



# Telen met toekomst Energie- en klimaatmeetlat

Eindrapport



Herbert Mombarg & Anton Kool

# Telen met toekomst Energie- en klimaatmeetlat

Eindrapport

Herbert Mombarg & Anton Kool



Telen met toekomst  
april 2004  
OV0407



## Telen met toekomst

### Colofon

*Uitgever:*

#### **Plant Research International B.V.**

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen  
: Postbus 16, 6700 AA Wageningen  
Tel. : 0317 - 47 70 00  
Fax : 0317 - 41 80 94  
E-mail : [post@plant.wag-ur.nl](mailto:post@plant.wag-ur.nl)  
Internet : <http://www.plant.wageningen-ur.nl>

© 2004 Wageningen, Plant Research International B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Plant Research International B.V.

Telen met toekomst is een van de landelijke onderzoeksprojecten die uitgevoerd worden in het kader van het Actieplan Nitraatprojecten (2000-2003). Het project wordt gefinancierd door de Ministeries van LNV en van VROM.

In 'Telen met toekomst' werken agrarische ondernemers samen met Wageningen UR (Praktijkonderzoek Plant & Omgeving en Plant Research International B.V.) en DLV Adviesgroep nv aan duurzame bedrijfssystemen voor akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt, bloembollen en boomteelt.

#### **Informatie over Telen met toekomst**

DLV Adviesgroep nv  
Telefoon: (0317) 49 16 12  
Fax: (0317) 46 04 00  
Postbus 7001, 6700 CA WAGENINGEN  
E-mail: [info@telenmettoekomst.nl](mailto:info@telenmettoekomst.nl)  
Internet: [www.telenmettoekomst.nl](http://www.telenmettoekomst.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
Voorwoord	1
Samenvatting	3
1. Beschrijving van de Telen met toekomst energie- en klimaatmeetlat	5
1.1 Doel	5
1.2 Middel	5
1.3 Keuzes en begrenzingen van de meetlat	5
2. Inputfactoren en rekenregels direct en indirect energieverbruik	9
2.1 Elektriciteit	9
2.2 Aardgas	10
2.3 Propaan	10
2.4 Diesel	11
2.5 Zaadgoed	11
2.6 Plantgoed	12
2.7 Organische mest	12
2.8 Kunstmest	13
2.9 Pesticiden	14
2.10 Plastics	16
2.11 Andere materialen	17
2.12 Loonwerk	17
2.13 Machines	18
2.14 Berekening	19
2.15 Arbeid	19
2.16 Bewaring	19
3. Inputfactoren en rekenregels lachgasemissie	27
3.1 Niveau 1 rekenregels op bedrijfsniveau	27
3.2 Managementmaatregelen om de N <sub>2</sub> O emissie te beperken/sturen	28
4. Uitsplitsing meetlat naar bedrijfstype	31
5. Toepassing meetlat op bedrijven	33
5.1 Vollegrondsgroenteteelt	33
6. Conclusies en aanbevelingen	49
6.1 Conclusies	49
6.2 Aanbevelingen	49
Literatuur	51
Bijlage I. Telen met toekomst energie- en klimaatmeetlat	7 pp.
Bijlage II. Telen met toekomst energie- en klimaatmeetlat	7 pp.
Bijlage III. Telen met toekomst energie- en klimaatmeetlat	7 pp.
Bijlage IV. Toelichting op Energie- en pieklastbesparende opties op teelt bedrijven	12 pp.







# Voorwoord

In de Uitvoeringsnota Klimaatbeleid (1999) is het doel geformuleerd de emissie van broeikasgassen in de periode 2008-2012 met 6% te verminderen ten opzichte van 1990.

Het aandeel landbouw in de totale Nederlandse emissie is 11%. Het aandeel vollegrondse plantaardige sectoren is geschat op 7%, dus 0,8% van de totale Nederlandse emissie.

In opdracht van Telen met toekomst ontwikkelde het CLM met medewerking van PPO en PRI de Telen met toekomst energie- en klimaatmeetlat. Dit rapport beschrijft de opzet van deze meetlat en meet de broeikasgasemissie op individuele agrarische bedrijven en beschrijft de reductiemogelijkheden.

We willen alle betrokken organisaties en agrarische ondernemers bedanken voor hun inzet bij de totstandkoming van dit rapport.





## Samenvatting

Het onderdeel energieverbruik op agrarische bedrijven binnen Telen met Toekomst kent twee doelen:

- Het inzichtelijk maken van het energieverbruik en emissie van broeikasgassen op agrarische bedrijven.
- Het kunnen sturen in het energiemanagement van de ondernemer.

Hiervoor is door het CLM met medewerking van PPO en PRI de Telen met toekomst (Tmt) energie en klimaatmeetlat ontwikkeld. De meetlat is geschikt voor de akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt, bollenteelt en boomteelt.

De Tmt energie- en klimaatmeetlat meet op de agrarische bedrijven:

- Het directe energieverbruik. Dit is het gebruik van elektriciteit-, aardgas-, propaan- en diesel.
- Het indirecte energieverbruik. Dit is afhankelijk van de gebruikte hoeveelheid zaad- en plantgoed, de organische mest, de kunstmest, de pesticiden, de plastics, het loonwerk en de productiemiddelen.
- De lachgasemissie. Dit is afhankelijk van de gebruikte hoeveelheid kunstmest, de aangewende hoeveelheid organische mest en de gebruikte vlinderbloemigen.

Het energieverbruik en de lachgasemissie worden omgerekend naar de emissie van broeikasgassen in CO<sub>2</sub>-equivalenten.

Dit rapport beschrijft de ontwikkeling en de toepassing op diverse bedrijven van de Telen met toekomst energie- en klimaatmeetlat.



# 1. Beschrijving van de Telen met toekomst energie- en klimaatmeetlat

## 1.1 Doel

Het onderdeel energieverbruik op agrarische bedrijven binnen Telen met toekomst kent twee doelen:

- a. Het inzichtelijk maken van het energieverbruik en emissie van broeikasgassen op agrarische bedrijven.
- b. Het kunnen sturen in het energiemangement van de ondernemer.

## 1.2 Middel

De Telen met toekomst energie en klimaatmeetlat.

Deze energie- en klimaatmeetlat meet het directe energieverbruik, het indirecte energieverbruik en de lachgasemissie op agrarische bedrijven.

Om de genoemde doelen te kunnen realiseren kent de Telen met toekomst energie en klimaatmeetlat twee niveaus, namelijk:

- a. Het eerste niveau is het algemeen inzichtelijk bedrijfsniveau waarin voor alle posten wordt aangegeven wat het energieverbruik (direct en indirect) en de lachgasemissie op het agrarische bedrijf is. Deze worden omgerekend naar CO<sub>2</sub>-equivalenten. Het totaal aantal CO<sub>2</sub>-equivalenten per bedrijf is eenvoudig te berekenen door alle posten bij elkaar op te tellen.
- b. Het tweede niveau is het management niveau. Op dit niveau kan een agrarisch ondernemer inzicht krijgen in verschuivingen in het totale energiegebruik en de lachgasemissie door het nemen van management beslissingen. Zo kan een ondernemer besluiten geen folie meer te gebruiken, te gaan schoffelen in plaats van chemisch te bestrijden, een andere bewaringsmethode of bemestingsmethode toe te passen. Hiervoor worden alle posten verdeeld in modules die het energieverbruik gedetailleerder in kaart brengen. Deze modules zijn onderling uitwisselbaar. Dit betekent dat een verandering in energieverbruik of lachgasemissie binnen de ene module kan leiden tot een verandering van het energieverbruik of lachgasemissie binnen een andere module; de zogenaamde uitruilwaarden. Op deze manier kan in het energiemangement van de ondernemer worden gestuurd.

## 1.3 Keuzes en begrenzingen van de meetlat

### Werkelijke waarden energieverbruik en modelmatige benadering

Binnen een agrarische onderneming is het verbruik van directe energie zoals diesel, gas en elektriciteit bekend. In de meetlat wordt dan ook uitgegaan van deze werkelijke waarden. Deze worden omgerekend naar CO<sub>2</sub> equivalenten.

Bovendien zijn voor de indirecte energieposten de gebruikte hoeveelheden bekend zoals het gebruikte zaad- en plantgoed, de organische mest, de gebruikte kunstmest, de gebruikte pesticiden, plastics, loonwerk en de gebruikte productiemiddelen. Ook zijn voor de berekening van de lachgasemissie de posten zoals de gebruikte hoeveelheid kunstmest, de aangewende hoeveelheid organische mest en het gebruik van vlinderbloemigen bekend. De meetlat hanteert ook hier de werkelijke waarden, maar zal deze modelmatig omrekenen naar het energieverbruik in CO<sub>2</sub> equivalenten.

Door sturing in het energiemangement zullen de diverse posten veranderen. Deze verandering wordt modelmatig doorberekend. Echter, de uitkomsten van deze modelmatige benadering zullen zeer dicht bij

de werkelijke waarden moeten liggen. Er is voor een modelmatige benadering gekozen omdat er anders vele factoren zijn die een en ander nodeloos compliceren.

## Direct- en indirect energieverbruik en lachgasemissie

Sturing in het energiemangement heeft vaak invloed op zowel het directe als het indirecte energieverbruik. Zo heeft een beslissing van de ondernemer om geen chemische bestrijding tegen het onkruid toe te passen, maar te schoffelen invloed op de posten diesilverbruik (direct), pesticiden (indirect), productiemiddelen (indirect) en eventueel loonwerk (indirect). De meetlat zal daarom het directe en het indirecte energieverbruik samenvoegen tot het totale energieverbruik.

Dit geldt ook voor de lachgasemissie. De beslissing van de ondernemer de mest anders te gaan toedienen heeft invloed op het directe diesilverbruik, de machines (indirect) en de lachgasemissie.

## Energieverbruik en lachgasemissie per bedrijf en per behandeling (per hectare)

Om te kunnen sturen in het energiemangement van de ondernemer is het meten op alleen bedrijfsniveau onvoldoende. Een ondernemer wil keuzes kunnen maken tussen bijvoorbeeld het chemisch bestrijden van onkruid of schoffelen. De meetlat moet de impact van beide methoden op het energieverbruik (direct en indirect) kunnen meten (uitruilwaarden). Om deze methoden goed te kunnen vergelijken moet het aantal hectare waarop de bewerkingmethode wordt toegepast bekend zijn. Daarom wordt in de modules niet alleen het energieverbruik en lachgasemissie per bedrijf, maar ook per gewas per hectare gemeten.

## Uniformiteit van de berekende CO<sub>2</sub>-equivalenten

### Directe en indirecte energie

Het is belangrijk dat de berekende waarden in CO<sub>2</sub> equivalenten per energiedrager per productie middel binnen de Tmt energie- en klimaatmeetlat op dezelfde manier zijn berekend. De Tmt Energie en Klimaatmeetlat hanteert de hoeveelheid energie die verbruikt wordt op de bedrijven. Dit is de hoeveelheid energie die verbruikt wordt door het gebruik van brandstoffen inclusief de productie van deze energiedragers.

Het is dus belangrijk om alle verbruikte energiedragers op een bedrijf te kennen (direct en indirect) Voor het diesilverbruik is dit eenvoudig; namelijk diesel. Echter, voor het kunstmestverbruik is dit ingewikkelder. Uit literatuurstudie volgt: elektriciteit, kolen, olie en aardgas.

De hoeveelheid CO<sub>2</sub> die wordt geproduceerd ten behoeve van een gelijke hoeveelheid benutbare energie is gebaseerd op het gebruik van energie en de productie van de energiedragers.

Zij bedraagt voor de energiedragers (Zonneveld, 1991 en van Bergen & Biewinga, 1992):

Elektriciteit:	0,068 kg CO <sub>2</sub> per MJ
Aardgas:	0,056 kg CO <sub>2</sub> per MJ
Propaan:	0,064 kg CO <sub>2</sub> per MJ
Huisbrandolie:	0,074 kg CO <sub>2</sub> per MJ
Dieselolie:	0,074 kg CO <sub>2</sub> per MJ
Steenkool:	0,094 kg CO <sub>2</sub> per MJ

### Lachgasemissie

De meetlat wordt pas zinvol als ook andere broeikasgassen uit de landbouw worden meegenomen. Bovendien mag terugdringing van het energieverbruik niet leiden tot een toename van de emissies van broeikasgassen (afwenteling).

Naast het broeikasgas kooldioxide ( $\text{CO}_2$ ) is in de akkerbouw, vollegrondsgroenteteelt, boomteelt en bloembollenteelt lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) een belangrijk broeikasgas.

De volgende omrekeningsfactor wordt gehanteerd:

1 kg  $\text{N}_2\text{O}$  = 310 kg  $\text{CO}_2$ -equivalenten

$\text{N}_2\text{O}$ -emissies vanuit de landbouw worden veroorzaakt door biologische processen in de bodem.  $\text{N}_2\text{O}$ -productie vindt voornamelijk plaats ten gevolge van nitrificatie en ten gevolge van denitrificatie (Denier van der Gon, 1989).

Nitrificatie is de oxidatie van ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) tot nitriet ( $\text{NO}_2^-$ ) of nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ). Onder bepaalde omstandigheden wordt het geproduceerde  $\text{NO}_2^-$  omgezet in  $\text{N}_2\text{O}$ . Nitrificatie kan alleen plaatsvinden bij aanwezigheid van voldoende zuurstof. De  $\text{N}_2\text{O}$ -emissie bij nitrificatie neemt in het algemeen toe bij een hogere pH, een hoger organisch stof-gehalte, de temperatuur, het vochtgehalte en de hoeveelheid nitrificeerbare stikstof.

Denitrificatie is een microbiële reductie van nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ) of nitriet ( $\text{NO}_2^-$ ) tot stikstofgas ( $\text{N}_2$ ) en/of distikstofoxyde ( $\text{N}_2\text{O}$ ).

Aangenomen wordt dat op de Nederlandse landbouwgronden  $\text{N}_2\text{O}$ -productie door denitrificatie duidelijk belangrijker is dan die door nitrificatie. De hoeveelheid  $\text{N}_2\text{O}$  is afhankelijk van de mate waarin denitrificatie optreedt en van de verhouding waarin  $\text{N}_2$  en  $\text{N}_2\text{O}$  worden geproduceerd.

## Vergelijking tussen (groepen) bedrijven

Er wordt niet gemeten per kg product of per Euro opbrengsten. Daarom zijn de resultaten tussen bedrijven waarschijnlijk zeer verschillend en is het niet zinvol om individuele bedrijven met elkaar te vergelijken. Vergelijking tussen bedrijven kan in dit geval alleen op macroniveau (groepen bedrijven). Bij registratie op gewasniveau kunnen individuele bedrijven dus wel met elkaar vergeleken worden. De meetlat kan dan ook per gewas per hectare individuele bedrijven met elkaar vergelijken.

## Bewaring

Sommige bedrijven bewaren het geoogste product zelf, andere bedrijven bewaren het product bij een collega bedrijf of bij bijvoorbeeld de veiling. Een vergelijking tussen het energieverbruik van bedrijven waarbij bewaring is meegerekend is daarom onmogelijk. Indien bewaring als energiepost in een meetlat wordt meegenomen dan zal deze post apart vermeld moeten worden. Dit kan omdat keuzes in bewaringsmethoden alleen impact hebben op het energieverbruik tijdens de bewaring.

Binnen het VEGINECO-project is het veld als begrenzing van het systeem genomen. Dit betekent dat posten als bewaring, transport en bewerking van het product niet zijn meegenomen. Bovendien vormt de post bewaring meestal een aanzienlijk deel van het totale energieverbruik op bedrijven en keuzes hierin hebben vaak veel meer impact dan keuzes bij andere posten. De post bewaring zal uit zeer veel modules bestaan (die allen uitgezocht moeten worden) zoals het type koeling en de snelheid van koeling die allen impact hebben op het energieverbruik. Het PPO-AGV heeft vanwege deze laatstgenoemde redenen de voorkeur bewaring niet op te nemen.

Indien bewaring niet wordt meegenomen dient men zich te bedenken dat teeltkeuzes impact kunnen hebben op het energieverbruik tijdens de bewaring. Het kan blijken dat het midden op de dag oogsten van sla het meest optimaal is in het energieverbruik tijdens de teelt. Vervolgens blijkt dat de bewaring veel meer energie vraagt om het product te koelen, terwijl je dit buiten het systeem had gehouden. Het wel of niet opnemen van bewaring kan ook een grote invloed hebben op het (eventuele) afrekenen van bedrijven/sectoren op het energieverbruik. In dit geval is het de vraag of je de bewaring moet toerekenen aan bedrijven of aan de agrarische productiekolom.

Om een goed inzicht te krijgen het energieverbruik op bedrijfsniveau neemt de Telen met toekomst energie- en klimaatmeetlat de post bewaring op het eerste niveau wel op. Bewaring kan immers een grote post voor het energieverbruik vormen. Echter, vanwege de vaak zeer gedetailleerde en specialistische kennis die nodig is over de verschillende methoden, technieken e.d. die bovendien aan (snelle)

verandering onderhevig is zal de meetlat niet op de besparingsmogelijkheden ingaan (niveau 2). Voor verdere gedetailleerde informatie verwijst de meetlat naar de installateurs.

Het tweede niveau binnen de post bewaring wordt voor de bollenteelt wel meegenomen. Bewaring vormt hier, in tegenstelling tot de overige sectoren, een integraal onderdeel van de teeltcyclus. De uit het onderzoek en het advies uit de voorlichting voortkomende belangrijkste besparingsmogelijkheden worden hier aangegeven. Voor overige gedetailleerde informatie verwijst de meetlat naar de installateurs.

## 2. Inputfactoren en rekenregels direct en indirect energieverbruik

Dit hoofdstuk beschrijft alle inputfactoren en rekenregels waarmee op bedrijfsniveau (niveau 1) het directe in indirecte energieverbruik bepaald kunnen worden. Daarna worden een aantal managementmaatregelen gegeven (niveau 2) waarmee de teler de CO<sub>2</sub>-emissie kan sturen. Voor elke post zijn vaak meerdere methoden bekend. In dit rapport staan alle uit de literatuur gevonden berekeningswijzen vermeld. Uit deze verschillende berekeningswijzen wordt in principe telkens de meest recente methode gekozen. We gaan ervan uit dat de meest recente informatie de beste informatie is. Indien in de literatuur verschillende omrekeningsfactoren naar de energiedragers worden genoemd zijn al deze waarden vermeld. Ook hier kiezen we in principe voor de meest recente omrekeningsfactor.

### 2.1 Elektriciteit

#### Niveau 1

Hanegraaf (1996) geeft de volgende rekenregel: Het totale elektriciteitsverbruik per bedrijf (MJ/jaar) = (365/dagen registratieperiode \* (eindstanden meters hoog en laag tarief (kWh) – beginstanden meters hoog en laag tarief (kWh)) – privéverbruik woonhuizen) \* 10,0MJ/kWh. Deze omrekeningsfactor is gebaseerd op zowel de productie van, als het gebruik van elektriciteit.

De correctie voor het privéverbruik (kWh) per woonhuis bedraagt (Basisonderzoek Elektriciteitsverbruik Kleinverbruikers 1992):

<u>Aantal personen</u>	<u>Jaarverbruik (kWh)</u>
1	1800
2	2580
3	3160
4	3550
5 en meer	3705

Indien een bedrijf een windmolen heeft wordt er elektriciteit opgewekt, waardoor er minder of geen elektriciteit nodig is. Bovendien kan een dergelijk bedrijf energie leveren aan het net. Dit verlaagd het aantal geproduceerde kilogrammen CO<sub>2</sub>.

Omrekeningsfactor naar CO<sub>2</sub> equivalenten:

De omrekeningsfactor voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de productie en het gebruik van elektriciteit is 0,068 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)).

#### Niveau 2

Dit niveau wordt alleen gebruikt indien er bewaring en/of beregening op het bedrijf aanwezig is. Op dit niveau kan de ondernemer bepalen of hij andere bewaarstechnieken gaat toepassen. Voor de bollenteelt zijn verschillende opties aangegeven. Voor de andere teelten wordt verwezen naar de leverancier.

Hiervoor wordt het elektriciteitsverbruik opgesplitst in de volgende modules:

- Elektriciteitsgebruik door bewaring.
- Overig elektriciteitsgebruik (door de rest van het bedrijf).

Bij dit niveau gaan we uit van dezelfde omrekeningsfactor naar CO<sub>2</sub>-equivalenten als bij niveau 1.



## 2.2 Aardgas

### Niveau 1

Hanegraaf (1996) geeft de volgende rekenregel voor het aardgasverbruik: Het totale aardgasverbruik per bedrijf (MJ/jaar) =  $(365/\text{dagen registratieperiode} * (\text{eindstand meter (m}^3) - \text{beginstand meter (m}^3)) - \text{privéverbruik woonhuizen (m}^3)) * 32,3 \text{ MJ/m}^3$ . Gaillard (1997) hanteert  $36,4 \text{ MJ/m}^3$ . In deze post is aardgasverbruik door bewaring opgenomen. Deze omrekeningsfactor is gebaseerd op zowel de productie van, als het gebruik van aardgas.

De correctie voor het privéverbruik bedraagt (Basisonderzoek Aardgasverbruik Kleinverbruikers BAK 2000):

#### CV

	<u>Bouwjaar</u>	<u>Aardgas (m<sup>3</sup>)</u>
Vrijstaand huis	vóór 1945	2405
	1945 tot 1981	2725
	1981 – later	1835

Warm water 375

Koken 65

Omrekeningsfactor naar CO<sub>2</sub> equivalenten:

De omrekeningsfactor voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de productie en het gebruik van aardgas is 0,056 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)).

### Niveau 2

Dit niveau wordt alleen gebruikt indien er bewaring op het bedrijf aanwezig is. Op dit niveau kan de ondernemer bepalen of hij andere bewaar technieken gaat toepassen. Voor de bollenteelt zijn verschillende opties aangegeven. Voor de andere teelten wordt verwezen naar de leverancier.

Hiervoor wordt het aardgasverbruik opgesplitst in de volgende modules:

- Aardgasverbruik door bewaring.
- Overig aardgasverbruik (door de rest van het bedrijf).

Bij dit niveau gaan we uit van dezelfde omrekeningsfactor naar CO<sub>2</sub>-equivalenten als bij niveau 1.

## 2.3 Propaan

### Niveau 1

Hanegraaf (1996) geeft de volgende rekenregel voor het propaanverbruik. Het totale propaanverbruik per bedrijf (MJ/jaar) =  $(365/\text{dagen registratieperiode} * (\text{totaal leveranties(l)} + \text{beginvoorraad (l)} - \text{eindvoorraad (l)} - \text{privéverbruik woonhuizen (l)})) * 26,7 \text{ MJ/l}$ . Deze omrekeningsfactor is gebaseerd op zowel de productie van, als het gebruik van propaan.

Omrekeningsfactor naar CO<sub>2</sub> equivalenten:

De omrekeningsfactoren voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de productie en het gebruik van propaan is 0,064 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)).

## Niveau 2

Het propaanverbruik wordt niet onderverdeeld naar verschillende modules.

## 2.4 Diesel

### Niveau 1

Hanegraaf (1996) geeft de volgende rekenregel voor het diesilverbruik: Het totale diesilverbruik per bedrijf (MJ/jaar) = (totaal leveranties (l) + beginvoorraad (l) – eindvoorraad (l)) \* 40,5 MJ/l. Deze omrekeningsfactor is gebaseerd op zowel de productie van, als het gebruik van diesel. Volgens Gaillard (1997) is de voorbereiding- + productie-energie (=som proces-energie en energie-inhoud) van diesel 50,5 MJ/kg en de productie-energie van diesel 42,8 MJ/kg.

Omrekeningsfactor naar CO<sub>2</sub> equivalenten:

De omrekeningsfactoren voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de productie en het gebruik van diesel is 0,074 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)).

### Niveau 2

Het diesilverbruik wordt niet onderverdeeld naar verschillende modules.

## 2.5 Zaadgoed

De impact op het totale energieverbruik van deze post is relatief gering. Daarom wordt er geen nuancering in gewastype aangebracht. Bepaalde type zaden zoals gecoate of gepilleerde zaden vergen tijdens de productie wel extra energie. Gegevens hierover zijn niet voorhanden.

### Niveau 1

#### Methode 1

De energiebehoefte voor de productie van 1 kg zaadgoed is 7,5 MJ (Bonny (1993)).

#### Methode 2

Gaillard (1997) geeft ook een energiewaarde voor 1 kg zaadgoed, nl. 14,8 MJ. Dit is de som van de Aufbereitungs-energie en de Produktions-energie. Melman *et al.*, 1994 geeft voor zaad van granen een energiewaarde van 3,6 MJ/kg. Voor knollen meldt hij de waarde 1,6 MJ/kg.

Er kunnen 2 omrekeningsfactoren worden gehanteerd:

De omrekeningsfactor voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt om zaadgoed te produceren is 0,056 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)). Het uitgangspunt hierbij is dat voor de productie van zaadgoed aardgas wordt verbruikt.

De omrekeningsfactor voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt om zaadgoed te produceren is 0,074 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Gaillard (1997)) (voor omrekening naar CO<sub>2</sub>-equivalenten: Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)). Het uitgangspunt hierbij is dat voor de productie van zaadgoed 15% elektriciteit, 21% kolen, 45% olie en 19% aardgas wordt verbruikt.

