

HAALBAARHEIDSSTUDIE

ENERGIEBESPARINGSPOTENTIELEN

door

Ir. M.H. Brascamp

Drs. G. Gerritse

Ir. A.G. Melman



postbus 342
7300 AH apeldoorn

bezoekadres
laan van westenenk 501

telex 36395 tnoap
telefoon 055 - 77 33 44

Ref.nr. : 87-005
Dossiernr. : 8728-16284
Datum : mei 1987
NP

Opdrachtgever:
Ministerie van Economische Zaken
Directoraat-Generaal
voor Energie

„Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.”

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de „Algemene Voorwaarden voor Onderzoeks- en Ontwikkelingsopdrachten aan TNO, 1979” dan wel de desbetreffende terzake tussen partijen gesloten overeenkomst.

©1987 TNO 's-Gravenhage

INTRODUCTION

INHOUDSOPGAVE

PAGINA

	SAMENVATTING	3
1.	INLEIDING	7
2.	SECTORKEUZE T.B.V. DE HAALBAARHEIDSSTUDIE	9
3.	SECTORANALYSES	16
4.	INTEGRATIE EN CONCLUSIES	28

BIJLAGEN

1.	PROJECTVOORSTEL	
2.	MODELSTRUCTUUR CENECA	
3.	SELECTIE VAN SECTOREN T.B.V. DE HAALBAARHEIDSSTUDIE	
4.	SECTORANALYSES	

SAMENVATTING

Bij het Ministerie van Economische Zaken bestaat al geruime tijd behoefte aan het vergroten van het inzicht in energiebesparingsmogelijkheden in de verschillende verbruikssectoren.

De belangrijkste redenen daarvoor zijn dat op basis van dat inzicht de toepassing van het beleidsinstrumentarium beter mogelijk wordt en het beleid aan realistische doelstellingen getoetst kan worden. Aan de huidige kennis en inzichten ten aanzien van energiebesparingsmogelijkheden ontbreekt - om een samenstel van redenen - een operationeel karakter.

De haalbaarheidsstudie heeft als concrete doelstelling het nagaan van de haalbaarheid van een samenhangende onderzoekopzet op een vijftal gebieden:

1. technische besparingsmaxima;
2. kostenkarakteristieken van besparinginvesteringen;
3. in technologische ontwikkeling geïncorporeerde besparing;
4. gedragsrelaties ten aanzien van besparingsinvesteringen;
5. gedragsrelaties ten aanzien van good-housekeeping.

Ter versterking van het operationele karakter van de uiteindelijke onderzoeksresultaten is als uitgangspunt genomen dat ze ingepast moeten kunnen worden in het CENECA-energiemodel van het Centraal Planbureau. Dat wil zeggen dat is uitgegaan van een sectorindeling en een structuur van energiebesparing zoals die in dat model worden gehanteerd.

Tegen deze achtergrond zijn voor de twaalf belangrijkste sectoren van CENECA separate analyses uitgevoerd.

1. Verwarming van woningen met centrale verwarming, gebouwd voor 1976.
2. Elektriciteitsverbruik in woningen.
3. Elektriciteitsverbruik in bedrijven.
4. Landbouw.
5. Voedings- en genotmiddelenindustrie.
6. Papier.
7. Petrochemie en overige chemie.
8. Kunstmest.
9. Ferro basismetale.

10. Übersicht:

11. Übersicht: Übersicht:

12. Übersicht:

13. Übersicht: Übersicht:

14. Übersicht:

15. Übersicht:

16. Übersicht:

17. Übersicht:

18. Übersicht:

19. Übersicht:

20. Übersicht:

21. Übersicht:

22. Übersicht:

23. Übersicht:

24. Übersicht:

25. Übersicht:

26. Übersicht:

27. Übersicht:

28. Übersicht:

29. Übersicht:

30. Übersicht:

31. Übersicht:

32. Übersicht:

33. Übersicht:

34. Übersicht:

35. Übersicht:

36. Übersicht:

37. Übersicht:

38. Übersicht:

39. Übersicht:

40. Übersicht:

10. Overige metaal.
11. Overige dienstverlening en overheid.
12. Transport.

Op basis van integratie van de deelresultaten zijn concrete onderzoekaankbevelingen geformuleerd.

Belangrijkste bevindingen

De haalbaarheidsstudie geeft een gedifferentieerd overzicht van de state-of-the-art en het kennispotentieel ten aanzien van energiebesparing.

Op basis daarvan kunnen de belangrijkste bevindingen als volgt worden samengevat:

- a. Meer dan in de achter ons liggende periode noodzakelijk was, dienen voor de toekomst technische besparingsmaxima, in technologische ontwikkeling geïncorporeerde besparingen en het gedrag ten aanzien van besparingsinvesteringen in onderlinge samenhang beschouwd te worden.

Konden op korte termijn ontwikkelingen op het gebied van met name thermische energiebesparing adequaat beschreven worden door vooral de potentiëlen te bezien ten aanzien van individuele unit-operations, voor de langere termijn is het noodzakelijk expliciet een drietal "potentiëlen" te onderscheiden:

- * nieuwe technologische processen, bijvoorbeeld membraantechnologie;
- * procesintegratie, waaronder de integratie van warmtestromen;
- * technische besparingspotentiëlen op het niveau van unit operations (ontwerp en besturing).

De drie "potentiëlen" zijn sterk onderling gerelateerd en kunnen in belangrijke mate slechts geïntegreerd in hun onderlinge samenhang geanalyseerd worden. Bovendien zijn ze elk in verschillende mate afhankelijk van scenario's ten aanzien van economische ontwikkeling, energieprijzen, en andere factoren zoals grondstoffenmix en milieu-eisen.

Dit resultaat is expliciet geconstateerd in de "proces-georiënteerde" verbruikssectoren van de haalbaarheidsstudie: glastuinbouw, voeding- en genotmiddelenindustrie, papier, chemie en basismetaleel.

b. Ten aanzien van kracht-toepassingen komt in toenemende mate een uitgesproken relatie naar voren tussen het thermisch energieverbruik en de ontwikkeling van de elektriciteitsintensiteit van sectoren.

Op basis van ontwikkelingen zoals onder a) beschreven ten aanzien van nieuwe processen en technologieën, procesintegratie en thermische energiebesparing kan kwalitatief beredeneerd worden dat tendensen van verdere elektrificatie bestaan.

Elektrische besparingspotentiëlen kunnen derhalve niet los daarvan worden beschouwd en volgen in belangrijke mate uit de ontwikkelingen in de thermische sfeer.

Belangrijkste aanbevelingen

In separate sectoranalyses is de haalbaarheid vastgesteld van nader onderzoek op het gebied van energiebesparingspotentiëlen en de daaraan verwante grootheden.

Op basis daarvan geeft de haalbaarheidsstudie concrete onderzoekaanbevelingen voor een hoofdstudie op het gebied van de vijf beschouwde aspecten van energiebesparing, gedifferentieerd naar onderscheiden verbruikssectoren. Bovendien wordt een globale kostenraming gegeven.

In hoofdlijnen luiden de aanbevelingen als volgt:

a. De geconstateerde noodzaak van "geïntegreerde procesanalyses" om adequate potentieelramingen te kunnen maken vereist het uitvoeren van een pilot studie, die naast inhoudelijke inzichten, vooral antwoord geven op een aantal onderzoektechnische en methodische vragen die aan de uitgewerkte onderzoekaankpak zijn verbonden:

* kan "geïntegreerde procesanalyse" reproduceerbare resultaten genereren?

* is een dergelijke analyse organisatorisch uitvoerbaar, daar waar geëördineerde inbreng noodzakelijk is van bedrijfstakspecialisten, proces- en energietechnologen en het Centraal Planbureau?

* is de gekozen onderzoeksmethode adequaat om de gemobiliseerde kennis te aggregeren en te operationaliseren ten behoeve van de inpassing in CENeca?

- b. Op basis van de onderzoektechnische resultaten van de pilot studie dienen procesanalyses uitgevoerd te worden in de "procesgerichte" sectoren

glastuinbouw, voedings- en genotmiddelenindustrie, papier, chemie, bouw-materialen en basismetaal.

Bovendien moet de pilot studie antwoord geven op een aantal methodologische vragen ten aanzien van gedefinieerd besparingsonderzoek op het gebied van de ruimteverwarming (gezinshuishoudingen, diensten/overheid en de niet "proces-geöriënteerde" sectoren als overige metaal).

- c. Onderzoek naar besparingspotentiëlen op het gebied van elektrische toepassingen (elektriciteitsverbruik in bedrijven en verbruik in woningen) dient vooral te volgen op basis van, en in samenhang met, de geïntegreerde (proces)analyses zoals boven genoemd.
- d. Ten aanzien van onderzoek naar de invloed en achtergronden van "good-housekeeping" wordt aanbevolen aan te sluiten bij (initiatieven op het gebied van) algemeen gedragsonderzoek.

1. INLEIDING

Bij het Ministerie van Economische Zaken bestaat al geruime tijd behoefte aan vergroting van het inzicht in energiebesparingsmogelijkheden in verschillende verbruikssectoren.

Verbetering van dit inzicht is wenselijk om een viertal redenen:

- toespitsing van het beleidsinstrumentarium wordt beter mogelijk;
- het beleid kan aan realistische doelstellingen worden getoetst;
- vragen betreffende mogelijkheden en perspectieven van energiebesparing en beleid kunnen beter en consistentere antwoorden worden gegeven;
- een betere bijdrage kan worden geleverd aan het opstellen van energiescenario's.

In het verleden hebben diverse onderzoeken op het gebied van energiebesparingsmogelijkheden plaatsgevonden en vinden ook nog thans verschillende studies plaats, waarvan energiebesparing een belangrijk onderdeel uitmaakt.

Het ontbreekt echter aan een up-to-date en evenwichtig totaalbeeld.

De diverse uitgevoerde deelstudies worden gekenmerkt door verschillen in diepgang, tijdshorizon of uitgangspunten, terwijl dikwijls sprake is van overlappende of niet vergelijkbare sectordefinities.

Daarnaast kan een aantal interessante deelstudies als enigszins verouderd worden beschouwd.

Door dit samenstel van redenen ontbreekt aan de resultaten van verschillende onderzoeken, gezien vanuit de beleidsmatige optiek van het Ministerie, een operationeel karakter.

In de periode november 1986 - maart 1987 heeft het Centrum voor Energievraagstukken TNO een haalbaarheidsstudie uitgevoerd naar de mogelijkheden om het beleidsmatig gewenste inzicht in energiebesparingsmogelijkheden in Nederland te vergroten en te operationaliseren. Het onderzoeksvoorstel is opgenomen in bijlage 1 ¹⁾.

1) Centrum voor Energievraagstukken TNO, Projectvoorstel Haalbaarheidsstudie - onderzoek naar enkele beleidsrelevante grootheden op het gebied van energiebesparing, augustus 1986.

Ter verkrijging van het operationele karakter van resultaten is als uitgangspunt van de haalbaarheidsstudie genomen een sectorindeling en een structuur van energiebesparing zoals die wordt gehanteerd in het CENECA-model van het Centraal Planbureau ²⁾.

Als concrete taakstelling voor het totale onderzoek is het volgende geformuleerd:

- a. onderbouwing van exogenen van CENECA, in het bijzonder de energiebesparingsplafonds en de kostenkarakteristieken van specifieke besparingsinvesteringen;
- b. nadere analyse van gedragsvergelijkingen bij specifieke besparingsinvesteringen, geïncorporeerde techn(olog)ische vooruitgang en "good-housekeeping".

De haalbaarheidsstudie is opgebouwd uit drie fasen:

- a. afbakenen van het onderzoeksterrein;
- b. inhoudelijke analyse van haalbaarheid per onderscheiden verbruikscategorie (sector);
- c. integratie en definitie van de hoofdstudie.

Een begeleidingscommissie, bestaande uit medewerkers van het Ministerie van Economische Zaken en het Centraal Planbureau, heeft het onderzoeksteam ondersteund.

De resultaten van de haalbaarheidsstudie zijn weergegeven in onderhavig rapport. Hoofdstuk 2 beschrijft de structuur van het CENECA-model en de wijze waarop het totale onderzoeksveld is ingeperkt tot een geselecteerd aantal sectoren waarvoor de haalbaarheidsstudie is uitgevoerd.

Hoofdstuk 3 geeft een overzicht van de resultaten van de diverse sectoranalyses.

In hoofdstuk 4 worden de conclusies en de bevindingen van de individuele sectoranalyses samengebracht en een plan voor de hoofdstudie uitgewerkt op basis van de herkende mogelijkheden. Daarbij worden tevens de financiële consequenties aangegeven.

2) Centraal Planbureau, CENECA, een model voor energieverbruik, monografie 27 (CPB-model voor het Energieverbruik in samenhang met Economische Activiteiten)

2. SECTORKEUZE T.B.V. DE HAALBAARHEIDSSTUDIE

Zoals eerder aangegeven richt de studie zich op het aanduiden van mogelijkheden om te specificeren en te onderbouwen:

- * besparingsmaxima,
- * kostenkarakteristieken van specifieke besparingsinvesteringen,
- * geïncorporeerde techn(olog)ische vooruitgang,
- * good-housekeeping,
- * gedragsvergelijkingen,

geënt op de sectorindeling en structuur van CENECA.

Teneinde te komen tot een adequate sectorindeling ten behoeve van de haalbaarheidsstudie, onder handhaving van de mogelijkheid om toekomstige onderzoeksresultaten te kunnen blijven terugkoppelen naar CENECA, is de volgende werkwijze gevolgd:

1. Allereerst is de sectorstructuur van het CENECA-model geanalyseerd en vastgesteld op welke wijze en op welk niveau van aggregatie energiebesparing in het model is geïmplementeerd.
2. Daarna is per onderscheiden sector van CENECA beoordeeld in hoeverre besparingsonderzoek wenselijk zou zijn. Verschillende inhoudelijke en beleidsmatige criteria zijn daartoe aangelegd.

2.1 Modelstructuur van CENECA

Bezien vanuit de optiek van energiebesparing is CENECA als volgt uit sectoren opgebouwd:

		verwarming onderverwarming koken heet water elektriciteit vervoer non- en					
1. Gezinnen	1.1 huizen lokaal verwarmd		•				
	1.2 huizen met cv < 1976		•				
	1.3 huizen met cv > 1976		•				
				•			
	1.4 privé gebruik van privé auto's					•	
	1.5 privé gebruik van zaken auto's					•	
2. Overheid			•				
3. Bedrijven	3.1 landb., tuinb., veeteelt 1		•				
	uitwerking geldt ook voor 3.1 t/m 3.11				•		
	3.2 voeding & genot 2 —	3.1.1 eigen wegvervoer				•	
		3.1.2 eigen binnenvaart				•	
	3.3 textiel 3 —						
	3.4 papier 4 —						
	3.5 chemie (excl 3.6 & 3.7) 5 —	uitwerking geldt ook voor 3.1 t/m 3.13	•				
	3.6 petrochemie 6 —					•	
	3.7 kunstmest 7 —						
	3.8 metall. 9 —		•		•	•	
	3.9 ov. metaal 10 —		•		•	•	
	3.10 ov. industrie 12 —		•		•	•	
	3.11 bouw nijverh. 13 —		•		•	•	•
	3.12 transport 14 —		•		•		
	3.13 ov. diensten 15 —		•		•		

				verwarming	ondervuuring	koken	heer water	elektriciteit	vervoer	non- en
4. E-sector	4.1	el. centrales		•						
	4.2	olie raff.		•						
	4.3	gaswinning					•			
	4.4	gasdistributie					•			
	4.5	cokesfabrieken		•					•	
	4.6	kolenvergassing		•			•			
3. Bedrijven (vervolg)	3.14	personenauto's	3.14.1						•	
			zakelijk gebruik privé auto's							
			3.14.2						•	
			zakelijk gebruik van zaken auto's							
	3.15	bestelauto's							•	
	3.16	busvervoer							•	
	3.17	vliegen							•	
	3.18	trein/tram							•	

CENECA onderscheidt vijf energieverbruikstoepassingen:

- a. verwarming/ondervuring;
- b. koken/heet water;
- c. elektrische toepassingen;
- d. vervoer;
- e. non-energetisch verbruik.

De verbruikstoepassingen zijn verdeeld over vier verbruikscategorieën: gezinnen, overheid, bedrijven en de energie-sector.

Energieverbruik is in deze categorieën als volgt gemodelleerd.

Gezinnen

Verwarming in de categorie gezinnen wordt gedesaggregeerd beschouwd in drie sectoren:

- * lokaal verwarmde huizen,
- * huizen met centrale verwarming, gebouwd vóór 1976 (exclusief woningen die na 1976 zijn gerenoveerd),
- * huizen gebouwd of gerenoveerd na 1976, in vijfjaarlijkse bouwklassen.

Verbruik en besparing van energie ten behoeve van koken/heet water en elektrische toepassingen worden bepaald op geaggregeerd gezinsniveau.

Energieverbruik ten behoeve van het particulier personenvervoer wordt binnen de categorie gezinnen gemodelleerd in twee sectoren:

- * gebruik van privé auto's,
- * gebruik van zakelijke auto's.

Overheid

De modellering van de sector overheid is geaggregeerd in de verbruikstoepassingen verwarming, elektriciteit en vervoer.

Bedrijven

CENECA onderscheidt dertien bedrijfstakken:

1. landbouw, tuinbouw,
2. voeding en genotmiddelenindustrie,
3. textielnijverheid,

4. papier en grafische industrie,
5. overige chemie,
6. petrochemie,
7. kunstmestindustrie,
8. basismetaleel,
9. overige metaalindustrie,
10. overige industrie (inclusief bouwmaterialen),
11. bouwnijverheid,
12. transport,
13. diensten.

Energieverbruik en energiebesparing ten behoeve van verwarming/ondervuring, elektrische toepassingen en eigen vrachtvervoer wordt op afzonderlijk bedrijfstakniveau beschouwd.

Eigen vrachtvervoer is daarbij gedesaggregeerd in eigen wegvervoer en eigen binnenvaart.

Het gebruik van energie voor non-energetische toepassingen wordt uitsluitend expliciet gemodelleerd voor de bedrijfstak bouwnijverheid. In de petrochemie, kunstmestindustrie en overige chemie zijn non-energetische toepassingen geïntegreerd beschouwd met verwarming en ondervuring.

Activiteiten ten behoeve van het transport van goederen en personen, afgezien van het eerdergenoemde eigen vrachtvervoer, is niet op bedrijfstakniveau, maar op het niveau van de onderscheiden modes gemodelleerd:

- * personenauto's voor zakelijk gebruik,
- * bestelauto's,
- * busvervoer,
- * vliegen,
- * trein/tram.

Warmte-kracht koppeling in de industrie wordt niet als afzonderlijke besparingsoptie beschreven, maar meer als substitutie-optie beschouwd voor in te kopen elektriciteit.

Energie-sector

In het CENECA-model wordt de energiesector onderscheiden in de volgende vraagcomponenten:

- * openbare centrales,
- * raffinaderijen,
- * gaswinning,
- * gasdistributie en
- * cokesfabrieken.

Bij openbare centrales worden thermische verliezen en eigen verbruik van elektriciteit geaggregeerd gemodelleerd in één overall thermisch rendement. De overige sectoren kennen een onderscheid tussen thermische en elektrische toepassingen.

Van de sectorindeling, zoals in het bovenstaande geschetst, is in bijlage 2 aangegeven op welke wijze binnen CENECA de modellering plaatsvindt ten aanzien van besparingsmaxima, daaraan gekoppelde specifieke investeringen, technologische ontwikkeling, good-housekeeping en expliciet energiebesparingsgedrag.

2.2 Selectie van sectoren ten behoeve van het haalbaarheidsonderzoek

Het zal op voorhand duidelijk zijn dat het voor het verkrijgen van een totaalbeeld niet nodig is de haalbaarheidsstudie uit te voeren voor alle, in de voorgaande paragraaf, geschetste sectoren.

Immers, sommige sectoren zullen in kwantitatief opzicht van geringe betekenis zijn, van andere kan de huidige onderbouwing van exogenen adequaat worden geacht en weer andere zullen beleidsmatig geringere prioriteit genieten.

Er is een keuze gemaakt, waarbij de volgende selectiecriteria zijn gehanteerd:

1. het model-technisch belang van de energiebesparingsparameters;
2. de kwaliteit van de huidige onderbouwing van de exogene waarden;
3. de mate waarin, zonder dat daarvoor een haalbaarheidsstudie wordt uitgevoerd, kwaliteitsverbetering van de exogene parameters mogelijk wordt geacht;
4. het belang van de sector gezien vanuit het energiebeleid;
5. de economische toekomstverwachting van de sector.

In bijlage 3 is de selectie van sectoren uitgewerkt.

Op basis hiervan en op basis van overleg met de begeleidingscommissie is besloten de volgende sectoren nader te analyseren:

Sector:

1. Verwarming van woningen met centrale verwarming gebouwd vóór 1976.
(excl. renovatie woningen).
2. Elektriciteitsverbruik in woningen.
3. Elektriciteitsverbruik in bedrijven.
4. Landbouw.
5. Voeding en genotmiddelen.
6. Papier.
7. Petrochemie en overige chemie.
8. Kunstmest.
9. Ferro basismetaal.
10. Overige metaal.
11. Overige dienstverlening/overheid.
12. Transport.

3. SECTORANALYSES

Voor de twaalf geselecteerde sectoren zijn afzonderlijke analyses uitgevoerd.

Elke deelstudie beschrijft de relevante sectorkarakteristieken en de state-of-the-art ten aanzien van energiebesparing. Daarnaast wordt expliciet ingegaan op het kennispotentieel.

Op basis van de bevindingen op deze drie terreinen worden tenslotte de onderzoek aanbevelingen geformuleerd.

De resultaten per onderzochte sector zijn gerapporteerd in bijlage 4 en omvatten in detail de volgende punten:

- a. Sectordefinitie en -activiteiten.
- b. Technische en economische ontwikkeling in de sector.
- c. Energiegebruik.
- d. Relevante sectorkenmerken ten aanzien van de implementatie van energiebesparing.
- e. Recent energie-onderzoek.
- f. Relevante onderzoekinstellingen.
- g. Potentiële beschikbaarheid van gegevens en kennis.
- h. Onderzoek aanpak.

De bevindingen per sector kunnen als volgt worden samengevat.

3.1 Warmteverbruik in woningen met CV gebouwd voor 1976

De sector omvat ongeveer 2,4 van de 5,2 miljoen woningen in Nederland. Door de uitstroom van woningen voor renovatie en de instroom door verdere penetratie van centrale verwarming in de bestaande bouw, is de klasse niet statisch gedefinieerd. Verwaarlozing van de kwaliteitsverschillen tussen deze stromen van woningen en de kwaliteit van het achterblijvende aggregaat leidt echter niet tot grote fouten.

Er bestaat een grote variatie in het energieverbruik en de besparingsmogelijkheden in verschillende soorten woningen. Het bouwjaar, het woningtype en de huurverhouding zijn de belangrijkste factoren.

De technische besparingsmogelijkheden en de bijbehorende kosten worden vooral bepaald door het bouwjaar en het woningtype (Heidemij 1985). De actuele implementatie van energiebesparing wordt vooral bepaald door de eigendomsverhouding (BAK, KWR 1985).

Expliciet kwantitatief inzicht in de besparingspotentiëlen in de verschillende categorieën woningen, dat wil zeggen op basis van een representatieve steekproef, bestaat niet en is niet binnen handbereik. Uitgebreid woningonderzoek, te verrichten door experts zou noodzakelijk zijn, waarbij rekening zou moeten worden gehouden met een zeer grote diversiteit in woningtypen.

Wel bestaat op basis van "best professional guess", gebaseerd op praktijkervaring, voldoende globaal inzicht in de potentiëlen van categorieën woningen en in een gedifferentieerde prijsopbouw daarvan.

Overigens kunnen technologische ontwikkeling en technische besparingspotentiëlen daarbij moeilijk los van elkaar beschreven worden.

Op basis van deze bevindingen luidt de geformuleerde onderzoekopzet als volgt. Het beschouwde woningbestand wordt, in overleg met de uitvoerder, opgesplitst in een aantal (< 10) karakteristieke categorieën.

Per categorie worden technologische ontwikkeling, technische besparingspotentiëlen en kosten van besparingsinvesteringen in onderlinge samenhang geanalyseerd op basis van een "engineering"-benadering.

De analyse vindt plaats binnen twee, door het CPB te definiëren, omgevings-scenario's.

De huidige modellering van het gedrag ten aanzien van besparingsinvesteringen wordt adequaat geacht. Differentiatie naar huur en koop is echter wenselijk.

Ten aanzien van good-housekeeping wordt aanbevolen aan te sluiten op algemeen gedragsonderzoek. Specifiek onderzoek naar good-housekeeping in relatie tot energiebesparing wordt in dit stadium nog niet haalbaar geacht.

3.2 Elektriciteitsverbruik in woningen

Het elektriciteitsverbruik in woningen is de resultante van de energie-intensiteit van elektrische toepassingen en de penetratie van die toepassingen.

"Witgoed" (wasautomaat, koelkast e.d.) is de belangrijkste verbruikscategorie (34%), gevolgd door verlichting (27%) en de aan de woningverwarming gerelateerde toepassingen: circulatiepomp voor centrale verwarming en waterverwarming (19%). Gebruik van elektriciteit voor ruimteverwarming is gering en kan ook voor de toekomst buiten beschouwing blijven.

Expliciet gedrag ten aanzien van energiebesparing is in het algemeen van geringere betekenis. Wel speelt energiebewustzijn een rol bij de aanschaf van witgoed-artikelen en verlichting. Daarbij mag overigens worden verwacht dat er naast aanbod van substantieel duurdere energiezuinige apparatuur steeds een markt zal blijven bestaan voor goedkopere merken.

Er bestaat gedetailleerd inzicht in het energieverbruik per elektrische toepassing en een goed beeld van de actuele technische besparingspotentiëlen. Weinig kennis bestaat daarentegen over de invloed van energieprijzen op enerzijds de verdergaande technologische ontwikkeling en anderzijds het koopgedrag van de consumenten.

Het aanbevolen onderzoek valt in twee delen uiteen.

Het eerste deelonderzoek omvat de elektrische toepassingen die zijn gerelateerd aan ruimteverwarming: elektrische voorzieningen aan CV-installaties, mechanische ventilatie en warmwatervoorziening. Voor deze categorie van toepassingen geldt een sterke samenhang met ontwikkelingen op het gebied van ruimteverwarming en dient in samenhang daarmee onderzocht te worden.

Het tweede onderzoek betreft de overige elektrische toepassingen. Het omvat een inventarisatie van de verwachten technologische ontwikkelingen - binnen twee te definiëren omgevingsscenario's - en een marktonderzoek naar de verklarende factoren voor de penetratie van elektrische toepassingen en het energiebesparend investeringsgedrag van de consument.

3.3 Elektriciteitsverbruik in bedrijven

Er is sprake van een algehele tendens van toenemende elektrificatie op langere termijn. Implementatie van nieuwe technologische processen, bijvoorbeeld membraantechnologie, integratie van warmtestromen en voortgaande thermische energiebesparing zijn daarbij de belangrijkste krachten.

Het gebruik van elektriciteit voor kracht is de belangrijkste toepassing (65%). Uitgezonderd grote elektriciteitsgebruikers - dertig procent van het industrieel verbruik uit het openbare net wordt afgenomen door 8 bedrijven - kan het elektriciteitsverbruik in bedrijven het best gecategoriseerd worden in verlichtingstoepassingen en zogenaamde categorale krachttoepassingen. Dat zijn categorieën van apparaten die in alle sectoren voorkomen.

Een categorisering naar elektriciteitverbruikende processen is minder goed mogelijk door de grote inhomogeniteit binnen procesklassen.

Er mag aangenomen worden dat, uitgezonderd de grote elektriciteitverbruikende ondernemingen, in het algemeen nauwelijks sprake is van expliciet gedrag ten aanzien van elektriciteitsbesparing.

Realisatie van het besparingspotentieel, ongeveer 25% voor verlichting en 15% voor categorale krachttoepassingen (KWW 1984), zal dan ook geleidelijk geschieden via de reguliere vervanging van apparaten.

Zoals gezegd staat hier tegenover, en wellicht op langere termijn in overheersende mate, de tendens tot verdere elektrificatie.

Expliciet onderzoek op deze gebieden is niet verricht.

De onderzoek-fasering is als volgt.

Allereerst is het noodzakelijk inzicht te verwerven in de kwantitatieve uitwerking van elektriciteitsbesparing aan de ene kant en verdergaande elektrificatie aan de andere kant. Geïntegreerde procesanalyse zoals beschreven in hoofdstuk 4.1 moet dat eerste inzicht verschaffen.

Op basis daarvan kan de concrete formulering van nader onderzoek plaatsvinden.

Los hiervan is het aan te bevelen de grote elektriciteitsafnemers individueel te bevragen naar aspecten van technologische ontwikkeling en technische besparingspotentiëlen.

3.4 Landbouw en visserij

Energieverbruik in de landbouw en visserij wordt in hoge mate gedomineerd door de glastuinbouw (92%).

Daarbinnen wordt het beeld overheerst door drie categorieën: groente (3690 ha), snijbloemen (3724 ha) en potplanten (500 ha).

Glastuinbouw wordt gekenmerkt door een voortdurende snelle (technologische) ontwikkeling, zowel ten aanzien van teelten en teeltsystemen als ten aanzien van energiegebruik.

Het up-to-date houden van het areaal en het verhogen van de produktiviteit hebben voortdurende prioriteit. Daarbij is energiebesparing te beschouwen als een dwanginvestering.

De alertheid en goede organisatie van de sector zijn kenmerkend.

IMAG (1986) schat de gerealiseerde energiebesparing over de periode 1979-heden op ongeveer 30%. Een verdergaande besparing met 30%, enkel op basis van bestaande kennis en technieken, lijkt realistisch.

Er dient echter wel gedacht te worden dat separate beschouwing van besparingsopties, los van teelttechnologische ontwikkelingen, tot een onjuist toekomstbeeld kan leiden.

Op basis van deze bevindingen concentreert het uit te voeren onderzoek zich in belangrijke mate in de glastuinbouw.

Er wordt aanbevolen om ten aanzien van de onderscheiden teelten geïntegreerde analyses uit te voeren op het gebied van ontwikkeling in de teelten en teeltwijzen, in samenhang met ontwikkelingen op het gebied van energie-omvorming, warmte-technische installaties, kasontwikkeling en procesbesturing.

De analyses worden uitgevoerd binnen twee scenario's ten aanzien van economische ontwikkeling en energieprijzen.

Er wordt, gezien het dwangmatige karakter ervan, voorbijgegaan aan expliciete beschrijving van het gedrag ten aanzien van besparingsinvesteringen.

3.5 Voedings- en genotmiddelenindustrie

Op basis van bruto produktiewaarde wordt de sector gedomineerd door een viertal sub-sectoren: slachterijen en vleeswarenindustrie, de zuivelindustrie,

de produktie van mengvoeders en de zetmeelproducerende en verwerkende industrie.

Bezien vanuit energie-oogpunt zijn de zuivelindustrie, suikerproduktie en de fabricage en verwerking van zetmeel de belangrijkste bedrijfstakken (meer dan 50%).

Het opvallend grote aandeel van proceswarmte (67%) en het relatief daaraan geringe energieverbruik in thermische unit-operations zijn karakteristiek voor de voedings- en genotmiddelenindustrie.

Dat impliceert dat met name in deze bedrijfstak integratie van de warmtestromen in de diverse processen tot grotere besparingsmogelijkheden aanleiding zal geven dan op basis van afzonderlijke beschouwingen op het niveau van unit-operations verwacht mag worden (Bloks 1986).

De kennis ten aanzien van energiebesparingsmogelijkheden is vanuit twee invalshoeken beschikbaar: branche-georiënteerde informatie en techniekgerichte kennis.

Er bestaat goed inzicht op sectorniveau ten aanzien van de werkzaamheid van de verschillende factoren die de implementatie van energiebesparing beïnvloeden. Daarnaast is adequate kennis aanwezig ten aanzien van de ontwikkelingen in de diverse voortbrengingsprocessen, de energietechnologische opties en de mogelijkheden van procesintegratie.

De onderzoekaankpak is als volgt.

Van de belangrijkste voortbrengingsprocessen worden integrale procesanalyses uitgevoerd. De analyses richten zich erop om op reproduceerbare wijze de samenhang te beschrijven tussen technologische ontwikkeling, technische besparingspotentiëlen en de kosten van besparingsinvesteringen. De analyses worden uitgevoerd binnen twee, te definiëren, scenario's ten aanzien van economische groei en energieprijzen.

