andere schattingsmethode zich op. Een mogelijke remedie voor multicollineariteit is het gebruik van eventueel beschikbare a priori informatie. Rekening houdend met deze informatie wordt de kostenfunctie geschat met de zgn. "mixed linear estimation method" van Theil en Goldberger, gebaseerd op de GLS-schattingsprocedure van Aitken.

4.1. Methode van Theil-Goldberger

Veronderstel dat een dataset beschikbaar is om volgende lineaire relatie te schatten:

$$y = X\beta + u \quad (11)$$

$$\text{met } Eu = 0$$

$$E(uu') = \Omega$$

Daarenboven is er additionele informatie beschikbaar over de β coëfficiënten die als volgt kan voorgesteld worden:

$$r = R\beta + v \quad (12)$$

$$\text{met } Ev = 0$$

$$E(vv') = \Psi$$

waarin r ($g \times 1$ vector), R ($g \times k$ matrix) en Ψ gekend zijn.

In een volgende stap kunnen de oorspronkelijke dataset en de additionele informatie gecombineerd worden:

$$\begin{bmatrix} y \\ r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ R \end{bmatrix} \beta + \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} \quad (13)$$

met $E \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} = 0$

$$E \left\{ \begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u' & v' \end{bmatrix} \right\} = \begin{bmatrix} \Omega & 0 \\ 0 & \Psi \end{bmatrix}$$

Toepassing van Aitken's GLS-procedure leidt tot de te schatten $\hat{\beta}$ coëfficiënten; "This estimate has the property of being a best linear unbiased estimate, with "best" referring to both the extra-neous and the sample information" (25, p. 67).

De methode wordt iteratief toegepast omdat de variantie onbekend is en men initieel zal vertrekken van de geschatte variantie uit de overeenkomstige OLS-procedure.

4.2. Compatibility-test

Het is best mogelijk dat er een onverenigbaarheid bestaat tussen de dataset en de a priori informatie, bijvoorbeeld door het gebruik van a priori informatie afkomstig van een onaanvaardbare theoretische onderbouw. In een latere studie heeft Theil (26) hieromtrent een test voorgesteld om de vergelijkbaarheid van de dataset en de a priori informatie te controleren in het geval van een enkelvoudige vergelijking:

$$\gamma = (r - R\hat{\beta})' \{s^2 R(X'X)^{-1} R' + \Psi\}^{-1} (r - R\hat{\beta}) \quad (14)$$

met $\hat{\beta}$ = de geschatte vector der coëfficiënten verkregen met behulp van gewone kleinste kwadraten op de dataset;
 s^2 = de overeenkomstige schatting van σ^2 .

Theil (26, p. 406-407) toonde aan dat $\gamma \chi^2$ verdeeld is met k vrijheidsgraden. Dit houdt in dat wanneer γ een gepreselecteerde kritische waarde te boven gaat de a priori informatie en de dataset overenigbaar zijn. In dit geval kan de gemengde schatter niet berekend worden.

4.3. A priori informatie voor de binnenvaartsector

Een "feasibility study" van het Nederlands Economisch Bureau voor Weg- en Watervervoer (9) betreffende een kostenindexsysteem van binnenvaartvervoer verschaftte voor België volgende kostenstaat:

Tabel 4: Kostenstructuur voor 3 sloopstypes

| Kosten | Type | | | | | |
|-----------------------------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | 350 ton | | 1 000 ton | | 1 350 ton | |
| | BF | % | BF | % | BF | % |
| Lonen en lasten | 691 762 | 59 | 992 500 | 40 | 1 070 177 | 35 |
| Energie | 260 810 | 22 | 838 830 | 34 | 1 108 280 | 37 |
| Afschrijvingen + interesten | 220 660 | 19 | 672 010 | 27 | 852 550 | 28 |
| | <hr/> | <hr/> | <hr/> | <hr/> | <hr/> | <hr/> |
| | 1 173 232 | 100 | 2 503 340 | 100 | 3 031 007 | 100 |
| Totaal van alle kosten | 1 393 892 | | 3 326 120 | | 4 065 907 | |

Bron: E.B.W. en I.T.B.

