

# Energiebesparing op het agrarisch bedrijf

Kansen voor verhoging energie-efficiency in de akkerbouw,  
vollegrondsgroenten en fruitteelt

J. Kamp – PPO-AGV  
P. van Reeuwijk – PPO-AGV  
F. Schoorl – PPO-BBF  
M. Montsma – Food & Biobased Research

© 2010 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.



Opdrachtgever:



Ministerie van Landbouw, Natuur en  
Voedselkwaliteit

Projectnummer: 3250166809

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.**

Sector Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenteteelt

Adres : Edelhertweg 1, 8219 PH Lelystad

: Postbus 430, 8200 AK Lelystad

Tel. : 0320 - 29 11 11

Fax : 0320 - 23 04 79

E-mail : [infoagv.ppo@wur.nl](mailto:infoagv.ppo@wur.nl)

Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)

# Inhoudsopgave

pagina

VOORWOORD .....	5
SAMENVATTING.....	7
1 INLEIDING .....	11
1.1 Aanleiding .....	11
1.2 Doelstelling .....	11
1.3 Onderzoeksvragen en afbakening .....	11
1.4 Werkwijze.....	12
1.5 Leeswijzer.....	14
2 HUIDIG ENERGIEGEBRUIK IN DE SECTOREN .....	15
2.1 Gemiddeld energiegebruik per bedrijf .....	15
2.2 Selectie van teelten.....	18
2.2.1 Akkerbouw .....	19
2.2.2 Vollegrondsgroenten.....	22
2.2.3 Fruit.....	23
2.3 Energiegebruik per teelt .....	25
2.4 Welk aandeel in de productiekosten maakt energie uit .....	31
3 WELKE AUTONOME (MARKT)ONTWIKKELINGEN ZIJN ER? .....	33
3.1 Algemene trends .....	33
3.2 Akkerbouw .....	34
3.2.1 Aardappelen en uien.....	34
3.2.2 Granen.....	36
3.2.3 Suikerbieten .....	36
3.2.4 Winterpeen.....	36
3.2.5 Witlofwortels .....	37
3.3 Vollegrondsgroenten.....	37
3.3.1 Prei .....	37
3.3.2 Sluitkool.....	38
3.3.3 Asperge (groen en wit) .....	38
3.3.4 Witlof(trek).....	38
3.4 Fruitteelt .....	39
3.4.1 Appels en peren.....	39
3.4.2 Rode bessen .....	41
4 ENERGIEBESPARINGSOPTIES IN DE LANDBOUW.....	43
4.1 Gebouwen.....	43
4.2 Klimaatregelingen / -computer .....	44
4.3 Installatie .....	44
4.4 Meten en bewaken.....	46
4.5 Overig.....	47
5 CHECKLIST PER SECTOR .....	49
6 DISCUSSIE EN AANBEVELINGEN.....	63
LITERATUUR.....	67
BIJLAGE 1: ONDERZOEK BECO GROEP IN NOORD HOLLAND .....	69



# Voorwoord

LTO Nederland heeft in 2008 het convenant Schoon en Zuinig getekend. De sector zal zich o.a. inspannen om te komen tot een energiebesparing van gemiddeld 2% per jaar in de komende periode van 15 jaar. Voor de glastuinbouw en de bloembollensector is het werken aan energiebesparing al jaren aan de orde in het kader van MJP-e. Voor de sectoren akkerbouw, vollegrondsgroenten en fruitteelt is het echter nieuw.

Energiekosten maken in deze sectoren slechts beperkt deel uit van de productiekosten. Daardoor zijn telers in het verleden niet bewust met deze kosten omgegaan. De aandacht ging steeds meer uit naar de kwaliteit van het product en het beperken van bijv. het bewaarrisico. De energiekosten zullen de komende jaren ongetwijfeld sterk gaan stijgen (de lagere energieprijzen van 2008/2009 zullen van tijdelijke aard blijken te zijn). Dit maakt investeringen in energiebesparing sneller rendabel. En juist in tijden van snel stijgende energiekosten is de ondernemer zich eerder bewust van de besparingsmogelijkheden. Kortom, de komende jaren kan er op dit punt geogst te worden.

Ook bij investeringen in energiebesparing gaat de kost voor de baat uit. En investeringen in bewaarplaatsen worden maar af en toe gedaan. Zaak dus dat de ondernemers iedere kans benutten. Dit vraagt om enerzijds om een actieve aanpak richting telers, anderzijds heeft de bollensector aangetoond dat onderzoek nieuwe onverwachte kansen biedt.

Het voorliggende rapport geeft telers enig houvast waar energiebesparing in de naoogstfase te realiseren is. Tevens zijn aanbevelingen gedaan hoe de ondernemers gestimuleerd kunnen worden om daadwerkelijk tot energiebesparende maatregelen te gaan toepassen. Vanuit het onderzoek zijn wij graag bereid om onze expertise in te brengen.

Het onderzoek is uitgevoerd door een team van onderzoekers van de Wageningen UR (PPO-AGV, PPO-BBF en Food & Biobased Research), waarbij dankbaar gebruik is gemaakt van informatie van o.a. DLV-BMT. Het rapport is tot stand gekomen met de kritische ondersteuning van een begeleidingsgroep, bestaande uit vertegenwoordigers van Ministerie LNV, LTO-Nederland, NFO en LTO Groeiservice. De auteurs danken de begeleidingsgroep voor hun bijdrage.

Ik wens de sectoren veel succes toe bij het behalen van de doelstellingen.

ir. ing. A.T.J. van Scheppingen  
directeur PPO-AGV



# Samenvatting

In het kader van het convenant Schoon en Zuinig hebben de primaire sectoren zich gecommitteerd aan het leveren van een beperking van de uitstoot van broeikasgassen. De open teeltsectoren hebben toegezegd zich onder andere sterk te maken voor een energiebesparing van 2% per jaar (ofwel 30% over de periode 2005 -2020 – MJA-3). Tevens hebben zij zichzelf een inspanning opgelegd om duurzame energie te produceren als sector. Voor de sectoren in de open teelten wordt gewerkt aan een jaarwerkprogramma.

De sectoren akkerbouw, vollegrondsgroenten en fruitteelt maken geen deel uit van eerdere MJA-e (in tegenstelling tot bijv. de bollensector). Daarom is er in deze sectoren ook niet gemonitord hoe het energieverbruik zich heeft ontwikkeld. Ook is er maar een zeer beperkt beeld van het energieverbruik in de naoogstfase, dat wil zeggen: vanaf levering geoogst product op het erf tot aan de aflevering aan de afnemer. En het inzicht in mogelijkheden tot energiebesparing in deze fase ontbreekt.

Het doel van het onderzoek is om in eerste instantie het energieverbruik van de belangrijkste gewassen in de drie genoemde sectoren in kaart te brengen, zowel van de teelt- als van de naoogstfase. Vervolgens zijn trends beschreven die invloed hebben op het energieverbruik. Het betreft zowel algemene trends als gewasspecifieke trends. Tenslotte zijn energiebesparingsmogelijkheden in de naoogstfase geïnventariseerd en is, voor zover mogelijk, een indicatie gegeven van de grootte ervan, de bijbehorende investering alsmede de terugverdientijd.

## Uitgangspunten

Gelet op het karakter van het convenant Schoon & Zuinig, dat doelstellingen oplegt voor een sector, is in het rapport uitgegaan van uitsluitend het directe energieverbruik. Het indirecte energieverbruik, bijv. energieverbruik voor productie van kunstmest, diesel, gewasbeschermingsmiddelen etc. is buiten beschouwing gelaten. Verder biedt het convenant de ruimte om niet alleen harde energiebesparing (verlaging van het absolute energieverbruik), maar ook de energie-efficiency (energieverbruik per eenheid product) als criterium voor energiebesparing te hanteren. Door dit tweede criterium wordt productieverhoging, waar in veel teelten sprake van is, niet “afgestraft” in het kader van Schoon & Zuinig. In dit onderzoek zijn daarom naast bijv. energieverbruik per hectare ook kengetallen in de vorm van energieverbruik per ton product gepresenteerd.

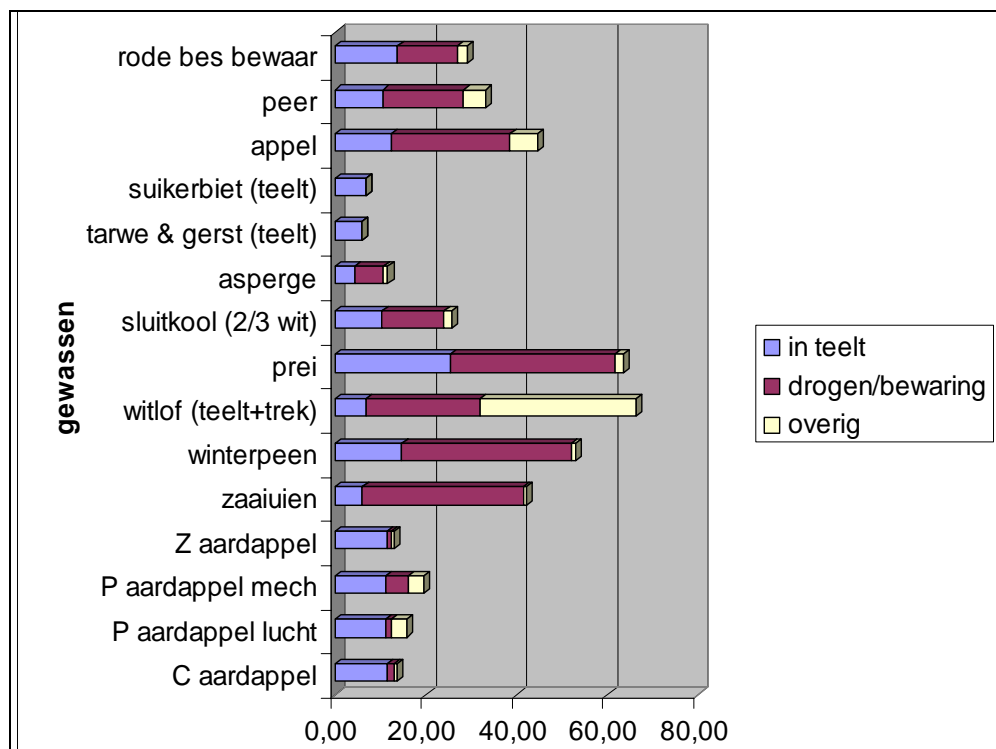
## Gewassen

Op basis van een korte analyse is een selectie gemaakt van de belangrijkste gewassen per sector in termen van energieverbruik in de naoogstfase. Hierbij is met name het areaal in Nederland en de mate van opslag (als grote energievragers) meegewogen in de selectie. Voor de akkerbouw is de naoogstfase van aardappelen (poot-, consumptie-, zetmeel-), zaaiuien, winterpeen en witlof geïdentificeerd als grote energieverbruikers in combinatie met een relevant areaal. Voor de vollegrondsgroentensector is gekozen voor prei, sluitkool, witloftrek en asperges, terwijl in de fruitsector naast appel en peer ook de bessenteelt in meegenomen.

## Energieverbruik in teelt – bewaring - verwerking

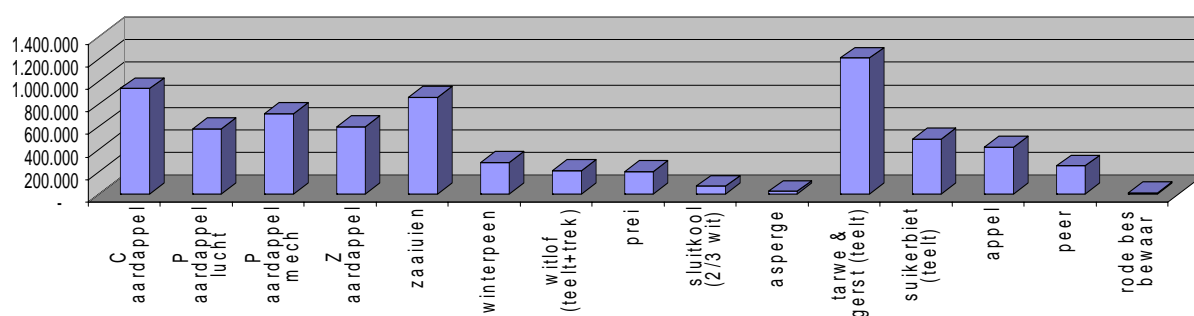
Voor de genoemde gewassen is een raming gemaakt van het energieverbruik per fase van de productie. Voor het teeltstuk betreft het vooral brandstofverbruik voor diverse bewerkingen, gebaseerd op KWIN. Voor het energieverbruik in de bewaring zijn richtwaarden gehanteerd zoals die door bouwadviesbureaus worden gebruikt of in beschikbare brochures zijn gevonden. In het kader van dit onderzoek heeft geen verificatie van deze richtwaarden plaatsgevonden en kan in de praktijk ook meer energie gebruikt worden dan op basis van deze richtwaarden verwacht mag worden. Voor be- en verwerking van geoogst product is informatie verzameld bij leveranciers van inschuurlijnen en be- en verwerkingsapparatuur. In onderstaande grafiek is per gewas weergegeven wat het energieverbruik per ha is en de verdeling daarvan per fase van de productie. De verschillen tussen de gewassen zijn fors en het aandeel energie in bewaring/verwerking varieert ook sterk.

Figuur 3 (hoofdstuk 2). **Energieverbruik in de teelt- en naogstfase (in GJ/ha).**



Wanneer op nationale schaal gekeken wordt naar het energieverbruik per gewas, dan ontstaat een geheel ander beeld. In figuur 5 (hoofdstuk 5) is daarom het energieverbruik per gewas (totaal in GJ) weergegeven. Opvallend is dat een gewas als graan (alleen teeltstuk) per ha een laag energieverbruik geeft, maar door het grote areaal in absolute zin het hoogste totale energieverbruik heeft. Kleine besparingen in grote teelten kunnen in absolute zin toch een grote impact op het energieverbruik in de sector hebben.

Figuur 5 (hoofdstuk 5). **Energieverbruik totaal per gewas (voor het totale areaal in Nederland) in GJ per gewas.**



### Trends

In relatie tot de genoemde sectoren zijn een groot aantal trends geïdentificeerd die in de naogstfase een invloed hebben op het energieverbruik (zie hoofdstuk 3). De mate waarin dat gebeurt is doorgaans niet bekend en ook niet onderzocht. De effecten op het energieverbruik zijn vooral kwalitatief beoordeeld. Een aantal algemene trends zijn bijv.: schaalvergroting bedrijven, jaarrond beschikbaarheid van producten, klimaatverandering, stijgende energieprijzen, robotisering. Daarnaast zijn er per gewas een aantal trends geïdentificeerd. Zo speelt er voor een aantal gewassen dat de verwerker streeft naar een langere verwerkingsperiode, waardoor het product langer op het primaire bedrijf opgeslagen wordt. Ook de mate waarin een aantal producten op het primaire bedrijf verwerkt, vertoont een stijgende lijn.



### Energiebesparingsmogelijkheden

Per sector zijn een groot aantal energiebesparingsmogelijkheden geïdentificeerd. Deze zijn gepresenteerd in de vorm van een checklist. Voor de sectoren akkerbouw en vollegrondsgroenten ontbreken goede gegevens over besparingsmogelijkheden, investeringskosten en terugverdientijd. Daarom zijn in deze checklists gegevens uit de bollensector weergegeven om zo een redelijke indicatie te krijgen van mogelijke besparingen, alsmede een indicatie van de terugverdientijd. Het verdient aanbeveling deze checklists verder aan te vullen met actuele sectorspecifieke gegevens, die uit nieuw te starten onderzoeks- en praktijkprojecten verzameld worden. Voor de fruitteelt heeft bewaaronderzoek van de afgelopen jaren op een aantal punten zicht gegeven op realistische besparingsmogelijkheden. In de fruitteelt is wel behoefte aan het bevorderen van kennisoverdracht en bewustwording te bevorderen middels haalbaarheidsstudies, energieprojecten en training.

### Discussie en aanbevelingen

Bewaring van geoogst product vormt het overgrote deel van het energieverbruik in de naoogstfase. Geconstateerd kan worden dat de huidige bewaarpraktijk in de genoemde sectoren gericht is op behoud van kwaliteit en niet (of minder) op energiebesparing. Bij veel producten leiden de beperkte energiekosten t.o.v. productiekosten en mogelijk risico's van kwaliteitsverlies tot (te) beperkte prikkels om te komen tot energiebesparing. Onder invloed van stijgende energieprijzen zullen ondernemers in beweging (moeten) komen.

Wijziging van bewaargedrag van een ondernemer vereist wijziging van routines. Elke ondernemer is ervan overtuigd dat hij goed (misschien wel optimaal) bezig is. De praktijk (met name in de fruitteelt en bollenteelt) bevestigt het beeld dat er hele grote verschillen in energieverbruik zijn per ton product tussen ondernemingen. Deels is dit te verklaren door verschillende omstandigheden (omvang bewaring, duur opslag, mate van isolatie), maar de oorzaak ligt ook deels in verschillen in bewaargedrag. Daarnaast zijn er signalen dat verschillen in bewaarinstellingen en tussen bewaarcomputers leiden tot verschillend energieverbruik. Nader onderzoek op dit punt is gewenst. Vertaling van onderzoeksresultaten naar de praktijk kan heel goed plaatsvinden in de vorm van studiegroepen. Indien dit gecombineerd wordt met metingen op de individuele bedrijven, dan ontstaat een uitdagende basis voor discussie binnen de groep.

Het onderzoek op gebied van bewaring van akkerbouw- en vollegrondsgroentenproducten heeft de laatste 10 – 15 jaar nagenoeg stil gestaan. Bewaaronderzoek in de bollensector is op verschillende terreinen succesvol. Slimme aanpassingen in de ventilatiesystemen hebben niet alleen tot een betere luchtverdeling geleid maar ook energie bespaard. Ook voor de akkerbouw en vollegrondsgroentensector liggen hier kansen. Op het gebied van warmte/koudeopslag en warmtewisselaars is er perspectief op bedrijven met een grote warmte- of koudevraag.

Tot slot wordt opgemerkt dat het teeltstuk (van grondbewerking t/m oogst) in de sectoren een aanmerkelijk deel van het totale energieverbruik inneemt. Als het gaat om energiebesparing verdient ook deze fase voldoende aandacht.



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

In het kader van het convenant Schoon en Zuinig hebben de primaire sectoren zich gecommitteerd aan het leveren van een beperking van de uitstoot van broeikasgassen. De open teeltsectoren hebben toegezegd zich onder andere sterk te maken voor een energiebesparing van 2% per jaar (ofwel 30% over de periode 2005 -2020 – MJA-3). Tevens hebben zij zichzelf een inspanning opgelegd om duurzame energie te produceren als sector. Voor de sectoren in de open teelten wordt gewerkt aan een jaarwerkprogramma. Dit programma richt zich zowel op energieproductie op het primaire bedrijf als op energiebesparing. De hier voorliggende vraag betreft uitsluitend het deel energiebesparing.

De sectoren hebben al langere tijd te maken met concurrerende prijzen en opereren vanuit die positie kostenbewust. Daar waar kosten bespaard konden worden, heeft invoering plaatsgevonden. Energiekosten maakten daar deel van uit. De sector vraagt zich zodoende zelf af of er wel kansen zijn op het gebied van energiebesparing. Dit onderzoek moet daarop een antwoord geven.

De sectoren akkerbouw, vollegrondsgroenten en fruitteelt maken geen deel uit van eerdere MJA-e (in tegenstelling tot bijv. de bollensector). Daarom is er in deze sectoren ook niet gemonitord hoe het energieverbruik zich heeft ontwikkeld en hebben deze sectoren geen specifiek beleid gedefinieerd hoe de doelstelling bereikt kan worden. De resultaten van dit onderzoek kunnen hiervoor als input dienen.

## 1.2 Doelstelling

Het doel van het onderzoek is om de energiebesparingsmogelijkheden in kaart te brengen in de naoogstfase voor de sectoren Akkerbouw, Vollegrondsgroententeelt en Fruitteelt, dat wil zeggen: vanaf levering geoogst product op het erf tot aan de aflevering aan de afnemer.

Het uitgangspunt daarbij is om in te zoomen op de meeste relevante teelten in deze sectoren in relatie tot energieverbruik. De energiebesparingsmogelijkheden worden omschreven en verzameld in de vorm van een checklist die het voor de teler mogelijk maakt om in te schatten welke opties mogelijk voor zijn bedrijf interessant kunnen zijn.

## 1.3 Onderzoeksvragen en afbakening

Het onderzoek geeft antwoord op de volgende vragen:

- 1a. Waar lopen de (grote) energiestromen in de open teelten?
- 1b. Welk aandeel in de productiekosten maakt energie uit (per product/volume)? Daarbij is het ook van belang dat duidelijk is hoe groot de verschillen zijn tussen de bedrijven, afhankelijk of men wel of niet koelt, spoelt, bewerkt of verpakt.
2. Welke autonome (markt) ontwikkelingen hebben geleid tot veranderingen in energiegebruik en welke zijn te verwachten tot en met 2020? Hierbij valt te denken aan energie-intensiveringen als koelen, spoelen, bewerken, verpakken op het primaire bedrijf.
3. Welke voor de hand liggende energiebesparingsopties zijn per deelsector te onderscheiden? De energiebesparingsopties worden in de vorm van een checklist toegankelijk gemaakt voor de sectoren. Voor zover informatie in de literatuur beschikbaar is, wordt aangegeven hoeveel met een bepaald alternatief kan worden bespaard.

### Afbakening

- Voor vragen 1a en 1b is gekeken naar zowel de teelt, oogst als naogstactiviteiten.
- Voor vraag 2 is gefocust op die ontwikkelingen die relevant zijn voor het energieverbruik.
- Voor vraag 3 staan de activiteiten op het primaire bedrijf centraal vanaf de oogst (dus zodra het product na de oogstmachine op het teeltbedrijf komt) tot het moment van afvoer van het bedrijf.

Binnen de sectoren Akkerbouw, vollegrondsgroententeelt en de fruitteelt is allereerst gekeken welke gewassen in dit kader het meest relevant zijn (qua omvang en bijdrage aan het energieverbruik). Voor deze gewassen worden bovenstaande vragen uitgewerkt. Met name in de akkerbouw, maar ook op veel vollegrondsgroentenbedrijven is sprake van een combinatie van teelten. Indien een indruk verkregen moet worden van de energiebesparing op bedrijfsniveau, dan kan deze berekend worden op basis van de informatie per teelt: dit zijn in feite bouwstenen voor deze berekening.

Om tot een realistisch beeld per teelt te komen is als uitgangspunt gekozen dat de bewerkingen per teelt, d.w.z. inclusief loonwerk, worden toegerekend aan de teelt.

Een vergelijkbaar uitgangspunt is gekozen voor de situatie waarbij geogst product op het eigen bedrijf, maar veelal ook bij loonkoelbedrijven in bewaring wordt gegeven. In dit onderzoek wordt ervan uitgegaan dat dit volledig op het teeltbedrijf plaatsvindt.

In veel teelten is sprake van een sterke productieverhoging per ha. Door betere rassen en verdere optimalisering van teelt en teeltomstandigheden wordt er meer product geogst per ha. Voor een teeltbedrijf betekent een hogere opbrengst in absolute zin ook meer energiekosten (dus per ha). Echter, per eenheid product zullen de energiekosten vrijwel altijd dalen. Daarom wordt in het onderzoek steeds het energieverbruik per eenheid product in kaart gebracht.

In deze sectoren heeft in het kader van MJA-2 geen monitoring plaatsgevonden van energieverbruik. Hierdoor is slechts een beperkte hoeveelheid verbruiksgegevens beschikbaar.

### Direct energieverbruik

In het onderzoek wordt uitsluitend gekeken naar het directe energieverbruik (elektriciteit, gas- en dieserverbruik). De reden hiervoor is dat "indirect energieverbruik voor de primaire sector" feitelijk direct energieverbruik is voor een andere schakel in de keten. Binnen het Meerjarenplan Energie hebben ook die schakels eigen energiedoelstellingen.