De resultaten van afzonderlijk uit te voeren onderzoek naar de belangrijkste unit operations worden in bovenstaande analyses ingebracht.

Tenslotte wordt het geheel van resultaten vertaald naar het 3-digit subsectorniveau.

3.6 Papier

In de sector papier is de papier- en kartonindustrie (SBI 26.1) met een aandeel van 40% in de produktiewaarde, de belangrijkste bedrijfsgroep. De toekomstige ontwikkeling van de sector zal gaan in de richting van een verdere modernisering en toenemende verwerkingsdiepte.

Energiebesparing is een voortgaande trend, met als drijvende krachten modernisering van het machinepark en diepte-investeringen in energiebesparing bij bestaande installaties. Door wijzigingen in het grondstofpakket, los van besparingseffecten, zal het energieverbruik toe- of afnemen. Goodhousekeeping speelt geen rol.

Gekwalificeerde onderzoekcapaciteit is aanwezig. De beschikbare informatie zal op de eisen, die aan de modellering in CENECA worden gesteld, moeten worden toegesneden.

De onderzoekaankpak is als volgt.

Het onderzoek start vanuit analyses op procesniveau, gevolgd door integratie per produkt/produktgroep tot het niveau van de totale produktie.

Vervolgens worden de mechanismen, die de ontwikkeling van de energieintensiteit bepalen (gedrag ten aanzien van technologische ontwikkeling en technische besparingspotentiëlen) in onderlinge samenhang op het niveau van de totale produktie gedefinieerd.

De analyses worden uitgevoerd binnen het raamwerk van twee nader te bepalen scenario's voor economische ontwikkeling, energieprijzen, ontwikkeling op het gebied van milieu-eisen en beschikbaarheid van grondstoffen.

3.7 Petrochemie en overige chemie

De grondstoffenchemie is energetisch gezien overheersend in deze sector. De sector is goed voor ca. 50% van de produktiewaarde en 80% van het energieverbruik van de totale chemie (exclusief kunstmest). Het toekomstbeeld van de chemie als geheel zal worden gekenmerkt door:

- afnemende groei/krimp bulkprodukties;
- versterkte eindproduktdifferentiatie (verwerking);
- zwaar accent op procesoptimalisering en verfijning van de ontwerpen.

De basischemie heeft in voorbije jaren een aanzienlijke energiebesparingsinspanning geleverd. Verdere besparingen hangen vooral samen met de technologische vernieuwingen in de produktiesfeer en, afhankelijk van de actuele energieprijsvooruitzichten, van energiebesparende diepte-investeringen.

Vergroting van de verwerkingsdiepte houdt in een verhoging van de energieintensiteit van de produktie (op tonnagebasis). Good-housekeeping is van ondergeschikt belang.

Specifieke informatie over energiebesparingsmogelijkheden op procesniveau zal verder ontsloten moeten worden. Daarnaast blijft toesnijding en operationalisering van de beschikbare informatie naar CENECA een belangrijke opgave.

Met betrekking tot de aanpak van verder onderzoek wordt aanbevolen te starten met de analyses vanuit het procesniveau. Daarbij worden de energiebesparingsmogelijkheden/mechanismen die behoren bij de technologische ontwikkelingen in de onderscheiden processtappen en bij de "echte" energiebesparingsinvesteringen (technische besparingspotentiëlen) in een geïntegreerde benadering bepaald.

Ook hier worden de analyses uitgevoerd in een raamwerk van nader te bepalen scenario's voor economische ontwikkeling, energieprijzen etc.

3.8 Kunstmest

In de sector kunstmest domineert de stikstofmestfabricage: 80% van zowel de produktie (op hoeveelheidsbasis) als van het energieverbruik. De komende jaren zullen in het teken staan van een strategie gericht op overleven door uit bedrijfname van niet meer renderende capaciteiten, waarbij het tempo waarin technologische vernieuwingen c.q. energiebesparingspotentiëlen gerealiseerd worden laag zal liggen. Afgezien hiervan speelt bij de mechanismen die de effectuering van besparingsinvesteringen bepalen de energieprijs een rol.

De kennis op procesniveau met betrekking tot produktietechnologie en energiebesparingsmogelijkheden is aanwezig, maar dient beter gearticuleerd en afgestemd te worden op de eisen in verband met de operationalisering van de informatie naar CENECA toe.

Op grond van dit vooronderzoek wordt aanbevolen de analyse van de koppeling technologie/energieverbruik en besparingspotentieel/investeringsomvang te starten vanuit de afzonderlijke processtappen, gevolgd door integratie op niveau van produktgroepen (ter indicatie: stikstofhoudende en fosfaat-houdende kunstmesten). Dit alles uit te voeren in een raamwerk van nader te bepalen scenario's voor economische ontwikkeling, energieprijzen etc.

Tevens worden de gedragsmechanismen ten aanzien van twee componenten, namelijk technologische ontwikkeling enerzijds en energiebesparende diepte-investeringen anderzijds, op het niveau van produktgroepen vastgesteld.

3.9 Ferro basismetaal

De sector ferro basismetaal wordt gedomineerd door de ruwijzer- en staal-industrie (SBI 33.1) met ruim 80% van de bruto produktiewaarde van de totale sectoren. Op langere termijn wordt, gemeten in ruwstaal volume, een constant produktieniveau verwacht, gekenmerkt door doorgaande modernisering en toenemende verwerkingsdiepte.

Binnen SBI 33.1 heeft de geïntegreerde produktie van staal via de hoogovens/oxystaal procesroute een overheersend aandeel van 95%.

Energiebesparing is een doorgaande trend.

Modernisering van het produktiepark en besparingen bij bestaande processen, zowel aan de voor- als aan de achterkant, zijn de drijvende krachten.

Het realisatietempo van beide hangt overigens sterk af van de actuele energieprijzontwikkeling. Milieumaatregelen en de verdere verwerkingsdiepte zijn daarnaast verbruiksverhogende activiteiten.

Het kennisniveau, zowel ten aanzien van produktietechnologie als ten aanzien van energiebesparingsmogelijkheden, is goed. Toesnijding en operationalisering van de beschikbare informatie naar CENECA is de belangrijkste onderzoekopgave.

Op grond van het bovenstaande luiden de aanbevolen onderzoekstappen als volgt.

Het onderzoek start vanuit analyses op procesniveau, gevolgd door integratie per produkt of produktgroep tot het niveau van de totale produktie van de sector. De procesanalyses beschrijven in onderlinge samenhang de technolo-

gische ontwikkelingen in de onderscheiden processtappen en de technische besparingspotentiëlen die daar bijhoren.

De analyses worden uitgevoerd binnen twee nader te bepalen scenario's voor economische ontwikkeling, energieprijzen, ontwikkelingen op het gebied van milieu-eisen en beschikbaarheid van grondstoffen.

De mate waarin het expliciete gedrag ten aanzien van energiebesparende diepte-investeringen wordt beïnvloed door energieprijzen wordt vastgesteld.

3.10 Overige metaal

De produktie in deze sector wordt voor ca. 1/3 bepaald door de elektrotechnische industrie. Voor het overige deel zijn de metaalprodukten-, de machine- en de transportmiddelindustrie in globaal gelijke mate bepalend. Het economisch belang van deze sector is groot (ca. 50% van de industriële werknemers).

De sector is echter energie-extensief. Ongeveer 50% van het energieverbruik is ten behoeve van ruimteverwarming. Voor het overige betreft het kracht en worden er hier en daar nog wat ovens gebruikt. In de elektrotechnische industrie worden ook nog aardolieprodukten voor non-energetische toepassingen gebruikt.

Van specifiek energiebesparend gedrag is, afgezien van voor de hand liggende maatregelen in de good-housekeeping sfeer, in deze sector nauwelijks sprake. Behalve door de lage energie-intensiteit wordt dit ook veroorzaakt door het feit, dat de gemiddelde bedrijfsomvang in deze sector klein is. Door het ontbreken van energiebesparingsinvesteringsgedrag bepaalt de apparatenbouwer en het algemeen investeringsniveau de gerealiseerde besparing. Een uitzondering in deze moet gemaakt worden voor Philips. Dat bedrijf kent wel een, vanuit de centrale leiding opgelegd, specifiek energiebesparend gedrag.

Onderzoek moet met name plaatsvinden op het niveau van unit-operations. Daarbij wordt voor een geïntegreerde benadering gekozen van technisch besparingspotentieel en technologische ontwikkeling. De technologische ontwikkeling wordt in samenhang met twee omgevingsscenario's bestudeerd.

Gezien het belang van good-housekeeping is separaat gedragsonderzoek noodzakelijk naar invloed en bepalende factoren. Vanwege de complexiteit van

dit soort onderzoek en het stadium waarin het verkeert (theorievorming) wordt het echter niet zinvol geacht specifiek onderzoek vanuit de energie-optiek op te starten. Aansluiting op algemeen onderzoek in deze zin wordt wel aanbevolen.

3.11 Diensten en overheid

Statistisch materiaal over het energieverbruik in de sector diensten en overheid is slechts beperkt voorhanden. Globaal gesproken komt 80% van het verbruik voor rekening van ruimteverwarming en 10% voor verlichting.

Energie speelt als kostenfactor in deze sector een marginale rol. De personeelslasten domineren in hoge mate, pas op grote afstand gevolgd door kosten voor behuizing en opslag.

De interesse voor energiebesparing, voor zover niet opgelegd door het stellen van normbedragen voor energie in de overheidssfeer, is dan ook minimaal. De genoemde normering is een reden om eventueel in deze sector onderscheid te maken tussen dat deel, dat budgettair afhankelijk is van de overheid én het overig deel.

Ten aanzien van besparingspotentiëlen en daarmee samenhangende kosten bestaat redelijk inzicht voor ziekenhuizen, bejaardentehuizen, scholen en kantoren (DHV 1985).

Voor de overige sectoronderdelen is dat niet het geval.

Op grond van deze bevindingen luiden de onderzoekaanbevelingen als volgt.

Allereerst is het noodzakelijk de actuele energiesituatie in de diverse sectoronderdelen te inventariseren, als basis voor de vast te stellen besparingspotentiëlen.

Daarna dienen de drie werkzame componenten ten aanzien van energiebesparing - technologische ontwikkeling, technische besparingsmaxima en daaraan gekoppelde kostprijs van investeringen - in een samenhangende analyse bepaald te worden.

De noodzakelijke "engineering" benadering vindt plaats onder twee, nader te definiëren, omgevingsscenario's.

Het wordt daarbij aanbevolen deze analyse uit te voeren als vervolg op soortgelijk onderzoek in de sector woningverwarming (zie ook 3.1).

3.12 Transport

Transport speelt in alle sectoren een rol. Wat het personenverkeer betreft overheerst de auto. Bij het goederentransport is dat, buiten de internationale scheepsvaart, de vrachtwagen.

Het energieverbruik voor verkeer en vervoer bedraagt 10 à 15% van het totaal nationaal energieverbruik. Motorbenzine en dieselolie zijn daarbij de belangrijkste energiedragers. Personenauto bij het personenverkeer en vrachtauto bij het goederenverkeer zijn de energie-intensiefste vervoersmiddelen.

De stijgende energieprijzen hebben een daling van de energie-intensiteit van de individuele vervoermiddelen te zien gegeven. Tegelijkertijd is echter sprake geweest van verdere penetratie van relatief energie-intensieve vervoermiddelen in de markt. Dat duidt op een overheersende werking van andere factoren dan de energieprijs bij de beslissing welk vervoermiddel met welke intensiteit gekozen wordt.

Omdat het inzicht in besparingspotentiëlen in de diverse vervoersmiddelen (welke potentiëlen overigens niet te scheiden zijn van technologische ontwikkeling) voldoende is, zou het beoogde onderzoek zich moeten richten op besparingspotentiëlen door een energie-optimale verkeerslogistiek.

Omdat de logistiek slechts voor een beperkt deel beïnvloed wordt door energetische aspecten, dient hierbij aansluiting gezocht te worden bij algemeen verkeerslogistisch onderzoek. Met andere woorden: separaat onderzoek wordt niet wenselijk geacht.

4. INTEGRATIE EN CONCLUSIES

Dit hoofdstuk formuleert een samenhangende onderzoekopzet op basis van de conclusies en aanbevelingen van de afzonderlijke sectoranalyses.

Aanbevelingen op andere, niet expliciet onderzochte gebieden, zoals de sector bouwmaterialen en warmte-kracht, worden ingepast.

De onderzoekopzet en fasering zijn ingegeven door methodologische en onderzoektechnische overwegingen en door prioriteiten van inhoudelijke aard.

Tenslotte wordt een globale kostenraming gegeven van de diverse onderdelen van het voorgestelde onderzoek.

4.1 Methodologische en onderzoektechnische overwegingen

In de diverse "proces-georiënteerde" verbruikssectoren:

- glastuinbouw
- voedings- en genotmiddelenindustrie
- papier
- kunstmest
- petrochemie en overige chemie
- ferro basismetaal

is expliciet vastgesteld dat - meer dan in het recente verleden - technische besparingsmaxima, in technologische ontwikkeling geïncorporeerde besparingen en besparingsgedrag in onderlinge samenhang moeten worden beschouwd.

Het recente verleden werd gekenmerkt door sterke energieprijsstijgingen in de zeventiger jaren. Tegen die achtergrond kon energiebesparing adequaat beschreven worden door vooral te kijken naar besparingspotentiëlen van individuele unit-operations.

Voor de langere termijn tot het jaar 2010 is het daarentegen noodzakelijk een drietal "potentiëlen" te onderscheiden:

- * nieuwe technologische processen, zoals membraantechnologie en technieken van mechanisch ontwateren;
- * procesintegratie, met gewijzigde lay-out van processchema's en integratie van warmtestromen;
- * technische besparingspotentiëlen op het niveau van unit-operations, dat wil zeggen door verbeteringen van het ontwerp en de bedrijfsvoering.

De drie potentiëlen zijn in de eerste plaats sterk onderling gerelateerd en kunnen in belangrijke mate slechts geïntegreerd geanalyseerd worden. Onafhankelijke potentieelramingen zullen tot een onvolledig en onjuist toekomstbeeld aanleiding geven. Een voorbeeld uit de voedings- en genotmiddelen-industrie illustreert dat (Bloks 1987).

Indampers zijn een belangrijke unit operation in deze sector. Het energieverbruik daarvan bedraagt ruim 2000 TJ.

Indamping geschiedt in verschillende trappen, meestal 3 of 4. Installaties met 6 à 7 trappen zijn echter economisch interessant. Volledige invoering ervan zou een energiebesparing van 10% tot gevolg hebben. Als substituuut dient zich aan de toepassing van mechanische damprecompressie met een besparingspotentieel van 25 à 30%.

Er mag echter verwacht wordt dat beide opties op de duur vervangen zullen worden door ontwikkelingen op het gebied van membraantechnologie.

In de tweede plaats zijn de scheidslijnen tussen technologische ontwikkeling, procesintegratie en unit-operations niet altijd strikt gedefinieerd.

Zo zou procesintegratie gedeeltelijk - voor zover het ingrijpende wijzigingen betreft in de lay-out van processchema's - gerekend kunnen worden tot technologische ontwikkeling. Evenzo zou het gedeeltelijk tot het besparingspotentieel van unit-operations gerekend kunnen worden, namelijk daar wat het gelimiteerde terugwinning en uitwisseling van warmte betreft.

Beide overwegingen maken geïntegreerde procesanalyses noodzakelijk.

Aan deze conclusie is een drietal belangrijke methodologische en onderzoek-technische aspecten verbonden:

- a. reproduceerbaarheid van resultaten;
- b. organisatorische uitvoerbaarheid;
- c. aansluiting op exercities met het CENECA-model.

Reproduceerbaarheid van resultaten

De drie beschouwde potentiëlen zijn onderling gerelateerd en ieder op hun beurt in verschillende mate afhankelijk van scenario's ten aanzien van economische ontwikkeling, energieprijzen en aspecten zoals milieu-eisen en grondstoffen.

Volledige reproduceerbaarheid van resultaten zou vereisen dat de diverse oorzaak-gevolg relaties expliciet worden gemaakt.

In het onderhavige onderzoekveld zal echter in belangrijke mate gesteund moeten worden op "expert opinions", waarbij impliciete weging en beoordeling een rol van betekenis spelen. Daarbij zal formalisering van de diverse wegingen en beoordelingen overigens zoveel mogelijk moeten worden nagestreefd.

Organisatorische uitvoerbaarheid

Integrale analyses op het niveau van processen - binnen consistente scenario's zoals boven aangegeven - en vertaling naar het niveau van CENECA-(sub)sectoren vereist inbreng en samenwerking van proces- en energietechnologen, bedrijfstakspecialisten en het Centraal Planbureau.

Coördinatie tussen de verschillende partijen is noodzakelijk.

Aansluiting op exercities met het CENECA-model

De aansluiting van de onderzoekresultaten op CENECA betreft een drietal aspecten.

In de eerste plaats is het noodzakelijk dat de onderzoekresultaten qua structuur aansluiten bij de modelstructuur van CENECA. Dat wil zeggen dat integrale analyse, met dikwijls impliciete relaties, aansluit op expliciete modelstructuren ten aanzien van technologische ontwikkeling, technische besparingspotentiëlen en besparingsgedrag.

In de tweede plaats vereist procesanalyse een vertaling naar de geaggregeerde sectorniveaus die in CENECA worden gehanteerd. Indien procesanalyses de energetisch en/of economisch belangrijkste processen van een sector betreffen, dan is het nodig vast te stellen en te formaliseren in hoeverre de specifieke bevindingen van toepassing zijn op het meer diffuse "restant" van de sector.

In de derde plaats hebben geïntegreerde procesanalyses noodzakelijkerwijs het karakter van case studies.

Zoals boven aangegeven, zal in belangrijke mate gesteund moeten worden op "expert opinions", zonder het geheel van oorzaak-gevolg relaties tussen scenario's enerzijds en de drie besparingspotentiëlen anderzijds uitputtend te formaliseren.

Case studies hebben het karakter van puntschattingen ten aanzien van genoemde relaties. Een enkelvoudige case studie, resulterend in een enkelvoudige puntschatting, zou impliceren dat bij elke run met het CENECA-model uitgebreide consultatie van de experts nodig zou zijn.

Er zou immers steeds moeten worden vastgesteld of onder scenario's die afwijken van de bij de case studie gehanteerde uitgangspunten, de onderzoekresultaten geldig geacht kunnen worden.

Derhalve zullen per geïntegreerde procesanalyse minstens twee varianten moeten worden onderzocht voor mogelijke economische ontwikkelingen, energieprijzen en andere van belang zijnde exogene grootheden.

Op grond van deze bevindingen wordt een pilot-studie op het gebied van "integrale procesanalyse" noodzakelijk geacht.

De studie moet, naast inhoudelijke inzichten, vooral antwoord geven op vragen ten aanzien van de genoemde onderzoektechnische en methodologische aspecten:

- * kan "geïntegreerde procesanalyse" voldoende reproduceerbare resultaten genereren?
- * is een dergelijke analyse organisatorisch uitvoerbaar, daar waar gecoördineerde inbreng noodzakelijk is van bedrijfstakspecialisten, proces- en energietechnologen en het Centraal Planbureau?
- * is de gevolgde onderzoekmethode adequaat om de gemobiliseerde kennis te aggregeren en te operationaliseren ten behoeve van de inpassing in CENECA?

Onderstaand schema wordt, cursief gedrukt, een overzicht gegeven van de verschillende onderzoekstappen in de pilot-studie.

ONDERZOEKSTAPPEN

1. *Selectie van processen*
2. *Definitie omgevingsscenario's en randvoorwaarden CPB*
3. *Beschrijving van de huidige processtappen*
4. *Beschrijving en analyse van de "best available technology"*
5. *Generalisatie naar overige processen*
6. *Aggregatie naar sectorniveau*
7. *Integratie in CENECA*
8. *Evaluatie*

Ad 1. Selectie van processen

De selectie van de te analyseren processen dient plaats te vinden op grond van de volgende criteria:

- gezamenlijk moeten de processen een aanzienlijk deel van het energieverbruik in de sector te bepalen;
- de processen moeten alle in de sector toegepaste unit-operations omvatten;
- zo mogelijk moeten de processen representatief geacht kunnen worden voor een klasse van processen, zodat generalisatie naar niet geanalyseerde processen vereenvoudigd wordt.

Uitvoerders: proces- en energietechnologen en bedrijfstakspecialisten.

Ad 2. Definitie omgevingsscenario's en randvoorwaarden CPB

Minstens twee scenario's worden vastgesteld. Primair gaat het daarbij om economische groei- en energieprijsscenario's. Afhankelijk van de gegevens, die het CPB nodig heeft voor de integratie in haar model, is het mogelijk dat de scenario's op grond van meer grootheden vastgesteld worden. Het is echter essentieel, dat de scenario's dusdanig zijn gedefinieerd, dat uit de resultaten van het technologisch georiënteerde onderzoek separaat vast te stellen is welke aspecten afhangen van welke te onderscheiden scenario-bepalende componenten. Daarom is het wenselijk dat het aantal scenario-bepalende grootheden tot het hoogstnoodzakelijke beperkt blijft.

Uitvoerders: CPB en bedrijfstakspecialisten.

Ad 3. Beschrijving van huidige processtappen

Middels flowdiagrammen worden de geselecteerde processen beschreven, ook energetisch, met als referentiejaar 1985. Daarbij wordt tevens aangegeven welke processtappen scenario-afhankelijk zijn, en welke autonoom.

Uitvoerders: proces- en energietechnologen en bedrijfstakspecialisten.

Ad 4. Beschrijving en analyse "best available technology"

Te onderscheiden in:

- a) "best available new technology";

- b) "best available unit-operations";
- c) "best available process".

4.a) Nieuwe technologie

Onder het regime van de te onderscheiden scenario's wordt beschreven wat aan het eind van de scenarioperiode de beschikbare, voor de sector relevante, nieuwe technologieën zijn, met een daaraan gekoppeld kostprijs en energieverbruik.

Uitvoerders: procestechnologen.

4.b) Unit-operations

Ten aanzien van de unit-operations wordt eenzelfde operatie uitgevoerd als bij de nieuwe technologieën.

Uitvoerders: energietechnologen.

4.c) Procesintegratie

Uitgaande van de uit 4.a) resulterende nieuwe technologieën wordt, op basis van de diverse scenario's, geschetst wat aan het einde van de scenarioperiode het best verkrijgbare proces als geheel is. De uit 4.b) resulterende gegevens over unit-operations worden daar ingepast. Aan dit geheel worden kostprijzen en energieverbruik gekoppeld. De met deze "best available processes" samenhangende technische besparingspotentiëlen dienen daarbij beschreven te kunnen worden als functie van:

- de te onderscheiden technologische oorzaken (nieuwe technologie, unit-operation of procesintegratie);
- de te onderscheiden relevante scenariocomponenten.

Uitvoerders: procestechnologen en bedrijfstakspecialisten.

Let wel!: Het gaat hierbij om de best beschikbare technologieën, wat niet wil zeggen, dat deze daadwerkelijk geïmplementeerd zijn!

Ad 5. Generalisatie naar overige processen

De resultaten van stap 4 moeten gegeneraliseerd worden naar de overige, niet in detail bestudeerde, sectoriële processen.

Uitvoerders: procestechnologen en bedrijfstakspecialisten.

Ad 6. Aggregatie naar sectorniveau

De processen worden toebedeeld naar de diverse bedrijfsgroepen en vervolgens geaggregeerd naar het CENECA-sectorniveau. Daarbij is nog steeds sprake van een aantal discrete, scenario-afhankelijke, onderzoeksresultaten.

Uitvoerders: bedrijfstakspecialisten.

Ad 7. Integratie in CENECA

De discrete resultaten dienen continu gemaakt te worden om zo in CENECA-kader geplaatst te kunnen worden. Dit feit veroorzaakt de noodzaak tot zorgvuldigheid bij de te kiezen scenario's én de noodzaak, dat gedurende de daaropvolgende onderzoekstappen de tussenresultaten continu getoetst worden aan de doelstelling van integratie binnen CENECA.

Ad 8. Evaluatie

De pilot-studie wordt geëvalueerd, deels op basis van de inhoudelijke resultaten, maar vooral op basis van de eerder geformuleerde onderzoektechnische en methodologische vragen rond reproduceerbaarheid, onderzoekorganisatie en operationalisering middels CENECA.

4.2 Fasering van nader onderzoek

Schema 1 geeft een overzicht van een haalbare onderzoeksfasering.

Het schema is in de eerste plaats gebaseerd op de concrete bevindingen en aanbevelingen in de uitgevoerde sectoranalyses.

Bijlage 4 geeft een uitgebreid beeld van de "state-of-the-art" en conclusies per geanalyseerde sector.

In de tweede plaats resulteert het schema uit de inherente inhoudelijke en methodologische samenhang tussen de verschillende individuele onderzoeksaanbevelingen.

Sectoren, die geen onderwerp zijn geweest van nadere analyses, zijn tevens in dit schema ingepast. In de legenda bij het schema wordt voor de te onderscheiden sectoren middels arcering aangegeven ten aanzien van welke gebieden onderzoek wordt aanbevolen.

Het schema laat een globale opbouw in 4 fasen zien. De fasen zijn logistiek met elkaar verbonden. In fase A wordt het methodologische kader voor de vervolgfases getoetst, terwijl fasen B en C voor de vervolgfases noodzakelijke gegevens genereren.

Fase A bestaat uit een pilot-studie ten aanzien van integrale procesanalyse, zoals beschreven in § 4.1.

De voedings- en genotmiddelenindustrie wordt het meest representatief geacht om als pilot te dienen (zie bijlage 4.5).

Fase B volgt op de pilot fase en omvat integrale procesanalyses voor een zestal bedrijfstakken.

- | | |
|--|----------------------------|
| * landbouw, met nadruk op glastuinbouw | (zie bijlage 4.4); |
| * papierindustrie | (zie bijlage 4.6); |
| * petrochemie en overige chemie | (zie bijlage 4.7); |
| * kunstmest | (zie bijlage 4.8); |
| * ferro basismetaal | (zie bijlage 4.9); |
| * bouwmaterialen | (niet nader geanalyseerd). |

Methodologisch zijn analyses van besparingspotentiëlen in huishoudens aan elementen in de pilot-studie verwant. Dat betreft met name het feit dat het scenario-afhankelijk onderzoek betreft. Onderzoek naar deze potentiëlen vindt dan ook eveneens in fase B plaats (zie bijlage 4.1).

Fase C omvat een achttal, gedeeltelijk inhoudelijk verwante, onderzoeken op diverse terreinen.

In de sector diensten en overheid worden twee onderzoeken voorzien (zie bijlage 4.11).

- a. inventarisatie van het actuele energieverbruik in de sector;
- b. samenhangende analyse van technologische ontwikkeling, technische besparingspotentiëlen en kosten van besparingsinvesteringen. Er wordt verwacht dat onderzoekervaring en gegevens opgedaan in fase B bij gezinnen hier van belangrijk nut zullen zijn.

In de tweede plaats omvat fase C onderzoek naar elektrische besparingspotentiëlen in huishoudens en marktonderzoek naar het energiebesparend investeringsgedrag van consumenten (zie bijlage 4.2).

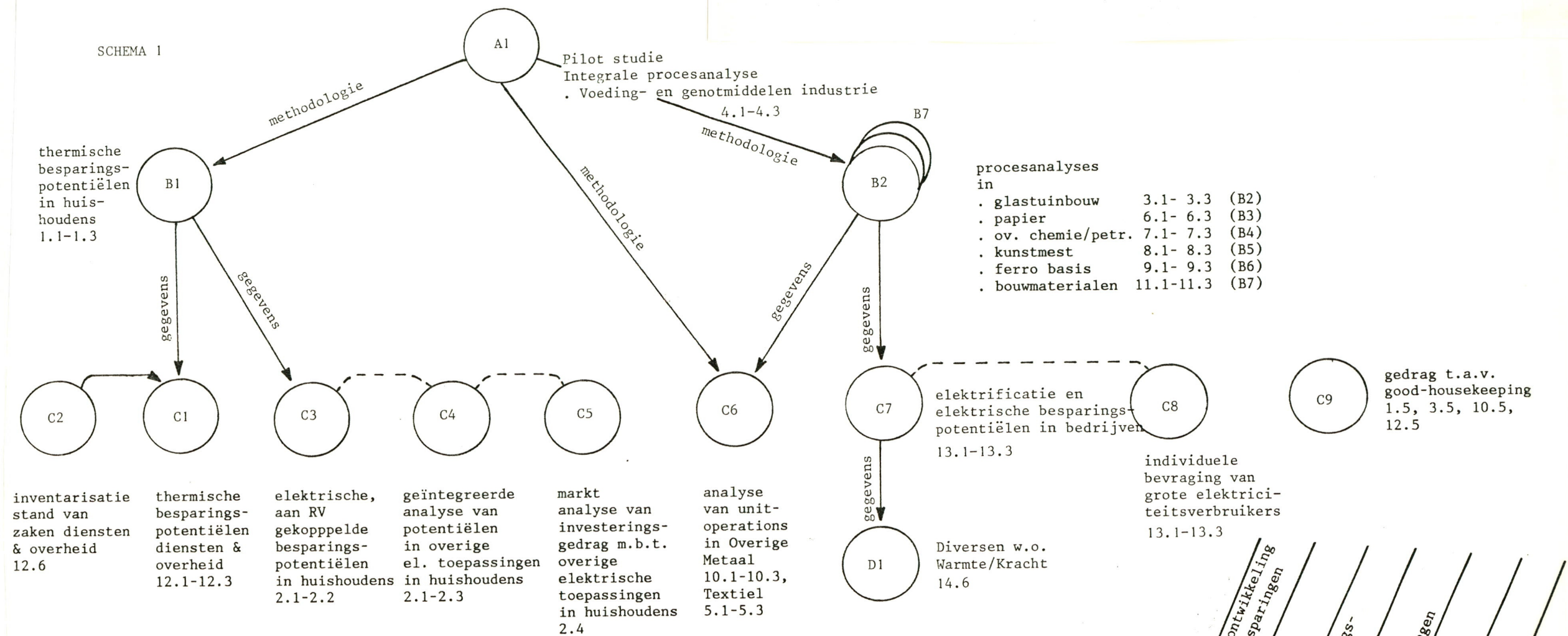
De integrale procesanalyses in fase B hebben inzichten verschaft in de relatie tussen thermisch energieverbruik in bedrijfstakken en verdergaande elektrificatie voor verschillende sectoren en processen. Het op basis daarvan te definiëren, meer generieke, onderzoek naar elektrische besparingspotentiëlen vindt in fase C plaats. Parallel daaraan worden grote industriële afnemers van elektriciteit individueel gevraagd naar de centrale thema's van energiebesparing en besparingspotentiëlen. Gedeeltelijk zullen deze overigens al betrokken zijn bij de integrale procesanalyses van fase B (zie bijlage 4.3).

Integrale analyse van unit-operations in de sectoren overige metaal en textiel is het vierde onderzoekgebied (zie bijlage 4.10).

Methodologisch is dit onderwerp verwant aan elementen in de pilot-studie, inhoudelijk kunnen gegevens gebruikt worden uit de diverse procesanalyses van fase B.

De laatste onderzoekcluster in fase C is onderzoek naar het gedrag ten aanzien van good-housekeeping. Het betreft analyses gebaseerd op de problematiek in de sectoren woningverwarming, landbouw (glastuinbouw), overige metaal en diensten (zie bijlagen 4.1., 4.4, 4.10 en 4.11).

Fase D tenslotte omvat een beperkt aantal analyses op gebieden die niet in de haalbaarheidsstudie zijn beschouwd. Het betreft met name onderwerpen waarvan qua besparingspotentieel voldoende bekend geacht wordt. De kennis kan echter diffuus verspreid zijn, zodat inventariserende werkzaamheden vereist zijn. Bijvoorbeeld kan daarbij gedacht worden aan warmte-kracht.



TOELICHTING

OVERZICHT

DE RIJEN	Geven de sectoren van CENCA weer, zoals deze in onderhavige studie zijn geordend.
DE KOLOMMEN	Geven de 5 besparingsaspecten weer, ten aanzien waarvan de haalbaarheid van onderzoek is onderzocht.
DE ARCERINGEN	Geven weer ten aanzien van welke aspecten bij welke sectoren onderzoek wordt aanbevolen.

SCHEMA

DE CIRKELS	Geven de te onderscheiden onderzoeken weer.
DE HOOFDLETTERS	Geven de chronologische fasering aan.
DE GETALLEN	Bij de beschrijvingen van de onderzoeken geven aan op welk gearceerd hokje in het overzicht dit betrekking heeft.

