



# Efficiëntie boven water

Een analyse van de efficiëntieontwikkeling  
van de Nederlandse drinkwatersector

E. Dijkgraaf  
R.F.T. Aalbers  
S.A. van der Geest  
T. Post  
M. Varkevisser

Contact: E. Dijkgraaf  
SEOR-ECRi  
Erasmus Universiteit Rotterdam  
Postbus 1738  
3000 DR Rotterdam  
T: 010-4082590  
E: [dijkgraaf@few.eur.nl](mailto:dijkgraaf@few.eur.nl)  
W: [www.ecri.nl](http://www.ecri.nl)

# Inhoudsopgave

Voorwoord	5
1 Inleiding	6
2 Methodiek	7
3 Modellen	8
4 Sectorontwikkeling kostenefficiëntie	11
5 Niet-beïnvloedbare factoren	13
6 Conclusies	15
7 Tot slot	16
Gebruikte literatuur	17
Bijlage A. Methoden bepaling efficiëntieverliezen	19
Bijlage B: Data	25
Bijlage C: Gedetailleerde resultaten schattingen	30
Bijlage D. Lijst met symbolen	39

## Lijst van tabellen

1	Effecten niet-beïnvloedbare factoren . . . . .	14
2	Statistische beschrijving dataset . . . . .	29
3	Schattingsresultaten OLS met jaardummies . . . . .	31
4	Schattingsresultaten OLS met trends . . . . .	32
5	Schattingsresultaten OLS kapitaalkosten . . . . .	33
6	Schattingsresultaten OLS operationele kosten . . . . .	34
7	Schattingsresultaten COLS . . . . .	37
8	Schattingsresultaten SFA . . . . .	38

## Lijst van figuren

1	Efficiëntie drinkwatersector 1992-2002 . . . . .	11
2	Frontier methode . . . . .	20
3	Ontwikkeling frontier in de tijd . . . . .	23
4	Efficiëntie drinkwatersector 1992-2002: COLS . . . . .	35
5	Efficiëntie drinkwatersector 1992-2002: SFA . . . . .	35
6	Efficiëntie drinkwatersector 1992-2002: DEA . . . . .	36

## Voorwoord

Sinds 1997 publiceren de bij dit onderzoek betrokken wetenschappers regelmatig onderzoeken over de watersector. In het werkprogramma van SEOR-ECRI neemt regulering van nutssectoren dan ook een belangrijke plaats in. Hoewel onderzoek naar marktwerking in de watersector dus tot de reguliere wetenschappelijke taken van SEOR-ECRI behoort, had het voor u liggende rapport niet tot stand kunnen komen zonder (financiële) medewerking van de Vereniging van Waterbedrijven in Nederland (VEWIN) en Accenture. Met name drs. A.J. Frentz en drs. R.P. van Lawick van Pabst (VEWIN) en drs. M.J.J. van Beek, ir. P. van Herrewegen en ir. D.W. Dingjan (Accenture) zijn wij dankbaar voor hun bijdragen.

Vanzelfsprekend komen de conclusies die in dit rapport worden getrokken enkel en alleen voor rekening van de onderzoekers. Ook de verantwoordelijkheid voor eventuele onjuistheden berust volledig bij SEOR-ECRI.

Elbert Dijkgraaf (projectleider)

Rotterdam, 17 november 2004

# 1 Inleiding

Sinds 1997 neemt de introductie van marktwerking een prominente plaats in op de agenda van de drinkwaterbedrijven. Nagenoeg continu wordt gediscussieerd over de effecten van de huidige institutionele omgeving en over de mogelijke inzet van meer marktconforme instrumenten. Ondertussen zijn, mede als gevolg hiervan, een tweetal rapporten gepubliceerd waarin de prestaties van de drinkwaterbedrijven onderling worden vergeleken.<sup>1</sup> De potentiële invloed van deze ontwikkelingen op het gedrag van aandeelhouders en management roept de vraag op tot welke effecten dit geleid heeft. Gezien de relatief rustige marktomgeving van voor 1997, mag verwacht worden dat de discussie over marktwerking en de confrontatie van het eigen presteren met prestaties van andere bedrijven zijn uitwerking heeft gehad op de prestaties van de verschillende drinkwaterbedrijven. In 1997 werd voorspeld dat toepassing van marktconforme instrumenten kon bijdragen aan een verhoging van de kostenefficiëntie.<sup>2</sup> De vraag die in dit onderzoek centraal staat is of de ontwikkelingen sinds 1997 een dusdanige druk op drinkwaterbedrijven hebben uitgeoefend dat sprake is van een efficiëntieverbetering. Met andere woorden, heeft de discussie over marktwerking in combinatie met de informatie verschaft door de rapporten waarin bedrijven met elkaar worden vergeleken ertoe geleid dat de efficiëntie van de Nederlandse drinkwaterbedrijven is toegenomen sinds 1997?

Om deze vraag te beantwoorden wordt in dit onderzoek de ontwikkeling van de kostenefficiëntie geanalyseerd. De ontwikkeling van de kostenefficiëntie wordt in dit onderzoek geanalyseerd door gebruik te maken van maatstafvergelijking. Maatstafvergelijking is een methode om te analyseren of de feitelijke kosten van bedrijven de noodzakelijke kosten overschrijden. De essentie hiervan is dat een kostenmodel ontwikkeld wordt, waarbij de feitelijke kosten gesplitst worden in een deel dat noodzakelijkerwijs verbonden is met de productie en levering van water en een deel dat het verbeteringspotentieel omvat.

Voor een goede en eerlijke maatstafvergelijking is het essentieel dat gecorrigeerd wordt voor alle niet-beïnvloedbare factoren die kostenverschillen tussen bedrijven veroorzaken. De kosten van bedrijven kunnen immers verschillen als gevolg van het opereren in een andere omgeving. In eerder gedaan onderzoek zijn reeds een aantal belangrijke niet-beïnvloedbare factoren geïdentificeerd (zie Dijkgraaf et al., 1997). Dit betreft onder andere verschillen in inputs (bijv. grondwater versus oppervlakte-

---

<sup>1</sup>Zie hiervoor VEWIN (1999) en VEWIN (2001).

<sup>2</sup>Zie hiervoor Dijkgraaf et al., 1997.

water), de zuiveringsinspanning die geleverd wordt, de dichtheid van het netwerk, de ouderdom van de infrastructuur, de verschillende soorten water die geleverd worden en de verdeling van de afzet over verschillende typen klanten.

Als het juiste kostenmodel gevonden is, geeft maatstafvergelijking inzicht in het verschil tussen feitelijke en noodzakelijke kosten. Dit verbeteringspotentieel, wat in economische termen inefficiëntie genoemd wordt, geeft aan hoe de drinkwatersector op dit moment scoort. Toepassing van het kostenmodel op meerdere jaren maakt het mogelijk om de ontwikkeling van dit potentieel in de tijd te analyseren. Inzicht in deze ontwikkeling is van belang, omdat het daardoor mogelijk is uitspraken te doen over de efficiëntiewinst die in het verleden al is behaald en welke verbetering nu nog mogelijk is.

De analyse zoals in dit onderzoek gepresenteerd, verschilt dus op twee punten van de benchmarkgegevens zoals gerapporteerd in de VEWIN-benchmarks (1999 en 2001). In de eerste plaats worden de kosten tussen bedrijven vergelijkbaar gemaakt door te corrigeren voor verschillen in niet-beïnvloedbare factoren. In de tweede plaats wordt de efficiëntie bepaald door de gecorrigeerde feitelijke kosten te vergelijken met de geschatte noodzakelijke kosten.

## 2 Methodiek

Er zijn verschillende methoden om het verschil tussen feitelijke en noodzakelijke kosten te benaderen. De belangrijkste zijn Data Envelopment Analyse (DEA), Corrected Ordinary Least Squares (COLS) en Stochastische Frontier Analyse (SFA) (zie bijlage A voor een beschrijving van deze technieken). Aangezien aan elk van deze methoden voor- en nadelen kleven en deze elkaar daardoor aanvullen, worden in dit onderzoek alle drie de methoden gebruikt. Er kan dan namelijk aangegeven worden in hoeverre een oordeel over de prestaties van de sector afhangt van de gebruikte onderzoeksmethode.

Voor een goede maatstafvergelijking is het natuurlijk cruciaal dat bedrijven onderling goed vergelijkbaar zijn. Niet alleen stelt dit eisen aan het te schatten kostenmodel in de zin dat het juiste aantal verklarende factoren worden meegenomen, ook moeten de gebruikte gegevens zoveel mogelijk vergelijkbaar worden gemaakt. Een voorbeeld hiervan is de vaststelling van de hoogte van de kapitaalkosten. Zo moet onder andere gecorrigeerd worden voor verschillen in afschrijvings- en waarderingssystematiek en

moeten de rentekosten onafhankelijk zijn van de gekozen financieringsstructuur en het financieringsmoment. Voor zover mogelijk zijn de gegevens voor alle relevante boekhoudkundige verschillen tussen bedrijven gecorrigeerd. Omdat vergelijking betrekking dient te hebben op de reguliere kosten van het bedrijf zijn tevens incidentele kosten zoveel als mogelijk uit de kosten verwijderd. Dit geldt eveneens voor landelijke en provinciale belastingen (zie voor een beschrijving bijlage B).

De maatstafvergelijking kan gericht worden op de integrale kosten van drinkwaterbedrijven. Dit kan ertoe leiden dat waterbedrijven die taken uitvoeren die niet in de vergelijking worden meegenomen (zoals bijvoorbeeld diensten voor derden) slechter scoren, omdat die taken niet als output geregistreerd worden maar wel in de kosten terugkomen. Voor zover het taken betreft die maatschappelijk niet wenselijk zijn, is dit geen probleem. Als het echter gaat om taken die maatschappelijk wel wenselijk zijn, is sprake van een onjuiste inschatting van het inefficiëntieniveau. In dit onderzoek wordt hiermee rekening gehouden door de niet-watergebonden kosten niet mee te nemen in de analyse (zie voor een beschrijving bijlage B). Dit betekent dat de resultaten louter betrekking hebben op het deel van de kosten van waterbedrijven dat direct gerelateerd is aan de productie en levering van water. De discussie over de wenselijkheid van deze taken valt dus buiten het kader van dit onderzoek.

Daar het inzicht in de historische ontwikkeling voor het slagen van het onderzoek cruciaal is, maken we voor de analyse zowel gebruik van de zogeheten Accenture-database als van door ons verzamelde gegevens uit jaarverslagen. Terwijl de eerste database het voordeel heeft dat beter gecorrigeerd is voor verschillen tussen bedrijven, heeft de laatste database het voordeel dat over een langere periode gegevens beschikbaar zijn.<sup>3</sup>

### 3 Modellen

Er zijn ons inziens drie typen factoren te definiëren die invloed hebben op het kostenniveau van drinkwaterbedrijven:

- Productieomvang en inputprijzen.
- Factoren waarop het management geen invloed kan uitoefenen.
- Factoren waarop het management momenteel geen invloed kan uitoefenen, maar

---

<sup>3</sup>Zie voor een uitgebreide beschrijving van de gebruikte gegevens bijlage B.

in de toekomst wel (historische factoren).