## 1.4 Werkwijze

Het onderzoek is opgesplitst in een aantal onderzoeksvragen (zie par. 1.3). Deze zijn als volgt toegewezen aan zogenoemde werkpakketten:

**(1a) Waar lopen de (grote) energiestromen in de open teelten?**

**(1b) Welk aandeel in de productiekosten maakt energie uit (per product/volume)? Daarbij is het ook van belang dat duidelijk is hoe groot de verschillen zijn tussen de bedrijven, afhankelijk of men wel of niet koelt, spoelt, bewerkt of verpakt.**

ad 1a. Dit onderdeel richt zich op de relevantie van besparingen in energieverbruik in een bepaalde fase van de teelt en verwerking. Productiestappen die slechts een klein deel uitmaken van het totale energieverbruik bieden minder kansen op een significante energiebesparing dan de meer energievragende productiestappen.

(WP1.1) Vaststellen bedrijfstypen cq. relevante teelten

Per sector wordt bekeken welke teelten verantwoordelijk zijn voor het merendeel van het energieverbruik in de sector. In het kader van dit onderzoek zijn bij de voorselectie het areaal van

de teelt, het energieverbruik tijdens de teeltfase en het energieverbruik tijdens de na-oogstfase (opslag en verwerking) de belangrijkste criteria.

#### (WP1.2) Inventariseren van het energieverbruik

Per bedrijfstak is van de geïdentificeerde bedrijven een opstelling gemaakt van de belangrijkste "energievreters". Het betreft het traject: grondbewerking, teelt, oogst, transport, opslag, verwerking, afvoer. Het gaat hierbij om een indicatie (gemiddelde), niet om de cijfers achter de komma.

ad 1b. Welk aandeel in de productiekosten maakt energie uit (per product/volume)?

#### (WP1.3) Inventariseren van de productiekosten

Op basis van KWIN cijfers wordt een toegankelijke opstelling gemaakt van de opbouw van de productiekosten per bedrijfstype alsmede het aandeel energie daarin. Dit biedt inzicht in de effecten van energiebesparing op de hoogte van de productiekosten. Immers, bij een klein aandeel van energie in de productiekosten zijn de voordelen van energiebesparingen in termen van kostenverlaging beperkt. Omgekeerd: bij een groot aandeel geeft investeren in energiebesparing een sterke verlaging van de productiekosten en is dan snel(ler) aantrekkelijk.

#### Resultaat:

- overzicht van belangrijkste productieprocessen met per proces een raming van de kosten;
- het aandeel energiekosten daarin.

### **(2) Welke autonome (markt) ontwikkelingen hebben geleid tot veranderingen in energiegebruik en welke verwachten we tot en met 2020? Hierbij met name ook de energie-intensiveringen meenemen als koelen, spoelen, bewerken, verpakken op het primaire bedrijf.**

#### WP2 Beschrijving van de autonome ontwikkelingen per sector.

In dit werkpakket worden trends geïdentificeerd die van invloed zijn op het energieverbruik op het primaire bedrijf. Per sector worden deze beschreven. Door een verbinding te leggen met de resultaten van WP1.3 ontstaat er een beeld in hoeverre deze ontwikkelingen leiden tot een autonome groei van het energieverbruik. Tevens wordt getracht om het effect hiervan in te schatten.

Om de doelstellingen van Schoon&Zuinig te realiseren moet het effect van een stijgend energieverbruik door deze trends gecompenseerd worden in een hogere besparingsdoelstelling.

Resultaat: per sector een beschrijving van de trends in de relevante teelten die significante verschuivingen in energieverbruik tot gevolg hebben.

### **(3) Welke voor de hand liggende energiebesparingsopties zijn per deelsector te onderscheiden? De energiebesparingsopties worden in de vorm van een checklist toegankelijk gemaakt voor de sectoren. Hieruit is af te leiden hoeveel met een bepaald alternatief kan worden bespaard, welke investeringen ervoor nodig zijn en wat de daaraan gekoppelde terugverdientijd is.**

#### WP3.1 Identificatie van energiebesparingsmogelijkheden per sector en deelsector.

In dit werkpakket wordt geïnventariseerd welke besparingsmogelijkheden per proces in de fase na de oogst (vanaf de oogstmachine) tot aan afvoer van het bedrijf er zijn. Het betreft derhalve processen zoals: transport, inschuren, bewaring (droging, koeling), verwerking, verpakking, afvoer (tot erfgrans).

Vooraf wordt op basis van de resultaten van WP1.3 vastgesteld welke processen hiervoor relevant zijn: de processen met een lage energiebehoefte worden genegeerd.

Vervolgens wordt per proces geïnventariseerd welke energiebesparende alternatieven er zijn. Per alternatief wordt vastgesteld welke besparing (procentueel) realiseerbaar zijn tov. een beschreven gangbare situatie. Tevens wordt ingeschat welke investering hiervoor nodig is. Complicerende factor is dat hier heel veel schaafeffecten een rol spelen: sommige investeringen vergen een minimale omvang van de bewaring. Daarnaast zijn van lang niet alle alternatieven goede (objectieve) besparingscijfers voorhanden. Dit vraagt om een creatieve zoektocht naar potentiële bronnen van informatie.

Resultaat: overzicht van energiebesparingsmogelijkheden in de naogst processen (incl. hoogte van de besparingen en terugverdientijd); deels harde cijfers, deels expertramingen.

#### WP3.2 Vertaling van de besparingsmogelijkheden in een checklist

Voor elk der 3 sectoren (akkerbouw, vollegrondsgroententeelt en fruitteelt) wordt een eenvoudige checklist gemaakt. In eerste instantie is dat een toegankelijk “papieren” checklist, die mogelijk eenvoudig kan worden omgezet in een geautomatiseerde versie (mits zinvol, gelet op de besparingsmogelijkheden; naar voorbeeld van de bollensector).

Resultaat: Checklist per sector (3) met besparingsmogelijkheden.

## 1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 zijn allereerst cijfers gepresenteerd van het energieverbruik in de agrarische sector. Vervolgens is per sector beschreven welke teelten in het kader van dit onderzoek geselecteerd zijn om nader te analyseren (par. 2.2). Van de geselecteerde teelten is bekeken wat het energieverbruik is van deze teelten in de teeltfase, bewaring (en evt. verwerking) (par. 2.3).

In hoofdstuk 3 zijn een groot aantal trends beschreven die op korte of langere termijn van invloed zijn op het energieverbruik, zowel voor de sector als geheel als voor de geselecteerde teelten. Het is vooral een kwalitatieve beschrijving.

In hoofdstuk 4 zijn besparingsmogelijkheden (zowel technische opties als gedragsaspect) beschreven en toegelicht.

In hoofdstuk 5 zijn de checklists per sector weergegeven.

In hoofdstuk 6 is tenslotte aandacht besteed aan de belangrijkste drijfveren om tot energiebesparing in de sectoren te komen. Tevens bevat dit hoofdstuk een aantal onderzoeksthema's die hieraan kunnen bijdragen.

## 2 Huidig energiegebruik in de sectoren

### 2.1 Gemiddeld energiegebruik per bedrijf

In het kader van de MJA-e wordt het energieverbruik van een aantal sectoren, zoals de glastuinbouw en de bollensector, al jaren intensief gevolgd. Dit is echter niet het geval voor de sectoren waar deze studie zich op richt.

Bij particulieren, maar ook bij de meeste agrariërs worden de meterstanden slechts 1 keer per jaar doorgegeven aan de energiemaatschappij. Ook vindt er geen registratie plaats naar bedrijfstak. Algemene cijfers van het exacte energiegebruik in de agrarische sector zijn slechts beperkt beschikbaar. Tabel 1 geeft een gemiddeld energieverbruik per bedrijf, alsmede het aandeel per energiedrager. Hieruit blijkt dat het aandeel aardgas groot is. Dit geeft een vertekend beeld, omdat vooral in de tuinbouw zeer veel gas (zowel absoluut als procentueel) wordt gebruikt. Tevens is niet elke agrariër in het buitengebied op het aardgasnet aangesloten en daardoor afhankelijk zijn van andere brandstoffen (bijv. propaangas).

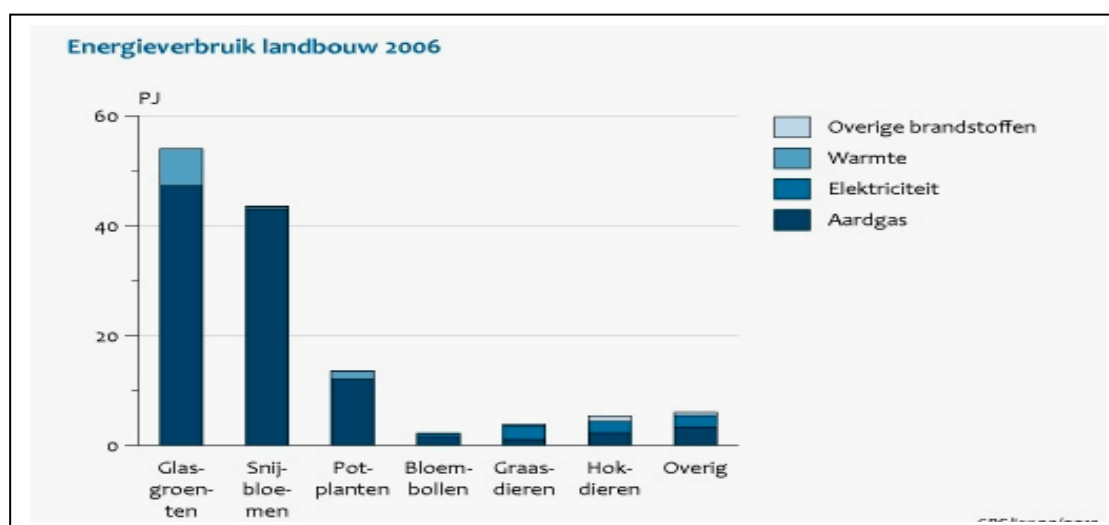
Tabel 1. **Energieverbruik op land- en tuinbouwbedrijf, gemiddeld per bedrijf.**

	1995	2000	2002	2003	2004	2005	2006
GJ							
Gemiddeld energieverbruik op land- en tuinbouwbedrijven	1 553	1 735	1 834	1 871	1 884	1 936	1 738
w.v. aardgas 1)	1 303	1 436	1 507	1 581	1 584	1 658	1 505
overige energie voor verwarming	30	20	24	22	25	28	25
elektriciteit	95	136	154	153	159	134	88
motorbrandstoffen	125	143	150	115	117	119	123

Bron: CBS/LEI land- en tuinbouwcijfers 2008

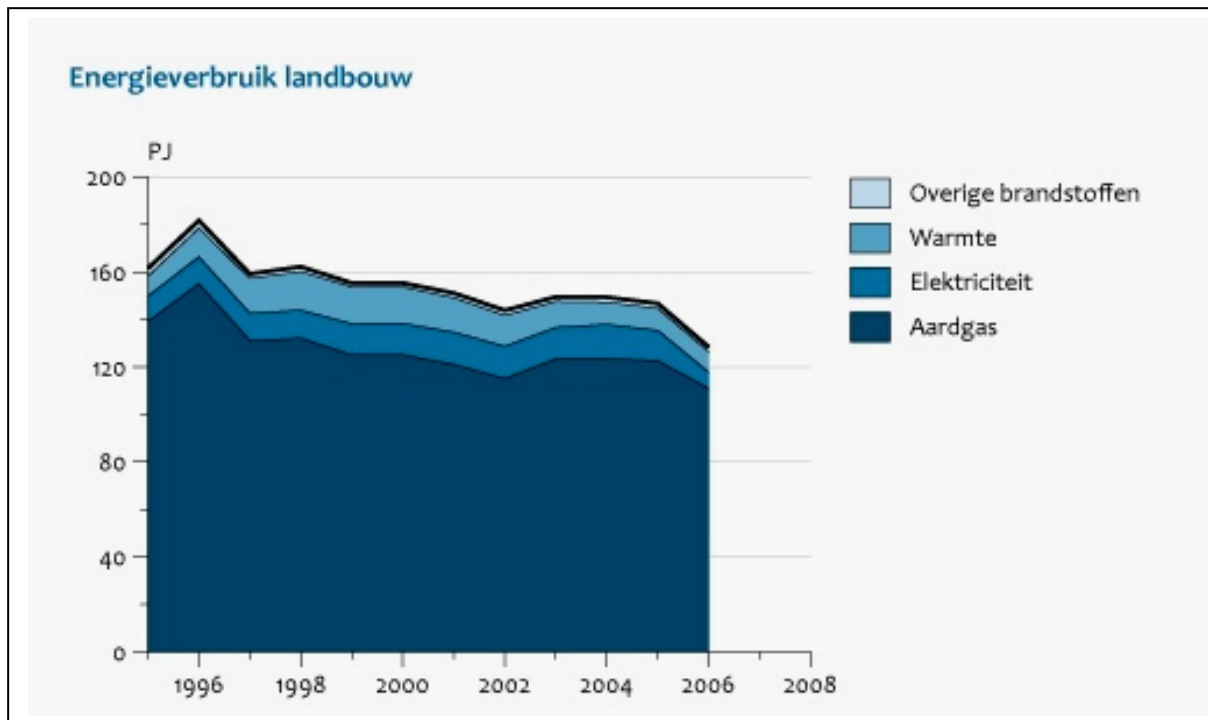
In onderstaande figuur 1 is het energieverbruik binnen de verschillende landbouwtakken uiteengezet. De sectoren Akkerbouw, vollegrondsgroenten en Fruitteelt vallen binnen de categorie Overig.

Figuur 1. **Energieverbruik landbouw en per sector (bron: CBS/MNC/sept09).**



In figuur 2 is een meerjarig overzicht weergegeven van het energieverbruik in de landbouw, uitgesplitst naar energiedrager.

Figuur 2. **Energieverbruik in de landbouw (1995-2006), uitgesplitst naar energiedrager.**



Bron: CBS / LEI

Het LEI beschikt over verbruikscijfers per sector (LEI - BINTERNET). Cijfers zijn beschikbaar voor land- en tuinbouw algemeen, de akkerbouw en de melkveehouderij. Voor de sector Vollegrondsgroenten blijken de cijfers sterk vertroebeld te worden door een fors deel akkerbouwmatige teelten waardoor die cijfers niet als representatief voor deze studie gezien kunnen worden. Voor fruitteelt zijn helaas geen specifieke energiegegevens beschikbaar.

In tabel 2 zijn voor de akkerbouwsector voor 3 jaren de energiekosten per bedrijf weergegeven, alsmede de hoeveelheid energie per energiedrager. In de akkerbouw vormen diesilverbruik (trekkers) en elektriciteit (bewaring, apparatuur) het overgrote deel van de energiebronnen. Het diesilverbruik is ongeveer 75% van het totale energieverbruik (in GJ).

Tabel 3 laat zien dat er (uiteeraard) een duidelijke relatie is met de bedrijfsgrootte.



Tabel 2. **Kosten (€) en inzet van energie (gemiddeld per bedrijf) van akkerbouwbedrijven.**

<b>Tabel: Kosten en inzet van energie (gemiddeld per bedrijf) van akkerbouwbedrijven.</b>			
	<b>2005D</b>	<b>2006D</b>	<b>2007V</b>
<b>Kosten voor directe energie (valuta)</b>			
Aardgas	200	200	200
Elektriciteit	2.000	2.800	3.100
Brandstoffen voor machines	6.300	7.400	8.200
Overig	200	500	400
<b>Totaal energiekosten</b>	<b>8.700</b>	<b>10.800</b>	<b>12.000</b>
Energiekosten in procenten van totaal betaalde kosten	6.3%	7.1%	6.8%
<b>Direct energiegebruik naar energiedrager (GJ)</b>			
Aardgas	20	10	10
Elektriciteit	60	80	80
Diesel	280	310	340
Overige	10	20	20
<b>Totaal energiegebruik</b>	<b>360</b>	<b>420</b>	<b>450</b>
<b>Direct energiegebruik naar energiedrager (eenheden)</b>			
Aardgas (m3)	560	350	420
Elektriciteit (kWh)	16.310	21.050	21.960
Diesel (liters)	7.660	8.640	9.520

Bron: LEI, Binternet  
(2007V = voorlopige cijfers)

Tabel 3. **Kosten (in €) en inzet van energie (gemiddeld per bedrijf) van akkerbouwbedrijven, naar bedrijfsomvang (2007 – voorlopige cijfers).**

<b>Tabel: Kosten en inzet van energie (gemiddeld per bedrijf) van akkerbouwbedrijven, naar bedrijfsomvang, 2007V.</b>			
	<b>&lt; 70 nge</b>	<b>70 - 150</b>	<b>&gt; 150 nge</b>
<b>Kosten voor directe energie (valuta)</b>			
Aardgas	100	400	700
Elektriciteit	1,200	3,500	11,100
Brandstoffen voor machines	4,300	11,100	20,100
Overig	100	400	2
<b>Totaal energiekosten</b>	<b>5.7</b>	<b>15.4</b>	<b>33.5</b>
Energiekosten in procenten van totaal betaalde kosten	7.0%	6.9%	6.4%
<b>Direct energiegebruik naar energiedrager (GJ)</b>			
Aardgas		20	40
Elektriciteit	30	90	310
Diesel	150	470	960
Overige	10	20	80
<b>Totaal energiegebruik</b>	<b>190</b>	<b>590</b>	<b>1400</b>
<b>Direct energiegebruik naar energiedrager (eenheden)</b>			
Aardgas (m3)	120	650	1,000
Elektriciteit (kWh)	7,020	24,050	86,210
Diesel (liters)	4,160	12,960	26,870

Bron: LEI, Binternet

In 2003 is een inventarisatie gedaan bij 49 vollegrondsgroenten- en fruitteelers (zie bijlage 1). In tabel 4 is het energiegebruik (gemiddeld per bedrijf) weergegeven.

Tabel 4. **Gemiddeld energieverbruik bij vollegrondsgroententelers (per bedrijf; 49 bedrijven).**

	<b>Verbruik</b>
Elektriciteit bedrijfsvoering (kWh)	108.718
Gas bedrijfsvoering (m <sup>3</sup> )	17.942
Leidingwater bedrijfsvoering (m <sup>3</sup> )	416
Diesel (liter)	14.085
Elektriciteit huishoudelijk (kWh)	4.018
Gas huishoudelijk (m <sup>3</sup> )	2.857
Leidingwater huishoudelijk (m <sup>3</sup> )	146
<b>Totaal</b>	

Bron: BECO Groep

## 2.2 Selectie van teelten

In dit onderzoek ligt de focus op het naogst deel van een aantal teelten per bedrijf. In dit hoofdstuk is in eerste instantie gekeken naar de teelten met grootste areaal: besparingen in die teelten hebben in absolute zin een stevig effect. Daarnaast is gekeken naar die teelten die veelal gevolgd worden door opslag op het

eigen bedrijf met eventueel verdere verwerking.

### 2.2.1 Akkerbouw

In de akkerbouw worden een groot aantal gewassen geteeld. Echter, de kern van het bouwplan wordt gevormd door granen, suikerbieten, aardappelen (poot-, consumptie-, zetmeel-) en uien. In de onderstaande tabel ontbreken overigens de akkerbouwmatig geteelde (industriegroenten): zie hiervoor de vollegrondsgroentensector. In tabel 5 zijn de arealen weergegeven alsmede de bruto-opbrengst en het brandstofverbruik voor de teeltfase.

Onderstaand is per gewas een korte toelichting gegeven van de teelt en de relatie naar energievraag.

#### **Graanteelt**

In bovenstaande tabel is te zien dat wintertarwe met 140.000 ha qua teelt het grootste gewas is. Wanneer daar ook zomertarwe, zomergerst en wintergerst bij opgeteld worden, gaat het om circa 206.500 hectare granen. Ook is te zien dat de graanteelt totaal het hoogste energieverbruik heeft. De grootte van het areaal is hierbij de bepalende factor. Het ploegen en zaaien (van granen) vraagt op zich veel energie (een niet kerende grondbewerking kan veel brandstof besparen). Door de relatief lage opbrengst (gem. 9 ton/ha) en de volledig bovengrondse oogst vraagt de rest van de teelt en oogst relatief weinig energie, maar per kg geogst product wel weer hoog (een factor 7 hoger dan suikerbieten en een factor 5 bij aardappelen).

Na de oogst worden veel granen extern opgeslagen. Het aandeel drogen, opslag en verwerking ten laste van de primaire akkerbouw is derhalve klein. De KWIN gaat uit van een bedrag van 11 euro per hectare voor schonen en drogen. Het drogen van graan kost de meeste energie, voor het dagelijks beluchten is minder energie nodig. De kosten die gemaakt worden voor drogen zijn vooral afhankelijk van hoe droog het graan in de opslag komt. Bij minder dan 15% vocht hoeft er weinig gedroogd te worden. In dit onderzoek wordt vanwege het beperkte aandeel in het energieverbruik, niet nader ingezoomd op de opslag van granen.

Tabel 5. Akkerbouwgewassen, gerangschikt naar areaal (>3000 ha/jaar) en bruto opbrengst (totaal), alsmede het brandstofverbruik in die teelten.

Gewassen Onderwerpen	2008 Beteelde oppervlakte	2008 Totale bruto opbrengst	Brandstof- verbruik (MEBOT 2009)	Brandstof teelt Totale brandstof- verbruik	Energie teelt
Perioden	ha	1 000 kg	Ltr/ha	Ltr totaal areaal	Totaal in GJ
<b>Totaal tarwe/gerst</b>	<b>206.744</b>	<b>1.676.403</b>	164	33.906.016	<b>1.203.664</b>
Wintertarwe	140.617	1.261.158			
Zomertarwe	15.893	105.004			
Zomergerst	45.565	276.177			
Wintergerst	4.669	34.064			
<b>Suikerbieten</b>	<b>72.231</b>	<b>5.218.512</b>	190	13.723.890	<b>487.560</b>
<b>Totaal consumptie aard</b>	<b>69.302</b>	<b>3.630.985</b>	319	22.107.338	<b>784.810</b>
Consumptieaardappelen op klei	50.263	2.598.760			
Consumptieaardappelen op zand of veen	19.039	1.032.225			
<b>Zetmeelaardappelen</b>	<b>46.034</b>	<b>2.095.406</b>	301	13.856.234	<b>491.896</b>
<b>Totaal pootaardappelen</b>	<b>36.533</b>	<b>1.266.162</b>	311	11.361.763	<b>403.343</b>
Pootaardappelen op klei	33.304	1.156.556			
Pootaardappelen op zand of veen	3.229	109.606			
<b>Totaal mais</b>	<b>29.730</b>	<b>350.829</b>	160	4.756.800	<b>168.866</b>
Korrelmaïs	22.132	252.308			
Corn Cob Mix	7.598	98.521			
<b>Zaaiuien</b>	<b>20.301</b>	<b>1.231.421</b>	168	3.410.568	<b>121.075</b>
<b>Cichorei</b>	3.409	156.814			
<b>Triticale</b>	3.199	19.095			

### Aardappelteelt:

De aardappelteelt is een hele belangrijke pijler onder de Nederlandse akkerbouw. Op de zwaardere kleigronden en de zandgronden worden vooral consumptieaardappelen geteeld. In de Veenkoloniën (Groningen/Drenthe) worden de zetmeelaardappelen voor AVEBE geteeld. En op de lichtere kleigronden (Noordoostpolder, Oostelijk Flevoland, de Wieringermeer, Zeeland en in de kop van Friesland) worden relatief veel pootaardappelen geteeld. In totaal gaat het om circa 152.000 hectare aardappelen. De teelt van aardappelen vraagt in totaal iets meer energie dan de granen. Echter, per kilogram product valt het energieverbruik mee vanwege de hoge productie per hectare (gem. 52 ton/ha).