OVERZICHT

	1	2	3	4	5	6
1. Verwarming van woningen						
2. Elektriciteitsverbruik in woningen						
3. Landbouw en tuinbouw						
4. Voeding- en genotmiddelenindustrie						
5. Textiel						
6. Papier						
7. Overige chemie en petrochemie						
8. Kunstmestindustrie						
9. Basismetaal						
10. Overig metaal						
11. Bouwmaterialen						
12. Overige dienstverlening en overheid						
13. Elektriciteitsverbruik in bedrijven						
14. Warmte/Kracht						
15. Transport						
16. E-sector						

ALS VOUWBLAD

4.3 Globale kostenraming

Op basis van de inhoudelijke bevindingen zoals weergegeven in bijlage 4 en de voorgestelde fasering van nader onderzoek als boven aangegeven luidt de globale kostenraming als volgt:

	<u>Gld.</u>
A1 Pilot-studie voedings- en genotmiddelenindustrie	200.000
B1 Thermische besparingspotentiëlen in huishoudens	100.000
B2-B7 Procesanalyses voor de sectoren Landbouw, Papier, Petro- chemie en Overige Chemie, Kunstmest, Basismetaal en Bouwmaterialen	600.000
C1-C2 Inventarisatie en potentieelanalyse voor Diensten en Overheid	100.000
C3-C5 Potentieel- en marktanalyse van elektriciteitsverbruik in huishoudens	125.000
C6 Potentiëlen van unit-operations in Overige metaal en Textiel	75.000
C7-C8 Elektrificatie en elektrische besparingspotentiëlen in bedrijven	200.000
C9 Gedragsanalyse good-housekeeping	100.000
D Diversen	<u>75.000</u>
Totaal	1.575.000

BIJLAGE I

PROJECTVOORSTEL

HAALBAARHEIDSTUDIE

ONDERZOEK NAAR ENKELE BELEIDSRELEVANTE GROOTHEDEN
OP HET GEBIED VAN ENERGIEBESPARING

ALS AFSCHEIDING TUSSEN
RAPPORT EN BIJLAGEN
HIER EEN "BLANCO" GELE
PAGINA TUSSENVOEGEN.

Auteurs: Ir. M.H. Brascamp

Drs. G. Gerritse

Datum : Augustus 1986

INHOUDSOPGAVE

1. DOEL EN MOTIVERING
2. ONDERZOEKSOPZET
3. DE HAALBAARHEIDSSTUDIE
4. ORGANISATIE

1. DOEL EN MOTIVERING

Bij het Ministerie van Economische Zaken bestaat al geruime tijd behoefte aan vergroting van het inzicht in energiebesparingsmogelijkheden in verschillende verbruikssectoren.

Verbetering van dit inzicht is nodig om een viertal redenen:

- toespitsing van het beleidsinstrumentarium wordt beter mogelijk;
- toetsing van het beleid aan realistische doelstellingen wordt mogelijk;
- vragen betreffende mogelijkheden en perspectieven van energiebesparing en beleid kunnen beter en consistentere antwoorden worden;
- een betere bijdrage kan geleverd worden aan het opstellen van energiescenario's.

In een aantal besprekingen van medewerkers van het Directoraat-Generaal voor Energie met medewerkers van TNO en het Centraal Planbureau zijn de wensen, ideeën en mogelijkheden voor een onderzoeksopzet en aanpak aan de orde geweest.

Het onderhavige projectvoorstel is op de resultaten van die gedachtenwisselingen gebaseerd.

2. ONDERZOEKSOPZET

Uitgangspunt van het onderzoek is het CENECA-model van het Centraal Planbureau. Ten aanzien van de gewenste te verkrijgen inzichten is een onderscheid te maken in:

- a. onderbouwing van exogenen van CENECA, in het bijzonder de energiebesparingsplafonds en de kostenkarakteristieken van specifieke besparingsinvesteringen;
- b. nadere analyse van gedragsvergelijkingen bij specifieke besparingsinvesteringen, geïncorporeerde techn(olog)ische vooruitgang en "good-housekeeping".

De studie richt zich op de periode 1985-2010.

Het onderzoek bestaat uit de volgende onderdelen:

- haalbaarheidsstudie van het energiebesparingsonderzoek;
- afhankelijk van de resultaten van de haalbaarheidsstudie een hoofdonderzoek.

Het hoofdonderzoek betreft een studie naar die elementen, die op grond van de haalbaarheidsstudie vervolgstudie behoeven en kan omvatten per sector een specificatie en onderbouwing van:

- (i) besparingsmaxima
- (ii) kostenkarakteristieken van specifieke besparingsinvesteringen
- (iii) geïncorporeerde techn(olo)ische vooruitgang
- (iv) "good housekeeping"
- (v) gedragsvergelijkingen

Op basis van de haalbaarheidsstudie zal worden beslist of het hoofdonderzoek zinvol uitgevoerd kan worden.

Indien de haalbaarheidsstudie daartoe aanleiding geeft kan het hoofdonderzoek voorafgegaan worden door de analyse van de elementen (i) t/m (v) voor een beperkt aantal sectoren (pilot-studies).

3. HAALBAARHEIDSSSTUDIE

Deze studie bezielt de haalbaarheid van een onderzoek als bovenstaand onder a) en b) aangegeven.

In de eerste plaats wordt aandacht besteed aan het inventariseren van de benodigde en beschikbare gegevens voor de verbetering van het inzicht in en de mogelijkheden tot een nauwkeuriger specificatie en invulling van de exogenen. Met betrekking tot de sectorindeling wordt daarbij uitgegaan van die van CENECA. Voor wat betreft de sectoren diensten en gezinnen zal daarbij aandacht worden gegeven aan de binnen die sectoren te onderkennen verschillende subsectoren op grond van het energiebesparingsinstrumentarium (bijvoorbeeld gezinnen: koop-/huursector).

De haalbaarheidsstudie omvat in de tweede plaats een analyse van de mogelijkheden van verbetering van het inzicht in "good house-keeping", geïncorporeerde techn(olog)ische vooruitgang en (in beperkte mate) de gedragsvergelijkingen, uitgaande van de systematiek van het CENECA-model. Dit deel van de studie betreft eveneens het inventariseren van beschikbare en benodigde gegevens.

De te ontwikkelen studie-activiteiten t.a.v. de gedragsvergelijkingen zullen plaatsvinden in overleg met het Ministerie van Economische Zaken.

De haalbaarheidsstudie resulteert in een omschrijving, analyse en conclusie ten aanzien van beschikbare en benodigde gegevens per sector m.b.t.

- besparingsmaxima;
- kosten-karakteristieken van specifieke besparingsinvesteringen;
- "good housekeeping";
- geïncorporeerde techn(olog)ische vooruitgang;
- (eventueel gedragsvergelijkingen)

Bijzondere aandacht wordt daarbij gegeven aan het karakter van de gegevens (bijvoorbeeld de betrouwbaarheid, tijdsperiode) en voor wat betreft de benodigde gegevens de mate van waarschijnlijkheid van het beschikbaar krijgen.

Tenslotte worden aanbevelingen gedaan met betrekking tot bovenbedoelde sectorsplitsing en eventueel onderzoek naar gedragsvergelijkingen terzake.

Op basis van het bovenstaande wordt een werkplan voor vervolgonderzoek opgesteld. Mede uitgaande van de organisatorische uitvoerbaarheid en financiële consequenties, wordt een prioriteitsstelling van de te analyseren elementen in het vervolgonderzoek aangeduid. Onder organisatorische uitvoerbaarheid wordt in dit verband verstaan de mogelijkheden voor wat betreft in te schakelen onderzoekscapaciteit om tot de gewenste specificatie en onderbouwing te komen. Dit wordt zoveel mogelijk per sector en per gegevenscluster (besparingsmaxima etc.) gespecificeerd. Een dergelijke specificatie wordt eveneens gegeven voor de financiële consequenties van het aanbevolen hoofdonderzoek.

4. ORGANISATIE

Het projectteam wordt gevormd door medewerkers van het Centrum voor Energievraagstukken TNO

expertise

M.H. Brascamp (projectleider)	o energie modelbouw en -planning
G. Gerritse	o economie
A.G. Melman	o energie monitoring industrieel marktsegment

Het projectteam zal gebruik kunnen maken van diverse kennisbronnen binnen TNO, zoals de afdeling Warmte- en Koude Techniek (WKT-MT), het Instituut voor Wegtransportmiddelen (IW-TNO), het Studiecentrum voor Technologie en Beleid (STB-TNO) en diverse branche instituten.

In de verschillende fasen van het onderzoek zal contact worden onderhouden met het Centraal Planbureau.

De totale inzet van mankracht wordt geraamd op 81 mandagen, bij een doorlooptijd van 4 à 5 maanden.

De verdeling van de geschatte mankracht is als volgt:

mandagen

1. Bestudering CENECA	10
2. Definitie en overleg t.a.v. benodigde gegevens, aansluitend op de systematiek van CENECA	4
3. Inventarisatie van de (potentiële) beschikbaarheid van gegevens en inzichten, beschikbare en benodigde onderzoekscapaciteit	40
4. Rapportage	15
5. Opstellen werkplan	5
6. Projectleiding	7
Totaal	81

Rapportage geschiedt in drievoud.

BIJLAGE 2

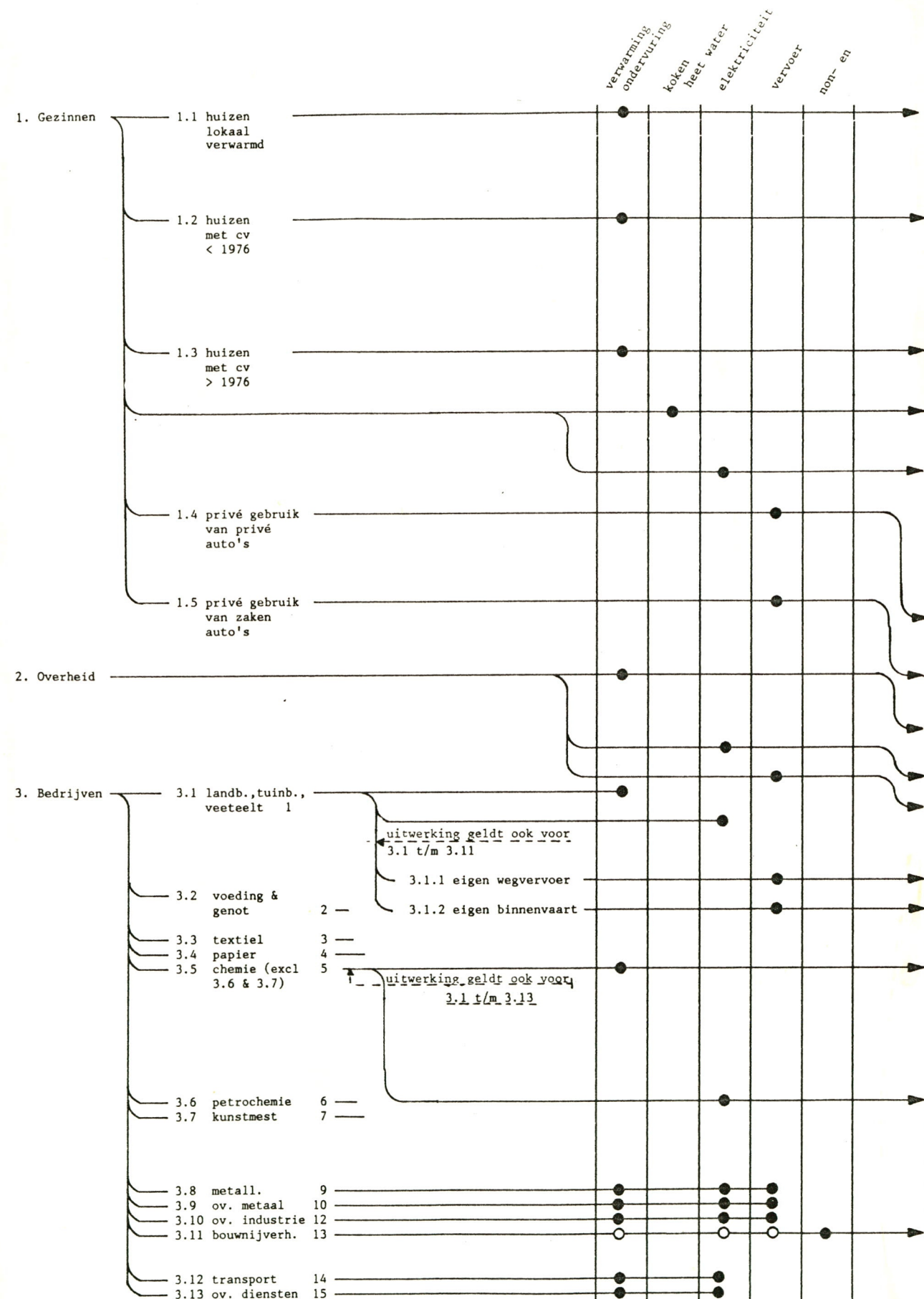
MODELSTRUCTUUR CENECA

Toespitsing op:

1. energetische toepassing
2. onderzoeksgebieden

							1	2	3	4	5
							besparingsmaxima	techn. ontwikkelingen	spec. investeringen	good housekeeping	besparingsgedrag
4. E-sector	4.1	el. centrales						thermische rendementen exogeen	-	-	-
	4.2	olie raff.						verbruikscoefficienten DROO en DROG exogeen	-	-	-
								verbruikscoefficient DROEL exogeen	-	-	-
	4.3	gaswinning						verbruikscoefficient DGPEL exogeen	-	-	-
								verbruikscoefficient DGPG exogeen	-	-	-
	4.4	gasdistributie						verbruikscoefficient DGDEL exogeen	-	-	-
								verbruikscoefficient DGDG exogeen	-	-	-
								DGDOBZ/DGDOD	-	-	-
	4.5	cokesfabrieken						DKSKN	-	-	-
								DKSEL	-	-	-
	4.6	kolenvergassing						DKGKN	-	-	-
3. Bedrijven (vervolg)	3.14	personenauto's	3.14.1	zakelijk gebruik privé auto's				BZ/KMP exogeen (1/km)	-	-	-jaarkilomtr. IZP exogeen -aantallen auto's exogeen
			3.14.2	zakelijk gebruik van zaken auto's				D/KM, LP/KM, BZ/KMZ (1/km)	-	-	-jaarkilomtr. IZZ exogeen -aantallen auto's exogeen
	3.15	bestelauto's						BZB/KM, DB/KM LPB/KM exogeen (1/km)	-	-	-jaarkilomtr. JZB exogeen -aantallen bestelauto's exogeen
	3.16	busvervoer						DBUS/KM exogeen (1/km)	-	-	bezettingsgraden & km's exogeen BGR BUSOV (RKM) BGR BUSGR BGR TOUR
	3.17	vliegen						afzetelasticiteit EVLB exogeen	-	-	index vliegactiviteit Schiphol VLBI exogeen
	3.18	trein/tram						- afzetelasticiteit ERTKM exogeen - efficiency index BSPREL 14 exogeen	-	-	- index treinkilometers RTKMI exogeen - dieselgebruik exogeen
									allocatie over bedrijfstakken 3.1 - 3.13		
									naar 3.12		

ALS VOUWBLAD



1 besparingsmaxima	2 techn. ontwikkelingen	3 spec. investeringen	4 good housekeeping	5 besparingsgedrag
-	DNCV = f(c) verbruik vóór besparingen per woning (m³ae/jr); naar verzadigingsniveau DNCV73	-	0,18 1 1 1.4 pg/pc t.o.v. '73	-
ISOMAX = max. haalbare besparing (m³ae/jr)	DCV = f(c) verbruik vóór besparing per woning (m³ae/jr) naar verzadigingsniveau DCV73	IBSPG = investeringen (gld) horend bij standaardpakket BSPGVG (m³ae/jr)	0,18 1 1 1.4 pg/pc t.o.v. '73	ISOMAX actueel besparingsniveau 0 13 terugbetaaltijd v. standaardpakket
-	INTCVNB = constant gasverbruik van nieuwbouwwoningen (m³ae/jr)	-	-	-
-	INTWW = constant	-	-	-
-	TWHMAX = exogeen max. verbruik per aansluiting (TWh/jr)	-	-	-
-	pene- tratie score = f(c, prijs)	-	-	-
-	BZ/KMP, DIESEL/KM, LPG/KM exogeen (liter/km)	-	-	JPP = km/jr particulier = f (relatieve prijs benzine)
-	BZ/KMZ, DIESEL/KM, LPG/KM exogeen (liter/km)	-	-	JPZ = km/jr zakelijk = f (relatieve prijs benzine)
-	FOV = f (LO) werkgelegenheid	-	-	-
-	FOEL = f (LO) + FOELPOL (exogeen) verbruik FOTROBZ en FOTROD exogeen	-	-	-
-	DVW/TKM = exogeen verbruik per tonkm	-	-	ton kilometrage per jr. TKM1BJ exogeen
-	DVB/TKM = exogeen	-	-	-
BSPMAXPR; max. haalbare besparing (perunage); exogeen	verbruikselasticiteit gecumuleerde investeringen EKGVI exogeen afzet elasticiteit EBPW	INV/DE (gld/m³ (77)) besparings- investeringen	f(e-prijs) elasticiteit ERP _i	BSPMAXPR _i SBSPI _i 8% rendem. 40% .75 .33 p _i /pg p _i = f(INV/DE, subsidie, prijsindex.....)
-	verzadigingsniveau als functie van gecumm. investeringen (alleen 3.13) afzetelasticiteit exogeen	-	-	BSPEL _i exogeen
-	-	-	-	sluitpost van sectorbalans; impliciete behandelings zoals onderverwarming

bylage: I

ALS VOUWBLAD

BIJLAGE 3

SELECTIE VAN SECTOREN T.B.V. DE HAALBAARHEIDSSSTUDIE

a. Model-technisch belang van besparingsparameters

Het model-technisch belang van energiebesparingsparameters voor iedere sector geeft aan in hoeverre verandering van de huidige waarden van exogene parameters de raming van de totale binnenlandse energiebehoefte zou doen veranderen.

Of anders gezegd: wat is de relatieve gevoeligheid van het binnenlands energieverbruik voor variaties in de huidige parameter waarden.

Het modeltechnisch belang van besparingsparameters is per individuele sector bepaald.

Binnen een sector is niet gedifferentieerd naar de verschillende parameters, zoals technisch besparingsplafond of technisch maximaal niveau van good-housekeeping, maar is één geaggregeerde gevoeligheidsanalyse uitgevoerd.

De gehanteerde werkwijze is als volgt:

1. Bepaal per sector het absolute energieverbruik. Uitgegaan is van het energieverbruik in het jaar 2000, volgens het midden-scenario van het Centraal Planbureau. Vergelijking van deze cijfers met realisaties voor 1985 gaf weinig aanleiding tot de bepaling van het modeltechnisch belang van de sectoren voor beide jaren afzonderlijk.
2. Bepaal de relatieve bijdrage van iedere sector tot het finaal energieverbruik in Nederland (kolom a).
3. Bepaal het gewicht van energiebesparingsparameters binnen elke sector (kolom b). Weliswaar staan juist deze parameters in het onderzoek centraal, toch moeten de huidige besparingsparameters voldoende adequaat geacht worden om op basis daarvan tot een zekere selectie van sectoren te komen.

Voor de gewichten zijn genomen de gerealiseerde besparingspercentages voor de periode 1985-2000 volgens het midden-scenario.

4. Bepaal de gevoeligheid van het finaal binnenlands energieverbruik voor de waarde van besparingsparameters (kolom a * b).

Deze stap vereist enige toelichting.

De besparingsparameters binnen CENECA staan in het algemeen in een lineaire relatie tot het finaal energieverbruik. Dat geldt met name voor technische besparingsmaxima, technische maxima van good-housekeeping en voor parameters betreffende technologische vooruitgang (zie ook bijlage 2).

Specifieke kosten van besparingsinvesteringen daarentegen staan in een niet-lineaire prijsafhankelijke relatie tot het energiegebruik, via een niet-lineaire gedragsrelatie. Deze niet-lineariteit heeft bijvoorbeeld tot gevolg dat bij CV-woningen, gebouwd vóór 1976, onder de omstandigheden van het midden-scenario een kostenstijging van 15% leidt tot een verbruiksdaling van 5%.

Besparingsinvesteringen in bedrijfstakken staan evenzo zeer in een vergelijkbare prijsafhankelijke relatie tot specifieke kosten van energiebesparing, maar onder de energie-prijsomstandigheden van het midden-scenario blijken gerealiseerde besparingen in hoge mate onafhankelijk van de specifieke investeringskosten.

Een veel te laag kostenniveau voor besparingsinvesteringen in de periode 1985-2000 kan vermoed worden.

Op grond van de geconstateerde overheersende lineaire relatie tussen de energiebesparingsparameters en het finaal binnenlands energieverbruik, is het product van de gerealiseerde besparingen per sector (kolom b) en het aandeel van iedere sector in het finale energieverbruik (kolom a) als maat genomen voor de gevoeligheidsanalyse.

5. Bepaal de relatieve gevoeligheid van het finaal binnenlands energieverbruik voor de waarde van de besparingsparameters.

De resultaten van de analyse zijn weergegeven in onderstaande tabel.

		(a)	(b)	(a*b)		
		2000 mtoe	%	gew. e-parm	%	model techn. belang
<u>Gezinnen</u>						
locaal		1.29	1.65	0.05	0.08	-
CV < 1976		3.29	4.21	0.24	1.01	+
CV 1976- 1985 ¹⁾		2.53	3.24	0.03	0.10	-
CV > 1985		1.91	2.44	0.00 ²⁾	0.00	-
warm water		1.35	1.73	0.00 ²⁾	0.00	-
elektriciteit		1.40	1.79	0.40	0.72	+
<u>Overheid</u>						
verwarming		0.85	1.09	0.00 ²⁾	0.00	-
elektriciteit		0.29	0.37	0.00 ²⁾	0.00	-
<u>Bedrijven</u>						
landbouw	warmte	1.75	2.24	0.44	0.99	+
	elektriciteit	0.34	0.44			
voeding	ond/w	1.78	2.28	0.22	0.50	+0
	elektriciteit	0.43	0.55			
textiel	ond/w	0.19	0.24	0.25	0.06	-
	elektriciteit	0.06	0.08			
papier	ond/w	0.66	0.84	0.31	0.26	0
	elektriciteit	0.28	0.36			
o. chemie	ond/w/non	2.49	3.19	0.16	0.51	+0
	elektriciteit	1.07	1.37			
petr. chem.	ond/w/non	10.77	13.78	0.03	0.41	+0
	elektriciteit	0.20	0.26			
kunstm.	ond/w/non	2.82	3.61	0.18	0.65	+
	elektriciteit	0.19	0.24			
metall.	ond/w	3.25	4.16	0.22	0.92	+
	elektriciteit	0.45	0.58			
ov. met.	ond/w	1.40	1.79	0.29	0.52	+0
	elektriciteit	0.60	0.77			
ov. ind.	ond/w	1.39	1.78	0.17	0.30	0
	elektriciteit	0.35	0.45			
bouw	ond/w/non	0.76	0.97	0.06	0.06	-
	elektriciteit	0.04	0.05			
transport	warmte	0.09	0.12	0.32	0.04	-
	elektriciteit	0.01	0.01			
diensten	warmte	2.66	3.40	0.36	1.23	+
	elektriciteit	1.19	1.52			
<u>E-sector</u>						
Centrales input		16.00	20.48	0.08	1.64	+
Raff.	crude	4.00	5.12	0.08	0.41	+0
	gas	0.38	0.49	0.08	0.04	-
	electr.	0.20	0.26	0.08	0.02	-
<u>Vervoer</u>						
bestelauto's		0.25	0.32	0.20	0.06	-
bus		0.20	0.26	0.20	0.05	-
vliegen		1.30	1.66	0.20	0.33	0
trein		0.08	0.10	0.20	0.02	-
tot. part. pers. ³⁾		4.60	5.89	0.20	1.18	+
tot. wegtransport ³⁾		1.60	2.05	0.20	0.41	+0
tot binnenvaart ³⁾		1.40	1.79	0.20	0.36	0
Totaal		78.14	100.00		11.77	100.00
Tot. el. bedrijven ⁴⁾		5.21	6.67	0.10	0.67	+
Tot. warmte bedrijven		28.26	36.17		54.69	++

Opmerkingen:

1. De sector "woningen met centrale verwarming, gebouwd na 1976" is opgedeeld in de categorie die is gebouwd in de periode 1976-1985 en de categorie uit de periode daarna.
2. CENECA kent hier geen impliciete of expliciete energiebesparingsparameters. Het relatieve gewicht van deze sector uit modeltechnisch oogpunt is derhalve nul.
3. Alle sectoren van vervoer van personen in personenauto's en het weg- en watertransport zijn in drie geaggregeerde sectoren samengenomen.
4. Het relatieve gewicht van energiebesparing op electriciteit per afzonderlijk te onderscheiden bedrijfstak is gering. Het electriciteitsverbruik voor alle bedrijfstakken tesamen wordt echter dermate homogeen geacht, dat dit als nieuw te onderscheiden sector relevant wordt geacht.
5. De conversiesectoren "Gaswinning", "Gasdistributie" en "Cokesfabrikage" zijn wegens hun geringe aandeel in het energieverbruik buiten beschouwing gelaten.

b. Kwaliteitsbeoordeling van de huidige parameter-waarden

De kwaliteitsbeoordeling van de huidige onderbouwing van de besparingsparameters levert over de gehele linie een wens tot nader besparingsonderzoek. Per sector ligt de argumentatie echter enigszins anders.

Voor sommige sectoren is het gewenst de parameterwaarden up to date te maken (b.v. in de verschillende bedrijfstakken en in de categorie CV-woningen gebouwd vòòr 1976). Voor andere zijn besparingen op dit ogenblik niet expliciet gemodelleerd (b.v. voor lokaal verwarmde woningen en voor de sector overheid).

Voor twee sectoren worden de huidige parameterwaarden adequaat geacht, waarbij die waarden expliciet afhankelijk zijn van het in de toekomst te voeren overheidsbeleid: energieverbruik in nieuwbouw- en renovatiewoningen en het mutatieverbruik in openbare electriciteitscentrales.

c. Beleidsmatig belang

Bezien vanuit het beleidsmatig belang verdient een aantal sectoren extra aandacht. Ook hier is de argumentatie per sector enigszins verschillend.

In de categorie "gezinnen" gaat de aandacht uit naar de nog nieuw te bouwen en te renoveren woningen, vanwege zijn relatieve stuurbaarheid met betrekking tot het energieverbruik.

De warmwatervoorziening wordt van belang geacht, omdat het mogelijk als "kristallisatiepunt" kan fungeren voor de verdere ontwikkeling van duurzame energie.

In de categorie "bedrijven" is expliciet van belang de sector warmtekracht. Dit belang wordt overigens meer ontleend aan de rol die warmtekracht koppeling kan spelen in de elektriciteitsvoorziening als geheel, dan aan zijn rol als besparingsoptie. De categorie "vervoer" tenslotte dient vooral te worden benadrukt vanuit de optiek van het milieubeleid.

d. Kwaliteitsverbetering zonder nader onderzoek

Het vierde selectie criterium dat is aangelegd betreft de mate waarin, zonder dat daarvoor een haalbaarheidsstudie wordt uitgevoerd, kwaliteitsverbetering van de huidige exogene parameters mogelijk wordt geacht.

In een drietal gevallen lijkt een haalbaarheidsstudie weinig aan de bestaande en beschikbare kennis toe te kunnen voegen.

Het betreft in de eerste plaats lokaal verwarmde woningen in de categorie "gezinnen".

Recent onderzoek in deze sector duidt op geringe toekomstige besparingsmogelijkheden.

In de sectoren "openbare centrales" en "warmtekracht" wordt voldoende materiaal en recent onderzoek aanwezig geacht om daarmee tot directe kwaliteitsverbetering van CENECA parameters te komen.

e. Economische toekomstverwachting

Het laatste selectie criterium is de economische toekomstverwachting voor iedere sector. Een relatief gewicht is aan iedere sector toegekend op basis van groeicijfers in het midden-scenario van het Centraal Planbureau.

Onderstaande tabel geeft een samenvattend overzicht van het afwegingsproces, dat heeft geleid tot de selectie van sectoren voor het haalbaarheidsonderzoek.

sector	model techn. belang	kwal. actuele param.	beleids- matig belang	kwal. verb. mogel.	sector toe- komst	weging
<u>gezinnen</u>						
locaal	-	+		-	-	-
CV < 1976	+	+ (upd.)			-	+
CV 76-85	-	+			-	0
CV > 1985	-	-	+ (stb)		+	0
warm water	-	+	+ (alt)		0	0
electr.	+				+/-0	+
<u>overheid</u>						
warmte	-	+			0	0
electr.	-	+			0	0
<u>bedrijven</u>						
warmte	++	+ (upd.)	+ (ec.)		+	++
electr.	+	+ (upd.)			+	+
<u>centrales</u>						
input	+	-		-	+	-
eigen verb.	0				+	0
wkk	-		+ (el.pr)	-	0	-
raffinage	+0					0
<u>vervoer</u>						
part. pers.	+		+ (mil)			+
weg transp.	+0		+ (mil)			+
binnenvaart	0					

Bedrijfstakken:

sector	model techn. belang	groei	weging
landbouw	+	+0	++
voeding	+0	+0	+
textiel	-	+0	-
papier	0	+	+
ov. chem	+0	+	++
petrochem.	+0	0	0
kunstmest	+	0	+
met.ferro	+	+	++
met.non fer.	+	-	0
ov.metaal	+0	++	++
ov. ind	0	+	+
bouw	-	0	-
transport	-	+0	-
diensten	+	+0	++

Tabel 1: Selectie van sectoren.

BIJLAGE 4

SECTOR ANALYSES

	<u>PAGINA</u>
1. Warmtegebruik in woningen met CV gebouwd voor 1976	IV- 2
2. Electriciteitsverbruik in woningen	IV-16
3. Electriciteitsverbruik in bedrijven	IV-25
4. Landbouw en visserij	IV-32
5. Voedings- en genotmiddelenindustrie	IV-41
6. Papier	IV-53
7. Petrochemie en overige chemie	IV-60
8. Kunstmest	IV-69
9. Ferro basismetaal	IV-74
10. Overig metaal	IV-82
11. Diensten en overheid	IV-88
12. Transport	IV-93

1. WARMTEVERBRUIK IN WONINGEN MET CV GEBOUWD VÒÒR 1976

1.1 Sector definitie

Verbruik van energie ten behoeve van verwarming van woningen met centrale verwarming, gebouwd vòòr 1976.

In CPB model: Verbruik vóór besparingen DCV, verzadigingsniveau van verbruik vóór besparingen DCV73 (m^3 ae/jr), maximaal haalbare besparing ISOMAX (m^3 ae/jr).

Het gemiddelde huis in deze klasse is in de tijd niet statisch gedefinieerd en daarmee eveneens niet de waarden die aan energiebesparingsparameters toegekend kunnen worden. Dit komt, omdat er woningen in deze klasse zullen instromen (verdere penetratie van centrale verwarming in de bestaande bouw) en eveneens uitstromen (renovatie van woningen uit deze klasse).

Beschikken de instromende en uitstromende woningen over energiebesparingskarakteristieken die afwijken van het klasse-gemiddelde, dan dient daar rekening mee gehouden te worden en zijn de energiekarakteristieken dynamisch gedefinieerd. Periodieke weging van CENECA-jaarklassen, met ieder zijn eigen energiebesparingskarakteristieken, is derhalve in principe noodzakelijk ter verkrijging van een correct beeld van het gemiddelde huis in de hier beschouwde klasse.

1.2 Sector activiteiten

De opbouw van het gehele woningbestand is recentelijk geregistreerd in de Kwalitatieve Woning Registratie (KWR) [1.3].

Ten aanzien van het bouwjaar worden de volgende klassen onderscheiden:

- vóór 1930
- 1930-1945
- 1945-1960
- 1960-1970
- 1970-heden

Onder beheerscategorie onderscheidt de KWR koopwoningen en een viertal huurverhoudingen.

Tenslotte is er een opsplitsing naar bouwtype: eengezins- en meergezinswoningen.

Tabel 1.1 geeft een overzicht van de opbouw van het totale bestand van bijna 3 miljoen centraal verwarmde woningen.