In dit onderzoek worden de kosten van drinkwaterbedrijven gecorrigeerd voor de productieomvang, inputprijzen en niet-beïnvloedbare factoren, maar niet voor de historische factoren. Bij schatting van een kostenfunctie moet, op grond van theoretische overwegingen, gecorrigeerd worden voor productieomvang en inputprijzen. Voor factoren waarop het management geen invloed kan uitoefenen moet gecorrigeerd worden omdat kostenverschillen die hieruit voortvloeien geen invloed mogen hebben op het efficiëntieniveau. Als bijvoorbeeld het ene bedrijf in een stedelijke omgeving opereert en het andere bedrijf op het platteland, dan kan dit gevolgen hebben voor het kostenniveau. Maatstafvergelijking dient met dit soort verschillen rekening te houden. Voor historische factoren wordt niet gecorrigeerd, omdat op den duur het management deze factoren wel kan beïnvloeden. Stel bijvoorbeeld dat in het verleden een te duur contract is afgesloten voor de aankop van ruw water dat loopt tot 2005. In dit geval heeft dit bedrijf een hoger inefficiëntieniveau dan een vergelijkbaar bedrijf zonder een dergelijk contract. Tot 2005 zal de inefficiëntie die uit dit contract voortvloeit niet teruggedrongen kunnen worden, daarna wel. Het is dan ook gerechtvaardigd geen rekening met dit contract te houden zodat een bedrijf met een dergelijk contract inefficiënter is dan bedrijven zonder zo'n contract.

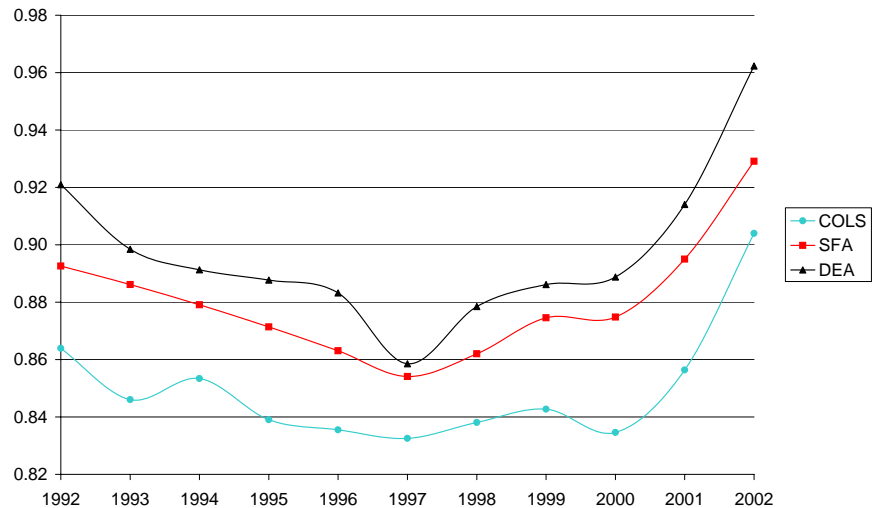
Op basis van een analyse van de empirische literatuur, eigen onderzoek en expert opinions uit de drinkwatersector wordt in dit onderzoek voor de volgende niet-beïnvloedbare factoren gecorrigeerd:

- Factoren voortvloeiend uit het gegeven dat bedrijven geen invloed hebben op hun voorzieningsgebied voortkomend uit het wettelijk monopolie. Daarom moet voor de volgende gebiedsgerelateerde kenmerken gecorrigeerd worden:
  1. Aantal aansluitingen per kubieke meter geleverd water. Als een drinkwaterbedrijf beschikt over relatief veel aansluitingen per eenheid afzet impliceert dat naar verwachting een kostennadeel. Onderscheiden worden het aantal technische aansluitingen per  $\text{m}^3$  geproduceerd water (Aansl $\text{m}^3$ ) en het aantal administratieve aansluitingen per technische aansluiting (Aansl $\text{admt}$ ).
  2. Lengte van het netwerk per aansluiting. Hoe langer het leidingnet per eenheid afzet is, hoe meer kosten dit voor het betrokken bedrijf naar verwachting met zich meebrengt. Als variabele wordt de lengte van het netwerk per  $\text{m}^3$  geproduceerd water meegenomen (Netleng $\text{m}^3$ ).

3. Stabiliteit van de bodem. Drinkwaterbedrijven met leidingen die gelegen zijn in een relatief instabiele bodem hebben naar verwachting hogere kosten. Deze variabele is gemeten op basis van de stabiliteit van de bodem in de gemeenten waar een bedrijf water levert (Bodem).
  4. Type klanten. Het kan zijn dat levering aan bepaalde typen klanten tot een ander kostenniveau leidt. Onderscheiden worden de levering aan de zakelijke markt (Levmid), de groot zakelijke markt (Levgroot) en de levering van niet reguliere typen water zoals huishoudwater en engrosleveringen (Levander).
  5. Ouderdom activa. Wanneer een bedrijf beschikt over relatief oude activa, dan zullen de afschrijvings- en financieringskosten relatief laag zijn. De onderhoudskosten kunnen daarentegen juist weer relatief hoog zijn. Het effect op de kosten is derhalve op voorhand niet eenduidig aan te geven. Deze variabele wordt benaderd door de verhouding tussen de boekwaarde en de aanschafwaarde van de activa (Oud) mee te nemen in de schattingen.
- Factoren die voortvloeien uit de eisen die aan de winning gesteld worden, de inherente kwaliteit van ruw water en de kwaliteitseisen van de productie:
    1. Zuiveringsinspanning. Hoe groter de te leveren zuiveringsinspanning is (wat grotendeels afhankelijk is van het soort water dat als grondstof gebruikt wordt), hoe hoger de kosten naar verwachting zijn. Deze variabele wordt gemeten als de benodigde inspanning die nodig is om gewonnen ruw water geschikt te maken voor consumptie (Zuivgem).
    2. Aandelen ruwwater. Aangezien de zuiveringsinspanning slechts voor 2000 bekend is, wordt tevens de omvang van de belangrijkste soorten water die gebruikt worden als grondstof meegenomen. Het gaat om het aandeel grondwater (Grondw), oevergrondwater (Oeverg), natuurlijk duinwater (Duinwnat) en duininfiltratiewater (Duinwinf).

Dit is het zogenaamde basismodel dat statistisch geprefereerd wordt boven modellen waarbij een deel van de variabelen niet meegenomen wordt. In de hoofdtekst wordt, waar relevant, op deze minder vergaande modellen ingegaan alsmede op een model waarbij ook gecorrigeerd wordt voor de omvang van het gebied in eigen beheer (grondm3), de samenstelling van het leidingnetwerk (Asbest, Gietijzernod, Staal, Beton, PVC en Glasvezel) en twee andere variabelen om de netintensiteit te meten

Figuur 1: Efficiëntie drinkwatersector 1992-2002



(Netoppm3 en Oppervm3). In bijlage C worden de gedetailleerde resultaten van alle modellen gepresenteerd.

## 4 Sectorontwikkeling kostenefficiëntie

Analyse van de kosten van de Nederlandse drinkwaterbedrijven, gecorrigeerd voor de productieomvang, de inputprijzen en de niet-beïnvloedbare factoren leert dat er een duidelijk patroon waarneembaar is in de efficiëntieontwikkeling. Figuur 1 laat de geschatte efficiëntieniveaus voor de sector als geheel zien volgens het basismodel. Als de feitelijke kosten gelijk zijn aan de noodzakelijke kosten volgens de schattingen dan is het efficiëntieniveau gelijk aan de waarde 1. Bij een feitelijke kostenniveau dat hoger ligt dan de noodzakelijke kosten is het efficiëntieniveau kleiner dan 1. Zo bedraagt de efficiëntie in 1997 volgens de DEA methode ongeveer 0,86. Dit houdt in dat de feitelijke kosten 14% hoger liggen dan de noodzakelijke kosten.

Alle drie de schattingstechnieken laten een vergelijkbaar patroon zien. Het efficiëntieniveau in 1997 is lager dan in de voorgaande jaren en tevens lager dan in de daaropvolgende jaren. Dit impliceert dat er een trendbreuk waarneembaar is die optreedt rond 1997. Volgens de drie schattingsmethoden bedraagt de efficiëntiewinst die is behaald sinds 1997 respectievelijk 9% (COLS), 8% (SFA) en 9% (DEA). Deze

resultaten zijn dus niet afhankelijk van de gekozen schattingsmethodiek.<sup>4</sup> De stijging van de kostenefficiëntie tussen 1997 en 2002 is statistisch getoetst op significantie. Deze toets laten zien dat voor alle modellen de behaalde efficiëntiewinst in 2002 ten opzichte van 1997 significant is met een betrouwbaarheid van 99%. De hoogte van de geschatte efficiëntiewinst ligt gemiddeld tussen de 8 en 11%.<sup>5</sup> Concluderend is er overtuigend bewijs dat sinds 1997 sprake is van een efficiëntieverbetering in de drinkwatersector die (cumulatief) zo'n 9% van de totale kosten bedraagt.<sup>6</sup> Gerelateerd aan de in 1997 voorspelde te behalen efficiëntiewinst ter grootte van 9 tot 15% als meer marktwerking geïntroduceerd zou worden (Dijkgraaf et al., 1997) is dit een aanzienlijke prestatie aangezien deze voorspelling betrekking had op de lange termijn en nu al een belangrijk deel daarvan is gerealiseerd.

Naar verwachting is de behaalde efficiëntiewinst het grootst bij de operationele kosten, omdat deze vergeleken met de kapitaalkosten sneller beïnvloedbaar zijn door het management. Als dit niet het geval is, kan dit erop duiden dat de behaalde winst niet zozeer voortkomt uit verbetering van de efficiëntie, maar uit veranderingen in de boekhoudsystematiek. Hoewel hiervoor zo goed als mogelijk gecorrigeerd is, valt niet uit te sluiten dat daling van de kapitaalkosten bereikt kan worden door het hanteren van andere afschrijvingspercentages in de loop der tijd of aanpassing van de waarderingssystematiek. De validiteit van de geschatte totale efficiëntiewinst is dus gebaat bij inzicht in de effecten op de operationele en kapitaalkosten. Daartoe zijn kostenmodellen geschat waarbij dezelfde factoren zijn meegenomen als bij de totale kostenschattingen en jaardummies meegeschat worden om de effecten in de tijd te bezien. Voor alle modellen levert dit het resultaat op dat de efficiëntieverbetering bij de operationele kosten groter is dan bij de kapitaalkosten. In alle modellen is een efficiëntieverbetering in 2002 ten opzichte van 1997 waarneembaar van zo'n 10 tot 13% van de operationele kosten. Voor de kapitaalkosten laten de meeste modellen weliswaar een efficiëntieverbetering zien, maar die is in het geprefereerde basismodel niet significant verschillend van nul en slechts in twee modellen wel verschillend van

---

<sup>4</sup>De schattingsresultaten van andere modellen is opgenomen in bijlage C. Deze laten vergelijkbare resultaten zien.

<sup>5</sup>Deze toetsing is gedaan door het meenemen van jaardummies bij een OLS schatting. Alternatieve modellen met een algemene trend voor alle jaren en een specifieke trend voor de jaren vanaf 1997 laten zien dat in alle gevallen een trendbreuk meetbaar is in 1997. Dit bevestigt de resultaten zoals die zijn gevonden met de jaardummies. Zie voor gedetailleerde resultaten bijlage C.

