

P. van Nieuwkoop
N.J.A. van der Velden
A.P. Verhaegh

Mededeling 624

ELEKTRICITEITSVERBRUIK OP GLASTUINBOUWBEDRIJVEN

November 1998



SIGN: L27-624
EX. NO: B
MLV:

Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)
Afdeling Tuinbouw

REFERAAT

ELEKTRICITEITSVERBRUIK OP GLASTUINBOUWBEDRIJVEN

Nieuwkoop, P. van, N.J.A. van der Velden en A.P. Verhaegh

Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), 1998

Mededeling 624

ISBN 90-524 461-6

41 p., tab., fig., bijl.

Het aandeel van het elektriciteitsverbruik in de totale energiebehoefte van de glastuinbouw is beperkt maar neemt jaarlijks toe. Op glastuinbouwbedrijven blijkt een grote diversiteit in het verbruik van elektriciteit. Een klein aantal bedrijven (10%) neemt het grootste deel van het elektriciteitsverbruik voor zijn rekening (66%). Het hoogste elektriciteitsverbruik valt waar te nemen op bloemenbedrijven, gevolgd door potplanten- en groentebedrijven. De verschillen worden voor het grootste deel bepaald door de mate waarin assimilatiebelichting wordt toegepast en door de hoogte van de brandstofintensiteit. De groei in het verbruik is veroorzaakt door een toenemend areaal met assimilatiebelichting.

Energie/Glastuinbouw/Electriciteit/Energie-efficiëntie/MeerJarenAfspraak/Nederland

INHOUD

	Blz.
WOORD VOORAF	5
SAMENVATTING	7
1. INLEIDING	11
1.1 Probleemstelling	11
1.2 Doelstelling en resultaat	11
1.3 Afbakening	12
2. OPZET EN METHODE	13
2.1 Gebruikte data	13
2.2 Analyse	13
3. RESULTATEN	17
3.1 Inleiding	17
3.2 Elektriciteitsverbruik op glastuinbouwbedrijven	17
3.3 Voorziening en aanwending van elektriciteit	18
3.4 Gemiddeld elektriciteitsverbruik per bedrijfstype	19
3.5 Spreiding in elektriciteitsverbruik binnen groepen	21
3.6 Elektriciteitsverbruikende apparatuur	21
3.6.1 Inleiding	21
3.6.2 Belichting	22
3.6.3 Warmteproductie	25
3.6.4 CO ₂ -dosereren	28
3.6.5 Ventilatoren	29
3.6.6 Koeling	29
3.6.7 Overig apparatuur	30
3.6.8 Besparing elektriciteit door grotere toepassing w/k-installaties	30
3.7 Oorzaken van de groei in het verbruik	31
4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	32
4.1 Conclusies	32
4.2 Aanbevelingen	33
LITERATUUR	35

	Blz.
BIJLAGEN	37
1. Begrippenlijst	38
2. Bepaling invloed elektriciteitsverbruikende apparatuur voor het gemiddelde glastuinbouwbedrijf	39
3. Relatie warmteproductie en elektriciteitsverbruik	41

WOORD VOORAF

De Nederlandse glastuinbouwsector, vertegenwoordigd door het Landbouwschap, en de Nederlandse overheid hebben begin 1993 een Meerjaren-Afspraak-Energie ondertekend met als doelstelling een verbetering van de energie-efficiëntie met 50% in de periode 1980-2000. Door verbetering van de energie-efficiëntie wordt gestreefd een bijdrage te leveren aan de landelijke doelstelling om de CO₂-emissie te reduceren. De energie-efficiëntie kan onder andere verbeterd worden door een besparing op het elektriciteitsverbruik te realiseren. Daarbij moet bedacht worden dat het aandeel van het elektriciteitsverbruik in het totaal primair energiegebruik gering is, maar wel toeneemt.

Dit project is een eerste fase om de mogelijkheden van elektriciteitsbesparing te onderzoeken. Hierbij is het van belang inzicht te hebben in de mate waarin elektriciteit op de glastuinbouwbedrijven wordt aangewend en welke factoren dit bepalen. Hiertoe heeft LEI-DLO van de Nederlandse onderneming voor energie en milieu (Novem) een opdracht gekregen. Dit rapport geeft de resultaten hiervan. Het onderzoek is uitgevoerd door P. van Nieuwkoop met ondersteuning van N.J.A. van der Velden en A.P. Verhaegh. C.H.M.G. Custers (Novem), J.P. van Nieuwkerk (Landbouwschap) en P.W. Broekharst (Productschap Tuinbouw) hebben dit onderzoek begeleid.

De directeur,



Den Haag, november 1998

L.C. Zachariasse

SAMENVATTING

Inleiding

In 1993 hebben de glastuinbouwsector en de overheid een MeerJaren-Afspraak-Energie afgesloten met als doel een verbetering van de energie-efficiëntie te realiseren. Onder energie-efficiëntie wordt het primair brandstofverbruik per eenheid product verstaan. De ontwikkeling van de energie-efficiëntie wordt dus zowel bepaald door de ontwikkeling van het primair brandstofverbruik als de fysieke productie. Een vermindering van het primair brandstofverbruik kan onder andere gerealiseerd worden door een vermindering in het gebruik van elektriciteit. Het aandeel van het elektriciteitsverbruik van de glastuinbouwbedrijven in de totale energiebehoefte is beperkt maar neemt jaarlijks toe.

De doelstelling van dit onderzoek omvat het vergroten van het inzicht in het elektriciteitsverbruik op glastuinbouwbedrijven teneinde mogelijkheden aan te reiken voor een vermindering van het elektriciteitsverbruik. Het gaat hierbij enerzijds om inzicht in de verschillen in verbruik tussen bedrijven en door welke elektriciteitsverbruikende apparatuur dit wordt veroorzaakt. Anderzijds om de groei in het elektriciteitsverbruik over de periode 1991-1994 te verklaren.

Het onderzoek is uitgevoerd op basis van bedrijfsgegevens uit het Bedrijven-Informatienet van LEI-DLO. Aanvullend zijn via bedrijfsbezoeken, voorlichting en literatuur gegevens ten aanzien van elektriciteitsverbruikende apparatuur op glastuinbouwbedrijven verkregen.

Elektriciteitsverbruik

Een klein deel van de glastuinbouwbedrijven bepaalt het grootste deel van het verbruik in de sector; 10% van de bedrijven verbruikt 66% van het totaal elektriciteitsverbruik in de sector. Op deze bedrijven ligt het verbruik boven de 20 kWh/m². Het grootste deel van de bedrijven heeft een elektriciteitsverbruik tussen 5 en 10 kWh/m².

Het gemiddelde totale elektriciteitsverbruik in 1994 is op groentebedrijven het laagst; 5,4 kWh/m². Op bloemen- en potplantenbedrijven bedraagt dit respectievelijk 23,1 kWh/m² en 16,5 kWh/m². Het verschil in hoogte van het elektriciteitsverbruik tussen genoemde subsectoren wordt veroorzaakt door de mate waarin assimilatiebelichting wordt toegepast. Op bloemenbedrijven bevindt zich het hoogste elektriciteitsverbruik aan assimilatiebelichting.

Naast een duidelijke spreiding tussen bedrijven binnen de glastuinbouwsector is er een spreiding tussen bedrijven binnen eenzelfde subsector (groenten, bloemen, potplanten).

Voorziening en aanwending

De glastuinbouwbedrijven voorzien in hun elektriciteitsbehoefte door middel van afname vanuit het openbare net en/of door middel van eigen productie van elektriciteit. De verhouding hiervan is gemiddeld voor alle bedrijven ongeveer 60:40. De elektriciteitsconsumptie op het gemiddelde glastuinbouwbedrijf wordt voor 55% aangewend voor assimilatiebelichting. Dit hoge gebruik wordt zowel door het relatief hoge aantal geïnstalleerd vermogen (> 200 kW/ha) als door het relatief hoge aantal gebruiksuren veroorzaakt (2.000-5.000 uur). Tussen bedrijven wordt echter een aanmerkelijke spreiding waargenomen. Een deel van deze spreiding is toe te wijzen aan het type teelt. Het gebruikmaken van een effectievere lamp kan een bijdrage leveren tot een besparing van het elektriciteitsverbruik door belichting. Een besparing in het elektriciteitsverbruik door belichting (absoluut gezien) lijkt niet realistisch gezien het proces van intensivering waarin de tuinbouw zich bevindt. Dit proces zal gepaard gaan met enerzijds een groei van de areaal belichting en anderzijds een intensiever gebruik ervan.

Warmteproductie met het daarbij behorende warmtetransport vergt op het gemiddelde glastuinbouwbedrijf gemiddeld 30% van het totaal elektriciteitsverbruik. Op de groentebedrijven is een duidelijke relatie waarneembaar tussen de brandstofintensiteit (maat voor warmteproductie) en het elektriciteitsverbruik. Een toenemende brandstofintensiteit resulteert in een hoger verbruik aan elektriciteit. Deze relatie is ook waar te nemen op bloemen- en potplantenbedrijven zonder belichting, zij het dat de invloed van andere elektriciteitsverbruikende apparatuur op dit type bedrijven groter is. Opvallend is dat voor de meer homogene groep "groentebedrijven zware stookteelt" geen significante relatie tussen elektriciteit en brandstofintensiteit waarneembaar is. Waarschijnlijk zijn technische aspecten hierop van invloed. Een elektriciteitsbesparing, in relatie tot de warmteproductie, kan gerealiseerd worden door een bredere toepassing van tweetoeren en/of frequentiegeregelde pompen.

CO₂-dosering, ventilatoren, koeling en overige apparatuur vergen relatief gezien een beperkte hoeveelheid elektriciteit. Besparingsmogelijkheden van andere elektriciteitsverbruikende apparatuur dan belichting en warmteproductie hebben op sectorniveau, gezien de impact op het totaalverbruik, dan ook weinig effect op een daling van het elektriciteitsverbruik. Voor het individuele bedrijf zijn op dit gebied wel besparingen te realiseren. Hierbij wordt primair gedacht aan koeling, intern transport, CO₂-dosering en cyclische belichting.