Op basis van bovenstaande tabel werd a priori informatie voor de factoraandelen energie en arbeid ingevoerd. Aangenomen werd dat beide aandelen waarschijnlijk tussen .1 en .7 liggen. Voor bv. energie kan dat als volgt worden uitgedrukt:

$$.4 = \frac{\alpha}{\mu} + v \quad (15)$$

met $E(v) = 0$

$$E(vv') = .09$$

4.4. Schattingsresultaten

De kostenfunctie werd geschat voor de globale binnenvaartsector met behulp van jaarcijfers over de periode 1960-1979. In tabel 5 worden de empirische resultaten van de schatting der kostenfunctie weergegeven. Een zulkdanig overzicht biedt de mogelijkheid tot vergelijking met de OLS-schatting en de verschillende iteratieve schattingen.

Tabel 5 : Algemene binnenscheepvaart

| $\text{Functie: } \ln\left(\frac{q_1^{\gamma E}}{q_2}\right) = \ln\left(\frac{\alpha}{\mu} B\right) + \frac{1}{\mu} \ln Q + \frac{\alpha}{\mu} \ln(q_2^{q_1}) + \frac{\gamma}{\mu} \ln(q_2^{q_3}) - \frac{\theta t}{\mu} + \ln \epsilon$ | | Mixed Iterations | | | A priori information | |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------------|------|
| Coefficiënt | Pure | Initial | Iterations | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | |
| $\ln\left(\frac{\alpha}{\mu} B\right)$ | -22.39 (6.00) | -26.21 (5.51) | -26.30 (5.96) | -26.31 (5.99) | -26.31 (5.99) | |
| $1/\mu$ | 3.16 (0.60) | 3.42 (0.58) | 3.43 (0.63) | 3.43 (0.64) | 3.43 (0.64) | |
| α/μ | 1.24 (0.42) | 0.60 (0.22) | 0.58 (0.22) | 0.57 (0.22) | 0.57 (0.22) | 0.40 |
| γ/μ | -0.50 (0.52) | 0.27 (0.24) | 0.29 (0.25) | 0.29 (0.25) | 0.29 (0.25) | 0.40 |
| θ/μ | 0.001 (0.033) | -0.05 (0.02) | -0.05 (0.02) | -0.05 (0.02) | -0.05 (0.02) | |
| s^2 | 0.022643 | 0.026735 | 0.026985 | 0.026999 | 0.027000 | |

* s^2 = variantie

4.5. Statistische interpretatie

Tabel 6 geeft een overzicht van enkele statistische indicatoren die o.m. de voorspellingskracht aangeven.

Tabel 6: Statistische indicatoren

| | |
|------------------------------------|-------|
| Determinatiecoëfficiënt | .73 |
| F- statistiek | 9.49 |
| Ongelijkheidscoëfficiënt van Theil | 0.016 |
| fractie toewijsbaar aan | |
| - vertekening | 0.0 |
| - variantie | 0.095 |
| - covariantie | 0.905 |

De determinatiecoëfficiënt van .73 duidt op een vrij preciese en positieve relatie tussen de actuele en de voorspelde waarden. Dit wordt tenvolle bevestigd door de ongelijkheidscoëfficiënt van Theil: hoe kleiner de coëfficiënt, hoe beter vermits bij perfecte voorspelling de Theil-coëfficiënt nul is. De grootste fractie van de ongelijkheidscoëfficiënt is toewijsbaar aan co-variantie.

Op basis van de berekende t-waarden kan gesteld worden dat, op uitzondering van de factorprijs arbeid, alle variabelen significant verschillend van nul zijn.

De berekende γ -waarde bedraagt 3.16, wat betekent dat de weerhouden dataset en de a priori informatie niet met elkaar in tegenstelling zijn. Het 10% significantiepunt voor 14 vrijheidsgraden is 21.06. De methode van de gemengde schatter is dus aanvaardbaar.

Een sensitiviteitsstudie op basis van lichte wijzigingen in de ingevoerde a priori informatie leverde wat de statistische indicatoren betreft geen betere resultaten op.