<sup>6</sup>Dijkgraaf et al. (2003) voeren op basis van jaarverslaggegevens een vergelijkbare analyse uit en komen tot dezelfde conclusie. Zij formuleren deze conclusie in het licht van de gevonden resultaten en gehanteerde gegevens (1992-2000) voorzichtig. De hier gepresenteerde resultaten zijn betrouwbaarder aangezien de datakwaliteit beter is en tevens cijfers over 2001 en 2002 meegenomen worden.

nul. Gezien de vertraging waarmee een verbeterde efficiëntie van de kapitaaluitgaven zichtbaar wordt in verlaagde afschrijvingen en rentekosten, komt dit resultaat overeen met de a-priori verwachting. Dit betekent dat de resultaten er op duiden dat de reeds behaalde efficiëntiewinst de komende jaren nog verder kan oplopen.

## 5 Niet-beïnvloedbare factoren

In tabel 1 worden de schattingsresultaten voor de niet-beïnvloedbare factoren samengevat.<sup>7</sup> Voor de variabelen waarvoor in paragraaf 3 expliciet verwachtingen zijn uitgesproken wat betreft de invloed op de kosten, laat tabel 1 zien dat de geschatte effecten hiermee overeenkomen. Een stijging van het aantal technische aansluitingen, het aantal administratieve aansluitingen per technische aansluiting, de lengte van het netwerk en de instabiliteit van de bodem leiden (in de gevallen dat de variabelen significant zijn) altijd tot een stijging van de kosten.

Op het eerste oog lijken sommige resultaten voor de zuiveringsinspanning in tegenspraak met de verwachte effecten. Hoewel de modellen A, B en E een positief verband laten zien tussen een hogere benodigde zuiveringsinspanning en de kosten, duiden de modellen C en D op een negatief verband. Dit laatste komt echter voort uit de correlatie tussen de grondwatervariabele en de zuiveringsinspanning. In feite leidt de schatting van modellen C en D tot een te hoge correctie via de grondwatervariabele, waardoor de invloed van de benodigde zuiveringsinspanning negatief lijkt. Dit resultaat onderstreept de conclusie dat kwalitatief betere gegevens een betere inschatting mogelijk kunnen maken. De grondwatervariabele (en de overige inputvariabelen voor ruw water) worden immers alleen meegenomen omdat de zuiveringsinspanningsvariabele slechts beschikbaar is voor 1 jaar.

Van de variabelen waarvoor in paragraaf 3 geen expliciete verwachtingen zijn uitgesproken wat betreft de invloed op de kosten, laat tabel 1 zien vier variabelen altijd significant zijn, negen variabelen soms en vier variabelen nooit. De vier variabelen die altijd significant zijn, zijn de ouderdomsvariabele (hoe jonger de activa hoe hoger de kosten), de grondwatervariabele (hoe meer grondwater hoe lager de kosten), de variabele voor natuurlijk duinwater (hoe meer natuurlijk duinwater hoe hoger de kosten) en de variabele voor geïnfiltreerd duinwater (hoe meer geïnfiltreerd duinwater hoe hoger de kosten). Oevergrondwater is slechts significant in 1 model en heeft dan een positief effect (meer oevergrondwater leidt tot hogere kosten).<sup>8</sup> De leveringen

<sup>7</sup>Zie paragraaf 3 en bijlage D voor een omschrijving van de variabelen.

<sup>8</sup>Voor alle variabelen die de input van ruw water meten is van belang dat de effecten bezien

aan de zakelijke en groot-zakelijke markt zijn eveneens slechts in sommige gevallen significant. Indien significant hebben beide variabelen een positief teken wat betekent dat de kosten hoger zijn als meer aan deze markten geleverd wordt. De levering van ander water is niet altijd significant, in 3 gevallen positief en in 1 geval negatief. Dit resultaat kan voortkomen uit het heterogene karakter van deze variabele waarbij engrosleveringen van ruw en rein water en van huishoudwater bij elkaar genomen zijn omdat de onderliggende gegevens uitsplitsing niet mogelijk maken.

Tabel 1: Effecten niet-beïnvloedbare factoren

	Cols-modellen					SFA-modellen				
	A	B	C	D*	E	A	B	C	D*	E
Aansl3m	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Aansladmt	+	+	0	0	+	+	+	0	0	0
Netlengm3	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+
Bodem	0	0	0	0	+	+	+	0	+	+
Zuivgem	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+
Levgroot	.	0	0	+	0	.	0	0	0	0
Levmid	.	+	+	0	0	.	+	+	+	0
Anderw	.	+	-	0	0	.	0	-	-	0
Grondw	.	.	-	-	0	.	.	-	-	0
Oeverg	.	.	0	0	+	.	.	0	0	0
Duinwnat	.	.	+	+	+	.	.	+	+	+
Duinwinf	.	.	+	+	+	.	.	+	+	+
Oud	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+
Grondm3	.	.	.	.	0	.	.	.	.	-
Asbest	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
Gietijzernod	.	.	.	.	-	.	.	.	.	-
Staal	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
Beton	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
PVC	.	.	.	.	0	.	.	.	.	0
Glasvezel	.	.	.	.	0	.	.	.	.	0
Netoppm3	.	.	.	.	0	.	.	.	.	0
Oppervm3	.	.	.	.	0	.	.	.	.	0

\*: Dit is het basismodel.

Noten: Een + betekent een significant positief effect, een - betekent een significant negatief effect, een 0 betekent een insignificant effect, een . betekent dat de betreffende variabele in het model niet is meegenomen. Zie bijlage C voor gedetailleerde resultaten.

De variabelen voor asbest, gietijzer-nodulair, staal en beton zijn in model E significant. Dit geldt ook voor de hoeveelheid grond in eigen beheer, maar dan alleen in

moeten worden ten opzichte van het gebruik van oppervlaktewater.

het SFA-model. In model E zijn niet significant de variabelen voor PVC, glasvezel, de oppervlakte van het netwerk en de oppervlakte van het voorzieningsgebied.

De schattingsresultaten laten zien dat de bepaling welke factoren daadwerkelijk invloed hebben op de totale kosten afhankelijk is van de gekozen schattingsmethodiek en -model. Dit betekent dat nagenoeg geen van de factoren op voorhand uitgesloten kan worden. Dit kan veroorzaakt worden door een te gering aantal waarnemingen om goed tussen de verschillende variabelen te kunnen discrimineren. Om in de toekomst een betere inschatting mogelijk te maken zijn drie punten van belang. In de eerste plaats kan de betrouwbaarheid van de schattingen toenemen als meer bedrijven en meer jaren worden meegenomen. In de tweede plaats is cruciaal dat de kwaliteit van de variabelen verbeterd wordt. Het preciezer vaststellen van de exacte waarde van de variabelen kan ertoe bijdragen dat de betrouwbaarheid van de schattingen toeneemt. Naar verwachting is dit met name het geval voor de variabelen die de zuiveringsinspanning meten en voor een verdere precisering van correcties voor boekhoudkundige verschillen tussen bedrijven (zie bijlage B). In de derde plaats is het mogelijk dat effecten beter ingeschat kunnen worden als schatting tevens op procesniveau plaatsvindt (zie bijlage B).

## 6 Conclusies

De belangrijkste conclusies kunnen als volgt worden samengevat:

1. Er is een duidelijke efficiëntieverbetering waarneembaar van zo'n 9%. Gerelateerd aan de in 1997 voorspelde te behalen efficiëntiewinst ter grootte van 9 tot 15% als meer marktwerking geïntroduceerd zou worden (Dijkgraaf et al., 1997) is dit een aanzienlijke prestatie aangezien deze voorspelling betrekking had op de lange termijn en nu al een belangrijk deel daarvan is gerealiseerd.
2. Het relatieve niveau van de efficiëntie in 2002 is hoog. De schattingsresultaten duiden er echter op dat het efficiëntieniveau in de toekomst nog verder kan toenemen.<sup>9</sup>
3. De kostenverschillen tussen bedrijven kunnen - op het niveau van de sector als geheel - in voldoende mate voor alle relevante niet-beïnvloedbare factoren met behulp van de beschikbare gegevens gecorrigeerd worden. Wel duiden de

---

<sup>9</sup>Dit kan door een verschuiving van de frontier, als resultante van een verdere efficiëntieverbetering van de bedrijven die de frontier bepalen. Zie voor een toelichting bijlage A, pagina 23.

schattingresultaten erop dat precisering van de effecten mogelijk en wenselijk is als meer en kwalitatief betere gegevens beschikbaar komen.

## 7 Tot slot

In 1997 presenteerden Dijkgraaf et al. (1997) een kader waarin de verschillende marktwerkingsopties tegen elkaar worden afgewogen. In dit kader is voor de drinkwatersector uitgewerkt op welke gronden een afweging zou moeten plaatsvinden van het nut van verdergaande vormen van marktwerking ten opzichte van het huidige regime. Cruciaal in dit kader is de verhouding tussen de prestaties van de sector binnen het huidige reguleringsregime en de mogelijke effecten van verdergaande vormen van marktwerking. Gezien het hoge niveau van leveringszekerheid en waterkwaliteit, de twee cruciale variabelen voor een kwalitatief goede watervoorziening, en de hoofdresultaten van dit onderzoek bestaat ons inziens op dit moment geen directe aanleiding om de drinkwatersector ingrijpend te hervormen. Een groot deel van de in 1997 geschatte te behalen voordelen van marktwerking zijn met het huidige reguleringsregime behaald, terwijl de resultaten erop duiden dat verdere toename van de kostenefficiëntie in het verschiet ligt. Hiervoor is wel van belang dat er voldoende (verschillende) bedrijven blijven bestaan zodat de inzet van benchmarking als instrument om efficiëntie te bevorderen mogelijk blijft. De geschatte schaaffecten geven geen aanleiding om hier vanuit kostenperspectief anders over te oordelen. Verder is van belang dat alle bedrijven deelnemen aan het benchmarkingsinstrument omdat hierdoor niet alleen de positieve werking van benchmarking breder ingezet wordt, maar ook het aantal observaties toeneemt waardoor de kwaliteit van de benchmark hoger komt te liggen. Tenslotte zou het opnemen van objectief vergelijkbare kosteninformatie op bedrijfsniveau de werking van het benchmarkingsinstrument verder kunnen versterken.