Groei in het elektriciteitsverbruik

De groei in het elektriciteitsverbruik op het gemiddelde glasgroentebedrijf is in de jaren 1991-1994 gestabiliseerd. Het gemiddelde bloemenbedrijf en het gemiddelde potplantenbedrijf daarentegen vertonen een toename in het elektriciteitsverbruik. Ten opzichte van 1991 valt in 1994 een stijging waar te nemen van respectievelijk 16% en 35%. De stijging wordt volledig verklaard door het grotere areaal aan assimilatiebelichting op de gespecialiseerde productiebedrijven. Dit areaal is over de periode 1991-1994 gegroeid van naar schatting 830 naar 1.080 ha.

1. INLEIDING

1.1 Probleemstelling

De glastuinbouwsector heeft met de Nederlandse overheid een Meer-JarenAfspraak (MJA-E) afgesloten voor verbetering van de energie-efficiëntie in de glastuinbouw. De energie-efficiëntie wordt uitgedrukt in het primair brandstofverbruik per eenheid product. Voor verbetering van de energie-efficiëntie is het van groot belang dat primair brandstofverbruik wordt bespaard. Dit kan mede gerealiseerd worden door een vermindering in het gebruik van elektriciteit.

Het aandeel van het elektriciteitsverbruik vanuit het openbare net in de totale energiebehoefte is beperkt maar neemt jaarlijks toe; in 1980 bedroeg het aandeel 1,2% en in 1996 circa 2,4%. Door de lage rendementen van elektriciteitscentrales is het aandeel in het primair brandstofverbruik echter groter, in 1996 circa 6% (Van der Velden et al., 1997). Naast dit elektriciteitsverbruik vanuit het openbare net voorzien glastuinbouwbedrijven in hun elektriciteitsbehoefte door eigen productie van elektriciteit met voornamelijk wk-installaties. Het aandeel van het primair brandstofverbruik van de sector dat nodig is voor de elektriciteitsvoorziening ligt dus duidelijk hoger dan de genoemde 6%.

Tussen de afzonderlijke glastuinbouwbedrijven komen aanmerkelijke verschillen in het elektriciteitsverbruik per m² kas naar voren. Deze spreiding lijkt mogelijkheden te bieden om elektriciteit te besparen. Hiervoor is het van belang dat meer inzicht wordt verkregen in het elektriciteitsverbruik op glastuinbouwbedrijven.

1.2 Doelstelling en resultaat

De doelstelling van dit onderzoek is het vergroten van het inzicht in het elektriciteitsverbruik op glastuinbouwbedrijven. Dit wordt verkregen door inzicht te geven in:

- de (absolute) verschillen in het elektriciteitsverbruik tussen glastuinbouwbedrijven;
- de elektriciteitsverbruikende apparatuur, die de hoogte van het elektriciteitsverbruik beïnvloedt;
- de oorzaken van de verschillen in elektriciteitsverbruik tussen bedrijven;
- de oorzaken van de groei van het elektriciteitsverbruik in de sector over de periode 1991-1994; en
- mogelijke aanknopingspunten voor het verminderen van het elektriciteitsverbruik, aanbevelingen voor verder onderzoek of andere activiteiten op dit gebied (research guidance).

1.3 Afbakening

In deze studie is vooral gebruikgemaakt van gegevens van bedrijven uit het Bedrijven-Informatienet van LEI-DLO. De glastuinbouwbedrijven in het Bedrijven-Informatienet vormen een representatieve groep bedrijven voor de Nederlandse glastuinbouw. Het Bedrijven-Informatienet bevat onder andere informatie over het elektriciteitsverbruik per bedrijf en over het wel of niet in gebruik hebben van elektrische apparatuur per bedrijf. Het Bedrijven-Informatienet bevat van de meeste apparatuur geen verbruiksgegevens aan elektriciteit. Belichting vormt hierop een uitzondering. Daarom is aanvullend informatie ingewonnen ten aanzien van het elektriciteitsverbruik per apparatuur. Deze informatie is gebaseerd op een inschatting en wordt gegeven voor het gemiddelde glastuinbouwbedrijf.

Het onderzoek omvat de periode 1991-1994. Gelet op de andere wegingsmethode die vanaf 1995 wordt toegepast en gelet op het vanaf 1996 niet meer verzamelen van informatie ten aanzien van elektrische apparatuur is analyse in een recenter jaar niet mogelijk.

Tot slot beoogt het onderzoek niet te verklaren waarom het elektriciteitsverbruik van bepaalde apparatuur tussen bedrijven verschillend is. Het brengt in beeld welke apparatuur verklarend is voor de verschillen tussen de bedrijven.

2. OPZET EN METHODE

2.1 Gebruikte data

In het onderzoek wordt het elektriciteitsverbruik op glastuinbouwbedrijven geanalyseerd. Deze analyse vindt plaats op basis van bedrijfsvergelijking met de glastuinbouwbedrijven die zich bevinden in het Bedrijven-Informatienet van LEI-DLO. Deze data bevat zowel technische als financiële gegevens van gespecialiseerde glastuinbouwbedrijven over een reeks van jaren. De steekproef voor de glastuinbouw bestaat uit drie substeekproeven voor de subsectoren groenten, bloemen en potplanten en is in 1994 representatief voor circa 55% van de 13.500 bedrijven met glastuinbouw in Nederland. Het areaal waarvoor de steekproef representatief is, ligt met 86% aanmerkelijk hoger.

In 1991 bedroeg het aantal bedrijven in de dataset 230. In 1994 waren in totaal 229 glastuinbouwbedrijven in het Bedrijven-Informatienet opgenomen. Voor 1994 komt het aantal geschikte bedrijven uit op 228 1).

2.2 Analyse

In het onderzoek worden zowel het elektriciteitsverbruik af net als het totaal elektriciteitsverbruik in beschouwing genomen. Het elektriciteitsverbruik af net is die elektriciteit die bij het energiebedrijf wordt aangekocht. Het totale elektriciteitsverbruik is het verbruik af net plus de eigen elektriciteitsproductie 2) minus een eventuele teruglevering van elektriciteit aan het net. Vanuit het Bedrijven-Informatienet van LEI-DLO is de hoeveelheid elektriciteit af net, de teruglevering en de eigen productie per bedrijf bekend. De twee eerstgenoemde kengetallen zijn gebaseerd op de afrekening van het energiebedrijf, laatstgenoemde kengetal is gemeten of afgeleid van de gebruiksduur en het elektrisch vermogen of afgeleid van het aardgasverbruik van de w/k-installatie.

-
- 1) Eén bedrijf is ongeschikt omdat het elektriciteitsverbruik per m² op een onevenredig hoog niveau ligt. Dit werd veroorzaakt door een combinatie van de kleinschaligheid van het bedrijf en het in gebruik hebben van een preparatieruimte voor bollen.
 - 2) Eigen productie van elektriciteit kan zowel plaatsvinden door middel van een w/k-installatie, een noodstroomaggregaat als een windmolen.

Het elektriciteitsverbruik per apparatuur op het individuele glastuinbouwbedrijf wordt verkregen op basis van het gemiddeld geïnstalleerd 3) vermogen en de gebruiksduur. Van beide kengetallen is een schatting gemaakt door middel van een aantal bedrijfsbezoeken, gesprekken met leveranciers van elektrische apparatuur, voorlichters, telers en nutsbedrijven. Door de grote spreiding in zowel het geïnstalleerde vermogen als de gebruiksduur worden deze beide kengetallen in klassen weergegeven. Deze schatting is gemaakt voor elektriciteitsverbruikende apparatuur anders dan belichting.

Het elektriciteitsverbruik door assimilatiebelichting en cyclische belichting is vanuit het Bedrijven-Informatienet te traceren. Op basis van het aantal lampen, het vermogen per lamp, de opgegeven brandduur en het voorschakelgebruik is het elektriciteitsverbruik door belichting per bedrijf bepaald.

De impact van elektriciteitsverbruikende apparatuur voor de totale glastuinbouwsector wordt bepaald door de penetratiegraad van deze apparatuur in beschouwing te nemen. De penetratiegraad per apparatuur is vanuit het Bedrijven-Informatienet van LEI-DLO bekend. Het elektriciteitsverbruik per apparatuur voor het gemiddelde glastuinbouwbedrijf wordt door middel van onderstaande formule bepaald:

$$Elek.verbr_{app} = geïnst.vermogen * gebruiksduur * penetratiegraad$$

Elek.verbr. _{app}	=	electriciteitsverbruik per apparatuur op het gemiddelde gespecialiseerde glastuinbouwbedrijf
geïnst.vermogen	=	geïnstalleerd vermogen per elektriciteitsverbruikende apparatuur
gebruiksduur	=	gebruiksduur per elektriciteitsverbruikende apparatuur
penetratiegraad	=	percentage in welke mate bepaalde elektriciteitsverbruikende apparatuur op bedrijven aanwezig is.

De oorzaken van de verschillen tussen bedrijven worden in beeld gebracht door van de elektriciteitsverbruikende apparatuur de spreiding in het gebruik aan te geven. Deze spreiding is voor belichting gebaseerd op data uit het Bedrijven-Informatienet. Voor de overige apparatuur is hiervan een inschatting gemaakt. Daarnaast is voor warmteproductie door middel van lineaire regressie bepaald welke invloed dit heeft op de hoogte van het elektriciteitsgebruik. Dit is enkel gedaan voor die bedrijven die niet over belichting beschikken. Dit is gedaan om de invloed van belichting uit te sluiten.

Om een goede vergelijking tussen de bedrijven in de steekproef mogelijk te maken zijn de bedrijven ingedeeld in homogeneren groepen. Deze indeling

1) Het gemiddeld geïnstalleerd vermogen per apparatuur is bij bepaalde apparatuur een combinatie van het aantal uren waarin de apparatuur op laag- c.q. hoogtoeren in gebruik is. Op basis van het aantal uren laag- c.q. hoogtoeren is het gemiddelde bepaald.

is gemaakt op basis van één of meerdere kenmerken, waarbij de omvang van de groepen medebepalend is.