Na de oogst wordt het overgrote deel van de aardappelen op het primaire bedrijf opgeslagen. Deze opslag vraagt relatief veel stroom voor inschuren, drogen/koelen na het inschuren, opslag gedurende gemiddeld 3-4 maanden en vervolgens opwarmen en uitschuren. Er zijn verschillende bewaarmethoden: bulkopslag (los) of kistenopslag in combinatie met luchtkoeling of mechanische koeling. De KWIN geeft de volgende indicaties voor het energieverbruik voor luchtgekoelde bewaring: gemiddeld 1.000 kWh/ha voor consumptieaardappelen (t/m jan), 1.100 kWh/ha voor pootaardappelen (t/m maart) en 1.400 kWh/ha voor zetmeelaardappelen (t/m maart). Het werkelijke energiegebruik is uiteraard afhankelijk van de opslagduur, het geïnstalleerd vermogen en het aantal benodigde draaiuren.

In dit onderzoek wordt er vanuit gegaan dat consumptie- en zetmeelaardappelen alleen worden opgeslagen op het boerenerf en voor afleveren niet gesorteerd wordt. Bij poot- en tafelaardappelen wordt er vanuit gegaan dat het product wel gesorteerd wordt, voordat het van het erf verlaat. Het sorteren vergt ongeveer 4,8 kWh per ton (bron DLV).

Geconcludeerd kan worden dat bij de opslag van aardappelen (ongeacht het soort) een substantiële

hoeveelheid energie wordt gebruikt. In deze studie zal daarom aandacht besteed worden aan de verschillende opslagsystemen (bulkopslag en kistenbewaring) en de energiebesparingsmogelijkheden die hierbij mogelijk zijn.

### **Suikerbietenteelt**

Ook de suikerbietenteelt heeft met ruim 72.000 hectare een vaste plek in het akkerbouwbouwplan. Het areaal staat wel onder druk door het jaarlijks iets krimpende bietenquota en de laatste drie jaar forse stijging van de opbrengsten per hectare. Daarnaast beweegt de suikerbietenprijs zich richting wereldmarktniveau. Aan de andere kant zijn er ook plannen en mogelijkheden zijn om bieten voor vergisting en bio-ethanol te telen. Dit kan bijv. in de vorm van tussenteelt/winterenteelt, blad en koppen vergisten of door een deel van de bietproductie als suikerrijke pulp af te zetten. Ook de voederbiet kan (vanwege volume) weer in beeld komen, waardoor mogelijk het totale bietenareaal op peil blijft.

Bieten worden van september tot en met medio november gerooid en kort (1-2 weken) opgeslagen op de kopakker of het erf. Door verlenging van de verwerkingsperiode worden de laatst gerooide bieten maximaal 2 maanden op het erf bewaard. Voor een optimale bewaring moet de hoop zo koud mogelijk zijn, maar mag deze niet bevriezen. Daarom worden de bieten bij winters weer afgedekt met 1 of meer lagen plastic. Omdat hier geen sprake is van inzet van externe energiebronnen zijn hier geen energiebesparingen te realiseren. In het kader van deze studie wordt hier verder geen aandacht besteed.

### **Teelt van zaaiuien**

Zaaiuien is het 4<sup>e</sup> gewas met een areaal van ruim 20.000 ha en heeft een flink aandeel in energiegebruik in de akkerbouw. Uien hebben per hectare een hoog energiegebruik, maar door de hoge opbrengsten per hectare (gemiddeld 61 ton / ha) valt het met het energiegebruik per kg product wel mee (bijv. t.o.v. de granen).

Net als aardappelen worden ook uien veelvuldig opgeslagen op het akkerbouwbedrijf. Vanwege de hoge productie per hectare gaat het grote hoeveelheden in opslag. Verreweg de meeste uien worden in bulk opgeslagen. Het energieverbruik bij de opslag is aanzienlijk. Bij binnenkomst in de opslag worden de uien veelal met warme lucht gedroogd. Daarna is gedurende de gehele opslag sprake van onderhoudsventilatie. In combinatie met een relatief lange bewaarperiode (gemiddeld 3-4 maanden tot maximaal 9 maanden) vraagt de bewaring veel energie. Verder wordt er van uitgegaan dat uien ongesorteerd het bedrijf verlaten. In het kader van dit onderzoek wordt deze teelt verder uitgediept.

### **Overige gewas(sen)**

Na de zaaiuien met 20.300 hectare blijven er alleen nog kleine(re) teelten over op de akkerbouwlijst. Het laatste gewas in het bouwplan zal dan worden ingevuld met 4 verschillende gewassen die door het CBS als vollegrondsgroententeelt worden geregistreerd, maar wel akkerbouwmatig geteeld worden.

Als laatste gewas(sen) in het bouwplan wordt gekeken naar de volgende 4 gewassen:

1. Stamslaboon (7.000 hectare)
2. Doperwt (6.350 hectare)
3. Winterpeen (5.300 hectare)
4. Witlof (3.160 hectare)

De meeste energie voor de stamslaboon en de doperwt (conserven) wordt in de teeltfase gebruikt. Na de oogst wordt het product direct afgevoerd. Na de oogst is in de primaire sector dus geen energiebesparing meer te realiseren. Daarom worden deze teelten in het kader van dit onderzoek niet verder geanalyseerd.

Winterpeen is een relatief belangrijk gewas voor een grote groep akkerbouwers en vraagt veel specialisme en kapitaal.

Niet alleen de ruggenteelt (aanfrozen van ruggen), maar ook de oogst vergt veel energie. De opbrengsten per hectare (gemiddeld 72 ton/ ha) zijn hoog (veel tonnen te oogsten / vervoeren), de rooicapaciteit in tegenstelling tot suikerbieten of aardappelen ligt laag en de peen wordt direct vanaf het land in kisten gerooid. Dit vraagt een uitgebreide 'oogsttrein' (bijvoorbeeld 1 rooier, 3 oogstwagens, 1 heftruck voor

laden/lossen op het erf en eventueel 1 trekker voor vervoer naar derden of eigen opslag en 1 heftruck voor het inschuren).

Traditioneel wordt peen vaak bij gespecialiseerde opslagbedrijven (loonkoelers) bewaard. Er is een trend dat enigszins verschuift naar opslag op het eigen bedrijf. Hierdoor treedt een verschuiving op van energiekosten naar de primaire sector. Peen wordt vaak voor langere perioden bij lage temperaturen (-1 °C) bewaard en vraagt daardoor veel energie. De naoogstfase van deze teelt is in het kader dit onderzoek zeker relevant. Sorteren en verpakken komt op boerenerf sporadisch voor en is niet meegenomen in de verdere analyses.

In de teeltfase van witlof is qua energiebesparing niet meer winst te halen dan bij andere gewassen. De witlofteelt is vaak contractteelt, waarbij de akkerbouwer een deel van de teelt verzorgt (soms wordt zaaien en oogsten uitbesteed). Het product verlaat direct na het rooien het bedrijf.

De opslag en de witloftrek (vollegrondsgroenten) vraagt wel veel energie en wordt daarom verder meegenomen onder de sector Vollegrondsgroenten.

## 2.2.2 Vollegrondsgroenten

In tabel 6 zijn de belangrijkste vollegrondsgroentengewassen weergegeven en geselecteerd op hectare van groot naar klein. Stamslabonen (7.000 ha), doperwten (6.350) en winterpeen (5.300) vormen het grootste areaal binnen de vollegrondsgroenten. Deze zijn al in par. 2.2.1 (akkerbouw) besproken.

Spruiten is met 3.350 ha ook een groot groentegewas; ook dit gewas wordt vooral akkerbouwmatig geteeld. Omdat het qua oppervlakte kleiner is dan bijvoorbeeld winterpeen en maar een klein beetje groter dan witlof worden spruiten niet meegenomen.

Tabel 6. **Beteelde oppervlakte van vollegrondsgroenten, alsmede een indicatie van het brandstofverbruik in de teeltfase (op basis van KWIN).**

Gewassen	Beteelde oppervlakte 2008	Totale bruto opbrengst 2008	Brandstofverbruik (MEBOT 2009)	totaal brandstofverbruik teelt	Energie teelt
	ha	* 1 000 kg	Ltr/ha	ltr / totaal areaal	Totaal in GJ
<b>Stamslabonen (KWIN) / sperzieboon (CBS)</b>	7.000	98.000	124	868.000	29.330
<b>Doperwt</b>	6.350	44.450	118	749.300	26.600
<b>Winterpeen (grovepeen/ B-peen)</b>	5.300	384.250	414	2.194.200	77.894
<b>Witlof</b>	3.162	61.333	192	607.104	21.552
<b>Prei</b>	3.150	132.300	717	2.258.550	80.179
<b>Asperge</b>	2.071	11.183	122	252.662	8.967
<b>Witte kool</b>	1.734	138.720	291	504.594	17.912

### Witlof

Zoals in par. 2.2.1 is aangegeven is de witloftrekkerij een sector die met een behoorlijk omvang en dito energieverbruik. De teelt (3.150 ha) vindt plaats bij ca. 500 telers; de trekkerij vindt plaats door een beperkt aantal witloftrekkers (119): er is sprake van een behoorlijke schaalvergroting. De potentiële energiebesparing is groot doordat er relatief veel energie wordt gebruikt voor koude (bewaring van pennen in koelhuis) als voor warmte (witloftrek). Technieken uit de bollensector of champignons zijn mogelijk ook op de witloftrek van toepassing. Voor de witloftrek is een constante temperatuur van belang. Dit vereist een deel van het jaar koeling (soms met buitenlucht en soms mechanisch) of verwarming. Omdat vrijwel elk bedrijf ook zelf sorteert (in kistjes en dozen van 5 kilo), is de verwerkingsruimte vaak verwarmd. Verder vragen ook de pompen voor het water (groeiemedium) veel energie. In dit onderzoek is het energiegebruik

ingeschat voor de trek, en het sorteren in kistjes. Verpakken in kleinverpakking is niet meegenomen.

### **Prei**

Ook prei kent een relatief groot areaal. De preiteelt is vooral arbeidsintensief. Het geogste product wordt normaliter slechts kort gekoeld en snel afgezet (basis voor verdere analyse: alleen weekendkoeling). Alleen onder winterse omstandigheden wordt prei wat langer bewaard om in vorstperioden toch te kunnen leveren (max. 4-5 weken). Het veilingklaar maken na de oogst vraagt ook de nodige arbeid en energie. De meeste prei wordt op het erf verwerkt. In de schuur wordt de prei gewassen, geschoond (bladpellen en wortel snijden) en gesorteerd en verpakt. Andere bewerkingen worden niet meegenomen.

### **Sluitkool**

Koolgewassen vormen een groot gewas in de vollegrondsgroentensector. Bloemkool het grootste gewas (2.700 ha), tezamen met boerenkool en broccoli gaat het om een areaal van totaal 5.300 ha. Sluitkool vormt met 6.400 ha echter een grotere gewasgroep: het betreft hier groene, rode, spits, spruit en witte kool. Na spruiten (akkerbouwgewas) heeft witte kool (1.750 ha) daarna het grootste areaal. Een deel van de kolen gaan direct van het land het verkoopkanaal in. In dat geval is er in de naoogstfase op het boeren erf weinig ruimte voor energiebesparing. Sluitkool wordt echter vaker en langer opgeslagen in mechanische gekoelde ruimte soms in combinatie met CA (Controlled Atmosphere) bewaring. Grotere kooltelers maken de kolen veelal schoon na de bewaring. Hierbij wordt veelal gebruik gemaakt van twee zware ventilatoren om het blad weg te blazen (vraagt veel energie). In dit onderzoek wordt uitgegaan van grotere kooltelers met een grotere sorteermachine. Verpakken vindt slechts zelden op het boerenbedrijf plaats (verder niet meegenomen).

### **Asperge**

De teelt van asperges is het afgelopen decennium sterk gegroeid. Met 2.071 ha en ca. 800 telers behoort het tot de grotere vollegrondsgroententeelten. Het is een zeer kapitaalintensieve teelt. Asperges kenmerken zich ook door een sterke ontwikkeling in de naoogstfase: naast sorteren is er steeds vaker sprake van verwerking (schillen) in combinatie met korte geconditioneerde bewaring.

### **Overige gewassen**

Op basis van arealen en mate waarin er sprake is van naoogstbewerkingen is er voor deze studie gekozen om sla en bos- en waspeen niet verder mee te nemen. Sla beslaat een groot oppervlak en gebruikt redelijk veel brandstof in de teelt. Er staan bij het CBS 274 slatelers geregistreerd. Volgens LTO groeiservice zijn er echter slechts 35 grote ijsbergslatelers en evenveel gewone slatelers, die maar liefst 90% van de afzet in handen hebben. Het aantal slatelers is daardoor zeer klein. Verder wordt de sla tijdens de oogst op het land al veiling klaargemaakt en zijn er na de oogst op het primaire bedrijf weinig energiebesparende maatregelen meer te nemen.

Voor was- en bospeen geldt dat deze peensoorten onderling sterk verschillen (qua oogstmethode, financiële opbrengsten en energiegebruik) en dat hier feitelijk sprake is van twee gewasgroepen met elk een klein areaal.

Samenvattend worden de volgende teelten nader bekeken als het gaat om energiebesparing: prei, asperge, sluitkool en witlof(trek).

## **2.2.3 Fruit**

Voor de fruitteelt vormen appels en peren het overgrote deel van het areaal. In tabel 7 zijn de belangrijkste fruitgewassen weergegeven in hectare.

### **Appel**

Teelt van appels is een meerjarige teelt. De economische levensduur van een appelboomgaard is 12 jaar. In de fruitteelt worden veel verschillende rassen geteeld. De rassen Elstar en Jonagold/Jonagored zijn de belangrijkste rassen in de Nederlandse fruitteelt. De laatste jaren neemt het areaal nieuwe rassen toe (KWIN). Veel nieuwe rassen worden als zogenoemde clubrassen in de markt gezet. De organisatie die een dergelijk clubras introduceert maakt vooraf afspraken (contract) met telers die dit ras gaan planten. De teler neemt dan deel aan een gezamenlijk afzetplan. Uitbreiding van het areaal waarop dit ras geteeld wordt vindt

gecontroleerd plaats en is afgestemd op de marktvraag.

Tabel 7. **Oppervlakte fruitgewassen (2008).**

<b>Soort</b>	<b>Oppervlakte (ha)</b>
Appels	9302
Peren	7476
Pruimen	262
Zoete kersen	352
Zure kersen	350
Overig steenfruit	30
Rode bessen	310
Bramen	30
Frambozen	55
Blauwe bessen	419
Zwarte bessen	560
Overig kleinfruit	32
Wijndruiven	143
<b>Totaal</b>	<b>19406</b>

De energie die bij de productie van appels wordt gebruikt valt in 2 hoofdblokken uiteen. 1) De energie die in de teelt wordt gebruikt betreft voornamelijk de energie voor brandstof die nodig is voor het gebruik van een trekker. De trekker wordt gebruikt bij diverse handelingen in de teelt (onder andere: aanleg van de boomgaard, maaien grasstroken, wortelsnoeien, gewasbescherming, snoeien, oogst). 2) Na de oogst (september tot half oktober) wordt fruit gedurende lange of korte tijd opgeslagen in bewaarruimten. In de eenvoudigste vorm wordt alleen de temperatuur naar beneden gebracht. Voor langere bewaring wordt daarnaast ook het zuurstofgehalte verlaagd en/of het CO<sub>2</sub> gehalte verhoogd. De beïnvloeding van de luchtsamenstelling wordt uitgevoerd met apparatuur die energie (elektrische) verbruikt. Bewaring van fruit kan plaats vinden op het bedrijf waar ook de appels zijn geteeld of door een loonkoeler of afzetorganisatie bewaard in opdracht van de fruittelers.

De bewaarduur van appels hangt af van het ras, marktontwikkelingen de kwaliteit van het geogste product en de kwaliteit van de bewaarruimte. Doorgaans is later geplukt fruit minder lang bewaarbaar dan fruit dat iets vroeger (voor lange bewaring) is geplukt. Fruit dat minder lang bewaarbaar is wordt over het algemeen in de cellen bewaard die niet of minder geschikt zijn voor lange bewaring. Partijen uit deze veelal mechanische koeling (alleen de temperatuur wordt verlaagd) vinden meestal voor de jaarwisseling of kort daarna hun weg naar de markt. Wanneer de kwaliteit van het fruit minder goed is wordt ook nog al eens besloten vroeg af te zetten. Enerzijds om verlies van de partij te vermijden, anderzijds om geen extra kosten (lange bewaring) te maken. Kwalitatief minder goed fruit bewaren is bij een doorgaans voldoende tot te groot fruitaanbod niet zinvol, omdat een hogere prijs vanwege de matige kwaliteit niet wordt gerealiseerd. De maximale bewaarduur is van ras tot ras verschillend. Het ene ras blijft langer, hard, sappig en vrij van bewaarafwijkingen dan het andere ras.

Na de oogst worden appels gesorteerd en verpakt. Hierbij wordt gebruikgemaakt van apparatuur die wordt aangedreven door elektromotoren. Dit werk kan uitgevoerd worden op het teeltbedrijf of door sorteerbijbedrijven/ afzetorganisaties.

Er is gekozen voor een grove benadering om vast te stellen waar de energie in hoofdzaak wordt gebruikt. In het beperkte kader van dit onderzoek is een te grote mate van gedetailleerdheid over de volle breedte niet haalbaar.

Nederlandse fruittelers telen appels voor de verse markt. Appels van mindere kwaliteit worden voor verwerking aangeboden (sap, moes etc.).

## **Peer**

Teelt van peren is een meerjarige teelt. De economische levensduur van een perenboomgaard is 25 jaar. In de fruitteelt worden veel verschillende rassen geteeld, maar het ras Conference is met ca.75% van het



totale oppervalk peer verreweg het grootste ras (KWIN).  
De informatie over teelt en bewaring is voor het overige vergelijkbaar met die van appels (zie hiervoor).

### Rode bes

Als derde fruitgewas is gekozen voor rode bes omdat rode bessen na appels en peren de langste bewaarperiode kennen van de in Nederland geteelde fruitproducten. Teelt van rode bessen is een meerjarige teelt. De economische levensduur van een bessenaanplant is 8 jaar, de technische levensduur wijkt hier van vanaf. Vervroegd of verlaat bessen verkopen is vanwege de prijsvorming interessant. Door gebruik te maken van aangepaste teeltsystemen en het bewaren van geogste bessen wordt hier op ingespeeld. Door het vervroegen en verlaten zijn er verschillende teeltsystemen. In de KWIN zijn de 2 teeltsystemen beschreven. In een systeem waar vervroeging wordt nagestreefd, wordt veel energie (aardgas) gebruikt voor verwarming. De energie die bij de productie van bessen wordt gebruikt valt, afhankelijk van het teeltsysteem in 2 hoofdblokken uiteen. Teelthandelingen en vervroeging of teelthandelingen en bewaring. De energie die in de teelt wordt gebruikt betreft in beide systemen de energie voor brandstof die nodig is voor het gebruik van een trekker. De trekker wordt gebruikt bij aanleg van het perceel en bij diverse handelingen in de teelt (o.a. snoei, gewasbescherming en onkruidbestrijding).

### Bewaren

In de eenvoudigste vorm wordt alleen de temperatuur naar beneden gebracht. Voor langere bewaring wordt daarnaast ook het zuurstofgehalte verlaagd en/of het CO<sub>2</sub>-gehalte verhoogd. Pallets met bessen worden daarvoor in kleine bewaarcellen of in luchtdichte hoezen geplaatst, waarin een verhoogd koolzuurgasgehalte en een verlaagd zuurstofgehalte worden gehandhaafd. De beïnvloeding van de luchtsamenstelling wordt uitgevoerd met apparatuur die energie (elektrische) verbruikt. Voor de koeling is uiteraard ook elektrische energie nodig. Bewaring van bessen kan plaats vinden op het bedrijf waar ook de bessen zijn geteeld of de bessen worden door een loonkoeler of afzetorganisatie bewaard in opdracht van de fruitteler. De bewaarduur van bessen hangt af van het ras, marktontwikkelingen en de bewaarkwaliteit.

Bewaren van bessen wordt grofweg door een groep van ca. 50 bedrijven toegepast (bron: R. Simons en A. van Garderen). Deze 50 bedrijven zijn verantwoordelijk voor naar schatting 95% van de rode bessen die worden bewaard bij een aangepaste luchtsamenstelling. Binnen die groep van 50 telers wordt door ca. 6 telers (samen goed voor meer dan 50% van het bewaarvolume) rode bessen na oogst langer bewaard. Dit maakt duidelijk dat de schaal waarop dit plaats vindt per bedrijf sterk varieert. De totale bewaarcapaciteit die geschikt is voor bewaring van enkele maanden wordt geraamd op ca. 1400 ton. Dit komt overeen met de productie van ca. 80 ha.

Sinds 1997 is het areaal rode bessen evenals de productie in Nederland meer dan verdubbeld (tabel 8).

Tabel 8. **Ontwikkeling areaal en productie van rode bes in Nederland.**

	1997	1998	2002	2006	2007	2008
Areaal (ha)	140		244	284	290	310
Productie (ton)		1250	2200	2800	2900	3000

Bron: Productschap Tuinbouw

### Vervroegde teelt van rode bessen.

De teelt waarbij door stoken de oogst van rode bessen vervroegd wordt, is een zeer kleinschalige teelt. Op een totaal areaal van 5 tot 10 ha wordt door maximaal 10 bedrijven deze teelt uitgevoerd. (bron: R. Simons en A. van Garderen). De bessen zijn geplant in tunnels of kassen waarin wordt gestookt. De zeer hoge prijsvorming in de periode tot begin juni is de drijfveer achter deze teeltwijze.

## 2.3 Energiegebruik per teelt

Zoals in par. 1.3 is aangegeven is in de onderstaande berekening het energieverbruik van loonwerk in de teelt meegerekend. Voor de opslagfase is steeds uitgegaan van opslag op het eigen bedrijf (bijv. bewaring

van peen, witlofwortelen, uien, aardappelen).

Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van KWIN Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt en KWIN Fruit. Omdat het energieverbruik bestaat uit dieselverbruik, stroom en gas, heeft een omrekening plaatsgevonden naar GigaJoules (GJ). Hierbij zijn de volgende omrekenfactoren gehanteerd (bron: Handboek Milieumaatregelen Glastuinbouw editie 2000):

1 liter diesel = 35.5 MJ (is netto energie-inhoud)

1 m3 aardgas = 35.17 MJ (bovenwaarde)

1 kWh elektriciteit = 9 MJ. Voor de levering van 3,6 MJ is 9 MJ energie uit fossiele brandstoffen nodig.

Wel zijn in een aantal overzichten toch cijfers gepresenteerd, zoals liters diesel: dit sluit beter aan bij de praktijk en geeft meer gevoel bij de cijfers.

In de onderstaande tabellen en figuren zijn de geraamde energiekosten per teelt weergegeven en opgesplitst in een teeltdeel en bewaar- en verwerkingsdeel. Het betreft hier een raming op basis van KWIN-cijfers, gemiddelde bewaaruur en verbruiksnormen van verschillende bewaarsystemen (bron: DLV-BMT).