## Gebruikte literatuur

- Banker, R.D., A. Charnes and W.W. Cooper (1984), Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis, *Management Science*, 30(9), 1078-1092.
- Burns, P., M. Huggins, C. Riechmann and T. Weyman-Jones (2000), Modelkeuze en databeschikbaarheid voor de efficiëntie-analyse van de Nederlandse net- en leveringsbedrijven in de elektriciteitssector, DTe
- Coelli, T., D.S. Prasado Rao and G.E. Battese (1998), *An introduction to efficiency and productivity analysis*, Kluwer
- Coelli, T. and S. Perelman (1999), A comparison of parametric and non-parametric distance functions: With application to European railways, *European Journal of Operational Research*, 117, 326-339
- Dijkgraaf, E., R. de Jong, E.G. v.d. Mortel, A. Nentjes, M. Varkevisser, D. Wiersma (1997). Mogelijkheden tot marktwerking in de Nederlandse Watersector, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag, 1997, pag. 1 t/m 87
- Dijkgraaf, E., R.F.T. Aalbers en M. Varkevisser (2002), Fusies tussen waterbedrijven niet zomaar toestaan, *Het Financieele Dagblad*, 13 augustus
- Dijkgraaf, E., R.F.T. Aalbers en M. Varkevisser (2002), Fusies saboteren eerlijke prijzen op drinkwatermarkt, *Het Financieele Dagblad*, 2 juli
- Dijkgraaf, E., S. van der Geest en M. Varkevisser (2003), Nentjes effect prikkelt watersector, in P.J. Eijgelshoven, D. Wiersma en T. Zuidema (red.), *Milieu tussen markt en overheid*, Stenfert Kroese, Groningen, blz. 235-253
- Garcia, S. and A. Thomas (2001), The structure of municipal water supply costs: application to a panel of French local communities, *Journal of Productivity Analysis*, vol. 5, p. 5-29
- Hayes, K. (1987), Cost structure of the water utility industry, *Applied Economics*, vol. 19, p. 417-425
- Kim, H.Y. (1987), Economies of scale in multi-product firms: an empirical analysis, *Economica*, vol. 54, p. 185-206

- Kim, H.Y. and R.C. Clark (1988), Economies of scale in water supply, *Regional Science and Urban Economics*, vol. 18, p. 479-502
- Mizutani, F. and T. Urakami (2001), Identifying network density and scale economies for Japanese water supply organizations, *Paper in Regional Science*, vol. 80, p. 211-230
- Ofwat (1993), Comparing the cost of water delivered: initial research into the impact of operating conditions on company costs, *Ofwat Research Paper*, nr. 1, Birmingham
- Saal, D.S. and D. Parker (2000), The impact of privatization and regulation on the water and sewerage industry in England and Wales: a translog cost function model, *Managerial and Decision Economics*, vol. 21, p. 253-268
- VEWIN (1999), *Water in zicht 1997, Bedrijfsvergelijking in de drinkwatersector*, Vereniging van Waterbedrijven in Nederland, Rijswijk
- VEWIN (2001), *Water in zicht 2000, Bedrijfsvergelijking in de drinkwatersector*, Vereniging van Waterbedrijven in Nederland, Rijswijk
- WSTB (2002), *Privatization of water services in the United States: an assessment of issues and experience*, National Academy Press, Washington D.C.

## Bijlage A. Methoden bepaling efficiëntieverliezen

Kostenefficiëntie kan met behulp van verschillende methoden worden gemeten. Een van de eerst gebruikte methoden was het vergelijken van de arbeidsproductiviteit. Het nadeel van deze methode is dat daarbij andere inputs dan arbeid veronachtzaamd worden. Dit nadeel weegt zwaarder in kapitaalintensieve sectoren, zoals de drinkwatersector.<sup>10</sup> Om de tekortkoming van arbeidsproductiviteitsanalyse te ondervangen is gewerkt met algemene efficiëntie-indexen. Van verschillende factoren worden de productiviteit gemiddeld, zodat één index ontstaat. Door de arbitraire optelling van verschillende eenheden is ook deze maatstaf echter zeer discutabel. Een belangrijk nadeel van de productiviteitsmaatstaven is verder dat een proportioneel verband wordt verondersteld tussen input en output. Daardoor wordt voorbijgegaan aan mogelijke schaalvoordelen en -nadelen.

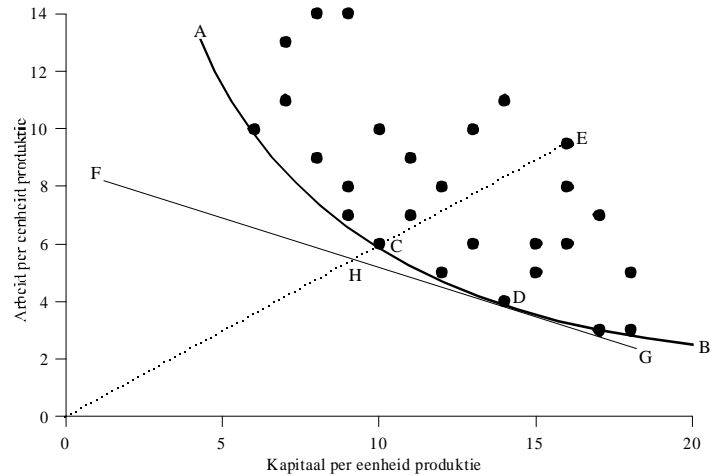
Een andere mogelijkheid is om met behulp van kostenvergelijking de efficiëntie van bedrijven te berekenen. Veelal gebeurt dit met behulp van een kosten- of productiefunctie. Nadeel hiervan is dat bedrijven gerelateerd worden aan de gemiddelde producent. Voor een adequate efficiëntie-analyse zou echter vergelijking met de meest efficiënte producent optimaal zijn. Daartoe is een frontier methodiek ontwikkeld die het mogelijk maakt de relatieve efficiëntie van bedrijven vast te stellen.

De verschillende bedrijven worden gerelateerd aan de meest efficiënte bedrijven (zie figuur 2). Bedrijven produceren een eenheid output met behulp van verschillende combinaties van arbeid en kapitaal (zie de zwarte stippen in figuur 2). Lijn AB geeft de verschillende combinaties weer die een efficiënt bedrijf zou kunnen kiezen. Bedrijf C opereert efficiënter dan bedrijf E. Bedrijf E gebruikt de productiefactoren kapitaal en arbeid in dezelfde verhouding als bedrijf C (en gebruikt dus dezelfde technologie), maar gebruikt van beide inputs meer. De technische efficiëntie van bedrijf E is gelijk aan  $OC/OE$ . Zo is voor elk bedrijf de technische efficiëntie te berekenen. Inefficiënte bedrijven hebben een ratio kleiner dan 1, terwijl bedrijven op de efficiëntiefrontier (de lijn AB) een ratio van 1 hebben. Bedrijf C opereert echter niet allocatief efficiënt: de inputs worden niet conform hun prijsverhouding gebruikt. Lijn FG geeft de ratio weer tussen de factorprijzen van kapitaal en arbeid. Een allocatief efficiënt bedrijf zou opereren op het raakpunt van FG en AB. Het enige bedrijf dat aan deze voorwaarde

---

<sup>10</sup>Dit nadeel geldt eveneens van methoden die weliswaar geavanceerd zijn, maar slechts toegepast worden op de operationele kosten. Hoewel interessant vanuit een korte termijn optiek, kunnen reguleringsinstrumenten die vastgesteld worden op basis van een dergelijke analyse versturende effecten hebben omdat geen rekening gehouden wordt met de verhouding tussen arbeid, kapitaal en overige inputs.

Figuur 2: Frontier methode



voldoet, is bedrijf D. De allocatieve inefficiëntie van bedrijf C wordt gemeten door de ratio  $OH/OC$ . Een bedrijf dat zowel allocatief als technisch efficiënt opereert is kostenefficiënt. Dit gaat dus alleen voor bedrijf D op. De andere bedrijven op frontier AB opereren weliswaar technisch efficiënt, maar niet allocatief efficiënt en dus niet kostenefficiënt.

Technische efficiëntie is dus te meten door het vergelijken van de inputs in het productieproces. Voor technische efficiëntie is inzicht nodig in de omvang van de belangrijkste fysieke inputs. Als we allocatieve efficiëntie willen meten moeten we bovendien inzicht hebben in de prijsverhoudingen van deze inputs. Vaak ontbreken voldoende betrouwbare data om technische en allocatieve efficiëntie afzonderlijk te meten. Voor drinkwaterbedrijven hebben we weliswaar gegevens over het aantal ftes per bedrijf, maar 'harde' gegevens over kapitaal ontbreken. Bovendien blijkt dat sommige bedrijven meer werkzaamheden uitbesteden dan andere. Vooral het aantal opgegeven ftes staat hierdoor ter discussie. Voor allocatieve efficiëntie geldt dat het construeren van de exacte prijsverhouding tussen de belangrijkste inputs problematisch is. Een en ander leidt ertoe dat er beter voor gekozen kan worden om de kostenefficiëntie rechtstreeks te meten en niet te splitsen in allocatieve en technische efficiëntie. Dit kan met behulp van drie methoden: stochastische frontier analyse, corrected ordinary least squares en data envelopment analyse.

De Stochastische Frontier Analyse (SFA) komt er op neer dat met behulp van sta-

tistische methoden een kostenfunctie wordt geschat. Daarbij worden de kosten van de bedrijven gerelateerd aan de verschillende outputs en niet-beïnvloedbare factoren. Daarvoor is nodig dat een bepaalde relatie tussen kosten en mee te schatten variabelen verondersteld wordt (bijvoorbeeld of de kosten lineair, logaritmisch of niet-lineair van deze variabelen afhankelijk zijn). Het deel van de feitelijke kosten dat niet door de outputs en niet-beïnvloedbare factoren wordt verklaard wordt opgesplitst in twee delen. Het eerste deel weerspiegelt de meetfouten in de data (de zogenaamde white-noise). Het tweede deel representeert de kosteninefficiëntie (het deel van de feitelijke kosten dat hoger is dan de noodzakelijke kosten). Deze kosteninefficiëntie reflecteert de niet uit de proceskenmerken te verklaren kostenverschillen tussen bedrijven. Een dergelijke splitsing is mogelijk als gekozen wordt voor een bepaalde statistische verdeling van de kosteninefficiëntie.

Een minder geavanceerde methode die vergelijkbaar is met SFA is Corrected Ordinary Least Squares (COLS). Bij COLS wordt een gewone OLS schatting gedaan waarna de constante dusdanig gemanipuleerd wordt dat het minimum van de residuen nul is. De residuen weerspiegelen vervolgens het niveau van de inefficiëntie. Hoewel vanuit theoretisch oogpunt SFA te preferen valt boven COLS, is dit vanuit praktisch oogpunt lang niet altijd het geval. Niet alleen is de methode eenvoudiger uit te voeren, stabiel, eenvoudiger te interpreteren en onafhankelijk van (tamelijk arbitraire) veronderstelling over de verdeling van de kosteninefficiëntie, belangrijker is nog dat de gevonden resultaten van COLS en SFA meestal zeer op elkaar lijken.

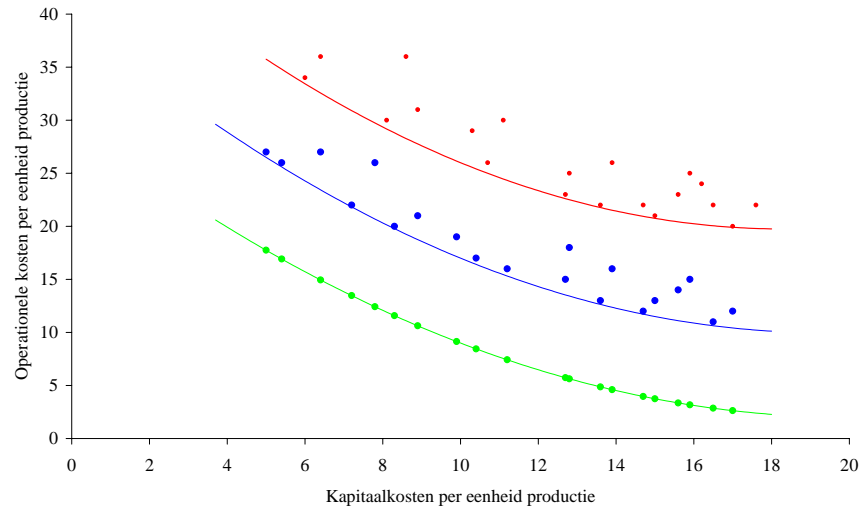
Data Envelopment Analyse (DEA) is een non-parametrisch alternatief voor SFA. DEA benadert de productiemogelijkheden door een omhulsel (hull) van de puntenwolk (alle waargenomen combinaties van inputs en outputs). De vorm van het omhulsel is afhankelijk van de gemaakte veronderstellingen over het verband tussen inputs en outputs. Het meest gebruikte DEA model gebruikt het zogenaamde convex-monotone omhulsel. In twee dimensies (het probleem met één input en één output) is dat omhulsel een stuksgewijs-lineaire lijn; in hogere dimensies is het een stuksgewijs-lineair hypervlak. De efficiëntie van bedrijven wordt gemeten als de afstand tot de grens van het omhulsel. Daarvoor zijn verschillende meerdimensionale afstandsmaatstaven beschikbaar, afhankelijk van de veronderstelde doelstelling(en) en de veronderstelde speelruimte die de bedrijven hebben (welke variabelen zijn beïnvloedbaar en welke niet).