4.6. Economische interpretatie

Tabel 7: Overzicht der empirische resultaten

| | |
|--|--------------------|
| $\ln\left(\frac{\alpha}{\mu} \cdot B\right)$ | - 26.31 (5.99)* |
| returns to scale (μ) | 0.29 (0.64) |
| energie (α/μ) | 0.57 (0.22) |
| kapitaal (β/μ) | 0.14 |
| arbeid (γ/μ) | 0.29 (0.25) |
| trend (θ/μ) | -0.05 (0.02) |

* de standaardfouten van de constante, $1/\mu$, θ/μ en de factor-aandelen worden gerapporteerd onder de schattingen.

- Schaalopbrengsten

Het concept "schaalopbrengsten" betreft produktierelaties beschouwd over een tijdspanne die voldoende lang is om veranderingen in alle inputs toe te laten. Schaalopbrengsten refereren naar het karakter van veranderingen in output wanneer alle inputs in gelijke mate wijzigen.

De geschatte coëfficiënt voor de outputvariabele wijst op significante dalende schaalopbrengsten voor de binnenvaartsector (4). Dalende schaalopbrengsten gaan gepaard met marginale kosten hoger dan de gemiddelde kosten. Dit betekent ondermeer

(4) In tegenstelling met voorliggende empirische resultaten voor de Belgische binnenvaart kwamen Case-Lave en Polak-Koshal voor de Amerikaanse binnenvaart tot schaalvoordelen.

dat bij volumeverminderingen de gemiddelde kosten zullen dalen. Thompson (27, p. 251) stelt in dit verband dat dalende schaal-opbrengsten in de eerste plaats het gevolg zijn van beperkingen qua efficiënt presteren van de manager-functie.

- Factoraandelen

De schattingen van α/μ , β/μ en γ/μ kunnen geïnterpreteerd worden als de factoraandelen van de inputs energie, kapitaal en arbeid.

Het geschatte aandeel van de factor energie bedraagt voor de globale binnenvaart 0.57.

Wat de energiefactor betreft dient gesteld te worden dat sinds 1 september 1979 (M.B. 20/9/1979) het vrachtenpeil rechtstreeks gebonden is aan de prijsschommelingen van de stookolieprodukten. De binnenschipper heeft dus sinds 1979 de mogelijkheid prijsverhogingen van de brandstof af te wentelen op de verlader.

De lage energieprijs van voor de oliecrisis gecombineerd met de mogelijkheid tot doorrekening aan de cliënt-verlader verklaart het hoge factoraandeel van de energieinput. De voor de binnenschipper relatief lage factorprijs voor energie leidt immers tot een substitutie van energie voor andere factorinputs.

Het aandeel van de factor kapitaal (.14) ligt merkelijk lager dan de aandelen van energie en arbeid. Bij de interpretatie van de empirische resultaten voor de factor arbeid is wel voorzichtigheid geboden. Per 1 januari 1981 was 90,6% van het aantal Belgische eigenaars, eigenaar van 1 schip. Dit komt overeen met 77,6% van het aantal schepen en 72,6% van de tonnemaat. Het gaat dus in zekere zin om kleine zelfstandige ondernemingen waarbij de aanvullende bemanning meestal uit familieleden bestaat. De factor arbeid vergt als dusdanig dan ook niet direct "out-of-pocket"-kosten. Dit vormt mogelijk een verklaring voor het feit dat het geschatte factoraandeel voor arbeid niet significant verschillend is van nul.

- Technologische evolutie

Via de inbreng in de kostenfunctie van een exponentiële trend werd vooral de neutrale technische ontwikkeling bestudeerd. Hiermee wordt de ontwikkeling bedoeld die onafhankelijk van de kwaliteit der produktiefactoren gebeurt. Als voorbeeld wordt vaak een verbetering van de economische verhouding buiten de onderneming aangehaald.

De empirische resultaten duiden op een niet onbelangrijke jaarlijkse kostenstijging in de binnenvaart omwille van de factor technologie.

De technologische evolutie is sterk gebonden aan de veroudering van de vloot. Het invoeren van de sloopregeling heeft vooral bij de kleinere types veel oudere schepen (met hogere kosten) van de markt doen verdwijnen. Het is bovendien duidelijk dat de uitgaven in de binnenscheepvaart vaak beperkt blijven tot dringende onderhoudswerken en verplichte aanpassingen aan een gewijzigde wetgeving.