Tabel 9. **Energieverbruik in de akkerbouw, zowel teelt- als naoogstfase (zowel per ha als per ton product).**

gewas/ ton per ha	drager	Naoogst						totaal (GJ)	
		teelt		drogen/bewaring		overig		per ha	per ton
		l of kWh	GJ	l of kWh	GJ	l of kWh	GJ		
consumptie aarda	aardgas (m3)	0	0,00		0,00		0,00		
52,4	diesel (l)	319	11,32		0,00		0,00		
	electriciteit (kWh)	0	0,00	178	1,60	62	0,56		
	<b>energie tot.(MJ)</b>		<b>11,32</b>		<b>1,60</b>		<b>0,56</b>	<b>13,48</b>	<b>0,26</b>
	energie %		84		12		4		
poot aardappel	aardgas (m3)	0	0,00		0,00		0,00		
34,7	diesel (l)	311	11,04		0,00		0,00		
	electriciteit (kWh)	0	0,00	151	1,36	375	3,38		
	<b>energie tot.(MJ)</b>		<b>11,04</b>		<b>1,36</b>		<b>3,38</b>	<b>15,77</b>	<b>0,45</b>
	energie %		70		9		21		
wintertarwe	aardgas (m3)	0	0,00		0,00		0,00		
8,1	diesel (l)	164	5,82		0,00		0,00		
alleen teelt	electriciteit (kWh)	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	<b>energie tot.(MJ)</b>		<b>5,82</b>		<b>0,00</b>		<b>0,00</b>	<b>5,82</b>	<b>0,72</b>
	energie %		100		0		0		
suikerbiet	aardgas (m3)	0	0,00		0,00		0,00		
72,2	diesel (l)	190	6,75		0,00		0,00		
alleen teelt	electriciteit (kWh)	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	<b>energie tot.(MJ)</b>		<b>6,75</b>		<b>0,00</b>		<b>0,00</b>	<b>6,75</b>	<b>0,09</b>
	energie %		100		0		0		
zaaiui	aardgas (m3)	0	0,00	868	30,53		0,00		
60,7	diesel (l)	168	5,96		0,00		0,00		
	electriciteit (kWh)	0	0,00	560	5,04	75	0,68		
	<b>energie tot.(MJ)</b>		<b>5,96</b>		<b>35,57</b>		<b>0,68</b>	<b>42,21</b>	<b>0,70</b>
	energie %		14		84		2		
peen	aardgas (m3)	0	0,00		0,00		0,00		
72,5	diesel (l)	414	14,70		0,00		0,00		
	electriciteit (kWh)	0	0,00	4155	37,40	100,00	0,90		
	<b>energie tot.(MJ)</b>		<b>14,70</b>		<b>37,40</b>		<b>0,90</b>	<b>52,99</b>	<b>0,73</b>
	energie %		28		71		2		

Voor een verantwoording van deze cijfers: zie bijlage 2.

Tabel 10. **Energieverbruik in de vollegrondsgroententeelt (voor de geselecteerde teelten), zowel teelt- als naogstfase (zowel per ha als per ton product).**

gewas/ ton per ha	drager	Naogst						totaal (GJ)	
		teelt		drogen/bewaring		overig		per ha	per ton
		l of kWh	GJ	l of kWh	GJ	l of kWh	GJ		
stam slaboon	aardgas (m3)	0	0,00		0,00		0,00		
14	diesel (l)	118	4,19		0,00		0,00		
alleen teeltstuk	electriciteit (kWh)	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	<b>energie tot.(MJ)</b>		<b>4,19</b>		<b>0,00</b>		<b>0,00</b>	<b>4,19</b>	<b>0,30</b>
	energie %		100		0		0		
prei	aardgas (m3)	0	0,00		0,00		0,00		
42	diesel (l)	717	25,45		0,00		0,00		
	electriciteit (kWh)	0	0,00	4.032	36,29	220	1,98		
	<b>energie tot.(MJ)</b>		<b>25,45</b>		<b>36,29</b>		<b>1,98</b>	<b>63,72</b>	<b>1,52</b>
	energie %		40		57		3		
witlof	aardgas (m3)	0	0,00		0,00	160	5,63		
19,4	diesel (l)	192	6,82		0,00		0,00		
	electriciteit (kWh)	0	0,00	2.787	25,08	3.200	28,80		
	<b>energie tot.(MJ)</b>		<b>6,82</b>		<b>25,08</b>		<b>34,43</b>	<b>66</b>	<b>3,42</b>
	energie %		10		38		52		
witte kool	aardgas (m3)	0	0,00		0,00		0,00		
80	diesel (l)	291	10,33		0,00		0,00		
(sluitkool)	electriciteit (kWh)	0	0,00	1.521	13,69	180	1,62		
	<b>energie tot.(MJ)</b>		<b>10,33</b>		<b>13,69</b>		<b>1,62</b>	<b>25,64</b>	<b>0,32</b>
	energie %		40		53		6		
asperge	aardgas (m3)	0	0,00		0,00		0,00		
5,4	diesel (l)	122	4,33		0,00		0,00		
	electriciteit (kWh)	0	0,00	702	6,32	100	0,90		
	<b>energie tot.(MJ)</b>		<b>4,33</b>		<b>6,32</b>		<b>0,90</b>	<b>11,55</b>	<b>2,14</b>
	energie %		38		55		8		

Voor een verantwoording van deze cijfers: zie bijlage 2.

Tabel 11. **Energieverbruik in de fruitteelt (appel, peer, rode bes – openteelt), zowel teelt- als naoogstfase.**

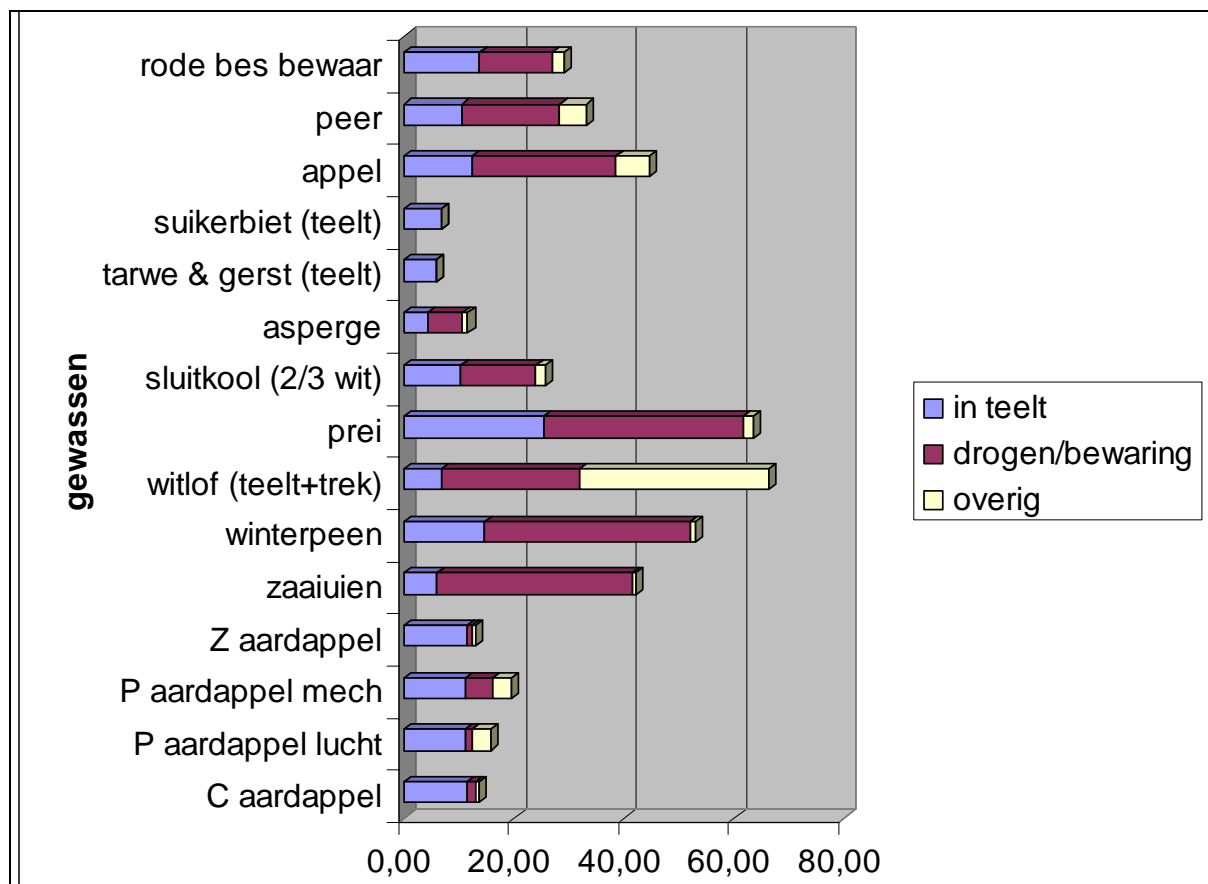
gewas/ ton per ha	drager	Naoogst						totaal (GJ)	
		teelt		drogen/bewaring		overig		per ha	per ton
		l of kWh	GJ	l of kWh	GJ	l of kWh	GJ		
<b>appel</b>	diesel (l)	346	12,28		0,00		0,00		
40	electriciteit (kWh)		0	2926	26,33	676	6,08		
	<b>energie tot.(GJ)</b>		<b>12,28</b>		<b>26,33</b>		<b>6,08</b>	<b>44,7</b>	<b>1,1</b>
	energie %		27		59		14		
<b>peer</b>	diesel (l)	298	10,58		0,00		0,00		
32	electriciteit (kWh)		0	1973	17,76	541	4,87		
	<b>energie tot.(MJ)</b>		<b>10,58</b>		<b>17,76</b>		<b>4,87</b>	<b>33,2</b>	<b>1,0</b>
	energie %		32		53		15		
<b>rode Bes</b>	diesel (l)	388	13,77		0,00		0,00		
14	electriciteit (kWh)		0	1451	13,06	256	2,30		
	<b>energie tot.(MJ)</b>		<b>13,77</b>		<b>13,06</b>		<b>2,30</b>	<b>29,1</b>	<b>2,1</b>
	energie %		47		45		8		

Verantwoording berekeningen: zie bijlage 3

Rode bessen worden op verschillende manieren geteeld. In tabel 11 is de teelt onder regenkappen met daaraan gekoppeld een lange periode van bewaring als uitgangspunt gehanteerd.

In de KWIN wordt ook een vervroegde teelt beschreven. In deze teelt is het energieverbruik door het stoken (gas verbruik 50 tot 60.000 M3 per ha) vele malen hoger. Voor een hectare is het energieverbruik berekend op 1858 GJ per ha. Deze teelt vindt echter op zeer kleine schaal plaats (zie paragraaf 2.2.3)

Figuur 3. **Energieverbruik in de teelt- en naogstfase (in GJ/ha).**

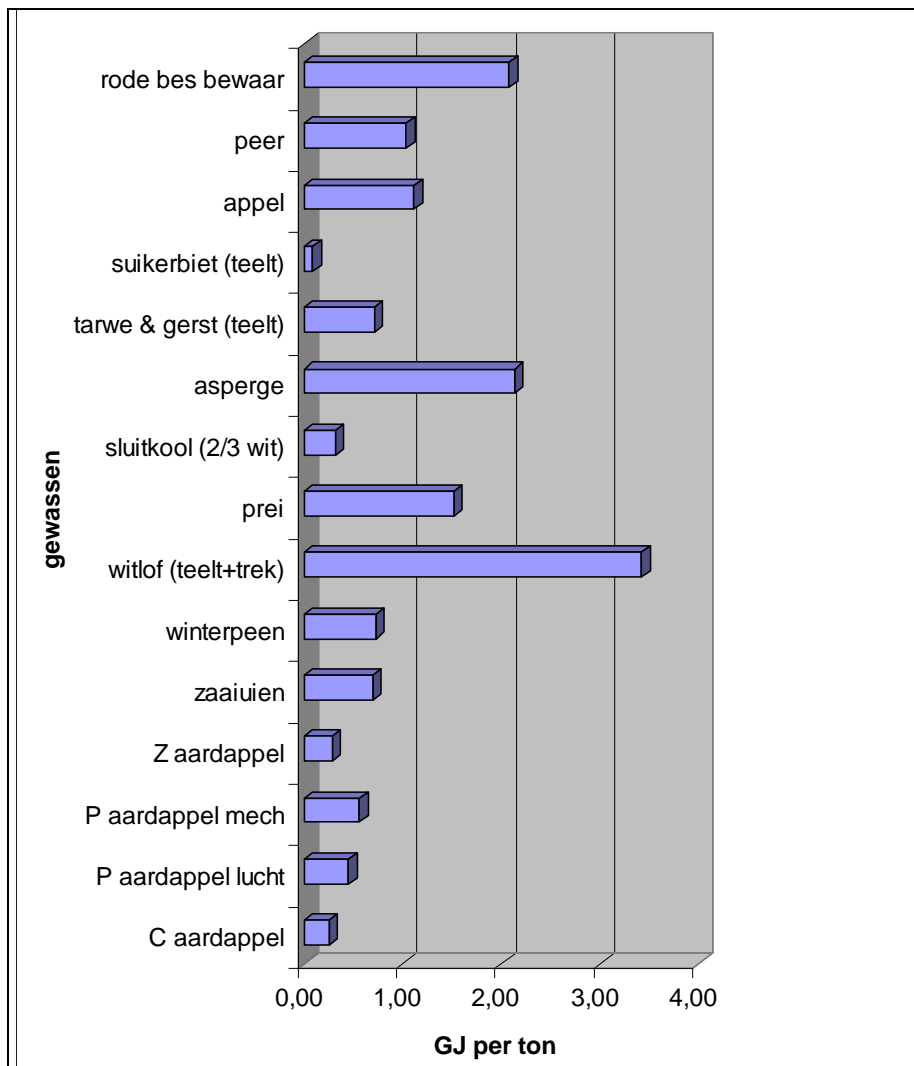


Voor pootaardappelen is ook de variant weergegeven waarin het pootgoed in de laatste maanden in de mechanische koeling worden bewaard. Hierbij is het energieverbruik hoger dan bij luchtkoeling. Voor een nadere toelichting wordt verwezen naar bijlage 2.

In bijlage 2 is tevens de berekening achter bovenstaande cijfers verantwoord voor de akkerbouw en vollegrondsgroententeelt.

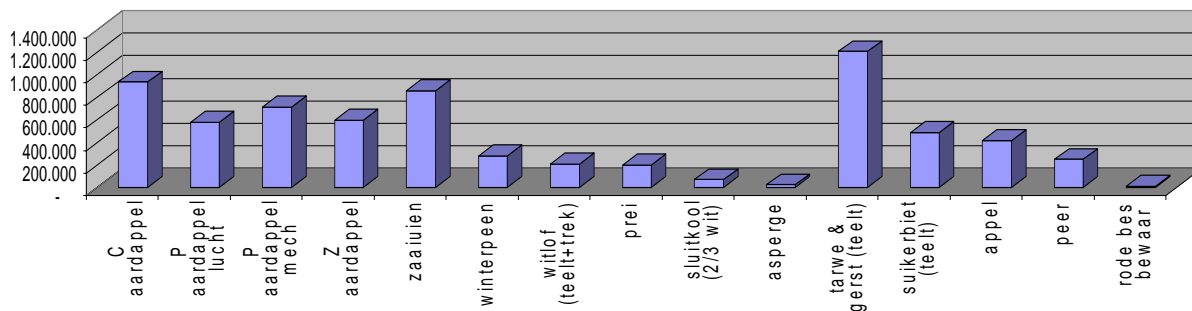
In figuur 4 is het energieverbruik per ton product weergegeven. Door de grote opbrengstverschillen per ha resulteert dit in een geheel andere beeld dan die met het energieverbruik per ha.

Figuur 4. **Energieverbruik totaal (teelt, bewaring, overig) per gewas (GJ per ton product).**



De arealen per gewas verschillen sterk. In figuur 5 is daarom het energieverbruik per gewas (totaal in GJ) weergegeven. Opvallend is dat een gewas als graan (alleen teeltstuk) per ha een laag verbruik geeft, maar door het grote areaal in absolute zin het hoogste totale energieverbruik heeft.

Figuur 5. **Energieverbruik totaal per gewas (voor het totale areaal in Nederland) in GJ per gewas.**



## 2.4 Welk aandeel in de productiekosten maakt energie uit

Voor de akkerbouw en vollegrondsgroenten maken energiekosten een substantieel deel uit van de totale toegerekende (lees variabele teelt) kosten. Dit loopt bij de geselecteerde gewassen uiteen van 8 tot 36%. Veel van deze energiekosten worden echter al in de teelt gemaakt.

Tabel 12. **Overzicht van de energiekosten voor teelt en bewaring (in € per ha), gerelateerd aan de totaal toegerekende teeltkosten volgens KWIN.**

	energie teelt totaal	energie voor opslag	<b>A</b> <sup>3</sup> totale toegerekende teeltkosten	<b>B</b> <sup>4</sup> Totaal toegerekende teeltkosten  voor marginaal saldo + totaal toegerekende teeltkosten	teelt en opslag percentage energie van <b>A</b>	teelt en opslag percentage energie van <b>B</b>
Wintertarwe	164	0	802		20%	
Suikerbiet	190	0	889		21%	
Consumptie aard.	319	53	3090		12%	
Pootaard.	311	116	4067		10%	
Zaaiui	168	574	3222		23%	
Peen	414	936	6808		20%	
Doperwt	118	0	891		13%	
Stamslaboon	124	0	812		15%	
Prei	717	935	11000		15%	
Asperge	123	176	3023		10%	
Witte kool	292	374	10389		5%	
Witlof (alleen teelt)	192	1397	1945		10%	
Appels	320 <sup>1</sup>	644 <sup>2</sup>	5043	15824	19%	6%
Peer	275 <sup>1</sup>	434 <sup>2</sup>	5494	14114	13%	5%

<sup>1</sup> per liter € 0,924

<sup>2</sup> per kWh € 0,22

<sup>3,4</sup> Toelichting zie bijlage 4





## 3 Welke autonome (markt)ontwikkelingen zijn er?

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de autonome (markt)ontwikkelingen die de afgelopen 10 jaar hebben plaatsgevonden en de ontwikkelingen die de komende 10 jaar verwacht worden. De ontwikkelingen worden vooral toegespitst op die onderdelen die van invloed zijn op het energiegebruik.

### 3.1 Algemene trends

#### Schaalvergroting

In alle sectoren in de landbouw is sprake van schaalvergroting. Jaarlijks neemt het aantal bedrijven met ca. 3% af, maar blijft het areaal nagenoeg in stand. Daarnaast kan gesteld worden dat alle sectoren 3 vormen van bedrijfsontwikkeling kennen. Een klein deel van de bedrijven groeit snel in omvang, een iets groter deel groeit gestaag (maar niet snel), terwijl een groot aantal bedrijven nauwelijks in omvang wijzigt (deze categorie ontbeert vaak een opvolger en probeert toch een inkomen uit het bedrijf te halen zonder grote investeringen. Het achterliggende doel van schaalvergroting is een verdere optimalisatie van de productie en per saldo een kostenverlaging per eenheid product om zo de concurrentie voor te blijven.

#### Verwerking op het eigen bedrijf

Schaalvergroting en veranderende marktomstandigheden leiden er toe dat veel primair ondernemers op zoek zijn naar waardetoevoeging aan de producten op het eigen bedrijf. Afhankelijk van het product kan dit bestaan uit verdere verwerking van het product (sorteren, schoonmaken, verpakken). Zie hiervoor: de beschrijving per teelt.

#### Kwaliteit van het eindproduct

In de afgelopen periode is bij een afweging tussen verbetering van de productkwaliteit (of gewichtsverlies) en kosten van energieverbruik, vaak gekozen voor productkwaliteit op basis van een economische afweging. Door de relatief lage energieprijzen is het voordeliger om meer "energie in het product" te stoppen.

#### Footprint van een product

De toegenomen aandacht voor het milieu leidt ertoe dat er steeds meer aandacht is voor de ecologische footprint van een product. Hoewel er geen eenduidigheid bestaat in systemen om dit te berekenen, gaat het om zaken als waterverbruik en energieverbruik tijdens teelt en transport. De aandacht hiervoor leidt bijv. tot het promoten van regionale productie. Ook leidt dit tot afwegingen bijv. tussen verwarmde kasteelt lokaal versus het vervoeren van producten over de gehele wereld. De mogelijke gevolgen hiervan zijn voor elk product verschillend. In zijn algemeenheid kan worden gesteld dat verschuivingen in de markt als gevolg van deze trend vooralsnog beperkt zijn en niet te voorspellen zijn (de retail heeft hierin een sleutelpositie).

#### Jaarrond beschikbaarheid

De consument wil jaarrond beschikken over een gezond product met hoge kwaliteit. Om toch jaarrond te kunnen leveren wordt langs verschillende kanten geprobeerd om de leverperiode van eigen producten te verlengen. Dit kan door teeltvervroeging in het voorjaar (bijv. in bessenteelt, vroege aardappelen, asperges) en verlenging van de bewaarperiode. Afhankelijk van de gebruikte techniek leidt dit doorgaans tot een hoger energieverbruik per eenheid product.

#### Wijzigingen in afzetperiode van product

In de afzetketen wordt continu gezocht naar rationalisatie van de verwerking. Indien mogelijk wordt de verwerkingsperiode verlengd (bijv. bietencampagne, zetmeelaardappelverwerking). In bepaalde teelten is een langere bewaarperiode nodig met dito energieverbruik (zie verder toelichting per teelt).

#### Klimaatverandering

De gemiddelde temperatuur in Nederland vertoont een stijgende lijn. Dit betekent dat de

groeiomstandigheden wijzigen: enerzijds leidt dit wellicht tot een gemiddeld hogere productie per ha, maar ook de ziektedruk (bijv. schimmelziekten) kan toenemen. De tendens is meer extreme weersituaties met meer kans op te droge en/of te natte perioden. Hogere temperaturen in de winter betekent dat het op temperatuur brengen en houden van partijen product lastiger wordt. Dit kan leiden tot een toename van het gebruik van koelinstallaties om het product beter te kunnen conditioneren.

#### Stijgende energieprijzen

De verwachting is dat de energiemarkt binnen 5 jaar omslaat naar een “tekorten”markt: dan zal er continu meer vraag naar fossiele energie zijn dan er geleverd kan worden. Een sterke prijsstijging ligt in het verschiet (bron: International Energy Agency). Dit zal een sterke impuls geven aan reductie van het energieverbruik.

#### Toename consumentenverpakkingen

Groente en fruit wordt steeds vaker verpakt uit hygiënische motieven en ter verbetering van de houdbaarheid. Dit leidt enerzijds tot een verhoogd energieverbruik in de vorm van verpakkingsmaterialen, anderzijds vraagt dit extra apparatuur en handelingen op de plek van verpakkingen met als gevolg een stijging van het energieverbruik. Deze verwerking vindt plaats deels op het primaire bedrijf, deels op centrale verpakkingsunits.

#### Robotisering handwerk

Nieuwe technologie maakt vervanging van handarbeid mogelijk. Pluk- en sorteerwerkzaamheden (bijv. op kleur) kunnen reeds door robots worden uitgevoerd. Hoewel deze technologie nog maar mondjesmaat wordt toegepast, zullen deze technologische mogelijkheden geleidelijk aan meer worden toegepast. Handwerk vervangen door machines leidt tot een stijging in het energieverbruik.

#### Duurzame koudemiddelen

Milieuonvriendelijke koudemiddelen worden momenteel uitgefaseerd. Dit geldt bijv. voor het koudemiddel R22. Het gevolg is dat oudere installaties versneld aan vervanging toe zijn: immers bij storingen tijdens het bewaarperiode is een snelle reparatie noodzakelijk door het vaak grote vermogen van de productvoorraad.

#### Alternatieve technieken

Op veel fronten worden nieuwe technieken ontwikkeld die leiden tot een lager energieverbruik. Nieuwe dieselmotoren zijn vele malen zuiniger dan de voorgangers. Warmtewisselaars maken terugwinning van warmte mogelijk enz..

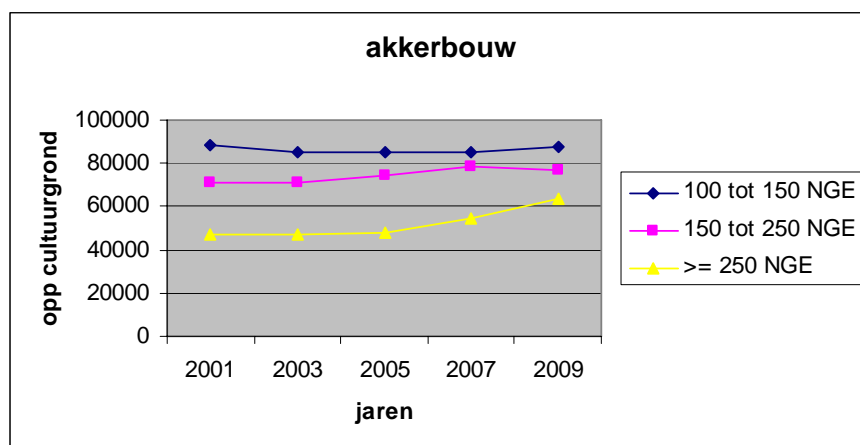
## 3.2 Akkerbouw

In de akkerbouw is een sterke algemene trend naar schaalvergroting (zie figuur 6). Door de schaalvergroting ontstaat er ook een economische basis om producten op te slaan en/of te verwerken op het primaire bedrijf.