DEA is ontwikkeld in de discipline Operations Research/Management Science en het gebruikt wiskundige programmeringstechnieken in plaats van regressietechnie-

ken. Het merendeel van de efficiëntieanalyses op het gebied van Operations Research/Management Science gebruikt DEA, terwijl de meeste economische studies SFA gebruiken. Toch hoeft DEA niet te worden gezien als een concurrent voor SFA. DEA kan namelijk aanvullende inzichten verschaffen ten opzichte van SFA. In dit opzicht zijn de volgende punten relevant:

1. DEA vereist ten opzichte van SFA geen specificatie vooraf van de functionele vorm van de beleidsmogelijkheden of van de statistische verdeling van inefficiënties. Deze non-parametrische oriëntatie maakt het mogelijk om de gegevens 'voor zich zelf te laten spreken'. Daardoor zijn de resultaten vaak minder gevoelig voor specificatiefouten en zijn ze makkelijker te interpreteren.
2. Naast de efficiëntiescore die beide methoden leveren, levert de DEA methode ook een referentie-bedrijf voor ieder inefficiënt bedrijf. Dat is een efficiënt bedrijf dat als benchmark partner kan dienen voor het inefficiënte bedrijf.
3. DEA kan worden toegepast op problemen waarbij de te verklaren variabele uit meerdere delen bestaat. SFA kan alleen met dergelijke problemen omgaan als deze delen worden geaggregeerd tot een kosten- (bij het schatten van een kostenfunctie) of productiemaatstaf (bij het schatten van een productiefunctie). Dat is echter problematisch als er geen betrouwbare prijsinformatie beschikbaar is of als de analyse zich juist richt op het effect van de afzonderlijke outputs.
4. DEA heeft een grotere flexibiliteit m.b.t. de efficiëntiemaatstaven en de vastgehouden veronderstellingen over het verband tussen inputs en outputs.
5. DEA corrigeert niet voor meetfouten. Daardoor kan het niveau van inefficiëntie worden overschat als de gegevensverzameling van lage kwaliteit is; de gemeten inefficiëntie is immers de optelsom van de werkelijke inefficiëntie en de invloed van meetfouten. Echter, voor het meten van de relatieve efficiëntie of de rangschikking van de bedrijven is dit nadeel niet relevant; bij alle bedrijven wordt immers dezelfde fout gemaakt.
6. DEA heeft weinig onderscheidingskracht (het vermogen om inefficiënte bedrijven te onderscheiden van efficiënte bedrijven) als de steekproef klein is of als het aantal inputs en outputs groot is. Daarom verdient het de voorkeur om een gegevensverzameling te gebruiken met een groot aantal waarnemingen (veel bedrijven en/of waarnemingen voor veel verschillende perioden) en een overzichtelijke verzameling inputs en outputs.

Figuur 3: Ontwikkeling frontier in de tijd



Alle drie de methoden hebben hun eigen voor- en nadelen. Volgens Coelli en Perelman (1999) is de betrouwbaarste schatting van de inefficiëntie gelijk aan het gemiddelde van de efficiëntiescores volgens de drie methoden. Door het gemiddelde te nemen worden inschattingsfouten door specifieke eigenschappen van een methode geminimaliseerd.

De COLS-modellen zijn geschat met Eviews. SFA-modellen zijn geschat met Frontier 4.1 (zie Coelli et al., 1998 voor een gedetailleerde toelichting op de schattingsmethodiek).

Het in dit onderzoek gehanteerde DEA-model is de zogenaamde inputgeoriënteerde variant van het model met variabele schaalopbrengsten van Banker, Charnes en Cooper (1984).

Tenslotte is van belang op te merken dat de gemeten efficiëntie altijd relatief is. Figuur 3 geeft dit weer. Stel dat de rode stippen de kosten weergeven in het eerste jaar waarin de kosten van bedrijven gemeten worden. Voor dat jaar kan dan de efficiëntie bepaald worden ten opzichte van de meest efficiënte bedrijven. Dit betekent dat de afwijking van de individuele bedrijven ten opzichte van de rode lijn bepaalt hoe efficiënt elk bedrijf is. Stel nu dat in een later jaar de kosten opnieuw gemeten worden en dat de blauwe stippen de kosten in dat jaar representeren. Voor dit jaar geldt de blauwe lijn als representant van de meest efficiënte bedrijven. Dit betekent

dus dat de sector als geheel efficiënter is gaan produceren (de blauwe lijn ligt onder de rode lijn. Dit zal tevens gelden voor de meeste bedrijven. Als de groene lijn de kosten representeert van efficiënte bedrijven in absolute zin, is in jaar 2 nog steeds sprake van relatieve efficiëntie. Idealiter zou de efficiëntie altijd gemeten moeten worden ten opzichte van de groene lijn. Deze is echter vrijwel nooit bekend. Dit betekent in het geval dat een efficiëntiemeting laat zien dat het niveau van de efficiëntie hoog is, dit in absolute termen niet zo hoeft te zijn. Verschuiving van de frontiers in de tijd, veroorzaakt doordat de bedrijven die de ligging van de frontiers bepalen efficiënter worden, maakt verdere efficiëntieverbetering mogelijk.

## Bijlage B: Data

In deze bijlage wordt aangegeven hoe omgegaan is met de beschikbare gegevens. De database die gebruikt wordt voor de schattingen is gebaseerd op twee verschillende databronnen. In de eerste plaats zijn de gegevens voor 1992 tot en met 1996 afkomstig uit de eigen database, die gebaseerd is op de jaarverslagen van de drinkwaterbedrijven en de Waterleidingstatistieken van de VEWIN. In de tweede plaats zijn de gegevens voor 1997 tot en met 2002 afkomstig uit de Accenture-database, die gebaseerd is op gegevens verzameld in het kader van de VEWIN-benchmarks.

Beide databases zijn gekoppeld door gebruik te maken van de waarnemingen in de eigen database voor 1997 ten opzichte van de waarnemingen in de Accenture-database voor 1997. Omdat beide databases waarnemingen hebben voor beide jaren is het mogelijk de verhouding tussen deze waarnemingen als correctiefactor te gebruiken voor de gegevens in de eigen database voor de jaren 1992-1996. Op deze wijze wordt zowel bereikt dat definitieverschillen zoveel als mogelijk worden rechtgetrokken. De belangrijkste reden hiervoor is dat de oorspronkelijke eigen data geen gegevens bevatten over de niet-water gebonden kosten. De correctie heeft plaatsgevonden op het niveau van rentekosten, afschrijvingskosten, loonkosten en overige kosten.

Tijdens het onderzoek bleken er een aantal aanvullingen op en aanpassingen van de data noodzakelijk. De gedane aanpassingen zijn gebaseerd op twee bronnen: (i) vergelijking tussen Accenture en onze eigen data voor de jaren 1997-2002 en (ii) vergelijking in de tijd van de individuele datareeksen. Aanpassing heeft zoveel als mogelijk plaatsgevonden op basis van primaire bronnen en bij het ontbreken daarvan op basis van consistentie in de tijd.

Voor een goede vergelijking tussen bedrijven is het noodzakelijk dat de kostengegevens tussen bedrijven vergelijkbaar zijn. In dit onderzoek zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

1. Vergelijking dient betrekking te hebben op de reguliere kosten van het bedrijf. Incidentele kosten moeten zoveel als mogelijk is uit de kosten verwijderd worden.
2. Vergelijking dient betrekking te hebben op de kosten die direct met de levering van water te maken hebben en niet op de niet-watergebonden kosten (dit zijn kosten die bijvoorbeeld voortvloeien uit verrichte werkzaamheden voor derden).
3. De vergelijking tussen bedrijven dient zo min mogelijk beïnvloed te worden

door boekhoudkundige verschillen.

Om dit te bereiken hebben de volgende aanpassingen plaatsgevonden:

1. De totale jaarlijkse kosten zijn verminderd met de afgedragen landelijke en provinciale belastingen zoals de grondwaterbelasting (dit zijn geen kosten).
2. De afschrijvingen zijn verminderd met de incidentele afschrijvingen en afschrijvingen op immateriële activa (dit zijn geen reguliere kosten).
3. De bijdragen van derden zijn opgeteld bij de afschrijvingen als ze in de oorspronkelijke cijfers zijn afgetrokken van de afschrijvingen (anders hebben bedrijven die hun boekhouding op deze manier hebben ingericht een kostenvoordeel).
4. Eventuele boeterentes in verband met vroegtijdig aflossen van leningen worden niet meegenomen (dit zijn geen reguliere kosten).
5. De totale jaarlijkse kosten zijn verminderd met de kosten verbonden aan de niet-watergebonden activiteiten (dit zijn geen reguliere kosten die betrekking hebben op de productie en levering van water).<sup>11</sup>
6. Voor zover de vrijval van voorzieningen gesaldeerd is met de totale jaarlijkse kosten, is deze vrijval bij de kosten opgeteld (de vrijval voorzieningen mag het kostenniveau van bedrijven niet beïnvloeden).
7. De overige financiële lasten en baten (zoals resultaat deelnemingen en boekwinst of boekverlies bij verkoop activa) worden niet tot de totale jaarlijkse kosten gerekend (dit zijn geen reguliere kosten).
8. De kosten van financiering door eigen vermogen worden bepaald door rentekosten toe te rekenen, waarbij een rentepercentage van 6,5% gehanteerd wordt (om te voorkomen dat de financieringsstructuur majeure invloed kan uitoefenen op de kosten).<sup>12</sup>
9. De activa zijn geherwaardeerd op basis van een herwaarderingsfactor uit de Accenture database (deze factor zorgt ervoor dat de verschillen tussen drinkwater-

---

<sup>11</sup>Gemiddeld gaat het hier om 3% van de kosten met een minimum van 0% en een maximum van 12%.

<sup>12</sup>Dit percentage is gebaseerd op Burns et al. (2000). In deze studie wordt verantwoord dat dit een redelijk percentage is voor gereguleerde nutssectoren die in een beschermde markt opereren. Het percentage is samengesteld uit het rendement op overheidsobligaties vermeerderd met een (beperkte) risico-opslag.

bedrijven in boekhoudsystematiek ten aanzien van waardering en afschrijvingen zoveel als mogelijk recht getrokken worden).