## Niveau 2

Het zaadgoedverbruik wordt niet onderverdeeld naar verschillende modules. Immers, veranderingen in zaadgoedgebruik is een afzetgestuurde beslissing.

## 2.6 Plantgoed

Er zijn een aantal kengetallen voor de opkweek van plantgoed bekend. De basis hiervan is nogal wankel omdat deze gebaseerd zijn op de opkweek van plantmateriaal in kassen voor potplanten. Deze zijn voor groentegewassen gecorrigeerd voor de lengte van de opkweekperiode. Hieruit blijkt dat (verwarmde) plantenopkweek een belangrijke energieverbruiker kan zijn.

### Niveau 1

Sukkel (2002) heeft deze berekend:

Hij baseert dit op Melman *et al.* (1994); De energie-inhoudnormen Akker- en tuinbouw (1994) van TNO. Deze zijn gebaseerd op potplanten.

Plantgoed uit verwarmde kassen:	640 MJ/1000 planten
Plantgoed uit onverwarmde kassen/tunnels:	145 MJ/1000 planten

De omrekeningsfactor voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt om plantgoed te produceren is 0,056 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)). Het uitgangspunt hierbij is dat voor de productie van plantgoed aardgas wordt verbruikt.

### Niveau 2

Het plantgoedverbruik wordt niet onderverdeeld naar verschillende modules. Immers, veranderingen in plantgoedgebruik is een afzetgestuurde beslissing.

## 2.7 Organische mest

### Niveau 1

Organische mest wordt meestal niet gewaardeerd in energie. Echter, het transport en de toediening van organische mest wordt wel gewaardeerd in energieverbruik.

In het model wordt de gemiddelde vervoersafstanden meegenomen. Deze is voor de diverse typen mest (drijfmest, vaste mest en compost) verschillend.

Voor drijfmest wordt uitgegaan van een retour transportafstand van 15 km, voor vaste mest 20 km en voor compost 100 km (Sukkel (2002)).

Energiebehoefte transport 20 kuub drijfmest:	6 liter diesel
Energiebehoefte transport 20 ton vaste mest:	8 liter diesel
Energiebehoefte transport 20 ton compost:	15 liter diesel

De omrekeningsfactor voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij het transport van organische mest is 0,074 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)). Het uitgangspunt hierbij is dat voor het transport van mest diesel wordt verbruikt.

## Niveau 2

Op dit niveau kan de ondernemer bepalen welk type mest hij gaat toepassen.

Bij dit niveau gaan we uit van dezelfde omrekeningsfactor naar CO<sub>2</sub>-equivalenten als bij niveau 1.

## 2.8 Kunstmest

Er zijn data bekend voor de productie van kunstmest, onderverdeeld in N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O. Het produceren van mengmeststoffen zoals kalk(ammon)salpeter kost extra energie. Waarschijnlijk is deze extra benodigde energie niet groot en is het daarom niet zinvol deze mee te nemen. Dit moet gecheckt worden. Bovendien moeten de vermelde waarden met de industrie gecheckt worden; de genoemde waarden zijn echter wel de meest recente en omvatten de productie, verpakking en het transport en niet de toepassing (strooien).

Voor de meetlat wordt alleen het totaal aantal gebruikte kilogrammen N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O meegenomen.

### Niveau 1

#### Methode 1

In Stout (1992a) worden door Mudahar & Hignett (1981, 1982) de volgende schattingen gemaakt van de gemiddelde directe en indirecte energiebehoefte voor de productie van kunstmest in de vorm van N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O wereldwijd, uitgedrukt in Megajoules per kg nutriënt:

<u>Nutriënt</u>	<u>Productie</u>	<u>Verpakking en transport van grondstoffen en product, en toepassing (strooien)</u>	<u>Totaal</u>
N	69,54	8,59	78,13
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7,70	9,75	17,45
K <sub>2</sub> O	6,38	7,32	13,70

Sinds 1980 is de energie efficiëntie bij de productie van kunstmest sterk toegenomen. Daarom geven de volgende methoden veel lagere energiewaarden.

#### Methode 2

Brand & Melman (1993) vermelden voor de Nederlandse landbouw de volgende energiewaarden::

de energiebehoefte voor de productie van 1 kg N: 38,9 MJ

de energiebehoefte productie van 1 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 4,3 MJ

de energiebehoefte voor de productie van 1 kg K<sub>2</sub>O: 2,6 MJ

Diesilverbruik door strooien kunstmest 1,3 liter diesel/hectare

(Sukkel (2002), afgestemd op een machinebreedte die gebruikelijk is in de akkerbouw).

De omrekeningsfactor voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de kunstmestproductie is 0,056 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)). Het uitgangspunt hierbij is dat voor kunstmestproductie aardgas wordt verbruikt.

De omrekeningsfactoren voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de productie en het gebruik van diesel is 0,074 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)).

### Methode 3

Gaillard (1997) maakt onderscheid in de energie tussen verschillende mengmestsoorten. Eventueel kan deze gebruikt worden om te verfijnen. De gemiddelde waarden voor de energie (Som Productions-energie (= Innere-energie + Prozess-energie) en Aufbereitungs-energie) van N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O zijn:

N	56,1 MJ/kg N
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	29,1 MJ/kg P
K <sub>2</sub> O	11,6 MJ/kg K <sub>2</sub> O

Binnen VEGINECO wordt er alleen gerekend met waarden voor de afzonderlijke nutriënten (N, P en K) en niet met waarden voor mengmeststoffen.

Dieselverbruik door strooien kunstmest 1,3 liter diesel/hectare

(Sukkel (2002), afgestemd op een machinebreedte die gebruikelijk is in de akkerbouw).

De omrekeningsfactoren voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de kunstmestproductie zijn voor:

N:	0,062 kg CO <sub>2</sub> per MJ,
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :	0,073 kg CO <sub>2</sub> per MJ,
K <sub>2</sub> O:	0,057 kg CO <sub>2</sub> per MJ.

((Gaillard (1997) (voor omrekening naar CO<sub>2</sub>-equivalenten: Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)).

Het uitgangspunt is dat voor de vervaardiging van N 1,2% elektriciteit, 9,6% kolen, 12,1% olie en 77,1% aardgas wordt verbruikt.

Het uitgangspunt is dat voor de vervaardiging van P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 15,1% elektriciteit, 77,4% olie, 6,1% diesel en 1,4% aardgas wordt verbruikt.

Het uitgangspunt is dat voor de vervaardiging van K<sub>2</sub>O 2,2% elektriciteit, 5% diesel 92,8% aardgas wordt verbruikt.

De omrekeningsfactoren voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de productie en het gebruik van diesel is 0,074 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)).

## Niveau 2

Op dit niveau kan de ondernemer bepalen of, hoeveel en welk type kunstmest hij gaat toepassen. Indien de ondernemer geen of minder kunstmest gaat gebruiken zal het kunstmest ook niet gestrooid hoeven te worden. Hierdoor neemt ook het dieselgebruik af. Verder kan de ondernemen een keus maken tussen dierlijke mest en kunstmest.

Bij dit niveau gaan we uit van dezelfde omrekeningsfactoren naar CO<sub>2</sub>-equivalenten als bij niveau 1.

## 2.9 Pesticiden

In de meetlat wordt onderscheid gemaakt tussen fungiciden, herbiciden en insecticiden. Hierbij moet opgemerkt worden dat de verschillen in energiegebruik bij de productie van diverse insecticiden veel groter is dan tussen de drie typen pesticiden. Echter, de meetlat maakt geen onderverdeling in diverse insecticiden omdat de gegevens niet aanwezig zijn en omdat de input van pesticiden op het totale energieverbruik vrij klein is.

### Niveau 1

#### Methode 1

Het totale energieverbruik voor grondstoffen (indirect) en productie (direct) voor pesticiden is voor (Stout (1992a en 1992b)):

Herbiciden:	239 MJ per kg actieve stof
Fungiciden:	184 MJ per kg actieve stof
Insecticiden:	92 MJ per kg actieve stof

De energie die nodig is voor het formuleren, verpakken en transport van pesticiden is voor (Stout (1992a en 1992b)):

Herbiciden: 10-30 MJ per kg geformuleerd product  
 Fungiciden: 2 MJ per kg geformuleerd product  
 Insecticiden: 1 MJ per kg geformuleerd product

De totale energiewaarden worden berekend op ongeveer (Stout (1992a en 1992b)):

350 MJ per kg actieve stof voor herbiciden,  
 300 MJ per kg actieve stof voor fungiciden en  
 200 MJ per kg actieve stof voor insecticiden.

Nieuwe waarden zijn niet te krijgen omdat de industrie niet bereid is de processchema's voor de nieuwe generatie middelen beschikbaar te stellen.

Het diesilverbruik door chemische bestrijding is 1,1 liter diesel/hectare

(Sukkel (2002), afgestemd op een machinebreedte die gebruikelijk is in de akkerbouw).

Het diesilverbruik voor chemische onkruidbestrijding in de boomteelt is gebaseerd op de waarden die PPO-agv hanteert. Bij een spuitbreedte van 6 tot en met 15 meter is dit 20,4 liter per keer per ha. Bij een spuitbreedte van 18 tot en met 21 meter wordt 25,5 liter diesel per keer per hectare verbruikt.

Ook is het in de boomteelt mogelijk een combinatie van chemische bestrijding toe te passen en het onkruid te bestrijden met een cultivator. In dit geval wordt er in de rijen chemische bestreden en tussen de rijen het onkruid met een cultivator bestreden. Op een cultivator zijn dan 2 spuitdoppen (tegen normaal 4) gemonteerd voor bestrijding in de rij. Door een hogere rijnsnelheid (8 km/uur i.p.v. 5 km/uur) wordt er 67% minder onkruidbestrijdingsmiddel toegepast. De cultivator kan echter maar beperkt gebruikt worden om te voorkomen dat de bewerkte grond in de loop van het seizoen onder invloed van inzijsend regenwater de draagkracht verliest. Vanaf juni is de cultivator daarom niet meer te gebruiken. Daarom wordt vanaf juni weer volvelds gespoten met een getrokken spuit. Tot juni wordt dan gemiddeld 2,2 keer met 2 doppen gespoten, daarna vinden gemiddeld 7 bespuitingen volvelds plaats.

Het is mogelijk tussen de rijen een bodembedekker te zaaien (bv. gras). In dit geval hoeft er gedurende het gehele seizoen alleen maar in de rijen chemisch worden te bestreden. Het gras wordt dan met een klepelmaaier kort gehouden. Er kan in dit geval 67% op de herbiciden worden bespaard. Mogelijk kan een kale strook van 30 cm worden gehanteerd. In dat geval kan met 83% op het herbicidegebruik worden bespaard (Snoek, 2003).

De omrekeningsfactor voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt om pesticiden te produceren is 0,067 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)). Het uitgangspunt hierbij is dat voor de productie van plastics 40% aardgas en 60% aardolie wordt verbruikt.

De omrekeningsfactoren voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de productie en het gebruik van diesel is 0,074 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)).

## Methode 2

Gaillard (1997) geeft voor verschillende herbiciden, fungiciden en insecticiden de energiewaarden (Som van Produktions-energie (= Innere-energie + Prozess-energie) en Aufbereitungs-energie). Er is een grote variatie binnen herbiciden, fungiciden en insecticiden. De gemiddelde waarden per groep pesticiden zijn voor:

Herbiciden: 267,5 MJ per kg actieve stof  
 Fungiciden: 176,0 MJ per kg actieve stof  
 Insecticiden: 217,4 MJ per kg actieve stof

Het diesilverbruik door chemische bestrijding is 1,1 liter diesel/hectare

(Sukkel (2002)), afgestemd op een machinebreedte die gebruikelijk is in de akkerbouw).

Het diesilverbruik voor chemische onkruidbestrijding in de boomteelt is gebaseerd op de waarden die PPO-agv hanteert. Bij een spuitbreedte van 6 tot en met 15 meter is dit 20,4 liter per keer per ha. Bij een spuitbreedte van 18 tot en met 21 meter wordt 25,5 liter diesel per keer per hectare verbruikt.

Ook is het in de boomteelt mogelijk een combinatie van chemische bestrijding toe te passen en het onkruid te bestrijden met een cultivator. In dit geval wordt er in de rijen chemische bestreden en tussen de rijen het onkruid met een cultivator bestreden. Op een cultivator zijn dan 2 spuitdoppen (tegen normaal 4) gemonteerd voor bestrijding in de rij. Door een hogere rijsnelheid (8 km/uur i.p.v. 5 km/uur) wordt er 67% minder onkruidbestrijdingsmiddel toegepast. De cultivator kan echter maar beperkt gebruikt worden om te voorkomen dat de bewerkte grond in de loop van het seizoen onder invloed van inzijgend regenwater de draagkracht verliest. Vanaf juni is de cultivator daarom niet meer te gebruiken. Daarom wordt vanaf juni weer volvelds gespoten met een getrokken spuit. Tot juni wordt dan gemiddeld 2,2 keer met 2 doppen gespoten, daarna vinden gemiddeld 7 bespuitingen volvelds plaats. Het is mogelijk tussen de rijen een bodembedekker te zaaien (bv. gras). Het gras wordt dan met een klepelmaaier kort gehouden. In dit geval hoeft er gedurende het gehele seizoen alleen maar in de rijen chemisch worden te bestreden. Er kan in dit geval 67% op de herbiciden worden bespaard. Mogelijk kan een kale strook van 30 cm worden gehanteerd. In dat geval kan met 83% op het herbicidegebruik worden bespaard (Snoek (2003)).

De omrekeningsfactor voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt om pesticiden te produceren is 0,068 kg CO<sub>2</sub> per MJ ((Gaillard (1997) (voor omrekening naar CO<sub>2</sub>-equivalenten: Zonneveld (1991), van Bergen en Biewinga (1992)).

Het uitgangspunt hierbij is dat voor de productie van pesticiden 12% elektriciteit, 1% kolen, 58% olie en 29% aardgas wordt verbruikt. Er is hier geen rekening gehouden tussen verschillen tussen fungiciden, herbiciden en insecticiden. Immers, de verhoudingen tussen de grondstoffen om deze te produceren verschillen onderling niet veel.

De omrekeningsfactoren voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de productie en het gebruik van diesel is 0,074 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)).

## Niveau 2

Op dit niveau kan de ondernemer bepalen of hij minder pesticiden gaat gebruiken. In dit geval zal hij meer moeten schoffelen of eventueel eggen of branden waardoor het diesel- of het propaanverbruik toeneemt.

Diesilverbruik door schoffelen: 4,5 liter diesel/hectare

Diesilverbruik door eggen: 2,2 liter diesel/hectare

(Sukkel (2002), afgestemd op een machinebreedte die gebruikelijk is in de akkerbouw).

Het diesilverbruik voor schoffelen in de boomteelt is gebaseerd op de waarden die PPO-agv hanteert.

Bij een werkbreedte van 1,5 tot en met 4,5 meter is dit 17,85 liter per keer per ha. Voor wiedegeen is dit 20,4 liter diesel per keer per hectare bij een werkbreedte tussen de 6 en 9 meter. Voor een smallere wiedege dienen de verbruikswaarden voor schoffelen gehanteerd te worden (Snoek (2003)).

Propaanverbruik branden onkruid 60 liter propaan/hectare (Bleeker (2002))

Bij niet volvelds branden: 20-25 liter propaan/hectare (Bleeker (2002))

Bovendien kan het zijn dat hij dan een schoffelmachine moet kopen. In dat geval stijgt ook het energiegebruik door de post machines.

Bij dit niveau gaan we voor het diesel uit van dezelfde omrekeningsfactoren naar CO<sub>2</sub>-equivalenten als bij niveau 1.

De omrekeningsfactoren voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de productie en het gebruik van propaan is 0,064 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)).

## 2.10 Plastics

Plastics zijn opgebouwd uit twee soorten energie, namelijk:

- De energie die nodig was om het product te produceren.
- De energie-inhoud van het product.

Om de meetlat te vereenvoudigen gaat we ervan uit dat het product wordt hergebruikt. Dit betekent dat er niet wordt gerekend met de energie-inhoud van het product.

Bovendien is het van belang hoe lang een ondernemer een bepaald materiaal gebruikt. Indien dit meerdere jaren is wordt de hoeveelheid energie gedeeld door het aantal jaren.

## Niveau 1

De totale energie van 1 kg polyethyleen is 87,0 MJ (Gaillard (1997)).

De omrekeningsfactor voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt om plastics te produceren is 0,067 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)). Het uitgangspunt hierbij is dat voor de productie van plastics 40% aardgas en 60% aardolie wordt verbruikt.

## Niveau 2

Op dit niveau kan de ondernemer bepalen of hij minder plastics gaat gebruiken.

Bij dit niveau gaan we uit van dezelfde omrekeningsfactor naar CO<sub>2</sub>-equivalenten als bij niveau 1.

## 2.11 Andere materialen

Hieronder wordt hout, metaal (spijkers e.d.) verstaan. Het is zeer moeilijk van deze materialen de energiewaarden te achterhalen. Daarnaast is registratie van de gebruikte hoeveelheid zeer tijdrovend en kan waarschijnlijk op weinig begrip van de ondernemer rekenen. Daarom worden deze materialen niet opgenomen in de Telen met toekomst energie- en klimaatmeetlat.

## 2.12 Loonwerk

Voor het energieverbruik per Euro is een vrij ruwe benadering bekend. Hierbij geldt wanneer de loonwerker een grotere machine gebruikt, hij zwaarder werk levert. Dit resulteert in een hoger gebruik van diesel en een grotere afschrijving per uur. Bovendien worden de kosten voor de loonwerker door de ondernemer geregistreerd en niet het aantal uren. Omdat de meetlat het energieverbruik per bedrijf en per hectare meet en niet per gewas wordt er niet uitgesplitst naar allerlei typen bewerkingen.

De productiemiddelen die de loonwerker gebruikt, zoals meststoffen, zaaizaad en bestrijdingsmiddelen, zijn niet bij deze post inbegrepen. Deze posten komen terug bij de overige productiemiddelen en moeten dus van de rekeningen voor loonwerk worden afgetrokken.

### Niveau 1

Het energieverbruik voor loonwerk (MJ) is: (kosten loonwerk ( $f$ ) – vergoeding voor zelf verricht loonwerk ( $f$ ) \* 4,8 MJ/ $f$ ) (Hanegraaf (1996)).

in euro's is dit:

kosten loonwerk (€) – vergoedingen voor zelf verricht loonwerk (€) \* 2,2 MJ/€.

De omrekeningsfactor voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij loonwerk is 0,074 kg CO<sub>2</sub> per MJ. (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)). Hierbij is het uitgangspunt dat voor loonwerk dieselolie wordt verbruikt.

### Niveau 2

Loonwerk kent geen niveau 2. Door minder loonwerk zullen de zelf te verrichten landbewerkingen toenemen. We gaan er vanuit dat dit per saldo niets zal uitmaken.



## 2.13 Machines

### Niveau 1

#### Methode 1

De meetlat neemt de energiewaarde per kg gewicht mee. Hierbij wordt een standaard afschrijvingsduur van 10 jaar genomen.

De energiewaarde voor machines en werktuigen is 109 MJ/kg gewicht. Dit is berekend voor de gehele levensduur van een machine. Hier wordt doorgaans 10 jaar voor genomen. Voor het energieverbruik per jaar moet dus door 10 gedeeld worden. De energiewaarde is opgebouwd uit 62,8 MJ voor de productie van staal, 8,4 MJ voor de assemblage en 37,7 MJ voor onderhoud en reparatie (Stout (1992b)).

De omrekeningsfactor voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de productie, assemblage en onderhoud van trekkers en werktuigen is 0,067 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)). Het uitgangspunt is dat hiervoor 40% aardgas en 60% aardolie wordt gebruikt.

#### Methode 2

Hanegraaf (1996) hanteert voor trekkers en werktuigen de volgende formule: Energieverbruik trekkers en werktuigen (MJ) = afschrijvingen ( $f$ ) \* 4,4 MJ/ $f$ .

In euro's is dit: Energieverbruik trekkers en werktuigen (MJ) = afschrijvingen (€) \* 2,0 MJ/€.

De omrekeningsfactor voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de productie, assemblage en onderhoud van trekkers en werktuigen is 0,067 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)). Het uitgangspunt is dat hiervoor 40% aardgas en 60% aardolie wordt gebruikt.

#### Methode 3

Gaillard (1997) komt tot de volgende energiewaarden voor machines en werktuigen:

Kleine tractoren (b.v. tweewielaandrijving, 41 kW)	206,3 MJ/kg
Grote tractoren (b.v. vierwielaandrijving, 50 kW)	176,8 MJ/kg
Andere rijdende werktuigen	163,4 MJ/kg
Bodembewerkingswerktuigen	150,8 MJ/kg
Andere werktuigen	139,1 MJ/kg

Deze waarden zijn berekend voor de gehele levensduur van een machine (Gaillard, 1997). Hier wordt doorgaans 10 jaar voor genomen. Voor het energieverbruik per jaar moet dus door 10 gedeeld worden. Binnen het VEGINECO project wordt een levensduur van 10 tot 20 jaar genomen, een gemiddelde afschrijvingsduur van 12 jaar is daarom meer gerechtvaardigd.

De omrekeningsfactor voor het energieverbruik van trekkers en werktuigen in MJ naar CO<sub>2</sub>-productie is 0,069 kg CO<sub>2</sub> per MJ ((Gaillard (1997) (voor omrekening naar CO<sub>2</sub>-equivalenten: Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)).

Het uitgangspunt is dat voor de vervaardiging van grondstoffen, productie van machines, onderhoud en transport 56,5% elektriciteit, 30,3% olie, 4,1% diesel en 9,2% aardgas wordt verbruikt.

## Niveau 2

Op dit niveau kan de ondernemer bepalen of hij meer of minder machines gaat gebruiken. Het kan zijn dat hij dan een schoffelmachine moet kopen wanneer hij minder pesticiden gaat gebruiken. In dat geval stijgt het energiegebruik door de post machines.

Bij dit niveau gaan we uit van dezelfde omrekeningsfactoren naar CO<sub>2</sub>-equivalenten als bij niveau 1.

## 2.14 Berekening

### Niveau 1

Inventarisatie hoeveel de ondernemer heeft berekend en of hij dit met een elektrische pomp of met een tractor heeft gedaan.

Het elektriciteit- en diesilverbruik bij berekening is nog onbekend.

Omrekeningsfactor naar CO<sub>2</sub> equivalenten:

De omrekeningsfactor voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de productie en het gebruik van elektriciteit is 0,068 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)).

De omrekeningsfactoren voor de hoeveelheid CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de productie en het gebruik van diesel is 0,074 kg CO<sub>2</sub> per MJ (Zonneveld (1991), Van Bergen & Biewinga (1992)).

### Niveau 2

Op dit niveau kan de ondernemer kiezen tussen beregenen met een tractor of een elektrische pomp.

Bij dit niveau gaan we uit van dezelfde omrekeningsfactoren naar CO<sub>2</sub>-equivalenten als bij niveau 1.

## 2.15 Arbeid

De directe menselijke energie die nodig is om een bepaalde handeling te verrichten is 0.6 MJ/uur (Stout (1992b)). Dasselaar & Pothoven (1994) laten dierlijke en menselijke arbeid in hun studie buiten beschouwing. De meetlat neemt de arbeid niet mee omdat enerzijds het aandeel op het totale energieverbruik zeer klein is en het moeilijk en tijdrovend is het aantal uren in te schatten voor een bepaalde handeling.

## 2.16 Bewaring

De meetlat neemt alléén voor de bloembollenteelt de bewaring mee. Bewaring is hier immers een integraal onderdeel van de teelt en een belangrijke energieverbruiker. Voor de overige teelten is bewaring geen integraal onderdeel van de teelt. Bovendien is het bij deze teelten onduidelijk of bewaring aan de primaire teelt moet worden toegeschreven of aan de handel en verwerking.

Allereerst worden richtgetallen gegeven voor het energieverbruik tijdens het bewaren van bloembollen.

De praktijkwaarden bij de Telen met toekomst bloembollenbedrijven kunnen hiermee worden vergeleken. Daarna wordt ingegaan op verschillende besparingsmogelijkheden.

### Energieverbruik bewaring bloembollen

Het energieverbruik in de bloembollensector is gebaseerd op berekeningen aan de hand van ventilatienormen voor het drogen en bewaren van bollen (Elderman *et al.*, (1994)). Hierbij is geen differentiatie gemaakt naar het soort bolgewas, hoewel per gewas de verschillen in ventilatie en temperatuur bij de diverse behandelingsstappen substantieel kunnen zijn. In deze studie wordt uitgegaan van 193.729 ton plantgoed en 193.729 ton leverbaar. Dit correspondeert met 17.000 ha teeltoppervlak. In de praktijk kan

het beste per oppervlakte-eenheid gerekend worden. Telers hebben nauwelijks gegevens over opbrengst in tonnen of kubieke meter (Van der Weijden (2003)).

Het energieverbruik is omgerekend naar direct energieverbruik\*), uitgaande van een rendement van 35% voor elektriciteitsvoorziening en distributie. Dit is een conservatieve aanname, 40% is een meer correct cijfer. Voor het drogen is gerekend met het ongeschoond veldgewas (plantgoed en leverbaar) en per abuis ook voor het bewaren. Voor het bewaren bij de teler zou evenwel gerekend moeten worden met alleen plantgoed, zijnde 50% van de totale opbrengst. Na correctie ontstaat de Tabel 1.