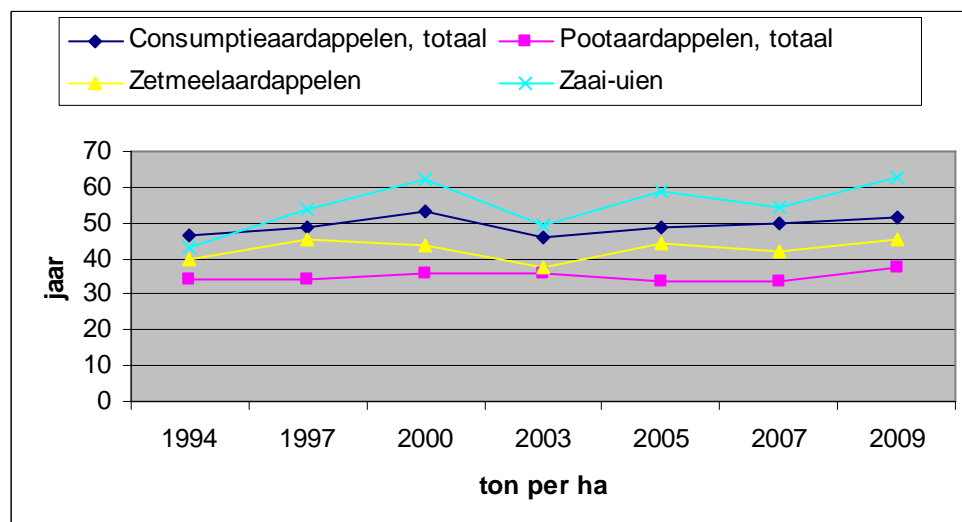
### 3.2.1 Aardappelen en uien

Aardappelen en uien laten een per jaar wisselende opbrengst zien met een lichte tendens naar geleidelijk hogere opbrengsten (zie figuur 7). Deze producten worden van oudsher op het primaire bedrijf opgeslagen. Pootaardappelen, maar ook tafelaardappelen worden meer en meer in kisten bewaard. De consumptieaardappelen en zeker ook uien gaan meestal nog in de losse (bulk) opslag. Bij tafelaardappelen is een trend waar te nemen naar meer kistenbewaring (kwaliteitsbehoud). Om lange bewaring mogelijk te maken wordt een klein deel van poot- en tafelaardappelen bewaard in een mechanische koeling (bij een temperatuur van 4-6 °C). In dit onderzoek wordt er vanuit gegaan dat consumptieaardappelen alleen worden opgeslagen op het boerenerf en voor afleveren niet gesorteerd worden.

Figuur 6. **Oppervlakte cultuurgrond per bedrijfsgrootteklasse (periode 2001-2009).**



Figuur 7. **Gemiddelde opbrengst per ha van aardappelen en zaaiuien (periode 1994-2009).**



Bron: CBS

Er is een trend waarneembaar om spruitvorming van pootaardappelen te voorkomen door toepassen van middelen als Talent (plantaardige olie die enerzijds kieming remt, anderzijds de knolvermeerdering na poten positief beïnvloedt; niet toepasbaar bij alle rassen), kantelen van kisten (idem). Hierdoor is minder energie nodig voor koeling, maar brengen deze handelingen wel (extra) energieverbruik met zich mee. In dezelfde lijn wordt momenteel geëxperimenteerd met ethyleenbewaring: door ethyleen in de bewaarplaats te doseren wordt kiemremming beperkt. Door de noodzaak tot continu verdelen ervan door het product wordt extra energie gevraagd. Het is nog onduidelijk of dit in de praktijk toepassing zal vinden. Bij pootaardappelen wordt er vanuit gegaan dat het product wel gesorteerd wordt, voordat het van het erf verlaat. Het sorteren vergt ongeveer 4,8 kWh per ton (bron DLV).

In de Veenkoloniën waar zetmeelaardappelen het belangrijkste gewas is, worden onder invloed van campagneverlenging steeds meer aardappelen in schuren opgeslagen (momenteel ca. 42% van het totale volume). Daarvoor werd alles of direct van het land of uit een kuilbult geleverd. De fabriek draait circa 8 maanden (32 weken), ongeveer van week 34 t/m week 14. De verdeling is momenteel ongeveer:

- 57% korte bewaring, direct van het land (week 34 – week 2)
- 1% middellange bewaring, uit de kuilbult (slechts 15.000 ton)
- 42% lange bewaring, uit de schuur (week 3 t/m week 14)

De laatste jaren wordt circa 750.000 ton in schuren opgeslagen. Deze voorraad ligt gemiddeld 4,5 maand in deze opslag. Wijziging hierin is alleen te verwachten als bijv. sluiting van een fabriek aan de orde is. Dit kan leiden tot een hoge kapitaalinvestering in verbetering van de verwerkingscapaciteit, die een verlenging van de verwerkingsperiode tot gevolg kan hebben. Een andere ontwikkeling is de ontkoppeling van de productierechten voor zetmeel per 2012. Dit kan een flink effect hebben op het teeltvolume. AVEBE heeft in de pers al laten weten vanaf 2012 de mogelijkheid te willen hebben om 20% minder zetmeelaardappelen af te kunnen nemen per contract.

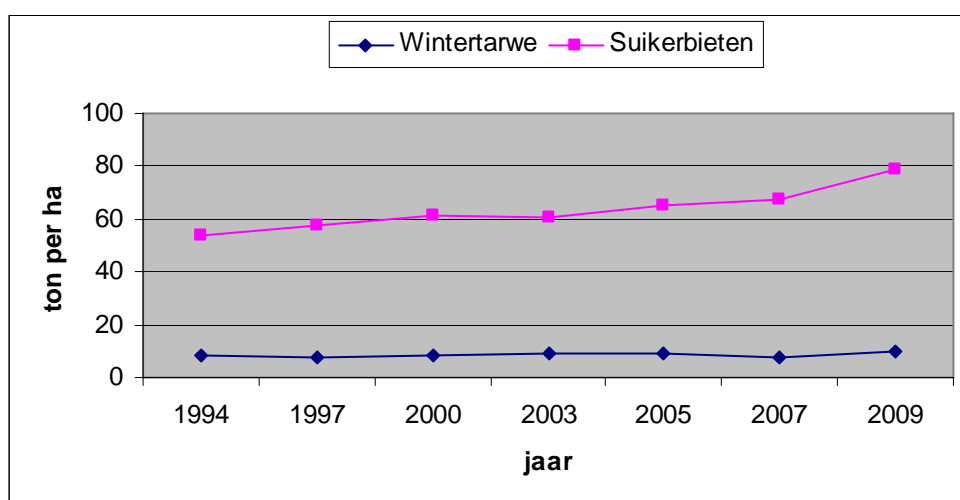
### 3.2.2 Granen

Granen werden vroeger (meer dan 20 jaar geleden) nog heel vaak op het eigen bedrijf bewaard. Naarmate de schaalvergroting doorzette en de prijs van granen naar beneden ging, zijn de meeste akkerbouwers steeds minder graan gaan opslaan. Na de oogst wordt het graan direct afgeleverd bij de coöperatie of particuliere graanhandelaar. De laatste jaren wordt echter gestimuleerd (o.a. CZAV en Agrifirm) om graan weer zelf op te slaan. Voor drogen en schonen wordt in de KWIN een bedrag van €11 per hectare gerekend. Dit betekent dat hier in absolute zin maar beperkte besparingsmogelijkheden zijn. Graan moet geleverd (en bewaard) worden bij een vochtpercentage van maximaal 15% vocht. De meeste energiewinst is te behalen door graan voldoende droog te oogsten. De trend is een bescheiden toename van korte opslag op de boerderij, los in de schuur met enige beluchting (drogen kost vele malen meer dan periodiek beluchten). De opbrengsten per ha vertonen, net als die van andere gewassen, een licht stijgende tendens (een langjarig gemiddelde: 80 kg/ha/jaar, zie ook figuur 8). De energie-efficiency per eenheid product neemt daardoor toe.

### 3.2.3 Suikerbieten

Door eerst de fusie van Cosun en CSM en later de sluiting van een suikerfabriek worden suikerbieten steeds langer op het bedrijf opgeslagen. De campagne van 2009 loopt door tot circa 21 januari 2010. In principe worden alle bieten op het erf of op de kavel bewaard en bij vorst met plastic afgedekt. Er wordt in normale gevallen geen of amper energie gebruikt voor de opslag zelf. Door de gestage groei van de opbrengst per ha (zie figuur 8) is sprake van een geleidelijke afname van het areaal.

Figuur 8. Gemiddelde opbrengst per ha van wintertarwe en suikerbieten (periode 1994-2009).



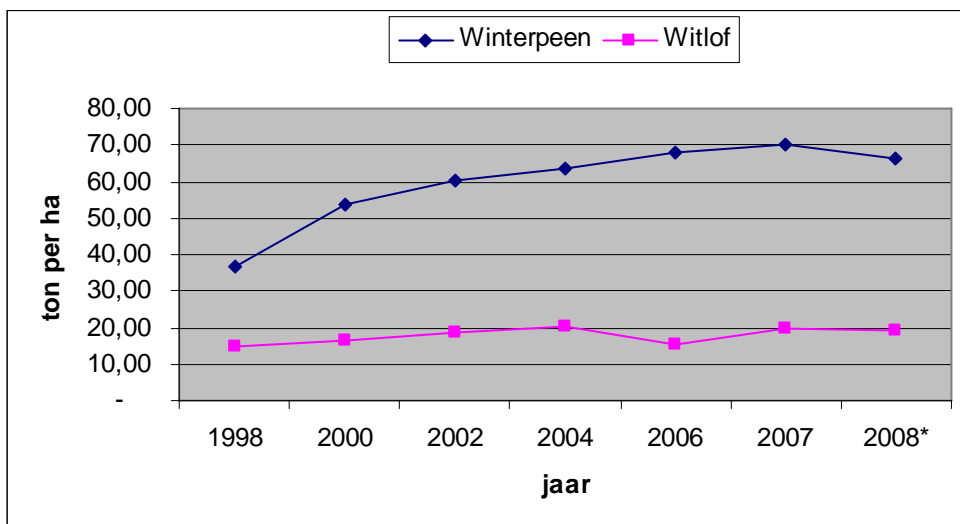
Bron: CBS

### 3.2.4 Winterpeen

Peen valt in tegenstelling tot uien nog steeds onder de groenten. Teelttechnisch is het echter een echt akkerbouwgewas geworden. De gemiddelde opbrengst laat een stijgende tendens zien (zie figuur 9). Vroeger werd vrijwel alle peen extern opgeslagen bij een handelaar. De laatste jaren is er een voorzichtige trend naar opslag van peen op het eigen bedrijf. De verwachting is dat deze trend vanwege de schaalvergroting verder zal doorzetten. Gevolg is minder slepen met kisten (logistiek voordeel) en mogelijk kwaliteitsverbetering, maar wel meer elektraverbruik op boerenerf. Tevens zal op het boerenerf (door de

kleinere schaal) gemiddeld meer geïnstalleerde koelcapaciteit (tot 20% meer) nodig zijn dan bij een grote loonkoeler met grote cellen. Daarnaast wordt peen in toenemende mate gespoeld op het teeltbedrijf en is sprake van een lichte stijging van het sorteren en verpakken op deze bedrijven.

Figuur 9. Gemiddelde opbrengst per ha van winterpeen en witlof (periode 1998-2009).



Bron: CBS

### 3.2.5 Witlofwortels

Witlofwortels worden in vrijwel alle gevallen door akkerbouwers geteeld en vervolgens gaan ze extern in de opslag voor de witloftrekker. Dit gewas (witloftrek) wordt bij vollegrondsgroenten verder besproken.

## 3.3 Vollegrondsgroenten

In tegenstelling tot akkerbouw of fruitteelt is het in de vollegrondsgroententeelt lastig een standaard bouwplan te beschrijven. Veel grotere bedrijven zijn gespecialiseerd in slechts 1 gewas. Veel kleinere bedrijven richten zich op een scala van (kleinere) gewassen. Deze studie richt zich op enkele grotere teelten. Er is vooral gekeken naar die teelten die een flinke omvang in areaal hebben en gewassen die daarnaast na de oogstfase ook verwerkt en/of opgeslagen worden op het primaire bedrijf.

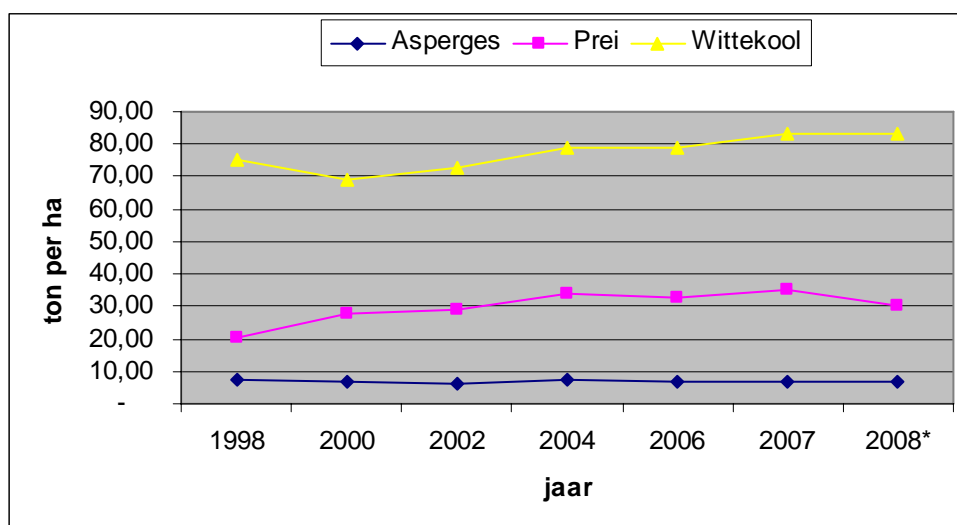
### 3.3.1 Prei

Prei laat een geleidelijk toenemende opbrengst per ha zien (zie figuur 10). Na de oogst wordt het product in een verwerkingsruimte veilingklaar gemaakt. Daarna gaat de prei de koeling in, in afwachting van het vervoer naar de veiling of handelaar. Aan het einde van het seizoen gaat de prei voor maximaal 4-6 weken de koeling in om ook na de laatste oogstperiode nog te kunnen leveren. Dit gebeurt ook als een vorstperiode verwacht wordt: het doel is dan om levering te kunnen garanderen.

De ontwikkelingen in de preiteelt zijn er vooral opgericht om de grote hoeveelheid (zware of repeterende) arbeid te minimaliseren. Het planten, de oogst (deels) en verwerking kennen een grote arbeidsbehoefte. De toename van mechanisatie in de teelt is derhalve waarschijnlijk. De toename van mechanisatie leidt tot een hoger energieverbruik. Een recente ontwikkeling is de beschikbaarheid van nieuwe oogstmachines die op het veld al wassen, schonen, sorteren en verpakken. Wat de invloed is op het energiegebruik, is niet onderzocht.

In onderzoeksprojecten als "Teelt de grond uit" wordt onder andere naar de preiteelt gekeken. Het telen van prei in geconditioneerde omstandigheden (bijv. kasteelt) lost mogelijk een aantal arbeids-, bemestings- en gewasbeschermingsknelpunten op.

Figuur 10. Gemiddelde opbrengst per ha van asperges, prei en witte kool (periode 1998-2009).



Bron: CBS

### 3.3.2 Sluitkool

In Nederland en vooral in Noord-Holland wordt veel kool geteeld. Het meerjarenoverzicht (figuur 10) laat een gestage groei van de hectareopbrengst zien. Sluitkool is de grootste koolsoort, waarbij witte kool het grootste assortiment heeft. Onder de sluitkool vallen witte kool, rode kool, groene en savooiekool, spitskool en spruiten. De spruiten worden in deze studie niet meegenomen. Kool is een echte wintergroente, die dus ook lange tijd vers van het land geoogst wordt. Daarnaast worden ook veel kolen opgeslagen voor de lange bewaring.

Witte kool wordt ook veelvuldig gebruikt voor zuurkoolproductie (deze activiteit valt buiten deze studie). De ontwikkelingen rondom koolgewassen zijn vergelijkbaar met andere vollegrondsgroenten. Er ligt een sterke nadruk op het verminderen van de (zware en repeterende) arbeid. De oogst en de verwerking zijn veelal handmatig. Ontwikkeling van nieuwe oogstmechanisatie heeft nog niet tot systemen geleid die de kwaliteit van de bewaarkool voldoende waarborgen. De ontwikkeling van nieuwe mechanisatie voor oogst en verwerking leidt waarschijnlijk tot een toename in energieverbruik.

### 3.3.3 Asperge (groen en wit)

De gemiddelde aspergeopbrengst per hectare ligt al jaren ongeveer op hetzelfde niveau (zie figuur 10). Voor asperge komt uitsluitend gekoelde opslag in aanmerking. Verkleuring, uitdroging en verhouting worden door lage temperaturen tegengegaan. Dit geldt vanaf de oogst – via de winkels tot bij de consument thuis. De eerste en de laatste asperges leveren in het algemeen de hoogste verkoopprijs op. Telers willen daarom de teelt graag vervroegen of verlaten. Op bedrijven waar veel warmte vrij komt (mestvergister/loonkoelers) biedt het perspectief om een deel van de asperges te verwarmen met warmwaterbuizen in de grond. In toenemende mate worden asperges gesorteerd met grote sorteermachines die de asperges op lengte en dikte sorteren. Ook neemt het aandeel geschilde asperges toe om zo het product aantrekkelijker te maken voor de consument. In Duitsland wordt ca. 50% van de asperges geschild verkocht.

### 3.3.4 Witlof(trek)

De teelt van witlofpennen is bij akkerbouw al beschreven. Vervolgens gaan ze vaak bij derden in opslag. Gedurende het jaar worden er steeds een bepaalde hoeveelheid pennen uit de koeling gehaald en opgezet. Hier begint de witloftrek. Voor een beeld van het opbrengstverloop over de afgelopen 10 jaar, zie figuur 9.

De witlofsector is een krimpende sector met steeds minder telers. De telers die blijven bestaan worden steeds groter. Omdat er relatief veel energie gebruikt wordt (warmte en koeling) en de marges stevig onder druk staan, is er enerzijds interesse en aandacht voor energiebesparing en anderzijds is de ruimte voor investeringen niet altijd aanwezig. Veel pennen worden extern bij loonkoelers opgeslagen. Een deel bij de akkerbouwer die de pennen teelt en een deel bij de witloftrekker die de pennen zelf opzet. Vooral bij deze

laatste groep trekkers is ruimte voor energiebesparing. Tijdens het koelen komt warmte vrij, terwijl er in de trek juist warmte nodig is.

De ontwikkelingen voor witlof(trek) zijn vergelijkbaar met andere vollegrondsgroenten. Er ligt een sterke nadruk op het verminderen van de (zware en repeterende) arbeid. Voornamelijk de witloftrek kent veel arbeid. Het opzetten, oogsten en sorteren zijn werkzaamheden met veel handwerk. Voor witloftrek wordt er gewerkt aan mechanisatie van de werkzaamheden. De toenemende mechanisatie zal leiden tot een hoger energieverbruik.

## 3.4 Fruitteelt

### 3.4.1 Appels en peren

#### Ontwikkeling areaal en productie

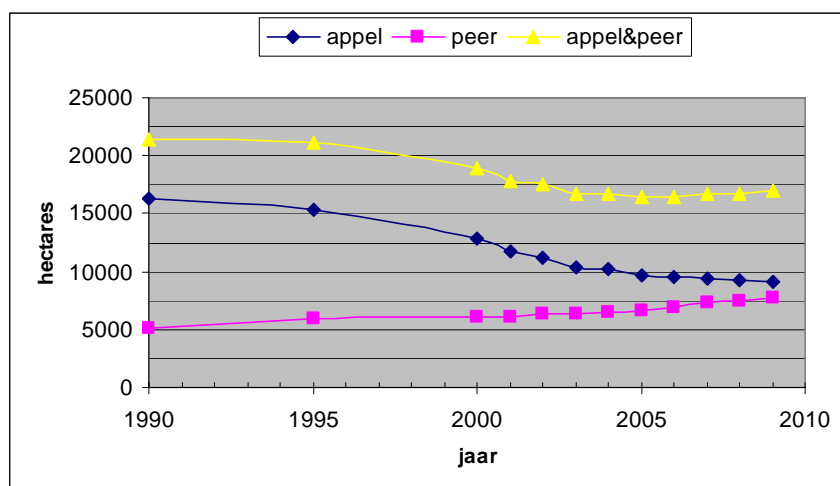
Het areaal waarop de teelt van appel plaats vindt daalt al sinds 1990 (fig. 11). Van 16231 ha in 1990 daalde het areaal beplant met appel tot 9129 ha in 2009. De afname van het areaal gaat nog steeds door. De snelheid van afname in de periode tussen 2005 en 2010 is minder groot dan van de periode daarvoor. Directe aanleiding voor de afname van het areaal zijn de lage financiële opbrengsten die met de teelt van appels werd gerealiseerd. De productie van appels lijkt zich momenteel rond ca. 400.000 ton te bewegen (fig. 12)

Het areaal voor de teelt van peren nam van 5121 ha in 1990 toe tot 7800 ha in 2009. Door de jaren heen zijn de opbrengsten van peren duidelijk beter geweest. Veel telers zijn op een groter deel van hun bedrijf peren gaan telen. De groei van het areaal peer overtrof de laatste 5 jaren de afname van het areaal appel. Hierdoor vertoonde het areaal appel en peer sinds 2005 weer een licht opgaande lijn.

Op grond van het feit dat de groei van het areaal in belangrijke mate het gevolg is van een toename van relatief jonge peren percelen mag in de komende jaren een duidelijk productie groei van peren verwacht worden. Een duidelijk opgaande lijn voor wat betreft het areaal (fig. 11) en de productie van peren (fig. 12) is al jaren duidelijk zichtbaar.

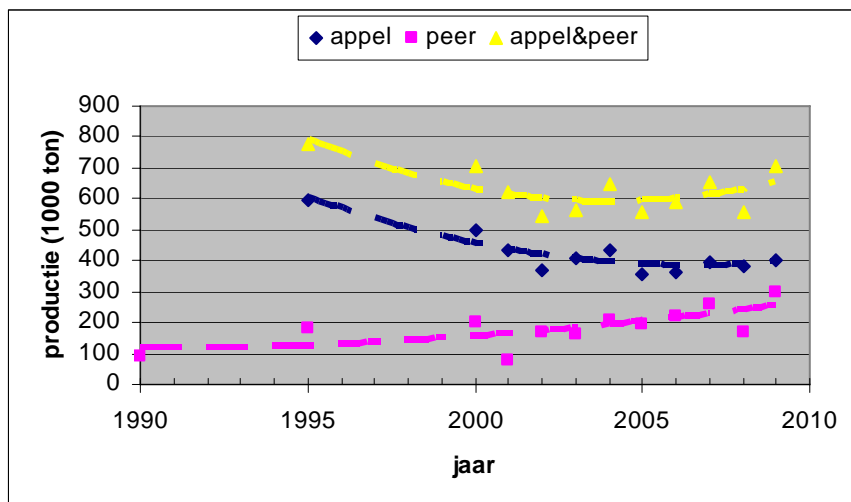
De opbrengst per ha vertoont zowel voor appels als peren een opgaande lijn (fig. 13)

Figuur 11. **Ontwikkeling areaal (ha) appel en peer in Nederland in de periode 1990- 2010.**



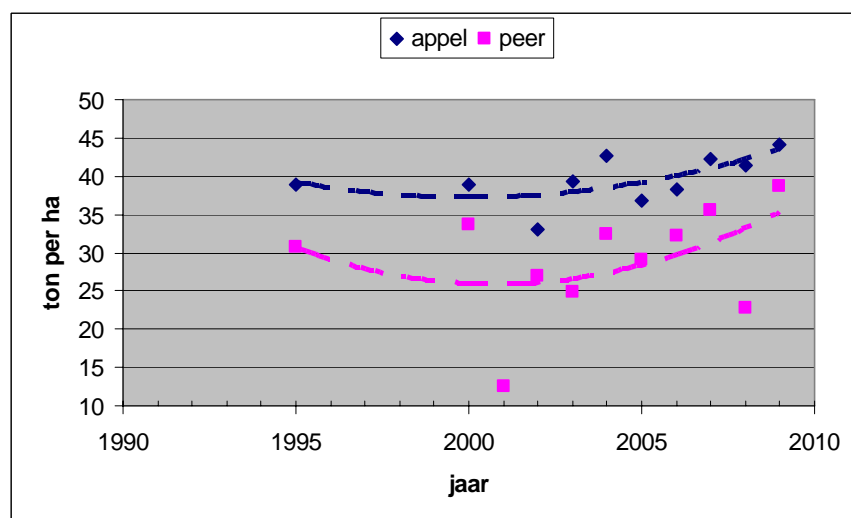
Bron: CBS

Figuur 12. Ontwikkeling productie (x1000 ton) appel en peer in Nederland tussen 1990-2010.