1.3 Technische en economische activiteiten van de sector

Op dit ogenblik bevinden zich in de categorie CV-woningen gebouwd vóór 1976 ongeveer 2,4 miljoen woningen.

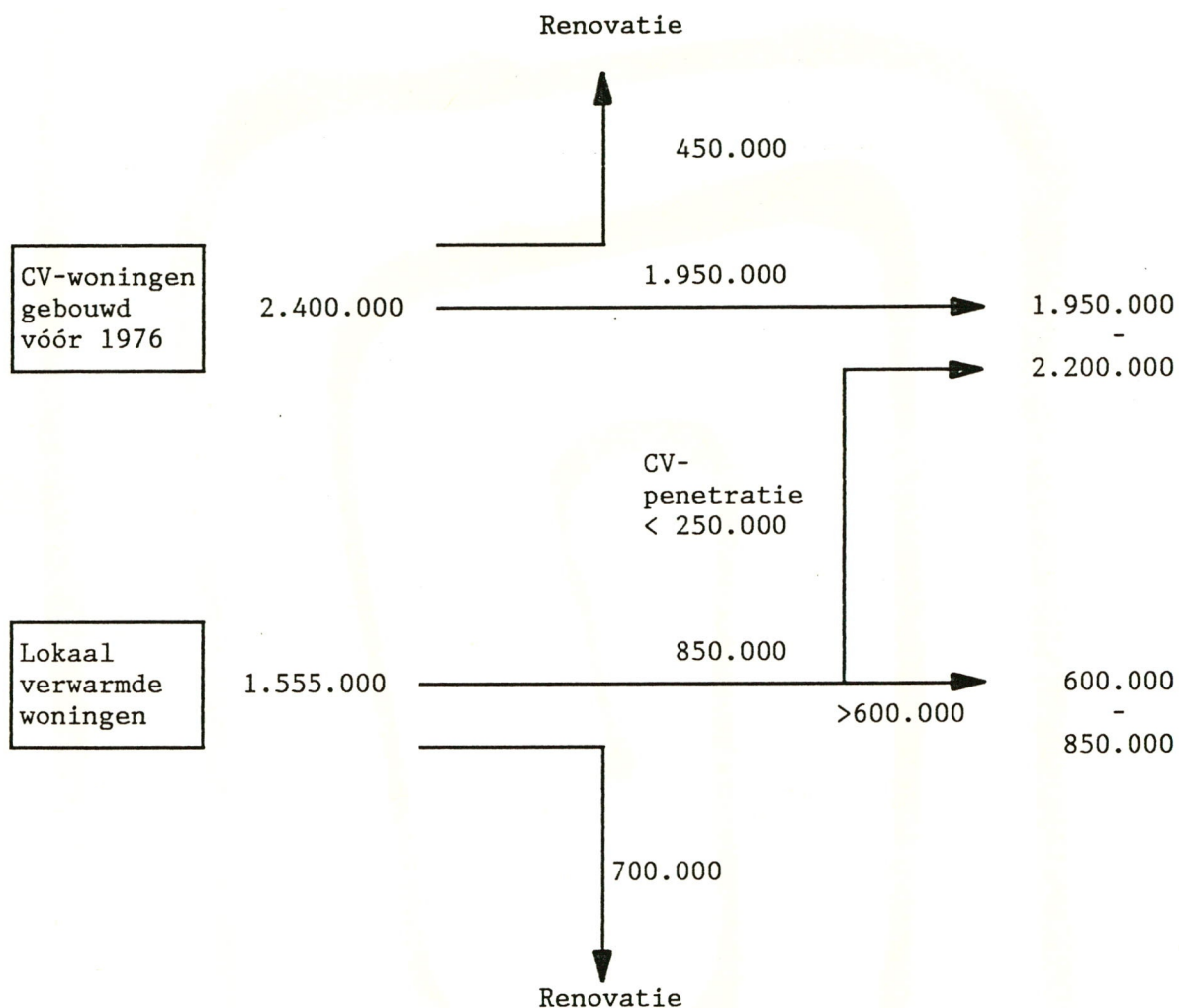
Zoals eerder aangeduid zal het aantal woningen in deze klasse afnemen door renovatie en toenemen door verdere penetratie van centrale verwarming in de bestaande bouw.

Figuur 1.1 schetst de verschillende woningcategorieën en hun onderlinge verschuiving in de toekomst.

Tabel 1.1: OPBOUW VAN HET BESTAND CV-WONINGEN.

	%
eengezins	85,4
meergezins	14,6
	<u>100</u>
koop	56,2
huur	
-won. corp.	25,8
-gemeente	5,1
-part. pers.	5,0
-part. inst.	7,9
	<u>100</u>
< 1930	16,3
1930-1945	7,1
1945-1960	13,5
1960-1970	22,3
na 1970	40,8
	<u>100</u>

Bron: KWR.

1985Toekomst

Figuur 1.1 : TOENAME EN AFNAME VAN HET BESTAND VAN
CV-WONINGEN GEBOUWD Vóór 1976

Het huidige bestand van CV-woningen, gebouwd voor 1976, bedraagt ongeveer 2,4 miljoen.

Op basis van een onderzoek van het Bouwcentrum [1.1] kan de te verwachten uitstroom naar renovatie geraamd worden.

Het Bouwcentrum heeft op basis van de KWR de energetische en bouwkundige kwaliteit van de woningvoorraad geëvalueerd. Een woning wordt daarbij gerekend tot de probleemcategorie indien de isolatiegraad minder bedraagt dan 25% van door het NIP gehanteerde maximum normen, en de herstelkosten liggen tussen de 10 en 50% van de nieuwbouwkosten van de woning.

Van de ongeveer 2,4 miljoen CV-woningen gebouwd vóór 1976 kunnen er ongeveer 450.000 als probleemgeval aangemerkt worden en komen potentieel in aanmerking voor renovatie. Hiermee is overigens niet gezegd dat de renovatie daadwerkelijk zal plaatsvinden, maar het verkregen aantal van 450.000 kan als indicatie gebruikt worden.

Het actuele bestand van lokaal verwarmde woningen in Nederland bedraagt ruim 1,55 miljoen. Van dit aantal kan, op dezelfde wijze zoals boven aangegeven, een aantal van bijna 700.000 als probleemgeval worden aangemerkt. Het resterende aantal van ongeveer 850.000 woningen komt potentieel voor verdere penetratie van CV in de bestaande bouw in aanmerking.

Het is zeer aannemelijk dat deze penetratie zich echter zal beperken tot de categorie koopwoningen. Uit de praktijk van de renovatie van huurwoningen blijkt namelijk dat er bij renovatie in het algemeen niet naar CV wordt overgegaan. Er lijkt weinig reden aanwezig te veronderstellen dat die overgang buiten renovatie-omstandigheden wel zou plaatsvinden.

De potentiële instroom in de categorie "CV-woningen, gebouwd vóór 1976" wordt daarmee beperkt tot de koopsector.

De maximale instroom kan worden geraamd op $30\% \text{ van } (1.550.000 - 700.000) = 250.000$ (zie ook tabel 2 OPBOUW VAN HET WONINGBESTAND).

Tabel 1.2: OPBOUW VAN HET WONINGBESTAND

	centraal verwarmd	lokaal verwarmd
	%	%
eengezins	85,4	57,5
meergezins	14,6	42,5
koop	56,2	30,2
huur	43,8	69,8
< 1930	16,3	44,8
1930-1960	20,6	39,1
> 1960	63,1	16,2

Bron: KWR [1.3]

Na deze kwantitatieve analyse van de in- en uitstromende woningen in de categorie "CV-woningen gebouwd vóór 1976" zullen we hier twee zaken die specifiek voor CENECA van belang zijn, proberen vast te stellen:

- a) kunnen in de modelstructuur van CENECA de in- en uitstromende woningen worden verwaarloosd, en welke fout ontstaat in dat geval met betrekking tot energiebesparing?
- b) kunnen renovatiewoningen, zoals dat in de bestaande modelstructuur gebeurt, in de toekomst als nieuwbouwwoningen worden behandeld, en welke fout ontstaat daardoor?

ad.a) Gewicht van de in- en uitstromende woningen in de categorie "CV-woningen gebouwd vóór 1976".

De uitstroom van woningen bedraagt ongeveer 450.000 op een bestand van 2,4 miljoen, ofwel ongeveer 20%.

Stel dat de isolatiegraad van de uitstromende woningen 75% bedraagt van de woningen die in de klasse achterblijven.

Door de uitstroom zal de klassegemiddelde isolatiegraad dan rekenkun-

dig toenemen met ongeveer 5% ($0,2 \times 0,75 + 0,8 \times 1 = 0,95$ ten opzichte van 1).

De instroom van woningen bedraagt 250.000 uit de categorie "lokaal verwarmd" op een bestand van ongeveer 2,4 miljoen ofwel ongeveer 10%. Op basis van de actuele isolatiegraad van lokaal verwarmde en centraal verwarmde woningen (zie tabellen 3 en 4 in paragraaf 6) is het redelijk aan te nemen dat de gemiddelde isolatiegraad van lokaal verwarmde woningen ongeveer 40% bedraagt van het niveau van CV-woningen. Door de instroom van woningen in de hier beschouwde categorie daalt de klassegemiddelde isolatiegraad dan rekenkundig met ongeveer 6% ($0,1 \times 0,4 + 0,9 \times 1 = 0,94$ ten opzichte van 1).

Verwaarlozing van de in- en uitstromende woningen leidt derhalve tot fouten in het geaggregeerde besparingsniveau van respectievelijk + 6% en - 5%.

ad.b) Renovatiewoningen en nieuwbouwwoningen.

Bij de renovatie van woningen spelen een aantal factoren een overheersende rol.

1. Voor huurders is slechts een beperkte stijging van de maandhuur acceptabel. Het betekent in praktijk dat bij renovatie het dak en de vloer niet geïsoleerd worden.
2. Vanaf 1 januari 1986 zijn nieuwe regelingen van kracht waardoor de risico's die verbonden zijn aan het aanbrengen van extra energiebesparende voorzieningen meer dan voorheen afgewenteld worden op de verhuurder.
3. Vanaf 1 juni 1986 gelden nieuwe isolatienormen voor nieuwbouwwoningen. In de te renoveren woningen zullen, meer dan voorheen het geval was, beperkingen van technische aard ontstaan om de nieuwe normen te kunnen halen.

Tegen deze achtergrond heeft de SVEN, ten behoeve van de haalbaarheidsstudie, globaal het verschil bepaald tussen een huidige nieuwbouwwoning in de gesubsidieerde bouw ($R_c = 2$) en een vergelijkbare oudbouwwoning na renovatie.

Tabel 1.3 geeft het resultaat weer voor respectievelijk een tussen- en een eindwoning.

Tabel 1.3: ENERGIEVERBRUIK IN GERENOVEERDE WONINGEN.

	tussenwoning	eindwoning
nieuwbouwwoning ($R_c = 2$)	100	100
renovatiewoningen:		
1. dubbel glas beneden, gevel- isolatie binnen een 5 à 6 cm spouw.	154	151
2. als variant 1, maar met dak- isolatie ($k = 0,76$)	115	117

Geconcludeerd kan worden dat door renovatiewoningen binnen CENECA te behandelen als nieuwbouwwoningen een fout ontstaat van 20 tot 50%, ofwel ongeveer 250 tot 650 m³ per woning.

Bij een renovatiepotentieel van ongeveer 1 miljoen woningen ontstaat derhalve een overschatting van het besparingspotentieel van 250 tot 650 miljoen m³ aardgas per jaar in de eindsituatie.

1.4. Energiegebruik [1.4]

Voor individuele centrale verwarming wordt in 97% van de gevallen aardgas gebruikt [1.4].

Bij-verwarming van bepaalde vertrekken met behulp van electriciteit komt in Nederland voor in circa 1,7 miljoen woningen. Het is echter aannemelijk dat deze woningen goeddeels samenvallen met de categorie lokaal verwarmde woningen, en vallen derhalve buiten beschouwing.

De totale gasdoorzet ten behoeve van centrale verwarming bedroeg in 1985 ongeveer 8 miljard m³ of 253.000 TJ.

1.5 Relevante sectorkenmerken t.a.v. de implementatie van energiebesparing

In 1981 besteedde een gemiddeld gezin ongeveer 7% van het netto inkomen aan verwarming en verlichting. In de periode tot 1985 nam het belang van energie toe door een kostenstijging met ongeveer 50% als gevolg van de sterk gestegen energieprijzen. Tegelijkertijd daalde de energie consumptie gemeten naar volume met ongeveer 3%.

Aardgas maakt thans ruim 60% uit van de gezinsbestedingen aan energie [1.4]

Tabel 1.4 geeft een overzicht van de isolatiegraad in de bestaande bouw. Duidelijk komt de invloed naar voren van het bouwtype, de beheerscategorie en het bouwjaar.

De verschillen zijn gedeeltelijk terug te voeren op technische oorzaken dat zal vooral gelden voor het bouwjaar- en gedeeltelijk op het gedrag ten aanzien van besparingsinvesteringen.

Tabel 1.4: ISOLATIEGRAAD VAN WONINGEN (KWR)

	isolatiegraad (%)
eengezins	31,3
meergezins	18,5
koop	33,2
huur	
-won. corp.	29,5
-gemeente	20,1
-part. pers.	7,1
-part. inst.	19,8
< 1930	13,1
1931-1944	13,5
1945-1959	18,8
1960-1970	27,1
na 1970	45,6

Bron: KWR [1.3]

De lagere isolatiegraad in de beheerscategorie "huur" kan gedeeltelijk worden verklaard uit het verschil in de rentabiliteitscriteria die in de koopsector en door meer bedrijfsmatig opererende eigenaren van huurwoningen worden gehanteerd.

In de huursector spelen verder een belangrijke rol de mate waarin verhogingen van de maandelijkse huur voor de huurders acceptabel zijn en de mate

waarin de verhuurder zijn kosten en risico's van besparingsactiviteiten mag doorberekenen in de huur of gedekt weet door de overheid.

Onder de recent vernieuwde regelingen lijkt het risico van de onderneming meer verschoven naar de verhuurder dan eerder het geval was.

Het is overigens van belang te constateren dat direct financiële overwegingen niet de enige maat vormen voor de penetratiesnelheid van energiebesparing. Vergroting van de verhuurbaarheid kan een belangrijk aspect zijn.

Gasunie [1.4] komt tot vergelijkbare bevindingen ten aanzien van de penetratie van individuele besparingsmaatregelen.

Tabel 1.5: ISOLATIEGRAAD VAN WONINGEN (BAK)

		glas- isola- tie	muur- isola- tie	dakiso- latie	vloer- isola- tie
Eigendomsverhouding	-huurder	43%	38%	24%	7%
	-eigenaar	54%	41%	50%	15%
Verwarmingssysteem	-individuele c.v.	58%	49%	47%	14%
	-collectieve c.v.	49%	37%	19%	7%
	-l.v.	26%	17%	17%	4%
Ouderdom van de woning	-voor 1945	28%	19%	24%	7%
	-1945 t/m 1965	38%	24%	21%	3%
	-1966 t/m 1975	56%	41%	35%	5%
	-1976 t/m 1981	70%	82%	77%	30%
	-na 1981	97%	94%	73%	45%
Woningtype	-geheel vrijstaand	45%	29%	39%	9%
	-twee onder één kap	53%	40%	40%	12%
	-hoekwoning	59%	58%	50%	13%
	-tussenwoning	51%	43%	44%	14%
	-flat-/etagewoning	34%	25%	10%	4%

Bron: Gasunie [1.4].

Heidemij heeft voor diverse typen huurwoningen het gasverbruik en de maximaal haalbare gasbesparingen geraamd [1.2].

Bovendien is de waarde vastgesteld van de gemiddelde investeringen die nodig zijn om de maximale besparingen te bereiken.

Tabel 1.6 geeft een overzicht. Besparings- en investeringscijfers worden zowel gegeven voor isolatie tot het niveau volgens de Modelbouwverordening, als daarboven.

Tabel 1.6: ENERGIEGEBRUIK, BESPARINGSPOTENTIELEN EN INVESTERINGEN

type	bouwjaar	huidig ver- bruik (m ³ /jr)	maximale be- sparingen (m ³ /jr)	investeringen (gld.)
A meergezins	1945-1960	1900	750-1050	7000-10500
B meergezins	1960-1980	1850	650- 800	4000- 6500
C eengezins (traditio- nele bouw)	1960-1980	2800	1100-1400	7500-10500
D eengezins (systeem bouw)	1960-1980	2400	900-1200	4500- 7500

Bron: Heidemij [1.2]

De gemiddelde investeringen per bespaarde m³ vertonen afhankelijk van het type woning een aanzienlijke spreiding. Er is bovendien een duidelijk verschil tussen investeringen tot het niveau van de Modelbouwverordening en besparingsinvesteringen daarboven.

In tabel 1.7 is dat samengevat.

Tabel 1.7: SPECIFIEKE INVESTERINGEN (GLD/M³ BESPAARD)

	isolatie tot MBV	isolatie tot MBV+
A	9,33	10,00
B	6,15	8,13
C	6,80	7,50
D	5,00	6,25

Heidemij trekt uit berekening van de financiële consequenties van de alternatieve isolatie plannen de volgende conclusies:

- In de beschouwde categorieën zorgen relatief lage extra investeringen in energiebesparende maatregelen voor relatief hoge besparingen hetgeen door de beperkte éénmalige huurstijging een gunstig financieel resultaat geeft voor de huurders.
- Voor de verhuurders vormen de extra huurverhogingen, ook over een periode van 25 jaar, onvoldoende compensatie om de kosten van de extra investeringen te kunnen dekken. Zij gaan er dan ook financieel gezien op achteruit.

1.6 Relevant recent energie onderzoek

[1.1] M.C. van de Lindt

Energetische en bouwkundige kwaliteit van de woningvoorraad, een studie op basis van de Kwalitatieve Woningregistratie (KWR).

Bouwcentrum, mei 1986.

[1.2] Heidemij

Inventarisatie en evaluatie van mogelijkheden voor energiebesparing in bestaande woningen.

Project nummer 680/3570, september 1985.

[1.3] SEO-VROM/NEOM

Kwalitatieve Woning Registratie (KWR)
(niet gepubliceerd)

[1.4] Gasunie e.a.

BAK '85

1.7 Relevante onderzoek instellingen

Bouwcentrum

NEOM

Heidemij

DHV

VEGIN

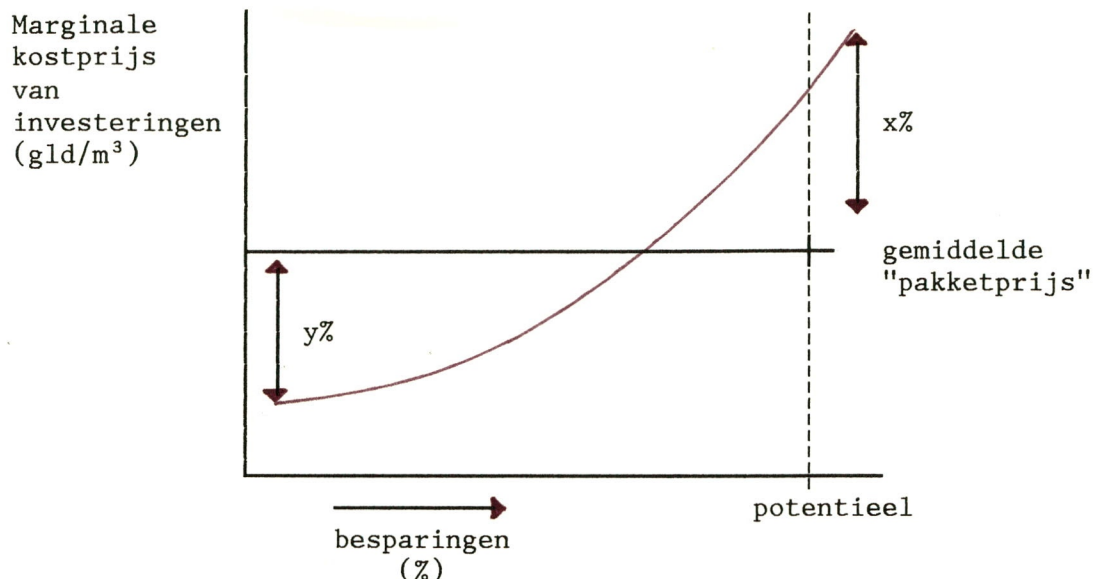
1.8 Potentiële beschikbaarheid van gegevens en kennis

De in de voorgaande paragrafen besproken tabellen 1 t/m 7 geven een goed overzicht van het huidige gegevens- en kennisniveau.

- Er bestaat goed kwantitatief inzicht in de opbouw van het woningbestand.
- Inzicht in besparingspotentiëlen in verschillende categorieën woningen bestaat op het niveau van de "best professional guess". Expliciet kwantitatief inzicht zoals bij de opbouw van het woningbestand bestaat niet en is ook niet binnen handbereik. Allereerst zou uitgebreid kwalitatief woning onderzoek vereist zijn, te verrichten door experts. Daarbij zou rekening gehouden moeten worden met een zeer grote diversiteit in woningtypen, met name in de koopsector.
- Op basis van "best professional guess" ontleend aan praktijkervaring, bestaat goed inzicht in een gedifferentieerde prijsopbouw van het besparingspotentieel. Voor het CENECA-model wordt echter een geaggregeerde kostprijs voor het gehele besparingspotentieel voldoende adequaat geacht, in verband met andere dan direct financiële overwegingen die bij de besluitvorming rond energiebesparing een rol spelen. Deze aggregatie heeft wel consequenties voor de wijze waarop het technische besparingspotentieel geraamd dient te worden.

Als we de kostprijs van het besparingspotentieel gedifferentieerd opgebouwd denken, en we zouden dit gegeven aggregeren tot één gemiddelde kostprijs, dan ontstaan onder- en overschattingen van de werkelijke kostprijs aan het begin en eind van het besparingstraject.

Figuur 1.2 brengt dat in beeld.



Figuur 1.2 : BESPARINGEN EN MARGINALE KOSTPRIJS BESPARINGEN

Het potentieel moet derhalve zodanig "realistisch" begrensd worden dat de onder- en overschattingen binnen redelijke grenzen blijven.

Bovenstaande werkwijze, waarop op reproduceerbare wijze een geaggregeerd potentieel met een geaggregeerde kostprijs tot stand wordt gebracht, wordt haalbaar geacht op het niveau van verschillende woningtypen.

- Op het gebied van besparingsinvesteringsgedrag, voor zover van belang voor CENeca, zijn geen nieuwe inzichten aangetroffen. In het licht van in het voorgaande genoemde overwegingen en beperkingen wordt de huidige modellering adequaat geacht, al is differentiatie naar koop en huur aan te bevelen.
- Kennis ten aanzien van good-housekeeping is beperkt voorhanden. Verklarend gedragsonderzoek dienaangaand bevindt zich nog in de fase van theorievorming.

1.9 Onderzoek aanpak

Bovenstaande overwegingen leiden tot de volgende onderzoek opzet.

a) Aggregatieniveau

Het bestand "CV-woningen" gebouwd vóór 1976" wordt opgedeeld in een aantal karakteristieke categorieën.

Bouwjaar en huurverhouding, en in wat mindere mate het woningtype, zijn de belangrijkste discriminerende factoren.

De opdeling moet plaatsvinden in samenspraak met de uitvoerder.

Als maximum kan een aantal van 10 aangehouden worden.

De weging van resultaten naar CENECA kan plaatsvinden op basis van cijfermateriaal uit de KWR. De instroom en uitstroom van woningen in deze klasse blijft buiten beschouwing.

b) Technologische ontwikkeling, technische besparingsmaxima en kostprijs van besparingsinvesteringen.

De drie componenten worden in één geïntegreerde analyse bepaald op basis van een "engineering"-benadering, gebaseerd op praktijkervaring.

De te volgen werkwijze is beschreven in paragraaf 9.

Van elke te onderscheiden woningcategorie wordt het potentieel gedifferentieerd opgebouwd uit een aantal afzonderlijke besparingsmaatregelen. De maatregelen worden gesorteerd naar oplopende specifieke investeringen. Bovendien worden de individuele maatregelen voorzien van een jaartal dat aangeeft vanaf welk tijdstip de maatregel tot het potentieel gerekend mag worden.

Het spreekt voor zich dat dit tijdstip niet los zal staan van de economische ontwikkeling en het energie-prijspad. Derhalve dient de bovengeschetste potentieelraming te worden gemaakt voor twee, door het CPB te definiëren, omgevingsscenario's.

De conversie van de twee resulterende potentieelcurves naar één geaggregeerd pakket met één "pakketprijs" wordt niet tot het onderzoek gerekend, maar kan afzonderlijk door het CPB geschieden.

c) Besparingsinvesteringsgedrag

Differentiatie naar huur- en koopwoningen is wenselijk. De onderscheiden curves waarmee het investeringsgedrag wordt beschreven kunnen "getuned" worden op:

- a) de actuele curve in het CENECA model;
- b) de gedifferentieerd bekende besparingsrealisaties volgens het kwalitatief woning onderzoek en de verschillende jaargangen van de BAK;
- c) de resultaten van het uit te voeren onderzoek naar potentiële en bijbehorende kosten.

Het ligt voor de hand dit onderzoek eerst in tweede instantie uit te voeren, waarbij het CPB de aangewezen partij is.

d) Good housekeeping

Ten aanzien van de impact en de achtergronden van good housekeeping is onvoldoende bekend. Onderzoek op dit gebied bevindt zich nog in een zeer prematuur stadium. Dat geldt niet alleen voor het deelgebied energie, maar ook voor algemeen gedragsonderzoek in deze zin. Vandaar dat, hoewel meer kennis over good housekeeping en energieverbruik gewenst is, empirisch onderzoek in het huidige onderzoeksstadium niet haalbaar wordt geacht.

Dat neemt niet weg, dat algemeen gedragsonderzoek in theoretische zin, dat moet leiden naar empirische toetsing, zinvol is. Het verdient dan aanbeveling aan te sluiten bij initiatieven op dat gebied.

2. ELEKTRICITEITSVERBRUIK IN WONINGEN

2.1 Sectordefinitie

Het elektriciteitsverbruik in particuliere gezinshuishoudingen. In CPB-model: elektriciteitsverbruik in kWh per aansluiting (totaal: FGEL), vastgesteld in submodel EFGEZO III.

2.2 Sectoractiviteiten

In de gezinshuishoudingen wordt ca. 30% van het totale elektriciteitsverbruik in Nederland geconsumeerd en wel in de volgende zes categorieën:

- a. Huisverwarming (inclusief bijverwarming)
- b. Waterverwarming (boiler)
- c. Koken (elektrisch fornuis, oven)
- d. Verlichting
- e. "Witgoed" (wasmachine, afwasmachine, droger, koelkast etc.)
- f. Overige huishoudelijke toepassingen, (CV-pomp, stofzuiger, strijkijzer, t.v., video, audio, personal computer).

Tabel 2.1 geeft een overzicht van de penetratiegraden (percentueel aantal woningen in bezit van een dergelijke elektrische aanwending), het gemiddeld verbruik en het totaal verbruik per toepassing in 1985.

Tabel 2.1: ELEKTRISCHE TOEPASSINGEN IN GEZINSHUISHOUDINGEN.

	pen.graad %	gem.ver- br. per toepass. (kWh/a)	tot. ver- bruik (GWh/a)
<u>Huisverwarming</u>			
-hoofdverwarming	0		
-bijverwarming	20	50	50(0.3)
-badkamerkachel	20		
<u>Waterverwarming</u>			
-elektrische boiler	17	1850	1732(10.9)
-elektrisch doorstroomtoestel	1	1850	
<u>Koken</u>			
-elektrische oven	26	100	
-elektrische fornuis	10	750	538(3.4)
-elektrisch komfoor	6	650	
<u>Verlichting</u>	100	800	4240(26.7)
<u>Witgoed</u>			
-koelkast	98	400	2226(14.0)
-diepvriezer	45	550	1341(8.4)
-wasautomaat	90	275	1341(8.4)
-centrifuge	43	20	47(0.3)
-trommeldroger	12	400	254(1.6)
-afwasmachine	10	475	254(1.6)
<u>Overige</u>			
-koffiezetapparaat	95	55	281(1.8)
-afzuigkap	53	60	170(1.1)
-audio		35	185(1.2)
-t.v.	95	112	593(3.7)
-c.v. pomp	55	450	1314(8.3)
-stofzuiger	99	65	344(2.2)
-strijkijzer	99	30	159(1.0)
-overigen			831(5.2)
Totaal			15900(100)

Bron: [2.1]

2.3. Technische en economische ontwikkeling in de sector

Het elektriciteitsverbruik per hoofd hangt sterk samen met de gezinsgrootte (tabel 2.2).

Tabel 2.2: GEZINSGROOTTE EN ELECTRICITEITSVERBRUIK

	Gezinsgrootte								
	1	2	3	4	5	6	7	8	>8
gem. kWh-verbruik	1701	2670	3311	3799	4424	4712	4312	4374	7248
gem. kWh-verbruik per hoofd	1701	1335	1104	950	885	785	616	574	-

Bron: [2.1]

Verder blijkt uit [2.2] dat elektriciteitsverbruik en inkomen niet positief gecorreleerd zijn.

Enige nuancering dient daarbij overigens wel aangebracht te worden. Het betreft daarbij een doorsnee-analyse, waarbij individuele huishoudens met elkaar vergeleken worden. In de tijd en op macro-niveau is er echter een verband tussen inkomen en consumptie.

Derhalve mag verwacht worden dat toenemende welvaart een toenemende penetratie tot gevolg zal hebben.

In vergelijking met het buitenland wordt er nauwelijks elektriciteit verbruikt voor huisverwarming. De aanwezigheid van relatief goedkoop gas verklaart dat. Datzelfde geldt in iets beperktere mate voor waterverwarming (boiler). Dat blijkt uit [3]. Voor het overige verhoudt Nederland zich redelijk met het "gemiddelde buitenland".

Slechts ca. 15% van het elektriciteitsverbruik (verwarming van huis en water en koken) is afhankelijk van relatieve energieprijzen. De daarmee samenhangende activiteiten kunnen immers ook met andere energiedragers gerealiseerd worden. Bij hoge penetratiegraden van elektrische apparatuur voor die activiteiten wordt het elektriciteitsverbruik per huishouden snel een veelvoud van het huidig verbruik. Over het algemeen is echter de ver-

wachting dat op het gebied van huisverwarming gas tot ver in de 21ste eeuw dominant zal blijven.

Voor de overige toepassingen is aanwending van elektriciteit het enige alternatief (ca. 85% van het elektriciteitsverbruik). Verandering in het elektriciteitsverbruik is daarbij enkel mogelijk door verandering van het activiteitsniveau of van de energie-intensiteit.

Wat betreft het activiteitsniveau kan worden vastgesteld, dat penetratiegraden van elektrische consumentenartikelen de laatste jaren gestegen zijn. In de toekomst zal deze stijging voortzetten. Daarnaast zullen er nieuwe artikelen op de markt komen. Algemeen is echter de verwachting, dat de energie-intensiteit van die artikelen laag is. De artikelen, die mogelijk komende decennia op de markt komen, zijn nu al in ontwikkeling, dus al redelijk bekend wat betreft de energie-intensiteit.

De ontwikkeling van de energie-intensiteiten van de apparaten wordt bepaald door de technische ontwikkeling. Wat betreft koelkasten, diepvriezers, wasmachines, wasdrogers en afwasmachines is in [2.4] een inventarisatie gemaakt van energiebesparingsmogelijkheden.

2.4 Energiegebruik

Zie 2.

2.5 Relevante sectorkenmerken t.a.v. implementatie van energiebesparing

Expliciet gedrag ten aanzien van energiebesparing speelt in het algemeen geen rol van betekenis.

Veranderingen in het specifiek elektriciteitsverbruik per toepassing komen derhalve tot stand via de reguliere vervangings- en uitbreidingsinvesteringen van apparatuur.

Het koopgedrag van de consument en de ontwikkeling van energiezuinige apparatuur aan de aanbodzijde zijn daarmee de bepalende factoren.

Per elektrische toepassing is de situatie daarbij enigszins verschillend.