In de schatting van de kostenfunctie moeten inputprijzen van arbeid en kapitaal meegenomen worden. De kapitaalvoet is berekend door de kapitaalkosten (rente en afschrijvingen) te delen door de boekwaarde van de activa en de loonvoet is berekend door de loonkosten te delen door het aantal fte's. Uit analyse van de daadwerkelijke inputprijzen bleek dat deze beïnvloed zijn door de efficiëntie-ontwikkeling in de periode 1997-2002. Omdat dit ongewenst is gezien de onderzoeksvraag, zijn de inputprijzen gecorrigeerd. Dit is gedaan door de daadwerkelijke prijzen van arbeid en kapitaal vanaf 1997 vast te stellen op basis van het niveau in 1996 vermenigvuldigd met respectievelijk de ontwikkeling van de marktlonen en de kosten van investeringen op basis van CBS-prijsindexen.<sup>13</sup>

Zowel inputprijzen als totale jaarlijkse kosten zijn gedefleerd zodat deze in de tijd vergelijkbaar zijn.

Een en ander betekent ons inziens dat een betrouwbare dataset gerealiseerd is waarmee de onderzoeksvragen die in dit onderzoek centraal staan op een verantwoorde wijze kunnen worden beantwoord.<sup>14</sup> Dit betekent niet dat er geen verbeteringen mogelijk zijn. Deze hebben met name betrekking op de volgende punten:

1. De gebruikte herwaarderingsfactor voor de activa is gebaseerd op verschillen tussen bedrijven in het jaar 2000. Bij het samenstellen van de data is aangenomen dat deze factor representatief is voor alle overige jaren. Als dit niet het geval is, bijvoorbeeld doordat andere afschrijvingsregimes gehanteerd worden dan het geval was in 2000, beïnvloedt dit de resultaten. Een steekproefgewijze analyse van de jaarverslagen leert dat dit naar verwachting niet in grote mate het geval is. Om hier echter zeker van te zijn, zou gedetailleerde analyse van de gehanteerde boekhoudkundige methoden in de diverse jaren noodzakelijk zijn. Dit valt echter buiten het kader van dit onderzoek.
2. Voor een aantal niet-beïnvloedbare factoren ontbraken voor sommige jaren gegevens. Deze ontbrekende gegevens zijn aangevuld met behulp van diverse bronnen en op grond van tijdsconsistentie. Dit kan de resultaten beïnvloeden

---

<sup>13</sup> Alternatieve specificaties zijn tevens gebruikt om te toetsen om deze aannames de resultaten beïnvloeden. Dit bleek niet het geval te zijn.

<sup>14</sup> Overigens is de behaalde efficiëntiewinst eveneens significant als geen kosten van eigen vermogen worden toegerekend en eveneens als de kosten gebaseerd worden op de oorspronkelijke omvang van de activa.

als de werkelijke gegevens afwijken van de gemaakte inschattingen. De variabele waarvoor dit het meest relevant is, is de zuiveringsinspanning. Deze variabele is slechts voor 2000 bekend. Om toch te kunnen corrigeren voor veranderingen in de benodigde zuivering gedurende de jaren zijn in de schattingen de omvang van de belangrijkste soorten water die gebruikt worden als grondstof meegenomen. Het gaat om het aandeel grondwater (Grondw), oevergrondwater (Oeverg), natuurlijk duinwater (Duinwnat) en duininfiltratiewater (Duinwinf). Het zou echter, mede gezien de schattingsresultaten, te prefereren zijn als de benodigde zuiveringsinspanning via één variabele direct gemeten zou worden.

3. Oorspronkelijk was de bedoeling om de analyse tevens gedetailleerd te richten op de kosten van de onderliggende processen (zoals winning en zuivering, distributie en algemeen proces). Er bleek echter een dusdanige onzekerheid over de consistentie tussen jaren en bedrijven te bestaan dat deze analyse niet goed mogelijk was omdat het aantal beschikbare datapunten hierdoor kleiner was dan nodig voor een betrouwbare analyse. Met name voor het achterhalen van de oorzaken van verschillen in efficiëntieontwikkeling in de tijd en tussen bedrijven en van de geconstateerde schaafeffecten is een analyse op procesniveau van groot belang.

Toekomstig onderzoek zou zich ons inziens dan ook op bovenstaande punten moeten richten.

De gehanteerde onderzoeksmethode maakt het noodzakelijk dat sprake is van een consistente dataset. Om die reden zijn de gegevens van NUON-WG, DELTA en HYDRON-ZH niet in de analyse betrokken. Voor deze bedrijven waren slechts gegevens beschikbaar over enkele jaren. Gegevens van bedrijven die gedurende de onderzoeksperiode zijn gefuseerd zijn samengevoegd (dit geldt voor Wgron, Wgeld en WMO), terwijl de gegevens van Brabant Water voor 2002 zijn gesplitst (op basis van de aandelen in 2001) in WNWB en WOB. De cijfers voor Vitens (op 17 mei ontstaan uit de gefuseerde bedrijven NUON Water, WMO en Wgeld) zijn niet gefuseerd opgenomen. In de gegevens van Accenture wordt voor de drie bedrijven apart gerapporteerd. Dit onderzoek heeft daarom betrekking op de volgende bedrijven: DZH, GWA, Hydron-Fl, Hydron-MN, NUON-WF, PWN, Wgeld, WNWB, WBE, Wgron, WOB, WMO, WML en WMD.

Tabel 2 geeft een samenvatting van de gehanteerde dataset.

Tabel 2: Statistische beschrijving dataset

	Gemiddeld	Maximum	Minimum	Standaard dev.
Totale kosten	72492	200444	9342	42738
Kapitaalkosten	43478	95488	6228	22740
Operationele kosten	29018	106254	3144	21879
Productie	74	154	16	32
Kapitaalvoet	33	56	9	11
Loonvoet	40	56	20	7
Aansl <sub>tm3</sub>	4,81	6,61	1,58	1,23
Aansl <sub>adm</sub>	1,26	2,78	0,97	0,46
Netleng <sub>m3</sub>	92	161	21	37
Bodem	1,09	1,31	1	0,11
Zuivgem	0,07	1	0	0,2
Levgroot	13	38	4	6
Levmid	20	37	6	8
Levander	7	30	0	8
Grondw	66	100	0	42
Oeverg	4	52	0	10
Duinwnat	2	19	0	5
Duinwinf	15	100	0	30
Oud	57	74	33	10
Grond <sub>m3</sub>	18	72	2	18
Asbest	34	69	0	17
Gietijzernod	2	21	0	4
Staal	2	19	0	4
Beton	1	10	0	2
Pvc	44	76	7	19
Glasvezel	0	1	0	0
Netopp <sub>m3</sub>	14,31	23,25	5,38	4,59
Opperv <sub>m3</sub>	4,11	13,14	0,23	3,23

## Bijlage C: Gedetailleerde resultaten schattingen

In tabel 3 zijn de gedetailleerde schattingsresultaten van de OLS-modellen opgenomen waarbij jaardummies gebruikt zijn om te meten of een significante efficiëntieverbetering is opgetreden. Zoals in de hoofdtekst aangegeven zijn alle dummies voor 2002 negatief en significant.

Tabel 4 geeft een variant hierop door geen jaardummies mee te nemen maar een algemene trend voor alle jaren en een specifieke trend voor de jaren 1997 tot en met 2002. In alle gevallen is de algemene trend niet significant of significant en positief, terwijl in alle gevallen de trend voor de jaren 1997-2002 negatief en significant is. Dit betekent dat er sprake is van een trendbreuk en bevestigt dus de resultaten van de schattingen met jaardummies.

Tabel 5 en 6 geven een overzicht van de schattingsresultaten voor respectievelijk de kapitaalkosten en operationele kosten.

De figuren 4, 5 en 6 laten het tijdspatroon zien voor de vijf verschillende modellen die geschat zijn met respectievelijk COLS, SFA en DEA. Van deze modellen komt model D overeen met de in de hoofdtekst besproken resultaten (zie figuur 1). Hoewel de exacte vorm van de curves (logischerwijs) verschillend is, leiden ze allen tot dezelfde conclusie voor wat betreft het efficiëntieniveau in 2002 ten opzichte van 1997. In alle curves is een significante verbetering zichtbaar.

In de tabellen 7 en 8 staan de gedetailleerde schattingsresultaten van respectievelijk COLS en SFA.

Tabel 3: Schattingsresultaten OLS met jaardummies

	A	B	C	D	E
c	11,61 #	7,54 #	-11,95**	-7,20#	0,81 #
d1997	0,01 #	0,01 #	0,01 #	0,01 #	0,03*
d1998	-0,00 #	-0,01 #	-0,00 #	-0,00 #	0,01 #
d1999	-0,01 #	-0,02 #	-0,01 #	-0,01 #	0,00 #
d2000	-0,00 #	-0,02 #	-0,01 #	-0,00 #	0,01 #
d2001	-0,03 #	-0,05 #	-0,04*	-0,03 #	-0,02 #
d2002	-0,09**	-0,12	-0,10	-0,09	-0,07
log(productie)	3,85	1,94 #	7,20	5,47	3,97
0,5*log(productie) <sup>2</sup>	0,03 #	0,14 #	-0,65	-0,42	-0,28**
log(kapvoet)	-3,86	-2,26*	2,71	2,36	1,89**
0,5*log(kapvoet) <sup>2</sup>	0,25**	0,21**	-0,53	-0,62	-0,78
log(loonvoet)	-4,50 #	-1,98 #	-0,62 #	-1,51 #	-4,38
0,5*log(loonvoet) <sup>2</sup>	1,65**	0,91 #	0,69 #	1,06**	1,34
log(productie)*log(kapvoet)	0,12 #	0,14 #	-0,42	-0,19*	-0,13 #
log(productie)*log(loonvoet)	-0,87	-0,47**	-0,54	-0,53	-0,35
log(kapvoet)*log(loonvoet)	0,80	0,38 #	0,29 #	0,16 #	0,35*
log(aansl3)	0,97	1,07	0,52	0,43	0,44
log(aansl3)	1,02	1,10	0,34	0,27**	0,42
log(netleng3)	ns	0,09*	0,19	0,22	0,67
log(bodem)	ns	ns	ns	ns	2,00
log(zuivgem)	0,08	0,09	-0,17	-0,14	0,06
log(levgroot/productie)	nvt	0,06*	0,06	0,06	ns
log(levmid/productie)	nvt	ns	0,04*	ns	ns
levander/productie	nvt	0,69	ns	ns	ns
grondw	nvt	nvt	-0,01	-0,01	ns
duinwnat	nvt	nvt	0,01	0,01	0,01**
duinwinf	nvt	nvt	0,00	0,00	0,01
log(oud)	nvt	nvt	nvt	0,24	0,24
asbest	nvt	nvt	nvt	nvt	0,01
gietijzernod	nvt	nvt	nvt	nvt	-0,02
staal	nvt	nvt	nvt	nvt	0,01
beton	nvt	nvt	nvt	nvt	0,04
log(oppervm3)	nvt	nvt	nvt	nvt	-0,15
R <sup>2</sup> (adj.)	0,973	0,976	0,991	0,991	0,994

Noten: nvt betekent dat variabele geen onderdeel uitmaakt van het schattingsmodel, ns betekent dat variabele wel onderdeel uitmaakt van het schattingsmodel, maar vanwege insignificantie niet is meegenomen. Coëfficiënten zijn significant op 99%, behalve coëfficiënten met \*/\*\* die significant zijn op 90/95% en coëfficiënten met # die niet-significant zijn.