Bron: CBS

Figuur 13. Ontwikkeling productie per ha (ton/ha) appel en peer in Nederland.



Bron: CBS

### Bewaring

- In de periode van 1997 tot 2007 nam de capaciteit ULO koelruimte duidelijk toe en daalde de beschikbare capaciteit van de resterende type koelcellen. De beschikbaarheid van kwalitatief betere koelfaciliteiten biedt de mogelijkheid appels en peren langer te bewaren. Of dit altijd gebeurt is mede afhankelijk van de marktsituatie.

Tabel 13. Beschikbare capaciteit voor bewaring van appels en peren.

	1997	2002	2007
Totale koelcapaciteit (in ton)	323.200	309.500	335.000
- ULO-koelcapaciteit (in ton)	191.300	219.400	258.800
- Koelcapaciteit anders dan ULO (in ton)	131.900	90.100	76.200

- Het areaal appel neemt af en het areaal peer neemt toe. Naast het feit dat bij het bewaren van peren een andere bewaartemperatuur, bewaarduur en gascondities gehanteerd worden, is een belangrijk



aspect dat per volume-eenheid bij het bewaren van peren ca. 1,2 maal meer gewicht wordt opgeslagen dan bij het bewaren van appels.

- Thans wordt geschat dat 60% van het geproduceerde fruit op het teeltbedrijf zelf wordt bewaard en 40% van de productie bij een loonkoeler, handelaar of afzetorganisatie wordt ondergebracht. De inschatting is dat deze verhoudingen de komende 4 tot 5 jaar niet sterk wijzigen (Bron: NFO). Zowel telers door individuele fruittelers als door loonkoelers/ afzetorganisaties worden koelfaciliteiten vernieuwd/ uitgebreid.

#### Sortering

- Ingeschat wordt dat thans ongeveer de helft van de productie op het eigen bedrijf wordt gesorteerd. Sorteerbeprijven, afzetorganisaties en fruithandel bedrijven zorgen voor sortering van het andere deel van het fruit. Voor de komende jaren wordt hierin geen sterke wijziging voorzien. (bron: NFO). Anderzijds speelt wel dat de afzet van zogenaamde clubrassen vrijwel altijd gekoppeld is aan het centraal laten sorteren van het product.
- In het verleden werd een groot deel van de peren nog handmatig gesorteerd om schade aan het product te voorkomen. Thans wordt van appels en peren 90 tot 95% van het sorteren machinaal uitgevoerd (bron: Fruitmastersgroep<sup>1</sup> en The Greenery<sup>2</sup>). Kortom een forse toename van machinaal sorteren heeft reeds plaatsgevonden en zal dus in de toekomst geen aanleiding meer zijn tot een toename van het elektriciteitsverbruik.

#### Verpakken (bron: Fruitmastersgroep<sup>3</sup> en The Greenery<sup>2</sup>)

Het verpakken van appels en peren in consumentenverpakking (flowpack, zakken, foodtainer, etc.) is in de afgelopen jaren duidelijk toegenomen. Schattingen lopen per bron uiteen van 5 tot 15% van de verkochte Nederlandse appels en peren. Of deze trend doorzet of (tijdelijk) gebroken wordt, is op dit moment niet volledig duidelijk. Er zijn signalen in de markt dat de groei vanuit kostenaspecten en daaraan gekoppelde verkoopprijzen voor consumenten stagneert (effect van in economisch minder tijden).

De wens tot het gebruiken van consumentenverpakkingen is voortgekomen uit o.a. voedselveiligheid, consumenten gemak en de wens om items in de verpakking toe te kunnen voegen.

Het verpakken in consumentenverpakkingen is en blijft naar verwachting een activiteit die vooral op centrale punten plaats zal vinden en niet bij telers thuis. Redenen hiervoor zijn:

- Korte tijd tussen bestellen en leveren (korter dan een werkdag).
- Tracking / traceability en codering
- Grote verscheidenheid aan verpakkingen waarin afgeleverd moet worden.

Bronnen: <sup>1</sup> R.Verbeek, Fruitmasters

<sup>2</sup> J. van Os, The Greenery

<sup>3</sup> Z. van Aalsburg, Fruitmasters

### 3.4.2 Rode bessen

- De capaciteit van koelruimte geschikt voor de bewaring van rode bessen stijgt gestaag door.
- Bedrijven die zich met de bewaring van rode bessen bezig houden oriënteren zich ook gebruik van de warmte die door koeling uit de bessen wordt onttrokken.
- De teelt waar vervoeging wordt nagestreefd door het stoken in een tunnel of kas kent geen verdere uitbreiding: er is eerder sprake van een lichte terugloop.



## 4 Energiebesparingsopties in de landbouw

In dit hoofdstuk zijn de energiebesparingsmogelijkheden beschreven die perspectief hebben in de na-oogstfase. In dit onderzoek is niet nader aandacht besteed aan de investeringskosten en terugverdientijd. Hierover blijken geen onderzoeksresultaten in de literatuur beschikbaar en dit vraagt nader onderzoek. In de checklisten per sector (zie hfdst. 5) zijn wel cijfers uit de bloembollen als referentie opgenomen. Dit geeft een eerste indicatie van hetgeen bij die maatregel haalbaar kan zijn..

Het doel van bewaring is om tegen minimale energiekosten een zo goed mogelijke productkwaliteit bij aflevering te realiseren (met minimaal (gewichts)verlies). Inzet van bewaarmiddelen (denk aan kiemremmers bij aardappelbewaring) kunnen hierbij een rol vervullen, maar aan het gebruik ervan zijn strikte eisen verbonden in het kader van voedselveiligheid.

In dit hoofdstuk wordt een beschrijving van besparingsopties gegeven. Het gaat hierbij om zowel zachte (gedrag) als harde (technisch) besparingsopties. Bij de beschrijving hier is geen relatie gelegd naar de toepassing in de sectoren: daarvoor wordt verwezen naar de (aanzet voor een) checklist per sector. Naast het werkingsprincipe wordt een indicatie gegeven van de potentie (hoeveel besparing is haalbaar), risico's (wat kan er misgaan bij toepassing) en witte vlekken (op welk punt is nog onderzoek nodig).

De checklist is ingedeeld in besparingsopties voor 5 verschillende groepen:

1. Gebouwen
2. Klimaatregelingen /-computer
3. Installatie (koelen en ventilatie)
4. Meten en bewaken
5. Overig

Hieronder is per groep aan de hand van enkele besparingsopties beschreven welke range aan mogelijkheden voor energiebesparing beschikbaar zijn. Vanwege de hoeveelheid mogelijkheden is niet iedere optie weergegeven. Ook is geen rangorde aangegeven. Kleine besparingen kunnen zonder grote investeringen eenvoudig toegepast worden waar grote besparingen wellicht een langere terugverdientijd hebben.

### 4.1 Gebouwen

Door aanpassingen in gebouwconstructie en bewustzijn van energielekken in het gebouw is energie te besparen. Enkele opties om dit te bereiken zijn:

#### **Isolatie gevel**

##### Werking:

Fruitbedrijven waar de bewaarcellen in een ongeïsoleerde loods zijn gebouwd hebben te maken met hoge temperaturen in zolderruimten en andere aangrenzend ruimten door instraling. Hierdoor ontstaan grote temperatuurverschillen tussen binnen- en buitentemperatuur. Door isolatie van gevel en dak is dit temperatuurverschil te reduceren.

##### Potentie:

Onbekend (hangt sterk af van de bedrijfssituatie).

##### Risico's:

In geïsoleerde ruimten is vaak ook minder ventilatie. Vochtophopping en condensvorming kunnen problemen geven (denk aan eisen BRC, HACCP). Om dit tegen te gaan is eventueel luchtdroging nodig. Dit kan door middel van ventilatie of koeling (is drogen), maar beperkt het energievoordeel.

##### Witte vlekken:

Niet duidelijk is hoeveel procent energievoordeel te behalen is. Hiervoor ontbreken de juiste berekeningen

en de juiste informatie uit de praktijk als het gaat om isolatiewaarde huidige situatie. Nokventilatie wordt ook wel toegepast waar geen dakisolatie aanwezig is. Onbekend is of dit afdoende is ten opzichte van isoleren.

### **Vernieuwen deurrubbers van koelcellen**

#### Werking:

Regelmatig onderhoud aan de deurrubbers van de koelcellen voorkomt dat de rubbers uitdrogen. Door dit uitdrogen 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. In fruitcellen is daarnaast de gasdichtheid van een cel uitermate belangrijk om de gewenste gascondities in stand te kunnen houden.

#### Potentie:

Onbekend en afhankelijk van de toepassing van de koelcel.

#### Risico's:

Geen.

#### Witte vlekken:

Geen.

## 4.2 Klimaatregelingen / -computer

Het gebruik van een klimaatcomputer en de beschikbare klimaatregelingen geven de mogelijkheid automatisch de productkwaliteit, maar ook het energieverbruik te optimaliseren. Daarnaast kan de gebruiker een goed inzicht krijgen in het actuele energieverbruik door de registratiemogelijkheden van het systeem.

### **Bewaarcomputer en cursus**

#### Werking:

Bewaarcomputers regelen op basis van sensoren (binnen- en buitentemperatuur, luchtvochtigheid) het binnenklimaat in de bewaarplaats. Voor elk product is er een specifieke programmatuur beschikbaar. Bewaarcomputers worden al 20-30 jaar toegepast en hebben zich in de loop der jaren steeds verder ontwikkeld. In de praktijk wordt een grote variëteit aan bewaarcomputers gebruikt (van oud/eenvoudige regeling tot nieuw/geavanceerd). Ook tussen merken is sprake van verschillen in benadering van het "optimale bewaarregiem". Ook zijn gegevens over het verloop van de bewaarperiode, aantal draaiuren enz. niet bij alle systemen uitleesbaar (en dus niet beschikbaar voor analyse en verbetering).

#### Potentie:

Bewaarcomputers zijn vrijwel altijd interessant qua energiegebruik en worden vrijwel op elk bedrijf gebruikt. Er zijn echter dusdanige verschillen in rendement en benadering van deze apparaten, dat het aanbeveling verdient om dit nader te onderzoeken. De verwachting is dat de potentie qua energiebesparing groot is (afhankelijk van de bedrijfssituatie).

#### Risico's:

Geen (wellicht het blindelings vertrouwen op relatief oude bewaarcomputers).

#### Witte vlekken:

Er is geen inzicht in de verschillen tussen geprogrammeerde bewaarregiems en de mate waarin dit leidt tot verschillen in energieverbruik. Tevens is een analyse van de meerwaarde van goed uitleesbare computers voor verbetering van het "bewaargedrag" waardevol (dit als input voor bijv. studiegroepen). De terugverdientijd onder Nederlandse omstandigheden is niet bekend.

## 4.3 Installatie

Naast de techniek die de gebruiker rechtstreeks kan bedienen zijn op het bedrijf tal van technieken aanwezig waarover de ondernemer geen of weinig kennis en vaardigheden beschikt. In sommige gevallen is de ondernemer niet bevoegd om hier aanpassingen aan te doen. Het gaat dan met name om de koelinstallatie en de instellingen die daarbij horen.

## **Frequentieregelaars**

### Werking:

Een frequentieregelaar is een elektronische omvormer die voor een elektromotor wordt geplaatst en in plaats van de standaard 50 Hz een stroom met een variabele frequentie kan leveren. Het grote voordeel in termen van energiebesparing wordt het best uitgelegd aan de hand van een voorbeeld: wanneer de frequentie verlaagd wordt naar 25 Hz dan daalt het toerental van de ventilatormotor met 50% met als gevolg:

- Luchtopbrengst zakt lineair, dus ook 50% luchtopbrengst
- Tegendruk daalt kwadratisch, dus  $50 \cdot 50 = 25\%$  tegendruk
- Stroomverbruik daalt met de derde macht, dus  $50 \cdot 50 \cdot 50\% = 12,5\%$  stroomverbruik.

### Potentie:

De potentie varieert per gewas. Bij uien wordt ca. 50% meer ventilatiecapaciteit geïnstalleerd (150 t.o.v. 100 m<sup>3</sup> lucht per m<sup>3</sup> product). Uien moeten namelijk na het inschuren, zo snel mogelijk warm en droog gestookt worden. Na deze indroogfase (1 week) is de hoge capaciteit vaak niet meer nodig en zijn dus hogere besparingen te halen. Door frequentieregelaars toe te passen kan na de indroogfase (100% capaciteit) een betere verdeling van lucht plaatsvinden met een fors minder stroomgebruik t.o.v. op volle capaciteit ventileren (hoog verbruik) of de helft van de ventilatoren gebruiken (slechte verdeling). Ook zijn er ondernemers die na het droogstoken veel ventileren op een laag toerental om zo fusarium in de uienpartij beheersbaar te houden en toch energie te besparen. (bron: Mooij Pressure Ventilation BV).

### Risico's:

Er is nog weinig ervaring hoe sterk de frequentie verlaagd kan worden. Minder tegendruk geeft als risico dat niet alle plekken in de partij voldoende bereikt worden. Daarnaast kan door meer te ventileren zowel bij aardappelen als uien vochtverlies optreden (opbrengstverlies in gewicht en geld).

### Witte vlekken:

Internationaal wordt de Nederlandse ventilatienorm van 150 m<sup>3</sup> voor uien als hoog beoordeeld (afhankelijk van klimaat wordt gewerkt met 50-120 m<sup>3</sup> / m<sup>3</sup> product - bron: Mooij Pressure Ventilation BV). Op dit terrein is nader onderzoek gewenst naar de relatie van 'terugtoeren', productkwaliteit / -schade ofwel optimalisatie van de energiebesparing met behoud van kwaliteit. Speciale aandacht voor frequentieregeling als een alternatief voor beheersbaar houden van ziekten in de partij (zoals fusarium in uien).

## **Adiabatische bevochtiging**

### Werking:

Droge warme lucht wordt (geforceerd) door een vochtig lamellenpakket heen geblazen. Deze lucht heeft capaciteit vocht op te nemen en koelt door de verdamping van water af (adiabatisch effect). In aardappelbewaring, waar een hoge luchtvochtigheid gewenst is, kan deze techniek toegepast worden. Op deze manier kan later in het bewaarseizoen met buitenlucht geventileerd blijven worden.

### Potentie:

Deze techniek kan in beginsel worden toegepast in de meeste bewaarplaatsen waar met buitenlucht geventileerd wordt. Het wordt vooral toegepast in droge klimaatzones (combinatie van koeling en bevochtiging)

### Risico's:

De capaciteit van deze systemen is niet altijd toereikend, want onder Nederlandse omstandigheden is het adiabatische effect niet heel groot. Het systeem is wel betrouwbaar en heeft zich bewezen in andere sectoren (tuinbouw en intensieve veehouderij).

### Witte vlekken:

De terugverdientijd onder Nederlandse omstandigheden is niet bekend.

## **Oversized condensors**

### Werking:

Door het toepassen van een oversized condensor kan de verdamperdruk lager zijn omdat de condensor capaciteit groot is. Het verlagen van de verdamperdruk geeft per graad 2% energiebesparing (deze optie wordt ook genoemd bij verlaging condensatietemperatuur in de checklist!).

### Potentie:

Bij vervanging en nieuwbouw van koelinstallaties (verdampersdruk geeft per graad 2% energiebesparing).

Risico's:

Geen.

Witte vlekken:

Geen.

### **Heetgasontdooiing**

Werking:

Voor het ontdooien van het gevormde ijs op de verdamper in de bewaarcel kan in plaats van elektrische ontdooiing, door middel van hitte spiralen, heetgasontdooiing toegepast worden (alleen bij DX-koelsystemen). Hierbij wordt koudemiddel in gasvorm teruggeleid naar de verdamper om het ijs te ontdooien. Er moet op dat moment wel voldoende koelvraag zijn zodat ook voldoende heetgas in het systeem beschikbaar is.

Potentie:

Bij vervanging en nieuwbouw van koelinstallaties.

Risico's:

Geen.

Witte vlekken:

Geen.

### **Toepassen energiezuinige ventilatormotoren**

Werking:

Bij oude verdampers kan het zijn dat of te zware ventilatoren of ventilatormotoren met een laag rendement geïnstalleerd zijn. Tegenwoordig is het mogelijk energiezuinige (gelijkstroom)ventilatoren te selecteren met een lager energieverbruik per m<sup>3</sup> lucht.

Potentie:

Bij oude bewaarfaciliteiten zijn veel verdampers uitgevoerd met ventilatoren die niet zijn afgestemd op de juiste luchtopbrengst of een hoog energieverbruik hebben. Vervanging kan een mogelijkheid zijn op substantieel het verbruik te verminderen. Ook bij de nieuwbouw van bewaarcellen kan hiermee rekening gehouden worden.

Risico's:

Geen

Witte vlekken:

De technische haalbaarheid is een feit, maar het is niet bekend wat de terugverdientijd is voor deze optie. Informatie die hiervoor nodig is, kan voortkomen uit een energiescan op het fruitbedrijf (en mogelijk in de toekomst, ook in andere sectoren). Afhankelijk van de bedrijfssituatie kan het beoogde resultaat variëren.

## **4.4 Meten en bewaken**

Wanneer alle energiezuinige technieken op het bedrijf aanwezig zijn wil dat nog niet zeggen dat het gebruik ervan optimaal is. Gebleken is dat hier grote kansen liggen om het energieverbruik te verminderen.

### **Verbruikmeter per box of cel**

Werking:

Door het periodiek meten van het verbruik treedt bewustwording op en kan er beter gestuurd worden op energiegebruik. Zo wordt onder andere duidelijk hoeveel energie er nodig is voor drogen of inkoelen en hoeveel de maandelijkse onderhoudskoeling kost.

Potentie:

Agentschap NL (Infomil bloembollenbedrijven) gaat uit van een energiebesparing van gemiddeld 5-10%. Uit een aantal energieprojecten in andere sectoren worden hogere besparingen gemeld (zie ook hfdst. 5). Opm.: In de EIA regeling 2010 is een energie- of aardgastussenmeter voor het onderbemetere van het gebruik opgenomen (max. investeringsbedrag € 3.000 per tussenmeter).

Risico's:

Geen

Witte vlekken:

Voor de sector is het belangrijk dat er aandacht komt voor: 1) energiegebruik, 2) de verschillen tussen telers en 3) de verschillen tussen bewaarsystemen. Sinds 1980-1985 is er in de akkerbouw en vollegrondsgroenten nauwelijks bewaaronderzoek gedaan. Onderzoek dat wel is uitgevoerd richtte zich op kwaliteit of kiemremming en niet op energiegebruik.

### **Registratie en monitoring**

#### Werking:

Door zelf het energieverbruik te registreren of te laten monitoren via de leverancier wordt de energieafname zichtbaar en komen verbruikspieken in beeld. Dit biedt aanknopingspunten bij energiebesparing en inkoop van energie.

#### Potentie:

Naast het verkrijgen van aanknopingspunten voor energiebesparingen wordt op basis van de benodigde kWh/ton/dag ook inzicht verkregen of een fruitbedrijf een bovengemiddeld, gemiddeld of benedengemiddeld energieverbruik heeft. De mate van en welke energiebesparingen er mogelijk zijn worden dan duidelijk en op deze manier kan gericht actie ondernomen worden.

#### Risico's:

Geen

#### Witte vlekken:

Hoe meer praktijkgegevens verzameld worden, hoe beter inzicht verkregen kan worden in het energieverbruik van verschillende bedrijfsonderdelen. Daarom is het gewenst dat onderzoekinstellingen gezamenlijk met de praktijk monitoring kan uitvoeren door middel van een energiescan. Een voorbeeld van zo'n initiatief gebeurt nu op provincieniveau, maar kan in het kader van Schoon&Zuinig ook op sectorniveau. Een bijkomend voordeel van een gezamenlijke aanpak is dat de bewustwording en kennisoverdracht naar de sector op deze manier geoptimaliseerd wordt.

## 4.5 Overig

Hieronder vallen zaken als optimalisering van verlichting, warmteherbenutting, enz..

### **Reflectorverlichting**

#### Werking:

Door toepassing van spiegelreflectoren neemt de lichtopbrengst met 50% toe. 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.

#### Potentie:

In de betrokken sectoren wordt voornamelijk de sorteerruimte (beter) verlicht. In verhouding tot bewaring zijn de potentiële besparingen beperkt.

#### Risico's:

Geen.

#### Witte vlekken:

Er is geen standaard voor de benodigde lichtopbrengst in sorteerruimten. Wel is duidelijk dat men eventueel met minder armaturen toe kan. Onduidelijk is hoeveel armaturen minder nodig zijn. Nadere studie is hiervoor nodig.

### **Koude/warmte opslag**

#### Werking:

Wanneer in het totale productieproces meer of minder gelijktijdig in één schakel koude, en in een andere schakel warmte nodig is, zijn deze schakels te koppelen met relatief kleine volumes warmte/koude opslag. Naarmate warmte en koudebehoefte verder in de tijd uit elkaar liggen is het benodigde volume groter. Warmte/koude opslag kan in ondergrondse tanks, in een aquifer of in een bodemvolume. Voor opslag in een aquifer moet volgens wetgeving de jaarbalans energieneutraal zijn (er mag netto niet meer warmte onttrokken worden dan er aan wordt toegevoegd).

#### Potentie:

Het hangt sterk van het bedrijfsspecifieke productieproces af hoe de warmte/koude opslag

gedimensioneerd moet worden om rendabel te zijn.

Risico's:

Geen.

Witte vlekken:

Onbekend is op welke schaal deze techniek toegepast kan of moet worden om rendabel te zijn. De terugverdientijd kan voor een bedrijf met koelcellen te lang zijn.

### **Warmtewisselaars**

Werking:

Warmtewisselaars worden ingezet in combinatie met koude/warmte opslag en/of warmtepompen. Er bestaan verscheidene typen warmtewisselaars. Te warme kaslucht kan worden afgekoeld door water over het kasdek te laten vloeien of door watergekoelde ventilatie. De afgevoerde warmte wordt voor gebruik in de winter bijvoorbeeld opgeslagen in een aquifer of in een bodemvolume. Met zogenoemde energiepalen wordt warmte uitgewisseld tussen een bodemvolume en door slangen langs de heipalen stromend water.

Potentie:

In warme perioden van het jaar is veel koelvraag. Hierbij komt veel warmte vrij die op dat moment niet aangewend hoeft te worden voor bijvoorbeeld kantoorruimten. Met deze warmte wordt dan niets gedaan. Daarnaast loopt de temperatuur hoog op in zolderruimten van ongeïsoleerde loodsen, deze warmte wordt niet benut.

Risico's:

Onbekend.

Witte vlekken:

Het is onbekend of en op welke schaal deze technische oplossing op een bedrijf met koelcellen kan worden toegepast.