- De elektrische boiler en de CV-pomp zijn min of meer met het huis geïntegreerde toepassingen (ca. 20% van het elektriciteitsverbruik in gezinshuishoudingen). Implementatiekenmerken hiervan zullen dan ook overeenkomen met implementatiekenmerken van besparing op verwarming in huishoudens (zie bijlage 4.1).
- De keuze tussen koken op gas of op elektriciteit wordt nauwelijks door energieprijzen bepaald. Kookgewoontes en het al dan niet bestaan van een gasaansluiting zijn dominante factoren. Energiebesparing speelt geen rol van betekenis.
- De witgoed toepassingen zijn in mindere of meerdere mate luxe toepassingen. De penetratie zal mede afhangen van welvaart en gezinsgrootte. Een nagenoeg volledige penetratie van de nu bestaande apparaten zal -bij gelijkblijvende elektriciteitsintensiteit- een stijging van ongeveer 50% van het totale elektriciteitsverbruik in de particuliere gezinshuishoudingen tot gevolg hebben.

Energiebewustzijn speelt, naast kwaliteitsaspecten, tot op zekere hoogte een rol bij de aanschaf van artikelen in deze categorie. Daarbij mag overigens verwacht worden dat naast het aanbod van substantieel duurdere energiezuinige apparatuur er steeds een markt zal blijven bestaan voor goedkopere merken.

- In de categorie "verlichting" gelden soortgelijke overwegingen.
- Op het gebied van de categorie "overige" is de consument relatief energieprijsongevoelig. Bovendien kent de consument hier geen echte bedrijfseconomische principes. Comfort, status e.d. spelen een rol van betekenis.

2.6 Recent energie-onderzoek

[2.1] N.V. Nederlandse Gasunie e.a.

B.A.K. '85

[2.2] V.D.E.N.

Elektriciteitsverbruik in gezinshuishoudingen.

Rapport no. TEA nr. 82-900

mei, 1982.

[2.3] Lee Schipper e.a.

Changing Patterns of Electricity Demand in Homes

An International Overview.

Paper, International Institute for Applied Systems Analysis

October 1986.

[2.4] R. Tweehuysen e.a.

Energiebesparing bij huishoudelijke toestellen

SWOKA onderzoeksrapport nr. 12

's Gravenhage 1982.

2.7 Relevante onderzoekinstellingen

Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Konsumentenaangelegenheden

Konsumentenkontakt

Consumentenbond

Philips

KEMA

SEP

2.8 Potentiële beschikbaarheid van gegevens/kennis

Wat betreft de potentiële beschikbaarheid van gegevens en kennis valt het volgende op te merken:

- ten aanzien van het energieverbruik per elektrische toepassing zijn er redelijk gedetailleerde gegevens bekend;
- er bestaat goed inzicht in de actuele technische besparingspotentiëlen van de energetisch belangrijkste toepassingen.

Datzelfde geldt voor de algemene technologische ontwikkelingen op deze

gebieden, waarbij de kennis overigens verspreid ligt bij producenten, onderzoekinstellingen e.d.;

- onvoldoende inzicht bestaat echter in de expliciete invloed van energieprijzen op verdere technologische ontwikkeling van elektrische apparatuur;
- evenzo zijn de invloed van energie- en kostprijsontwikkeling op het koopgedrag (penetratie) en het gedrag ten aanzien van energiebesparing (energie-intensiteit) bij consumenten onvoldoende bekend;
- onderzoektechnisch is tenslotte van belang dat de relevante onderzoeksitems sterk kunnen verschillen per toepassingscategorie of daarin per apparaat.

2.9 Onderzoekaanpak

a. Aggregatieniveau

Onderzoek naar ontwikkelingen in het elektriciteitsverbruik in gezinshuishoudingen wordt gedifferentieerd naar de volgende categorieën:

- werverwarming/CV-pomp/mechanische ventilatie
- verlichting
- witgoed
- overige

Elektrische woningverwarming en energieverbruik voor koken blijven buiten beschouwing omdat weinig veranderingen in de bestaande situatie worden verwacht.

Aggregatie van de resultaten naar CENECA is afhankelijk van de uitkomsten van het onderzoek.

b. Technologische ontwikkeling en gedrag t.a.v. energiebesparende investeringen

Onderzoek op het gebied van technologische ontwikkeling en energiebesparing valt in twee wezenlijk verschillende componenten uiteen.

(i) Aan woningverwarming gerelateerd onderzoek.

In deze groep vallen de waterverwarming, de elektrische voorzieningen verbonden aan CV-installaties (circulatiepomp en rookgasventilator) en eventuele mechanische ventilatie van de woning.

Voor elk van de drie elektrische toepassingen geldt een sterke samenhang met ontwikkelingen op het gebied van de ruimteverwarming en zal derhalve in onderlinge consistentie daarmee worden beschouwd (zie bijlage 4.1).

(ii) Geïntegreerd onderzoek naar vraag en aanbod van overige elektrische apparatuur, in relatie tot economische en energieprijzontwikkelingen.

Ontwikkelingen op het gebied van verlichting, witgoed en overige apparatuur worden in onderlinge consistentie bestudeerd in een tweetal onderzoeken.

1. Technologische ontwikkelingen, besparingspotentiëlen en kostprijzen.

Deze studie inventariseert en beschrijft voor elk van de apparaten in de drie categorieën de verwachte technologische ontwikkelingen en het effect daarvan op de kostprijzen. De ramingen worden gemaakt binnen twee, door het CPB te definiëren, omgevingsscenario's.

Producentengedrag wordt impliciet meegenomen en niet expliciet beschouwd in relatie tot de parameter van de scenario's.

Samenwerking met, of uitvoering door, een producent is wenselijk (Philips).

2. Verklarende factoren voor implementatie.

De tweede studie betreft een marktonderzoek en houdt zich bezig met de vraag naar verklarende factoren voor penetratie van de diverse toepassingen en voor het energiebesparend gedrag van de consument ten tijde van de investeringsbeslissing.

De marktanalyse dient te zijn afgestemd op dezelfde omgevingsscenario's als boven aangeduid ter verkrijging van consistente inpassing van de resultaten in CENECA. Afstemming van deze activiteit met de SEP is gewenst.

3 ELEKTRICITEITSVERBRUIK IN BEDRIJVEN

3.1. Sectordefinitie

Finaal verbruik van elektriciteit in bedrijven (SBI 2 t/m 9), CENECA bedrijfstakken 2 t/m 7, 9 en 10 en 12 t/m 15.

3.2. Sector activiteiten

CENECA bedrijfstak	SBI
2. Veehouderij- en overige produkten Dranken en tabaksprodukten.	20 en 21
3. Textiel-, kleding-, leder- en schoenindustrie	22 - 24
4. Papier en grafische industrie	26 en 27
5. Chemie excl. petrochemie en kunstmestindustrie	292-3
6. Petrochemie	
7. Kunstmestindustrie	291
9. Basis metaalindustrie	33
10. Metaalprodukten- en optische industrie, electrotechnische en transportmiddelen industrie	34 - 39
12. Overige industrie	25 en 32
13. Bouwnijverheid	5*
14. Zee- en luchtvaart, overige transport- en communicatiebedrijven	7
15. Overige dienstverlening	6, 8 en 9

* bij benadering.

3.3 Technische en economische karakteristieken van de sector

Er is sprake van een algehele tendens van toenemende elektrificatie in de industrie op langere termijn.

Handlingsaspecten en de implementatie van nieuwe technologische processen

(bijvoorbeeld membraantechnologie) zijn daarin belangrijke factoren.

Verder kan op basis van de ontwikkeling van het thermisch en elektrisch energieverbruik in recente jaren worden vastgesteld dat voortgaande thermische energiebesparing lijkt samen te gaan met toenemend gebruik van elektriciteit.

Introductie van energiebesparende apparatuur gaat veelal gepaard met toenemende pomp- en ventilatorvermogens, waardoor het krachtverbruik toeneemt [3.1].

3.4. Energiegebruik

Tabel 3.1 geeft een globaal overzicht van het elektriciteitsgebruik over de onderscheiden bedrijfstakken.

Tabel 3.1: ELEKTRICITEITSVERBRUIK PER BEDRIJFSTAK

		Inkoop- realisa- tie 1983	Finaal verbruik 1985	%
SBI		mln kWh		
20-21	Voeding en genot	2808	3270	8
22-24	Textiel	452	470	1
26-27	Papier	941	1840	4
292-300	Chemie excl. petrochemie en kunst- mest	)) 5203	7500	18
300	Petrochemie	)	2060	5
291	Kunstmest	748	1930	5
33	Basismetaleel	6148	6390	16
34-39	Overige metaal	2660	3230	8
25 en 32	Overige industrie	996	2270	6
		1912		
5	Bouwnijverheid	326	360	1
7	Transport		60	-
6, 8 en 9	Overige dienstverlening en overheid		8320 3300	20 8
	Totaal		41000	100

Bron: CBS, de Nederlandse energiehuishouding, 1982-1983, nieuwe opzet en tijdreeksen.

CBS, de Nederlandse energiehuishouding, no. 1-4-1984.

CENECA ramingen, pers. comm. CPB.

Krekel van der Woerd Wouterse [3.2] heeft onderzoek verricht naar de verschillende toepassingsgebieden van elektriciteit in de industrie.

Tabel 2 geeft het resultaat weer.

Tabel 3.2: ELEKTRICITEITSVERBRUIK IN DE INDUSTRIE NAAR TOEPASSING (1981)

	%		
Verlichting	5		
Kracht	65		
		<u>CATEGORALE INDELING</u>	
		pompen	22
		persluchtcompressor	10
		ventilatoren	1
		overige elektromotoren	32
Smelten	14		
Elektrolyse	5		
Niet benoemd	11		

Bron: [3.2].

Het gebruik van elektriciteit voor kracht is de belangrijkste toepassing. De krachttoepassing van elektriciteit is opgedeeld in een aantal categorale posten: categorieën van apparaten die in alle industriesectoren voorkomen. Pompenergie neemt daarvan ongeveer 1/3 voor zijn rekening.

KWW heeft daarnaast een tweede invalshoek gekozen om het krachtverbruik in de industrie te identificeren en te klassificeren, namelijk de belangrijkste elektriciteitsverbruikende processen, zoals mengen en malen.

Om twee redenen wordt hier aan de resultaten daarvan voorbijgegaan.

In de eerste plaats blijkt dat een proces in de ene sector dikwijls aanzienlijk verschilt van een gelijknamig proces in een andere sector. De clustering van het elektriciteitsverbruik in verschillende proces-klassen leidt derhalve tot niet homogene groepen waarvan een nadere analyse niet direct mogelijk is.

In de tweede plaats is bij de veelvoorkomende processen veelal sprake van

een sterke verwevenheid van het gebruik van gas, stoom en elektriciteit waardoor bepaling van besparingspotentiëlen van elektriciteit alleen waarschijnlijk zal leiden tot niet-buikbare suboptimalisaties [3.2].

3.5 Relevante sectorkenmerken t.a.v. de implementatie van energiebesparing

Dertig procent van het industrieel elektriciteitsverbruik uit het openbare net wordt afgenomen door 8 bedrijven.

Het elektriciteitsverbruik van deze acht bedrijven omvat de in tabel 3.2 genoemde toepassingen van smelten en elektrolyse en een belangrijk deel van de krachttoepassingen.

De bedrijven zijn niet in de haalbaarheidsstudie betrokken, omdat individuele bevraging gedurende het hoofdonderzoek adequaat en haalbaar wordt geacht.

Ten aanzien van de overige grote groep van bedrijven die het resterende elektriciteitsverbruik voor zijn rekening neemt, mag worden aangenomen dat er in het algemeen nauwelijks sprake is van expliciet gedrag ten aanzien van elektriciteitsbesparing.

Diverse oorzaken zijn daarvoor aan te wijzen. In de eerste plaats is het besparingspotentieel geringer dan bij thermische energie, waarbij het bovendien relatief lastiger te voorzien is op welke wijze de elektriciteitsbesparing verkregen zou kunnen worden. In de tweede plaats zijn de bedrijven in het algemeen elektriciteit-extensief, zoals weergegeven in tabel 3.3.

In de derde plaats is in het verleden veelal naar de thermische kant van het energieverbruik geoptimaliseerd, waardoor besparing op elektriciteit niet zonder meer mogelijk is.

Het gevolg van de geschetste situatie is dat realisatie van het besparingspotentieel geleidelijk zal geschieden via de reguliere vervanging van installaties [3.2].

KWW schat het totale besparingspotentieel in de industrie (exclusief de grote afnemers) op 9%.

Het potentieel bij verlichting (5% verbruiksaandeel) wordt geschat op 20 à 30%.

De besparingsmogelijkheden bij de categorale krachttoepassingen worden

tenslotte geraamd op 15%.

Vervolgonderzoek, verricht door Van Holsteijn en Kemna [3.3], heeft dit laatste resultaat globaal bevestigd.

Tabel 3.3: ELEKTRICITEIT INTENSITEIT IN ENKELE BEDRIJFSTAKKEN 1983.

SBI		Elektri- citeits- inkoop	Productie waarde	Elektri- citeits- intensi- teit
		mln kWh	mln gld	kWh/gld
20-21	Voeding en genot	2808	65500	0,04
22-24	Textiel	452	6565	0,07
26-27	Papier	941	16532	0,06
292-300	Chemie excl. petrochemie en kunst-) mest) 5203)			
	Petrochemie)		) 41480	0,14
291	Kunstmest	748	)	
33	Basismetaal	6148	8997	0,68
34-39	Overig metaal	2660	53540	0,05
25 en 32	Overige industrie	996	9039	0,11
		1912		
5	Bouwnijverheid	326		
7	Transport	60 ¹⁾		
6, 8 en 9	Overige dienstverlening	10620 ¹⁾		

1) Finaal verbruik 1985 volgens CENECA.

3.6 Relevant recent energie onderzoek

[3.1] J.J.P.M. Bloks

Deelstudies t.b.v. Rapport "Duurzame Energie":

Vraag naar energie in de Voedings- en Genotmiddelenindustrie.

Doomernik B.V., oktober 1986 en januari 1987.

[3.2] Krekel van de Woerd Wouterse

Voorstudie industrieel elektriciteitsverbruik en besparingspotentieel.

Rotterdam, december 1984.

[3.3] Van Holsteijn en Kemna
Hoogrendementspompen.
Delft, augustus 1986.

3.7 Relevante onderzoekinstellingen

KEMA-SEP

KWW

3.8 Potentiële beschikbaarheid van kennis en gegevens

Met uitzondering van de grote afnemers zijn kennis en gegevens omtrent elektriciteitsverbruik en besparing op elektriciteit in bedrijven slechts globaal bekend.

Er is betrekkelijk weinig onderzoek uitgevoerd in dit marktsegment.

Het onderzoek van KWW naar categorale krachttoepassingen beschrijft het elektriciteitsverbruik en de besparingspotentiëlen op gedetailleerd bedrijfstak niveau.

Het betreft echter een globale indeling van het verbruik in een beperkt aantal toepassingsgebieden. Het onderliggend cijfermateriaal is verder gedeeltelijk ontleend aan buitenlands onderzoek.

Op kwalitatieve gronden kan worden beredeneerd dat verdergaande thermische energiebesparing in bedrijven noodzakelijkerwijs gepaard zal gaan met toenemende elektrificatie. Expliciet onderzoek ter onderbouwing van deze stelling is niet verricht, ook is niet duidelijk in welke mate deze trend van elektrificatie de besparingsmogelijkheden op elektriciteit zal compenseren of zelfs overtreffen.

3.9 Onderzoek aanpak

Uitgangspunt van het onderzoek vormt de wens allereerst inzicht te verschaffen in het kwantitatieve effect van besparing op elektriciteit aan de ene kant, en verdergaande elektrificatie -al dan niet onder invloed van thermische energiebesparing- anderzijds.

Op basis van de bevindingen kan meer evenwichtig dan thans het geval is verder onderzoek worden gedefinieerd en uitgezet.

Vooreerst kunnen industriële besparingspotentiëlen zoals geraamd voor KWW per individuele bedrijfstak worden gehanteerd.

De globale resultaten uit de KWW-analyse voor verlichting en categorale toepassingen kunnen gebruikt worden als eerste globale potentieelschatting voor de niet-industriële bedrijfstakken: bouwnijverheid, transport en diensten/overheid.

a) Aggregatieniveau

Allereerst wordt een onderscheid gemaakt tussen de grote elektriciteitsafnemers (SIGE-leden) en de overige bedrijven.

De grote afnemers kunnen individueel worden bevraagd naar aspecten van technologische ontwikkeling, technisch besparingspotentieel, kosten van besparingsinvesteringen, investeringsgedrag en aspecten van good housekeeping.

De overige bedrijven worden op het CENECA-bedrijfstakniveau beschouwd.

Resultaten van onderzoek naar technologische ontwikkeling en elektriciteitsbesparing worden naar dit niveau vertaald.

De mate waarin bepaalde categorale verbruikstoepassingen in bedrijfstakken voorkomen (zie [3.2]) en de mate waarin nieuwe technologie en procesintegratie in die bedrijfstakken in de toekomst verwacht mogen worden zijn daarvoor de bepalende factoren.

b) Technologische ontwikkeling en technisch besparingspotentieel

Zoals eerder aangeduid zijn het verbruik van thermische en elektrische energie in bedrijven in het algemeen sterk aan elkaar gekoppeld.

In de toekomst zal die koppeling blijven bestaan, waarbij de relatie in belangrijke mate zal worden bepaald door ontwikkelingen aan de thermische kant en door nieuwe technologieën.

De mate van procesintegratie zal daarbij een belangrijke factor vormen. Onderzoek in dit veld zal eerst in tweede instantie -nadat resultaten uit onderzoek naar thermische procesintegratie zijn verkregen- worden geformuleerd.

c) Besparingsinvesteringsgedrag, kosten van besparingsinvesteringen en good-housekeeping

Zoals in paragraaf 6 beschreven zal realisatie van het besparingspotentieel geleidelijk geschieden langs de weg van de reguliere vervanging van installaties.

Specifiek onderzoek op genoemde onderwerpen wordt dan ook niet aanbevolen.

4. LANDBOUW EN VISSERIJ

4.1. Sector definitie

Verbruik van energie ten behoeve van verwarming in de landbouw en visserij.
(SBI 0), CENECA bedrijfstak 1.

4.2. Sector activiteiten

Landbouw en visserij is als volgt onderverdeeld:

SBI

- 0 Landbouw en visserij
 - 01 Land en tuinbouw
 - 011 Akkerbouw en veehouderij
 - 012 Tuinbouw
 - 013-015 Overig
 - 02 Bosbouw
 - 03 Visserij

4.3. Technische en economische karakteristieken van de sector.

De sectorstructuur, gemeten op het 3-digit niveau, is in de afgelopen jaren in geringe mate gewijzigd ten gunste van de tuinbouw.

Tabel 4.1: PRODUKTIEWAARDE LANDBOUW EN VISSERIJ

	1980 mln gld	1970 %	1975 %	1980 %	1983 %
01 land en tuinbouw	26750	100	100	100	100
011 akkerbouw	2947	15	13	11	11
veehouderij	17567	67	67	66	66
012 tuinbouw	6180	18	20	23	23
013 -					
015 overig	-				
02 bosbouw	56				
03 visserij	620				

Bron: CBS, Nationale Rekeningen, 1982
LEI/CBS, Landbouwcijfers, 1985

Het belang dat aan de diverse subsectoren kan worden gehecht, hangt sterk af van het ingenomen gezichtspunt.

Als de subsectoren worden gezien vanuit algemeen economisch belang, dan domineren de veehouderij en de tuinbouw in hoge mate.

Bekijken we echter het strategisch belang van de voedselvoorziening op langere termijn dan ligt de nadruk sterk op de veehouderij en de akkerbouw. Van de tuinbouw is dan duidelijk uitgesloten de glastuinbouw die in dat geval als een relatieve luxe kan worden beschouwd.

Deze constatering is van belang in het licht van de haalbaarheidsstudie.

Glastuinbouw, de grootste en meest energie-intensieve subsector binnen de landbouw en visserij, bestaat niet zozeer terwille van een strategisch landsbelang of een economische noodzaak.

Glastuinbouw bestaat veeleer bij de gratie van een economische rentabiliteit die door individuele ondernemers gehaald wordt en bij de gratie van de inspanningen die de glastuinbouw pleegt om deze rentabiliteit te handhaven.

Bezien we tenslotte de subsectoren vanuit de energie-optiek dan domineert zoals gezegd de glastuinbouw in hoge mate.

De glastuinbouw wordt gekenmerkt door een snelle (technologische) ontwikkeling. Nieuwe teelten, met daarmee nieuwe energie-intensiteiten, dienen

zicht voortdurend aan.

Nieuwe teeltwijzen, systemen en technieken worden ontwikkeld, bijvoorbeeld substraatteelt en teelt in geconditioneerde cellen.

Er is sprake van sterke energiebesparing van rond 30% over de periode 1979-heden. Dat is vooral ingegeven door de hoge energie-intensiteit en de in verhouding daarmee geringe marges.

De vernieuwing zal zich in de toekomst voortzetten: verdere omschakeling naar substraatteelt ter vergroting van de produktiviteit en ontwikkeling van nieuwe en verbeterde uniforme rassen.

Verder kan toenemende voorlichting door voorlichtingsdiensten en toeleveringsbedrijven verwacht worden.

Daarnaast staat verdere beheersing van kosten centraal.

Tenslotte lijkt verdergaande energiebesparing met 30%, enkel op basis van bestaande kennis en technieken mogelijk.

4.4 Energiegebruik

Het energiegebruik in de glastuinbouw is gedifferentieerd bekend, vooral op basis van de door het CBS uitgevoerde structuurenquete 1983/1984 [4.2].

Voor akkerbouw en veehouderij zijn de gegevens en schattingen fragmentarisch. Men bedient zich in het algemeen van vuistregels ten aanzien van energieverbruik per eenheid produkt.

Het energiegebruik in de land- en tuinbouw is als volgt opgebouwd:

Tabel 4.2: ENERGIEVERBRUIK VOOR VERWARMING IN DE LAND- EN TUINBOUW 1984

	TJ	%
akkerbouw	1605	2
veehouderij	5100	6
tuinbouw	78990	92
	—	—
	85695	100

Bron: [4.1]

De energie-intensiteit van akkerbouw en veehouderij zijn respectievelijk 0,43 en 0,23 TJ/gld produktiewaarde in 1984. Van deze twee subsectoren kan aan de veehouderij een wat groter besparingspotentieel worden toegekend dan aan de akkerbouw. Daardoor zullen de effectieve energie-intensiteiten van beide sub-sectoren in de toekomst dicht bij elkaar komen te liggen.

Op basis van IMAG [4.1] kan de glastuinbouw worden onderverdeeld in een viertal dominante categorieën. Karakteristieke gegevens zijn als volgt:

Tabel 4.3: ENERGIEKARAKTERISTIEKEN VAN DE GLASTUINBOUW

categorie	verwarmd staand glas ha	olie en gas TJ	energie-inten- siteit TJ/ha
1. groente	3690	35.284	9,6
2. snijbloemen	3724	39.565	10,6
3. potplanten	504	7.144	14,2
4. overig	282	2.192	7,8

Bron: [4.1]

Binnen de vier categorieën kunnen overigens aanzienlijke - gewas afhankelijke - verschillen optreden (bijvoorbeeld 13,2 TJ/ha voor komkommers en

3,3 TJ/ha voor augurken).

Deze verschillen verantwoorden echter niet direct een noodzaak tot verdere desaggregatie.

Buiten de glastuinbouw is afzonderlijk vermeldens waard de teelt van champignons.

De gegevens zijn als volgt:

	ha	TJ	TJ/ha
Champignons	75	752	10.0

Bron: [4.1]

4.5 Relevante sectorkenmerken t.a.v. de implementatie van energiebesparing

We beperken ons hier tot de glastuinbouw.

Energiebesparing is te beschouwen als een dwanginvestering. Het up-to-date brengen van het areaal en het verhogen van de produktiviteit hebben voortdurende prioriteit in de sector.

Energiebesparende investeringsbeslissingen worden echter nooit los gezien van de rentabiliteit van de gehele bedrijfsvoering en het voortbestaan van een individuele onderneming. Dat wordt enerzijds veroorzaakt door het grote belang van energie als kostencomponent, en anderzijds door de grote verstrengeling van de energetische voorzieningen en het werkelijke voortbrengingsproces in de glastuinbouw.

Seperate beschouwing van energie, energiebesparing en besparingsinvesteringsgedrag zal dan ook tot een verkeerd toekomstbeeld kunnen leiden.

Opvallend in de sector is de goede organisatie en de alertheid.

Dat blijkt bijvoorbeeld uit het grote aantal aanmeldingen ten tijde van de Sector Beleids Subsidie Regeling in het verleden.

Verder golden ook allerlei praktische belemmeringen bij het indienen van aanvragen voor energietoeslag op de WIR (WIR - ET) met name niet voor de glastuinbouw, daar waar in andere sectoren soms enige moeite bestond [4.4].

Tenslotte is het van belang op deze plaats vast te stellen dat energiebesparing - tot op zekere hoogte - belemmerend werkt op de bedrijfsvoering.

Verder behoeft optimale bedrijfsvoering lang niet altijd gepaard te gaan met optimaal energiegebruik. Zo kunnen bijvoorbeeld onder omstandigheden van extreme kou de produktmarges aanzienlijk toenemen, wat door een te veranderen stookgedrag verder uitgebuit kan worden.

Eén en ander impliceert dat het gebruikers-gedrag - good housekeeping in de termen van CENECA - in hoge mate wordt bepaald door momentane omstandigheden en niet eenvoudig kan worden beschreven.

4.6 Relevant recent energie onderzoek

[4.1] J.J. Laurs et al

Vraag naar energie in de landbouw en de beschermde gewassenteelt.
IMAG, Wageningen, augustus 1986.

[4.2] CBS

Structuurenquete bedrijven met glastuinbouw 1983/1984.
CBS 1985.

[4.3] LEI

(Energie)boekhoudingen van steeproefbedrijven in de landbouw.

[4.4] L. Koot et al.

Evaluatie van de werking en effectiviteit van de energietoeslag op de WIR-basispremie etc.
TNO-CVE, ref. nr. 84-03462, Apeldoorn, maart 1984.

* Gegevens ten aanzien van glastuinbouw in belangrijke mate te ontleen aan [4.1] en [4.2].

* Gegevens ten aanzien van akkerbouw en veehouderij:

vooral ervaringsgetallen ten aanzien van specifiek energieverbruik en fragmentarische bronnen (LEI, IMAG, RUU, TNO etc.) en [4.3].

4.7 Relevante onderzoek instellingen

IMAG, Wageningen.

LEI, Den Haag.

4.8 Potentiële beschikbaarheid van gegevens en kennis

Het in het voorgaande geschetste gegevens- en kennisniveau laat zich als volgt samenvatten:

- Er bestaat goed kwantitatief inzicht in de verdeling van het energieverbruik over de verschillende subsectoren in de landbouw en visserij.
- De glastuinbouw domineert het energieverbruik en het besparingspotentieel in hoge mate.
- Het besparingspotentieel kan niet los gezien worden van de technologische ontwikkeling in de bedrijfstak: de mogelijkheid en noodzaak tot het implementeren van technische besparingsmaatregelen hangt nauw samen met de ontwikkeling van teelten en teeltsystemen.
- De alertheid van de bedrijfstak en het dwangmatige karakter van de besparingsinvesteringen leiden er toe dat reguliere investeringen en specifieke besparingsinvesteringen moeilijk van elkaar zijn te onderscheiden.
- Er bestaat voldoende inzicht op sub-sector niveau om geïntegreerde analyses van energiebesparing en technologische ontwikkeling uit te voeren.
- De reproduceerbaarheid van resultaten is echter beperkt omdat geïntegreerde analyse een aantal impliciete beoordelingen en wegingen met zich mee zal brengen.

4.9 Onderzoek aanpak

In het licht van het bovenstaande wordt de volgende onderzoekopzet haalbaar geacht:

a) Aggregatieniveau

Landbouw en visserij wordt opgedeeld in zeven categorieën.

SBI	Categorie
01 Land- en tuinbouw	
011 Akkerbouw en veehouderij	1
012 Tuinbouw	
-glastuinbouw	
* groente	2
* snijbloemen	3
* potplanten	4
* rest	5
-overig	6
013 -)	
015 Overig)	
	7
02 Bosbouw)	
03 Visserij)	

De weging van resultaten naar CENECA kan plaatsvinden op basis van periodieke weging van de zeven produktiewaardes door CPB-bedrijfstakingspecialisten, eventueel in samenspraak met het Landbouw Economisch Instituut. Voor categorie 7, Overige land- en tuinbouw en Bosbouw en Visserij is een eenmalige schatting van de relatieve bijdrage aan de bruto produktiewaarde voldoende adequaat.

Energieverbruik en energiebesparing worden buiten beschouwing gelaten in de categorieën 6 en 7. Het energiegebruik in deze categorieën is relatief gering, terwijl weging van besparingsmogelijkheden op basis van bruto produktiewaardes een verdere vermindering van het belang van deze categorieën tot gevolg heeft.

b) Technologische ontwikkeling, technische besparingsmaxima, kostprijs van besparingsinvesteringen en besparingsinvesteringsgedrag

In paragraaf 9 is aangeduid dat technologische ontwikkeling en technische besparingspotentiëlen sterk met elkaar verweven zijn. Verder is aangegeven dat specifieke besparingsinvesteringen moeilijk zijn te onderscheiden van reguliere vervangings- en uitbreidingsinvesteringen.

In de hier geschetste onderzoekopzet wordt de in CENECA gehanteerde vierdeling dan ook verlaten.

Voor elk van de categorieën 2 tot en met 5 wordt de ontwikkeling in teelten en teeltwijzen geïntegreerd beschouwd met verandering van energie-intensiteiten als gevolg van ontwikkelingen op het gebied van energie-omvorming, warmte-technische installaties, kasontwikkeling en besturing. De kostprijsontwikkeling op elk van deze technologische gebieden wordt daarbij niet expliciet beschouwd.

Bovendien wordt voorbijgegaan aan expliciete beschrijving van het gedrag ten aanzien van besparingsinvesteringen.

Het is duidelijk dat de resultaten van deze geïntegreerde analyses niet onafhankelijk zijn van de economische ontwikkeling in de bedrijfstak en van de ontwikkeling van energieprijzen.

Om de resultaten bruikbaar te maken voor implementatie in CENECA, dienen de geïntegreerde analyses dan ook plaats te vinden voor minstens twee, door het CPB te definiëren, omgevingsscenario's.

De geïntegreerde analyses voor de categorieën zijn overigens niet geheel onafhankelijk.

Uitgegaan dient te worden van een uniforme beschrijving van de besparingsmogelijkheden op het gebied van energie-omvorming, warmte-technische installaties, glasopstanden en besturing.

Voor categorie 1, Akkerbouw en Veehouderij, is een integrale analyse zoals boven beschreven niet noodzakelijk.

De ontwikkelingen op het gebied van energiegebruik en energiebesparing, kunnen - binnen de context van CENECA - voldoende beschreven worden middels een globaal geschatte coëfficiënt voor technologische ontwikkeling.

c) Good-housekeeping/bedrijfsvoering

Zoals beschreven in paragraaf 6 heeft energie noodzakelijkerwijs permanente aandacht. Daarbinnen gaat optimaal energieverbruik overigens niet altijd gelijk op met optimale bedrijfsvoering. Het meer of minder optimaal met energie omgaan hangt sterk af van de actuele omstandigheden van het moment.

Het kader, waarbinnen good-housekeeping bestudeerd dient te worden overstijgt het niveau van sector-specifieke kenmerken. Ten aanzien van good housekeeping gelden dan ook dezelfde opmerkingen als gemaakt in 4.1

5. VOEDINGS- EN GENOTMIDDELENINDUSTRIE

5.1. Sector definitie

Verbruik van energie (exclusief electriciteit) in de voedings- en genotmiddelenindustrie (SBI 20 en 21), CENECA bedrijfstak 2.

5.2. Sectoractiviteiten

SBI

20/21 Voedings- en genotmiddelenindustrie.

- 20.1 Slachterijen- en vleeswarenindustrie
- 20.2 Zuivel- en melkproduktenindustrie
- 20.3 Visbewerkingsinrichtingen
- 20.4 Meelfabrieken, gort- en rijstpellerijen
- 20.5 Suikerindustrie
- 20.61 Plantaardige en dierlijke oliën en vetten
- 20.62 Margarinefabrieken
- 20.7 Groente- en fruitverwerkende industrie
- 20.8 Brood-, beschuit-, banket- en koekfabrieken
- 20.9 Cacao-, chocolade- en suikerverwerkende industrie
- 21.1 Zetmeel en zetmeelderivaten
- 21.21 Mengvoederfabrieken
- 21.29 Veevoederfabrieken
- 21.3 Overige voedingsmiddelenindustrie
- 21.4 Alcoholfabrieken en distilleerderijen
- 21.5 Bierbrouwerijen en mouterijen
- 21.6 Frisdrankenindustrie
- 21.7 Tabakverwerkende industrie

5.3 Technische en economische karakteristieken van de sector

Tabel 5.1 geeft een overzicht van de bruto produktiewaarde van de diverse sub-sectoren. De produktiewaarde van de gehele sector wordt gedomineerd

door de bijdragen van de slachterijen- en vleeswarenindustrie, de zuivelindustrie, de produktie van mengvoeders en de zetmeelproducerende en verwerkende industrie.