Tabel 1. *Energieverbruik tijdens verschillende handelingen bij bloembollen.*

	Energie per ton product (MJ/ton)	Energie per ha (m <sup>3</sup> per jaar)	Totaal energie (PJ/jr)
Drogen (pg en lb)	400	130	0,077
Bewaren (pg)	5600	1812	1,08
Preparatie en broei (lb)	13000	360	2,60
Transport binnen- en buitenland (lb)	300-370		0,40
Totaal			4,16

*pg* = *plantgoed*

*lb* = *leverbaar*

De totale benodigde energie voor drogen en bewaren is 1,16 PJ/jr. Dus per hectare is op een bollen-teeltbedrijf gemiddeld  $1,16 \text{ PJ}/17.000\text{ha} = 68 \text{ GJ/ha}$  nodig. Dit is globaal in lijn met gegevens voor teeltbedrijven.

De energie voor preparatie en het broeien van leverbaar is geraamd op 13.000 MJ/ton. Niet duidelijk is welke gewassen en behandelingen hier zijn beschouwd (waarschijnlijk geen lelies) en of rekening is gehouden met het feit dat slechts een klein deel van het leverbaar binnen Nederland wordt afgebroeid en de rest op plaats van bestemming.

\*) Directe energie = ingezette brandstof in elektriciteitsvoorziening. Het gemiddeld e rendement van de Nederlandse centrales (mix van aardgas, kolen en uranium) bedroeg anno 1991 41%, het rendement van de elektriciteitsdistributie 95%, dus per saldo een rendement van 39%.

Elderman, *et al.* (1994) geeft in hoofdstuk 6 een grafiek met het aardgasverbruik voor de gewassen: tulp, hyacint, gladiool, iris, lelie en narcis voor teelt- en broeierijbedrijven. Hieronder volgen de richtgetallen voor de teeltbedrijven (Tabel 2). Tabel 3 geeft de gehanteerde energie-eenheden.

Tabel 2. Richtgetallen voor de teeltbedrijven. Ketelrendement: 100%. In de praktijk ligt het ketelrendement bij een conventionele ketel rond de 85% (Van der Weijden (2003)).

Warmte	lb/pg <sup>*)</sup>	Fust <sup>**)</sup>		Tulp	Hyacint	Gladiool	Iris	Lelie	Narcis
Drogen	lb+pg	gb/pk	m <sup>3</sup> /ha/jr	203	243	420	162	0	162
Verwarmen	lb	gb/pk	m <sup>3</sup> /ha/jr	194	540	1333	584	0	0
Verwarmen	pg	gb/pk	m <sup>3</sup> /ha/jr	1846	3230	1174	139	0	0
Elektra									
Drogen	lb+pg	gb/pk	KWh/ha/jr	300	360	720	240	0	240
Ventilatie	lb	gb	KWh/ha/jr	391	725	3262	1212	1318	0
Ventilatie	lb	pk	KWh/ha/jr	725	1814	3526	2264	0	0
Koeling	lb	-	KWh/ha/jr	0	0	2425	0	2293	0
Ventilatie	pg	gb	Kwh/ha/jr	1739	1424	3262	655	0	0
Ventilatie	pg	pk	Kwh/ha/jr	3150	3270	3526	1224	270	0
Koeling	pg	-	KWh/ha/jr	0	0	2304	0	673	0

<sup>\*)</sup> lb=leverbaar

pg=plantgoed

<sup>\*\*)</sup> gb=gaasbak

pk=palletkist

Bijlage IV geeft een toelichting van bovengenoemde percentages.

Tabel 3. De gehanteerde eenheden energie.

MJ	10 <sup>6</sup> J
GJ	10 <sup>9</sup> J
PJ	10 <sup>15</sup> J
1 kWh	3,6 MJ
1 m <sup>3</sup> aardgas	35,17 MJ (bovenwaarde)
1 liter dieselolie	35,8 MJ

### Besparingsmogelijkheden

Hierna volgt een overzicht met de besparingsmogelijkheden. Het genoemde besparingspercentage heeft betrekking op het vet-gedrukte kopje waar de betreffende maatregel bij hoort. Het besparingspercentage is gebaseerd op inschatting (Van der Weijden, 2003).

Tabel 4. *Energie- en pieklastbesparende opties op teeltbedrijven.*

Maatregelen	Maximale besparing in %
<b>Algemeen</b>	
Registratie	0,5
Onderhoudscontract verwarming	2,0
Onderhoudscontract koeling	2,0
Ketel/koeling uit buiten het seizoen	1,0
Klimaatcomputer aanschaffen	5,0
Instellingen klimaatcomputer controleren	5,0
Piekshaving via computer	1,0
Toepassing WKK	5,0
Benutting WKK	1,0
Cos-Phi batterij	0,0
Werkruimte	
Isolatie verbeteren	5,0
Ventilator in de nok	3,0
Apparatuur uit bij pauze/niet gebruik	5,0
Verlichting op aanwezigheidsdetectie	15,0
Schakeling v.d. verlichting in secties	1,0
Reflectoren verlichting	1,0
Schoonmaken reflectoren	1,0
Hoogfrequent verlichting	1,0
Toerenregeling afzuiginstallatie	5,0
Tochtsluizen/snelloopdeuren	5,0
Vloerverwarming werkruimte	10,0
Kookketel isoleren	10,0
Bewaring	
1-laags bewaring	5,0
Nette stapeling kisten/vloer/kistmaat	5,0
Onderhoud kisten	5,0
Kisten bovenlaag afdekken	5,0
Afgeschuinde lucht'inlaat' (IMAG-DLV)	3,0
Afgeschuinde balk palletkist (IMAG-DLV)	3,0
Diepte stapeling	2,0
Verwijderen zure tulpenbollen	5,0
Frequentieregelaar ventilator	15,0
Tweetoeren ventilator	10,0
Tijdklok ventilator	7,0
Schoonmaken ventilatorbladen	1,0
Stortkegel voorkomen	0,5
Deficidrogen	10,0
Temperatuurintegratie	15,0
Ketelhuis	
Nieuwe ketel (VR/HR)	10,0
Isolatie ketel/leidingen e.d.	5,0
Rookgascondensor/koeler	8,0
Retarders in vlampijpen	3,0
Stookrapport controleren (rendement)	2,0
Ketelwatertemperatuur	2,0
Hoog-laag-brander ketel	1,0

Maatregelen	Maximale besparing in %
Pompschakeling	1,0
Toerenregeling pomp	1,0
Frequentieregeling op brander	2,0
Koelinstallatie	
Schoonhouden lamellen en ventilatoren	2,0
Verlaging condensatietemperatuur	5,0
Isoleren van de koelleidingen	1,0
Isoleren van de koudebruggen	2,0
Vernieuwen koelinstallatie	5,0
Frequentieregeling compressoren	2,0
Gebruik restwarmte uit condensor	5,0
Cellen en regelingen	
Verbeteren isolatie koelcel	5,0
Vernieuwen van deurrubber koelcellen	1,0
Planning cellen	1,0
Luchtklepstand hyacint (heetstook)	40,0
Luchtklepstand tulp	5,0
Warmte uit hyacintencel naar tulp	20,0
Ventilatiehoeveelheid	5,0
Stofhorren en heaters schoonmaken	3,0
Controle op ijsvorming bij koelen	5,0
Deurschakeling van celprogramma	2,0
Broeiruinte	
Isoleren kasdek	20,0
Isolatie gevel	5,0
(HR)-ketel in de kas	7,0
Teelt op water	5,0
Scheidingswanden aanbrengen	2,0
Vloerverwarming hyacint	5,0
Buizen 50 cm boven gewas	10,0
Verwarmingsbuizen verven	2,0
Verbetering kasbenutting	15,0
Schoonhouden kasdek	1,0
Tijdstip openen scherm	5,0
Voortrekken	10,0
Duurzame energie	
Zonne-energie uit luchtcollector	20,0
Voorverwarmen met kaslucht:	50,0
Windenergie	0,0
Groene stroom	0,0

*De in grijs gedrukte maatregelen zijn piekverlagend.*

## Besparingsmogelijkheden uit onderzoek

### **Verminderde ventilatie bij de bewaring van tulpenbollen door toepassing van EB-01 (Gude & Dijkema (2001))**

#### *Probleem*

Zure bollen produceren ethyleen. De schadedrempel voor ethyleen in de bewaarcel is erg laag: 0.1 ml per m<sup>3</sup>. Als de ethyleenconcentratie deze drempel overschrijdt zijn de volgende schadelijke effecten te verwachten:

- Bloemverdroging
- Verklistering
- Gommen
- Toename in ademhaling

Om ophoping van ethyleen en daarmee eventuele schade te voorkomen wordt extreem geventileerd: 100 m<sup>3</sup> lucht per m<sup>3</sup> bollen per uur. Deze lucht moet eerst op temperatuur gebracht worden. Daardoor kost dit ventileren zeer veel energie (35% van het totale energieverbruik in de tulpenteelt).

#### *Oplossing*

Door een eenvoudige begassing met EB-01 worden tulpenbollen voor 12 dagen ongevoelig voor ethyleen. Herhaling van de behandeling om de 12 dagen maakt de bollen voor langere tijd ongevoelig. Door toepassing van EB-01 hoeft niet meer geventileerd te worden om ethyleen te verwijderen. Naar schatting kan de ventilatie dan met 75% verminderd worden. De overblijvende 25% is meer dan voldoende voor aan- en afvoer van zuurstof, koolzuurgas en waterdamp.

Vermindering van de ventilatie met 90% is eventueel ook mogelijk. De vraag is of er dan nog voldoende afvoer van waterdamp is (Gude, 2002).

De procedures voor toelating van EB-01 zijn gestart. Het middel zal op de markt worden gebracht door Pokon & Chrysal.

### **Energiezuinige bewaring van tulpenbollen: veilige ethyleenniveaus voor bloemkwaliteit en voor plantgoed (De Wild (2001))**

#### *Probleem*

De huidige ventilatie bij tulpenbollen is erop gericht op 0.1 ppm ethyleen of hoger te voorkomen. De schadedrempel van 0.1 ppm ethyleen is gebaseerd op onderzoek uit het verleden met onder andere de cultivar Apeldoorn. Onduidelijk was of deze schadedrempel geldt voor alle cultivars gedurende het gehele bewaarperiode.

De schadedrempel voor ethyleen voor de economisch belangrijke cultivars Christmas Marvel, Leen van der Mark, Monte Carlo, Negrita, Prominence, White dream en Yokohama zijn onderzocht. Een hogere schadedrempel van bijvoorbeeld 0,3 ppm in plaats van 0,1 ppm tijdens een bepaalde periode kan al een aanzienlijke reductie in ventilatie en dus besparing in energiekosten opleveren.

#### *Oplossing*

0,3 ppm ethyleen gedurende de laatste 3 weken van de geteste bewaarduur was m.b.t. de bloemkwaliteit veilig voor de cultivars Apeldoorn, Leen v.d. Mark, Negrita, Yokohama, Monte Carlo en Prominence. Voor plantgoed was 1,0 ppm gedurende de laatste 3 weken van de geteste bewaarduur veilig bij de cultivars Yokohama, Monte Carlo en Prominence.

Opmerking: er is meer kennis m.b.t. de tulpencultivars nodig. Bovendien is het cultivarafhankelijk verminderen van de ventilatievoud lastig voor de bedrijfsvoering.

### **Energiebesparen bij bewaren in kuubskisten. Voorstellen tot verbetering (Van Loon *et al.* (2001))**

#### *Probleem*

In de ventilatiebehoefte bij bewaring van bloembollen in gestapelde palletkisten is een hoge veiligheidsfactor ingebouwd. Alle bollen dienen immers goed geventileerd te worden; 'dode hoeken' e.d. dienen voorkomen te worden.

Uit simulatieberekeningen blijkt dat de schuine wand en de rechthoekige instroomopeningen drukverlies geven.

#### *Oplossing*

Schuine balk onderin de kuubskist: andere oplossing voor verdeling stroming en plaatsing ventilator mogelijk? Verwacht effect: 20-30%.

Instroomopeningen: afschuining geeft minder drukval en dus energiebesparing (ventilatorvermogen). Verwacht effect: 10-30%.

Huidige stand van zaken: berekend en beperkt experimenteel beproefd. Nog experimentele toetsing, daarna praktijkintroductie.

### **Energiebesparing bij drogen in kuubskisten (Van Loon *et al.* (2001))**

#### *Probleem*

Drogen van bollen in kuubskisten door verwarmde lucht kost relatief veel energie.

#### *Oplossing*

Door het drogen met buitenlucht neemt het energieverbruik sterk af. Zo is het rendement van drogen van bollen bij een buitenluchttemperatuur van 20 °C 5,1 keer zo groot als drogen met verwarmde lucht van 25 °C en 5,5 keer zo groot als drogen met verwarmde lucht van 30 °C.

### **Energiebesparing bij heetstook hyacint (Bruijn (2001))**

#### *Probleem*

Hyacinten worden heetgestookt bij een relatief hoge ventilatie van rond de 160 m<sup>3</sup> buitenlucht per m<sup>3</sup> bollen per uur. De noodzaak hiervan is nooit goed wetenschappelijk vastgesteld. Tot nu toe werd aangenomen dat veel buitenlucht nodig is om de luchtvochtigheid laag te houden en daardoor de kans op heetstookschade te verminderen.

#### *Oplossing*

De ventilatievoud bij de heetstook van hyacint kan met 50% worden teruggebracht. In proefcellen met 50% minder ventilatie was de verhoging van de RV slechts 2-4%, en is nooit boven de 30% gekomen. Er is geen schade waargenomen.

Het huidige advies is 160 m<sup>3</sup> buitenlucht en 1.000 m<sup>3</sup> circulatielucht per m<sup>3</sup> per uur en het energieverbruik bedraagt 50.000 kWh per ha. Bij halvering van de hoeveelheid buitenlucht daalt het energieverbruik naar 28.000 kWh per ha. Een besparing van rond de 45%.

### **Drogen en bewaren met dor de zon opgewarmde kaslucht (Wiersma (2001))**

#### *Probleem*

Het drogen van bollen kost veel energie. In de meerjarenafpraak energie is er afgesproken dat de sector in 2004 4% van de energie moet betrekken uit duurzame energie.



*Oplossing*

Drogen van bollen kan met in de kas opgewarmde lucht. In de meeste situaties worden de kassen in de zomermaanden niet gebruikt voor de broeierij, maar vaak voor opslagruimte of verwerkingsruimte. Op dit soort bedrijven kan ook in deze periode de van nature opgewarmde en drogere lucht heel goed ingezet worden voor het drogen en bewaren van bloembollen. Met name bij nieuwbouw kan er optimaal gebruik worden gemaakt van deze duurzame energiebron.

Uit berekeningen (oogstgemiddelde tulpen, hyacinten en narcissen) blijkt dat er ongeveer 400 m<sup>2</sup> glas nodig is voor het drogen van 1 hectare bollen.

Bij het drogen lijken besparingen haalbaar van gemiddeld ongeveer 350 m<sup>3</sup> aardgas per ha. Deze besparing zijn vooral interessant met de komst van een vrije energiemarkt, omdat er gedurende het drogen altijd een piekbelasting in het gasverbruik zit.

Het drogen van de bollen duurt slechts één dag, het nadrogen en bewaren is echter een traject van enkele maanden. De besparingen op het gasverbruik zijn hier dan ook veel groter en kunnen oplopen tot rond de 700 m<sup>3</sup> per hectare. De totale energiebesparing (drogen en bewaring) kan dus oplopen tot circa 1000 m<sup>3</sup> per hectare.

**Zonnedak (Ecofys (2001))***Probleem*

Het drogen en bewaren van bloembollen kost veel energie.

*Oplossing*

De zonnecollector bespaart 30 tot 50% van de benodigde warmte voor de heetstook van hyacinten.

Door bovendien gebruik te maken van frequentieregelde ventilatoren wordt nog een 55% aan elektriciteit bespaard.

### 3. Inputfactoren en rekenregels lachgasemissie

Dit hoofdstuk beschrijft de inputfactoren en de rekenregels waarmee op bedrijfsniveau (niveau 1) de lachgas (N<sub>2</sub>O) emissies bepaald kunnen worden. Daarna worden een aantal managementmaatregelen gegeven (niveau 2) waarmee de teler de N<sub>2</sub>O-emissie kan sturen. Deze maatregelen hebben vooral via verlagings van de N-bemesting een reducerende invloed op de N<sub>2</sub>O-emissie.

#### 3.1 Niveau 1 rekenregels op bedrijfsniveau

Wim Corré heeft emissiefactoren afgeleid uit onderzoek van Velthof & Oenema (1997). Deze staan in Tabel 5.

Tabel 5. Emissiefactoren voor lachgas voor landbouwgrond op zand en klei in Nederland.

Bron	Emissiefactor
Emissie uit onbemeste grond	0,9 kg N per ha per jaar
Kunstmest	1%
Organische mest oppervlakkig	0,3%
Organische mest emissiearm	0,5%
N gebonden door vlinderbloemigen	0,5%

Deze emissiefactoren dienen als basis voor rekenregels om de N<sub>2</sub>O-emissie in de energie- en klimaatmeetlat voor Telen met toekomst te bepalen. De rekenregels voor de lachgas (N<sub>2</sub>O) emissie (in kg N<sub>2</sub>O per ha) voor de energie en klimaatmeetlat van Telen met toekomst zijn dan als volgt:

Constante:

Emissie uit onbemeste grond per ha = 1,41 kg N<sub>2</sub>O/ha Variabelen:

- Kg N/ha uit kunstmest \* 0,0157
- Kg N/ha uit organische mest oppervlakkig toegediend \* 0,0047
- Kg N/ha uit organische mest emissiearm toegediend \* 0,0079
- Kg N/ha gebonden door vlinderbloemige\* 0,0079

Als voorbeeld nemen we een bedrijf op zandgrond waar gemiddeld per ha 200 kg N met kunstmest en 150 kg N uit organische mest (emissiearm) is toegediend. Dit bedrijf heeft dan een N<sub>2</sub>O-emissie van  $1,41 + (200 * 0,0157) + (150 * 0,0079) = 5,7$  kg N<sub>2</sub>O per ha.

Als we dit willen uitdrukken in kg's CO<sub>2</sub> eq. dan dient dit getal nog vermenigvuldigt te worden met factor 310. 5,7 kg N<sub>2</sub>O per ha komt dan overeen met 1779 kg CO<sub>2</sub> eq. per ha

## 3.2 Managementmaatregelen om de N<sub>2</sub>O emissie te beperken/sturen

In de bovenstaande rekenregels wordt onderscheid gemaakt in de stikstof die wordt toegediend via dierlijke mest, kunstmest en via stikstofbinding. Door in de rekenregels alleen met deze factoren rekening te houden zou de boer alleen op deze punten kunnen sturen op de N<sub>2</sub>O-emissie.

Voor een managementinstrument is het zinvol om meerdere factoren te hebben waarop een boer kan sturen. Voor opname in het managementinstrument moeten dergelijke factoren een effect hebben op de N<sub>2</sub>O-emissie. Voor dit laatste zijn een aantal managementsmaatregelen geïnventariseerd uit de serie lachgas-rapporten van Alterra (Velthof ea, 2000, Velthof & Kuikman, 2000).

Hieronder volgen de belangrijkste maatregelen. Hierbij worden alleen die maatregelen weergegeven die neutraal tot groot scoren op de kostenefficiëntie. Dit zijn maatregelen die kostenneutraal zijn of geld opleveren. Hiervan behandelen we afzonderlijk het effect op de N<sub>2</sub>O-emissie.

- Geen najaarstoediening dierlijke mest
- Voor zandgrond: uitstellen grondbewerking tot voorjaar
- Wintergewassen
- Afvoeren van gewasresten
- Efficiëntere toedieningstechnieken
- Deling van N-giften

Deze maatregelen hebben doorgaans een effect op de jaarlijkse N-gift en op de emissiefactor van N<sub>2</sub>O. De mate waarin deze emissiefactor wordt beïnvloed door een dergelijke maatregel is echter allerm minst met zekerheid vast te stellen. Velthof e.a.(2000) en Velthof & Kuikman (2000) geven bij alle maatregelen aan dat de verandering van de emissiefactor een globale schatting is en nadere onderbouwing en experimenteel onderzoek gewenst is.

Omdat de onderbouwing van reductie in N<sub>2</sub>O-emissie door een verandering in de emissiefactor onvoldoende onderbouwd is nemen we deze niet mee in het effect van de genoemde maatregelen. Het effect van deze maatregelen op de jaarlijkse N-gift nemen we wel mee. Immers een verandering in de jaarlijkse N-gift kan voldoende onderbouwd worden doorvertaald in een effect op de N<sub>2</sub>O-emissie (zie hierboven). Voor de genoemde managementmaatregelen worden dus het verlagende effect op de N-gift en daarmee het reducerende effect wat van deze maatregel verwacht kan worden beschreven. De te verwachten reductie bij het nemen van de maatregel geldt alléén voor de percelen waar de maatregelen nu nog niet wordt toegepast. Verder is de te verwachten reductie weergegeven op perceelsniveau. Dus als die maatregel op dat hele perceel wordt toegepast. Op bedrijfsniveau is het vaak zo dat die maatregel alleen voor een bepaald deel van het bouwplan van toepassing is. Bijvoorbeeld najaarstoediening dierlijke mest wordt vaak alleen na graan toegepast en kan dus alleen daar verplaatst worden naar voorjaar. Om op bedrijfsniveau het effect op N<sub>2</sub>O-emissie te berekenen dienen dan de reducties op perceelsniveau omgerekend te worden naar ratio van het totaaloppervlak.

### Geen najaarstoediening dierlijke mest

Velthof en Kuikman (2000) gaan uit van een besparing op de N-bemesting van 50 kg N per ha bij het uitstellen van de najaarstoediening van dierlijke mest tot het volgende voorjaar.

De besparing op N-gift door deze maatregel is geen vast getal maar is afhankelijk van de najaarstoediening van dierlijke mest. Hoe hoger de gift die je in het najaar vervangt door een voorjaarsgift hoe hoger de besparing. Als regel kunnen we uitgaan dat bij vervanging van najaarstoediening door voorjaars-toediening de N-werking van dezelfde hoeveelheid dierlijke mest toeneemt met 40% (van 20%- 60%) (Van Dijk, 2002). Die extra N-werking vervangt dan kunstmestgift in het voorjaar.

De rekenregel voor deze maatregel is dan dat 40% van de hoeveelheid N in najaar met dierlijke mest gegeven, kan worden bespaard op N-kunstmest indien voorjaarstoediening wordt toegepast.

Voorbeeld: een teler gebruikt 150 kg N/ha uit varkensdrijfmest na graan in het najaar. Hij stelt deze najaarsgift uit tot het voorjaar. Hiermee bespaard hij  $150 * 40\% = 60$  kg N/ha op de kunstmestgift. Dit is gelijk aan  $60 * 0,0157 = 0,9$  kg N<sub>2</sub>O/ha = 292 kg CO<sub>2</sub> eq./ha.

Knelpunt bij deze maatregel is dat kleigrond in het voorjaar vaak onvoldoende draagkrachtig is voor toediening van dierlijke mest en dit extra mestopslag vergt omdat veehouders juist in het najaar veel mest afzetten.

*Voor zandgrond: uitstellen grondbewerking tot voorjaar*

De hoofdgrondbewerking (ploegen etc.) wordt in de praktijk op zandgrond in het voorjaar al breed toegepast. Voor kleigrond is dit geen optie omdat in het voorjaar de bodem onvoldoende draagkrachtig is voor grondbewerking.

Indien een teler op zandgrond de hoofdgrondbewerking in het najaar verschuift naar het voorjaar levert dit een besparing op van 10 kg N per ha op (Velthof & Kuikman, 2000).

## Wintergewassen/vanggewassen

Velthof en Kuikman (2000) noemen een gemiddelde besparing van 35 kg N per ha bij toepassing van wintergewassen. Hierbij gaan ze uit van een gewas dat in het voorjaar wordt ondergewerkt en geen N-bemesting krijgt. NMI geeft in de Praktijkgids Bemesting (2000) de stikstoflevering (dus korting op N-gift) van vanggewassen afhankelijk of deze zwaar of licht ontwikkeld zijn, in het voor- of najaar zijn ondergewerkt, wel of niet vlinderbloemig zijn en of er al dan niet op N-min. bemest wordt. Voor al deze variaties schommelt de korting op de N-gift van 5 tot 60 kg N per ha. Volgens Van Dijk (2002) worden in de praktijk met name de niet-vlinderbloemige toegepast als vanggewas. Voor berekening van de besparing in de praktijk (bij gebruik van niet vlinderbloemigen) op de N-gift wordt volgens Van Dijk (2002) alleen onderscheid gemaakt in zwaar en lichte ontwikkeling. Bij zware ontwikkeling is de besparing 30-40 kg N/ha en bij lichte ontwikkeling 15-20 kg N/ha. Deze getallen stemmen overeen met de kortingen in de Praktijkgids Bemesting (2000).