Variabelen die nooit significant zijn, zijn weggelaten. Dit zijn oeverg, grondm3, pvc, glasvezel en log(netoppm3).

Tabel 4: Schattingsresultaten OLS met trends

	A	B	C	D	E
c	12,18#	8,95#	-8,67#	-6,31#	-4,26#
trend	0,01#	0,01*	0,01*	0,01*	0,02
trend1997	-0,02**	-0,03	-0,03	-0,02	-0,03
log(productie)	3,67	1,95#	7,13	5,14	4,34
0,5*log(productie) <sup>2</sup>	0,03#	0,08#	-0,61	-0,41	-0,44
log(kapvoet)	-3,72	-1,75#	2,47	2,51	3,06
0,5*log(kapvoet) <sup>2</sup>	0,26	0,22**	-0,57	-0,61	-0,74
log(loonvoet)	-4,74#	-3,00#	-2,15#	-1,79#	-3,19*
0,5*log(loonvoet) <sup>2</sup>	1,72**	1,23*	1,08**	1,14	1,02**
log(productie)*log(kapvoet)	0,13#	0,13#	-0,41	-0,17#	-0,23*
log(productie)*log(loonvoet)	-0,83	-0,40*	-0,58	-0,48	-0,18#
log(kapvoet)*log(loonvoet)	0,74**	0,24#	0,37*	0,09#	0,11#
log(aanslm3)	0,96	1,06	0,52	0,42	0,40
log(aansladmt)	1,01	0,96	0,30	0,25**	0,43
log(netlengm3)	ns	ns	0,18	0,21	0,60
log(bodem)	ns	ns	ns	ns	2,40
log(zuivgem)	0,08	0,08	-0,18	-0,14	0,06
log(levgroot/productie)	ns	ns	0,07	0,06	ns
log(levmid/productie)	ns	0,06*	ns	ns	0,04*
levander/productie	ns	0,69	ns	ns	ns
grondw	nvt	ns	-0,01	-0,01	ns
duinwnat	nvt	ns	0,01	0,01	0,01**
duinwinf	nvt	nvt	0,00	0,00	0,01
log(oud)	nvt	nvt	ns	0,25	0,29
asbest	nvt	nvt	ns	ns	0,01
gietijzernod	nvt	nvt	nvt	ns	-0,02
staal	nvt	nvt	nvt	nvt	0,01
beton	nvt	nvt	nvt	nvt	0,03
log(oppervm3)	nvt	nvt	nvt	nvt	-0,10*
R <sup>2</sup> (adj.)	0,974	0,976	0,990	0,991	0,994

Noten: nvt betekent dat variabele geen onderdeel uitmaakt van het schattingsmodel, ns betekent dat variabele wel onderdeel uitmaakt van het schattingsmodel, maar vanwege insignificantie niet is meegenomen. Coëfficiënten zijn significant op 99%, behalve coëfficiënten met \*/\*\* die significant zijn op 90/95% en coëfficiënten met # die niet-significant zijn.

Variabelen die nooit significant zijn, zijn weggelaten. Dit zijn oeverg, grondm3, pvc, glasvezel en log(netoppm3).

Tabel 5: Schattingsresultaten OLS kapitaalkosten

	A	B	C	D	E
c	-31,16**	-38,14	-61,1	-54,26	-43,1
d1997	0,08#	0,05#	0,06#	0,06#	0,12
d1998	0,05#	0,01#	0,03#	0,04#	0,11
d1999	0,06#	0,02#	0,03#	0,05#	0,11
d2000	0,06#	0,02#	0,03#	0,06#	0,15
d2001	0,04#	-0,01#	0,01#	0,04#	0,13
d2002	-0,05#	-0,12*	-0,09**	-0,04#	0,08*
log(productie)	10,42	7,02	13,95	8,86	8,19
0,5*log(productie) <sup>2</sup>	-0,74	-0,48	-1,53	-1	-0,9
log(kapvoet)	2,67#	4,41**	10,93	10,96	9,43
0,5*log(kapvoet) <sup>2</sup>	-0,01#	0,09#	-1,01	-1,14	-1,21
log(loonvoet)	3,66#	8,87*	9,25**	9,79**	5,52#
0,5*log(loonvoet) <sup>2</sup>	1,29#	-0,38#	-0,02#	0,25#	0,03#
log(productie)*log(kapvoet)	-0,19#	-0,18#	-0,75	-0,14#	-0,45**
log(productie)*log(loonvoet)	-1,49	-0,83**	-1,04	-0,82	-0,49*
log(kapvoet)*log(loonvoet)	-0,18#	-0,73#	-0,94**	-1,62	-0,83**
log(aansl3)	0,31	0,73	-0,23*	-0,5	-0,78
log(aansl3)	ns	0,62**	-0,7	-0,83	-1,44
log(netleng3)	ns	0,25**	0,32	0,4	0,77
log(bodem)	ns	ns	ns	ns	1,64**
log(zuivgem)	0,13	0,11	-0,26	-0,18	0,16
log(levgroot/productie)	nvt	0,17	0,18	0,17	ns
log(levmid/productie)	nvt	0,15**	ns	ns	ns
levander/productie	nvt	1,45	ns	ns	ns
grondw	nvt	nvt	-0,01	-0,01	ns
oeverg	nvt	nvt	0,00**	0,00*	ns
duinwnat	nvt	nvt	0,01*	0,01	0,01*
duinwinf	nvt	nvt	0,01	0,01	0,01
log(oud)	nvt	nvt	nvt	0,66	0,72
grondm3	nvt	nvt	nvt	nvt	-0,16
asbest	nvt	nvt	nvt	nvt	0,01
staal	nvt	nvt	nvt	nvt	0,03
beton	nvt	nvt	nvt	nvt	0,08
R <sup>2</sup> (adj.)	0,949	0,957	0,976	0,979	0,985

Noten: nvt betekent dat variabele geen onderdeel uitmaakt van het schattingsmodel, ns betekent dat variabele wel onderdeel uitmaakt van het schattingsmodel, maar vanwege insignificantie niet is meegenomen. Coëfficiënten zijn significant op 99%, behalve coëfficiënten met \*/\*\* die significant zijn op 90/95% en coëfficiënten met # die niet-significant zijn.

Variabelen die nooit significant zijn, zijn weggelaten. Dit zijn pvc, glasvezel, log(netoppm3) en log(oppervm3).

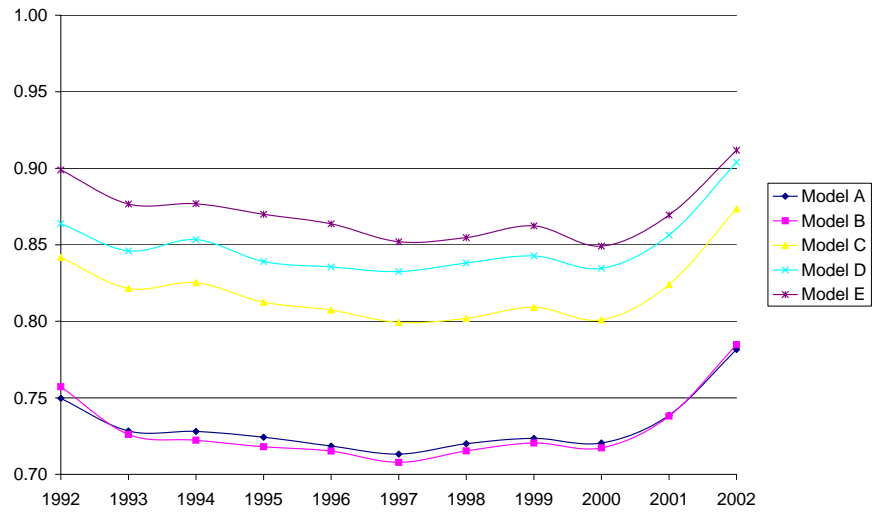
Tabel 6: Schattingsresultaten OLS operationele kosten

	A	B	C	D	E
c	25,28	20,72	14,60	14,60	20,20
d1997	-0,03 #	-0,02 #	-0,02 #	-0,02 #	-0,01 #
d1998	-0,04 #	-0,03 #	-0,02 #	-0,02 #	-0,01 #
d1999	-0,05 **	-0,05 *	-0,04 **	-0,04 **	-0,03 #
d2000	-0,05 *	-0,04 #	-0,03 #	-0,03 #	-0,02 #
d2001	-0,08	-0,08	-0,06	-0,06	-0,05 **
d2002	-0,14	-0,13	-0,12	-0,12	-0,10
log(productie)	1,71 #	1,17 #	3,44	3,44	1,55 *
0,5*log(productie) <sup>2</sup>	0,20 #	0,10 #	-0,07 #	-0,07 #	0,07 #
log(kapvoet)	-5,49	-3,71	-0,84 #	-0,84 #	-1,40 #
0,5*log(kapvoet) <sup>2</sup>	0,16 **	0,11 #	-0,50	-0,50	-0,51
log(loonvoet)	-7,91	-6,38 **	-7,21	-7,21	-8,04
0,5*log(loonvoet) <sup>2</sup>	1,45 **	1,04 *	1,38	1,38	1,33
log(productie)*log(kapvoet)	0,06 #	0,01 #	-0,31	-0,31	-0,15 *
log(productie)*log(loonvoet)	-0,44 **	-0,14 #	-0,30 **	-0,30 **	-0,06 #
log(kapvoet)*log(loonvoet)	1,28	0,91	0,99	0,99	0,97
log(aansl3m3)	1,34	1,29	0,98	0,98	1,05
log(aansl3dm3)	1,66	1,50	1,08	1,08	1,31
log(netleng3)	0,15	0,14	0,18	0,18	ns
log(bodem)	0,79 **	1,16	ns	ns	1,33
log(zuivgem)	0,06	0,07	-0,12	-0,12	-0,05 **
log(levgroot/productie)	nvt	-0,06 **	ns	ns	ns
log(levmid/productie)	nvt	0,05 *	0,08	0,08	0,08
grondw	nvt	nvt	-0,01	-0,01	ns
oeverg	nvt	nvt	-0,00	-0,00	ns
duinwnat	nvt	nvt	0,01	0,01	0,01
duinwinf	nvt	nvt	ns	ns	0,00
grondm3	nvt	nvt	nvt	nvt	0,07
gietijzernod	nvt	nvt	nvt	nvt	-0,02
log(netopp3)	nvt	nvt	nvt	nvt	0,18
R <sup>2</sup> (adj.)	0,983	0,985	0,993	0,993	0,994

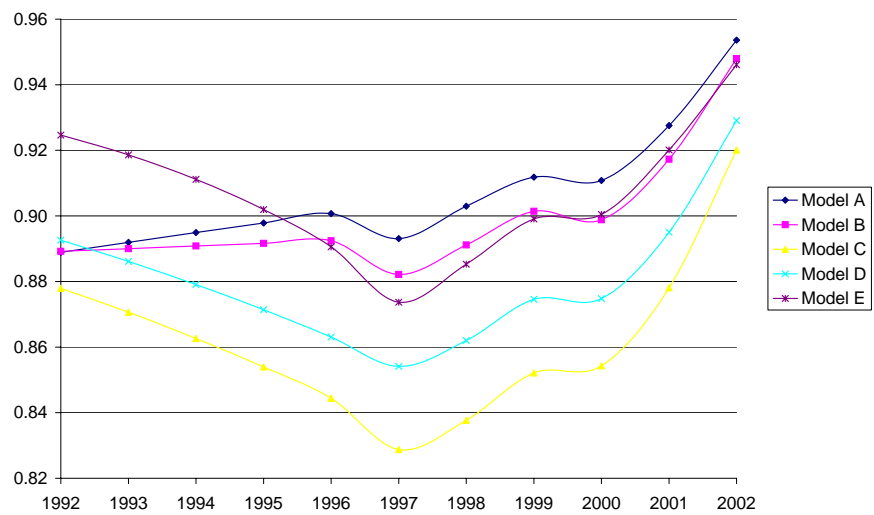
Noten: nvt betekent dat variabele geen onderdeel uitmaakt van het schattingsmodel, ns betekent dat variabele wel onderdeel uitmaakt van het schattingsmodel, maar vanwege insignificantie niet is meegenomen. Coëfficiënten zijn significant op 99%, behalve coëfficiënten met \*/\*\* die significant zijn op 90/95% en coëfficiënten met # die niet-significant zijn.