Voor de glasgroentebedrijven wordt een onderscheid gemaakt tussen bedrijven met een brandstofintensiteit van meer dan $40 \text{ m}^3 \text{ a.e./m}^2$ (zware stookteelt) en bedrijven met een brandstofintensiteit minder dan $40 \text{ m}^3 \text{ a.e./m}^2$ (licht verwarmd). De bloemenbedrijven worden ingedeeld op basis van de volgende criteria: voor bedrijven "met assimilatiebelichting" geldt dat op meer dan 50% van het areaal assimilatiebelichting aanwezig is; voor bedrijven met "overig belichting" geldt dat op minder dan 50% van het areaal assimilatiebelichting aanwezig is, met daarbij als ondergrens dat het elektriciteitsverbruik door enige vorm van belichting groter of gelijk is aan 1 kWh/m^2 ; de bedrijven zonder belichting onderscheiden zich doordat het elektriciteitsverbruik door belichting lager is dan 1 kWh/m^2 . Voor potplantenbedrijven is de indeling gebaseerd op het al dan niet hebben van belichting: bedrijven met belichting hebben een elektriciteitsverbruik door belichting die groter of gelijk is aan 1 kWh/m^2 ; bedrijven zonder belichting hebben een elektriciteitsverbruik door belichting die lager dan 1 kWh/m^2 is. Een samenvattend overzicht van beschreven criteria wordt in tabel 2.1 gegeven.

Tabel 2.1 Indeling van glastuinbouwbedrijven naar homogene groepen bedrijven op basis van één of meerdere kenmerken

Bedrijfstype	Kenmerken
Groenten	
- zware stook	brandstofintensiteit $\geq 40 \text{ a.e./m}^2$
- licht verwarmd	brandstofintensiteit $< 40 \text{ a.e./m}^2$
Bloemen	
- assimilatiebelichting	% assimilatiebelichting $\geq 50\%$ van het areaal
- overig belicht	% assimilatiebelichting $< 50\%$ van het areaal en elektriciteitsverbruik voor lampen $\geq 1 \text{ kWh/m}^2$
- niet belicht	elektriciteitsverbruik voor lampen $< 1 \text{ kWh/m}^2$
Potplanten	
- belicht	elektriciteitsverbruik voor lampen $\geq 1 \text{ kWh/m}^2$
- niet belicht	elektriciteitsverbruik voor lampen $< 1 \text{ kWh/m}^2$

Voor de berekening van het gemiddelde elektriciteitsverbruik in de glastuinbouwsector en per subsector (groenten, bloemen en potplanten) is gewogen voor verschillen in bedrijfsomvang. Bij de bepaling van gemiddelden per onderscheiden groep bedrijven (zware stookteelt, assimilatiebelichting, enzovoort) en bij de analyse welke factoren ten grondslag liggen aan de verschillen in elektriciteitsverbruik tussen bedrijven is niet gewogen voor verschillen in bedrijfsomvang.

Het aantal bedrijven in de steekproef per subgroep is in tabel 2.2 weergegeven.

Tabel 2.2 Aantal bedrijven per bedrijfstype aanwezig in de steekproef in 1991 en 1994

Bedrijfstype	Aantal bedrijven (1991)	Aantal bedrijven (1994)
Groenten		
- zware stook	63	56
- licht verwarmd	21	29
Bloemen		
- assimilatiebelichting	17	16
- overig belicht	32	37
- niet belicht	47	39
Potplanten		
- belicht	20	23
- niet belicht	30	28
Totaal	230	228

3. RESULTATEN

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek beschreven. Allereerst wordt in paragraaf 3.2 inzicht gegeven in de sterke variatie van het elektriciteitsverbruik op glastuinbouwbedrijven. Paragraaf 3.3 behandelt hoe een glastuinbouwbedrijf in zijn elektriciteitsbehoefte voorziet en voor welke elektriciteitsverbruikende apparatuur de elektriciteit wordt aangewend. In paragraaf 3.4 wordt het elektriciteitsverbruik voor de onderscheiden bedrijfstypen weergegeven. Daarbij wordt ook de groei in het elektriciteitsverbruik over de periode 1991-1994 belicht. In paragraaf 3.5 wordt de spreiding in het elektriciteitsverbruik binnen eenzelfde type bedrijven gepresenteerd. Vervolgens wordt in paragraaf 3.6 ingegaan op welke apparatuur de spreiding in het elektriciteitsverbruik voornamelijk bepaalt. Daarbij worden tevens de mogelijkheden besproken om het elektriciteitsverbruik terug te dringen. Tot slot van dit hoofdstuk wordt in paragraaf 3.7 de groei in het elektriciteitsverbruik verklaard.

3.2 Elektriciteitsverbruik op glastuinbouwbedrijven

Tabel 3.1 Aandeel gespecialiseerde glastuinbedrijven per klasse van elektriciteitsintensiteit en aandeel in totaal elektriciteitsverbruik per klasse in 1994

Klasse elektriciteitsintensiteit (kWh/m ²) a)	Aandeel bedrijven (%)	Aandeel elektriciteitsverbruik (%)
< 5	28	4
5 - 10	51	22
10 - 20	11	8
> 20	10	66
Totaal	100	100

a) Afname af net plus eigen productie minus teruglevering aan het net.
Bron: Bedrijven-Informatienet van LEI-DLO.

Uit tabel 3.1 blijkt dat het elektriciteitsverbruik sterk varieert. Een klein deel van de glastuinbouwbedrijven (10%) heeft een totaal elektriciteitsverbruik per bedrijf hoger dan 20 kWh/m². Deze groep bedrijven verbruikt 66% van het totale elektriciteitsverbruik in de sector (zie tabel 3.1). Het grootste deel van de glastuinbouwbedrijven heeft een elektriciteitsverbruik tussende 5

en 10kWh/m², die gezamenlijk 22% van het totale electriciteitsverbruik in de sector consumeert.

3.3 Voorziening en aanwending van elektriciteit

De glastuinbouwbedrijven voorzien in hun elektriciteitsbehoefte door middel van afname vanuit het openbare net en/of door middel van eigen productie van elektriciteit. De verhouding afname af net en eigen productie is gemiddeld voor alle gespecialiseerde bedrijven ongeveer 60:40. De elektriciteitsconsumptie op het gemiddelde gespecialiseerde glastuinbouwbedrijf wordt voornamelijk aangewend voor assimilatiebelichting. Dit hoge verbruik voor assimilatiebelichting wordt zowel veroorzaakt door het relatief hoge geïnstalleerd vermogen (> 200 kW/ha) als de hoge gebruiksduur (2.000-5.000 uur, zie tabel 3.2). In combinatie met de penetratiegraad voor assimilatiebelichting, 21% van de bedrijven heeft in meer of mindere mate assimilatiebelichting 1) (zie bijlage 2, tabel B2.2), resulteert dit in het gegeven dat 55% van het totaal electriciteitsverbruik door assimilatiebelichting wordt veroorzaakt 2) (zie figuur 3.1).

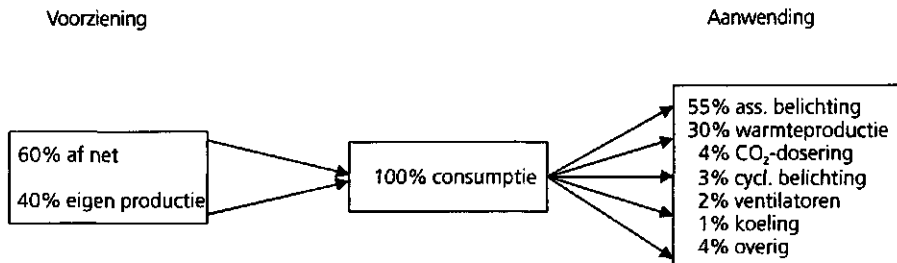
Tabel 3.2 Geïnstalleerd vermogen en gebruiksduur van elektriciteitsverbruikende apparatuur op het gemiddelde glastuinbouwbedrijf waar betreffende apparatuur aanwezig is a)

Geïnstalleerd vermogen (kW/ha)	Gebruiksduur (uren/jaar)			
	< 500	500 – 2.000	2.000 – 5.000	> 5.000
< 1	beluchting schermen machines gew.bescherming sorteren			computer
1 – 3		substraat recirculatie zuivering water intern transport	koeling ventilatoren CO ₂ -dosering	
3 - 10			warmteproductie	
10 - 20				
140 – 180	cyclische belichting			
> 200			assimilatiebelichting	

a) Een uitgebreide beschrijving van deze tabel wordt in paragraaf 3.6 gegeven.

- 1) In dit percentage zijn ook die bedrijven opgenomen die slechts over een klein oppervlakte assimilatiebelichting beschikken. Van het totale glastuinbouw-areaal is 8% voorzien van assimilatiebelichting (Van der Velden et al., 1997).
- 2) Zie ook de formule in paragraaf 2.2.

De productie van warmte en het daarbijbehorende transport vergt gemiddeld 30% van het elektriciteitsverbruik. CO₂-dosering, cyclische belichting, ventilatie en koeling nemen respectievelijk 4, 3, 2 en 1% van het totale elektriciteitsverbruik voor hun rekening. Overig, zoals apparatuur voor intern transport, sorteren/verpakken, gewasbescherming, substraatunit, beregening, recirculatie, waterzuivering, schermen, luchtramen en computerapparatuur, verbruiken gezamenlijk naar schatting 4% van het totale elektriciteitsverbruik (zie figuur 3.1).



Figuur 3.1 Schatting voorziening en aanwending van elektriciteit op het gemiddelde gespecialiseerde glastuinbouwbedrijf in 1994

3.4 Gemiddeld elektriciteitsverbruik per bedrijfstype

In de glastuinbouw is het gemiddelde totaal elektriciteitsverbruik in 1994 op de groentebedrijven het laagst met 5,4 kWh/m². Voor de bloemen- en potplantenbedrijven was dit respectievelijk 23,1 en 16,5 kWh/m² (zie tabel 3.3). Het verschil in de hoogte van het elektriciteitsverbruik tussen de subsectoren 1) wordt veroorzaakt door het verschil in de mate waarin assimilatiebelichting wordt toegepast. De brandstofintensiteit (maat voor warmteproductie) verklaart niet het verschil in elektriciteitsverbruik tussen subsectoren.