## Afvoeren gewasresten

Het afvoeren van gewasresten beperkt de N<sub>2</sub>O-emissie die optreedt als gewasresten op het land blijven liggen. Deze gewasresten kunnen blijvend worden afgevoerd of worden gecomposteerd en daarna weer als meststof op het land worden toegediend. Indien het eerste het geval is dan is een extra N-bemesting nodig omdat de N-levering uit gewasresten is weggenomen. Het is dan maar de vraag wat de winst is in N<sub>2</sub>O-reductie en of er wel een reductie is en geen extra emissie.

Wanneer de gewasresten worden gecomposteerd en weer op het land gebracht is er volgens Velthof & Kuikman (2000) een reductie in N<sub>2</sub>O-emissie te verwachten. Zij baseren dat op het feit dat de emissie bij compostering lager is dan wanneer de gewasresten op het land blijven. Zij merken daar echter wel bij op dat de onderbouwing hiervoor zeer mager is en verder onderzoek dus gewenst is. In dit geval zou een reductie in kunstmestgift mogelijk kunnen zijn omdat er minder N als N<sub>2</sub>O verloren gaat. Echter, de onderbouwing is daarvoor zwak. Corré (2002) meldt dat dit hooguit in de orde van 1% van de stikstofinhoud van de gewasresten is en dus niet meetbaar op de N bemesting. Hij stelt wel de vraag of de bemestende werking van gecomposteerde gewasresten misschien beter is dan van achter gebleven gewasresten.

Beide scenario's van afvoer van gewasresten bieden onvoldoende basis om een reductie in N<sub>2</sub>O emissie te veronderstellen als managementmaatregel.

## Efficiëntere toedieningstechnieken

Als voorbeelden noemen Velthof e.a. (2000) rijenbemesting, fertigatie, precisiebemesting, langzaamwerkende meststoffen en Cultan of depotbemesting. Velthof (2000) gaan voor deze technieken uit van een verlaging van de N-kunstmestgift van 5%. In de praktijk geldt echter in de eerste plaats dat niet alle technieken voor alle gewassen toepasbaar zijn en dat de technieken verschillende efficiëntiewinsten behalen bij verschillende gewassen. Volgens Van Dijk (2002) kan alleen bij maïs bij het gebruik van rijenbemesting vrij duidelijk gezegd worden dat hier de winst 20% verlaging van de N-gift is. Voor andere technieken en gewassen is onvoldoende winst haalbaar of zijn resultaten te wisselend om daar een goed algemeen beeld voor te kunnen geven.

## Deling van N-giften/NBS (stikstof bijmest systeem)

Velthof e.a.(2000) gaan voor deze maatregel uit van een verlaging van de N-kunstmestgift van 10%. Volgens Van Dijk (2002) kan ook bij gewassen waar dit kan worden toegepast worden uitgegaan van 10% verlaging van de N-kunstmestgift. Indien er het voorgaande jaar ook gewas aanwezig was kan t.g.v. de mineralisatie van dit gewas uitgegaan worden van 20% verlaging van de N-gift. Verdere verfijning is moeilijk omdat uit proeven blijkt dat er een grote spreiding is.

Tabel 6 geeft een overzicht van de verlaging op de N-kunstmestgift en de daarbij te verwachten reductie op de N<sub>2</sub>O-emissie zowel in kg N<sub>2</sub>O als in CO<sub>2</sub> equivalenten per ha.

Tabel 6. Overzicht van de verlaging op de N-kunstmestgift en de daarbij te verwachten reductie op de N<sub>2</sub>O-emissie.

	Besparing N-gift		Reductie N <sub>2</sub> O emissie	
	kg N/ha	kg N <sub>2</sub> O/ha	kg CO <sub>2</sub> eq./ha	
Geen najaarstoediening dierlijke mest	Najaarsgift in kg N/ha*40%=A	A*0,0157=B	B*310	
<i>Voor zandgrond: uitstellen grondbewerking tot voorjaar</i>	10	0,2	49	
<i>Wintergewassen/ vanggewassen</i> Velthof & Kuikman (2000)	35	0,5	170	
Zware ontwikkeling	35	0,3	170	
Lichte ontwikkeling	17,5	0,5	85	
Efficiëntere toedieningstechnieken, alleen rijenbemesting maïs	N-gift maïs*20%=C	C*0,0157=D	D*310	
Deling van N-giften/NBS	N-gift Gewas*10%=E Bij voorgewas: Ngift Gewas*20%=E	E*0,0157=F	F*310	

## 4. Uitsplitsing meetlat naar bedrijfstype

Om het energieverbruik en de emissie van broeikasgassen op agrarische bedrijven inzichtelijk te maken en te kunnen sturen in het energiemanagement van de ondernemer is het van belang dat de meetlat werkbaar wordt voor de agrarische ondernemers. Daarom is de meetlat toegespitst op de vier verschillende bedrijfstypen binnen Telen met toekomst.

Dit zijn:

1. Akkerbouwbedrijven
2. Vollegrondsgroenteteeltbedrijven
3. Bloembollenbedrijven en
4. Boomteeltbedrijven

In samenwerking met de kernbedrijven van Telen met toekomst zijn er 4 verschillende invulformulieren ontwikkeld die toegespitst zijn op elk bedrijfstype. Voor elk bedrijfstype zijn alle mogelijke bewerkingen opgenomen. De invulformulieren zijn zo opgesteld dat het voor de ondernemer relatief eenvoudig is de gegevens in te vullen en bevatten zowel gegevens op bedrijfsniveau als op perceelsniveau. Op deze manier kan zowel per bedrijf als per perceel het energiegebruik en de broeikasgasemissie worden gemeten. De verschillende invulformulieren staan in Bijlage I tot en met 3. Hierbij zijn de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt samen genomen omdat de bewerkingen bij beide type bedrijven gelijksoortig zijn. Daarna zijn deze invulformulieren in het programma Excel gezet die de invulde gegevens omrekenen naar het energieverbruik en Megajoules (MJ) en de lachgasemissie in CO<sub>2</sub>-equivalenten per bedrijf en per perceel. Voor de berekeningen is telkens is de meest recent beschikbare informatie genomen.

Tenslotte is het Excel programma gekoppeld aan het programma FARM van PPO-agv te Lelystad. Dit programma bevatte al de gegevens van de Tmt- bedrijven. Op deze manier konden deze gegevens eenvoudig worden ingelezen in Excel.



## 5. Toepassing meetlat op bedrijven

Tenslotte is de meetlat getest op zes Telen met toekomst bedrijven.

Dit waren de vollegrondsgroenteteeltbedrijven met de betaalde oppervlakten:

Bedrijf vgg 1	19,2 ha
Bedrijf vgg 2	27,6 ha
Bedrijf vgg 3	19,5 ha

En de akkerbouwbedrijven:

Bedrijf ak 1	57,3 ha
Bedrijf ak 2	114,1 ha
Bedrijf ak 3	115,2 ha

Van al deze bedrijven is het energieverbruik en de lachgasemissie op bedrijfsniveau en op perceelsniveau berekend, met elkaar vergeleken, besparingsmogelijkheden aangegeven en gepresenteerd aan deze twee groepen telers.

### 5.1 Vollegrondsgroenteteelt

De volgende twee tabellen geven het directe en indirecte energiegebruik en de lachgasemissie op de deelnemende bedrijven in MegaJoules (MJ) en CO<sub>2</sub>-equivalenten.

Tabel 7. *Het directe, indirecte en het totale energiegebruik per bedrijf van de drie deelnemende vollegrondsgroenteteeltbedrijven.*

	Energiegebruik per bedrijf		
	Direct MJ	Indirect MJ	Totaal direct en indirect MJ
Bedrijf vgg 1	*)	153877	153877
Bedrijf vgg 2	427000	680829	1107829
Bedrijf vgg 3	*)	244776	244776

Tabel 8. *Het directe, indirecte, totale energiegebruik, de lachgasemissie en de totale emissie per hectare van de drie deelnemende vollegrondsgroenteteeltbedrijven.*

	Energiegebruik en emissie per hectare					
	Direct	Indirect	Totaal direct en indirect	Lachgas emissie	Totaal direct en indirect en emissie	
	MJ	MJ	MJ	CO <sub>2</sub> -eq	CO <sub>2</sub> -eq	
Bedrijf vgg 1	1610	8035	9645	622	963	1585
Bedrijf vgg 2	826	11543	12370	765	1081	1845
Bedrijf vgg 3	2521	12527	15048	962	1606	2568



De volgende tabellen geven het energiegebruik en de broeikasgasemissie per gewas per hectare.

\*) De gegevens om het directe energiegebruik te berekenen waren niet aangeleverd.

Tabel 9. *Het energiegebruik (MJ) en de broeikasgasemissie (kg CO<sub>2</sub>-equivalenten) per gewas per hectare bij bedrijf vgg 1.*

Bedrijf vgg 1	Energiegebruik (MJ)	Broeikasgasemissie (kg CO <sub>2</sub> -equivalenten)
Asperge-wit	5953	1065
Broccoli herfst vroeg	11473	1510
Broccoli herfst laat	13224	1600
Consumptieaardappelen vroeg	7024	1409
Chinese kool	19039	2412
Mengteelt bladrogge/triticale	384	466
Prei winter vroeg	13313	2488
Prei winter laat	15836	2692
Zomergerst	2152	772

Tabel 10. *Het energiegebruik (MJ) en de broeikasgasemissie (kg CO<sub>2</sub>-equivalenten) per gewas per hectare bij maatschap bedrijf vgg 2.*

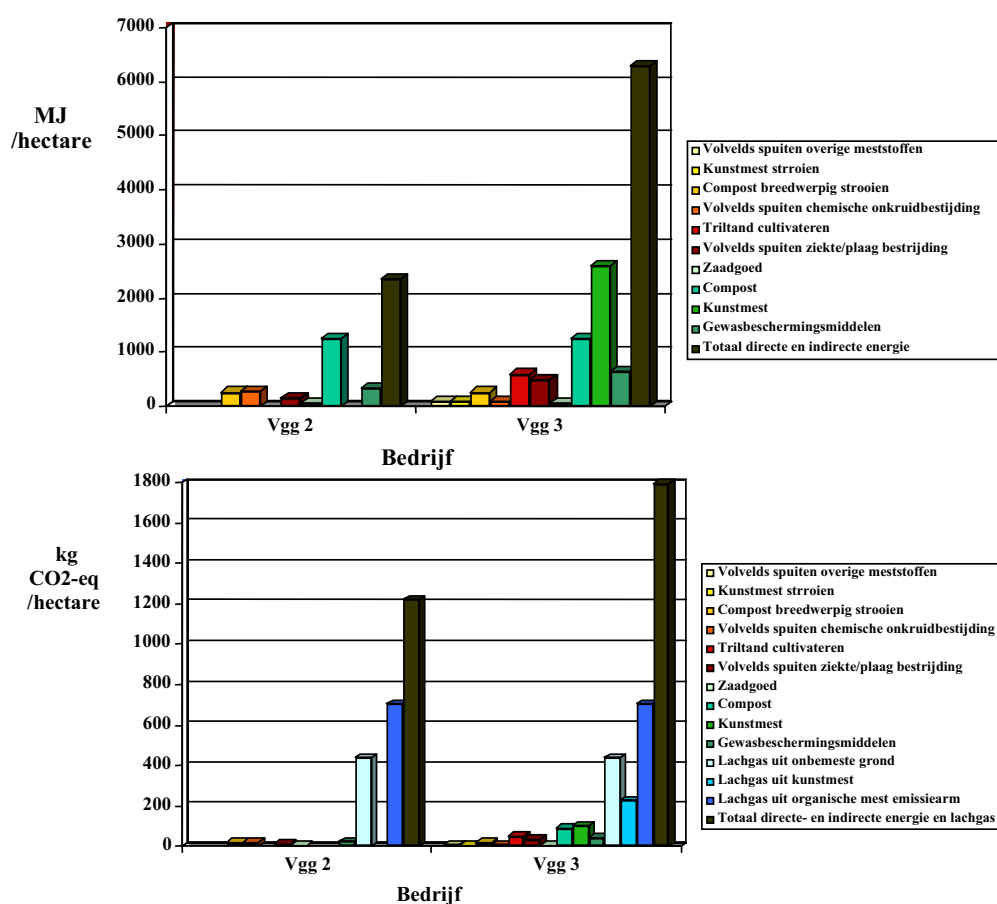
Bedrijf vgg 2	Energiegebruik (MJ)	Broeikasgasemissie (kg CO <sub>2</sub> -equivalenten)
Broccoli vroeg bedekt	15227	2101
Broccoli zomer	16755	2177
Broccoli herfst vroeg	14949	1838
Broccoli herfst laat	13127	1807
Chinese kool vroeg bedekt	18646	2304
Chinese kool zomer	16545	2102
Chinese kool herfst	10615	1285
Chinese kool herfst bewaar	17362	2195
Prei opkweek	1467	544
Prei winter laat	15100	2544
Zwarte braak	0	437

Tabel 11. Het energiegebruik (MJ) en de broeikasgasemissie (kg CO<sub>2</sub>-equivalenten) per gewas per hectare bij bedrijf vgg 3.

Bedrijf vgg 3	Energiegebruik (MJ)	Broeikasgasemissie (kg CO <sub>2</sub> -equivalenten)
Grassenmengsel	451	470
Knolselderij normaal	24257	2878
Knolselderij laat	17067	2197
Prei opkweek	6296	1797
Prei zomer bedekt	23596	3999
Prei herfst vroeg	21110	3967
Prei herfst laat	23558	4204
Prei winter vroeg	21778	3399

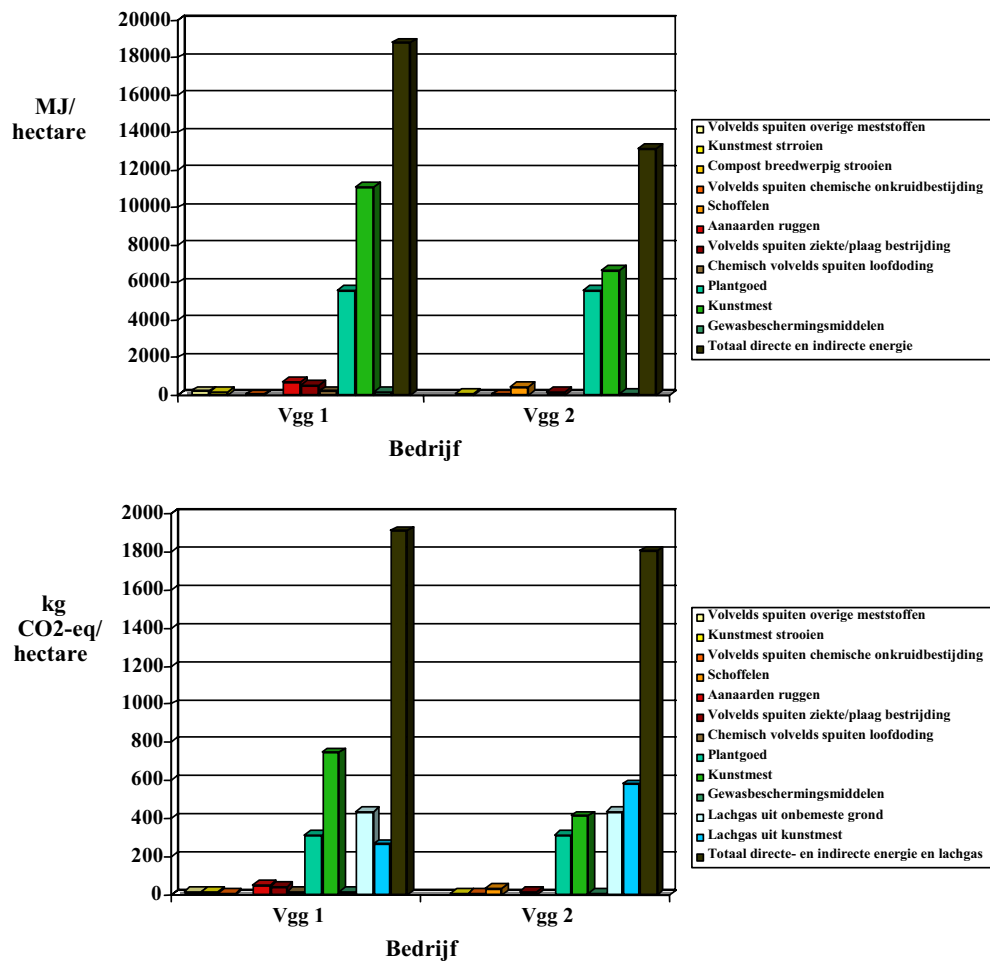
Uit de tabellen blijkt dat er grote verschillen in het energiegebruik per hectare zijn tussen de verschillende teelten.

Het model kan het energiegebruik en de emissie van alle teelthandelingen bij een bepaalde teelt in kaart brengen. Figuur 1 geeft een overzicht van het energiegebruik en de broeikasgasemissie tijdens de opkweek van prei op bedrijf vgg 2 en bedrijf vgg 3.



Figuur 1. Overzicht van het energiegebruik (MJ/ha) en broeikasgasemissie (kg CO<sub>2</sub>-equivalenten) tijdens de opkweek van prei op bedrijf vgg 2 en bedrijf vgg 3 in 2002.

Er is een groot verschil in het energieverbruik en de broeikasgasemissie per hectare prei tussen deze twee bedrijven. Dit wordt voor het grootste deel verklaard door het gebruik van kunstmest door bedrijf vgg 3.

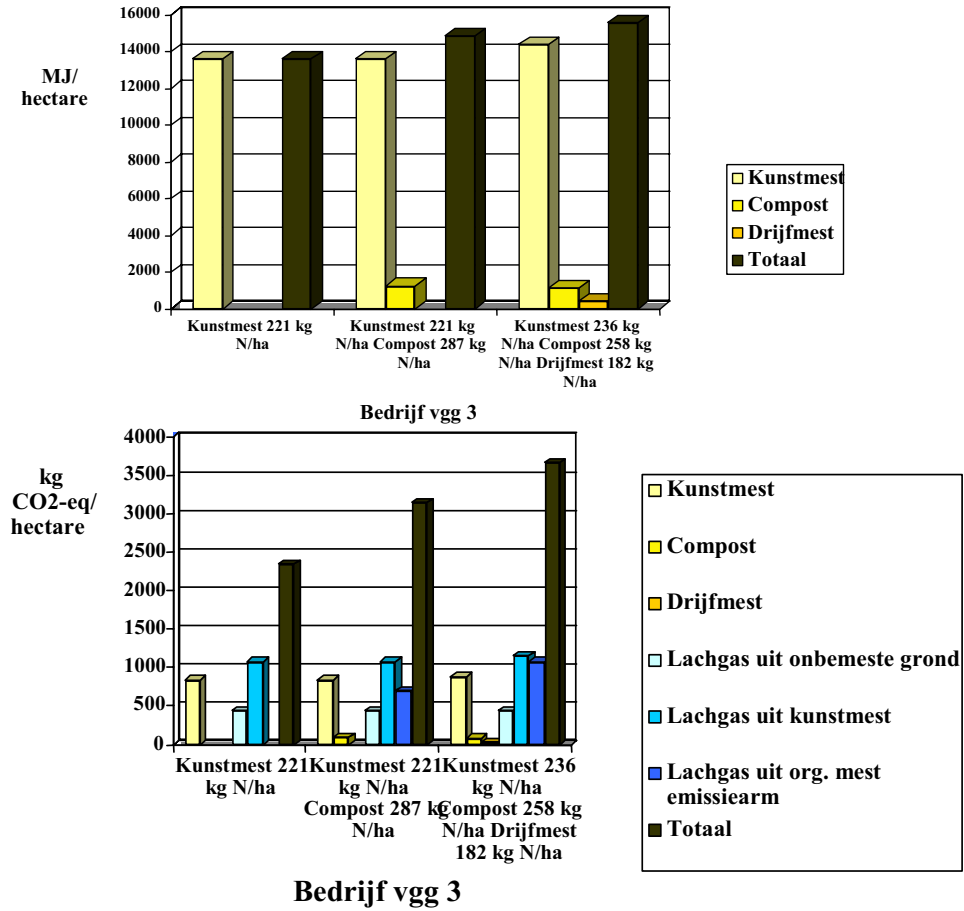


Figuur 2. Overzicht van het energiegebruik (MJ/ha) en broeikasgasemissie (kg CO<sub>2</sub>-equivalenten) tijdens de teelt van broccoli herfst laat per hectare op bedrijf vgg 1 en bedrijf vgg 2 in 2002.

Figuur 2 geeft het overzicht van het energiegebruik en de broeikasgasemissie tijdens de teelt van broccoli herfst laat per hectare op bedrijf vgg 1 en bedrijf vgg 2.

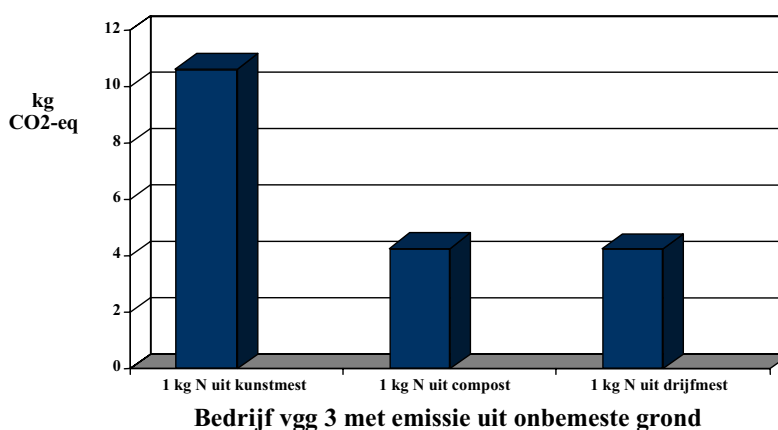
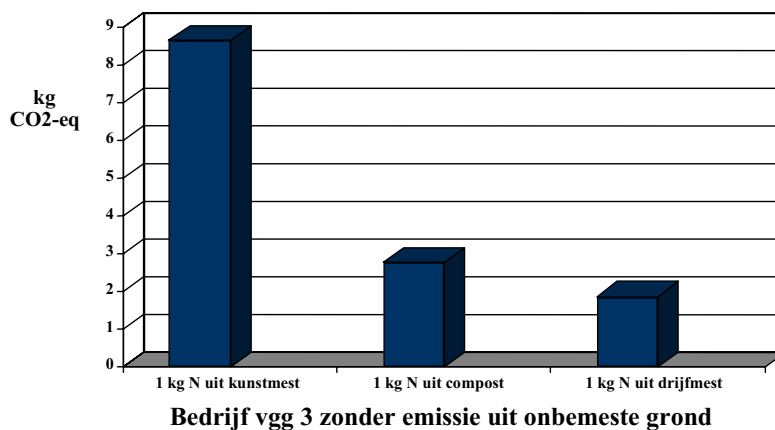
Ook hier is er een behoorlijk verschil in het energiegebruik en de broeikasgasemissie. Dit wordt grotendeels verklaard door een verschil in de gebruikte hoeveelheid kunstmest. Dat het verschil in de broeikasgasemissie minder groot is wordt veroorzaakt door het type kunstmest dat is gebruikt.

Figuur 3 vergelijkt het energiegebruik en de broeikasgasemissie van de verschillende type bemestingen die bedrijf vgg 3 tijdens de teelt van prei winter vroeg heeft toegepast.



Figuur 3. Energiegebruik (MJ/ha) en broeikasgasemissie (kg CO<sub>2</sub>-equivalenten) van de verschillende type bemestingen bij bedrijf vgg 3 bij de teelt van prei winter vroeg in 2002.

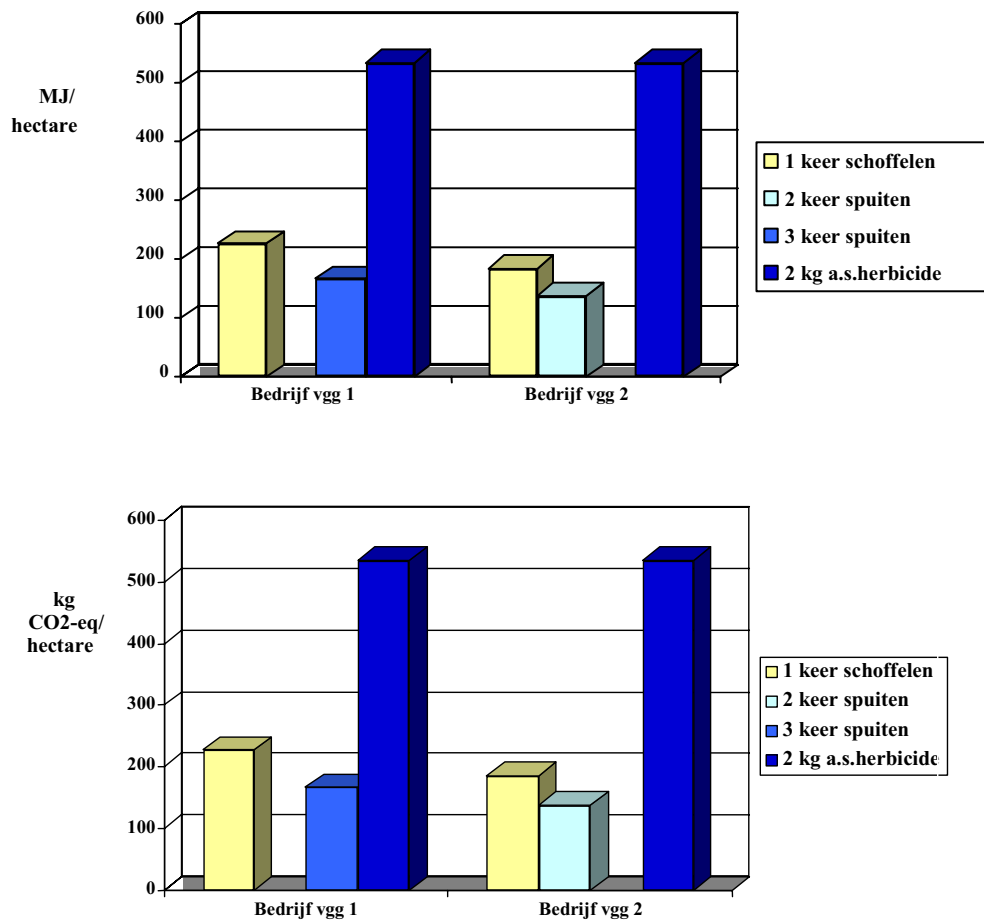
Hieruit is de broeikasgasemissie van 1 kg stikstof uit kunstmest, compost en drijfmest te berekenen. Deze staan in Figuur 4.