## 5 Checklist per sector

Voor elke sector is een overzicht van de besparingsmogelijkheden gegeven. Deze zijn in dit rapport gerangschikt naar categorie (conform aangegeven is hoofdstuk 4). Daarnaast is per besparingsmogelijkheid aangegeven:

1. of deze besparing een hoge bijdrage kan leveren aan het doel om te komen tot energiebesparing (interessant=3; minder interessant = 1).
2. of deze optie direct toepasbaar is. “Direct toepasbaar” betekent dat in de markt voldoende kennis aanwezig is om een ondernemer daar adequaat in te adviseren. “Onderzoek” betekent dat er op dit moment te weinig objectieve kennis aanwezig is om zicht te geven op besparingsmogelijkheden.
3. hoe hoog de energiebesparing (ongeveer) kan zijn: voor de fruitteeltsector zijn hier deels eigen gegevens, deels gegevens uit de bollensector genoemd. Voor de akkerbouw en vollegrondsgroentensector zijn geen eigen gegevens bekend: daarom wordt verwezen naar ervaringen in de bollensector om enig houvast te bieden (de herkomst van de informatie is in de kolomkop toegelicht).

Let op: in de kolom “Besparing” zijn maximaal haalbare besparingspercentages weergegeven. Indien gekozen wordt voor een combinatie van maatregelen, dan mogen de percentages niet zondermeer bij elkaar opgeteld worden!

## Checklist Akkerbouw

Categorie: 1=gebouw 2=regeling 3=installatie 4=meten 5=overig	Besparingsmaatregel (akkerbouw)	1 = minder interessant 3 = meest interessant	direct toepasbaar / nader onderzoek nodig?	Wat moet er nog gebeuren / voor welke gewassen.	besparing (max) bron: BOLLEN	Toelichting (op basis van diverse onderzoeken bij bloembollen) tenzij andere bron vermeld.	investering s-kosten bron: BOLLEN	Terug- verdiend tijd bron: BOLLEN	Opmerking  akkerbouw)	(vanuit akkerbouw)
1	Verbeteren isolatie koelcel	1	Direct	Mogelijk toepasbaar op bedrijfsniveau.	5%	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.	AvBS	AvBS	Huidige bewaar faciliteiten voor akkerbouwproducten zijn vaak voorzien van vaste isolatie materialen. Tenzij muizen nestelen in Polystyreen, Poly Urethaan materialen.	
1	Isoleren koudebruggen	1	Direct	Isolatie van koude bruggen is aanbeveling bij nieuwbouw en toepasbaar in bestaande faciliteiten.	2%	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 buitenkomen, 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.	AvBS	AvBS		
1	Vernieuwen van deurrubbers koelcellen	1	Direct	Toepassen.	1%	Regelmatig onderhoud aan de deurrubbers van de koelcellen voorkomt dat de rubbers uitdrogen. Door dit uitdrogen 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.	onbekend			
1	Isoleren spouwmuur	1	Direct	maatwerk, per situatie bekijken.		<b>Agentschap NL:</b> Infomill bloembollenbranche: Dit is toepasbaar bij gebouwen die verwarmt worden, met een ongeïsoleerde spouwmuur. Dit kan voorkomen bij gebouwen uit de periode 1930-1980. Een vuistregel is dat minimaal 20% van de gevel uit spouwmuur moet bestaan om de maatregel rendabel uit te kunnen voeren.	8-15 € per m2 muur.	4-8 jaar	ja, indien gebouw tussen 1930 en 1980 gebouwd is en minimaal 20% van de muur uit spouwmuur bestaat. In 2009 EIA. Via bedrijven aangesloten bij IKOB-BKB.	
1	Isoleren plat dak	1	Direct	maatwerk, per situatie bekijken.		<b>Agentschap NL:</b> Infomill bloembollenbranche: Bij koeling of verwarming van gebouwen met een plat dak kan energie worden bespaard, als er niet wordt verwarmt is er geen energie te besparen, maar kan het werkklimaat wel verbeteren.	kantoor: 10-25 € per m2 dak werkhal 2-5 € per m2 dak+	2-7 jaar	ja, mits er een plat dak is. In 2009 EIA. Via deskundig bedrijf.	
2	Klimaatcomputer aanschaffen	3	Direct	Techniek direct inzetbaar, maar bewaarders / akkerbouwers dienen te worden getraind in gebruik van bewaarcomputer.	5%	Een computer is beter in staat om het (cel)klimaat 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. Een klimaatcomputer kan het energieverbruik inzichtelijk maken.	€10.000 - €25.000	AvBS	Een klimaatcomputer heeft veel meer voordelen dan alleen energiebesparing	
2	Instellingen klimaatcomputer controleren	3	Onderzoek	Techniek direct inzetbaar, maar bewaarders / akkerbouwers dienen te worden getraind in gebruik van bewaarcomputer.	5%	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.	€0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	Er is veel verschil tussen gebruikers (maar ook leveranciers) hoe een bewaarcomputer wordt gebruikt. De gebruiker moet leren deze apparatuur goed te gebruiken.	
2	Temperatuurintegratie bij bewaren	2	Direct	Analyseren van datasets met effect van variabele bewaartemperatuur op finale product kwaliteit. Geldt voor aardappelen, ui en peen.	5-10%	Door toepassing van temperatuurintegratie (TI), d.w.z. het laten oplopen van de temperatuur met enkele graden als er goedkope warmte beschikbaar is (bv. bij warm weer of warmte uit een zonnedak), en het verlagen van de temperatuur met enkele graden als de buitenlucht koeler is (bv 's nachts), maar zodanig dat de gemiddelde temperatuur constant is, kunnen grote hoeveelheden energie bespaard worden. Absolute voorwaarde hierbij is dat de kwaliteit bewaard blijft. Vooral een toename in verklistering dient voorkomen te worden.	onbekend	Binnen 1 seizoen		
2	Ventilatorinstellingen	2	Direct	op celniveau, mits gekoeld bewaren, bijvoorbeeld peen	27%	<b>Bron fruitteelt:</b> uniforme luchtverdeling door circuleren wordt niet alleen bereikt door continu te ventileren; met puls/pauze wordt minimaal hetzelfde resultaat bereikt	€0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen		
3	CO2 gestuurde ventilatie	3	Onderzoek	Naar analogie van sturing in de bollen op ethyleen, voor akkerbouw het CO2 gehalte hanteren als criterium voor mate van ventilatie? Onderzoeken voor welke gewassen dit interessant is.	50%	Bij het bewaren van tulpenbollen is de veilige schadedrempel voor ethyleen 100 ppb. De ethyleenanalyse meet continue het ethyleengehalte van de lucht in de cel. Door deze aan te sluiten op de klimaatcomputer zijn regelingen mogelijk waardoor de klepstand (of het toerental van de verversingsventilator) aangestuurd wordt. Op deze wijze blijft het ethyleengehalte onder de schadedrempel: hoe minder zure bollen, hoe lager de ethyleenproductie, hoe minder ventilatie. Er wordt dus niet meer dan nodig geventileerd. Bij een lage ethyleenproductie (minder zure bollen) kan er erg veel op gas bespaard worden.	€7900 - €12916	Afhankelijk van aantal m3 bollen per cel 6 jaar bij 100 m3 tot 2 jaar bij 300 m3	Interessant om het ethyleengehalte op een gewenst niveau te houden; want ethyleen is een kiemgroeiregulator in aardappelbewaring. Niet 1 op 1, wegens het gewenste, omgekeerde effect van ethyleen op het bewaarde product. Een dubbele analyse is per cel €1000 goedkoper	
3	Ronde uitblaasopening	3	Onderzoek	Verdient nadere studie voor in kisten bewaarde akkerbouwproducten.	25%	Een afgeronde uitblaasopening vermindert de weerstand. Hierdoor is de luchttoegankelijkheid van de wand in een 2-laagssysteem minstens 10% hoger. Het toerental kan dan evenredig worden vermindert wat een energiebesparing van minstens 25% oplevert. Bij een 1-laagssysteem is het effect wat minder.	onbekend	Binnen 1 seizoen	Elke techniek die leidt tot een gelijkere luchtverdeling door een meer efficiënte van het ventilatie systeem in een kistenstapel in een bewaar faciliteit is interessant en verdient nadere studie. Verdient nadere studie voor in kisten bewaarde akkerbouwproducten.	

## Checklist Akkerbouw - vervolg

Categorie: 1=gebouw 2=regeling 3=installatie 4=meten 5=overig	Besparingsmaatregel (akkerbouw)	1 = minder interessant 3 = meest interessant	direct toepasbaar / nader onderzoek nodig?	Wat moet er nog gebeuren / voor welke gewassen.	besparing (max) bron: <b>BOLLEN</b>	Toelichting (op basis van diverse onderzoeken bij bloembollen) tenzij andere bron vermeld.	investering s-kosten bron: <b>BOLLEN</b>	Terug- verdiend t bron: <b>BOLLEN</b>	Opmerking  (vanuit akkerbouw)
3	Dieptestapeling	3	Onderzoek	Verdient nadere studie voor in kisten bewaarde akkerbouwproducten.	20%	Naarmate er dieper gestapeld wordt neemt het verschil in luchthoeveelheid per kist sterk toe: de kisten het verst van de wand krijgen 2 tot 3 keer meer lucht dan de kisten aan de wand. Door hiermee rekening te houden bij het plaatsen van de kisten is dit te compenseren. Zet dikke maten dicht bij de wand en de kleine maten het verst van de wand of bovenop.	arbeidskosten	Binnen 1 seizoen	Elke techniek die leidt tot een gelijkere luchtverdeling door en meer efficiëntie van het ventilatie systeem in een kistenstapeling in een bewaar faciliteit is interessant en verdient nadere studie. Verdient nadere studie voor in kisten bewaarde akkerbouwproducten.
3	Verminderde circulatie + frequentieregelaar	2	Onderzoek	PPO agv contractonderzoek startte in 2007 een vergelijkbaar project voor bewaring van aardappels. Enkele additionele jaren moeten sterkere bevestiging leveren.	60%	Met frequentieregelaars kan het toerental van de ventilatoren traploos worden aangepast. Een verlaging van het toerental met 10% betekent een afname van de luchthoeveelheid met 10%, terwijl het opgenomen vermogen met ruim 25% daalt. Als bollen droog zijn en geschoond kan voor de meeste bolsoorten het toerental vaak tot 50% of meer dalen. Dit geeft dan een energiebesparing van ruim 80%. Zowel de systeem- als verversingsventilator(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.	€700 - €1000, incl installatie	2 - 3 jaar	Recent PPO agv contract onderzoek bevestigt de optie van lager ventilatie capaciteit in consumptie aardappel bewaring.
3	Kisten bovenlaag afdekken	2	Onderzoek	Verdient nadere studie voor in kisten bewaarde akkerbouwproducten.	20%	De luchtverdeling over de 4 tot 6 lagen in een kistenstapeling laat zien dat de minste lucht door de middelste lagen gaat. Door de bovenste laag af te dekken (niet volledig) met afdekplaten krijgen de middenlagen meer lucht waardoor de totale luchthoeveelheid verminderd kan worden.	onbekend	Binnen 1 seizoen	Elke techniek die leidt tot een gelijkere luchtverdeling door en meer efficiëntie van het ventilatie systeem in een kistenstapeling in een bewaar faciliteit is interessant en verdient nadere studie. Verdient nadere studie voor in kisten bewaarde akkerbouwproducten.
3	Aanbrengen 'schans' voor onderste uitblaasopening (1-laagsbewaring)	2	Onderzoek	Verdient nadere studie voor in kisten bewaarde akkerbouwproducten.	20%	In een 1-laagsbeluchting systeem krijgt de onderste laag onevenredig veel lucht. Door in de wand een schans te plaatsen wordt de lucht beter naar de middenlagen verdeeld. Hierdoor kan de totale luchthoeveelheid verminderd worden.	onbekend	Binnen 1 seizoen	Elke techniek die leidt tot een gelijkere luchtverdeling door en meer efficiëntie van het ventilatie systeem in een kistenstapeling in een bewaar faciliteit is interessant en verdient nadere studie. Verdient nadere studie voor in kisten bewaarde akkerbouwproducten.
3	Afgeschuinde balk palletkist	2	Onderzoek	Verdient nadere studie voor in kisten bewaarde akkerbouwproducten.	10%	Ook de weerstand van de palletkist kan worden verminderd door de horizontale hoekbalken af te schuiven. De luchtverdeling in de kist wordt hierdoor gelijkmatiger.	onbekend		Elke techniek die leidt tot een gelijkere luchtverdeling door en meer efficiëntie van het ventilatie systeem in een kistenstapeling in een bewaar faciliteit is interessant en verdient nadere studie. Verdient nadere studie voor in kisten bewaarde akkerbouwproducten.
3	Stortegel voorkomen	2	Direct	In akkerbouw vormt grond het grootste probleem. Waarschijnlijk niet 1 op 1 toepasbaar want vellen verschillen van grond.	1%	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.	onbekend		Is bekende 'problematiek' en heeft reeds veel aandacht. Stortpit in akkerbouw bestaat meestal uit grond in product stroom. Waarschijnlijk niet 1 op 1 toepasbaar want vellen verschillen van grond.
3	Hergebruik warme droog- en ventilatielucht	2	Onderzoek	Verdient nadere studie voor gebruik in akkerbouw.	30%	Terugwinning van warme uit afgevoerde droog- en ventilatielucht is een optie. Ook hier is een warmtewisselaar bij nodig	€8000 - €13000	AvBS	
3	Adiabatische koeling	2	Onderzoek	Verdient nadere studie voor gebruik in akkerbouw. Alleen voor producten die ook in de zomerperiode koud bewaard moeten worden.		Droge warme lucht wordt (geforceerd) door een vochtig lamellenpakket heen geblazen. Deze lucht heeft capaciteit vocht op te nemen en koelt door de verdamping van water af (adiabatisch effect). In aardappelbewaring, waar een hoge luchtvochtigheid gewenst is, kan deze techniek toegepast worden. Op deze manier kan later in het bewaarperiode nog met buitenlucht geventileerd worden.	AvBS	AvBS	Buitenklimaat is bepalend voor koel effect van de lucht. Bij aardappelen vaak pas op het laatste moment van het bewaarperiode (juni) interessant.
3	Heetgas ontdooring	2	Direct	op celniveau, mits gekoeld bewaren, bijvoorbeeld peen	3%	<b>Bron fruitteelt:</b> In de inkoelfase is kans op ijsvorming groot, frequent ontdoien is dan wenselijk. Echter in de bewaarperiode moeten de instellingen aangepast worden. In veel gevallen wordt te vaak ontdooid waardoor 1) veel energie per actie nodig is en 2) de ingebrachte warmte ook weer teruggekoeld moet worden.	€0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	bij elektrisch is dit 12%
3	Benutting verdampers	2	Direct	op celniveau, mits gekoeld bewaren, bijvoorbeeld peen	11%	<b>Bron fruitteelt:</b> Indien 5% te weinig koudemiddel wordt ingespoten dan wordt 11% meer energie verbruikt. Te weinig koudemiddel zorgt voor teveel oververhitting in de verdampers. Oververhitting leidt tot hogere zuiggastemperatuur en geeft een nadelig effect op het rendement van de compressor en totale installatie.	€0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	
3	Pers- en zuigdruk	2	Direct	op koelinstallatieniveau, mits gekoeld bewaren, bijvoorbeeld peen	2%	<b>Bron fruitteelt:</b> Het rendement van de compressor wordt beïnvloed door de zuig- en persdruk van de installatie. Zo klein mogelijk maken van het verschil tussen deze 2 drukken bespaart energie. Per graad verschil in pers- en zuigdruk levert dit 2% voordeel op. Deze instellingen in samenwerking met de installateur aanpassen.	€0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	
3	Verwarmingslint	2	Direct	op koelinstallatieniveau, mits gekoeld bewaren, bijvoorbeeld peen	3%	<b>Bron fruitteelt:</b> Vaak staan verwarmingslinten onnodig aan, bijvoorbeeld wanneer de cel niet in functie is of wanneer geen risico op bevriezing aanwezig is. In sommige gevallen is het nodig een aan en uit schakelaar te installeren.	€0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	
3	Carterverwarming	2	Direct	op koelinstallatieniveau, mits gekoeld bewaren, bijvoorbeeld peen	4%	<b>Bron fruitteelt:</b> Bij niet jaar rond gebruik staat carterverwarming onnodig aan.	€0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	
3	1-Laagsbewaring	1	Onderzoek	Verdient nadere studie voor in kisten bewaarde akkerbouwproducten.	5%	De verdeling van de lucht bij systemen met 1-laagsbeluchting is beter en de luchtweerstand is lager dan 2-laags-beluchting. Om met minder lucht te kunnen circuleren, voldoet een systeem met 1-laags-beluchting beter.	onbekend	onbekend	Lijkt niet interessant voor producten die in bulk worden bewaard. Wellicht interessant voor producten met kistenbewaring, vooral tafelaardappelen en pootaardappelen.
3	Vernieuwen koelinstallatie	1	Direct	Goede keuze op bedrijfsniveau maken.	5%	Interessant bij oude installaties in een buitenopstelling.	€0,50/Watt	AvBS	

## Checklist Akkerbouw - vervolg

Categorie: 1=gebouw 2=regeling 3=installatie 4=meten 5=overig	Besparingsmaatregel (akkerbouw)	1 = minder interessant 3 = meest interessant	direct toepasbaar / nader onderzoek nodig?	Wat moet er nog gebeuren / voor welke gewassen.	besparing (max) bron: <b>BOLLEN</b>	Toelichting (op basis van diverse onderzoeken bij bloembollen) tenzij andere bron vermeld.	investering s-kosten bron: <b>BOLLEN</b>	Terug- verdiend d bron: <b>BOLLEN</b>	Opmerking  akkerbouw)	(vanuit)
3	Frequentieregeling compressoren & ventilatoren	1	Onderzoek	PPO agv contractonderzoek startte in 2007 een onderzoek bij aardappels. Enkele additionele jaren moeten sterkere bevestiging leveren.	2%	In het algemeen geldt dat verlaging van het 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 fabricaat 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 tevens dat het temperatuurverschil over de koeler afneemt. Dit leidt tot een iets hogere RV en een kleinere ontvochtiging.	€2000 - €12.000	AvBS	c	
3	Isoleren koelleidingen	1	Direct	Isolatie van koelleidingen is aan te bevelen bij nieuwbouw en toepasbaar in bestaande faciliteiten.	1%	De vloeistofleiding van de koelinstallatie moet goed geïsoleerd te zijn, om warmteopname door de vloeistof, en daarmee een lager rendement, te voorkomen. Ook de zuigleiding moet goed geïsoleerd te zijn om condensatie of ijsvorming op de leiding te voorkomen. De isolatie dient ononderbroken te zijn aangebracht, dit geldt ook voor de appendages.	AvBS	AvBS		
3	Isoleren van leidingen	1	Direct	Zal bij akkerbouw niet vaak voorkomen. Wel uitvoeren indien van toepassing		<b>Agentschap NL:</b> Infomill bloembollenbranche: Deze maatregel is toepasbaar waar ongeïsoleerde cv-leidingen lopen door ketelhuizen, kruipruimten, onverwarme zolders en andere plekken in ruimten waar geen warmte nodig is. In de bloembollenbranche verdienen leidingen hoog in de ruimte ook aandacht, vaak gaan deze naar indirect gestookte luchtverwarmers. Deze leidingen geven warmte af die direct naar het plafond stijgt en niet of nauwelijks bijdraagt aan de ruimteverwarming op de werkplek.	materiaal 1-5 €/mtr, eigen arbeid max 20 €/mtr.	ca 1 jaar		meer info op <a href="http://www.agentschapNL.nl">www.agentschapNL.nl</a> , publicatie Cijfers en tabellen.
4	Registratie en monitoring van energie	3	Direct	meten = weten, in praktijkproef kunnen verschillen worden opgespoort en besproken	5-10%	<b>Agentschap NL:</b> Infomill bloembollenbranche: De energienota komt slechts 1 keer per jaar of 1 keer per maand, dit is een te groot interval voor actief beheer. Bij handmatig meten van energiegebruik (en registreren in excel-spreadsheet) per dag zijn er weinig kosten, wel kost heel veel uren/zetel. Geavanceerde softwarepakketten kosten al snel 5.000 euro. Automatisch uitlezen van meterstanden en dagelijks weergave op internet kan al vanaf 400 euro per jaar (NUON)	AvBS	0-1 jaar	ja bij alle producten, uiteraard moet er wel actie worden ondernomen als er afwijkingen worden gesignaleerd. TIP PPO bollen: Door op een van te voren afgesproken tijdstip alle stroomverbruikers uit te zetten en slechts 1 activiteit aan te zetten kan per onderdeel het gebruik worden gemeten.	
4	Onderhoudscontract koeling	1	Direct	onderhoud koeling betekent onderhoud aan ventilatiesysteem, luchtverdeling, ventilatoren in akkerbouwgewassen. Onderhoud van mechanische koeling is relevant bij producten met een lagere bewaartemperatuur: pootaardappelen (3-4 C), peen.	2%	Regelmatig onderhoud op het bedrijf vermindert het energieverbruik, en daarnaast ook de kans op storingen.	€100 - €150	Binnen 1 seizoen		
4	Pieksaving via computer	1	Direct	Mogelijkheid in bewaarmstandigheden met gecombineerde buitenlucht en mechanische koeling.	0%	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. Hiermee wordt niet op energie bespaard, wel op kosten.				Kostenbesparing hangt af van energiebedrijf
4	Registratie	1	Direct	Registratie van energieverbruik per fase van de bewaarij is voorwaarde voor meer inzicht in energie besparingsmogelijkheden.	1%	Door zelf te registreren of te laten monitoren via de leverancier wordt de energieafname zichtbaar en komen verbruikspieken in beeld. Dit biedt aanknopingspunten bij energiebesparing en inkoop van energie.	1			
4	Stofhorren en heaters schoonhouden	1	Direct	Is / moet zijn onderdeel van regulier, eigen, onderhoud.	3%	Zorg dat het gaas van de horren regelmatig schoongemaakt wordt, anders neemt de capaciteit van de luchtinlaat behoorlijk af.	arbeidskosten			
4	Schoonhouden ventilatorbladen en lamellen	1	Direct	Is / moet zijn onderdeel van regulier, eigen, onderhoud.	1%	Smerige ventilatorbladen en lamellen geven minder lucht, maar gebruiken evenveel energie. Maak daarom deze 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.	arbeidskosten	AvBS		
4	Pompschakeling	1	Direct	Techniek is beschikbaar. Verdient nadere studie voor toepassing in akkerbouw.	1%	Door het toepassen van tijdschakelklok(ken) kan energie bespaard worden. Hierdoor wordt voorkomen dat de pompen staan ingeschakeld als er geen behoefte (aan) is.	onbekend			Pompen zijn niet gebruikelijk in bewaarsystemen van akkerbouwproducten. Wellicht wel toepasbaar voor ventilatoren.
4	Controle op ijsvorming bij koelen	1	Direct	Bewaarder moet kennis van bewaartechniek hebben en zelf controleren: training kan noodzakelijk zijn.	5%	Bij koelen kan ijsvorming optreden. Zorg bij slechte of geen ontdooiing dat u langzaam inkoelt en regelmatig kijkt of de verdampers niet in het ijs is gelopen. De koelurenteller op de computer is daarbij een handig hulpmiddel.	geen			
5	Verlichting op aanwezigheidsdetectie	3	Direct	Toepassen.	15%	Met bewegingsmelders kan een lamp zichzelf inschakelen, zo vergeet u ook het licht niet uit te doen.	onbekend			
5	Koude/warmte opslag	3	Onderzoek	Verdient nadere studie voor gebruik in akkerbouw. Eventueel in combinatie met warmtepompen en warmtewisselaars.	0 - 50%	Wanneer in het totale productieproces meer of minder gelijktijdig in één schakel koude, en in een andere schakel warmte nodig is, zijn deze schakels te koppelen met relatief kleine volumes warmte/koude opslag. Naarmate warmte en koudebehoefte verder in de tijd uit elkaar liggen is het benodigde volume groter. Het hangt dus sterk van het bedrijfsspecifieke productieproces af hoe de warmte/koude opslag gedimensioneerd moet worden om rendabel te zijn. Warmte/koude opslag kan in ondergrondse tanks, in een aquifer of in een bodemvolume. Voor opslag in een aquifer moet volgens wetgeving de jaarbalans energieneutraal zijn (er mag netto niet meer warmte onttrokken worden dan er aan wordt toegevoegd).	> €25.000	AvBS		