Het elektriciteitsverbruik op de bedrijfstypen groenten zware stook, bloemen niet belicht en potplanten niet belicht, bevindt zich op een gelijk niveau. Op deze bedrijven wordt in 1994 respectievelijk 7,3; 6,5 en 7,2 kWh/m² aan elektriciteit verbruikt (zie tabel 3.3).

Ten opzichte van 1991 is in 1994 het elektriciteitsverbruik voor het gemiddelde groentebedrijf gelijk gebleven, terwijl op bloemen- en potplantenbedrijven een stijging in het totaal elektriciteitsverbruik valt waar te nemen. Deze stijging vindt plaats op de bloemenbedrijven met assimilatiebelichting (+ 10%) en bij de potplantenbedrijven met belichting (+ 32%).

1) Met subsector wordt de afzonderlijke groente-, bloemen-, en potplantensector aangeduid.

Tabel 3.3 Gemiddeld elektriciteitsverbruik af net en totaal elektriciteitsverbruik (in kWh/m²) voor diverse groepen bedrijven in 1991 en 1994

Bedrijfstype	Electriciteitsverbruik af net		Totaal elektriciteitsverbruik	
	1991	1994	1991	1994
Groenten				
- alle bedrijven	5,4	5,4	5,4	5,4
- zware stook	7,5	7,3	7,5	7,3
- licht verwarmd	2,7	2,6	2,7	2,6
Bloemen				
- alle bedrijven	8,5	11,8	20,0	23,1
- assimilatiebelichting	12,9	27,2	105,1	115,3
- overig belicht a)	11,4	10,9	18,3	10,9
- niet belicht	6,9	6,5	6,9	6,5
Potplanten				
- alle bedrijven	9,6	12,7	12,2	16,5
- belicht	12,7	17,8	24,4	32,1
- niet belicht	7,5	7,2	7,5	7,2

a) Het relatief grote verschil in 1991 tussen totaal verbruik en af net (18,3 - 11,4) wordt veroorzaakt doordat enkele bedrijven in deze groep aanwezig zijn waarvan het percentage oppervlakte belichting ten opzichte van het totaal areaal circa 40% bedraagt. Op grond van de groepsindeling (< 50%) worden deze bedrijven in deze groep ingedeeld.

Bron: Bedrijven-Informatienet.

Het gemiddelde potplantenbedrijf heeft het hoogste elektriciteitsverbruik af net, in 1994 bedroeg dit 12,7 kWh/m². Het elektriciteitsverbruik af net, als percentage van het totaal elektriciteitsverbruik, is op de bloemenbedrijven met assimilatiebelichting in de periode 1991-1994 verdubbeld. In 1994 werd op dit type bedrijven 24% (27,2/115,3) van de totaal benodigde hoeveelheid elektriciteit vanuit het net betrokken, tegenover 12% (12,9/105,1) in 1991. Achterliggende oorzaak is dat het aantal bedrijven in de groep bloemenbedrijven met belichting die in hun elektriciteitsbehoefte voorzien door middel van afname uit het net, is gestegen. Door een hogere penetratiegraad van w/k-installaties te realiseren liggen hier mogelijkheden tot besparing van primair brandstofverbruik. Bloemenbedrijven met overig belicht maken geen gebruik van zelf geproduceerde elektriciteit maar worden volledig voorzien van elektriciteit uit het net. Op potplantenbedrijven met belichting is het percentage elektriciteitsverbruik af net ten opzichte van het totaal elektriciteitsverbruik in de periode 1991-1994 gelijk gebleven, ongeveer 55%.

3.5 Spreiding in elektriciteitsverbruik binnen groepen

Naast een duidelijke spreiding in het elektriciteitsverbruik op glastuinbouwbedrijven valt er ook een duidelijke spreiding waar te nemen tussen bedrijven binnen een zelfde bedrijfstype. De spreiding in het elektriciteitsverbruik is op groentebedrijven, absoluut gezien, beperkt. Daarentegen is de spreiding, zowel het verbruik af net als het totale verbruik op bloemen- en potplantenbedrijven groot. De 20% bloemenbedrijven met het hoogste elektriciteitsverbruik af net verbruiken gemiddeld 56,5 kWh/m²; voor het totale verbruik is dit 159,1 kWh/m², voor de 20% bedrijven met het laagste verbruik is dit respectievelijk 4,3 en 61,1 kWh/m² (tabel 3.4). Voor bloemenbedrijven met assimilatiebelichting zit er tussen de 20% bedrijven met het laagste en 20% bedrijven met het hoogste totaal elektriciteitsverbruik een factor van ruim 2,5. De grote absolute spreiding bij de potplantenbedrijven met belichting wordt veroorzaakt door het grote verschil in de mate van belichting binnen deze groep bedrijven. In deze groep bedrijven zijn zowel bedrijven met assimilatiebelichting als met cyclische belichting vertegenwoordigd.

Tabel 3.4 Spreiding in het elektriciteitsverbruik af net en het totaal elektriciteitsverbruik voor diverse groepen glastuinbouwbedrijven in 1994 (in kWh/m²)

Bedrijfstype	Elektriciteitsverbruik af net		Totaal elektriciteitsverbruik	
	20% laagste	20% hoogste	20% laagste	20% hoogste
Groenten				
- zware stook (n=56)	5,7	8,7	5,7	8,7
- licht verwarmd (n=29)	1,1	4,0	1,1	4,0
Bloemen				
- assimilatiebelichting (n=15)	4,3	56,5	61,1	159,1
- overig belicht (n=37)	6,5	14,2	6,5	14,2
- niet belicht (n=40)	4,2	7,7	4,2	7,7
Potplanten				
- belicht (23)	7,4	24,0	8,7	65,0
- niet belicht (n=28)	5,1	9,4	5,1	9,4

Bron: Bedrijven-Informatienet.

3.6 Elektriciteitsverbruikende apparatuur

3.6.1 Inleiding

In paragraaf 3.3 is reeds inzichtelijk gemaakt in welke mate de afzonderlijke elektriciteitsverbruikende apparatuur het elektriciteitsverbruik op sectorniveau beïnvloedt. In deze paragraaf wordt de daar genoemde apparatuur afzonderlijk behandeld. Daarbij wordt ingegaan op de hoogte van het gebruik

en op de spreiding in het elektriciteitsverbruik van de apparatuur. Op deze wijze wordt een indicatie verkregen welke apparatuur de spreiding in het elektriciteitsverbruik veroorzaakt.

Analoog hieraan wordt per apparatuur de mogelijkheid aangegeven of eventuele besparingen op het elektriciteitsverbruik reëel zijn te achten. Tevens wordt aangegeven of deze besparing op sectorniveau een grote bijdrage levert aan vermindering van het primair brandstofverbruik. Deze besparingsmogelijkheden zijn gegenereerd vanuit de resultaten van het onderzoek en vanuit informatie uit de praktijk.

3.6.2 Belichting

In de glastuinbouw worden twee typen belichting toegepast: assimilatie- en cyclische verlichting. Assimilatieverlichting wordt gebruikt ter verkrijging van een hogere productie en een betere kwaliteit. Cyclische belichting daarentegen wordt gebruikt om gedurende een korte periode het gewas van licht te voorzien om bloei-inductie te realiseren of te voorkomen. Het elektriciteitsverbruik door belichting wordt bepaald door het vermogen per lamp, het aantal lampen, de gebruiksduur en het voorschakelgebruik.

In tabel 3.5 is te zien dat de invloed van belichting op het totaal elektriciteitsverbruik groeiende is. Op bloemenbedrijven met belichting steeg het aandeel van het elektriciteitsverbruik door belichting van 56 naar 68%. Op potplantenbedrijven valt een zelfde ontwikkeling waar te nemen.

Tabel 3.5 Elektriciteitsverbruik voor belichting als percentage van het totaal elektriciteitsgebruik voor diverse groepen glastuinbouwbedrijven in 1991 en 1994

Bedrijfstype a)	1991	1994
Bloemen		
- alle bedrijven	56	68
- assimilatiebelichting	70	84
- overig belicht	46	28
Potplanten		
- alle bedrijven	57	67
- belicht	43	53

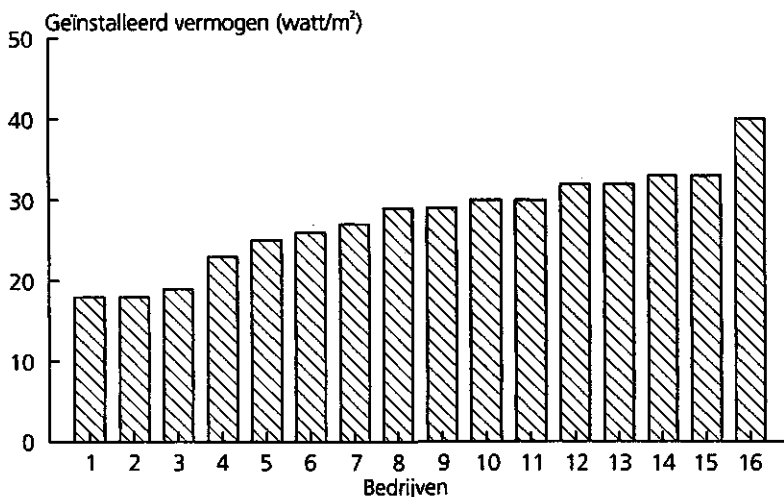
a) Groentebedrijven en niet-belichte bloemen- en potplantenbedrijven zijn niet weergegeven daar belichting op dit type bedrijven geen aandeel in het totaal elektriciteitsverbruik heeft.

Bron: Bedrijven-Informatienet.

Assimilatiebelichting

Het elektriciteitsverbruik voor assimilatiebelichting varieerde in 1994 op bedrijven met enige mate van assimilatiebelichting 1) van 4,2 tot 185 kWh/m². Dit betreft 21% van de bedrijven (zie bijlage 2, tabel B2.2). Voor het gemiddelde glastuinbouwbedrijf is het verbruik voor assimilatiebelichting 9,9 kWh/m², dit is 55% van het totale elektriciteitsverbruik. Op bloemenbedrijven met assimilatiebelichting is de invloed van assimilatiebelichting veel hoger; 84% van het totaal elektriciteitsverbruik wordt voor belichting aangewend (zie tabel 3.5).