5. BEREKENING VAN GEMIDDELDE EN MARGINALE KOSTEN

De geschatte kostenfunctie laat toe de totale directe kosten van het vervoer per binnenschip te schatten, op basis waarvan marginale en gemiddelde kosten kunnen berekend worden. Deze kosten kunnen eventueel vergeleken worden met de vervoersinkomsten om de rendabiliteitspositie te bepalen.

De beslissing tot het produceren van additionele output betekent een groter gebruik van de factor inputs. Op uitzondering van situaties met constante schaalopbrengsten gaat dit gepaard met verlies of winst van inputefficiëntie. De marginale produktiviteit van de factors zal wijzigen waardoor de eenheidskost van de output beïnvloed wordt. Dit kan als volgt voorgesteld worden:

$$GK = \frac{C(Q, q)}{Q} \quad (16)$$

$$\frac{\partial GK}{\partial Q} = \frac{\{Q(\partial C/\partial Q) - C\}}{Q^2} \quad (17)$$

$$\text{substitueer : } MK = \frac{\partial C}{\partial Q} \quad (18)$$

$$MK = GK + \frac{\partial GK}{\partial Q} \cdot Q \quad (19)$$

Relatie (19) stelt dat de marginale kost (MK) gelijk is aan de gemiddelde kost (GK) plus een aanpassingsfactor. Deze laatste term is gelijk aan het eenheidseffect op de kosten van de hogere output vermenigvuldigd met het aantal beïnvloede eenheden, d.w.z. de output.

Vertrekkend van vergelijking (3) kan de marginale en gemiddelde kost voor de binnenscheepvaart als volgt berekend worden:

$$MK = \frac{\partial C}{\partial Q} = \frac{1}{\mu} \cdot B \cdot Q^{1/\mu-1} \cdot q_1^{\alpha/\mu} \cdot q_2^{\beta/\mu} \cdot q_3^{\gamma/\mu} \cdot e^{-\frac{\theta t}{\mu}} \cdot \epsilon \quad (20)$$

$$GK = \frac{C}{Q} = B \cdot Q^{1/\mu} \cdot q_1^{\alpha/\mu} \cdot q_2^{\beta/\mu} \cdot q_3^{\gamma/\mu} \cdot e^{-\frac{\theta t}{\mu}} \cdot \epsilon \quad (21)$$

$$\text{Uit (20) en (21) volgt: } MK = \frac{1}{\mu} \cdot GK \quad (22)$$

Tabel 8: Marginale en gemiddelde kosten in de binnenvaartsector (Bfr.)

| | |
|---|-------|
| (1) Marginale kosten basis 1971 | 0,33 |
| (2) Marginale kosten basis 1979 | 0,61 |
| (3) Beladingsgraad R_{79} | .5240 |
| (4) Marginale kosten basis 1979, effectief vervoerd | 1,16 |
| (5) Gemiddelde kosten, basis 1979 | 0,34 |

De eerste rij van tabel 8 geeft de via vergelijking (20) berekende marginale kosten voor de globale binnenscheepvaart op basis van gegevens over het jaar 1979. Vermits het om gedeplateerde monetaire eenheden gaat op basis van 1971 = 100 dient teruggerekend te worden naar eenheden van 1979 (rij 2).

De output is samengesteld uit aangeboden tonkilometer van zowel geladen als ledige schepen. De leegvaart maakt een aanzienlijk deel uit van de output, zoals blijkt uit de volgende ratio van de globale binnenvaart:

$$R_{79} = \frac{\text{effectief vervoerde tonkm.}}{\text{aangeboden tonkm.}} = \frac{5\ 886}{11\ 232} = .5240$$

Het effectief presteren van één beladen tonkilometer vergt bijna evenveel leegvaart.

Om de berekende marginale kosten te kunnen vergelijken met de effectief toegepaste tarieven kan dus volgende aanvullende correctie toegepast worden (rij 4):

$$MK_{1979, \text{effectief vervoerd}} = MK_{1979} \times \frac{1}{R_{79}} \quad (23)$$

De gemiddelde kosten (rij 5) worden berekend op basis van relatie (22).