Tabel 5.1: PRODUKTIEWAARDE VOEDINGS- EN GENOTMIDDELENINDUSTRIE

SBI	Omschrijving	1981	1983	1981	1983
		mln. gld.	mln. gld.	%	%
20.1	slachterijen- en vleeswarenindustrie	9692	10522	16	16
20.2	zuivel en melkprodukten	15636	13839	25	21
20.4	meelfabrieken e.d.	1320	1369	2	2
20.6	margarine e.a. industrie	4457	4731	7	7
20.7	groente- en fruitverwerkende industrie	1865	2037	3	3
20.8	bloemverwerkende industrie	2533	1199	4	2
20.9	cacao-, chocolade- en suikerwerkindustrie	2652	2987	4	5
21.2	veevoederindustrie	8863	10243	14	16
div.	diversen: 20.3, 20.5, 21.1 en 21.3	7345	8258	12	13
21.4-)	drankenindustrie	4270	4625	7	7
21.6)					
21.7	tabaksverwerkende industrie	3611	4062	6	6
	Totaal	62243	65500	100	100

Bron: CBS, Samenvattend overzicht van de industrie 1981-1983.

5.4 Energieverbruik per subsector

Tabel 5.2 beschrijft het energieverbruik van de voedings- en genotmiddelenindustrie voor 1984.

De zuivelindustrie, suikerproduktie en de fabricage en verwerking van zetmeel zijn de belangrijkste bedrijfstakken.

Ruim 50% van het energieverbruik wordt door deze bedrijfstakken gedekt.

Tabel 5.2: ENERGIEVERBRUIK VOEDINGS- EN GENOTMIDDELENINDUSTRIE 1984

SBI	Omschrijving	TJ	%
20.1	slachterijen en vleeswarenindustrie	2946	4
20.2	zuivel en melkprodukten	17637	24
20.4	meelfabrieken e.d.	754	1
20.6	margarine e.a. industrie	6563	9
20.7	groente- en fruitverwerkende industrie	2392	3
20.8	bloemverwerkende industrie	4166	6
20.9	cacao-, chocolade- en suikerwerkindustrie	2266	3
21.2	veevoeder industrie	5999	8
div.	diversen 20.3, 20.5, 21.1 en 21.3	22912	32
21.4-	drankenindustrie	5872	8
21.6			
21.7	tabaksverwerkende industrie	1178	2
	Totaal	72685	100

Bron: bewerking van [5.1].

In de huidige geaggregeerde aanpak van CENECA, waar de voedings- en genotmiddelenindustrie als één groep wordt beschreven op basis van een geaggregeerde relatie tussen produktiewaarde en energieverbruik, bepalen de vier genoemde bedrijfstakken het beeld voor zelfs meer dan 80%.

Tabel 5.3 beschrijft het energieverbruik naar toepassing.

Tabel 5.3: ENERGIEVERBRUIK NAAR TOEPASSING 1980

	TJ	%
drogers	11500	17
ovens	2400	4
verdampers	2000	3
destillatie	900	1
fornuizen	170	-
ruimteverwarming	5300	8
proceswarmte	46000	67
totaal (niet electrisch)	68270	100

Bron: [5.2]

Opvallend is dat slechts een beperkt aantal unit operations een rol van betekenis spelen.

Verder is opvallend het grote aandeel (67%) van proceswarmte in het gespecificeerde energieverbruik.

Dit impliceert dat met name in deze bedrijfstak integratie van de warmtestromen in de diverse processen - d.w.z. op elkaar afstemmen van deelprocessen en het uitwisselen van warmte tussen die processen - tot grotere besparingsmogelijkheden aanleiding zal geven dan op basis van afzonderlijke beschouwing op het niveau van de unit-operations verwacht mag worden [5.3].

5.5 Relevante sectorkenmerken t.a.v. de implementatie van energiebesparing [5.6]

Met betrekking tot energiebesparingskenmerken is de sector divers.

In de eerste plaats is er een aanzienlijke spreiding in het aandeel van de energiekosten in de produktiewaarde. Tabel 5.4 geeft daarvan een beeld.

Tabel 5.4: AANDEEL VAN ENERGIEKOSTEN IN DE PRODUKTIEWAARDE 1981

	%
zuivel	3
vleeswaren/vleesconserven	1,5
pluimveeslacht	1
veevoeder	2
suiker	6

Bron: [5.5]

Naast de energie-intensiteit is minstens een vijftal andere aspecten van belang bij de mate waarin energiebesparing en good-housekeeping plaatsvinden:

- a) de bedrijfsomvang, en daarmee tot op zekere hoogte de mate van georganiseerdheid;
- b) continue versus discontinue processen of marktgevoelige versus marktongevoelige processen;
- c) de mate waarin winsten worden behaald uit handelsmarges dan wel uit effectieve kostenbewaking van de voorbrengingsprocessen;
- d) de kwetsbaarheid van grondstof en eindprodukten, ofwel de kwaliteitsgevoeligheid van processen;
- e) de gewicht - prijsverhouding.

Bij bedrijven met continue processen is relatief goed meetbaar, bestuurbaar en derhalve voorspelbaar wat het effect zal zijn van de implementatie van energiebesparende maatregelen of wijziging van de bedrijfsvoering.

Bedrijfsrisico's met betrekking tot de voortgang van de produktie of met betrekking tot de kwaliteit van het eindprodukt zijn in dat geval beperkt. Bovendien wordt bij dit type bedrijven energie dikwijls expliciet in de analyse van de produkt-kosten betrokken.

Dit samenstel van factoren leidt ertoe dat energiebesparing in deze categorie van bedrijven relatief veel aandacht krijgt.

Bij discrete produkten of discontinue processen is het verband tussen produktie en energieverbruik in het algemeen minder goed herkenbaar. Effecten

van maatregelen zijn minder goed meetbaar en voorspelbaar.

Energiebesparing introduceert in dat geval een risicofactor in de produktie. Daar komt bij dat in dit type bedrijven het afzetmoment van dominant belang kan zijn, óf in verband met de handhaving van kwaliteit, óf in verband met het verwerven van een order.

Sterke nadruk op energie-management ligt in dat geval niet in de rede.

De gewicht - prijsverhouding is met name in de voedings- en genotmiddelenindustrie van belang. In deze bedrijfstak is in technisch opzicht in hoge mate sprake van behandelen van water (verwarmen, verdampen enz.). Het hoge aandeel van proceswarmte in de unit-operations duidt daar op. Dit heeft tot gevolg dat de aandacht voor energie sterk zal toenemen met de verhouding tussen het gewicht en de marktprijs van een produkt.

De overige genoemde factoren spreken voor zich en behoeven hier geen nadere toelichting.

Het totaal van factoren, en dit is verschillend voor elke te onderscheiden sub-sector, bepaalt of energiebesparing separaat wordt geïmplementeerd of is geïncorporeerd in de reguliere investeringen.

Tabel 5.5 geeft een indicatie van de gerealiseerde besparingen in diverse sub-sectoren gedurende de periode 1979-1982.

Opgemerkt dient daarbij te worden dat een gedeelte van de gerealiseerde besparingen is bereikt door afstoting van verouderde kapitaalgoederen.

Tabel 5.5: ENERGIEBESPARINGSPERCENTAGES, GECORRIGEERD VOOR VERANDERINGEN IN DE PRODUKTIE (T.O.V. 1979).

		1980	1981	1982
20.1	slachterijen- en vleeswarenindustrie	-23	-33	-38
20.2	zuivel- en melkproduktenindustrie	- 1	- 7	-18
20.3	visbewerkingsinrichting	n.a.	n.a.	n.a.
20.4	meelfabrieken, gort- en rijstpel- lerijen	- 1	- 3	- 3
20.5	suikerindustrie	n.a.	n.a.	n.a.
20.61	plantaardige en dierlijke oliën en vetten	+ 1	+ 4	+32
20.62	margarinefabrieken	n.a.	n.a.	n.a.
20.7	groente- en fruitverwerkende in- dustrie	-15	-15	-23
20.8	brood-, beschuit-, banket- en koekfabrieken	- 5	- 4	- 2
20.9	cacao-, chocolade- en suikerver- werkende industrie	+ 6	- 3	- 9
21.1	zetmeel en zetmeelderivaten	n.a.	n.a.	n.a.
21.2	meng- en voederfabrieken	+ 0	-15	-21
21.3	overige voedingsmiddelenindustrie	0	+ 2	+ 1
21.4	alcoholfabrieken en distilleerde- rijen	0	+ 9	+ 1
21.5	bierbrouwerijen en mouterijen	- 6	-16	-21
21.6	frisdrankenindustrie	-18	-33	-42
21.7	tabakverwerkende industrie	+ 3	+ 7	- 5
	Totaal	- 4	-11	-13

Bron: [5.1]

5.6 Relevant recent energie onderzoek

[5.1] G. Gerritse et al.

Industriële energiebesparing in de jaren 1979-1984.

TNO-CVE, ref. nr. 86-264 (in opdracht van PEO).

Apeldoorn, oktober 1986.

[5.2] U.H.C. Bijvoet

Besparingspotentiëlen op basis van unit-operations verdeeld naar
industriesectoren.

TNO, juni 1983.

[5.3] J.J.P.M. Bloks

Eerste deelstudie t.b.v. Rapport "Duurzame Energie": Vraag naar energie in de voedings- en genotmiddelenindustrie, (concept)
Doomernik B.V., oktober 1986.

[5.4] J.J.P.M. Bloks

Tweede deelstudie t.b.v. Rapport "Duurzame Energie": Vraag naar energie in de voedings- en genotmiddelenindustrie, (concept)
Doomernik B.V., januari 1987.

[5.5] J.C.M. Schogt en W.J. Beek

De toekomst van onze voedingsmiddelenindustrie
Stichting Toekomstbeeld der Techniek.
Den Haag, 1985.

[5.6] CIVO/TNO, persoonlijke communicatie.

5.7 Relevante onderzoekinstellingen

TNO, Hoofdgroep Voeding en Voedingsmiddelen.

Doomernik B.V., Consulting Engineers.

5.8 Potentiele beschikbaarheid van gegevens en kennis

Kennis en gegevens ten aanzien van energiebesparingsmogelijkheden kunnen in twee categorieën worden opgedeeld:

branche-georiënteerde informatie, en
energietechniek-georiënteerde kennis.

De voedings- en genotmiddelenindustrie is vooral per bedrijfstak of deelsector georganiseerd. Sectorkennis, met name ten aanzien van de voortbrengingsprocessen en de implementeerbaarheid van energiebesparing (zie ook paragraaf 6), is dan ook primair beschikbaar en toegankelijk via deze invalshoek. Er bestaat goed inzicht op subsectorniveau ten aanzien van werkzaamheid van de verschillende factoren die de implementatie van energiebesparing beïnvloeden (grote/kleine bedrijven, continue/discontinue processen etc.).

Energietechnische kennis is goed bekend, zowel technologisch als met betrekking tot kosten, op het niveau van de verschillende energiebesparings-opties, en de integratie van processen en warmtestromen.

Recentelijk zijn door Bloks in het kader van de studie "Duurzame Energie" de verschillende mogelijkheden globaal geïnventariseerd [5.3, 5.4].

Op technologisch gebied zijn membraantechnologie en procesintegratie de belangrijkste ontwikkelingen die het energieverbruik in de sector zullen terugdringen. Verder wordt een overzicht gegeven van mogelijke verbeteringen in de diverse unit operations. Tenslotte schetst Bloks op overigens minder goed reproduceerbare wijze welke besparingen, zowel ten aanzien van thermische als elektrische energie, op sub-sector- en unit-operation-niveau te verwachten zijn.

Bezien vanuit de optiek van de unit-operations zijn de verwachtingen in tabel 5.6 weergegeven.

Tabel 5.6: BESPARINGSVERWACHTINGEN OP UNIT-OPERATIONS NIVEAU

unit operation	verwacht besparingsniveau in 1995	opmerking
drogers	60%	door warmteterugwinning en mechanische ontwatering
overig	40%	door (regel)technische voorzieningen aan de ovens zelf en door warmteterugwinning
indampers	10 à 30%	door volledige invoering van 6 à 7 traps verdamping en mechanische recompressie
destillatie	20%	door (regel)technische voorzieningen; op wat verdere termijn volledige vervanging door membraan technologie
fornuizen	10%	door warmteterugwinning

Bron: [5.4]

Op sub-sectorniveau is het perspectief conform het geschetste un tabel 5.7.

Tabel 5.7: BESPARINGSVERWACHTINGEN OP SUB-SECTORNIVEAU

SBI	Subsector	Verwacht besparingsniveau			
		1995		2010	
		ther- misch %	elec- trisch %	ther- misch %	elec- trisch %
20.1	slachterijen	10	25	10	0
20.2	zuivel	20 à 30	20	60	25
20.3	visverwerking	-	10	-	20
20.4	meelfabrieken	10	10	0	0
20.5	suiker	15	-10		
20.6	margarine etc.	20	10	40	0
20.7	groenteverwerking	20	20	75	0
20.8	broodfabrieken etc.	20	10	10	-10
20.9	cacao etc.	20	20	20	
21.2	veevoeder	10	10	10	10
21.3	overige voedingsmiddelen	20	10	10	
21.4/5	alcohol etc.	20	0	20	-10
21.6	frisdranken	20	10	10	-10
21.7	tabakverwerking	20	10	10	

Bron: [5.4]

De tabellen laten zien dat verregaande thermische besparingen mogelijk worden geacht.

De resultaten in beide tabellen duiden bovendien op een sterke relatie tussen thermische energiebesparingspotentiëlen, ontwikkeling van nieuwe technologieën (procesintegratie, membraantechnologie, mechanisch ontwateren etc.) en het gebruik van electriciteit.

Bloks voorziet een daling in de verhouding tussen het warmte- en elektriciteitsverbruik van een waarde 7 naar 2.

5.9 Onderzoek aanpak

a) Aggregatieniveau

Onderzoek naar de ontwikkeling van het energieverbruik in de voedings- en genotmiddelenindustrie wordt opgezet op een drietal aggregatieniveau's:

- I. Analyses van de belangrijkste voortbrengingsprocessen in de sector.
- II. Analyses op het niveau van individuele unit operations.
- III. Integratie van de resultaten I en II in analyses op het niveau van de subsectoren 20.1 t/m 21.9.

De onderzoekresultaten komen uiteindelijk beschikbaar op het 3-digit subsectorniveau.

b) Technologische ontwikkeling, technische besparingsmaxima en kostprijs van besparingsinvesteringen

Ten aanzien van deze aspecten wordt een drietal deelstudies uitgevoerd:

- i) integrale procesanalyses
- ii) analyses van unit-operations
- iii) integratie in subsectoranalyses.

i) Integrale procesanalyses

Van de belangrijkste voortbrengingsprocessen worden integrale procesanalyses uitgevoerd. De analyses richten zich ergo om op een reproduceerbare wijze de samenhang tussen technologische ontwikkeling, technische besparingspotenties en kosten van besparingsinvesteringen te beschrijven.

De volgende bedrijfstakken worden expliciet in beschouwing betrokken:

- 20.2 Zuivel en melkprodukten
- 20.5 Suikerindustrie
- 21.1 Zetmeel en zetmeelderivaten.

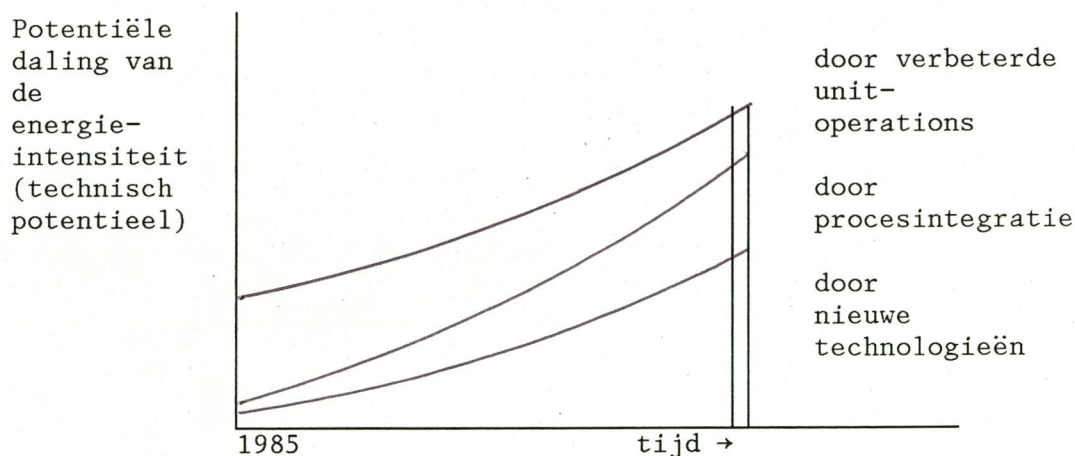
De analyse voor elk voortbrengingsproces wordt uitgevoerd binnen het referentiekader van twee, door het CPB gedefinieerde, scenario's ten aanzien van economische ontwikkeling in energieprijzen.

De volgende stappen worden onderscheiden:

1. Beschrijving van de huidige processtappen door middel van een flow-diagram (referentiejaar 1985).
2. Beschrijving van de "best available technology" voor de onderscheiden processtappen aan het eind van de scenarioperiode, onder de condities van de twee scenario's voor economische ontwikkeling en energieprijzen.
3. Beschrijving van de energiestromen (thermisch en elektrisch) in het "best-available" processchema, onder inpassing van de "best-available" unit operations.

De gegevens ten aanzien van de unit operations worden ontleend aan separate analyses (zie § 10.2).

4. Identificatie van de opbouw van het "technisch besparingspotentieel" langs het tijdspad voor beide scenario's:
 - a. Verlaging van de energie-intensiteit ten opzichte van het referentiejaar als gevolg van nieuwe technologieën; opsplitsing in een autonome en een scenario-afhankelijke component.
 - b. De daarop gesuperponeerde verlaging van de energie-intensiteit door procesintegratie.
 - c. Het tenslotte daarop gesuperponeerde besparingspotentieel in unit-operations.



5. Bepaling van de kosten van energiebesparingsinvesteringen, voor zover niet opgenomen in de reguliere investeringen.

ii) Analyse van unit-operations

Van de belangrijkste unit-operations worden analyses uitgevoerd ten aanzien van de besparingspotentiëlen en de kosten van de potentiëlen.

De ontwikkeling van de potentiëlen wordt beschreven binnen de context van de twee, door het CPB gedefinieerde, omgevings-scenario's.

iii) Integratie in subsector analyses

Deze deelstudie omvat de integratie van de bovenvermelde onderzoekresultaten in, en de vertaling naar de 3-digit subsectorniveau 20.1 t/m 21.9. De mate waarin de specifieke onderzoekresultaten van toepassing zijn in elke deelsector, en de mate waarin de verschillende factoren die de implementatie van energiebesparing beïnvloeden van toepassing zijn, worden expliciet beschreven (zie ook § 9).

c) Besparingsgedrag en good-housekeeping

Ten aanzien hiervan wordt geen verder onderzoek aanbevolen.

6 PAPIER

6.1 Sectordefinitie

Energieverbruik van de bedrijfsklasse papier- en papierwarenindustrie (SBI 26) en de grafische industrie (SBI 27), CENECA bedrijfstak 4. Omdat de grafische industrie slechts 3,5% van het totale energieverbruik in deze bedrijfstak voor haar rekening neemt, spitst deze analyse zich toe op de papier en papierwarenindustrie.

Het energieverbruik omvat zowel warmte/brandstoffen (EFBEDR II), als elektriciteit (EFBEDR III).

6.2 Sector activiteiten

Aan de hand van de SBI-indeling is een verdere uitsplitsing van activiteiten te geven:

SBIProdukten

26.1 Papier- en kartonindustrie

pulpfabrieken (captive)

papierfabrieken

kartonfabrieken

TM-pulp, houtslip

grafisch, pak- en sanitair papier

massief en vouwkarton

26.2 Papierwarenindustrie

papierwaren

26.3 Golfkarton- en kartonnage-industrie

golfkartonfabrieken

golfkarton

kartonnagefabrieken

"kartonwaren"

6.3 Technische en economische ontwikkeling in de sector

De papier- en kartonindustrie (SBI 26.1) domineert de totale papierindustrie (SBI 26). In de periode 1979-1984 trad een lichte (trendmatige?) verschuiving qua produktiewaarde in de richting van verdere verwerking op.

Tabel 6.1 PRODUKTIE-ONTWIKKELING PAPIER- EN PAPIERWARENINDUSTRIE

	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Index	99,1	100	99,7	98,8	103,8	109,9
Verdeling						
26.1	-	42%	42%	40%	40%	-
26.2/3	-	58%	58%	60%	60%	-

Bron: [6.2]

Opmerking:

De produktiewaarde van de grafische industrie (SBI 27) lag in de beschouwde periode op een niveau van ongeveer 2x de papierindustrie.

Kenmerken van de sectorontwikkeling zijn verder:

- de produktie van de papier- en kartonindustrie is in de periode 1979-1984 na een lichte terugval in 1981 en 1982 per saldo met 7,7% gegroeid. Tegelijk nam de bezettingsgraad toe van 88% tot 95%;
- in de beschouwde periode heeft zich een sanerings/revitaliseringsproces voltrokken, waardoor de internationale concurrentiepositie sterker is ge-

worden.

De toekomst van de papierindustrie zal naar verwachting in het teken staan van:

- realisatie van een voortgaande procesvernieuwing;
- verbetering van de produkteigenschappen;
- minder groei in tonnen dan in toegevoegde waarde.

6.4. Energiegebruik

De ontwikkeling van het energieverbruik, zoals in tabel 2 is weergegeven, is gebaseerd op de CBS-statistiek [6.3]. Het betreft het energieverbruik-saldo (aanvoer minus afvoer), dat wil zeggen omzettingsverliezen van eigen opwekking zijn inbegrepen (ca. 5% van het totaal).

Tabel 6.2 ENERGIEVERBRUIK PAPIERINDUSTRIE

TJ (%)	26.1	26.2/3	26
1979	25.678 (91)	2.633 (9)	28.311 (100)
1980	23.592 (90)	2.478 (10)	26.070 (100)
1981	21.342 (88)	2.878 (12)	24.212 (100)
1982	19.387 (87)	2.932 (13)	22.259 (100)
1983	18.818 (88)	2.959 (12)	21.767 (100)
1984	20.327 (87)	3.161 (13)	23.488 (100)

Bron: [6.3]

De "basispapier" (papier en kartonindustrie) domineert binnen de totale papierindustrie ook qua energieverbruik. In de beschouwde periode werd een aanzienlijke energiebesparing (van meer dan 25%) gerealiseerd. Een vergelijkbare reductie werd ook in de papierwarenindustrie bereikt.

Binnen de "basispapier" is er sprake van een sterke differentiatie van de productie naar produktsoorten en een dito specialisatie van bedrijven dienovereenkomstig. Het (gemiddelde) specifieke energieverbruik verschilt van produkt tot produkt nogal ($\pm 15\%$ ten opzichte van het overallemiddelde). Overigens is de hoogte van het energieverbruik per ton produkt van bedrijf tot bedrijf sterk afhankelijk van specifieke omstandigheden (aard van de vezelinzet, kwaliteit van het produkt en van de productie-installatie).

6.5 Relevante sectorkenmerken ten aanzien van de implementatie van energiebesparing

Energiebesparing is zoals blijkt uit [6.4], een doorgaande ontwikkeling, die samenhangt met:

- Modernisering van het machinepark door vervanging van complete of delen (secties) van verouderde installaties, bij al dan niet gelijktijdige uitbreiding van de produktiecapaciteit (niet meer alleen retrofit). Primair doel is: versterking van de concurrentiepositie door kostenbeheersing en kwaliteitsverbetering.

Onder deze categorie zijn begrepen: verbeteringen aan het bestaande machinepark, die gericht zijn op verhoging van de produktiviteit.

De economische vooruitzichten van de bedrijfstak bepalen in wezen het tempo waarin dit vernieuwingsproces en de daarmee verbonden energiebesparingseffecten plaatsvindt.

- Doorvoeren van maatregelen die leiden tot energiebesparingen bij bestaande produktie-installaties (diepte-investeringen), voor zover en zodra de te verwachten energieprijswontwikkeling daar aanleiding toe geeft.

Daarnaast kunnen door wijzigingen in het grondstofpakket veranderingen in het energieverbruik (per ton produkt) optreden. Een toename van het zelf bereiden van pulp zou een sterke stijging van het energieverbruik van de "basispapier" tot gevolg hebben.

Good-housekeeping heeft een te verwaarlozen effect.

Van de 3 mechanismen, die de ontwikkeling van de energie-intensiteit bepalen:

- technologische ontwikkeling,
- energiebesparing (in strikte zin),
- good-housekeeping,

lijken derhalve alleen de eerste twee verder van belang.

Wat het eerste aspect betreft, er is sprake van een doorgaande technologische ontwikkeling, samenhangend met de verbetering van bestaande processen middels diepte-investeringen en de invoering van nieuwe processen middels vervangings- dan wel uitbreidingsinvesteringen, kortom vernieuwing van de in het produktiepark vastgelegde kapitaalgoederenvoorraad. De algemene investeringsgeneigdheid van de sector, die zijn eigen mérites heeft,

los van energie-aspecten, is bepalend voor dit effect. De functionele relatie zal nader moeten worden vastgesteld.

Wat het tweede aspect betreft, energiebesparingen door middel van diepte-investeringen, die specifiek hierop gericht zijn, zijn niet alleen nu mogelijk, bij het huidige produktiepark, maar ook in de toekomst bij de alsdan vernieuwde installaties. Aan de ene kant is de effectuering van de daarmee gemoeide investering afhankelijkheid van de actuele (reële) energieprijs. In een scenario met dalende energieprijzen is een beperkte restitutie van kapitaal door energie (ontsparring) niet uitgesloten. Ook hier zal de functionele relatie nader moeten worden vastgesteld.

6.6 Relevant recent onderzoek

[6.1] KWW

Energie & economie, produkbijslage 24
COB/SER
1983.

[6.2] L. Koot et al.

Evaluatie van de werking en effectiviteit van de energietoeslag op de WIR-basispremie etc.
TNO-CVE, ref. nr. 84-03462.
Apeldoorn, maart 1984.

[6.3] G. Gerritse et al.

Industriële energiebesparing in de jaren 1979-1984.
TNO-CVE, ref. nr. 86-264 (in opdracht van PEO).
Apeldoorn, oktober 1986.

[6.4] C.J. Nederveen.

Energetische effecten van energiebesparende investeringen in de Nederlandse papier- en kartonindustrie.
TNO-Vezelinstituut, rapp. nr. PK 86/006 (in opdracht van E.Z. en V.N.P.).
Delft, augustus 1986.

6.7 Relevante onderzoekinstellingen/bureaus

TNO Vezelinstituut, Delft.

Vereniging van Nederlandse Papier- en kartonfabrieken, Haarlem.

6.8 Potentiële beschikbaarheid van gegevens en kennis

Er bestaat een gedegen inzicht in de relatie tussen energie, technologie en economie in de papierindustrie. Uit proces- en bedrijfsonderzoek is kennis opgebouwd omtrent energieverbruik per processtap, naar unit-operations, per produkt en naar energiedrager. Die kennis is geconcentreerd aanwezig bij het Vezelinstituut TNO. Aanvulling is wellicht nodig met betrekking tot de papier- en kartonverwerking (SBI 26.2 en 26.3).

De beschikbare informatie zal bewerkt moeten worden in verband met de eisen, die aan de modellering binnen CENACA worden gesteld.

6.9 Onderzoekaanpak

a) Aggregatieniveau

De analyse van het energieverbruik en van de besparingsmogelijkheden start vanuit het procesniveau. Integratie per produkt of produktgroep lijkt zinvol, vanwege het verschil in energie-intensiteit van de onderscheiden produktgroepen en mogelijkheid van (structurele?) produktpakketverschuivingen. De modellering van de energievraag c.q. de energiebesparingsmogelijkheden zal het best op niveau van de totale produktie kunnen plaatsvinden.

b) Technologische ontwikkeling, technische besparingsmaxima en kostprijs van besparingsinvesteringen.

De 3 componenten worden in één geïntegreerde analyse bepaald via een procesgeoriënteerde benadering, met "best available technology" (van elk van de onderscheiden processtappen) als uitgangspunt. De verkregen resultaten (cijfers omtrent energie-intensiteit en besparingsmogelijkheden, alsmede de bijbehorende kostprijsgegevens op procesniveau) worden gesommeerd tot cijfers op produktniveau, die op hun beurt gewogen gesommeerd worden tot cijfers voor de totale produktie.

De te onderscheiden onderzoeksstappen zijn analoog aan die bij de voedings- en genotmiddelenindustrie, dat wil zeggen:

1. Beschrijving van de huidige produktie (processtappen) door middel van een produktstroomschema (referentiejaar 1985). Voor zover nodig is onderscheid te maken tussen verschillende produkten.
2. Beschrijving van de "best available technology" voor de onderscheiden processtappen aan het eind van de scenarioperiode onder twee specifieke, door het CPB aan te geven, scenario-condities. In hoeverre binnen de scenarioperiode alternatieve papierbereidingsprocessen een rol spelen, zal expliciet moeten worden gemaakt.
3. Bepaling van de (aan 1 en 2 gekoppelde) energieverbruiksintensiteit en energiebesparingsmogelijkheden (gerelateerd aan technologische ontwikkeling respectievelijk besparingsinvesteringen), op niveau van de totale produktie via een 3-trapsbenadering, zoals in § 10.1 is toegelicht.
4. Identificatie van de opbouw van het besparingspotentieel naar de aspecten:
 - nieuwe technologieën
 - procesintegratie
 - unit-operations verbetering
5. Bepaling van kosten van energiebesparingsinvesteringen.

Naast deze stappen wordt aandacht besteed aan de analyses van de unitoperations en aan integratie van de onderzoeksresultaten in het sectorniveau.

Opmerkingen:

- De te geven scenariocondities hebben onder andere betrekking op de economische ontwikkeling van de bedrijfstak (→ tempo technologische ontwikkeling), de energieprijssituatie (→ haalbaarheid energiebesparingsmaxima en nieuwe technologieën), de grondstofsituatie en omgevingseisen.
- De analyse wordt toegespitst op de belangrijkste produktie (26.1). Het "gedrag" van het minder belangrijke, diffuse deel van de produktie (26.2/3) zal in tweede instantie op een nader te bepalen wijze aan het onderzochte deel worden gerelateerd.
- Energieverbruiksintensiteit en besparingseffecten worden in fysieke eenheden uitgedrukt (GJ per ton produkt). Omzetting van produktiehoeveelheid naar produktiewaarde is een stap, die buiten de sectorstudie valt.

c) Besparingsgedrag en good housekeeping

Ten aanzien hiervan wordt geen separaat onderzoek aanbevolen.

7 PETROCHEMIE EN OVERIGE GRONDSTOFFENCHEMIE

7.1 Sector definitie

Energieverbruik van de petrochemie, CENECA bedrijfstak 6 en de overige chemie en rubberverwerkende industrie, CENECA bedrijfstak 5. Vanwege het energetische belang richt deze analyse zich met name op de organische chemische grondstoffenfabrieken (SBI 29.49), waarvan een groot deel de sector "petrochemie" vormt en op de anorganische chemische grondstoffenfabrieken (SBI 29.42) die deel uitmaken van de sector "overige chemie".

Onder energieverbruik zijn begrepen het verbruik van warmte/brandstoffen en het elektriciteitsverbruik (EFBEDR II en III).

7.2 Sector activiteiten

De activiteitenstructuur van de aangegeven sector is weergegeven in onderstaand overzicht. Aan de hand van de SBI-indeling is ook een uitsplitsing van activiteitengegevens van die onderdelen van de chemie gegeven, die in deze beschouwing niet verder zijn onderzocht.

SBIProdukten29.42 Anorganische chemische
grondstoffenfabrieken

- elektrolyse-, indamp- en calcineerprocessen
- concentreer-, calcineer- en sinterprocessen
- reductieprocessen

chloor, loog, chloorderivaten
metaaloxiden
carbiden, fosfor en fosfaten

29.49 Organische chemische
grondstoffengfabrieken

(petrochemie)

- kraken en reforming
(nafta, LPG, gasolie; aardgas)
- verwerking

basischemicaliën (etheen,
propeen, methanol, etc.)
halffabrikaten (styreen,
VCM, acrylonitril etc.)