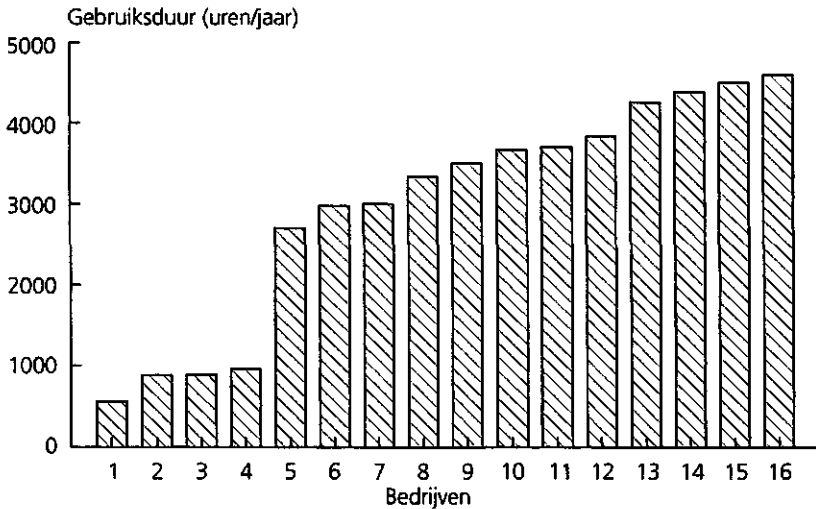
De oorzaak van de grote spreiding in het elektriciteitsverbruik op bloemen- en potplantenbedrijven wordt veroorzaakt doordat de intensiteit waarin assimilatiebelichting wordt toegepast zeer divers is. Er is zowel een grote variatie in het geïnstalleerd vermogen als in de gebruiksduur. Ter illustratie wordt deze spreiding voor bloemenbedrijven met assimilatiebelichting grafisch weergegeven. In figuur 3.2 is het geïnstalleerd vermogen per m² op bloemenbedrijven met assimilatiebelichting te zien. Uit deze figuur blijkt dat het geïnstalleerd vermogen aan lampen varieert van 20 tot ruim 40 W/m².



Figuur 3.2 Geïnstalleerd vermogen aan lampen per m² belichting op bloemenbedrijven met assimilatiebelichting in 1994

1) Hierin worden ook bedrijven met assimilatiebelichting betrokken die in de groep bloemenbedrijven overig belicht zijn ingedeeld. Deze bedrijven hebben op minder dan 50% van het areaal glas assimilatiebelichting.

Het aantal gebruiksuren varieert van ongeveer 800 uur tot ruim 4.500 uur op bloemenbedrijven met assimilatiebelichting, zo blijkt uit figuur 3.3. Bij nadere analyse van beide figuren kan de conclusie getrokken worden dat bedrijven met een hoog geïnstalleerd vermogen gemiddeld een hogere gebruiksduur hebben "bedrijfsnummer" in beide figuren corresponderen met elkaar).



Figuur 3.3 Gebruiksduur van assimilatiebelichting op bloemenbedrijven met assimilatiebelichting in 1994

Cyclische belichting

Op 14% van de bedrijven wordt cyclische belichting toegepast. Gerelateerd met het gemiddeld geïnstalleerd vermogen van 140-180 kW/ha en de gebruiksduur die minder dan 500 uur/jaar bedraagt, is het elektriciteitsverbruik door cyclische belichting voor het gemiddelde glastuinbouwbedrijf betrekkelijk laag: minder dan 1 kWh/m² (zie bijlage 2, tabel B2.2).

Mogelijke besparingen

In het algemeen kan gesteld worden dat, gezien de te verwachten intensivering van de teelt, ook in de toepassing van belichting dit patroon te zien zal zijn. Het elektriciteitsverbruik door belichting zal in de toekomst dan ook niet dalen. Besparingsmogelijkheden bij belichting moeten dan ook gezocht worden bij een efficiënter gebruik ervan. De ontwikkeling en het gebruik van een efficiëntere lamp kan bijdragen tot een besparing in het elektriciteitsverbruik.

Mogelijke opties zijn:

- een bredere toepassing van 600-Wattlampen in tegenstelling tot 400-Wattlampen die momenteel voornamelijk worden toegepast (Vegter, 1997) geeft aan dat 600-Wattlampen mogelijk een 10% hogere energie-efficiëntie hebben dan 400-Wattlampen;
- het gebruik van diepstralers, nu worden voornamelijk breedstralers gebruikt;
- een verbetering van de voorschakelapparatuur; en
- vervuiling van lampen beter tegen gaan waardoor het reflectorrendement toeneemt.

3.6.3 Warmteproductie

Bij warmteproductie (en transport daarvan) wordt het elektriciteitsverbruik veroorzaakt door de branderventilator, transportpomp(en), circulatiepomp(en) en de shunt pomp. Het gemiddeld geïnstalleerd vermogen hiervan gezamenlijk bedraagt 10-20 kW/ha bij een gebruiksduur van gemiddeld meer dan 5.000 uur (zie tabel 3.2). Deze grote spreiding in het vermogen komt eveneens naar voren in onderzoek van Huijs en Kaspers (1984).

De mate waarin op een bedrijf warmte wordt geproduceerd kan worden aangegeven met de brandstofintensiteit. Dit is het totaal per m² kas aan aardgas, olie en warmte van derden dat voor warmteproductie wordt aangewend. Op ongeveer ruim 90% van het totaal aantal glastuinbouwbedrijven in Nederland (zie bijlage 2) vindt in enige mate warmteproductie plaats (brandstofintensiteit hoger dan 15 m³ a.e./m²). Dit geeft een geschat elektriciteitsverbruik voor het gemiddelde glastuinbouwbedrijf van gemiddeld 5,2 kWh/m², ofwel 30% van het totaal elektriciteitsverbruik.

Op bedrijven zonder enige vorm van belichting is het aandeel in het totaal elektriciteitsverbruik door warmteproductie veel hoger. Op groentebedrijven, bijvoorbeeld, wordt de hoogte van het elektriciteitsverbruik voor 65% verklaard door de warmteproductie. Een toenemende warmteproductie leidt tot een gemiddeld hoger elektriciteitsverbruik (zie figuur 3.4).

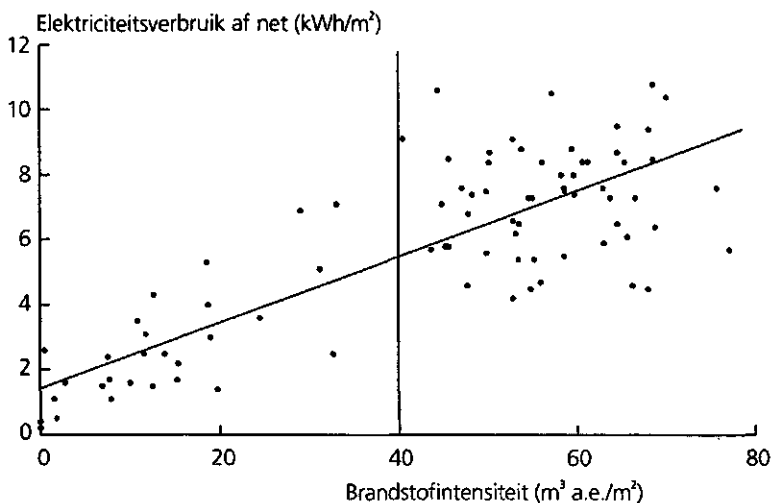
In formule kan de in figuur 3.4 weergegeven geschatte regressielijn als volgt worden weergegeven:

$$\text{Elek_verbr} = 1,49 + 0,1 \text{ Br_int.} \\ (t=4,0) (t=12,8)$$

$$R^2 = 66\%$$

$$\text{Elek_verbr} = \text{elektriciteitsverbruik (kWh/m}^2\text{)}$$

$$\text{Br_int} = \text{brandstofintensiteit (m}^3 \text{ a.e./m}^2\text{)}$$



Figuur 3.4 Elektriciteitsverbruik af net op groentebedrijven in relatie met de brandstofintensiteit

Ook voor de niet belichte bloemen- en potplantenbedrijven 1) geldt dat een hogere brandstofintensiteit leidt tot een hoger elektriciteitsverbruik (zie bijlage 3). Voor niet-belichte bloemenbedrijven is de invloed van andere elektriciteitsverbruikende apparatuur echter groter. Voor de groep groentebedrijven met zware stookteelt (brandstofintensiteit $> 40 \text{ m}^3 \text{ a.e./m}^2$) is deze relatie, opvallend, niet aantoonbaar. Dit wordt eveneens uit figuur 3.4 duidelijk. Er zijn zowel bedrijven met een verschillende brandstofintensiteit in combinatie met een gelijkblijvend elektriciteitsverbruik als bedrijven met een gelijk brandstofintensiteit in combinatie met een hoog of laag elektriciteitsverbruik.

Achterliggende oorzaken die hieraan ten grondslag liggen kunnen echter niet uit de data naar voren worden gehaald. Door enerzijds intercorrelatie van de apparatuur met de brandstofintensiteit en anderzijds onvoldoende onderscheidend vermogen tussen de bedrijven 2), kan de invloed van deze apparatuur op het elektriciteitsverbruik niet gekwantificeerd worden.

-
- 1) Voor de groepen bloemen- en potplantenbedrijven met belichting is niet te analyseren welke effect de warmteproductie heeft op de spreiding in het elektriciteitsverbruik. Dit komt door het grote effect van belichting die een zeer groot gedeelte van de spreiding veroorzaakt.
 - 2) Een voorbeeld hierbij: alle groentebedrijven met zware stookteelt doseren CO_2 . Daardoor is het niet mogelijk te toetsen wat het elektriciteitsverbruik is op bedrijven die CO_2 -doseren en die bedrijven die dit niet doen.