De resultaten van tabel 8 tonen aan dat de marginale kosten zich een stuk boven de gemiddelde kosten bevinden. Ter vergelijking van de marginale en gemiddelde kosten met de vrachtprijzen werd een beschikbare databank van DRB-tarieven (basis 1953) op arrondissementele basis herrekend naar monetaire eenheden van 1979. De voor de Belgische binnenvaart belangrijkste vaarrelaties werden hieruit geselecteerd. Tabel 9 geeft voor deze relaties een overzicht van de vrachtprijzen en de vaarafstand tussen oorsprong en bestemming.

Tabel 9: DRB-tarieven voor enkele vaarrelaties

| Relatie (5) | vrachtprijzen per ton | | vaarafstand in km |
|---------------------|-----------------------|----------|----------------------|
| | basis 1953 | 1979 (6) | |
| Antwerpen-Turnhout | 14,57 | 96,31 | 49,57 |
| Antwerpen-Brussel | 14,19 | 93,80 | 46,05 |
| Antwerpen-Vilvoorde | 13,33 | 88,11 | 37,97 |
| Antwerpen-Luik | 18,06 | 119,38 | 141,31 |
| Antwerpen-Hasselt | 14,62 | 96,64 | 67,63 |
| Antwerpen-Tongeren | 19,11 | 126,32 | 111,24 |
| Antwerpen-Charleroi | 22,74 | 150,33 | 126,85 |
| Hasselt-Luik | 12,47 | 82,43 | 52,56 |

Vermits het om vrachtprijzen per ton gaat levert een deling door de vaarafstand de prijs per tonkilometer op.

In wat volgt wordt aangenomen dat de DRB-tarieven indicatief zijn voor de in de globale binnenvaart gehanteerde vrachtprijzen. Een vergelijking van de berekende marginale en gemiddelde kosten met de vrachtprijzen op basis van de DRB-tarieven geeft volgende belangrijke conclusie: op uitzondering van de vaarrelatie Antwerpen-Luik en in beperkte mate Antwerpen-Tongeren is op de voor de globale Belgische binnenscheepvaart representatieve vaarrelaties de prijs steeds hoger dan de marginale en dus ook de gemiddelde kosten.

Aan de opmerkelijke vaststelling dat op de vaarrelatie Antwerpen-Luik de vrachtprijs ver beneden de marginale kosten ligt mag nog geen definitieve conclusie vastgeknoopt worden. Enerzijds dient rekening gehouden te worden met het type scheepvaart: op het Albertkanaal gebeurt vrij veel duwvaart, terwijl de marginale kosten berekend werden voor de totale binnenscheepvaart. Daarnaast staat echter dat er ook op andere relaties,

(5) vrachtprijzen en vaarafstand zijn per relatie identiek voor elke vaarrichting verondersteld.

(6) coëfficiënt 6,61

bv. Antwerpen-Brussel, veel duwvaart gebeurt. Mogelijk wordt de binnenvaart op de relatie Antwerpen-Luik geconfronteerd met een sterkere concurrentie van de spoorwegen dan in de rest van het land.

Een verdere uitbreiding van het onderzoek naar simulatiemodellen per transportrelatie kan meer duidelijkheid brengen.

6. IMPLICATIES VOOR VERVOERPOLITIEK

Rekening houdend met bovenstaande empirische resultaten kunnen reeds een aantal belangrijke vervoerpolitieke besluiten geformuleerd worden. Het feit dat de prijs hoger ligt dan de marginale kosten is overeenkomstig de basishypothesen van het model waar gesteld wordt dat de eigenaar van een schip steeds het verschil tussen de opbrengst en zijn kosten tracht te maximaliseren. Verhoging van de output zal bijdragen tot het realiseren van deze doelstelling.

In verband met de vrachtprijzen dienen wel enkele aanvullende bedenkingen geformuleerd te worden. Enerzijds zijn in de vrachtprijzen ook begrepen de vergoeding voor ondermeer havengelden, sluisgelden, het deel der scheepvaartrechten op vaarwegen dat niet rechtstreeks door de verlader gedragen wordt. Anderzijds kan door de vrachtencomité's een maximumafwijking tot -30% op de basistarieven toegestaan worden. Omwille van het afgeleid karakter van de vraag en de verscherpte concurrentie tussen de diverse modi zal in de meeste gevallen die vermindering wel effectief toegepast worden.