*Figuur 4. Vergelijking effect van 1 kilogram stikstof (direct- en indirect energiegebruik en lachgasemissie) uit diverse mestsoorten op de broeikasgasemissie (kg CO<sub>2</sub>-equivalenten) zonder en met emissie uit onbemeste grond.*

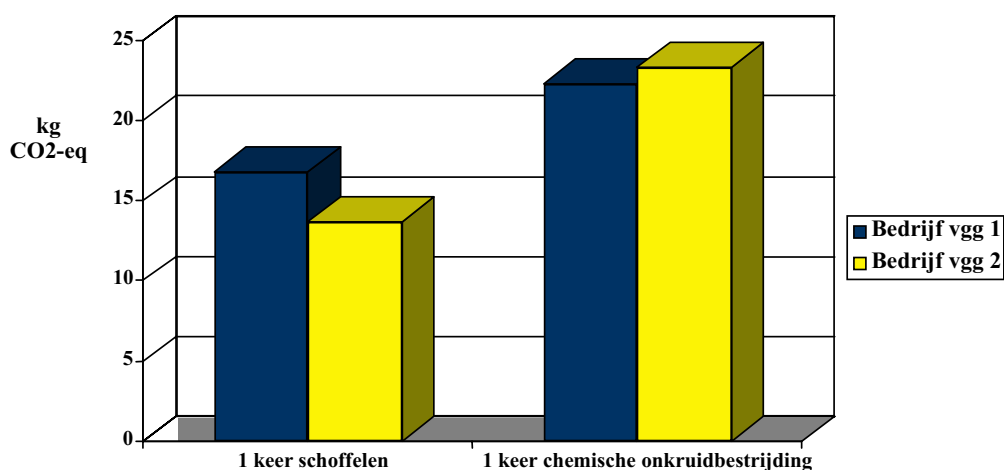
Uit de figuur blijkt dat het gebruik van kunstmest veel meer broeikasgasemissie geeft dan het gebruik van compost of drijfmest.

Figuur 5 vergelijkt het energiegebruik tussen mechanische en chemische onkruidbestrijding tussen bedrijf vgg 1 en bedrijf vgg 2 bij de teelt van prei winter laat.



*Figuur 5. Vergelijking van het energiegebruik (MJ/ba) en broeikasgasemissie (kg CO<sub>2</sub>-equivalenten) tussen mechanische en chemische onkruidbestrijding tussen bedrijf vgg 1 en bedrijf vgg 2 bij de teelt van prei winter laat in 2002.*

Hieruit is de broeikasgasemissie van 1 keer schoffelen en 1 keer chemisch onkruidbestrijding te berekenen. Deze staan in Figuur 6.



Figuur 6. *Vergelijking broeikasgasemissie (kg CO<sub>2</sub>-equivalenten) tussen 1 keer schoffelen en 1 keer chemische onkruidbestrijding bij bedrijf vgg 1 en bedrijf vgg 2.*

Eén keer schoffelen blijkt in dit geval ongeveer 1/3 minder broeikasgasemissie te geven dan 1 keer chemische onkruidbestrijding.

### Akkerbouw

De volgende twee tabellen geven het directe en indirecte energiegebruik en de lachgasemissie op de deelnemende bedrijven in MegaJoules (MJ) en CO<sub>2</sub>-equivalenten.

Tabel 12. *Het directe, indirecte en het totale energiegebruik per bedrijf van de drie deelnemende akkerbouwbedrijven.*

	Energiegebruik per bedrijf		
	Direct MJ	Indirect MJ	Totaal directe en indirecte energie MJ
Bedrijf ak 1	346382	840874	1187256
Bedrijf ak 2	*)	978581	978581
Bedrijf ak 3	643994	1972569	2616563

\*) *De gegevens om het directe energiegebruik te berekenen waren niet aangeleverd.*

Tabel 13. *Het directe, indirecte, totale energiegebruik, de lachgasemissie en de totale emissie per hectare van de drie deelnemende akkerbouwbedrijven.*

	Energiegebruik en emissie per hectare					
	Direct	Indirect	Totaal directe en indirecte energie		Emissie	Totaal directe en indirecte energie en emissie
	MJ	MJ	MJ	CO <sub>2</sub> -eq	CO <sub>2</sub> -eq	CO <sub>2</sub> -eq
Bedrijf ak 1	2274	6321	8595	577	1038	1614
Bedrijf ak 2	2143	8576	10719	727	1083	1811
Bedrijf ak 3	1865	9215	11080	718	1211	1929

De volgende tabellen geven het energiegebruik en de broeikasgasemissie per gewas per hectare.

Tabel 14. *Het energiegebruik (MJ) en de broeikasgasemissie (kg CO<sub>2</sub>-equivalenten) per gewas per hectare bij bedrijf ak 1.*

Bedrijf ak 1	Energiegebruik (MJ)	Broeikasgasemissie (kg CO <sub>2</sub> -equivalenten)
Zetmeelaardappelen	10740	1882
Pootaardappelen	15067	1732
Suikerbieten	4924	1285
Snijmaïs	6340	1569
Zomergerst	6600	1187

Tabel 15. *Het energiegebruik (MJ) en de broeikasgasemissie (kg CO<sub>2</sub>-equivalenten) per gewas per hectare bij bedrijf ak 2.*

Bedrijf ak 2	Energiegebruik (MJ)	Broeikasgasemissie (kg CO <sub>2</sub> -equivalenten)
Zetmeelaardappelen	13006	2063
Groene braak	1328	630
Haver	13527	1834
Suikerbieten	6579	1516
Winterrogge	14160	1993
Zomergerst	11502	1927

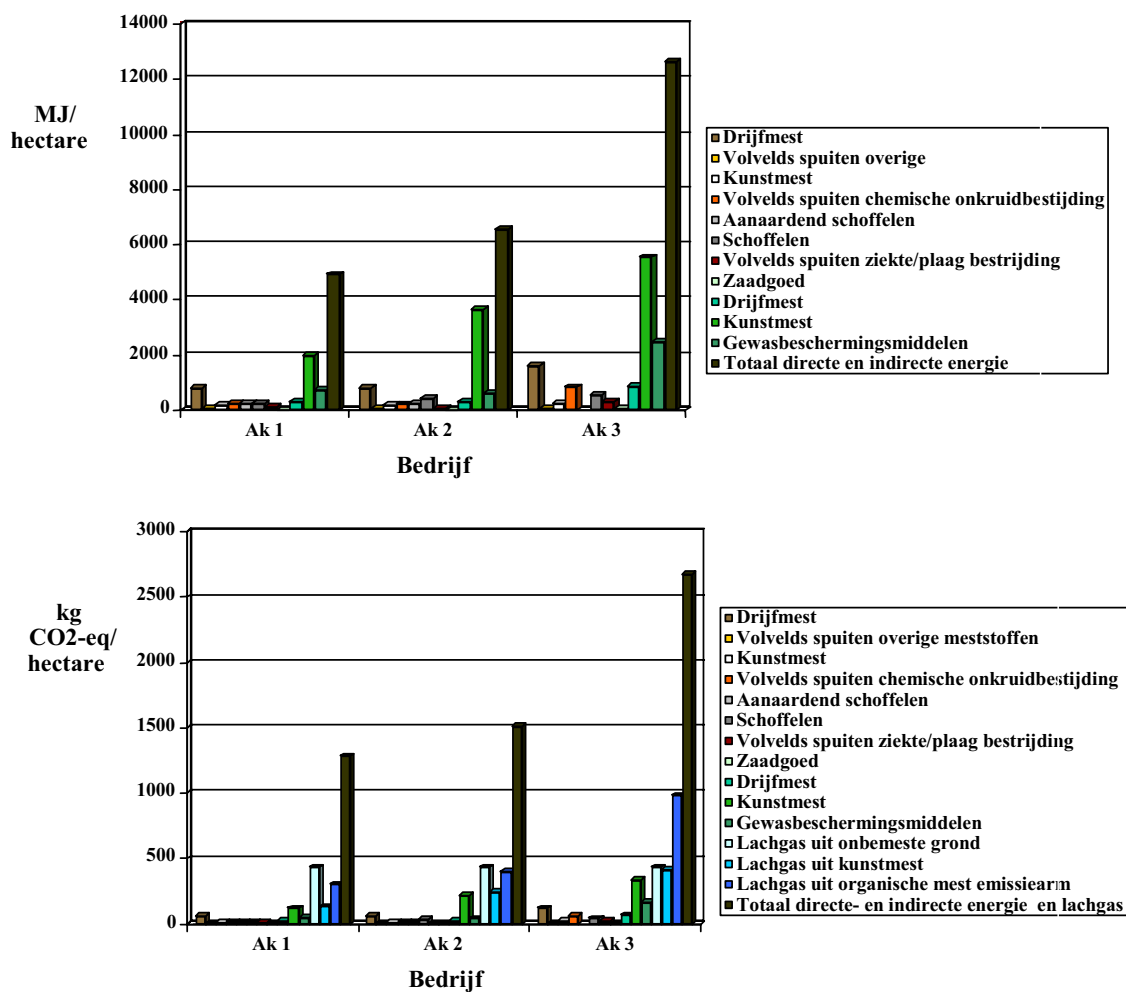


Tabel 16. *Het energiegebruik (MJ) en de broeikasgasemissie (kg CO<sub>2</sub>-equivalenten) per gewas per hectare bij bedrijf ak 3.*

Bedrijf ak 3	Energiegebruik (MJ)	Broeikasgasemissie (kg CO <sub>2</sub> -equivalenten)
Zetmeelaardappelen	13956	2285
Grassenmengsel	1011	612
Parijse peen	5325	768
Suikerbieten	12620	2679
Winterrogge	11884	1934
Zomergerst	8788	1431
Zomertarwe	11701	1864

Ook hier is een groot verschil in het energieverbruik en de broeikasgasemissie tussen de verschillende teelten te zien.

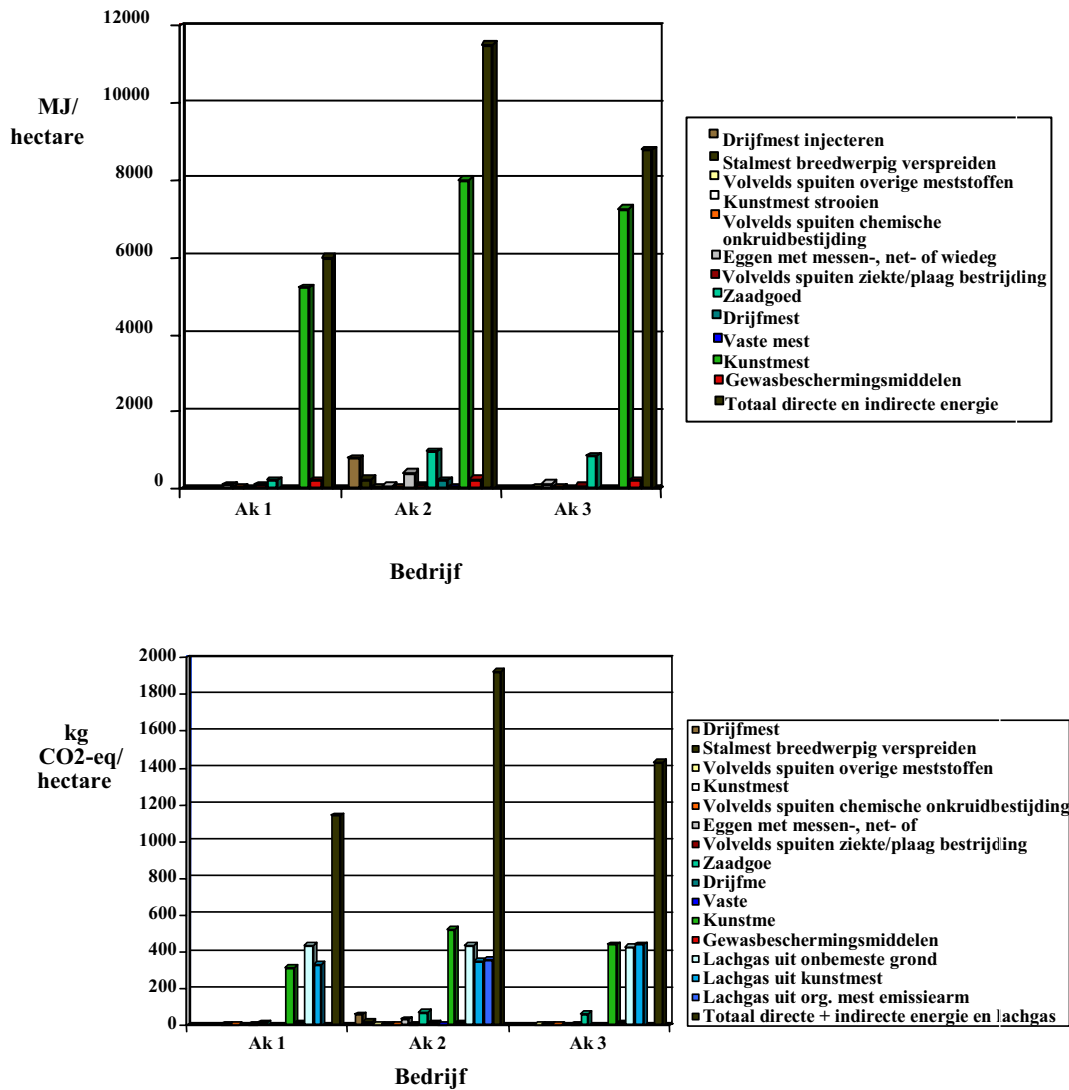
Figuur 7 geeft een overzicht van het energiegebruik en de broeikasgasemissie per hectare tijdens de teelt van suikerbieten op bedrijf ak 1, bedrijf ak 2 en bedrijf ak 3.



Figuur 7. Overzicht van het energiegebruik (MJ/ha) en broeikasgasemissie (kg CO<sub>2</sub>-equivalenten) per hectare tijdens de teelt van suikerbieten op bedrijf ak 1, bedrijf ak 2 en bedrijf ak 3 in 2002.

Er is een groot verschil in het energiegebruik en broeikasgasemissie te zien. Deze wordt voornamelijk veroorzaakt door het verschil in gebruik van kunstmest.

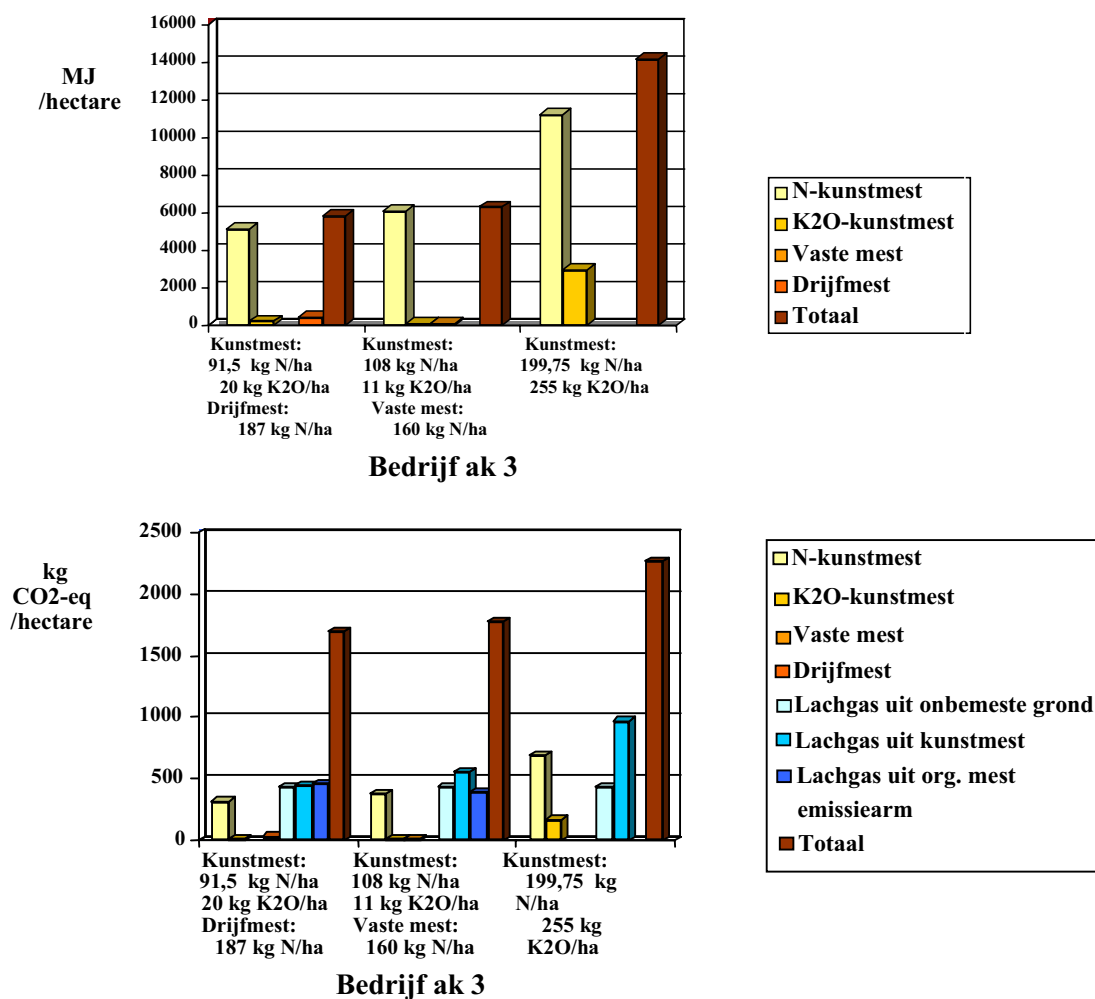
Figuur 8 geeft een overzicht van het energiegebruik en de broeikasgasemissie per hectare tijdens de teelt van zomergerst op bedrijf ak1, bedrijf ak 2 en bedrijf ak 3.



Figuur 8. Overzicht van het energiegebruik (MJ/ba) en broeikasgasemissie (kg CO<sub>2</sub>-equivalenten) per hectare tijdens de teelt van zomergerst op bedrijf ak 1, bedrijf ak 2 en bedrijf ak 3 in 2002.

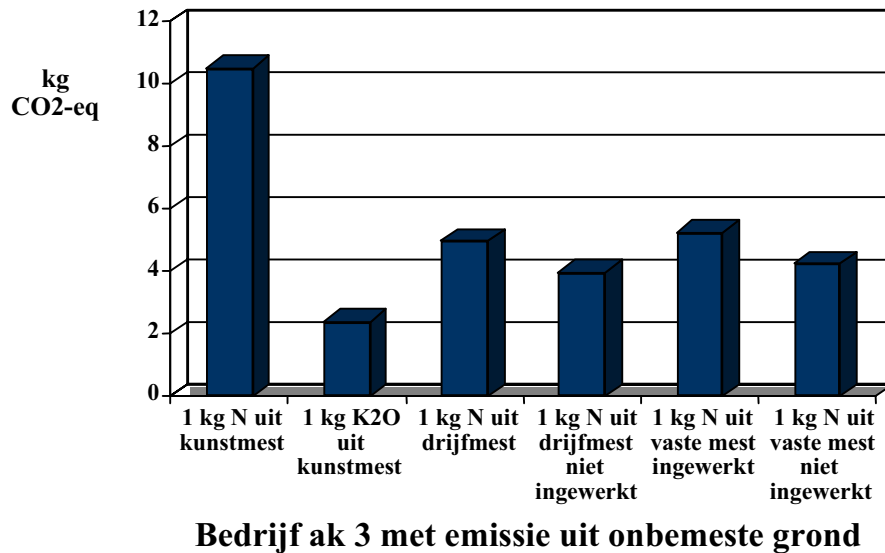
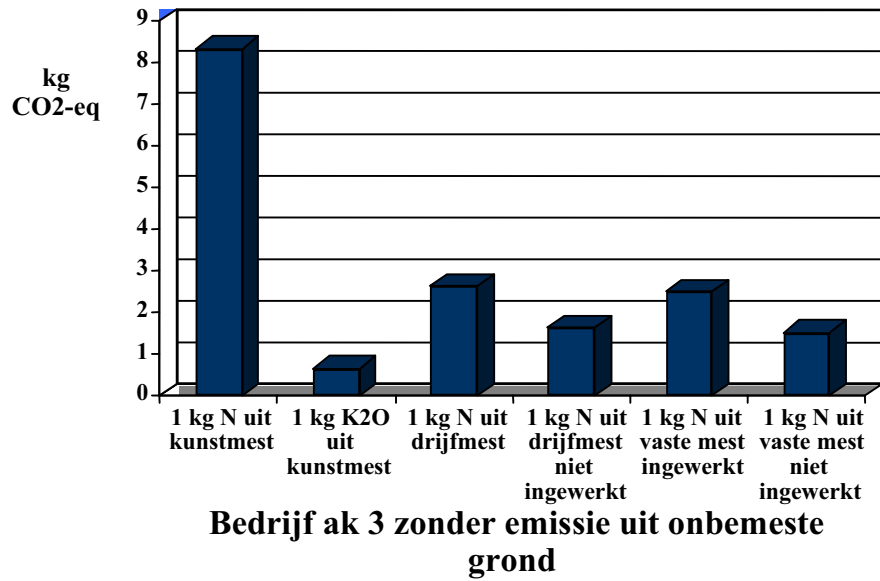
Ook hier is een groot verschil in het energiegebruik en broeikasgasemissie te zien. Deze wordt ook hier voornamelijk veroorzaakt door het verschil in gebruik van kunstmest.

Figuur 9 vergelijkt het energiegebruik en de broeikasgasemissie van de verschillende type bemestingen die bedrijf ak 3 tijdens de teelt van zetmeelaardappelen heeft toegepast.



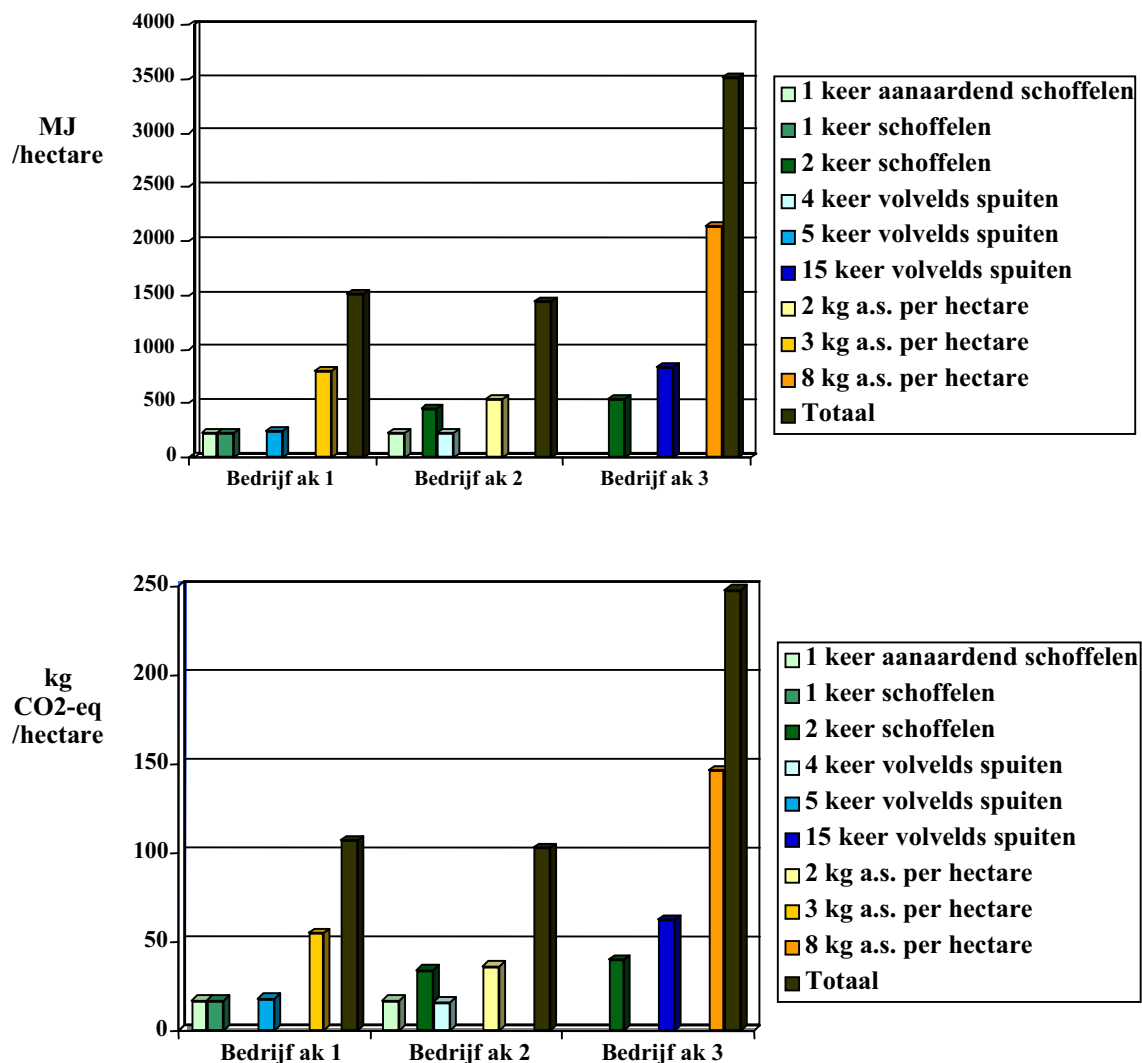
Figuur 9. Energiegebruik (MJ/ha) en broeikasgasemissie (kg CO<sub>2</sub>-equivalenten) van de verschillende type bemestingen van bedrijf ak 3 bij de teelt van zetmeelaardappelen in 2002.