Hierbij moet gerealiseerd worden dat ook verschillen in technische aspecten de verschillen in het elektriciteitsverbruik bepalen. Hier zijn een aantal aanwijzingen voor:

- er kan verschil bestaan in geïnstalleerd vermogen per m². Aan dit verschil in geïnstalleerd vermogen kunnen de volgende redenen ten grondslag liggen:
 - in de glastuinbouw wordt in het algemeen gebruikgemaakt van motoren die een vermogen hebben in de reeks van 0,75; 1,1; 1,5; 2,2; 3,0; 4,0; 5,5 en 7,5 kW. Het verschil tussen twee motoren met een vermogen van bijvoorbeeld 2,2 en 3,0 kW bedraagt 36%. Dit is een aanzienlijk verschil, wat als consequentie heeft dat bedrijven met verschillende bedrijfsgrootte over een pomp zullen beschikken met hetzelfde vermogen. Dit resulteert in een lager verbruik per m² voor het grootste bedrijf. Frequentiegestuurde pompen brengen hier verandering in;
 - met het geïnstalleerd vermogen is rekening gehouden met uitbreidingsmogelijkheden in de toekomst;
- belasting van de pomp (vollast of geen vollast);
- het aantal verwarmingsgroepen/afdelingen. Bij een toenemend aantal groepen zal het aantal pompen evenredig toenemen;
- het rendement van de pomp: deze is afhankelijk van de technische kwaliteit;
- de leidingenstructuur: elke bocht geeft een bepaalde weerstand en resulteert in een verhoging van het elektriciteitsverbruik;
- pompsoort (aan/uit, tweetoeren, of frequentiegestuurde pomp);
- toerenoverlap tussen het hoge en lage gebied: bijvoorbeeld 1450/650 of 1450/950 waarbij laatstgenoemde langer in laagtoeren kan blijven draaien en zodoende minder elektriciteit gebruikt;
- optimaal gedimensioneerd. Het is van belang dat een pomp op het optimale punt in zijn werkgebied komt te draaien en niet overgedimensioneerd is;
- belasting van de ketel. Dit is afhankelijk van de constructie van de ketel, daarbij spelen het verwarmd oppervlak, de vuurhaardbelasting en de keergasttemperatuur een rol; een zwaarbelaste ketel vraagt een hoger elektriciteitsverbruik van de ventilator;
- verschil in instellingen. Op het ene bedrijf gaat bijvoorbeeld een pomp bij 60°C in hoogtoeren, op een ander bedrijf bij 65°C;
- de grootte van Δt (verschil in temperatuur tussen aanvoer- en retourwater). Een kleinere Δt vraagt een hogere omloopsnelheid van het aanvoer-/retourwater en daarmee meer pompvermogen.

Mogelijke besparingen

In het algemeen kan bij de warmteproductie en transport ervan een besparing op het elektriciteitsverbruik bereikt worden door meer gebruik te maken van tweetoeren- of frequentiegestuurde pompen en motoren. Exacte gegevens hoeveel procent hiermee te besparen is ontbreken. Volgens een mondelinge mededeling van Nutsbedrijf Westland lijkt een frequentiegestuurde

pomp in vergelijking met een tweetoerenpomp 40-50% te kunnen besparen. Frequentiegeregelde pompen zijn, vanuit technisch-economisch opzicht, voornamelijk geschikt voor transportpompen en branderventilatoren (De Bruijn en Van der Wilk, 1996). Deze beide typen nemen naar schatting 40% van de elektriciteitsbehoefte voor warmteproductie ($=5,2 \text{ kWh/m}^2$) voor hun rekening 1). Bij een besparing van gemiddeld 45% bij toepassing van frequentiegeregelde pompen is dan een reductie op sectorniveau in het elektriciteitsverbruik haalbaar van ongeveer 5%. Het is van belang dat telers gestimuleerd worden frequentiegeregelde pompen meer toe te passen. Daarbij moet het knelpunt ten aanzien van een toenemende Δt van aanvoer-/retourwater bij toepassing van frequentiegeregelde pompen, wat leidt tot grotere horizontale temperatuurverdelingen, weggenomen worden.

Ook een bredere toepassing van de tweetoerenpomp draagt bij tot een reductie in het elektriciteitsverbruik. In vergelijking met een aan/uit pomp kan met een tweetoerenpomp ongeveer 50-60% aan elektriciteit bespaard worden (Traversari et al., 1996).

Andere besparingsmogelijkheden zijn optimaal gedimensioneerde pompen en motoren (goed afgestemd) en een optimale leidingenstructuur, waarbij het doel is het aantal bochten te minimaliseren, zodat de weerstand tot een minimum beperkt wordt (Nunnink, 1995).

3.6.4 CO₂-doseran

CO₂-dosering is belangrijk omdat een verhoogde CO₂-concentratie in de kas een positief effect heeft op de productie en de kwaliteit (Van der Sluis et al., 1995). Op ruim 80% van de bedrijven wordt CO₂ gedoseerd (zie bijlage 2). Deze CO₂ wordt voor het grootste deel met de eigen ketel geproduceerd. De samenhang met het elektriciteitsverbruik ligt in het gegeven dat er een ventilator noodzakelijk is om de gewenste hoeveelheid rookgassen via een leidingstelsel in de kas te brengen. De capaciteit van de CO₂-ventilator (geïnstalleerd vermogen) wordt bepaald door de hoeveelheid te transporteren rookgassen en de weerstand die dit ondervindt in het leidingstelsel. Gemiddeld is het geïnstalleerd vermogen van een CO₂-ventilator 1-3 kW/ha bij een gemiddelde gebruiksduur tussen 2.000 en 5.000 uur/jaar. Dit geeft een elektriciteitsverbruik op het gemiddelde glastuinbouwbedrijf die minder dan 1 kWh/m² bedraagt, ofwel 4% van het totaal elektriciteitsverbruik op het gemiddelde glastuinbouwbedrijf.

Zoals uit onderzoek blijkt (Van der Sluis et al., 1995 en Verhoeven et al., 1995) is de mate waarin CO₂ wordt gedoseerd zeer divers. Dit heeft als gevolg een spreiding in elektriciteitsgebruik.

1) Hierbij is rekening gehouden met het gegeven dat op slechts 25% van de glastuinbouwbedrijven een transportpomp aanwezig is die voornamelijk tweetoeren geregeld zijn.

Mogelijke besparingen

Uit eerder onderzoek (Van der Sluis et al., 1995) blijken er grote verschillen in ventilatorcapaciteit te zijn geconstateerd. Mogelijk dat er betere afstemming van de ventilatorcapaciteit op de te doseren hoeveelheid CO₂ te realiseren is. Daarnaast is technisch gezien het gebruik van een frequentieregelde ventilator mogelijk. De vraag is echter of dit in de praktijk tot elektriciteitsbesparing zal leiden.

3.6.5 Ventilatoren

Het geïnstalleerd vermogen van ventilatoren die een luchtbeweging in de kas moeten realiseren teneinde horizontale temperatuurverschillen te voorkomen bedraagt op 1-3 kWh/ha bij een gebruiksduur van 2.000-5.000 uur. Deze grote spreiding ligt ten grondslag aan het gegeven dat op groentebedrijven de ventilatoren voornamelijk in de wintermaanden in gebruik zijn, terwijl in het algemeen op bloemen- en potplantenbedrijven ook buiten de wintermaanden van ventilatoren gebruik wordt gemaakt. De penetratiegraad van ventilatoren is 58% van de bedrijven (zie bijlage 2, tabel B2.2). De penetratiegraad per subsector ligt op eenzelfde niveau (zie bijlage 2, tabel B2.3). Het product van het geïnstalleerd vermogen, de gebruiksduur en de penetratiegraad geeft een elektriciteitsverbruik door ventilatoren voor het gemiddelde glastuinbouwbedrijf die minder dan 0,5 kWh/m² is, ofwel 2% van het totaal elektriciteitsverbruik.

Mogelijke besparingen

Een besparing op het elektriciteitsgebruik door ventilatoren heeft, gezien het beperkte aandeel in het totale elektriciteitsverbruik, op sectorniveau slechts een minimaal effect. Een besparing dient gerealiseerd te worden door het gebruik van ventilatoren overbodig te maken. Dit betekent dat de oorzaak waarom ventilatoren gebruikt worden, het voorkomen van horizontale temperatuurverschillen, weggenomen moet worden. Een vermindering in het gebruik van ventilatoren heeft dan tevens als neveneffect dat het gasverbruik daalt (Telle et al., 1997).

Het verdient aanbeveling de oorzaken van horizontale temperatuurverschillen in nader onderzoek verder te specificeren teneinde het gebruik van ventilatoren te minimaliseren.

3.6.6 Koeling

Het gemiddeld geïnstalleerd vermogen aan koeling betreft hier enkel het geïnstalleerd vermogen aan koelcellen, deze ligt tussen 1-3 kWh/ha. Gecombineerd met een gemiddelde gebruik van 2.000-5.000 uur en een penetratiegraad van 42% (zie bijlage 2, tabel B2.2) geeft dit een gemiddeld elektriciteitsverbruik van minder dan 0,5 kWh/m². Het gemiddelde verbruik op bloemenbedrijven zal beduidend hoger liggen vanwege de relatief hoge penetratiegraad op dit type bedrijven; 80% (zie bijlage 2, tabel B2.3).

Het elektriciteitsverbruik door grondkoeling is hier buiten beschouwing gelaten, daar dit slechts op een enkel bedrijf wordt toegepast. Hoofdzakelijk bij de teelt van fresia, alstroemeria en amaryllis. Op het individuele bedrijf kan grondkoeling echter een hoog elektriciteitsverbruik veroorzaken, ongeveer 40 kWh/m² (Verveer et al., 1995).

Mogelijke besparingen

Een besparing heeft op sectorniveau slechts een beperkt effect. Daarentegen worden op individuele bedrijven wel grote verschillen geconstateerd. Aanbevolen wordt koeling nader in beschouwing te nemen teneinde technische opties te genereren die een daling in het elektriciteitsverbruik kunnen realiseren. Mogelijk is hierbij een combinatie met duurzame energie te maken (bijvoorbeeld warmtepomp en aquifers voor koeling).