29.2/4 Rest chem. grondstoffenindustrie

kunstharsenindustrie

kunstharsen, kunststoffen
(an)organische kleurstof-
fen/verfstoffen

kleur- en verfstoffenindustrie

industriële gasfabrieken

industriële gassen

synth. reuk- en smaakstoffenfabrieken

reuk- en smaakstoffen

29.5/9 Overige chemie

verfindustrie

verf, drukinkt

genees- en verbandmiddelenindustrie

zeepindustrie

was- en reinigingsmidde-
len, cosmetica

chem. bestrijdingsmiddelenindustrie

overige chem. produktenindustrie

(o.a.) lijm, poetsmidde-
len, fotochem. produkten

Het belang van de onderscheiden sectoren wordt geïllustreerd door een overzicht van de omzet- en werkgelegenheidscijfers in 1980 in tabel 7.1 [7.4].

Tabel 7.1 OMZET EN WERKGELEGENHEID IN DE CHEMISCHE INDUSTRIE (29) EN DE KUNSTMATIGE VEZELINDUSTRIE (30)

SBI-code		Omzet 1980 (in mln. guldens)	Aantal werk- nemers (30.9.1980)
29.1	Kunstmeststoffenindustrie	3.080	6.200
29.2	Kunstharsen- e.d. industrie	2.509	5.300
29.3	Verfstoffen- en kleurstoffenindustrie	486	
29.4/30			
	29.41 Industriële gassenfabrieken		
	29.42 Anorganische chemische grond- stoffenfabrieken		
	29.43 Synthetische reuk- en smaak- stoffenfabrieken		
	29.49 Organische chemische grond- stoffenfabrieken		
	30. Kunstmatige en synthetische garen- en vezelindustrie	16.359	39.900
29.5	Verf-, lak-, vernis en drukinkt- industrie	1.154	5.700
29.6	Genees- en verbandmiddelenindustrie	1.988	11.500
29.7	Zeep-, was- en reinigingsmiddelen-, parfumerie- en cosmetica-industrie	1.119	5.700
29.9	Overige chemische produktenindustrie	1.006	6.000
Totaal		28.183	84.500

Bron: [7.4]

7.3 Technische en economische ontwikkeling in de sector

Kenmerkende "eigenschappen" van de chemische industrie als geheel zijn [7.4]:

- naar verhouding veel grote bedrijven;
- sterke concentratie en centralisatie van de produkties;
- relatief overwicht van de produktie van basischemicaliën en halffabrieken;
- nauw gelieerd aan de aardolie-industrie;
- hoge exportquote (> 90%) waarbij slechts 50% van de basisprodukten en 15% van de halffabrikaten in het binnenland worden verwerkt.

De ontwikkeling van de chemische industrie sinds de eerste energiecrisis werd gekenmerkt door:

- vertraging van de groei (afzet op lager niveau, mede als gevolg van een zekere marktverzadiging);
- overcapaciteit, leidend tot verscherpte concurrentie en (met name bij bulkprodukten) aanvankelijke druk op de prijzen;
- versterkte aandacht voor produktendifferentieatie (specialties).

Het toekomstbeeld van de chemie als geheel (en daarmee van de boven genoemde subsectoren) zal naar verwacht worden gekenmerkt door:

- minder nieuwe basisprocédés;
- geen belangrijke schaalvergrotingseffecten meer;
- nogal sterke verandering in produktspecificaties;
- afnemende groei/krimp bulkproducties;
- versterkte produktendifferentieatie;
- accent op fabricage rendabeler maken.

7.4. Energiegebruik

De ontwikkeling van het energieverbruik van de sector, zoals weergegeven in tabel 7.3 [7.3], is gesplitst naar 29.42 en 29.49. Ter vergelijking is het energieverbruik van de rest van de totale grondstoffenchemie respectievelijk van de totale chemie (exclusief kunstmest) mee opgenomen. Onder energieverbruik wordt hier verstaan het energieverbruiksaldo (aanvoer minus afvoer), dat wil zeggen omzettingsverliezen en eigen verbruik voor omzetting (onder andere bij eigen opwekking) zijn inbegrepen.

Tabel 7.3: ENERGIEVERBRUIK ANORGANISCHE EN ORGANISCHE BASISCHEMIE

TJ (%)	29.42	29.49	29.2/4	26
1979	53.965 (9,3)	488.786 (84,1)	563.118 (96,9)	580.883 (100)
1980	45.062 (9,4)	400.759 (82,3)	464.760 (96,6)	481.110
1981	43.258 (9,9)	357.119 (82,1)	418.318 (96,2)	434.455
1982	44.003 (11,4)	308.059 (80,1)	368.617 (95,8)	384.660
1983	46.009 (10,7)	351.394 (81,7)	414.124 (96,3)	430.137
1984	48.984 (12,0)	323.554 (79,2)	391.432 (95,9)	408.356

De organische basischemie (29.49) heeft een overheersende positie. De sterke teruggang van het energieverbruik in de beschouwde periode voor de gehele

chemie is vooral terug te voeren op een sterk energiebesparingseffect in 29.49 [7.3].

Wat betreft de onderverdeling van het energieverbruik geldt het volgende:

- Ca. 1/3 van het energieverbruik van de anorganische basischemie hangt samen met een drietal produkties (chloor, fosfor, siliciumcarbide) [3]. Het totaal aantal produkten (chemicaliën) bedraagt bijna 400.
- 80% van het energieverbruik van de organische basischemie is terug te voeren op een twintigtal produkten [7.3]. De produkties zijn gekoppeld aan olie (petrochemie), met uitzondering van op aardgas gebaseerde activiteiten (zoals de methanolchemie) en de verwerking van bijprodukten van de kook(gas)produktie. Het totaal aantal produkten bedraagt ongeveer 350.

Gelet op de grote verscheidenheid aan processen ligt modellering binnen CENECA energievraag op produktniveau het meest voor de hand. Dat hangt mede ervan af, in hoeverre bij de exogeen gegeven produktie-ontwikkeling een opsplitsing naar produkten/produktgroepen mogelijk is.

7.5 Relevante sectorkenmerken ten aanzien van de implementatie van energiebesparing

De basischemie heeft in voorbije jaren een aanzienlijke energiebesparingsinspanning geleverd [3]. Met name in 29.49 blijkt dat het geval te zijn geweest. Een exacte uitsplitsing tussen echte energiebesparende investeringen en andere maatregelen met energiebesparing als neveneffect is daarbij zonder verdere analyse moeilijk te geven.

Verdere verlaging van de energie-intensiteit van de produktie is mogelijk. Aan de ene kant door energiebesparende diepte-investeringen. Ook bij het bestaande produktiepark is een verder besparingspotentieel aanwezig, met name in de kleine chemische industrieën, waar sprake is van een na-ijleffect. Bij de huidige energieprijssituatie zullen dergelijke investeringen veelal worden uitgesteld. Aan de andere kant worden besparingen geïncorporeerd in technologische vernieuwingen in de produktiesfeer, al dan niet gerelateerd aan uitbreiding respectievelijk vervanging van bestaande door nieuwe installaties. Daarbij ligt naast eerder gememoreerde wijzigingen in de produktie-structuur (meer specialties) een zwaar accent op optimalisering van instal-

laties, verfijnd ontwerp van componenten en systemen (integratie) en verdere automatisering. Ook zullen technologische "sprongen" kunnen optreden bij invoering van nieuwe processen (bijvoorbeeld in de methanolbereiding), waarbij de vraag rijst waar de absolute grenzen liggen voor het energieverbruik van processen.

Van de 3 mechanismen, die de ontwikkeling van de energie-intensiteit bepalen:

- technologische ontwikkeling,
- energiebesparing (in strikte zin),
- good housekeeping,

zijn ook in deze sector alleen de eerste twee verder van belang. Zoals aangegeven, is er aan de ene kant sprake van een verdergaande technologische ontwikkeling, in relatie tot de verbetering van bestaande processen en de invoering van nieuwe processen middels vervangings- of uitbreidingsinvesteringen. De algemene investeringsgeneigdheid van de sector is bepalend voor het tempo waarin een en ander gerealiseerd wordt.

Aan de andere kant zijn er energiebesparende diepte-investeringen mogelijk, niet alleen bij het huidige maar in principe ook bij elk toekomstig productiepark, waarvoor bepaalde, in de tijd successieve technische besparingsmaxima gelden. De effectuering van de investeringen is mede afhankelijk van de actuele (reële) energieprijsverwachtingen (in een scenario met dalende energieprijzen is een beperkte resubstitutie van kapitaal door energie niet uitgesloten).

Er kan overigens ook sprake zijn van energieverbruikverhogende effecten, namelijk van:

- milieumaatregelen;
- verdere verwerking tot (nieuwe) eindprodukten (zoals in § 3 besproken);
- proceswijzigingen in verband met eisen aan de produktkwaliteit en de grondstoffeninzet.

7.6 Relevant recent onderzoek

[7.1] KWW

Energie & economie, produktbijlagen 15 t/m 20.
COB/SER.
1983.

[7.2] L. Koot et al.

Evaluatie van de werking en effectiviteit van de energietoeslag op de WIR-basispremie etc.
TNO-CVE, ref.nr. 84-03462.
Apeldoorn, maart 1984.

[7.3] G. Gerritse et al.

Industriële energiebesparing in de jaren 1979-1984.
TNO-CVE, ref.nr. 85-264 (in opdracht van PEO).
Apeldoorn, oktober 1986.

[7.4] P.J. van de Noord, H.W. Vrolijk, B.C.M. Alders en M. Couwenberg.

Technologie en Werkgelegenheid op sectorniveau.
Ministerie van Sociale Zaken, maart 1986.

[7.5] F.G.W. van Wees.

Energieaspecten Nederlandse chemische industrie.
ESC-WR-84-05.
Petten, maart 1984.

[7.6] Ing. E. de Ferrante, Erbeko.

Informatie studie "Duurzame Energie", deelstudie energievraag chemische industrie.

7.7 Relevante onderzoekinstellingen/bureaus

Comprimo, Amsterdam.

Erbeko, Hilversum.

SIGE, Hilversum.

VNCI, Den Haag.

7.8 Potentiële beschikbaarheid van gegevens en kennis

Het energieverbruik van de produktie van chemische grondstoffen is in een groot aantal studies grondig onderzocht. Wat hiervan gepubliceerd is is goed bruikbaar voor een globale beeldvorming, maar aanvullend onderzoek is nodig om de relatie tussen technologie en energieverbruik in de tijd scherper te krijgen, omdat gegevens

- vaak (want snel) verouderd zijn,
- niet compleet of representatief zijn voor de Nederlandse situatie,
- onvoldoende gespecificeerd zijn naar de technologische uitgangspunten (per processtap).

Waar in dit kader, voor wat betreft de modellering van energievraag, voortsnog van een produktsgewijze aanpak wordt uitgegaan (zie ook § 10), is het een handicap dat een verdere uitsplitsing van het energieverbruik naar produkten/produktgroepen door het CBS voor de te onderzoeken bedrijfs-subgroepen (4-digits) niet gepubliceerd worden. Voor het verkrijgen van de gewenste gegevens is de betrokkenheid van de belangrijkste produktiebedrijven onontbeerlijk.

In het onderzoek zal het op maat toesnijden van de beschikbare informatie op de eisen die modellering in CENECA stelt, van groot belang zijn.

7.9 Onderzoeksaanpak

a) Aggregatieniveau

Het onderzoek start op basis van analyses van de processen (per produkt) met integratie op produkt- dan wel produktgroepniveau, afhankelijk van het al dan niet gekoppeld zijn van de onderscheiden produkties. De modellering van de energievraag c.q. de energiebesparingsmogelijkheden zal het best op deze niveaus kunnen plaatsvinden, vanwege de beduidende procesmatige verschillen.

b) Technologische ontwikkeling, technische besparingsmaxima en kostprijs van besparingsinvesteringen

De 3 componenten worden in hun onderlinge samenhang bepaald via een procesgeoriënteerde benadering, met "best available technology" (van elk van de onderscheiden processtappen) als uitgangspunt. De verkregen

resultaten (gegevens omtrent energie-intensiteit en besparingsmogelijkheden, alsmede de bijbehorende kostprijsgegevens op procesniveau) worden gesommeerd tot gegevens op produkt- of produktgroepniveau.

De volgende onderzoeksstappen kunnen worden onderscheiden:

1. Beschrijving van de huidige produktie (processtappen) door middel van produktstroomschema's (referentiejaar 1985) voor de onderscheiden produkten respectievelijk produktgroepen.
2. Beschrijving van de "best available technology" voor de onderscheiden processtappen aan het eind van de scenarioperiode onder twee specifieke, door het CPB aan te geven, scenario-condities.
3. Bepaling van de (aan 1 en 2 gekoppelde) energieverbruiksintensiteit en energiebesparingsmogelijkheden, gerelateerd aan technologische ontwikkeling respectievelijk besparingsinvesteringen op niveau van de onderscheiden produkt(groep)en, via een 3-trapsbenadering, zoals in § 10.1 is toegelicht.
4. Beschrijving van het besparingspotentieel, gedifferentieerd naar nieuwe technologieën, procesintegratie en unit-operations.
5. Bepaling van kosten van energiebesparingsinvesteringen.

c) Besparingsgedrag en good-housekeeping

Deze aspecten geven geen aanleiding tot specifiek onderzoek.

Opmerkingen:

- De te geven scenariocondities hebben onder andere betrekking op de economische ontwikkeling van de bedrijfstak (→ haalbaarheid energiebesparingsmaxima en nieuwe technologieën), de grondstofsituatie en omgevingseisen.
- De analyse wordt toegespitst op de belangrijkste produkties. Het "gedrag" van het minder belangrijke, diffuse deel van de produktie zal in tweede instantie op een nader te bepalen wijze aan het onderzochte deel worden gerelateerd.
- Energieverbruiksintensiteit en besparingseffecten worden in fysieke eenheden uitgedrukt (GJ per ton produkt). Omzetting van produktiehoeveelheid naar produktiewaarde is een stap die buiten de sectorstudie valt.

8 KUNSTMEST

8.1 Sector definitie

De kunstmeststoffenindustrie (SBI 29.1) is een bedrijfsgroep van de chemische industrie (SBI 24). In CENECA: bedrijfstak 7.

Het energieverbruik omvat zowel warmte/brandstoffen (EFBEDR II) als elektriciteit (EFBEDR III).

8.2 Sector activiteiten

De structuur van de sector activiteiten is grofweg de volgende:

<u>SBI</u>	<u>Produkten</u>
29.1 Kunstmeststoffenindustrie fabrieken voor	
- stikstofhoudende kunstmesten op basis van ammoniak)	ureum, ammoniumzouten, nitraten
- fosfaatmeststoffen (inclusief veevoederfosfaten)	superfosfaat, ammoniumfosfaten
- mengmeststoffen	NPK

8.3 Technische en economische ontwikkeling in de sector

De branche wordt gekenmerkt door een hoge concentratiegraad. De productie van kunstmeststoffen is in handen van een 6-tal ondernemingen, met een omzet van ruim f 3 mld (1984), waarvan 70% in het buitenland wordt gerealiseerd. De stikstofmestfabricage neemt 80% van de productie op hoeveelheidsbasis voor zijn rekening (en ca. 75% op waardebasis).

De productie van de sector als geheel ontwikkelde zich als volgt:

Tabel 8.1 PRODUKTIE-ONTWIKKELING KUNSTMESTSTOFFENINDUSTRIE

	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Index	96	100	101,2	91,4	103,3	120,5

Bron: [8.3]

De vooruitzichten van de kunstmestindustrie zijn niet bijster rooskleurig, hoewel de bedrijven kunnen beschikken over moderne, efficiënte produktie-installaties. Er is sprake van een aanzienlijke overcapaciteit door het inzakken van de exportmarkt in de derde wereld. De komende jaren zullen in het teken staan van een strategie gericht op overleven door uitbedrijfname van niet meer renderende capaciteiten ("Gesundschumpfen").

8.4. Energiegebruik

Het energieverbruik van de kunstmestindustrie in de periode 1979-1984 zoals weergegeven in tabel 8.2, nam slechts weinig toe. Het blijkt dat de groei van de produktie vooral voor rekening van minder energie-intensieve produkten kwam. Het relatief bescheiden energiebesparingseffect is voor de helft toe te schrijven aan inbedrijfname van nieuwe installaties ter vervanging van verouderde capaciteiten (onder andere 2 nieuwe ammoniakfabrieken) [8.3]

Tabel 8.2 ENERGIEVERBRUIK¹⁾ KUNSTMESTINDUSTRIE

TJ	29.1
1979	122.773
1980	124.151
1981	118.323
1982	99.643
1983	104.903
1984	128.469

Bron [8.3]

1) Betreft energieverbruiksaldo (aanvoer minus afvoer).

Het aandeel van de stikstofhoudende meststoffenfabrikage bedroeg ca. 80%. Het is aan te bevelen om de analyse van de toekomstige energiebesparingsdynamiek toe te spitsen op 2 produktgroepen, namelijk stikstofhoudend en fosforzure meststoffen, gelet op de verschillen in technologie en energie-intensiteit van de onderscheiden produkties.

8.5 Relevante sectorkenmerken ten aanzien van de implementatie van energiebesparing

Verdere verlaging van de energie-intensiteit van de produktie is in principe zeer wel mogelijk. Drijvende krachten zijn, net zoals in de rest van de basischemie:

- vernieuwing van het produktiepark via vervangings- en expansieinvesteringen;
- doorvoering van energiebesparende diepte-investeringen.

Het tempo, waarin de technologische vernieuwingen en besparingspotentiëlen gerealiseerd zullen worden, zal vooralsnog laag liggen.

Van de 3 mechanismen, die de ontwikkeling van de energie-intensiteit bepalen:

- technologische ontwikkeling,
- energiebesparing (in strikte zin),
- good housekeeping,

zijn alleen de eerste twee verder van belang. Enerzijds is er, zoals aangegeven, sprake van een verdere technologische ontwikkeling, samenhangend met de verbetering van bestaande processen en de invoering van nieuwe processen middels vervangings- of uitbreidingsinvesteringen. De algemene investeringsgeneigdheid van de sector is bepalend voor dit effect.

Anderzijds zijn er zowel bij het huidige als toekomstige produktiepark energiebesparende diepte-investeringen mogelijk. Daarvoor gelden bepaalde, in de tijd successieve technische besparingsmaxima. De effectuering van de investeringen is mede afhankelijk van de actuele (reële) energieprijswachtingen.

Voor beide mechanismen zullen de gedragsvergelijkingen nader moeten worden vastgesteld.

8.6 Relevant recent onderzoek

[8.1] KWW

Energie & economie, produktbijlage 7 t/m 9.
COB/SER.
1983.

[8.2] L. Koot et al.

Evaluatie van de werking en effectiviteit van de energietoeslag op de WIR-basispremie etc.
TNO-CVE, ref.nr. 84-03462.
Apeldoorn, maart 1984.

[8.3] G. Gerritse et al.

Industriële energiebesparing in de jaren 1979-1984.
TNO-CVE, ref.nr. 85-264 (in opdracht van PEO).
Apeldoorn, oktober 1986.

8.7 Relevante onderzoekinstellingen/bureaus

DSM Meststoffen, BV, Utrecht.

Erbeko, Hilversum.

SIGE, Hilversum.

8.8 Potentiële beschikbaarheid van gegevens en kennis

Er bestaat uit de literatuur en eerder onderzoek een vrij goed inzicht in het energieverbruik dat met de produktie van de diverse meststoffen is gemoeid. Gegevens over het energieverbruik van de Nederlandse kunstmestproduktie per processtap en produkt, met bijbehorende specificatie van uitgangspunten (produktieparameters) in een gegeven (referentie)jaar, zijn echter niet zonder meer beschikbaar. Zij zullen met medewerking van de industrie zelf nader geanalyseerd en gemodelleerd moeten worden, in relatie tot de eisen in verband met de operationalisering van de informatie naar CENECA toe.

8.9 Onderzoekaanpak

a) Aggregatieniveau

Vertrekpunt is dat de modellering van de energiebesparingsmogelijkheden van deze sector plaatsvindt op niveau van de twee onderscheiden produktgroepen, zoals in § 4/5 gesuggereerd.

De analyse zelf zal moeten starten vanuit het procesniveau, gevolgd door integratie van de energie-intensiteit/besparingsmogelijkheden op produktgroepniveau.

b. Technologische ontwikkeling, technische besparingsmaxima en kostprijs van besparingsinvesteringen

De 3 componenten worden in hun onderlinge samenhang bepaald via een procesgeoriënteerde benadering, met "best available technology" (van elk van de onderscheiden processtappen) als uitgangspunt. De verkregen resultaten (gegevens omtrent energie-intensiteit en besparingsmogelijkheden, alsmede de bijbehorende kostprijsgegevens op procesniveau) worden gesommeerd tot gegevens op produktgroepniveau.

De volgende stappen kunnen worden onderscheiden:

1. Beschrijving van de huidige produktie (processtappen) door middel van produktstroomschema's (referentiejaar 1985) voor de onderscheiden produkten respectievelijk produktgroepen.
2. Beschrijving van de "best available technology" voor de onderscheiden processtappen aan het eind van de scenarioperiode onder twee specifieke, door het CPB aan te geven, scenario-condities.
3. Bepaling van de (aan 1 en 2 gekoppelde) energieverbruiksintensiteit en energiebesparingsmogelijkheden, gerelateerd aan technologische ontwikkeling respectievelijk besparingsinvesteringen op niveau van de onderscheiden produkt(groep)en, via een 3-trapsbenadering, zoals in § 10.1 is toegelicht.
4. Beschrijving van het besparingspotentieel, gedifferentieerd naar nieuwe technologieën, procesintegratie en unit-operations.
5. Bepaling van kosten van energiebesparingsinvesteringen.

c) Besparingsgedrag en good-housekeeping

Geen specifiek onderzoek.

Opmerkingen:

- De te geven scenariocondities hebben onder andere betrekking op de economische ontwikkeling van de bedrijfstak (→ haalbaarheid energiebesparingsmaxima en nieuwe technologieën), de grondstofsituatie en omgevingseisen.
- De analyse wordt toegespitst op de belangrijkste produkties. Het "gedrag" van het minder belangrijke, diffuse deel van de produktie zal in tweede instantie op een nader te bepalen wijze aan het onderzochte deel worden gerelateerd.
- Energieverbruiksintensiteit en besparingseffecten worden in fysieke eenheden uitgedrukt (GJ per ton produkt). Omzetting van produktiehoeveelheid naar produktiewaarde is een stap die buiten de sectorstudie valt.

9 FERRO BASISMETAAL

9.1 Sectordefinitie

Energieverbruik van de ferro basismetaal (SBI 33.1/3), die met non-ferro metaalindustrie (SBI 33.4) de bedrijfsklasse basismetaalindustrie vormt (SBI 33, CENECA bedrijfstak 9).

Het energieverbruik omvat het verbruik van warmte/brandstoffen (EFBEDR II) en het elektriciteitsverbruik (EFBEDR III).

9.2 Sector activiteiten

De activiteitenstructuur is als volgt:

<u>SBI</u>	<u>Produkten</u>
33 Basismetaalindustrie	
33.1 Ruwijzer- en staalindustrie	
ertsvoorbereidingsinstallaties	halffabrikaten
hoogovens	en walserijprodukten
staalfabrieken	(plaat, staaf & draad)
walserijen (profiel+plaat)	
33.2 Stalen buizen industrie	stalen buizen
33.3 Draadtrekkerijen en koudwalserijen	

koudbandwalserijen	koudband
stafstaaltrekkerijen	betonstaal
draadtrekkerijen	getrokken draad
koudwalserijen/zetterijen	profielen
draadproduktfabrieken	draadprodukten

9.3 Technische en economische ontwikkeling in de sector

De positie van 33.1 binnen de staalindustrie als geheel is, zoals uit onderstaande cijfers blijkt, dominant. De sectorstructuur is trendmatig stabiel. De sector als geheel wordt gekenmerkt door:

- een sedert begin van de 70-er jaren constant produktieniveau in tonnen (afgezien van conjuncturele schommelingen) [9.1];
- een nogal ingrijpende modernisering van de produktie-installaties (procesvernieuwing, energiebesparing en milieumaatregelen) [9.2, 9.4];
- sterk gekoppelde produkties met integratie van voor- en achterkant tot over de grens van de bedrijfsgroep (3-digit SBI-code) heen.

Tabel 9.1: PRODUKTIE-ONTWIKKELING STAALINDUSTRIE

	1979	1984	spreiding 79-84
Index*	108	103	86-108
verdeling	100%	100%	81-83%
33.1	83%	83%	
33.2/3	17%	17%	

* 1980: 100

Bron: eigen schattingen met behulp van [9.1, 9.3]

Opmerking

Statistische gegevens over de produktie-ontwikkeling van de sector worden wegens de vertrouwelijkheid niet gepubliceerd.

Voor de toekomst wordt rekening gehouden met structurele afzetproblemen door opkomst van andere producenten (derde wereldlanden) en substituten (andere

"commodities"). Tegenover verlies van traditionele markten/produkten staat winst uit hogere kwaliteitsprodukties. Uitgangspunt voor de trend op lange termijn is: constantblijvend produktieniveau, althans in ruwstaalhoeveelheid gemeten, met daarnaast een doorgaande modernisering en, wat het produktenpakket betreft, groei in verwerkingsdiepte.

9.4 Energiegebruik

De ontwikkeling van het energieverbruik wordt gegeven door het CBS voor de sector in zijn totaliteit. Zie onderstaande tabel 9.2, ontleend aan [9.3]. Het gaat om het energieverbruiksaldo (aanvoer-afvoer), dat wil zeggen dat in omvang overigens beperkte omzettingsverliezen en eigen verbruik voor omzetting (conversie cokes → hoogovengas, eigen opwekking van elektriciteit/ kracht) zijn inbegrepen.

Tabel 9.2: ENERGIEVERBRUIK STAALINDUSTRIE 2).

	TJ
1979	101.915
1980	91.455
1981	95.569
1982	76.087
1983	76.178
1984	95.076

Opmerking:

De trendmatige ontwikkeling van het energieverbruik werd vooral bepaald door het produktievolume.

Verdere onderverdeling naar bedrijfsgroep wordt niet gepubliceerd, maar is bij benadering vast te stellen (berekening aan de hand van gegevens over produktenpakket en specifieke energieverbruiken per ton produkt, zoals ge-

2) Het energieverbruik van de omzetting van kolen → cokes is in deze cijfers niet opgenomen!

hanteerd in [9.3]). De bedrijfsgroep 33.1 blijkt ca. 98% van het energieverbruik te dekken en is daarmee maatgevend voor de energieverbruiksontwikkeling in de toekomst.

Binnen 33.1 heeft de geïntegreerde produktie van staal via de hoogovens/oxy-staalprocesroute (op basis van hoofdzakelijk maagdelijke grondstoffen) een produktieaandeel van ca. 95%.

De resterende 5% is electrostaal (op basis van schroot). Beide processen verschillen nogal drastisch qua energieverbruik:

	specifiek <u>energieverbruik</u>	aandeel <u>electriciteit</u>
	3)	
oxystaal	19 GJ/t	± 5%
electrostaal	5 GJ/t	± 90%

Het energiekosten aandeel ligt voor beide processen overigens op hetzelfde niveau, aangezien elektriciteit in de gegeven situatie ongeveer 3x zo duur is als brandstof.

De dominantie van de oxystaalprocesroute is zodanig, dat er voor wat betreft de toekomstige energieverbruiks/energiebesparingsontwikkeling geen grote fout wordt gemaakt, wanneer alleen voor deze procesroute de vereiste analyse wordt uitgevoerd. Dit temeer, omdat naar verwachting geen belangrijke verschuivingen in de produktieaandelen worden verwacht.

Modellering van het energieverbruik cq. de energiebesparingsontwikkeling op een gedesaggregeerd (produkt)niveau lijkt niet erg zinvol, mede gelet op de grote mate van integratie van de produkties. Wel zal met de te verwachten veranderingen in het produktenpakket rekening moeten worden gehouden. Van belang daarbij is, dat toename van de (gemiddelde) verwerkingsdiepte het effect heeft, dat het energieverbruik per ton produktiehoeveelheid stijgt, daarentegen het energieverbruik per gulden produktiewaarde daalt.

3) In "finale termen".

9.5 Relevante sectorkenmerken ten aanzien van de implementatie van energiebesparing

Energiebesparing is een doorgaande trend, zoals blijkt uit [9.2, 9.4].

Drijvende krachten zijn:

- Modernisering van het produktiepark, in relatie tot het handhaven/verbeteren van de concurrentiepositie. Belangrijkste elementen daarin zijn: sluiting van verouderde produktie-eenheden en toepassing van nieuwe processen/procesverbeteringen (vooral gericht op verdere continuïsering/integratie van opeenvolgende processtappen, zoals bijvoorbeeld continu gieten, hot charging en direct rolling).

Realisatietempo van deze (strategische) investeringen met inherent, geïncorporeerd energiebesparingseffect hangt af van de economische situatie van de bedrijfstak.

- Energiebesparende investeringen (bij de bestaande processen), zowel aan de voorkant als aan de achterkant. Realisatie hangt sterk af van de actuele energieprijzontwikkeling.

Energiebesparing door rationele bedrijfsvoering (good-housekeeping) is van ondergeschikte betekenis.

Van de 3 mechanismen, die de ontwikkeling van de energie-intensiteit bepalen

- technologische ontwikkeling,
- energiebesparing (in strikte zin),
- good-housekeeping,

zijn alleen de eerste twee, zoals aangegeven, verder van belang. In de eerste plaats is er sprake van een doorgaande technologische ontwikkeling, samenhangend met de verbetering van bestaande processen en de invoering van nieuwe processen middels vervangings- dan wel uitbreidingsinvesteringen. De algemene investeringsgeneigdheid van de sector, is bepalend voor dit effect. De functionele relatie zal nader moeten worden vastgesteld.

Energiebesparingen door middel van diepte-investeringen, die specifiek hierop gericht zijn, zijn niet alleen nu mogelijk, bij het huidige produktiepark, maar ook in de toekomst bij de alsdan vernieuwde installaties. Aan de ene kant gelden er bepaalde, in de tijd successieve technische besparingsmaxima. Aan de andere kant is de effectuering van de daarmee gemoeide investering afhankelijkheid van de actuele (reële) energieprijsverwachtingen. In een scenario met dalende energieprijzen is een beperkte resubstitutie

van kapitaal door energie (ontsparing) niet uitgesloten. Ook hier zal de functionele relatie nader moeten worden vastgesteld.

Naast dit alles is er overigens ook sprake van energieverbruikverhogende activiteiten:

- milieumaatregelen
- verdere verwerking tot (nieuwe) eindprodukten (zoals in § 3 besproken).
- proceswijzingen in verband met eisen aan de produktkwaliteit en de grondstoffeninzet (bijvoorbeeld verlaging van schrotinzetpercentage)⁴).

9.6 Relevant recent onderzoek

[9.1] KWW

Energie & economie, produktbijlage 24
COB/SER
1983.

[9.2] L. Koot et al.

Evaluatie van de werking en effectiviteit van de energietoeslag op de WIR-basispremie etc.
TNO-CVE, ref. nr. 84-03462.
Apeldoorn, maart 1984.

[9.3] G. Gerritse et al.

Industriële energiebesparing in de jaren 1979-1984.
TNO-CVE, ref. nr. 86-264 (in opdracht van PEO).
Apeldoorn, oktober 1986.

[9.4] Concept rapportage fase 1 en fase 2 van de studie "Duurzame Energie", bijdrage Hoogovens.

IJmuiden, 3 september 1986 en 19 januari 1987.

⁴) Kan ook, afhankelijk van de marktprijzen en binnen bepaalde grenzen in tegengestelde richting gaan werken!

[9.5] F.G.H. van Wees et al.

Energy Consumption in Industrial Processes: Steel.

Paper voor het 13th Congress of the World Energy Conference,
Cannes, 5-11 oktober 1986.

9.7 Relevante onderzoekinstellingen/bureaus

Hoogovens, IJmuiden B.V., Afdeling Energie, IJmuiden,

NIJSI (de Nederlandse IJzer- en Staalindustrie), IJmuiden,

ECN-ESC, Petten.