Hieruit is de broeikasgasemissie van 1 kg stikstof uit kunstmest, drijfmest en vaste mest te berekenen. Deze staan in Figuur 10.



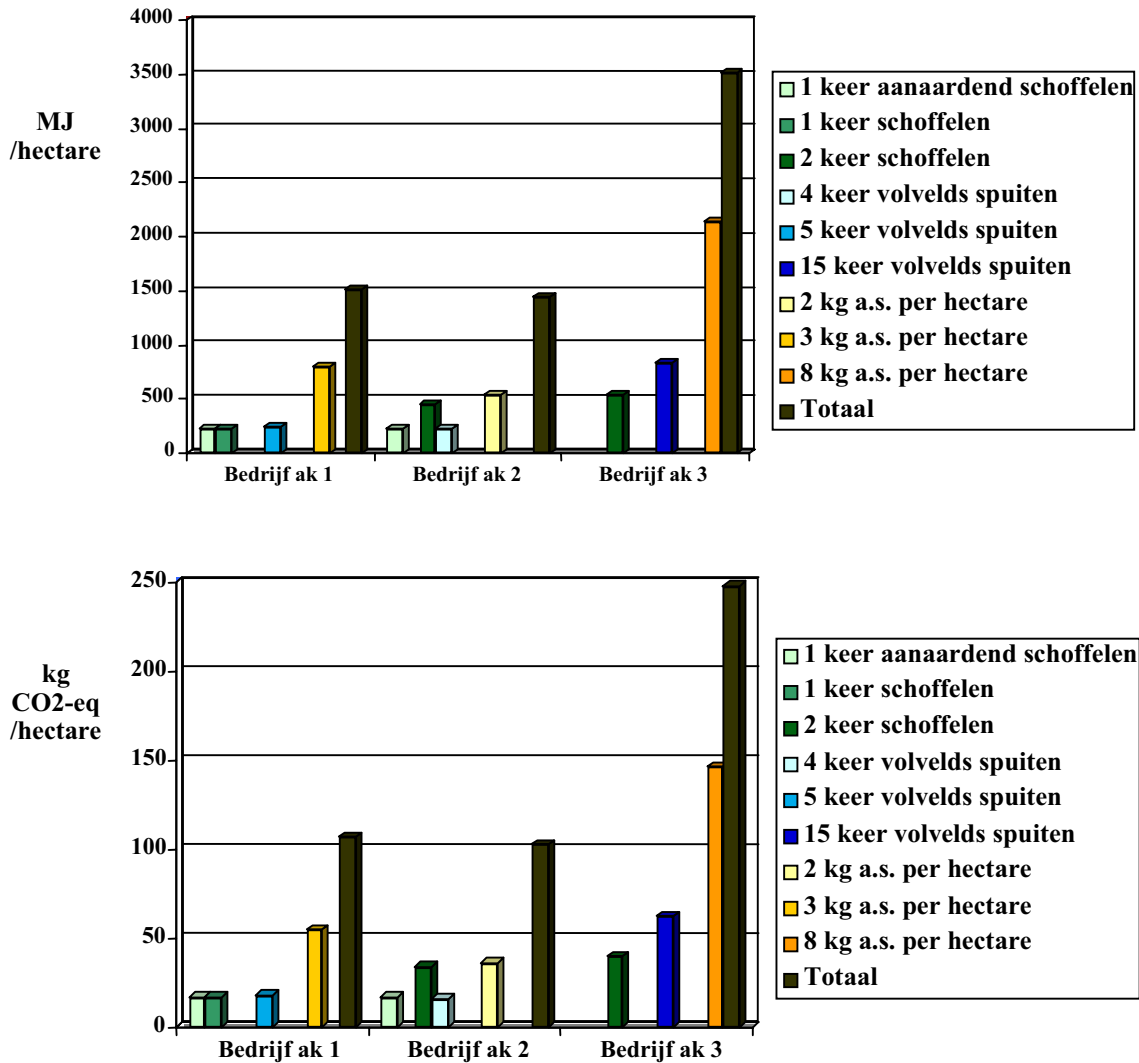
Figuur 10. *Vergelijking effect van 1 kilogram stikstof (direct- en indirect energiegebruik en lachgasemissie) uit diverse mestsoorten op de broeikasgasemissie (kg CO<sub>2</sub>-equivalenten) zonder en met emissie uit onbemeste grond.*

Figuur 11 vergelijkt het energiegebruik tussen mechanische en chemische onkruidbestrijding tussen bedrijf ak 1, bedrijf ak 2 en bedrijf ak 3 bij de teelt van suikerbieten.



Figuur 11. *Vergelijking van het energiegebruik (MJ/ha) en broeikasgasemissie (kg CO<sub>2</sub>-equivalenten) tussen mechanische en chemische onkruidbestrijding in de teelt van suikerbieten tussen bedrijf ak 1, bedrijf ak 2 en bedrijf ak 3 in 2002.*

Hieruit is de broeikasgasemissie van 1 keer schoffelen en 1 keer chemisch onkruidbestrijding te berekenen. Deze staan in Figuur 12.



Figuur 12. *Vergelijking broeikasgasemissie (kg CO<sub>2</sub>-equivalenten) tussen 1 keer schoffelen en 1 keer chemische onkruidbestrijding in de teelt van suikerbieten bij bedrijf ak 1, bedrijf ak 2 en bedrijf ak 3.*

In dit geval is veroorzaakt 1 keer chemische onkruidbestrijding iets minder broeikasgassen dan 1 keer mechanische onkruidbestrijding.

## 6. Conclusies en aanbevelingen

### 6.1 Conclusies

Uit de resultaten van de energieberekeningen kunnen een aantal belangrijke conclusies getrokken worden. Hierbij moet opgemerkt worden dat het energiegebruik en de uitstoot van broeikasgassen op slechts op 6 bedrijven zijn doorgerkend. Hierdoor hebben de conclusies op bedrijfsniveau slechts een beperkte geldigheid voor de sector.

- Er zijn (grote) verschillen in energieverbruik en broeikasgasemissie van dezelfde teelt op verschillende bedrijven.
- Hierbij valt op dat het directe dieselgebruik en het indirecte energiegebruik door het gebruik van zaadgoed, pesticiden en plastics een relatief klein aandeel hebben in de broeikasgasemissie. De (grote) verschillen worden vooral veroorzaakt door het type bemesting (kunstmest versus organische mest). Gebruik kunstmest geeft ongeveer drie keer zoveel uitstoot van CO<sub>2</sub>-equivalenten dan gebruik drijfmest, compost of vaste mest. Indien de lachgasemissie van onbemeste gronden wordt meegerekend is dit ongeveer twee keer.
- Verder dragen de machines en het plantgoed uit verwarmde of onverwarmde kassen veel bij aan het energiegebruik. Echter, aan deze posten kan een ondernemer niet veel veranderen; een bedrijf heeft nu eenmaal een machinepark en moet gebruik maken van plantgoed uit verwarmde of onverwarmde kassen. Plantgoed op eigen bedrijf in de koude grond opkweken is eigenlijk geen optie.
- Verder valt op dat de uitstoot van broeikasgassen wordt verlaagd door drijfmest niet te injecteren of vaste mest niet in te werken. Door drijfmest te injecteren of vaste mest in te werken komt de mest in een relatief vochtiger omgeving met minder zuurstof terecht waardoor de denitrificatie onvolledig plaatsvindt. Hierdoor komt extra lachgas vrij. Dit effect is omgekeerd aan het effect op de emissie van ammoniak.
- Het is wat de uitstoot van broeikasgassen betreft per definitie niet altijd beter om te gaan schoffelen. Bij weinig kilogram werkzame stof per onkruidbestrijding is het wat de uitstoot van broeikasgassen betreft beter om te gaan spuiten. Bij meer kilogram werkzame stof is het beter te om gaan schoffelen. Het breekpunt ligt ongeveer bij 0,5 kg werkzame stof per hectare.

### 6.2 Aanbevelingen

- De meetlat is voldoende gedetailleerd om het directe en het indirecte energiegebruik op bedrijven goed in kaart te brengen. Echter, wat betreft de lachgasemissie is zij veel minder gedetailleerd. De lachgasemissie wordt in dit model slechts bepaald door het type bemesting, de hoeveelheid toegediende stikstof, de manier van toediening en het wel of niet gebruik van vanggewassen. De uitstoot van lachgas is ook erg afhankelijk van het vochtgehalte in de bodem. Het verdient dan ook aanbeveling het model uit te breiden met bodemsoort en grondwatertrap.
- De meetlat is toegepast op akkerbouw- en vollegrondsgroenteteeltbedrijven. Het verdient aanbeveling deze in een vervolgfase ook toe te passen op bollenteelt- en boomteeltbedrijven.
- Het energiegebruik door beregening is door gebrek aan gegevens nog niet in kaart gebracht. In de praktijk zijn er vaak grote verschillen in de hoeveelheid beregening tussen bedrijven en omdat dit te maken heeft met een ander thema, namelijk verdroging dient dit zeker nog te gebeuren.
- De meetlat is ook geschikt voor energiebesparingsdoeleinden voor de ondernemer. Om een goed inzicht te krijgen in de energiekosten voor de ondernemer zullen de kosten per liter diesel of per kuub gas in het model moeten worden aangebracht. Een probleem hierbij is dat wanneer de ondernemingen wilt vergelijken in de kosten per eenheid product je ook de kosten voor de gewasbescherming, bemesten e.d. mee moet nemen. Deze gegevens zijn niet altijd even inzichtelijk.
- Tenslotte kan de meetlat gebruikt worden voor beleidsdoeleinden. In de discussie over het reduceren van de broeikasgasemissie is de meetlat een goed instrument om de bereikte reductie per bedrijf of per sector te meten. Ook kan de meetlat het energiegebruik per eenheid product inzichtelijk maken. Dit kan weer gebruikt worden voor de communicatie naar de consument.





## Literatuur

- Basisonderzoek Elektriciteitsverbruik Kleinverbruikers, 1992.  
Energiened, Arnhem.
- Basisonderzoek Aardgasverbruik Kleinverbruikers, 2000.  
Energiened, Arnhem.
- Bergen, J.A.M. van & E.E. Biewinga, 1992.  
Landbouw en broeikas effect – Een aanpak voor het beperken van de bijdrage van land- en tuinbouwbedrijven. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.
- Bleeker, P., 2002.  
Mondelinge mededeling. PPO, Lelystad.
- Bonny, S.  
Is agriculture using more and more energy? A French case study, *Agric. Systems* 43, 51-56.
- Brand, R.A. & A.G. Melman, 1993.  
Energie-inhoudnormen voor de veehouderij, deel 1 en 2. TNO Milieu en Energie, Apeldoorn.
- Bruijn, I., 2001.  
Informatiebrochure kennismarkten energie bloembollen. Stuurgroep Meerjarenafspraken Energie.
- Corré, W., 2002.  
Plant Research International, Wageningen. Schriftelijke mededeling.
- Dasselaar, A. & R. Pothoven, 1994.  
Energieverbruik in de Nederlandse landbouw: vergelijking van verschillende bemestingsstrategieën. NMI, Wageningen. 85 p.
- Denier van de Gon, H.A.C., 1989.  
De bijdrage van de bodem aan de Nederlandse N<sub>2</sub>O-productie. Rapportnr. 728803002.  
Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven.
- Dijk, W. van, 2002.  
Mondelinge mededeling. PPO, Lelystad.
- Ecofys, 2001.  
Informatiebrochure kennismarkten energie bloembollen. Stuurgroep Meerjarenafspraken Energie.
- Elderman *et al.*, 1994.  
Inventarisatie energiegebruik en besparingspotentieel bloembollensector. Landbouwschap en Novem.
- Gude, H. & M. Dijkema, 2001.  
Informatiebrochure kennismarkten energie bloembollen. Stuurgroep Meerjarenafspraken Energie.
- Gude, 2002.  
PPO-bloembollen, Lisse. Mondelinge mededeling.
- Gaillard, G., 1997.  
Umweltinventar der Landwirtschaftlichen Inputs im Pflanzenbau. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Tänikon TG.
- Hanegraaf, M.C., J.A.M. van Bergen, E.E. Biewinga & J. van Miltenburg, 1996.  
Ervaringen met de energiemeetlat veehouderij; cijfers, methodiek en rekenregels. Centrum voor Landbouw en Milieu, Utrecht.
- Loon, W. van *et al.*, 2001.  
Informatiebrochure kennismarkten energie bloembollen. Stuurgroep Meerjarenafspraken Energie.
- Melman *et al.*, 1994.  
Energie-inhoudnormen Akker- en tuinbouw, T.N.O.. Bewerkt door W. Sukkel, PPO-AGV, Lelystad.
- Praktijkgids Bemesting, 2000.  
NMI, Wageningen.

- Proc., C., 1986.  
Energieverbruik in de Nederlandse akkerbouw en veehouderij (1982). IVEM-rapport nr. 17. Interfacultaire Vakgroep Energie en Milieukunde, Rijksuniversiteit Groningen. 97 p.
- Snoek, A.J., 2003.  
PPO-bomen, Boskoop. Schriftelijke mededeling.
- Stokkers, R., 1998.  
Energieparameters voor de beoordeling van landbouwsystemen. PPO-AGV, Lelystad.
- Stout, B.A. (ed.), 1992a.  
Energy in World Agriculture. Volume 2: Helsel, Z.R. (ed.) Energy in plant nutrition and pest control. Elsevier, Amsterdam.
- Stout, B.A. (ed.), 1992b.  
Energy in World Agriculture. Volume 6: Fluck, R.C.(ed.) Energy in farm production. Elsevier, Amsterdam.
- Sukkel W., 2002.  
Berekening kengetallen voor de opkweek van plantmateriaal. Notitie. PPO-agv, Lelystad.
- Velthof, G.L., M.H. de Haan, R.L.M. Schils, G.J. Monteny, A. van den Pol-Dasselaar & P.J. Kuikman, 2000.  
Beperking van lachgasemissie uit bemeste landbouwgronden. Alterra-rapport 114.2, Wageningen.
- Velthof, G.L. & P.J. Kuikman, 2000.  
Beperking van lachgasemissie gewasresten. Alterra-rapport 114.3, Wageningen.
- Weijden, G.J.M. van der, 2003.  
DLV-bollen, Lisse. Schriftelijke mededeling.
- Wiersma, P., 2001.  
Informatiebrochure kennismarkten energie bloembollen. Stuurgroep Meerjarenafpraak Energie.
- Wild, H. de, 2001.  
Informatiebrochure kennismarkten energie bloembollen. Stuurgroep Meerjarenafpraak Energie.
- Zonneveld, E.A., 1991.  
Emissiefactoren van kooldioxide en CO<sub>2</sub>-uitwerp door het stoken van fossiele brandstoffen, 1975-1989. In: Kwartaalbericht milieu, jg. 1991, nr. 1, p. 25-26.

## Bijlage I.

# Telen met toekomst energie- en klimaatmeetlat

## Invulformulier akkerbouw/vollegrondsgroenteteelt

### Gegevens jaar 2002

#### Algemene gegevens

Naam:

Adres:

PC en Woonplaats:

Telefoon:

3. Gezinsgrootte. .... personen

4. Bouwjaar woonhuis. Jaar .....

5. Totaal elektriciteitsverbruik bedrijf (inclusief privéverbruik) ..... KWh

Indien bekend:

Wat is het privéverbruik? ..... KWh

Wat is het bedrijfsverbruik? ..... KWh

6. Totaal gasverbruik bedrijf (inclusief privéverbruik). ..... m<sup>3</sup>

Indien bekend:

Wat is het privéverbruik? ..... m<sup>3</sup>

Wat is het bedrijfsverbruik? ..... m<sup>3</sup>

7. Is er bewaring op het bedrijf aanwezig. Ja/nee\*)

Zo ja, kunt u aangeven hoeveel elektriciteit, gas en/of huisbrandolie hiervoor is verbruikt?

Elektriciteit	Kwh
Gas	m <sup>3</sup>
Huisbrandolie	liter

8. Totaal propaanverbruik bedrijf (berekenen volgens: totaal aankoop + beginvoorraad - eindvoorraad - privéverbruik).

Totaal aankoop ..... liter  
 Begin voorraad ..... liter +  
 Eind voorraad ..... liter -  
 Privé verbruik ..... liter -  
 Totaal propaanverbruik ..... liter

9. Totaal diesilverbruik bedrijf (berekenen volgens: totaal aankoop + beginvoorraad - eindvoorraad – privéverbruik).

Totaal aankoop	.....	liter
Begin voorraad	.....	liter +
Eind voorraad	.....	liter -
Privé verbruik	.....	liter -
Totaal diesilverbruik	.....	liter

10. Welke soorten (b.v. folie, potten, trays) plastic (lieft info over merk, type en fabrikant/leverancier) hebt u op uw bedrijf gebruikt en hoe lang (in jaren) gebruikt u dit.

Soort plastic	Merk/type/fabrikant/leverancier	Aantal	Eenheid (gewicht, rollen, stuks, etc.)	Gebruik (aantal jaar)

Wat zijn de totale kosten van het op het bedrijf verricht loonwerk. .... Euro

11. Indien u zelf loonwerk verricht heeft op ander bedrijven, hoeveel vergoedingen heeft u hiervoor ontvangen? .... Euro

## 11. Machinepark en gewicht machines.

	Type	Gewicht in kilogrammen (indien mogelijk)
tractoren (4-wiel aandrijving)	- - -	- - -
tractoren (2-wiel aandrijving)	- - -	- - -
andere rijdende werktuigen	- - - - -	- - - - -
bodembewerkingswerktuigen	- - - - -	- - - - -
overige werktuigen	- - - -	- - - -

Grootte van het bedrijf in hectare.

..... hectare

\*) Doorhalen wat niet van toepassing is.

## **Gegevens op perceelniveau**

Bouwplan van 2002 als bijlage toevoegen. Hierop perceelsnummers aangeven om de volgende vragen te kunnen beantwoorden.

Perceel wordt gedefinieerd als een oppervlakte-eenheid waarop in 2002 hetzelfde gewas heeft gestaan. Indien er in hetzelfde jaar meerdere gewassen op hetzelfde perceel zijn geteeld dienen de volgende vragen voor elk gewas op dit perceel beantwoord te worden.

Indien er in hetzelfde jaar hetzelfde gewas meerdere keren op hetzelfde perceel is geteeld hoeft het volgende formulier voor dit gewas maar één keer ingevuld te worden. De antwoorden op de volgende vragen dienen dan de som van de handelingen bij dit gewas te zijn.

**Per perceel zijn de volgende gegevens nodig:**

Perceelnummer, oppervlakte en gewas.

- |  |                      |                           |
|--|----------------------|---------------------------|
|  | Perceelnummer: ..... |                           |
|  | Oppervlakte: .....   | m <sup>2</sup>            |
|  | Gewas: .....         |                           |
| Aantal keren dat dit gewas is geteeld (indien van toepassing)                                      | .....                | keer                      |
| 1 Aantal kilo zaadgoed dat is gebruikt.  | .....                | kilo                      |
| 2 Hoeveelheid plantgoed dat is gebruikt in aantal planten.   | .....                | stuks                     |
| Indien bekend of van toepassing: komt het plantgoed uit onverwarmde of verwarmde kassen of buiten? |                      |                           |
| Onverwarmde kassen/verwarmde kassen/buiten*)   |                      |                           |
| 3 Aantal kuub drijfmest dat is gebruikt.   | .....                | m <sup>3</sup>            |
| N uit deze drijfmest   | .....                | kg                        |
| Indien bekend: wat is de transportafstand van deze mest?   | .....                | km                        |
| 4 Is deze drijfmest oppervlakkig of emissiearm toegediend.   | .....                | oppervlakkig/emissiearm*) |
| 5 Aantal kuub vaste mest dat is gebruikt.  | .....                | m <sup>3</sup>            |
| N uit deze vaste mest  | .....                | kg                        |
| Indien bekend: wat is de transportafstand van deze mest?   | .....                | km                        |
| 6 Aantal kuub compost dat is gebruikt.   | .....                | m <sup>3</sup>            |
| N uit deze vaste mest  | .....                | kg                        |
| Indien bekend: wat is de transportafstand van deze mest?   | .....                | km                        |
| 7. Aantal keer dat is er kunstmest gestrooid.  | .....                | keer                      |





16. Is er een vlinderbloemige als wintergewas/vanggewas gezaaid? .....ja/nee\*)  
 Zo ja, welke? Soort: .....
17. Is er beregening toegepast? ..... ja/nee\*)  
 Zo ja, is dit met een elektrische pomp of met een tractor gebeurd?  
 Elektrische pomp/tractor\*)  
 Hoeveel kuub water/mm betrof dit (invullen wat van toepassing is)? .....m<sup>3</sup>..... mm
18. Is branden toegepast? ..... ja/nee\*)  
 Zo ja: tegen onkruid of voor loofdoding aardappels? onkruid/loofdoding aardappels\*)

\*) Doorhalen wat niet van toepassing is.



## Bijlage II.

# Telen met toekomst energie- en klimaatmeetlat

### Invulformulier bollenteelt

#### Gegevens jaar 2002

##### Algemene gegevens

Naam:

Adres:

PC en Woonplaats:

Telefoon:

Gezinsgrootte: ..... personen  
1. Bouwjaar woonhuis. Jaar:.....

Totaal elektriciteitsverbruik bedrijf (inclusief privéverbruik) ..... KWh

Indien bekend:

Wat is het privéverbruik? ..... KWh

Wat is het bedrijfsverbruik? ..... KWh

2. Totaal gasverbruik bedrijf (inclusief privéverbruik). ..... m<sup>3</sup>

Indien bekend:

Wat is het privéverbruik? ..... m<sup>3</sup>

Wat is het bedrijfsverbruik? ..... m<sup>3</sup>

3. Is er bewaring op het bedrijf aanwezig. .... Ja/nee<sup>\*)</sup>

Zo ja, kunt u aangeven hoeveel elektriciteit, gas en/of huisbrandolie hiervoor is verbruikt?

Elektriciteit	..... Kwh
Gas	.....m <sup>3</sup>
Huisbrandolie	..... liter

4. Totaal propaanverbruik bedrijf (berekenen volgens: totaal aankoop + beginvoorraad - eindvoorraad -privéverbruik).

Totaal aankoop ..... liter  
Begin voorraad ..... liter +  
Eind voorraad ..... liter -  
Privé verbruik ..... liter -  
Totaal propaanverbruik ..... liter

5. Totaal dieselverbruik bedrijf (berekenen volgens: totaal aankoop + beginvoorraad - eindvoorraad – privéverbruik).

Totaal aankoop	.....	liter	
Begin voorraad	.....	liter	+
Eind voorraad	.....	liter	-
Privé verbruik	.....	liter	-
Totaal dieselverbruik	.....	liter	

6. Welke soorten (b.v. folie, potten, trays) plastic (lieft info over merk, type en fabrikant) hebt u op uw bedrijf gebruikt en hoe lang (in jaren) gebruikt u dit.

Soort plastic	Merk/type/fabrikant /leverancier	Aantal	Eenheid (gewicht, rollen, stuks, etc.)	Gebruik (aantal jaar)

Wat zijn de totale kosten van het op het bedrijf verricht loonwerk. .... Euro

7. Indien u zelf loonwerk verricht heeft op ander bedrijven, hoeveel vergoedingen heeft u hiervoor ontvangen? .... Euro

## 8. Machinepark en gewicht machines.

	Type	Gewicht in kilogrammen (indien mogelijk)
tractoren (4-wiel aandrijving)	- - -	- - -
tractoren (2-wiel aandrijving)	- - -	- - -
andere rijdende werktuigen	- - - -	- - - -
bodembewerkingswerktuigen	- - - -	- - - -
overige werktuigen	- - - -	- - - -
kookinstallatie	-	-
ontsmettingsbad	-	-
stofafzuig	-	-

9. Bewaring

Aantal cellen.....