3.6.7 Overig apparatuur

Het elektriciteitsverbruik door beluchting, schermen, machines, intern transport gewasbescherming, sorteer-/verpakkingsmachine, watergift, recirculatie, waterzuivering en computers is op het gemiddelde glastuinbouwbedrijf relatief laag. Op individuele bedrijven kan de invloed van de afzonderlijke apparatuur groot zijn, bijvoorbeeld het intern transport op potplantenbedrijven; 43% van de potplantenbedrijven beschikt over intern transport (zie bijlage 2, tabel B2.3). Door de gemiddeld lage penetratiegraad is de invloed op sectorniveau echter nihil.

Mogelijke besparingen

Besparingen hebben, gezien het beperkte aandeel in het totale elektriciteitsverbruik, een zeer minimaal effect op sectorniveau. Op bedrijfsniveau kan, gezien de verschillen in verbruik, een besparing in het verbruik behaald worden.

3.6.8 Besparing elektriciteit door grotere toepassing w/k-installaties

Een besparing van primair brandstofverbruik is te realiseren door de elektriciteitsvoorziening voor een groter deel via eigen productie (w/k-installatie) te realiseren. Door het hogere rendement van w/k-installatie ten opzichte van een elektriciteitscentrale wordt primair brandstof bespaard. Het is hierbij vooral van belang dat een w/k-installatie sneller rendabel is voor bedrijven zonder belichting. Dit kan bereikt worden door of het warmte-overschot of het overschot aan elektriciteit aan derden te verkopen. Bij herstructurering van de glastuinbouw kan hierop door clustering van verschillende typen glastuinbouwbedrijven worden ingespeeld. De toenemende schaalvergroting in de glastuinbouw kan aan deze optie een positieve impuls geven.

3.7 Oorzaken van de groei in het verbruik

Uit Van der Velden et al. (1996; bijlage B2.4) kan worden afgeleid dat het gemiddelde elektriciteitsverbruik door apparatuur anders dan belichting vanaf 1980 tot aan 1991 sterk is toegenomen, waarna het verbruik in de jaren negentig is gestabiliseerd. Deze ontwikkeling wordt ook zichtbaar in tabel 3.6. Het elektriciteitsverbruik door apparatuur anders dan belichting is over de periode 1991-1994 op groentebedrijven stabiel gebleven (op de onderscheiden groepen licht gedaald), terwijl bloemen- en potplantenbedrijven een lichte daling in het elektriciteitsverbruik vertonen (zie tabel 3.6). In de vorige paragraaf is geconcludeerd dat de brandstofintensiteit een groot deel van het elektriciteitsverbruik af net bepaalt. Vanuit bijlage 3 wordt duidelijk dat de brandstofintensiteit in 1994 ten opzichte van 1991 lager ligt, met als achterliggende reden waarschijnlijk het warmere weer in 1994. Het aantal graaddagen bedroeg in 1994 2.836 tegenover 3.165 graaddagen in 1991 (Van der Velden et al., 1996). De lichte daling in het elektriciteitsverbruik af net wordt dus hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt door het warmere weer, wat tot gevolg had een lagere brandstofintensiteit en dus een lager elektriciteitsverbruik.

De groei in het totaal elektriciteitsverbruik over de periode 1991-1994 kan dus volledig toegeschreven worden aan een toename in het gebruik van belichting. Vanuit tabel 3.4 werd duidelijk dat het verbruik door belichting, zowel op bloemenbedrijven met assimilatiebelichting als op potplantenbedrijven met belichting, ten opzichte van het totaal elektriciteitsverbruik is gestegen. De toename in het elektriciteitsverbruik door belichting is voornamelijk het gevolg van een toenemende oppervlakte assimilatiebelichting op de bedrijven. Ten opzichte van 1991 is het geaggregeerde areaal in het Bedrijven-Informatienet van 830 naar 1.080 ha toegenomen. In het aantal uren dat belicht wordt, wordt in de periode 1991-1994 geen ontwikkeling geconstateerd, gemiddeld bedraagt deze circa 3.000 uur. Ook het gemiddeld geïnstalleerd vermogen bleef in deze periode stabiel, ongeveer 30 W/m². Uit lopend onderzoek volgen aanwijzingen dat het geïnstalleerd vermogen per m² vanaf 1995 toeneemt (Van der Velden et al. in voorbereiding).

Tabel 3.6 Gemiddeld elektriciteitsverbruik af net door apparatuur anders dan belichting voor diverse groepen glastuinbouwbedrijven zonder belichting in 1991 en 1994 (in kWh/m²)

Bedrijfstype	1991	1994
Groente		
- alle bedrijven	5,4	5,4
- zware stook	7,5	7,3
- licht verwarmd	2,7	2,6
Bloemen	6,9	6,2
Potplanten	7,5	7,2

Bron: Bedrijven-Informatienet.

4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

4.1 Conclusies

Op basis van dit onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- in de glastuinbouw bedraagt het gemiddelde totale elektriciteitsverbruik in 1994 op de groente-, bloemen- en potplantenbedrijven respectievelijk 5,4 kWh/m², 23,1 kWh/m² en 16,5 kWh/m². Na een voortdurende stijging in de jaren tachtig is het gemiddelde elektriciteitsverbruik op de groentebedrijven in de periode 1991-1994 gestabiliseerd. Voor het gemiddelde bloemenbedrijf en het gemiddelde potplantenbedrijf is het elektriciteitsverbruik ook in de periode 1991-1994 verder toegenomen. Oorzaak van deze stijging is een toenemend areaal aan assimilatiebelichting;
- van het totaal elektriciteitsverbruik in de glastuinbouwsector komt het grootste deel voor rekening van slechts een klein aantal bedrijven: 10% van de bedrijven (met een verbruik hoger dan 20 kWh/m²) is verantwoordelijk voor 66% van het totale elektriciteitsverbruik. Het grootste deel van de bedrijven heeft een elektriciteitsverbruik tussen 5 en 10 kWh/m²;
- er is sprake van een zeer grote spreiding in het elektriciteitsverbruik tussen glastuinbouwbedrijven. Ook tussen bedrijven van eenzelfde bedrijfstype geldt deze constatering;
- het elektriciteitsverbruik op het gemiddelde glastuinbouwbedrijf wordt in grote mate bepaald door assimilatiebelichting en warmteproductie (inclusief het transport van de warmte). Gemiddeld over de gespecialiseerde glastuinbouwbedrijven wordt 55% van de benodigde elektriciteit aangewend voor assimilatiebelichting en 30% voor warmteproductie. Op de onderscheiden bedrijfstypen ligt deze verhouding anders: op groentebedrijven wordt de hoogte van het elektriciteitsverbruik voor 66% verklaard door de warmteproductie (inclusief het transport van de warmte). Op bloemenbedrijven en potplantenbedrijven wordt gemiddeld bijna 70% van de elektriciteitsconsumptie door assimilatiebelichting veroorzaakt;
- de glastuinbouwbedrijven voorzien in hun elektriciteitsbehoefte door gemiddeld 60% vanaf het net te betrekken en 40% eigen productie. Een kleine groep bedrijven betreft voor assimilatiebelichting een relatief grote hoeveelheid elektriciteit vanaf het net;
- tussen bedrijven die assimilatiebelichting toepassen worden grote verschillen geconstateerd in geïnstalleerd vermogen en gebruiksduur. Naar alle waarschijnlijkheid is een deel van deze verschillen toe te schrijven aan de verschillen in teelt;

- glastuinbouwbedrijven vertonen een grote diversiteit in de mate waarin warmte wordt geproduceerd/toegediend (brandstofintensiteit). Een toenemende brandstofintensiteit resulteert in een hoger elektriciteitsverbruik. Voor groentebedrijven met "zware stookteelt" (brandstofintensiteit > 40 m³ a.e./m²) wordt deze relatie niet gevonden. De indruk bestaat dat op deze bedrijven het verschil in elektriciteitsverbruik meer wordt veroorzaakt door een aantal technische aspecten zoals type pompen en motoren, de dimensionering ervan, constructie leidingennetwerk, enzovoort. Dit kan echter niet volledig onderbouwd worden;
- het is duidelijk dat een besparing in het elektriciteitsverbruik door warmteproductie (inclusief het transport van de warmte) valt te realiseren. Door gebruik van frequentieregelde pompen lijkt een besparing in elektriciteit van 5% op sectorniveau mogelijk;
- voor het gemiddelde glastuinbouwbedrijf is de impact van andere elektriciteitsverbruikende apparatuur dan belichting en warmteproductie op sectorniveau beperkt. Een besparing op deze apparatuur leidt slechts tot een zeer lichte daling van het elektriciteitsgebruik op sectorniveau. Voor het individuele bedrijf zijn op dit gebied besparingen te realiseren. Hierbij wordt primair gedacht aan koeling, intern transport, CO₂-dosering en cyclische belichting. Het ontbreekt echter aan voldoende inzicht om hierover concrete uitspraken te doen.

4.2 Aanbevelingen

Naar aanleiding van dit onderzoek worden de volgende aanbevelingen gedaan. Het betreft hierbij zowel aanbevelingen richting de praktijk ter realisering van een besparing van het elektriciteitsverbruik als aanbevelingen richting onderzoek om hiaten in de kennis ten aanzien van het elektriciteitsverbruik verder in te vullen.

- Gezien het gegeven dat een groep bedrijven elektriciteit vanaf het net aanwenden voor assimilatiebelichting ligt er in een realisering van een hogere penetratiegraad van w/k-installaties een mogelijkheid tot besparing van primair brandstofverbruik. Een grotere toepassing van w/k-installaties kan ook bereikt worden door een intensievere samenwerking tussen bedrijven. Door levering van het overschot aan warmte of elektriciteit aan derden is het economisch sneller verantwoord een eigen w/k-installatie te plaatsen. Anderzijds wordt het gebruik van een kleine w/k-installatie op grote bedrijven zonder belichting als een reële optie gezien. De toenemende schaalvergroting in de glastuinbouw kan dit versterken.
- De tuinbouw wordt gekenmerkt door een proces van intensivering die gepaard gaat met een groei en een hoger gebruik van belichting. Binnen dit kader is een besparing in het elektriciteitsgebruik door belichting (absoluut gezien) niet realistisch. Mogelijke besparingen moeten dan ook aangemerkt worden als het effectiever gebruikmaken van elektriciteit. Een optie hiervoor is bijvoorbeeld het ontwikkelen van een efficiëntere lamp. Ook is een kritische beoordeling van het geïnstalleerd vermogen

en de gebruiksduur aan te raden om zodoende een optimaal verbruik te realiseren. De ontwikkeling van een computerprogramma ter bepaling wat de optimale belichtingsduur en capaciteit is bij een bepaalde teelt kan hierbij als ondersteuning dienen. Daarnaast verdient het aanbeveling achterliggende oorzaken naar de verschillen in geïnstalleerd vermogen en de gebruiksduur van assimilatiebelichting tussen individuele bedrijven nader te onderzoeken teneinde meer inzicht te hebben waardoor de verschillen in elektriciteitsverbruik door belichting worden veroorzaakt.