9.8 Potentiële beschikbaarheid van gegevens en kennis

Er bestaat een zeer goed, op de technologie gebaseerd inzicht in het energieverbruik en de energiebesparingsmogelijkheden van de staalindustrie. Met name ten aanzien van de belangrijkste produktie (oxystaal) is er voldoende informatie beschikbaar op een gedesaggregeerd niveau:

- . energieverbruik per processtap,
- . energieverbruik per produkt,
- . energieverbruik naar energiedrager,
- . energieverbruik naar unit operations.

Belangrijkste kennisbron/drager is Hoogovens IJmuiden. De wenselijkheid van aanvulling van deze kennisbasis met identieke informatie over overige produkties binnen 33.1 en 33.2/3 zal nader moeten bekeken. Produktiecijfers worden voor de afzonderlijke bedrijfsgroepen (SBI 3-digit niveau) wegens geheimhoudingsplicht door het CBS niet gepubliceerd.

Belangrijke onderzoekopgave zal zijn het op maat toesnijden van de beschikbare informatie op de eisen, die de modellering binnen CENACA stelt (zie hierna).

9.9 Onderzoekaanpak

a) Aggregatieniveau

Vertrekpunt is, dat de modellering van de energievraag cq. de energiebesparingsmogelijkheden van deze sector plaatsvindt op het niveau van de totale produktie, zoals in § 4/5 gesuggereerd. Dit wordt ingegeven vanwege het feit dat de onderscheiden produkties sterk gekoppeld zijn.

De analyse start vanuit het procesniveau (energieverbruik/besparingsmogelijkheden per processtap) en zal via integratie per produkt of produktgroep moeten leiden tot een beeld van de energie-intensiteit/besparingsmogelijkheden van de totale produktie van de sector.

b) Technologische ontwikkeling, technische besparingsmaxima en kostprijs van besparingsinvesteringen.

De 3 componenten worden in één geïntegreerde analyse bepaald via een procesgeoriënteerde benadering, met "best available technology" (van elk van de onderscheiden processtappen) als uitgangspunt. De verkregen resultaten (gegevens omtrent energie-intensiteit en besparingsmogelijkheden, alsmede de bijbehorende kostprijsgegevens op procesniveau) worden gesommeerd tot gegevens op produktniveau (de zgn. oprolmethode [9.5]), die op hun beurt gewogen gesommeerd worden tot gegevens voor de totale produktie.

De volgende stappen kunnen worden onderscheiden:

1. Beschrijving van de huidige produktie (processtappen) door middel van produktstroomschema's (referentiejaar 1985) per produkt(groep).
2. Beschrijving van de "best available technology" voor de onderscheiden processtappen aan het eind van de scenarioperiode onder twee specifieke, door het CPB aan te geven, scenario-condities. In dit verband zal onderscheid gemaakt kunnen worden tussen alternatieve ontwikkelingslijnen, waarbij verschillende, ook nieuwe processen/procesrouten toegepast worden.
3. Bepaling van de (aan 1 en 2 gekoppelde) energieverbruiksintensiteit en energiebesparingsmogelijkheden, gerelateerd aan technologische ontwikkeling respectievelijk besparingsinvesteringen, voor de sector als geheel via een 3-trapsbenadering, zoals in § 10.1 is toegelicht.
4. Beschrijving van het besparingspotentieel, gedifferentieerd naar:

- nieuwe technologieën
- procesintegratie
- unit-operations.

5. Bepaling van de kosten van energiebesparingsinvesteringen.

c) Besparingsgedrag en good-housekeeping

Geen nader onderzoek.

Opmerkingen:

- De te geven scenariocondities hebben o.a. betrekking op de economische ontwikkeling van de bedrijfstak (→ tempo technologische ontwikkeling), de energieprijssituatie (→ haalbaarheid energiebesparingsmaxima en nieuwe technologieën), grondstoffensituatie en milieu-eisen.
- De analyse wordt toegespitst op de belangrijkste produktieketen (oxy-staal). Het "gedrag" van het minder belangrijke, diffuse deel van de produktie zal in tweede instantie op een nader te bepalen wijze aan het onderzochte deel worden gerelateerd.
- Energieverbruiksintensiteit en besparingseffecten worden in fysieke eenheden uitgedrukt (GJ per ton produkt). Omzetting van produktiehoeveelheid naar produktiewaarde is een stap, die buiten de sectorstudie valt.
- In de ontwikkeling van de produktiewaarde worden niet alleen de volumewijzigingen, maar ook het (te verwachten) "duurder worden" van het produktiepakket weerspiegeld (zie § 3).

10 OVERIGE METAAL

10.1 Sector definitie

Verbruik van non-elektrische energie in de overige metaalindustrie, CENECA bedrijfstak 10.

10.2 Sector activiteiten

De sector omvat:

- de metaalproduktenindustrie (exclusief machines en transportmiddelen) (SBI 34);

- de machine-industrie (SBI 35);
- de elektrotechnische industrie (SBI 36);
- de transportmiddelenindustrie (SBI 37);
- de optische industrie (SBI 38);
- de overige industrie (SBI 39) exclusief sociale werkplaatsen (SBI 39.5).

10.3 Technische en economische karakteristieken 5)

Zoals reeds blijkt uit de sector definitie kent deze sector een breed scala aan activiteiten. In feite is deze sector in de CENECA-definitie een rest-sector. Het economisch belang van de sector is echter groot. Ongeveer 35% van de totale industriële toegevoegde waarde wordt hier gegenereerd, terwijl ca. 40% van alle werknemers in de industrie in deze sector werkzaam zijn.

De gemiddelde omvang van de bedrijven in de metaalproduktenindustrie, de machine-industrie en de optische en overige industrie is klein (ca. 30-60 werknemers per bedrijf). Bij de elektrotechnische industrie ligt dat aanzienlijk hoger (ca. 400). De transportmiddelenindustrie valt daartussen (ca. 125). Een en ander staat beschreven in onderstaande tabel.

5) Bron: Samenvattend overzicht van de industrie 1981-1983, Centraal Bureau voor de Statistiek, 's-Gravenhage.

Tabel 10.1: KENMERKEN VAN DE SECTOR OVERIGE METAAL (1983)

Sector (SBI)	Kenmerken	Toegevoegde waarde	Aantal werkn.	Aantal ¹⁾ bedrijven	Energie- kosten	Winst
		mln. gld.			mln. gld.	mln. gld.
Metaalpr.	(34)	4025	67409	1426	217	608
Machine	(35)	4969	74324	1181	137	606
Elektrotech.	(36)	7563	100678	260	243	1382
Transportmid.	(37)	3755	61715	493	157	365
Opt. en overige	(38/39)	499	7829	173	10	83
Totaal	(34-39)	20811	311955	3533	764	3044
Industrie	(2+3)	60096	761457	9130	7332	12055
Percent. sector in tot. industrie		34.6%	41.0%	38.7%	10.4%	25.3%

1) bedrijven met meer dan 10 werknemers

Economisch gezien is met name de elektrotechnische industrie de laatste tien jaar redelijk gegroeid. De hoeveelheidsindex van de produktie steeg van 1974 tot 1984 van 78 tot 119 (1980=100). Bij de overige sub-sectoren was de groei beperkt (metaalprodukten, machines) dan wel negatief (transportmiddelen).

Over de technische ontwikkelingen van de sector als geheel valt geen consistent beeld te geven. Uiteraard is er hier wel sprake van toenemende automatisering, maar over het algemeen verwacht men geen revolutionaire nieuwe technieken.

10.4 Energiegebruik

Ongeveer 50% van het energieverbruik is buitentemperatuurafhankelijk en wordt hoofdzakelijk gebruikt voor ruimteverwarming. Het overige wordt gebruikt voor kracht (aandrijving machines), ventilatoren, perslucht en dergelijke. Echte energie-intensieve processen zijn er nauwelijks, behalve dan dat sommige sub-sectoren gebruik maken van ovens (zowel thermisch als elektrisch).

De energie-intensiteit is, zoals tabel 10.1 al liet zien, laag. In 1983 (toen waren de energieprijzen nog relatief hoog) bedroegen de energiekosten

ca. 3,5% van de toegevoegde waarde (dat is ca. 1,5% van de omzet). Bij de gehele industrie bedroegen de energiekosten in dat jaar ca. 12% van de toegevoegde waarde (ca. 3,5% van de omzet).

De gieterijen (SBI 34.0), alsmede de smederijen en oppervlaktebewerkingsbedrijven (SBI 34.9) zijn relatief het meest energie-intensief (respectievelijk ca. 12 en ca. 9% van de toegevoegde waarde).

In absolute zin verbruikt echter de elektrotechnische industrie het meest: ca. 45% van het totaal.

Gas is verreweg de belangrijkste energiedrager. In TJ uitgedrukt bepaalt deze drager ca. 50% van het verbruik. Dat wordt met name aangewend voor ruimteverwarming en ovens. Ongeveer 20 à 25% van het totaalverbruik is in de vorm van elektriciteit. Aardolieprodukten nemen ca. 25% van het totaalgebruik voor hun rekening. Meer dan de helft daarvan wordt echter gebruikt voor non-energetische toepassingen (en wel nagenoeg volledig in de elektrotechnische industrie).

10.5 Relevante sectorkenmerken ten aanzien van de implementatie van energiebesparing

De sector bestaat voor een groot deel uit middelgrote en kleinere ondernemingen. Gekoppeld aan de lage energie-intensiteit, betekent dit dat energiebesparing geen hoofdissue is voor het management⁶⁾. Daarbij moet een uitzondering gemaakt worden voor de grote bedrijven in de sector, met name Philips. Doordat op nationaal niveau de gezamenlijke Philips-bedrijven een behoorlijk gebruik kennen (ca. 40% van het verbruik in de elektrotechnische industrie = ca. 20% van het sectorieel verbruik) heeft dat bedrijf een besparingscampagne opgestart, wat resulteerde in een behoorlijke besparing (van 1979-1984 ca. 25%). Na de campagne is in 1985 het gebruik echter weer gaan stijgen, wat geweten wordt aan het ontbreken van goede energie-management-gereedschappen (zie figuur 10.1). Ook binnen Philips zelf wordt echter ge-

6) Kenmerkend voor de belangstelling is het aanbod, dat FME in samenwerking met SVEN heeft gedaan aan 25 bedrijven in de sector om gratis met behulp van de energiebus van de SVEN het bedrijf in energetische zin door te lichten. Slechts 5 bedrijven reageerden op dat aanbod.

constateerd, dat kleinere bedrijven minder besparen dan grotere. Dit alles leidt ertoe, dat energiebesparing (ook in het verleden) vooral gerealiseerd wordt door voor-de-hand-liggende goedkope maatregelen (good-housekeeping) én door produktieparkvernieuwing, waarbij inherent zuinigere apparatuur aangeleverd wordt (energiebesparing via de apparatenbouw).

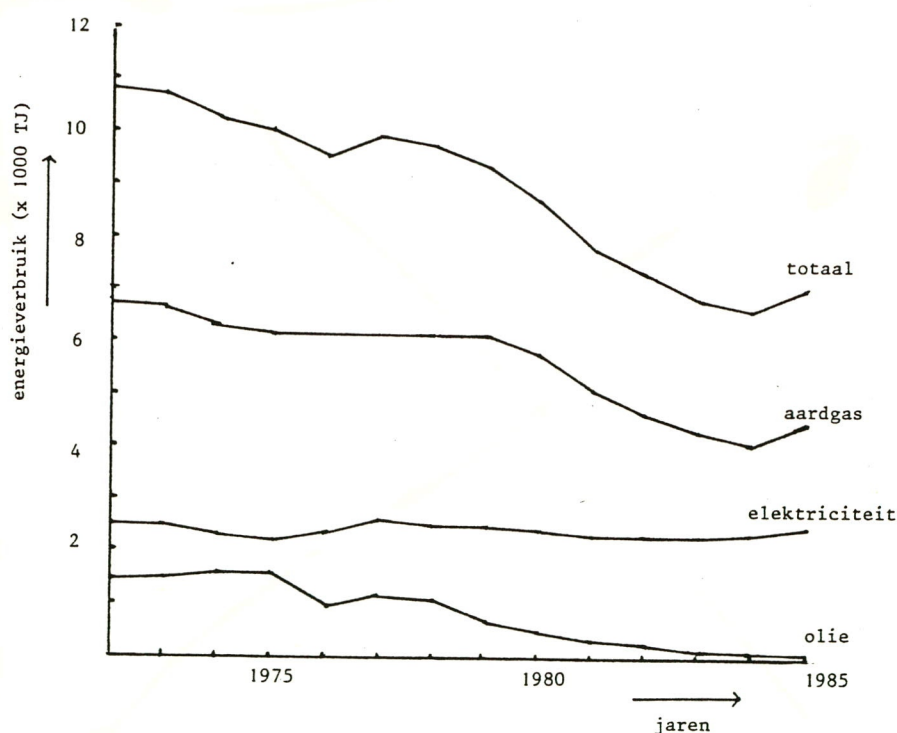
10.6 Relevant recent energie-onderzoek

Ten aanzien van deze sector is geen specifiek energie-onderzoek bekend.

10.7 Relevante onderzoeksinstellingen

Krekel van de Woerd Wouterse

Philips



Figuur 10.1 : ENERGIEGEBRUIK IN
NEDERLANDSE PHILIPSFABRIEKEN

10.8 Potentiële beschikbaarheid van gegevens en kennis

Uit het voorafgaande blijkt, dat:

- er weinig specifieke sectorkennis op het gebied van de energie aanwezig is;
- enige consistente kennis wel voorhanden is bij Philips;
- de alertheid ten aanzien van energiebesparing laag is;
- specifieke besparingsinvesteringen in met name de kleinere bedrijven een zeer beperkte rol spelen;
- het aantal energetische toepassingen beperkt is.

10.9 Onderzoeksaanpak

a) Aggregatieniveau

Hoewel de sector een heterogeen karakter heeft, lijkt een desaggregatie niet zinvol te zijn. Daarvoor zijn de specifieke energetische kenmerken niet heterogeen genoeg. Vanwege het belang van besparingsgedrag in relatie tot de omvang van bedrijven, kan eventueel overwogen worden de elektrotechnische industrie separaat te benaderen. Dat dan vooral door de aanwezigheid van Philips in die sector.

b) Technologische ontwikkeling, technisch besparingspotentieel, kostprijs van besparingsinvesteringen en besparingsinvesteringsgedrag

Vanwege het beperkt aantal energetische toepassingsvormen (Unit operations), lijkt een benadering van het technisch potentieel per toepassingsvorm op zijn plaats. Om echter een indruk te krijgen van het potentieel is een inzicht in de stand van zaken noodzakelijk. Gecombineerd met de kennis over de energieverbruiken van de op de markt aanwezige apparatuur geeft dit inzicht in het besparingspotentieel.

Met wellicht uitzondering van Philips speelt specifiek besparingsinvesteringsgedrag een marginale rol. Het lijkt dan ook logischer de besparing via de algemene technologische ontwikkeling te modelleren. In feite is de motor van de energiebesparing dan de apparatenbouwer, die overigens deel uitmaakt van onderhavige sector. De technologische ontwikkeling, met daarop gesuperponeerd de benodigde unit-operations wordt bestudeerd onder regime van een tweetal scenario's ten aanzien van economische ontwikkeling en energieprijzen. In principe wordt daarbij het onderzoekstramien aangehouden, dat ook bij de vorige industriesectoren aanvoelen is, met uitzondering van het aspect van procesintegratie.

c) Good-housekeeping/bedrijfsvoering

De rol van good-housekeeping bij de totstandkoming van de energiebesparing tot nu toe bij onderhavige sector is aanzienlijk. Dat lijkt over het algemeen zo te zijn bij sectoren, waar ruimteverwarming een relatief belangrijk energetische aanwending is (de laatste jaren lijkt echter een trend naar bad-housekeeping in te houden).

Er is onvoldoende inzicht in de verklarende factoren. Wellicht impliceert een toenemend economisch activiteitsniveau afnemende beheersmogelijkheden van kosten. Onderzoek naar de samenhangen is gewenst. Zie hiervoor ondermeer de analyse van de sector land- en tuinbouw.

11 DIENSTEN EN OVERHEID

11.1 Sector definitie

Verbruik van energie in de dienstensector, CENECA bedrijfstak 15, en verbruik van energie bij de overheid. Gezien de sterke energetische overeenkomsten tussen de overheid en (enkele onderdelen van) de dienstensector, is een gecombineerde bestudering op zijn plaats.

11.2 Sector activiteiten

De dienstensector is als volgt onderverdeeld:

SBI Omschrijving

61/61 Groothandel

63/64 Tussenpersonen in de groothandel

65/66 Detailhandel

67 Hotels, restaurants, café's en dergelijke

68 Reparatiebedrijven voor gebruiksgoederen

81 Bankwezen

82 Verzekeringswezen

83 Exploitatie van handel in onroerende goederen en dergelijke (deel valt onder bouwnijverheid)

84 Zakelijke dienstverlening

85 Verhuur van machines en andere roerende goederen

91 Religieuze en levensbeschouwelijke organisaties

- 92.9 Overig onderwijs
- 93 Gezondheids- en veterinaire diensten
- 94 Maatschappelijke dienstverlening
- 95 Sociaal-culturele en culturele instellingen
- 96 Sport en recreatie
- 97 Bedrijfs- en werknemersorganisaties, researchinstellingen, overige sociale organisaties (excl. 97.1 publiekrechtelijke bedrijfsorganen)
- 98 Overige dienstverlenende bedrijven
- 99 Particuliere huishoudens met personeel in loondienst

Onder overheid wordt verstaan:

- centrale overheid
- provinciale overheid
- gemeentelijke overheid
- sociale werkplaatsen (SBI 39.5)
- scholen (SBI 92) exclusief overig onderwijs (SBI 92.9)
- publiekrechtelijke bedrijfsorganen (SBI 97.1).

11.3 Technische en economische ontwikkelingen van de sector

Het economisch belang van deze sector voor Nederland is groot. Van de ca. 4 miljoen werknemers in Nederland, werken er ca. 2,4 miljoen in deze sector. Ruim 50% van de bruto toegevoegde waarde (tegen factorprijzen) wordt in deze sector gegenereerd. De arbeidsintensiteit van de sector is hoog.

Er zijn geen specifieke produktietechnologieën. Wel wordt er in de toekomst een toenemend belang verwacht van informatietechnologie.

11.4 Energiegebruik

Statistisch materiaal over energiegebruik in deze sector is onvoldoende aanwezig voor een totaalbeeld. Over het gebruik in de SBI-groepen 6 en 9 wordt een en ander in de Nederlandse Energiehuishouding gepubliceerd, over het energieverbruik in de overige groepen is echter nauwelijks iets bekend.

Veralgemenisering van de gepubliceerde data ⁷⁾ levert het navolgende beeld op. Ca. 70% van het totale energieverbruik in deze sector is in de vorm van gas. Voor elektriciteit geldt een globaal percentage van 15% (in sectoren, waarin koeling een rol speelt - groot- en detailhandel - is dat ca. 25 à 30%).

Verdeling naar aanwending duidt op een overgroot aandeel van ruimteverwarming (ca. 80%). Ca. 10% komt voor rekening van verlichting. Voor het overige spelen koeling, pompen, ventilatie en overige elektrische apparatuur een belangrijke rol.

11.5 Relevante sectorkenmerken ten aanzien van de implementatie van energiebesparing

Energie speelt als kostenfactor voor deze sector een marginale rol. De personeelslasten bepalen het leeuwendeel van de kosten, pas op grote afstand gevolgd door behuizing/opslag. De interesse van de sector voor energiebesparing is dan ook minimaal, tenzij die interesse opgelegd wordt.

De interesse wordt in toenemende mate opgelegd voor dienstensectoren die budgettair onder controle van de overheid staan. In het verleden was budgettering door de overheid soms van dien aard, dat energiebesparing juist ontmoedigd werd. De trend is echter nu, dat het begroten van normbedragen voor energieverbruik in de toekomst energiebesparing gaat afdwingen.

De profit-dienstensector let vooral op andere zaken dan energiegebruik. De plaats van het gebouw is vanwege infrastructurele aspecten belangrijk, evenals de grootte, het comfort, de continuïteit in de activiteiten en dergelijke. Er is geen echte drijfveer voor energiebesparing. Verschil in deze tussen huurders en eigenaars/bewoners is er niet [11.5].

⁷⁾ Bron: De Nederlandse Energiehuishouding 1982-1983, nieuwe opzet en tijdreeksen. Centraal Bureau voor de Statistiek.

11.6 Relevant recent energiebesparingsonderzoek

[11.1] DHV

Energiebesparing in ziekenhuizen
PEO, projectnummer 11.111-20
juni 1985.

[11.2] DHV

Energiebesparing in scholen
PEO projectnummer 11.11-111.10
juni 1985.

[11.3] Sweegers en de Bruyn B.V.

Energiebesparing in bejaardentehuizen
PEO projectnummer 11.11-105.10
juni 1985.

[11.4] DHV

Energiebesparing in kantoren
PEO projectnummer 11.11-106.10
juni 1985.

[11.5] Ebben E.T.M.

Probleemanalyse energiegebruik in verhuurkantoren
PEO projectnummer 11.11-120.10

11.7 Relevante onderzoeksinstellingen

TNO

DHV

v. Heugten

Bouwcentrum

11.8 Potentiële beschikbaarheid van gegevens en kennis

- Ten aanzien van besparingspotentiëlen in ziekenhuizen, bejaardentehuizen, scholen en kantoren en de daarmee samenhangende kosten bestaat een redelijk inzicht [11.1 t/m 11.4]. Voor de overige sectoronderdelen is dat nauwelijks het geval.
- Statistische gegevens ten aanzien van het energieverbruik zijn in beperkte mate voorhanden, terwijl de aanwezige gegevens gekenmerkt worden door grote onzekerheidsmarges.
- Het besparingsgedrag wordt slechts in zeer beperkte mate beïnvloed door de energieprijzen.
- Het deel dat budgettair onder de hoede van de overheid valt, kan geconfronteerd worden met normering. Bovendien werkt dat deel met langere terugverdientijden.

11.9 Onderzoek aanpak

a) Algemeen

Er is over de gehele linie gezien te weinig informatie over de "state of the art". Statistisch zijn de verbruiken onvoldoende bekend. Om zinvol besparingspotentiëlen te schatten is inzicht hierin essentieel.

b) Aggregatieniveau

Onderhavige sector wordt opgedeeld in een profit en een non-profitdeel. Die opdeling wordt primair ingegeven door een verschil in besparingsgedrag. Het non-profitdeel wordt gevormd door de sectoren met SBI 39.1, 92, 93, 94, 95, 96 en 97.1.

c) Technologische ontwikkeling, technische besparingsmaxima, kostprijs van de besparingsinvesteringen

De drie componenten worden in een geïntegreerde analyse onder het regime van een tweetal scenario's bepaald op basis van een "engineering"-benadering, gebaseerd op praktijkervaring.

Zie verder Gezinshuishoudingen onder § 9b.

d) Besparingsgedrag

Onderscheid in profit en non-profit is wenselijk. Voor het profitdeel is er nauwelijks sprake van een specifiek besparingsgedrag. Voor het non-

profitdeel wel, door een eventuele budgettaire normering door de overheid.

e) Good-housekeeping

Aandacht voor energiebe- en ontsparend gedrag en voor de beïnvloedingsfactoren daarop is wenselijk. Er is onvoldoende inzicht in de werking van de diverse factoren. Zie verder Gezinshuishoudingen onder § 9c.

12. TRANSPORT

12.1 Sector definitie

Verbruik van energie voor particulier personenvervoer en wegtransport.

12.2 Sector activiteiten

Vervoer vindt in nagenoeg alle sectoren plaats. De modellering binnen CENECA vindt echter in principe per mode plaats:

- personenauto's
 - privé auto's
 - privé gebruik
 - zakelijk gebruik
 - zaken auto's
 - privé gebruik
 - zakelijk gebruik
- wegtransport
- binnenvaart
- busvervoer
- vliegen
- trein/tram/metro

12.3 Technische en economische ontwikkeling in de sector [1.1]

Door een toenemende welvaart is het aandeel van het openbaar vervoer teruggedrongen. Het aantal personenauto's steeg van 1980 tot 1984 van 4,2 tot 4,5 miljoen en het aantal ermee gepaard gaande voertuigkilometers van 64,36 miljard tot 69,76 miljard. In personenkilometers betekende dit laatste getal ca. 113 miljard (gemiddeld ca. 1,6 persoon per auto).

Voor het collectief personenvervoer was in 1984 het aantal afgelegde voer-

tuigkilometers 677 miljoen, wat in termen van personenkilometers 13 miljard inhield (gemiddeld ca. 19 personen per voertuig). Voor de trein waren die getallen respectievelijk 382 miljoen en 9,3 miljard (gem. 25 personen).

Wat de vracht betreft gelden de volgende cijfers. Het wegtransport kende in 1984 een vervoersprestatie van ruim 18 miljard ton kilometers, gemiddeld 6 ton per voertuig. Voor de trein was die prestatie ruim 3 miljard ton kilometers, gemiddeld 16 ton per voertuig. De binnenvaart zorgde voor ruim 6,5 miljard ton kilometers, terwijl de internationale scheepvaart ruim 80 miljard ton kilometers voor zijn rekening nam.

Worden de diverse vervoersmogelijkheden geordend naar energieverbruik, dan geeft dat het volgende beeld:

Energieverbruik per pers. km (MJ)		Energieverbruik per ton km (MJ)	
Personenauto	1,8	Vrachtauto	3,89
Autobus (groepsvervoer)	0,57	Rail	0,57
Autobus (toerwagen)	0,24	Binnenvaart (nationaal)	0,39
Trein	1,0	Binnenvaart (internationaal)	0,21

Het gegeven dat personenauto en vrachtauto de hoogste energie-intensiteit bezitten, heeft niet geleid tot een relatieve afname van deze vervoerscategorieën na de energieprijsstijgingen. Integendeel, ze hebben juist aan belang gewonnen. Blijkbaar zijn er andere factoren die van overheersende invloed zijn op de logistieke structuur.

Voor het energieverbruik zijn bij transport 3 categorieën van aspecten van belang:

- het voertuig zelf;
- de verkeerssituatie/logistiek;
- het verkeersgedrag.

Het ontwerp van motoren en voertuigen staat onder invloed van de energieprijs. Motoren zijn zuiniger geworden en zullen nog zuiniger worden. De potentiële rendementswinst in de motor is echter niet zo hoog meer. Wel is er nog behoorlijke energetische winst te halen uit aanpassingen in het niet-motorisch deel van de voertuigen. Daarbij kan gedacht worden aan ver-

beteringen in de aandrijflijn, opslag en gebruik van rem-energie, toepassing van compoundsystemen en verbeterd transmissiemangement.

Bij de verkeerssituatie/logistiek blijken andere factoren dan de energieprijs een overheersende rol te spelen. Toch kunnen energetische besparingen middels die weg aanzienlijk zijn. Daarbij blijft dat niet enkel beperkt tot bijvoorbeeld het toepassen van groene golven. Gedacht moet worden aan structurele verschuivingen naar energie-extensieve vervoersmiddelen, betere beladingsgraden en dergelijke (zie Eureka-project "Eurotrans").

Ook het verkeersgedrag is van invloed op het energieverbruik. Te hard rijden, te snel optrekken en dergelijke leidt tot toename in het energieverbruik. Ook hierbij blijkt, dat de energieprijs nauwelijks van invloed is.

12.4 Energiegebruik

Het totale (finale) energieverbruik voor binnenlands transport bedroeg in 1983 ca. 321 PJ. Verdeeld over de energiedragers geeft dat het navolgende beeld:

	Totaal	Pers. auto's	Coll. pers.	Weg- trans.	Rail	Watertr.	Luchtv.
LPG	40	38		2			
Motorbenzine	158	149		9			
Dieselolie	113	29	6	58	1	28	
Elektriciteit	4				4		
Overige	5 ¹⁾						2

1) waarvan 3 PJ niet-energetisch verbruik

Het feit dat nieuwe transportmiddelen de laatste jaren over het algemeen energiezuiniger ontworpen worden, is nog niet uit de statistieken te lezen.

12.5 Relevante sectorkenmerken ten aanzien van de implementatie van energiebesparing

- Vervoersaspecten als snelle verplaatsing/levering, comfort, veiligheid bepalen in hoge mate de intensiteit waarmee en de wijze waarop transport

bedreven wordt. Energie is in het algemeen een daaraan ondergeschikt item.

- Energiebesparing is, voor zover het het vervoersmiddel betreft, een aanbodkwestie. De fabrikant bepaalt de energiebesparing.

12.6 Relevant recent energie-onderzoek

[1.1] Bureau Goudappel Coffeng

Studie duurzame energie

Energiebehoefte in de transportsector

fase 1: the state-of-the-art

PEO kenmerk/120/09/Bn, 28 augustus 1986.

[1.2] AER.

Energiebesparing in verkeer en vervoer.

's-Gravenhage, 1982.

[1.3] Bureau Goudappel Coffeng B.V.

Demonstratieproject effect coördinatie verkeersregeling op het brandstofverbruik

Deventer, 1985.

[1.4] J.H.P. van Rens.

Analysis of the energy consumption in the transport sector.

NVI, Rijswijk, 1983.

[1.5] D. Scheele.

Energieverbruik en emissies in de sector verkeer en vervoer.

ESC, Petten, 1986.

12.7 Relevante onderzoekinstellingen/bureaus

Instituut voor Wegtransport TNO.

Verkeers- en vervoersgroep TNO.

Bureau Goudappel Coffeng B.V.

12.8. Potentiele beschikbaarheid van gegevens en kennis

- Er bestaat goed kennis van de in de beschikkingpotentiele, voor zover deze de verspreidbaarheid betreffen. Daarnaast geldt voor de kostenpotentiele voor een groot deel, dat de beschikking van verspreidbaarheid schiet in het algemeen.
- Onderscheid tussen technologische ontwikkeling en technische beschikkingpotentiele is niet relevant.
- Een glasplaat is namelijk van invloed op de intensiteit van de uitstraling van het verloop.
- In de toekomst van het verloop zit nog een belangrijk beschikkingpotentiele. Over de omvang daarvan bestaat weinig twiifel.

12.9. Onderzoeksmethoden

a) Aanpakmethode

De GEMCA.

b) Technologische ontwikkeling, technische beschikkingpotentiele, historische van

beschikkingpotentiele, beschikkingpotentiele, geschied en goed konse-

keeping

Zoals ten aanzien van personen als verspreiden is inzicht in beschikkingpotentiele door energiepotentiele verspreidbaarheid en/of -logische aspecten. Deze betreffen de echter belangrijk complex. Vele aspecten van de verspreidbaarheid en veiligheid, spelen een rol, terzijf de pure energietechische componenten relatief van belang blijft. Het is daarom in het vervolg onderzoek naar energietechnische componenten van verspreidbaarheid verspreidbaarheid van verspreiden op algemeen onderzoek naar "de optimaal" verspreidbaarheid. Het inzicht van een de zijf algemeen onderzoek is geen kwestie die direct samenhangt met het energietechnisch.

12.8 Potentiële beschikbaarheid van gegevens en kennis

- Er bestaat goed kwantitatief inzicht in besparingspotentiëlen, voor zover deze de vervoersmiddelen betreffen. Datzelfde geldt voor de kostprijs. Voor een groot deel vindt de produktie van transportmiddelen echter in het buitenland plaats.
- Onderscheid tussen technologische ontwikkeling en technische besparingspotentiëlen is niet relevant.
- Energieproblematiek is nauwelijks van invloed op de intensiteit en de wijze van vervoer.
- In de logistiek van het vervoer zit nog een behorlijk besparingspotentieel. Over de omvang daarvan bestaat weinig inzicht.

12.9 Onderzoekaanpak

a) Aggregatieniveau

Zie CENECA.

b) Technologische ontwikkeling, technische besparingsmaxima, kostprijs van besparingsinvesteringen, besparingsinvesteringsgedrag en good house-keeping

Zowel ten aanzien van personen- als vrachtvervoer is inzicht in besparingspotentiëlen door energie-optimale verkeersafwikkeling en/of -logistiek wenselijk. Deze materie is echter behoorlijk complex. Vele aspecten, bijvoorbeeld vervoersefficiëncy en veiligheid, spelen een rol, terwijl de puur energetische component relatief van beperkt belang blijkt te zijn. Daarom is het wenselijk onderzoek naar energetische consequenties van veranderende verkeerslogistiek aanvullend te doen verrichten op algemeen onderzoek naar "de optimale" verkeerslogistiek. Het initiëren van een dergelijk algemeen onderzoek is geen kwestie die direct samenhangt met het energiebeleid.