Gegevens over de cellen

	Inhoud (m <sup>3</sup> )	Koelen	Vriezen	Ventilatiecapaciteit
Cel 1		Ja/nee *)	Ja/nee *)	
Cel 2		Ja/nee *)	Ja/nee *)	
Cel 3		Ja/nee *)	Ja/nee *)	
Cel 4		Ja/nee *)	Ja/nee *)	
Cel 5		Ja/nee *)	Ja/nee *)	

Grootte van het bedrijf in hectare.

.....hectare

\*) Doorhalen wat niet van toepassing is.

### Gegevens op perceelniveau

Bouwplan van 2002 als bijlage toevoegen. Hierop perceelsnummers aangeven om de volgende vragen te kunnen beantwoorden

Perceel wordt gedefinieerd als een oppervlakte-eenheid waarop in 2002 hetzelfde gewas heeft gestaan. Indien er in hetzelfde jaar meerdere gewassen op hetzelfde perceel zijn geteeld dienen de volgende vragen voor elk gewas op dit perceel beantwoord te worden. Indien er één gewas over meerder jaren wordt geteeld dienen de volgende vragen voor dit gewas te worden beantwoord.

Indien er in hetzelfde jaar hetzelfde gewas meerdere keren op hetzelfde perceel is geteeld hoeft het volgende formulier voor dit gewas maar één keer ingevuld te worden. De antwoorden op de volgende vragen dienen dan de som van de handelingen bij dit gewas te zijn.

**Per perceel zijn de volgende gegevens nodig:**

1. Perceelnummer, oppervlakte en gewas. Perceelnummer: .....  
 Oppervlakte ..... m<sup>2</sup>  
 Gewas:.....
2. Aantal keren dat dit gewas is geteeld (indien van toepassing) ..... keer
4. Aantal kilo zaadgoed dat is gebruikt. .... kilo
5. Hoeveelheid kilo/ stuks plantgoed is gebruikt? .....kilo / .....stuks  
 Indien bekend of van toepassing: komt het plantgoed uit onverwarmde of verwarmde kassen?  
 Onverwarmde kassen/verwarmde kassen/buiten\*)
6. Aantal kuub drijfmest dat is gebruikt. ....m<sup>3</sup>  
 N uit deze drijfmest .....kg  
 Indien bekend: wat is de transportafstand van deze mest? .....km
7. Is deze drijfmest oppervlakkig of emissiearm toegediend. oppervlakkig/emissiearm\*)
8. Aantal kuub vaste mest dat is gebruikt. ....m<sup>3</sup>  
 N uit deze vaste mest .....kg  
 Indien bekend: wat is de transportafstand van deze mest? .....km
9. Aantal kuub compost dat is gebruikt. ....m<sup>3</sup>  
 N uit deze vaste mest .....kg  
 Indien bekend: wat is de transportafstand van deze mest? .....km
10. Aantal keer dat is er kunstmest gestrooid. ....keer
11. Welke soorten en welke hoeveelheden per soort (in kg) kunstmest is gebruikt.

Soort kunstmest	Aantal kilogram N	Aantal kilogram P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Aantal kilogram K <sub>2</sub> O	Totale hoeveelheid (kg)



II - 6

- 12. Hoe vaak is er geploegd? ..... keer
- 13. Hoe vaak is er diepgeploegd? ..... keer
- 14. Is er stro opgebracht? ..... Ja/nee \*)
- 15. Is er stro afgehaald? ..... Ja/nee \*)
- 16. Is er gehakseld? ..... Ja/nee \*)
- 17. Is er gekopt? ..... Ja/nee \*)
- 18. Hoe vaak is er gefreesd? ..... keer
- 19. Hoe vaak is er geëgd? ..... keer
- 20. Hoe vaak is er geschoffeld? ..... keer
- 21. Hoe vaak is er chemisch bestrijding toegepast. Hoeveel keer was hiervan onkruidbestrijding.

Aantal keer chemische bestrijding (inclusief bolontsmetting, grondbehandelingsmiddelen, middelen tijdens de bewaring en minerale olie):  
 ..... keer

Hiervan was ..... keer onkruidbestrijding

Welke bestrijdingsmiddelen en hoeveel kilo van deze bestrijdingsmiddelen zijn gebruikt?

Soort bestrijdingsmiddel	Aantal kilo middel

- 22. Zijn er vlinderbloemigen als wintergewas/vanggewas gezaaid? .....ja/nee\*)  
 Zo ja, welke? Soort:.....

23. Is er berekening toegepast? ..... ja/nee\*)  
 Zo ja, is dit met een elektrische pomp of met een tractor gebeurd? Elektrische pomp/tractor\*)  
 Hoeveel kuub water/mm betrof dit (invullen wat van toepassing is)? .....m<sup>3</sup>/.....mm
24. Is er geïnundeerd? ..... ja/nee\*)  
 Zo ja, is dit met een elektrische pomp of met een tractor gebeurd? Elektrische pomp/tractor\*)  
 Hoeveel kuub water/mm betrof dit (invullen wat van toepassing is)? .....m<sup>3</sup>/.....mm
25. Is er gefertigeerd? ..... ja/nee\*)  
 Zo ja, is dit met een elektrische pomp of met een tractor gebeurd? Elektrische pomp/tractor\*)  
 Hoeveel kuub water/mm betrof dit (invullen wat van toepassing is)? .....m<sup>3</sup>/.....mm
26. Hoe vaak is er gebrand? .....keer
27. Opbrengst in tonnen en hoeveelheid plantgoed en leverbaar.

Opbrengst (ton of m <sup>3</sup> )	Waarvan plantgoed (liter/ton)	Waarvan leverbaar (stuks)
.....ton	.....liter	.....stuks
.....m <sup>3</sup>	.....ton	

- Zijn deze bollen in de buitenlucht of met verwarmde lucht gedroogd? buitenlucht/  
 verwarmde lucht\*)
- Waarin is bewaard (palletkisten of gaasbakken)? palletkisten/gaasbakken\*)
- Wat was de ventilatievoud tijdens de bewaring? .....m<sup>3</sup> lucht/m<sup>3</sup> bollen/uur

\*) Doorhalen wat niet van toepassing is.



## Bijlage III.

# Telen met toekomst energie- en klimaatmeetlat

### Invulformulier boomteelt

#### Gegevens jaar 2002

##### Algemene gegevens

Naam:

Adres:

PC en Woonplaats:

Telefoon:

1. Gezinsgrootte. ....personen

2. Bouwjaar woonhuis. ....jaar.....

3. Totaal elektriciteitsverbruik bedrijf (inclusief privéverbruik) .....

Indien bekend:

Wat is het privéverbruik? .....KWh

Wat is het bedrijfsverbruik? .....KWh

4. Totaal gasverbruik bedrijf (inclusief privéverbruik). ....m<sup>3</sup>

Indien bekend:

Wat is het privéverbruik? .....m<sup>3</sup>

Wat is het bedrijfsverbruik? .....m<sup>3</sup>

5. Is er bewaring op het bedrijf aanwezig. Ja/nee\*)

Zo ja, kunt u aangeven hoeveel elektriciteit, gas en/of huisbrandolie hiervoor is verbruikt?

Elektriciteit	Kwh
Gas	m <sup>3</sup>
Huisbrandolie	liter

6. Totaal propaanverbruik bedrijf (berekenen volgens: totaal aankoop + beginvoorraad - eindvoorraad -privéverbruik).

Totaal aankoop .....liter

Begin voorraad .....liter +

Eind voorraad .....liter -

Privé verbruik .....liter -

Totaal propaanverbruik .....liter

7. Totaal dieselverbruik bedrijf (berekenen volgens: totaal aankoop + beginvoorraad - eindvoorraad – privéverbruik).

Totaal aankoop .....liter  
 voorraad .....liter +  
 Eind voorraad .....liter -  
 Privé verbruik .....liter -  
 Totaal propaanverbruik .....liter

8. Welke soorten (b.v. folie, potten, trays) plastic (lieft info over merk, type en fabrikant) hebt u op uw bedrijf gebruikt en hoe lang (in jaren) gebruikt u dit.

Soort plastic	Merk/type/fabrikant / leverancier	Aantal	Eenheid (gewicht, rollen, stuks, etc.)	Gebruik (aantal jaar)

Wat zijn de totale kosten van het op het bedrijf verricht loonwerk. ....Euro

9. Indien u zelf loonwerk verricht heeft op ander bedrijven, hoeveel vergoedingen heeft u hiervoor ontvangen? ....Euro

## 10. Machinepark en gewicht machines.

	Type	Gewicht in kilogrammen (indien mogelijk)
tractoren (4-wiel aandrijving)	- - -	- - -
tractoren (2-wiel aandrijving)	- - -	- - -
andere rijdende werktuigen	- - - - -	- - - - -
bodembewerkingswerktuigen	- - - - - -	- - - - - -
overige werktuigen	- - - -	- - - -

12. Welke fungiciden (schimmelbestrijding) en insecticiden (insectbestrijding) en hoeveel kilo van deze bestrijdingsmiddelen zijn gebruikt?

Soort bestrijdingsmiddel (fungiciden en insecticiden)	Aantal kilo middel

13. Grootte van het bedrijf in hectare. ....hectare

\*) Doorhalen wat niet van toepassing is.

## Gegevens op perceelniveau

Bouwplan van 2002 als bijlage toevoegen. Hierop perceelsnummers aangeven om de volgende vragen te kunnen beantwoorden.

Perceel wordt gedefinieerd als een oppervlakte-eenheid waarop in 2002 hetzelfde gewas heeft gestaan. Indien er in hetzelfde jaar meerdere gewassen op hetzelfde perceel zijn geteeld dienen de volgende vragen voor elk gewas op dit perceel beantwoord te worden. Indien er één gewas over meerder jaren wordt geteeld dienen de volgende vragen voor dit gewas te worden beantwoord.

Indien er in hetzelfde jaar hetzelfde gewas meerdere keren op hetzelfde perceel is geteeld hoeft het volgende formulier voor dit gewas maar één keer ingevuld te worden. De antwoorden op de volgende vragen dienen dan de som van de handelingen bij dit gewas te zijn.

**Per perceel zijn de volgende gegevens nodig:**

1. Perceelnummer, oppervlakte en gewas. Perceelnummer:.....

Oppervlakte:.....m<sup>2</sup>

Gewas:.....

2. Aantal keren dat dit gewas is geteeld (indien van toepassing) .....keer

3. Indien het gewas over meerdere jaren wordt geteeld, over hoeveel jaar wordt dit gewas dan geteeld? ..... jaar

4. Aantal kilo zaadgoed dat is gebruikt. .... kilo

5. Hoeveelheid kilo/ stuks plantgoed is gebruikt? .....kilo/ .....stuks

Welke mechanische handelingen zijn verricht tijdens de opkweek van dit plantgoed?

Handelingen:.....

.....

Indien bekend of van toepassing: komt het plantgoed uit onverwarmde of verwarmde kassen of van buiten?

Onverwarmde kassen/verwarmde kassen/buiten\*)

6. Aantal kuub drijfmest dat is gebruikt ..... m<sup>3</sup>

N uit deze drijfmest ..... kg

Indien bekend: wat is de transportafstand van deze mest? ..... km

7. Is deze drijfmest oppervlakkig of emissiearm toegediend. oppervlakkig/emissiearm\*)

8. Aantal kuub vaste mest dat is gebruikt ..... m<sup>3</sup>

N uit deze vaste mest ..... kg

Indien bekend: wat is de transportafstand van deze mest? ..... km

9. Aantal kuub compost dat is gebruikt ..... m<sup>3</sup>

N uit deze vaste mest ..... kg

Indien bekend: wat is de transportafstand van deze mest? ..... km

10. Aantal keer dat is er kunstmest gestrooid ..... keer



11. Welke soorten en welke hoeveelheden per soort (in kg) kunstmest is gebruikt.

Soort kunstmest	Aantal kilogram N	Aantal kilogram P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Aantal kilogram K <sub>2</sub> O	Totale hoeveelheid (kg)

12. Hoe vaak is er geploegd? ..... keer

13. Hoe vaak is er gefreesd? ..... keer

14. Hoe vaak is er geëgd? ..... keer

15. Hoe vaak is er geschoffeld? ..... keer

16. Hoe vaak hebt u onkruidbestrijding toegepast? ..... keer

Welke bestrijdingsmiddelen en hoeveel kilo van deze bestrijdingsmiddelen zijn voor de onkruidbestrijding gebruikt?

Soort bestrijdingsmiddel	Aantal kilo middel

17. Zijn er vlinderbloemigen als wintergewas/vanggewas gezaaid? ..... ja/nee<sup>\*)</sup>

Zo ja, welke? Soort: .....

18. Is er berekening toegepast? ..... ja/nee\*)  
 Zo ja, is dit met een elektrische pomp of met een tractor gebeurd? Elektrische pomp/tractor\*)  
 Hoeveel kuub water/mm betrof dit (invullen wat van toepassing is)?.....m<sup>3</sup>/.....mm
19. Is branden toegepast? .....ja/nee\*)  
 Zo ja, hoe vaak is er gebrand? .....keer

\*) Doorhalen wat niet van toepassing is.



## Bijlage IV.

### Toelichting op Energie- en pieklast- besparende opties op teelt bedrijven

*Bijlage IV.*

Algemeen	%	Piek	Omschrijving
Registratie	0,5	Ja	Door zelf te registreren wordt zichtbaar hoe en wanneer er energie wordt afgenomen. Daarmee kunnen ook pieken in kaart worden gebracht die van invloed zijn op de prijs van energie in de geliberaliseerde energiemarkt.
Onderhoudscontract verwarming	2	Ja	Regelmatig onderhoud op het bedrijf vermindert het energieverbruik, maar daarnaast ook de kans op storingen.
Onderhoudscontract koeling	2	Ja	Regelmatig onderhoud op het bedrijf vermindert het energieverbruik, maar daarnaast ook de kans op storingen.
Ketel/koeling uit buiten het seizoen	1	Nee	Om het systeem op temperatuur te houden is energie nodig. Door de ketel/koelmachine uit te zetten wordt op die kosten bespaard. Zorg wel dat pompen zo af en toe worden ingeschakeld, zodat deze niet vast komen te staan.
Klimaatcomputer aanschaffen	10	Ja	Een computer is beter in staat om de temperatuur te regelen en bijvoorbeeld droogcondities te bepalen dan handmatige systemen. Met een juiste instelling worden de condities voor het product verbeterd, met een daarop afgestemde hoeveelheid energie.
Instellingen klimaatcomputer controleren	5	Ja	Vaak blijkt dat bollenbedrijven de instellingen van de computer niet of nauwelijks aanpassen aan de omstandigheden. Als er al aanpassingen gedaan worden is het meestal de temperatuur. Door regelmatig de instellingen door te lopen komen 'vreemde' zaken veel sneller aan het licht. Te denken valt hier bv aan de maximum en minimum luchtklepstand. Deze kunnen invloed hebben op het totale energieverbruik (en soms de verbruikspiek), maar nog belangrijker is de invloed op de kwaliteit van het product
Piekshaving via computer	1	Ja	Door de computer ventilatoren en/of de koelmachine te laten sturen zodat deze niet gelijktijdig aan gaan, kan een piekbelasting worden voorkomen. Zo kan met een lagere aansluiting worden volstaan.
Toepassing WKK:	5	Nee	Met een WKK-installatie wordt zowel warmte als stroom geproduceerd. Indien naast warmte ook veel stroom verbruikt wordt op uw bedrijf, is een WKK wellicht interessant. Laat doorrekenen of een WKK-installatie in eigen beheer rendabel is.

*Bijlage IV. (vervolg)*

Algemeen	%	Piek	Omschrijving
Benutting WKK	1	Ja	Probeer het aantal draaiuren zo hoog mogelijk te houden. Zaken die invloed hebben op het aantal draaiuren zijn bijvoorbeeld: de capaciteit van de installatie, wel of geen warmteopslagtank, aansluiting van de installatie op het gewone elektriciteitsnet en storingsgevoeligheid van de installatie.
Cos-Phi batterij	1	Ja	Een Cos-Phi batterij zorgt ervoor dat het bedrijf minder blindstroom heeft. Dit scheelt in maximale afname, en dus in contractcapaciteit.
Werkruimte Isolatie verbeteren	5	Nee	Door de isolatie van de werkruimte te verbeteren, is minder energie nodig om de ruimte te verwarmen en kunnen koude hoeken worden voorkomen. Dit vermindert niet alleen het energieverbruik, maar verbetert tevens de arbeidsomstandigheden.
Ventilator in de nok	3	Nee	Een ventilator in de nok brengt de warmte naar beneden, zodat minder energie nodig is
Apparatuur uit bij pauze/niet gebruik	5	Nee	Machinelijnen nemen veel stroom, door ze in pauzes uit te schakelen zijn kWh te besparen.
Verlichting op aanwezigheidsdetectie	15	Nee	Met bewegingsmelders kan een lamp zichzelf inschakelen, zo vergeet u het licht niet uit te doen.
Schakeling v.d. verlichting in secties	1	Nee	Deel een werkruimte in meerdere groepen op, zodat alleen die plaatsen worden verlicht waar licht nodig is. Tevens is een scheiding aan te brengen tussen looplicht en werklucht.
Reflectoren verlichting	1	Nee	Door toepassing van spiegelreflectoren neemt de lichtopbrengst met 50% toe. Drie enkele TL-lampen geven hierdoor dezelfde lichtopbrengst als twee standaard dubbele TL-armaturen. Dit betekent een energiebesparing van ca. 30% bij vervanging van bestaande TL-armaturen. In bestaande situaties bij TL zonder reflector kunnen witte reflectoren (bestaande uit 2 halve) worden aangebracht.
Schoonmaken reflectoren	1	Nee	Maak de reflectoren van de verlichtingslijn eenmaal per jaar schoon.
Hoogfrequent verlichting	1	Nee	Door TL-armaturen toe te passen met hoogfrequent voorschakelapparaat kan zo'n 20% op dat gedeelte van de verlichting worden bespaard. Bijkomend voordeel is dat de verlichting veel rustiger is, uitermate geschikt dus voor leesbanden, uitzoeken bij lelies e.d.
Toerenregeling afzuiginstallatie	5	Ja	Met frequentieregelaars kan het toerental van de ventilatoren traploos worden aangepast. Bij afzuiginstallaties kan dat alleen als er 2 (of meer) secties zijn, omdat er een minimale luchtsnelheid in het afzuigkanaal vereist is.

*Bijlage IV. (vervolg)*

Algemeen	%	Piek	Omschrijving
Tochtsluizen / snelloopdeuren	5	Nee	Het gebruik van tochtsluis/snelloopdeur heeft een prettiger werkklimaat tot gevolg en zorgt voor minder energieverlies naar ongewenste ruimtes.
Vloerverwarming werkruimte	10	Nee	Als de werkruimte in de winter ook wordt gebruikt is de meest zuinige verwarming vloerverwarming, zeker als dit op de plek ligt waar gewerkt wordt. Een warme vloer is aangenaam, de luchttemperatuur kan zo'n 5 graden C omlaag en de lage watertemperatuur zorgt voor een hoger ketelrendement.
Kookketel isoleren	10	Nee	Deze vorm van besparing levert relatief weinig op, maar er zijn meer voordelen. Door het isoleren gaat er minder warmte verloren en dit verdient zich terug in een snellere opwarming. De tijdsduur van het koken kan hierdoor aanzienlijk worden verkort, hetgeen zowel energie bespaart als de kwaliteit van het product ten goede komt. Haal de isolatie, indien los, er na het seizoen af. Het bleek dat in een aantal gevallen er (regen)water of condens achter de isolatie kwam, waardoor de ketel versneld roestte en dat is ook niet de bedoeling.
Bewaring			
1-laags bewaring	5	Nee	De verdeling van de lucht bij systemen met 1-laags-beluchting is beter, dan 2-laags-beluchting. Om met minder lucht te kunnen circuleren, voldoet een systeem met 1-laags-beluchting beter.
Nette stapeling kisten / vloer / kistmaat	5	Nee	De stapeling van de kisten is belangrijk i.v.m. lekverliezen. Zorg voor een vlakke vloer met een wand die daar in een hoek van 90 graden op staat. Zorg ook voor een gelijke kistmaat, zodat daardoor ook geen lekverliezen ontstaan.
Onderhoud kisten	5	Nee	Repareer kisten met kapotte randen, ingereden zijanten etc. dit voorkomt lekverliezen.
Kisten bovenlaag afdekken	5	Nee	Uit onderzoek naar de luchtverdeling van bewaarwanden blijkt dat de bovenlaag naar verhouding de meeste lucht krijgt. Door het afdekken van de bovenste laag met een dichte pallet, is de extra luchtdoorlaat van de bovenste kisten te beperken en is de luchtverdeling gelijkmatiger.
Afgeschuinde lucht'inlaat' (IMAG-DLV)	3	Ja	Uit onderzoek naar het drogen van bollen door IMAG-DLV blijkt dat de kisten bij de wand meer lucht kunnen krijgen door het voorzetstuk aan de binnenkant af te schuiven. Hierdoor 'glijdt' de lucht beter in de pallet en komt 'insnoering' veel minder voor.

## Bijlage IV. (vervolg)

Algemeen	%	Piek	Omschrijving
Afgeschuinde balk palletkist (IMAG-DLV)	3	Ja	Uit onderzoek naar het drogen van bollen door IMAG-DLV blijkt dat, door de hoekplank in de kist te vervangen door een afgeschuinde balk, de 'schaduwwerking' van de lucht boven de plank voor een groot deel is te vermijden. Uitgaande van de minimum luchtsnelheid in de bestaande situatie zou (theoretisch) met 40% minder lucht kunnen worden volstaan. Praktijkmetingen moeten hierover uitsluitsel geven, omdat de resultaten nu zijn verkregen uit een computermodel.
Diepte stapeling	2	Ja	Zorg dat de stapeling bij 1-laags kisten niet dieper is dan 9 kisten, en voor 2-laags niet dieper dan 6 kisten. Wordt dieper gestapeld, gaat dit ten koste van de bewaarcondities. Met de plaatsing van de kisten op bolmaten is ook de luchtverdeling te sturen. Zet dikke maten dicht bij de wand, en de kleine maten bovenop.
Verwijderen zure tulpenbollen	5	Nee	Besparing 0-25%: de maximale besparing is haalbaar als partijen met zuur worden uitgezocht en waar de ventilatiehoeveelheid wordt aangepast aan het (geschatte) restpercentage zuur (de norm geldt voor 5% zuur in de gehele cel). Door handmatig of automatisch de zure tulpen te verwijderen kan de ventilatiehoeveelheid sterk teruggebracht worden. Er loopt momenteel een toelatingsaanvraag voor het middel EB01 (op de markt te brengen door Pokon-Chrysal), dat de tulp gedurende 2 weken ongevoelig maakt voor ethyleen. Hiermee zou de ventilatie hoeveelheid verminderd kunnen worden.
Frequentie regelaar ventilator	15	Ja	Met frequentieregelaars kan het toerental van de ventilatoren traploos worden aangepast. Verlaging van het toerental met 10% laat in de praktijk slechts een beperkte afname van de luchthoeveelheid zien, terwijl het opgenomen vermogen in dat geval al met 25% daalt. Als bollen droog zijn en geschoond, kan het toerental vaak tot 50% dalen. Dit geeft dan een energiebesparing van ruim 80%. Zowel de drukwand- als de inblaasventilator(en) kunnen worden geregeld. Er worden ook besparingen behaald in de schakelkast (minder relais e.d.), waardoor bij nieuwbouw de netto-investering niet veel hoger hoeft te zijn.
Tweetoeren ventilator	15	Ja	Met 2-toeren-motoren kan het toerental van de ventilatoren standaard worden verlaagd van 1.500 naar 1.000 of 750 rpm. Eventueel kan periodiek (bijvoorbeeld elke nacht) de ventilator op hoog toeren draaien. Verlaging van het toerental naar 1.000 rpm betekent een afname van lucht-opbrengst met ca. 30%, terwijl het opgenomen vermogen met 60% daalt. Als bollen droog zijn en geschoond, mag het toerental met 25 tot meer dan 50% dalen. Dit moet per situatie worden beoordeeld. Een en ander is afhankelijk van ventilatortype, hoeveelheid kisten en soort product.