De Belgische binnenscheepvaart wordt geconfronteerd met een volledig ontbreken van vervangingsinvesteringen. Dit laat vermoeden dat de ruimte tussen vrachtprijzen en kosten wel volstaat om het bedrijf draaiende te houden en eventueel tweedehandsvaartuigen aan te schaffen, maar niet groot genoeg is om risicodragende investeringen uit te voeren. In wat volgt wordt een aantal mogelijkheden onderzocht die de doelstelling van winst-

maximalisatie kunnen helpen realizeren.

Een eerste mogelijkheid bestaat in het verhogen van de prijsfactor. Het drastisch optrekken van de tarieven blijft echter een gemakkelijksoplossing waarvan het uiteindelijk resultaat onzeker is. Tariefverhogingen verslechteren immers eens te meer de al wankelende modale concurrentiepositie van de binnenscheepvaart. J. Denduyver (7, p. 17) schrijft hieromtrent: "Een hoge vervoerprijs kan aantrekkelijk schijnen maar is daarom nog niet de meest rendabele, vermits men bij die prijs ook nog moet vervoeren".

Een andere mogelijkheid bestaat in een verlagen van de marginale kosten. De schipper kan trachten in te spelen op de factorprijzen en de gebruikte hoeveelheden van de factorinputs. De factorprijzen voor energie, arbeid en kapitaal zijn echter exogeen voor de schipper. Voor manipulatie van de factorinputs is er iets meer bewegingsruimte. Een vroegere studie (30) heeft aangetoond dat bij een constante tonnage een verhoging van de beladingsgraad het globale energieverbruik vermindert. Vertrekend van de hypothese dat een verhoging van de gemiddelde benutting met 2% (5%) het aantal transportbewegingen met 2% (5%) doet dalen, werd voor de Belgische transportsector een schatting gemaakt van de mogelijke energiebesparingen (basisjaar 1978). Voor de binnenvaart gaf dat een ordegrrootte van besparing van 104 (2%) tot 260 (5%) TJ. Het globale verbruik van de binnenvaartsector bedroeg in 1978 4214 TJ.

In de praktijk zullen de effectief gerealiseerde besparingen wel lager liggen. Een verhoging van de beladingsgraad betekent niet noodzakelijk een even grote daling van het aantal vervoerbewegingen. Daarenboven vergt een hogere belading technisch gezien een hoger energieverbruik.

De enige overblijvende factor ter beïnvloeding van de marginale kosten is de output. Winstmaximalisatie vereist de keuze van een outputniveau dat een evenwicht verzekert tussen de inkomsten en de minimale kosten. Dit gebeurt wanneer de prijs

gelijk is aan de marginale kost.

In een periode van economische recessie wordt de concurrentie tussen de diverse transportmodi nog versterkt. De binnenvaartsector zal haar concurrentiepositie slechts kunnen versterken door het voeren van een voldoende dynamische politiek die toelaat trafieken aan te trekken daar waar ze in een economische sterkere positie staat dan haar concurrenten (29, p. 40).

Een vermeerdering van de output bij een constante vloot leidt tot produktiviteitsverbetering en dus ook tot rendabiliteitsverbetering. Er heeft immers een afbouw plaats van de al dan niet geregistreeerde scheepstonnage die wacht op bevrachting en dus ook van de wachttijden (cfr. tabel 10).

Tabel 10: Gemiddelde wachttijden uitgedrukt in dagen (3° trimester 1981)

| Tonnage | Internationaal | Nationaal |
|--------------|----------------|-----------|
| -450 ton | 10 | 8 |
| 450/850 ton | 6 | 9 |
| 851/1350 ton | 6 | 10 |
| +1350 ton | 7 | 6 |

Bron: Instituut voor het Transport langs de Binnenwateren

De outputvariabele is samengesteld uit beladen vaart plus leegvaart. In 1979 produceerde de binnenscheepvaart in leegvaart een totaal laadvermogen van 4022×10^6 tkm, wat neerkomt op 36 % van de totale output. Gezien het hoge aandeel van de leegvaart kan eventueel gestreefd worden naar een technische rationalisatie waarbij de leegvaart nodig om één tonkilometer effectief vervoer te realiseren daalt. Zulke ingreep blijft echter een technisch element van de produktie.