Variabelen die nooit significant zijn, zijn weggelaten. Dit zijn levander, log(oud), asbest, staal, beton, pvc, glasvezel en log(oppervm3).

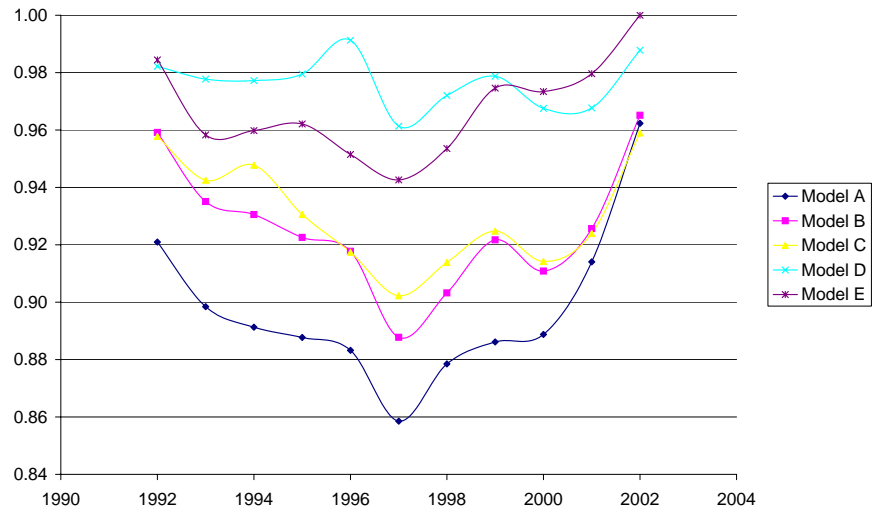
Figuur 4: Efficiëntie drinkwatersector volgens COLS



Figuur 5: Efficiëntie drinkwatersector volgens SFA



Figuur 6: Efficiëntie drinkwatersector volgens DEA



Tabel 7: Schattingsresultaten COLS

	A	B	C	D	E
c	10,56#	7,27#	-14,77**	-5,83#	-4,51#
log(productie)	3,63	1,94#	7,62	4,28	5,22
0,5*log(productie) <sup>2</sup>	0,04#	0,10#	-0,76	-0,31**	-0,42
log(kapvoet)	-3,87	-2,12*	3,49	2,37	1,92**
0,5*log(kapvoet) <sup>2</sup>	0,29	0,27	-0,59	-0,62	-0,76
log(loonvoet)	-3,56#	-1,52#	0,19#	-1,03#	-3,09*
0,5*log(loonvoet) <sup>2</sup>	1,39**	0,82#	0,57#	0,95**	0,97**
log(productie)*log(kapvoet)	0,14#	0,15*	-0,45	-0,07#	-0,25**
log(productie)*log(loonvoet)	-0,84	-0,45*	-0,52	-0,45	-0,40
log(kapvoet)*log(loonvoet)	0,74	0,28#	0,16#	0,02#	0,45**
log(aanslm3)	0,90	0,95	0,27	0,35	0,40
log(aansladmt)	0,93	0,89	ns	0,17#	0,39**
log(netlengm3)	ns	ns	0,12	0,21	0,39
log(bodem)	ns	ns	ns	ns	1,76
log(zuivgem)	0,08	0,09	-0,17	-0,13	0,04**
log(levgroot/productie)	nvt	ns	ns	0,06	ns
log(levmid/productie)	nvt	0,07**	0,06**	ns	ns
levander/productie	nvt	0,47**	-0,47	ns	ns
grondw	nvt	nvt	-0,01	-0,00	ns
oeverg	nvt	nvt	ns	ns	0,00**
duinwnat	nvt	nvt	0,01	0,01	0,01
duinwinf	nvt	nvt	0,00	0,00	0,01
log(oud)	nvt	nvt	nvt	0,33	0,32
asbest	nvt	nvt	nvt	nvt	0,00
gietijzernod	nvt	nvt	nvt	nvt	-0,02
staal	nvt	nvt	nvt	nvt	0,01
beton	nvt	nvt	nvt	nvt	0,04
R <sup>2</sup> (adj.)	0,973	0,975	0,989	0,990	0,993

Noten: nvt betekent dat variabele geen onderdeel uitmaakt van het schattingsmodel, ns betekent dat variabele wel onderdeel uitmaakt van het schattingsmodel, maar vanwege insignificantie niet is meegenomen. Coëfficiënten zijn significant op 99%, behalve coëfficiënten met \*/\*\* die significant zijn op 90/95% en coëfficiënten met # die niet-significant zijn.

Variabelen die nooit significant zijn, zijn weggelaten. Dit zijn grondm3, pvc, glasvezel, log(netoppm3) en log(oppervm3).

Tabel 8: Schattingsresultaten SFA

	A	B	C	D	E
c	20,50	17,93	-12,05	-14,07	-2,08**
log(productie)	3,43	2,60**	6,10	5,87	4,27
0,5*log(productie) <sup>2</sup>	-0,13#	-0,11#	-0,66	-0,81	-0,33
log(kapvoet)	-5,26	-4,02	3,39	3,69	2,24
0,5*log(kapvoet) <sup>2</sup>	0,22**	0,20**	-0,47	-0,46	-0,70
log(loonvoet)	-7,88	-6,53	0,63#	0,64#	-3,40
0,5*log(loonvoet) <sup>2</sup>	1,63	1,19	0,20#	0,26#	0,92
log(productie)*log(kapvoet)	0,04#	-0,02#	-0,40	-0,31	-0,27
log(productie)*log(loonvoet)	-0,50	-0,24#	-0,27#	-0,12#	-0,24*
log(kapvoet)*log(loonvoet)	1,29	1,04	0,04#	-0,19#	0,34*
log(aansl3)	0,71	0,65	0,25	0,22	0,27
log(aansl3)	0,94	0,87	ns	ns	ns
log(netleng3)	0,27	0,27	0,13	0,24	0,40
log(bodem)	0,97	1,11	ns	1,25	1,57
log(zuivgem)	0,07**	0,10*	-0,15	-0,12	0,06
log(levmid/productie)	nvt	0,08**	0,07	0,06**	ns
levander/productie	nvt	ns	-0,35**	-0,45	ns
grondw	nvt	nvt	-0,01	-0,01	ns
duinwnat	nvt	nvt	0,01	0,01	0,01
duinwinf	nvt	nvt	0,00	0,00	0,01
log(oud)	nvt	nvt	nvt	0,32	0,34
grondm3	nvt	nvt	nvt	nvt	-0,04**
asbest	nvt	nvt	nvt	nvt	0,00
gietijzernod	nvt	nvt	nvt	nvt	-0,02
staal	nvt	nvt	nvt	nvt	0,01
beton	nvt	nvt	nvt	nvt	0,05
sigma-squared	0,07	0,08	0,01	0,00	0,00
gamma	0,97	0,97	0,65	0,58	0,46
mu	-0,53*	-0,55**	0,12	0,10**	0,07
eta	0,03#	0,01#	-0,10*	-0,09**	-0,22
LLH	174,05	176,76	213,91	220,38	254,72

Noten: nvt betekent dat variabele geen onderdeel uitmaakt van het schattingsmodel, ns betekent dat variabele wel onderdeel uitmaakt van het schattingsmodel, maar vanwege insignificantie niet is meegenomen. Coëfficiënten zijn significant op 99%, behalve coëfficiënten met \*/\*\* die significant zijn op 90/95% en coëfficiënten met # die niet-significant zijn.

Variabelen die nooit significant zijn, zijn weggelaten. Dit zijn lev groot, oeverg, pvc, glasvezel, log(netoppm3) en log(oppervm3).

## Bijlage D. Lijst met symbolen

Variabele	Omschrijving
Kosten	Totale kosten per jaar in 1000 euro
- kapitaal	Totale kapitaalkosten (rente plus afschrijvingen) in 1000 euro
- operationeel	Totale operationele kosten (totale kosten minus afschrijvingen) in 1000 euro
Productie	Productie van drinkwater, engros en huishoudwater in miljoen m <sup>3</sup>
Kapitaalvoet	Kapitaalkosten gedeeld door boekwaarde materiële vaste activa
Loonvoet	Loonkosten gedeeld door aantal fte's
Aansl <sub>tm3</sub>	Aantal technische aansluitingen gedeeld door productie
Aansl <sub>adm</sub>	Aantal administratieve aansluitingen gedeeld door technische aansluitingen
Netleng <sub>m3</sub>	Lengte leidingnet (transport- en hoofdleidingen) gedeeld door productie
Bodem	Variabele die stabiliteit bodem meet (hoger voor instabiele bodem)
Zuivgem	Variabele die zuiveringsinspanning meet tussen ruw en rein water
Levgroot	Levering in miljoen m <sup>3</sup> aan grootzakelijke markt (> 10.000 m <sup>3</sup> )
Levmid	Levering in miljoen m <sup>3</sup> aan zakelijke markt (>300 m <sup>3</sup> , < 10.000 m <sup>3</sup> )
Levander	Levering ander water (engros, huishoud) in miljoen m <sup>3</sup>
Grondw	Winning van grondwater in miljoen m <sup>3</sup>
Oeverg	Winning van oevergrondwater in miljoen m <sup>3</sup>
Duinwnat	Winning van natuurlijk duinwater in miljoen m <sup>3</sup>
Duinwinf	Winning van geïnfiltreerd duinwater in miljoen m <sup>3</sup>
Oud	Boekwaarde activa gedeeld door aanschafwaarde activa
Grond <sub>m3</sub>	Hoeveelheid grond in eigen beheer gedeeld door productie
Asbest	Percentage leidingen van asbest
Gietijzernod	Percentage leidingen van nodulair gietijzer
Staal	Percentage leidingen van staal
Beton	Percentage leidingen van beton
Pvc	Percentage leidingen van PVC
Glasvezel	Percentage leidingen van glasvezel
Netopp <sub>m3</sub>	Totaal geprojecteerd oppervlak hoofdleiding gedeeld door productie
Opperv <sub>m3</sub>	Oppervlakte voorzieningsgebied gedeeld door productie
PIC	Prijsindex-cijfer