*Bijlage IV. (vervolg)*

Algemeen	%	Piek	Omschrijving
Ventilator op tijdklok	7	Nee	Een tijdklok op de ventilator is de meest makkelijke manier om energie te besparen. Bijvoorbeeld 15 min aan, 15 min uit zorgt voor $\pm$ 45% energiebesparing. Er zijn echter periodes dat de bollen zonder lucht staan.
Schoonmaken ventilatorbladen	1	Nee	Smerige ventilatorbladen geven minder lucht. Maak daarom de bladen jaarlijks schoon met een industriële vetoplosser bijv P506 van Pen Chemie uit Wognum of bij Sintmaartensdijk uit Lisse, Hierdoor komt o.a. Actellic makkelijk los van de bladen.
Stortkegel voorkomen	0,5	Nee	Voorkom door het gebruik van een automatische kistenvuller en/of door het afzuigen van de vellen dat er geen stortpit in de kist komt. Een egaal verdeelde kist, heeft een betere luchtdoorstroming, en kan met minder lucht toe.
Deficit-drogen	10	Nee	Als een product niet meer dan 5 gram vocht per m <sup>3</sup> lucht afgeeft, kun je wel meer willen afvoeren, maar dat heeft geen nut. Pas de droogsnelheid dus aan, aan de vochtafgifte van het product.
Temperatuur integratie	15	Nee	Door niet constant dezelfde temperatuur aan te houden, maar een gemiddelde temperatuur over een (aantal) dag(en), is energie te besparen. De invloed op de kwaliteit van de diverse bolgewassen is nog niet bekend.
Ketelhuis Nieuwe ketel (ketelrendement)	10	Ja	Toepassing van een HR-ketel is vooral interessant bij de broeierij en bij nieuwbouw als er een vloerverwarmings-systeem wordt aangelegd. Voor gebruik in cellen is dit meestal niet interessant doordat een hoge watertemperatuur nodig is. Dan is een VR-ketel economisch de beste keus
Isolatie ketel/leidingen e.d.	5	Nee	Vrij veel warmte gaat verloren doordat de ketel(s), leidingen en appendages niet of slecht zijn geïsoleerd. Het aanbrengen van (extra) isolatie kan vrij simpel (al zijn het maar oude kranten) en verdient zichzelf makkelijk terug, zeker bij zelf aanbrengen. Ook de pompen kunnen geïsoleerd worden, vaak volstaat het laten zitten van de isolatie waarin ze aankwamen. Let wel op: het motorgedeelte mag niet geïsoleerd worden, die wordt dan te heet en kan doorbranden.
Rookgascondensor / koeler	8	Ja	Met de rookgassen verdwijnt nog een vrij veel warmte via de schoorsteen naar buiten. Door nu deze rookgassen verder terug te koelen dmv een rookgaskoeler kan een groot deel van deze warmte teruggewonnen worden. Als de rookgassen tot beneden ca. 57 °C worden gekoeld zal de waterdamp hieruit condenseren. Zo'n koeler noemen we dan ook een rookgascondensor, meestal zit deze dan ook op een apart net (laagwaardig net bv vloerverwarming) aangesloten om een lage watertemperatuur te verkrijgen.



*Bijlage IV. (vervolg)*

Algemeen	%	Piek	Omschrijving
Retarders in vlampijpen	3	Ja	Bij vlampijpketels gaan de rookgassen na de vuurhaard door vlampijpen, om de warmte over te dragen aan het cv-water. Bij een hoge schoorsteentemperatuur (boven ca. 150 graden C) kan het rendement verhoogd worden door het aanbrengen van retarders, spiraalvormig gebogen metaalplaat, in de vlampijpen. Deze retarders zorgen voor een extra werveling van de rookgassen en daarmee voor een betere warmteoverdracht. Dit is een goedkope manier om het rendement te verhogen. Wel kan het noodzakelijk zijn om de brander opnieuw af te laten stellen, want de retarders verhogen de rookgaszijdige weerstand van de ketel. Aanbrengen kan dus het beste tijdens het onderhoud.
Stookrapport controleren:	2	Ja	Ketels met een vermogen boven 130 kW moeten 1x per jaar een periodiek onderhoud ondergaan. Hier wordt een rapport van gemaakt door de monteur. Op dit rapport staan de resultaten van de metingen, waaronder ook de rookgas-temperatuur en het rendement. Door deze cijfers te vergelijken met die van voorgaande jaren wordt een beeld gekregen van de toestand van de installatie. Bij een (sterke) afname van het rendement moet de brander tevens opnieuw afgesteld worden. Dit onderhoud is verplicht. De kosten van het onderhoud verdienen zichzelf terug, door het opnieuw afstellen en dus een hoger rendement.
Ketelwater temperatuur	2	Ja	Hoe lager de temperatuur van het ketelwater, hoe beter de verbrandingsgassen worden afgekoeld en hoe hoger het rendement van de ketel. De watertemperatuur kan automatisch worden geregeld op een zo laag mogelijk temperatuur door een weersafhankelijk regelaar of door de computer. Dit is uiteraard zuiniger dan wanneer de ketel handmatig op (bijna altijd) 90 graden C staat afgesteld.
Hoog-laag-brander ketel	1	Ja	Door de afstelling van de brander te wijzigen kan, bij geringe warmtevraag, worden bespaard op elektra (wel minder dan bij frequentieregeling). Doordat de ketel langer brandt op een lagere belasting zal ook het rendement daardoor iets toenemen.
Pompschakeling	1	Nee	Door het toepassen van tijdschakelklok(ken) kan energie bespaard worden. Hierdoor wordt voorkomen dat de pompen staan ingeschakeld als er geen behoefte (aan) is.
Toerenregeling pomp	1	Nee	Bij geringe warmtevraag kan soms met een geringere watercirculatie worden volstaan, dus minder elektra. Voorwaarde hierbij is dat de diverse cellen een eigen kleine circulatiepomp hebben om de heater goed te vullen (meng-injectie-systeem). Dit is toepasbaar bij vervanging van de pomp en regeling door bv een computer.

## Bijlage IV. (vervolg)

Algemeen	%	Piek	Omschrijving
Frequentieregeling op brander	2	Ja	Normaliter wordt de luchthoeveelheid van een (modulerende) voorzetbrander geregeld met een luchtklep. Bij lagere standen loopt gelijktijdig met de gasklep ook de luchtklep dicht middels een gekoppeld stangenstelsel. De ventilator staat dan te blazen tegen een deels afgesloten klep en dit vreet energie. Een traploos regelbare ventilator middels een frequentieregelaar bespaart in die situatie veel energie (globaal de derde macht van het toerental). Extra zinvol, omdat het aantal draaiuren in vollast maar beperkt is. Met de nieuwe gaswet, waarbij het piekverbruik van belang is, kan bovendien de maximale branderstand beperkt worden, zodat ook daarvoor een lager contract kan worden afgesloten.
Koelinstallatie			
Schoonhouden lamellen en ventilatoren	2	Nee	Houd de ventilatorbladen en lamellen van zowel de condensators als de verdamperen schoon. In cellen waar met Actellic wordt gewerkt zit vaak veel vervuiling op de lamellen en ventilatorbladen. Gebruik bijvoorbeeld P506 van Penn Chemie in Wognum voor een goed resultaat.
Verlaging condensatietemperatuur	5	Nee	In de zomer heeft de koelinstallatie bij warm weer een hoge condensatietemperatuur die kan oplopen tot 50 °C of hoger. Door deze terug te brengen naar bv 40 °C neemt de energie-efficiency met 20% toe. Bovendien levert de installatie meer capaciteit bij een lagere condensatietemperatuur. In de zomer de condensor dus extra koelen met water. Kies bij een nieuwe installatie voor een grotere condensor.
Isoleren van de koelleidingen	1	Nee	De vloeistofleiding van de koelinstallatie moet goed geïsoleerd te zijn, teneinde warmteopname door de vloeistof en daarmee een lager rendement te voorkomen. Ook de zuigleiding moet goed geïsoleerd te zijn, teneinde condensatie cq ijsvorming op de leiding te voorkomen. De isolatie dient ononderbroken te zijn aangebracht, dit geldt ook voor de appendages.
Isoleren van de koudebruggen	2	Nee	Doordat delen van de constructie, met name stalen spanten en kolommen, soms door de cellen heen zijn aangebracht, ontstaan zogenaamde koudebruggen. Door hier te isoleren wordt onnodige warmte-instraling voorkomen in de koelcel. Daar waar (stalen) spanten door de celisolatie naar buiten komen, moet over een afstand van ca.150 cm het spant aan de buitenkant geïsoleerd worden met een dampdichte isolatie, om condensatie en/of ijsvorming te voorkomen.
Vernieuwen koelinstallatie	5	Nee	Interessant bij oude installaties in een buitenopstelling. Ook indien het koelmiddel op de 'verboden' lijst staat (R12) is vernieuwen te overwegen. Het middel R22 is inmiddels ook verboden in nieuwe installaties.

*Bijlage IV. (vervolg)*

Algemeen	%	Piek	Omschrijving
Frequentieregeling compressoren	2	Nee	In het algemeen geldt dat verlaging van toerental van de compressor leidt tot een hogere energie-efficiënte (COP). Verlaging van 1400 rpm naar 1000 rpm betekent een rendementsverbetering van 10 tot 25% (afhankelijk van fabrikaat en type) op de koeling. Het elektrisch opgenomen vermogen neemt ongeveer lineair af (dit in tegenstelling tot ventilatoren en pompen) Doordat alleen tijdens de inkoelfase het totaal geïnstalleerde vermogen nodig is, kan daarna met een verlaagd toerental worden volstaan. Het kleinere koelvermogen betekent dat tevens het temperatuurverschil over de koeler afneemt. Dit leidt tot een iets hogere RV en een kleinere ontvochtiging.
Gebruik restwarmte uit condensor	5	Nee	De warmte van de koelinstallatie kan gebruikt worden om een vloer of een bepaalde ruimte te verwarmen. Dit bespaart weer gas.
Cellen en regelingen			
Verbeteren isolatie (koel)cel	5	Nee	Bij bewaarcellen die gemaakt zijn van eterniet met daartussen polystyreen als isolatie kan de isolatie plaatselijk stuk zijn. Muizen maken graag een nest in polystyreen, dus de kans dat ze erin zitten is dan niet denkbeeldig. Er kunnen dan hele weggevreten gangen in de isolatie zitten.
Vernieuwen van deurrubber koelcellen	1	Nee	Regelmatig onderhoud aan de deurrubbers van de koelcellen voorkomt dat de rubbers uitdrogen. Hierdoor ontstaan er luchtlekken waardoor er onnodig energie wordt verbruikt. Zeker bij oude cellen kan het rubber in de deuren kapot zijn of niet meer aansluiten.
Planning cellen	1	Nee	Zorg dat de cellen met gelijke temperaturen naast elkaar liggen, zo is er minder energie nodig om te verwarmen of te koelen. Vergelijk bijv een cel van 30 graden naast een cel op 9 graden.
Luchtklepstand hyacint (heetstook)	40	Ja	Het klimaat in de hyacintencel wordt voor een groot deel bepaald door de luchtvochtigheid. Praktijkproeven hiernaar hebben uitgewezen dat de ventilatiehoeveelheid tot zeker 50% teruggebracht kan worden zonder schade aan het product De hoeveelheid ventilatielucht komt dan overeen met 80 m <sup>3</sup> per m <sup>3</sup> product. Let er wel op dat de luchtvochtigheid niet boven de 30% komt.

*Bijlage IV. (vervolg)*

Algemeen	%	Piek	Omschrijving
Luchtklepstand tulp	5	Ja	De tulpencellen worden tijdens de bewaring geventileerd met 100 m <sup>3</sup> buitenlucht per m <sup>3</sup> bollen. Deze hoeveelheid is vroeger berekend om het ethyleengehalte niet te hoog op te laten lopen (maximaal 0,1 ppm) bij 5% zure bollen. Praktisch gezien komt 5% zuur vrijwel nooit voor (bij een volle cel met 64 kisten zou dit ruim 3 kisten zure bollen zijn, die worden dan meestal vooraf toch uitgezocht). Verder staan er in de cel zuurgevoelige en minder zuurgevoelige soorten, dus ook het gemiddelde zal hierdoor lager zijn. Dit alles overwegende kan in de praktijk de luchtklep vaak dicht(er) staan om toch aan de norm van 0,1 ppm te voldoen. Het is wel belangrijk om continue voldoende vocht af te voeren. Let daarom op de buitenomstandigheden.
Warmte uit hyacintencel naar tulp	20	Ja	Proeven hebben in het verleden aangetoond dat de warme(re) lucht van een hyacintencel zonder problemen gebruikt kan worden om de tulpencel mee te ventileren. De lucht hoeft dan niet meer opgewarmd te worden. Er zijn wel een aantal voorwaarden: de afstand tussen de cellen mag niet te groot zijn en er moet kunnen worden bijgemengd (automatisch) om de lucht op de gewenste temperatuur te brengen.
Ventilatiehoeveelheid	5	Ja	De bloembollen hebben tijdens de bewaring een (grote) hoeveelheid buitenlucht nodig om het klimaat in de cel optimaal te houden. Zo moet er o.a. worden geventileerd om vocht af te voeren (bij de meeste bolgewassen) en om het ethyleengehalte niet te hoog op te laten lopen (bij tulp maximaal 0,1 ppm). De luchthoeveelheid is afhankelijk van de hoeveelheid bollen in de cel. Omdat de cel vrijwel nooit voor 100% vol staat (de kisten ook niet), kan in de praktijk de luchtklepstand vaak een behoorlijk stuk dicht(er) staan om toch aan de norm te voldoen.
Stofhorren schoonmaken	3	Nee	Zorg dat het gaas van de horren regelmatig schoongemaakt wordt, anders neemt de capaciteit van de luchtinlaat behoorlijk af.
Controle op ijsvorming bij koelen	3	Nee	Bij koelen kan ijsvorming optreden. Zorg bij slechte of geen ontdooiing dat u langzaam inkoelt en regelmatig kijkt of de verdamp(er) niet in het ijs is gelopen. De koelurenteller op de computer is daarbij een handig hulpmiddel.
Deurschakeling van celprogramma	2	Nee	Als de deur open gaat, gaat de cel uit, hierdoor wordt voorkomen dat onnodig wordt verwarmd of gekoeld.

*Bijlage IV. (vervolg)*

Algemeen	%	Piek	Omschrijving
Broeiruumte			
Isoleren kasdek	20	Nee	Isoleren in de kas is belangrijk voor zowel energiebesparing als voor de temperatuurverdeling. Bij een goede temperatuurverdeling kan een lagere ruimtetemperatuur worden geaccepteerd zonder dat er gewasschade optreedt in bepaalde hoeken van de kas. Om daarnaast ook te besparen en toch optimaal van het licht gebruik maken, kan gekozen worden voor een beweegbaar scherm. Daarbij is nog keuze tussen meer licht doorlatend, minder isolerend doek of voor een lichttremmend, meer isolerend doek. De beste optie is afhankelijk van het type bedrijf. De keuze is mede afhankelijk van de licht- en vochtgevoeligheid bij de gebroeide bollen.
Isolatie gevel	5	Nee	De gevel verbruikt 10 à 15% van het totale energieverbruik, afhankelijk van de verhouding geveloppervlakkasdekoppervlak. Gevelschermen leveren gemiddeld een besparing op van 30% op dat gebruik. Zeker bij moderne bedrijven is gevelfolie vaak makkelijk aan te brengen. Ook kan overwogen worden om het folie in april weg te halen en in september weer aan te brengen. Zeker bij wind kan het gebruik van vast folie een rol spelen bij het zorgen voor een goede verdeling van de horizontale temperatuur.
(HR)-ketel in de kas	7	Nee	Door plaatsing van de ketel(s) in de kas, blijven de leidingverliezen beperkt en kan de temperatuur van het water worden aangepast aan de buitentemperatuur. Omdat een kas vaak ook met een lage watertemperatuur gestookt wordt (voor- en naseizoen), kan hier een HR-ketel economisch rendabel zijn. Voorwaarde is wel dat de gasleiding door te trekken moet zijn naar de kas.
Teelt op water	5	Nee	De teelt op water kan energie besparen, te noemen zijn de lagere trektemperatuur bij gelijke kasdagen en de verminderde ruimte- en energiebehoefte tot de kasperiode.
Scheidingswanden aanbrengen	2	Nee	Als de verwarmingsbuizen dichtgezet kunnen worden, kan door met plastic een afscheiding te maken in de kas, kan een bepaald deel van de kas op een andere temperatuur gehouden worden.
Vloerverwarming hyacint	5	Nee	Niet alle bolgewassen voelen zich prettig bij warmte onderaf, maar een hyacint kan dat goed verdragen. Hierdoor is de energiebehoefte lager.
Buizen 50 cm boven gewas	10	Nee	Door de buizen die bovenin de kas liggen omlaag te brengen kan een besparing worden gehaald die kan oplopen tot 20%. Lagere buizen zorgen namelijk dat de warmte wordt gebracht op de plaats waar het nodig is en bovendien is er een betere luchtstroming. Hierdoor wordt de temperatuurgradiënt dit is het verloop van de temperatuur in verticale richting, veel kleiner.

*Bijlage IV. (vervolg)*

Algemeen	%	Piek	Omschrijving
Verwarmingsbuizen verven	2	Nee	Verwarmingsbuizen die zijn verzinkt geven minder warmte af. Dit betekent dat u een hogere temperatuur door de verwarmingsbuis moet laten stromen om de warmte de kas in te brengen. Dat kost extra energie. Door de verwarmingsbuizen wit te schilderen neemt de warmteafgifte toe en er is bovendien lichtwinst als gevolg van de betere reflectie van de buizen.
Buizen isoleren	1	Nee	Doordat er in de kas op één plaats soms veel leidingen liggen kunnen daar (veel) hogere temperaturen voorkomen. Dit komt meestal voor bij de gevel of langs het middenpad. Door nu de leidingen (deels) te isoleren, zijn deze verschillen te verkleinen. Langs de gevel komen soms ook verschillen voor ten gevolge van het gebruik van een scherm. Deze kunnen worden voorkomen door een van de pijpen langs deze gevel apart te regelen.
Verbetering kasbenutting	15	Nee	Besparing 0-15%: Het maximum is haalbaar door zo klein mogelijke looppaden te nemen met tabletten waar de bollen op staan. Hoe hoog dit per bedrijf kan zijn is overigens exact te berekenen door het aantal m2 tablet voor en na de uitvoering te bepalen. Door een andere indeling of toepassing van een rolcontainer of roltafelstelsel kan bij de broeierij een hogere oppervlaktebenutting worden behaald. Hiermee wordt tevens de energie-efficiëntie verbeterd. Een grote kolomafstand is noodzakelijk om de gewenste tabletten te kunnen gebruiken.
Schoonhouden kasdek	1	Nee	Een schoner dek levert meer licht en warmte in de kas. Dit verhoogt de kwaliteit (vooral in de donkere maanden). Bovendien is minder energie nodig. Een overmaat aan licht kan met het energiescherm worden weggevangen.
Tijdstip openen scherm	5	Nee	De lucht boven het schermdoek is na de nacht koud. Als gewacht wordt tot na de eerste zonnestraling waarbij de lucht boven het schermdoek opwarmt, is er minder sprake van koudeval, en minder benodigde warmte om deze koudeval te compenseren. Condensatie van vocht op het gewas door deze koudeval wordt voorkomen. Dat is gunstig i.v.m. Botrytis-bestrijding
Voortrekken	10	Nee	Door de bollen uit de cel enkele dagen (max. een week) in de kas of verwarmde schuur voor te trekken op stapel kan op dezelfde oppervlakte meer bloemen worden geproduceerd, dit is een verhoging van de energie-efficiency. Als u ervoor kiest de bakken onderop te zetten is een nog hogere besparing mogelijk.

*Bijlage IV. (vervolg)*

Algemeen	%	Piek	Omschrijving
<b>Duurzame Energie</b>			
Zonne-energie uit luchtcollector	20	Nee	Tijdens bewaren van de bollen kan voorverwarmde lucht uit een luchtcollector een forse besparing opleveren. In principe kan dit bij alle bolgewassen, maar omdat de temperatuur in de collector vrij hoog op kan lopen is het vooral goed toepasbaar bij hyacint. Om economisch verantwoord te zijn moet de luchtcollector geïntegreerd worden in het dak en dit zal dus vooral bij nieuwbouw het geval zijn.
Voorverwarmen met kaslucht:	40	Nee	Door gebruik te maken van door de zon verwarmde kaslucht zal overdag de verwarming veel minder aanslaan. De energiebesparing kan, zeker gedurende de droogfase, oplopen tot 30 à 50%. Globaal geldt dat uit een kas van 200 m <sup>2</sup> voldoende warmte komt voor het drogen van 30 m <sup>3</sup> bollen. Drogen met warme kaslucht is toepasbaar als er geen al te grote afstand zit tussen de kas en de cellen, omdat anders de investering niet opweegt tegen de energiebesparing.
Windenergie		Nee	Toepassing van een windmolen kan een substantiële verlaging van het elektriciteitsverbruik opleveren. Door teruglevering aan het net kan bovendien extra worden bespaard op de kosten. De aansluiting op het net kan hiermee echter niet vervallen: bij windstil weer is nog steeds het volle vermogen nodig! Of een windmolen geplaatst mag worden hangt sterk af van de plaatselijke en provinciale overheid.

# Reeds verschenen externe rapporten

## Telen met toekomst

27. De Telen met toekomst Energie- en klimaatmeetlat, Eindrapport. Herbert Mombarg & Anton Kool, Rapport OV 0407, 2004.
26. Nitraatuitspoeling Vredepeel 2002 – 2003. J.A. de Vos & F.B.T. Assinck. Rapport OV 0406, 2004.
25. Stikstofstromen op het kernbedrijf Meterik. Modelberekeningen met FUSSIM2 en MOTOR. F.B.T. Assinck & P. Willigen. Rapport OV 0405, 2004.
24. Fosfaatkaracteristieken van de bodem van de kernbedrijven Meterik en Vredepeel. Een gedetailleerd beeld van het bodemprofiel. P. Ehlert & G. Koopmans. Rapport OV 0404, 2004.
23. Stikstofstromen op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik. De grondwaterkwaliteit gemeten. A. Smit, K.B. Zwart & J. van Kleef. Rapport OV 0403, 2004.
22. Stikstofstromen op het kernbedrijf Vredepeel. Modelberekeningen met FUSSIM2 en MOTOR. F.B.T. Assinck & P. Willigen. Rapport OV 0402, 2004.
21. Bemesting en Nmin op gewasniveau op de praktijkbedrijven van Telen met toekomst (2000-2002). F.J. de Ruijter & J. Groenwold. Rapport OV 0401, 2004.
20. Stikstofstromen op de kernbedrijven Meterik en Vredepeel. Mineralisatie van bodem en gewasresten. A. Smit & K.B. Zwart. Rapport OV 0304, 2003.
19. Grondwater- en oppervlaktewaterkwaliteit op de Telen met toekomst bedrijven in 2002. M. van den Berg & M.M. Pulleman. Rapport OV 0303, 2003.
18. AcTA: Accesdatabase Telen met toekomst – Alterra. A. Smit & K.B. Zwart. Rapport OV 0302, 2003.
17. Relaties tussen nitraat in het grondwater en potentiële indicatoren voor nitraatverlies op de voorloperbedrijven van Telen met toekomst. F.J. de Ruijter. Rapport OV 0301, 2003.
16. Telen met toekomst, voor telers met toekomst: Jaaroverzicht 2002. Anonymus, 2003.
15. Hoe staat het met de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater? B.M.A. Kroonen-Backbier & J.A.J.M. Rovers. Rapport WDNB03, 2003.
14. Hoe staat het met de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater? J.A.J.M. Rovers & B.M.A. Kroonen-Backbier, Rapport WDZHZ03, 2003.
13. Startgiften van de stikstofbemesting in tulp. Modelstudie naar de effecten van neerslag op de stikstofbeschikbaarheid in de wortelzone. F.J. de Ruijter. Rapport OV 0206, 2002.
12. De Telen met toekomst Energie- en klimaatmeetlat. Methodiek en rekenregels. H.F.M. Mombarg, A. Kool, W.J. Corré, J.W.A. Langeveld & W. Sukkel. Rapport OV 0205, 2003.
11. Waterretentie en waterdoorlatendheidskarakteristieken van 'Telen met toekomst' proefvelden Meterik en Vredepeel. J.A. de Vos, E.W.J. Hummelink & T.S. van Steenbergen. Rapport OV 0204, 2002.
10. Organische stofopbouw en N-mineralisatie op kernbedrijven; toetsing model Janssen. Ir. R. Postma. Rapport OV 0203, 2002.
9. Stikstofverliezen door denitrificatie in akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt, Onderzoek op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik van het project 'Telen met toekomst'. Kor Zwart, Annemieke Smit & Kees Rappoldt. Rapport OV 0202, 2002.
8. Gebruik van Global Positioning System (GPS) binnen 'Telen met toekomst', Plaatsbepaling bij monsternamen op de Voorloperbedrijven'. A.L. Smit. Rapport OV 0201, 2002.
7. 'Telen met toekomst', kansen en knelpunten in zicht: Jaaroverzicht 2001. Anonymus, 2002.
6. Fosfaattoestanden op de praktijkbedrijven van 'Telen met toekomst', Een analyse van de situatie bij de start van het project. Philip Ehlert & Gerwin Koopmans, 2002.



5. Stikstof- en fosfaatverliezen in akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt, Projectplan voor het bodemonderzoek op de kernbedrijven Vredepeel en Meterik van het project 'Telen met toekomst'. Kor Zwart & Annemieke Smit, 2002.
4. 'Telen met toekomst', voor telers met toekomst: Jaaroverzicht 2000. Anonymus, 2001.
3. Detaillering projectplan 'Telen met toekomst'. Rennie Booi, Wim van Dijk, Bert Smit, Frank Wijnands, Hans Langeveld, Janjo de Haan, Annette Pronk, Jaap Schröder, Jet Proost, Harm Brinks, Peter Dekker, Philip Ehlert, 2001.
2. Projectplan 'Telen met toekomst'. Jacques Neeteson, Rennie Booi, Wim van Dijk, Janjo de Haan, Annette Pronk, Harm Brinks, Peter Dekker & Hans Langeveld, 2001.
1. Voorwaarts met de milieuprestaties van de Nederlandse open-teelt sectoren: een verkenning naar 2020. A.J. de Buck, F.J. de Ruijter, F. Wijnands, P.L.A. van Enckevort, W. van Dijk, A.A. Pronk, J. de Haan & R. Booi, 2000.