7. CONCLUSIE

In voorliggende studie werd gepoogd de complexe problematiek der binnenscheepvaartkosten te analyseren. Rekening houdend met de databeperkingen werd een kostenfunctie geconstrueerd en geschat voor een bepaalde onderliggende produktiefunctie, met behulp van de afgeleide vraagfunctie voor de factorinput waarover gegevens beschikbaar waren. Op basis van de empirische resultaten kunnen een aantal belangrijke besluiten geformuleerd worden.

De geschatte coëfficiënt van de outputvariabele wijst op significante dalende schaalopbrengsten voor de binnenvaartsector.

Het vrij hoge aandeel van de factor energie kan verklaard worden door de voor de binnenschipper relatief lage factorprijs die leidt tot een substitutie van energie voor andere inputs. Het aandeel van de factor kapitaal ligt merkelijk lager dan de aandelen van energie en arbeid. Het artisanale karakter van de binnenscheepvaart dwingt wel tot voorzichtigheid bij de interpretatie van de empirische resultaten voor de factor arbeid.

De empirische resultaten duiden op een niet onbelangrijke invloed van de technologische vooruitgang op het kosten-gedrag. De technische evolutie is echter wel sterk gebonden aan de veroudering van de vloot.

Met behulp van de geschatte kostenfunctie werden de totale directe kosten van het vervoer per binnenschip geschat, op basis waarvan marginale en gemiddelde kosten werden berekend. Vertrekkend van de hypothese dat de DRB-tarieven richtinggevend zijn voor de tarifieringspolitiek in de binnenscheepvaart werden deze kosten vergeleken met de vervoersinkomsten om de rendabiliteitspositie te bepalen. Belangrijke conclusie was hier dat de vrachtprijs boven de marginale kosten en boven de gemiddelde kosten ligt.

Bovenstaande resultaten laten toe enkele vervoerspolitieke besluiten te formuleren. Het verbeteren van de rendabiliteitspositie van de binnenscheepvaart kan gebeuren via de vervoersinkomsten of via de kostenzijde. Het optrekken van de tarieven is echter een gemakkelijksoplossing met een onzeker resultaat omwille van de verslechtering van de concurrentiële positie. Daarenboven laat het voor de binnenschipper vrij exogene karakter van de factorprijzen weinig ruimte ter beïnvloeding van de marginale kosten. Een vermeerdering van de output, eventueel tot het niveau waar de prijs gelijk is aan de marginale kost, kan de rendabiliteit van de sector sterk verbeteren.

Deze studie beoogde een cijfermatige basis te bieden voor verdere discussie en diepgaand onderzoek omtrent de Belgische vervoerproblematiek. Het uiteindelijke streefdoel is een efficiënte transportmarkt, vrij van regulering, die zichzelf zonder overheidstussenkomst kan behelpen. Als dusdanig is op dat ogenblik het probleem van de concurrentiële verhoudingen, vooral de concurrentiële scheeftrekkingen, opgelost.

BIBLIOGRAFIE

- (1) ARON M., La simulation du fonctionnement de la flotte fluviale en France, Rapport de Recherche I.R.T., Arcueil, 1978, 69 p.
- (2) BARON D.P., "A Cost Analysis of Hospital Obstetrics Care", Working Paper, Northwestern University, 1977, 36 p.
- (3) BUSSCHAERT J., E. VAN BROEKHOVEN, An Econometric Model of the Belgian Inland Waterway Transportation, SESO-rapport 7313/851, Antwerpen, 1973, 33 p.
- (4) CASE L.S., L.B. LAVE, "Cost Functions for Inland Waterways Transport in the United States", Journal of Transport Economics and Policy", 1970, pp. 181-191.
- (5) CHRISTENSEN L.R., W.H. GREENE, "Economics of Scale in U.S. Electric Power Generation", Journal of Political Economy, vol. 84, 1976, pp. 655-676.
- (6) DELODDERE E., De concurrentie tussen binnenscheepvaart en spoorwegen in België, SESO-rapport 8094, Antwerpen, 1980, 30 p.
- (7) DENDUYVER J., Vrachtprijsbepaling in het transport per binnenschip in België: evolutie en systemen, BIVEC-colloquium Rotterdam, 1981, 18 p.
- (8) DE RUITER W., Binnenscheepvaart in beweging, Born B.V., Deventer-Antwerpen, 1980, 147 p.
- (9) E.B.W., Feasibility Study on a Cost Index System for Inland Navigation between Some Member States, E.B.W., Rijswijk, 1981, 25 p.
- (10) E.E.G., Een structuurschets van de Westeuropese binnenvaart, E.E.G.-Commissie, Brussel, 1977, 77 p.
- X (11) HENDERSON J.M., R.E. QUANDT, Microeconomic Theory. A Mathematical Approach, 1980, 420 p.
- (12) JOHNSTON J., Econometric Methods, Mc Graw-Hill, Tokio, 1972, 437 p.