- Gelet op de nog bestaande onduidelijkheid waarom bedrijven binnen eenzelfde subsector een divers beeld vertonen ten aanzien van het elektriciteitsverbruik is aanvullend onderzoek, met meer homogene groepen bedrijven, noodzakelijk. Daarvoor is het noodzakelijk dat meer specifieke informatie over elektriciteitsverbruikende apparatuur op bedrijfsniveau wordt verzameld. Het wordt dan mogelijk concrete aanbevelingen te doen waar op het individuele bedrijf besparingen zijn te realiseren.

LITERATUUR

- Bruijn, W. de en G. van der Wilk (1996)
Frequentieregelaars op electromotoren zijn snel terugverdiend; In: Vakblad voor de Bloemisterij, (25), p. 34-35
- Huijs, J.P.G. en P. Kaaspers (1984)
Elektriciteit- en gasverbruik in de tuinbouw, Omvang en paralleliteit van het energiegebruik in de tuinbouw; Wageningen, Instituut voor mechanisatie, arbeid en gebouwen
- Jagers, F. (1997)
Nauwkeuriger belichten bespaart energie, Deense ervaring met sturen PAR interessant voor Nederland; In Vakblad voor de Bloemisterij, (32), p. 35-36
- Nunnink, E. (1995)
Energievriendelijk bedrijf zonder poespas; In: Groenten en Fruit, (6)
- Sluis, B.J. van der et al. (1995)
Het gebruik van energieschermen bij tomaat; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), p.82
- Telle, M.G. et al. (1997)
De invloed van recirculatieventilatoren op het gas- en elektriciteitsverbruik in tuinbouwkassen; Wageningen, Instituut voor Milieu- en Agri-techniek
- Traversari, A.L.L., H. Schiphouwer en B. Houter (1996)
Haalbaarheidsonderzoek naar regeling en energiebesparing van frequentie gestuurde modulerende pompen in verwarmingsnetten in de glastuinbouw; Apeldoorn, TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie
- Vegter, B. (1997)
Beter rendement bij belichting ligt voor het oprapen; In: Vakblad voor de bloemisterij, (29)
- Velden, N.J.A. van der, B.J. van der Sluis en A.P. Verhaegh (1996)
Energie in de glastuinbouw van Nederland, Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 1995, Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), p.24

- Velden, N.J.A. van der, B.J. van der Sluis en A.P. Verhaegh (1997)
Energie in de glastuinbouw van Nederland, Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 1996; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)
- Velden, N.J.A. van der, R. Bakker en A.P. Verhaegh (in voorbereiding)
Energie in de glastuinbouw van Nederland, Ontwikkelingen in de sector en op de bedrijven t/m 1997; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)
- Verhoeven, A.T.M., F.L.K. Kempkes, N.J.A. van der Velden (1995)
Warmtekracht-installaties in de glastuinbouw; Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), bijlage 8
- Verveer, J.B. et al. (1995)
Handboek verwarming glastuinbouw; Poeldijk, Nutsbedrijf Westland N.V.

BIJLAGEN

Bijlage 1 Begrippenlijst

- *Elektriciteitsverbruik vanaf het net*
dit is het elektriciteitsverbruik welke vanaf het openbare net wordt afgenomen
- *Elektriciteitsverbruik door middel van eigen productie*
dit is het elektriciteitsverbruik welke door middel van eigen productie, voornamelijk een eigen w/k-installatie 1), wordt afgenomen
- *Teruglevering elektriciteit aan het net*
dit is de hoeveelheid zelf geproduceerde elektriciteit die aan het openbare net wordt teruggeleverd;
- *Totaal elektriciteitsverbruik*
dit is de sommatie van het elektriciteitsverbruik vanaf het net en het elektriciteitsverbruik door middel van eigen productie minus teruglevering aan het net.
- *Brandstofintensiteit*
brandstofverbruik per m² kas; onder brandstof wordt verstaan het totaal van aardgas, olie en warmte van derden
- *CO₂-intensiteit*
de hoeveelheid aardgas waarvan de rookgassen gebruikt worden voor CO₂-dosering in de kas, uitgedrukt in kg CO₂ per m² kas
- *Aardgasequivalenten (a.e)*
1 a.e. komt overeen met 31,65 MJ warmte
- *Intercorrelatie*
mate voor de samenhang tussen de verklarende variabelen

1) Andere mogelijkheden van eigen electriciteitsproductie zijn een noodstroomaggregaat en windmolens. Het aandeel van deze twee mogelijkheden is echter gering.

Bijlage 2 Bepaling invloed elektriciteitsverbruikende apparatuur voor het gemiddelde glastuinbouwbedrijf

In tabel B2.1 is gedefinieerd aan welke criteria voldaan moet worden ter bepaling of op een glastuinbouwbedrijf een bepaald type elektriciteitsverbruikende apparatuur aanwezig is of niet.

Tabel B2.1 Criteria ter bepaling of een glastuinbouwbedrijf over een bepaald soort elektriciteitsverbruikende apparatuur beschikt

Apparatuur	Criteria
Ass.belichting	op een bedrijf is in enige mate cyclische belichting aanwezig
Cyclische belichting	op een bedrijf is in enige mate assimilatiebelichting aanwezig
Warmteproductie	een bedrijf heeft minimaal een brandstofintensiteit hoger dan 15 m ³ a.e./m ²
CO ₂ -doseren	een bedrijf doseert in enige mate CO ₂
Koeling	een bedrijf heeft een koelcel of beschikt over airconditioning
Substraat	een bedrijf teelt op substraat: elektriciteitsverbruik met betrekking tot druppelen, watertransport naar bassin, enzovoort worden hieraan toegekend
Recirculatie	een bedrijf past recirculatie van het drainwater toe
Intern transport	een bedrijf heeft minimaal drie van de hiernavolgende apparatuur: transportband, transporttafel, heftruck, elektrocar, watergoot
Ventilatoren	een bedrijf heeft in enige mate ventilatoren
Sorteren/verpakken	een bedrijf heeft minimaal een sorteermachine of een bos-, bind-, of verpakkingsmachine
Gewasbescherming	een bedrijf heeft minimaal een low volume mist-installatie of een zwavel-installatie
Machines	een bedrijf heeft minimaal twee van de hiernavolgende apparatuur: potuitzetmachine, oppotmachine, reiniger
Zuivering water	een bedrijf heeft minimaal een waterzuiveringsinstallatie of een gietwaterontsmetter
Computer	een bedrijf beschikt over een computer
Belichting	een bedrijf beschikt over elektrisch bestuurbare belichtingsramen
Schermen	een bedrijf beschikt in enige mate over een scherminstallatie

De penetratiegraad is bepaald door middel van gegevens uit het Bedrijven-Informatienet van LEI-DLO. De penetratiegraden zijn berekend door per type apparatuur te bepalen of het wel of niet op een bedrijf aanwezig is. Het wel of niet aanwezig zijn van bepaalde apparatuur kent een aantal criteria die in tabel B2.2 worden beschreven.

Tabel B2.2 Penetratiegraad elektriciteitsverbruikende apparatuur en het gemiddeld totaal elektriciteitsverbruik voor het gemiddelde glastuinbouwbedrijf in 1994

	Penetratiegraad (%)	Totaal verbruik (kWh/m ²) a)
Ass.belichting	21	9,9
Cyclische belichting	14	0,56
Warmteproductie	91	5,2
CO ₂ -doseren	83	0,75
Koeling	42	0,32
Substraat	50	0,13
Recirculatie	32	0,08
Intern transport	23	0,20
Ventilatie	58	0,41
Sorteren/verpakken	60	0,03
Gewasbescherming	37	0,19
Machines	18	0,01
Zuivering water	12	0,01
Computer	85	0,10
Beluchting	90	0,01
Schermen	66	0,01
Totaal	18,0 b)	

a) Totaal verbruik = gem. geïnst. vermogen * gem. gebruiksduur * penetratiegraad; b) Gemiddeld in 1994: 17,2 kWh/m².

Bron: Bedrijven-Informatienet van LEI-DLO.

Tabel B2.3 Penetratiegraad elektriciteitsverbruikende apparatuur voor het gemiddelde glastuinbouwbedrijf per subsector in 1994

	Groenten	Bloemen	Potplanten
Ass.belichting	2	26	43
Cyclische belichting	0	30	12
Warmteproductie	80	98	100
CO ₂ -doseren	95	78	73
Koeling	95	78	73
Substraat	73	36	37
Recirculatie	39	18	45
Intern transport	24	10	45
Ventilatie	58	54	6
Sorteren/verpakken	76	75	64
Gewasbescherming	24	47	41
Machines	0	7	71
Zuivering water	16	10	8
Computer	84	88	84
Beluchting	90	97	100
Schermen	36	77	94

Bijlage 3 Relatie warmteproductie en elektriciteitsverbruik

Bloemen ($R^2 = 12\%$)

$$\text{Elek_verbr} = 3,56 + 0,07 \text{ Br_int}$$

$t=2,8 \quad t=2,2$

Potplanten ($R^2 = 32\%$)

$$\text{Elek_verbr} = 2,5 + 0,11 \text{ Br_int}$$

$t=1,8 \quad t=3,6$

R^2 = verklaarde variantie
Elek_verbr = elektriciteitsverbruik (kWh/m²)
Br_int = brandstofintensiteit (m³ a.e./m²)