- (13) GLAISTER S., *Fundamentals of Transport Economics*, Basil Blackwell, Oxford, 1981, 194 p.
- (14) GWILLIAM K.H., P.J. MACKIE, *Economics and Transport Policy*, George Allen and Unwin Ltd., London, 1975, 390 p.
- (15) KNEAFSEY J.T., *Transportation Economic Analysis*, Lexington Books, Lexington, 1975, 419 p.
- (16) KREDIETBANK, "De Belgische binnenscheepvaart, slachtoffer van overreglementering", *Weekberichten*, 1982 (5), pp. 1-6.
- (17) MADDALA G.S., W.S. CHERN, G.S. GILL, *Econometric Studies in Energy Demand and Supply*, Praeger Publishers, New York, 1978, 171 p.
- (18) MANHEIM M.L., "Understanding "Supply" in Transportation Systems", *Transportation Research*, vol. 14A, 1980, pp. 119-135.
- (19) MEYER J.R., M.J. PECK, J. STENASON, C. ZWICK, *The Economics of Competition in the Transportation Industries*, Harvard University Press, Cambridge, 1959, 359 p.
- (20) MEYER J.R., M.R. STRASZHEIM, *Techniques of Transport Planning*, vol. 2, *Pricing and Project Evaluation*, The Brooking Institution, Washington D.C., 1971, 343 p.
- (21) NERLOVE M., *Duality in Econometric Studies of Cost and Production*, Unpublished note, 11 p.
- (22) POLAK G., R.K. KOSHAL, *Cost Funtions and Changing Technology for Water Transport: Some Empirical Results*, Presented at the Second Eastern Economic Conference, Bloomsburg, PA, 1976, 20 p.
- (23) POLAK G., R.K. KOSHAL, "Production Function and Changing Technology for Water Transport: Some Empirical Results", *Transportation Research*, vol. 14A, 1980, pp. 279-284.
- (24) SILBERBERG E., *The Structure of Economics*, Mc Graw-Hill, New York, 1978, 543 p.
- (25) THEIL H., A.S. GOLDBERGER, "On Pure and Mixed Statistical Estimation in Economics", *International Economic Review*, vol. 2, 1961, pp. 65-78.
- (26) THEIL H., "On the Use of Incomplete Prior Information in Regression Analysis", *Journal of the American Statistical*

Association, vol. 58, 1963, pp. 401-414.

- (27) THOMPSON A.A., Economics of the Firm: Theory and Practice, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1977, 638 p.
- (28) VAN BROEKHOVEN E., P. VIRENQUE, W. NONNEMAN, Investeringsanalyse van een duwvaartverbinding Oelegem-Antwerpen, SESO, Antwerpen, 1975, 405 p.
- (29) VAN DE VOORDE E., Econometrische modellen van de vraag naar goederenvervoer in de haven van Brussel en langs het Zee-kanaal naar de Rupel, te verschijnen in Eclectica, Brussel, 1982.
- (30) VAN DE VOORDE E., R. GOEGEBEUR, Energiebesparingen in het goederenvervoer, SESO 80/107, Antwerpen, 1980, 27 p.
- (31) WILSON G.W., Economic Analysis of Intercity Freight Transportation, Indiana University Press, Bloomington, 1980, 338 p.
- (32) WILLIKE R., W. BOTTGER, H. BAUM, K. SCHMIDT, Margentarife für die Binnenschifffahrt, Verkehrs-Verlag J. Fisher, Düsseldorf, 1977, 101 p.