## Checklist Akkerbouw - vervolg

Categorie: 1=gebouw 2=regeling 3=installatie 4=meten 5=overig	Besparingsmaatregel (akkerbouw)	1 = minder interessant 3 = meest interessant	direct toepasbaar /nader onderzoek nodig?	Wat moet er nog gebeuren / voor welke gewassen.	besparing (max) bron: <b>BOLLEN</b>	Toelichting (op basis van diverse onderzoeken bij bloembollen) tenzij andere bron vermeld.	investering s-kosten bron: <b>BOLLEN</b>	Terug- verdiend t d bron: <b>BOLLEN</b>	Opmerking  akkerbouw)	(vanuit  )
5	Warmtepompen	3	Direct	Verdient nadere studie voor gebruik in akkerbouw.	30%	Met een warmtepomp kan aan een hoeveelheid water of lucht warmte onttrokken worden en via warmtewisselaars aan een kleinere hoeveelheid water of lucht worden afgegeven, waardoor de temperatuur daarvan (sterk) omhoog gaat. Een warmtepomp werkt op elektriciteit en afhankelijk van de COP (ongeveer 4 aan de warmtekant) en de hoeveelheden water of lucht die moeten worden rondgepompt, gebruikt dit systeem tot 30% minder energie.				
5	Warmtewisselaars	3	Direct	Verdient nadere studie voor gebruik in akkerbouw.	20%	Warmtewisselaars worden ingezet in combinatie met koude/warmte opslag en/of warmtepompen. Er bestaan verscheidene typen warmtewisselaars. Te warme kaslucht kan worden afgekoeld door water over het kasdek te laten vloeien of door watergekoelde ventilatie. De afgevoerde warmte wordt voor gebruik in de winter bijvoorbeeld opgeslagen in een aquifer of in een bodemvolume. Met zg. energiepalen wordt warmte uitgewisseld tussen een bodemvolume en door slangen langs de heipalen stromend water.	€1000 - 5000	AvBS		
5	Windenergie	3	Direct	Techniek is direct toepasbaar.	50%	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 af van plaatselijke en regionale overheden. Er zijn verschillende type kleine windmolens.	variabel	onbekend		
5	Zonnepanelen	3	Direct	Techniek is direct toepasbaar.	25%	Zonnepanelen zetten zonlicht om in elektriciteit. Ook bij bewolk weer. Er zijn ook panelen die alleen het niet-fotosynthetisch licht omzetten en het fotosynthetisch licht doorlaten. Zonnepanelen worden steeds goedkoper, efficiënter en gaan heel lang mee (30 - 40 jaar).	€/watt			
5	Gebruik restwarmte uit condensor	2	Direct	Als er warmtevraag is vanuit de bedrijfswooning, kantine of sorteerruimte dan is dit een interessante optie. Zeker als er gebruik wordt gemaakt van lage temperatuur verwarming (vloerverwarming)	5%	De afgegeven warmte van de koelinstallatie kan gebruikt worden om een vloer of een bepaalde ruimte te verwarmen. Dit bespaart weer gas. Agentschap NL: Infomil bloembollenbranche: toepasbaar als er op het bedrijf koel- en vriescellen zijn, waarvan de koelcompressoren een groot deel van het jaar draaien. De investering is afhankelijk van de methode. Wanneer restwarmte in de vorm van warmte rechtstreeks de hal ingeblazen wordt en de bediening handmatig is dan zijn de kosten vrij laag: € 1.000-2.000. Wanneer er een warmtewisselaar op het persgas circuit wordt aangesloten, is de installatie uitgebreider en de kosten hoger: 3.000-6.000 euro. Ook zijn er kant en klare oplossingen voor het produceren van warm tapwater. De kosten voor aanschaf en aanleg van een persgasboiler liggen tussen de 1.000-2.000 euro.	€5000 - €12.000	AvBS	Koelinstallaties produceren veel warmte als het buiten warm is. Je moet dat elders dus wel nodig hebben.	
5	Energiezuinige HR-ketel plaatsen	2	Direct	Komt bij akkerbouw niet veel voor. Opnemen in investeringsplannen.	10-15%	Agentschap NL: Infomil bloembollenbranche: Wanneer de ketel ouder is dan 10 a 15 jaar komt het moment in zicht waarop nagedacht moet worden over de vervanging door een energiezuinige HR-ketel. Het moment dat de ketel kapot gaat (= natuurlijk vervangingsmoment) is altijd wanneer de warmtebehoefte er is en vaak wil men de volgende dag een nieuwe ketel hebben staan. Op dat moment is er geen tijd meer om de juiste ketel op te zoeken.	10 - 20% duurder dan conventioneel	2-5 jaar	voor particulieren is er tot 2011 subsidie mogelijk voor een HR-e ketel, dit is een ketel die 15% meer gas verstoekt, maar ook circa 2.000 kW elektra opwekt. Meer info op <a href="http://www.agentschapNL.nl">www.agentschapNL.nl</a>	
5	Apparatuur uit bij pauze/niet gebruik	1	Direct	Toepassen.	5%	Machinelijnen nemen veel stroom, door ze in pauzes uit te schakelen zijn kWh te besparen.	geen			
5	Tochtsluizen/snelloopdeuren	1	Direct	Toepassen.	5%	Het gebruik van tochtsluizen/snelloopdeur heeft een prettiger werkklimaat tot gevolg en zorgt voor minder energieverlies naar andere ruimtes.	AvBS	AvBS		
5	Reflectoren verlichting	1	Direct	Toepassen.	1%	Door toepassing van spiegelreflectoren neemt de lichtopbrengst met 50% toe. 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.	onbekend			
5	Schoonhouden reflectoren	1	Direct	Toepassen.	1%	Maak de reflectoren van de verlichtingslijn eenmaal per jaarschoon.	arbeidskosten			
5	Hoogfrequent verlichting	1	Direct	Toepassen als verlichting gedurende langere tijd aan staat.	20%	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..	120-150 euro per armatuur		T5 verlichting (HR) staat in de EIA lijst van 2010.	
5	Buitenverlichting op daglicht- en bewegingssensor	1	Direct	maatwerk, per situatie bekijken.		Agentschap NL: Infomil bloembollenbranche: Buitenverlichting heeft een preventieve werking tegen onbevoegden. Als de verlichting normaal is uitgeschakeld en bij onraad aanschakeld is het schrik-effect groter en wordt er energie bespaard.	AvBS	< 2jaar	ja, eventueel voor inbraakpreventie, moet wel passen bij gebruik	

## Checklist Vollegrondsgroenten

Categorie: 1=gebouw 2=regeling 3=installatie 4=meten 5=overig	besparingsmaatregel (vollegrondsgroenten)	1= minder interessant 3= meest interessant	direct toepasbaar / nader onderzoek nodig?	Wat moet er nog gebeuren / voor welke gewassen?	besparing (max) bron: BOLLEN	Toelichting (op basis van diverse onderzoeken bij bloembollen), tenzij andere bron vermeld.	investerings- kosten bron: BOLLEN	Terug- verdiertijd bron: BOLLEN	Opmerking (voor vollegrondsgroente)
1	Vloerverwarming hyacint	2	Direct	Gebeurt al bij witlof	5%	Niet alle bolgewassen voelen zich prettig bij warme onderaf, maar een hyacint kan dat goed verdragen. Hierdoor is de energiebehoefte lager.	onbekend	onbekend	Ja, dit geldt ook bij de witloftrek.
1	Vloerverwarming werkruimte	2	Onderzoek	Eerst kosten batenplaatje maken per gewas.	10%	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 °C omlaag en de lage watertemperatuur zorgt voor een hoger ketelrendement.	onbekend		ja, bij witlof al vaak toegepast.
1	Verbeteren isolatie koelcel	1	Direct	Afhankelijk van bedrijfssituatie; eerst (laten) controleren.	5%	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 weggevretten gangen in de isolatie zitten.	AvBS	AvBS	
1	Isoleren koudebruggen	1	Direct	Afhankelijk van bedrijfssituatie; eerst (laten) controleren.	2%	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 buitenkomen, 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.	AvBS	AvBS	
1	Vernieuwen van deurrubbers koelcellen	1	Direct	Afhankelijk van bedrijfssituatie; eerst (laten) controleren.	1%	Regelmatig onderhoud aan de deurrubbers van de koelcellen voorkomt dat de rubbers uitdrogen. Door dit uitdrogen 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.	onbekend		
1	Scheidingswanden aanbrengen	1	Direct	nvt	2%	Als de verwarmingsbuizen dichtgezet kunnen worden, kan door met plastic in de kas een afscheiding te maken een bepaald deel van de kas op een andere temperatuur gehouden worden.	AvBS	AvBS	Ja, in witloftrekcellen worden ook scheidingswanden toegepast.
1	Isoleren spouwmuur	1	Direct	Maatwerk, per situatie bekijken.		<b>Agentschap NL:</b> Infomill bloembollenbranche: Dit is toepasbaar bij gebouwen die verwarmt worden, met een ongeïsoleerde spouwmuur. Dit kan voorkomen bij gebouwen uit de periode 1930-1980. Een vuistregel is dat minimaal 20% van de gevel uit spouwmuur moet bestaan om de maatregel rendabel uit te kunnen voeren.	8-15 € per m2 muur.	4-8 jaar	ja, indien gebouw tussen 1930 en 1980 gebouwd is en minimaal 20% van de muur uit spouwmuur bestaat. In 2009 EIA. Via bedrijven aangesloten bij IKOB-BKB.
1	Isoleren plat dak	1	Direct	Maatwerk, per situatie bekijken.		<b>Agentschap NL:</b> Infomill bloembollenbranche: Bij koeling of verwarming van gebouwen met een plat dak kan energie worden bespaard, als er niet wordt verwarmt is er geen energie te besparen, maar kan het werkklimaat wel verbeteren.	kantoor: 10-25 € per m2 dak werkhof 2-5 € per m2 dak+	2-7 jaar	ja, mits er een plat dak is. In 2009 EIA. Via deskundig bedrijf.
2	Klimaatcomputer aanschaffen	3	Direct	Bewaarders / groentetelers dienen te worden getraind in gebruik van bewaarcomputer.	5%	Een computer is beter in staat om het (cel)klimaat 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. Een klimaatcomputer kan het energieverbruik inzichtelijk maken.	€ 10.000 - € 25.000	AvBS	Een klimaatcomputer heeft veel meer voordelen dan alleen energiebesparing.
2	Instellingen klimaatcomputer controleren	3	Onderzoek	Leveranciers verzorgen trainingen in gebruik en waarschijnlijk ook de DLV / Witlof instellingen checken, met warmte uit koelcel wordt werkruimte verwarmd, kan mogelijk efficiënter gebeuren.	5%	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 bij aan de maximum en minimum luchtlepstand. Deze kunnen invloed hebben op het totale energieverbruik (en soms de verbruikspiek), maar nog belangrijker is de invloed op de kwaliteit van het product.	€ 0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	
3	Ethyleengestuurde ventilatie	3	Onderzoek	Mogelijk interessant voor koelbewaarplassen en nog eens kijken naar de juiste grenswaarden voor witlof.	50%	Bij het bewaren van tulpenbollen is de veilige schadedrempel voor ethyleen 100 ppb. De ethyleenanalyseer meet continue het ethyleengehalte van de lucht in de cel. Door deze aan te sluiten op de klimaatcomputer zijn regelingen mogelijk waardoor de klepstand (of het toerental van de verversingsventilator) aangestuurd wordt. Op deze wijze blijft het ethyleengehalte onder de schadedrempel: hoe minder zure bollen, hoe lager de ethyleenproductie, hoe minder ventilatie. Er wordt dus niet meer dan nodig geventileerd. Bij een lage ethyleenproductie (minder zure bollen) kan er erg veel op gas bespaard worden.	€ 7900 - € 12916	Afhankelijk van aantal m3 bollen per cel 6 jaar bij 100 m3 tot 2 jaar bij 300 m3	Een dubbele analyser is per cel € 1000 goedkoper.
3	Verminderde circulatie + frequentieregelaar	3	Onderzoek	Check welke koelbewaarplassen het nog niet hebben. Wellicht voor de witlof nog eens nagaan hoe dit in de praktijk werkt.	60%	Met frequentieregelaars kan het toerental van de ventilatoren traploos worden aangepast. Een verlaging van het toerental met 10% betekent een afname van de luchthoeveelheid met 10%, terwijl het opgenomen vermogen met ruim 25% daalt. Als bollen droog zijn en geschoond kan voor de meeste bolsorten het toerental vaak tot 50% of meer dalen. Dit geeft dan een energiebesparing van ruim 80%. Zowel de systeem- als verversingsventilator(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.	€ 700 - € 1000, incl installatie	2 - 3 jaar	
3	Drogen met kaslucht	3	Direct	Per bedrijf doorrekenen	40%	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 m² voldoende warmte komt voor het drogen van 20 m³ bollen.	AvBS	AvBS	ja, mogelijk interessant bij witloftrek gecombineerd met koeling van wortels. Kan ook voor de andere gewassen.
3	Hergebruik warmte droog- en ventilatielucht	3	Direct	Per bedrijf doorrekenen.	30%	Terugwinning van warmte uit afgevoerde droog- en ventilatielucht is een optie. Ook hier is een warmtewisselaar bij nodig	€ 8000 - € 13000	AvBS	ja, mogelijk interessant bij witloftrek gecombineerd met koeling van wortels. Kan ook voor de andere gewassen.

## Checklist Vollegrondsgroenten - vervolg

Categorie: 1=gebouw 2=regeling 3=installatie 4=meten 5=overig	besparingsmaatregel (vollegrondsgroenten)	1= minder interessant 3 = meest interessant	direct toepasbaar / nader onderzoek nodig?	Wat moet er nog gebeuren / Voor welke gewassen?	besparing (max) bron: BOLLEN	Toelichting (op basis van diverse onderzoeken bij bloembollen), tenzij andere bron vermeld.	investerings- kosten bron: BOLLEN	Terug- verdiertijd bron: BOLLEN	Opmerking (voor vollegrondsgroente)
3	Koeling met grondwater	3	Onderzoek	Per bedrijf doorrekenen.	20%	Grondwater heeft een temperatuur van ongeveer 12 graden. Afhankelijk van de koellast kan het rendabel zijn om bijvoorbeeld via buizen in de grond onder het grondwaterniveau lucht aan te zuigen.	AvBS	AvBS	ja, mogelijk interessant bij wiflotrek gecombineerd met koeling van wortels. Kan ook voor de andere gewassen.
3	Heetgas ontdooring	3	Direct	Op celniveau	3%	<b>Bron fruitteel:</b> In de inkoelfase is kans op ijsvorming groot, frequent ontdoien is dan wenselijk. Echter in de bewaarfase moeten de instellingen aangepast worden. In veel gevallen wordt te vaak ontdooid waardoor 1) veel energie per actie nodig is en 2) de ingebrachte warmte ook weer teruggekoeld moet worden.	€ 0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	Bij elektrisch is dit 12%.
3	Benutting verdampers	3	Direct	Op celniveau	11%	<b>Bron fruitteel:</b> Indien 5% te weinig koudemiddel wordt ingespoten dan wordt 11% meer energie verbruikt. Te weinig koudemiddel zorgt voor teveel oververhitting in de verdampers. Oververhitting leidt tot hogere zuigtemperatuur en geeft een nadelig effect op het rendement van de compressor en totale installatie.	€ 0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	
3	Pers- en zuigdruk	3	Direct	Op koelinstallatieniveau	2%	<b>Bron fruitteel:</b> Het rendement van de compressor wordt beïnvloed door de zuig- en persdruk van de installatie. Zo klein mogelijk maken van het verschil tussen deze 2 drukken bespaart energie. Per graad verschil in pers- en zuigdruk levert dit 2% voordeel op. Deze instellingen in samenwerking met de installateur aanpassen.	€ 0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	
3	Verwarmingslint	3	Direct	Op koelinstallatieniveau	3%	<b>Bron fruitteel:</b> Vaak staan verwarmingslinten onnodig aan, bijvoorbeeld wanneer de cel niet in functie is of wanneer geen risico op bevriezing aanwezig is. In sommige gevallen is het nodig een aan- en uit schakelaar te installeren.	€ 0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	
3	Carterverwarming	3	Direct	Op koelinstallatieniveau	4%	<b>Bron fruitteel:</b> Bij niet jaarronde gebruik staat carterverwarming onnodig aan.	€ 0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	
3	Kisten bovenlaag afdekken	2	Onderzoek	Per cel circulatiestroom na inslag controleren en kijken of afdekking loont.	20%	De luchtverdeling over de 4 tot 6 lagen in een kistenstapelings laat zien dat de minste lucht door de middelste lagen gaat. Door de bovenste laag af te dekken (niet volledig) met afdekplaten krijgen de middenlagen meer lucht waardoor de totale luchthoeveelheid verminderd kan worden.	onbekend	Binnen 1 seizoen	
3	Dieptestapelings	2	Direct	Meest koelbehoefte kisten het dichtst bij de verdampers.	20%	Naarmate er dieper gestapeld wordt neemt het verschil in luchthoeveelheid per kist sterk toe: de kisten het verst van de wand krijgen 2 tot 3 keer meer lucht dan de kisten aan de wand. Door hiermee rekening te houden bij het plaatsen van de kisten is dit te compenseren. Zet dikke maten dicht bij de wand en de kleine maten het verst van de wand of bovenop.	arbeidskosten	Binnen 1 seizoen	
3	Rookgascondensator	2	Direct	Nagaan in hoeverre dit wordt toegepast.	8%	Met de rookgassen verdwijnt nog een vrij veel warmte via de schoorsteen naar buiten. Door 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. Hierbij komt warmte vrij. Meestal zit de rookgascondensator op een apart net (laagwaardig net, bv. vloerverwarming) aangesloten om een lage watertemperatuur te verkrijgen.	€6000 - 7100 excl. installatiekosten	± 3 jaar	installatiekosten voor vollegrondsgroenten onbekend
3	Afgeschuinde balk palletkist	1	Onderzoek	Per kist/gewas bekijken.	10%	Ook de weerstand van de palletkist kan worden verminderd door de horizontale hoekbalken af te schuiven. De luchtverdeling in de kist wordt hierdoor gelijkmatiger.	onbekend		
3	Stortkegel voorkomen	1	Direct	Gebeurt al bij wiflot	1%	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.	onbekend		
3	Ketelwatertemperatuur	1	Direct	Toepassen	2%	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 mogelijke temperatuur door een weersafhankelijke regelaar of door de computer. Dit is uiteraard zuiniger dan wanneer de ketel handmatig op (bina altijd) 90 °C staat afgesteld.	geen		
3	Deurschakeling van celprogramma	1	Direct	Afhankelijk van open gaan deur: eerst doorrekenen.	2%	Als de deur open gaat, gaat de cel uit, hierdoor wordt voorkomen dat onnodig wordt verwarmd of gekoeld.	€ 250	Binnen 1 seizoen	
3	Hoog-laag-brander ketel	1	Direct	Nagaan of dit zinvol is, cq reeds gebeurt.	1%	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.	geen		Mogelijk voor wiflot wel interessant.
3	Verlaging condensatietemperatuur	1	Onderzoek	Eerst kosten batenplaatje maken per gewas. Nagaan of dit zinvol is, cq reeds gebeurt.	5%	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-efficiëntie met 20% toe. Bovendien levert de installatie meer capaciteit bij een lagere condensatietemperatuur. In de zomer de condensator dus extra koelen met water. Kies bij een nieuwe installatie voor een grotere condensator.	geen		
3	Vernieuwen koelinstallatie	1	Direct	Eerst kosten batenplaatje maken per gewas. Nagaan of dit zinvol is, cq reeds gebeurt.	5%	Interessant bij oude installaties in een buitenopstelling.	€0,50/Watt	AvBS	

## Checklist Vollegrondsgroenten - vervolg

Categorie: 1=gebouw 2=regeling 3=installatie 4=meten 5=overig	besparingsmaatregel (vollegrondsgroenten)	1= minder interessant 3 = meest interessant	direct toepasbaar / nader onderzoek nodig?	Wat moet er nog gebeuren / Voor welke gewassen?	besparing (max) bron: <b>BOLLEN</b>	Toelichting (op basis van diverse onderzoeken bij bloembollen), tenzij andere bron vermeld.	investerings- kosten bron: <b>BOLLEN</b>	Terug- verdiertijd bron: <b>BOLLEN</b>	Opmerking (voor vollegrondsgroente)
3	Frequentieregeling compressoren & ventilatoren	1	Onderzoek	Afhankelijk van bedrijfssituatie; eerst (laten) controleren.	2%	In het algemeen geldt dat verlaging van het toerental van de compressor leidt tot een hogere energie-efficiëntie (COP). Verlaging van 1400 rpm naar 1000 rpm betekent een rendementsverbetering van 10 tot 25% (afhankelijk van fabricaat 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 tevens dat het temperatuurverschil over de koeler afneemt. Dit leidt tot een iets hogere RV en een kleinere ontvochtiging.	€2000 - €12.000	AvBS	
3	Isoleren koelleidingen	1	Direct	Afhankelijk van bedrijfssituatie; eerst (laten) controleren.	1%	De vloeistofleiding van de koelinstallatie moet goed geïsoleerd te zijn, om warmteopname door de vloeistof, en daarmee een lager rendement, te voorkomen. Ook de zuigleiding moet goed geïsoleerd te zijn om condensatie of ijsvorming op de leiding te voorkomen. De isolatie dient ononderbroken te zijn aangebracht, dit geldt ook voor de appendages.	AvBS	AvBS	
3	Ventilator in de nok	1	Direct	Eerst kosten batenplaatje maken per gewas. Kan voor wittlof positief zijn.	3%	Een ventilator in de nok brengt de warmte naar beneden, zodat minder energie nodig is	onbekend		
3	Isoleren van leidingen	1	Direct	Uitvoeren indien van toepassing.		Agentschap NL: Infomill bloembollenbranche: Deze maatregel is toepasbaar waar ongeïsoleerde cv-leidingen lopen door ketelhuizen, kruipruimten, onverwarme zolders en andere plekken in ruimten waar geen warmte nodig is. In de bloembollenbranche verdienen leidingen hoog in de ruimte ook aandacht, vaak gaan deze naar indirect gestookte luchtverwarmers. Deze leidingen geven warmte af die direct naar het plafond stijgt en niet of nauwelijks bijdraagt aan de ruimteverwarming op de werkplek.	materiaal 1-5 €/mtr, eigen arbeid max 20 €/mtr.	ca 1 jaar	meer info op <a href="http://www.agentschapNL.nl">www.agentschapNL.nl</a> , publicatie Cijfers en tabellen.
4	Registratie en monitoring van energie	3	Direct	meten = weten In een praktijkproef kunnen verschillen worden opgespoort en besproken.	5-10%	<b>Agentschap NL:</b> Infomill bloembollenbranche: De energienota komt slechts 1 keer per jaar of 1 keer per maand, dit is een te groot interval voor actief beheer. Bij handmatig meten van energiegebruik (en registreren in excell-spreetsheet) per dag zijn er weinig kosten, wel kost heel veel ureninzet. Geavanceerde softwarepakketten kosten al snel 5.000 euro. Automatisch uitlezen van meterstanden en dagelijks weergave op internet kan al vanaf 400 euro per jaar (NUON)	AvBS	0-1 jaar	Uiteraard moet er wel actie worden ondernomen als er afwijkingen worden gesignaleerd. TIP PPO bollen: Door op een van te voren afgesproken tijdstip alle stroomverbruikers uit te zetten en slechts 1 activiteit aan te zetten kan per onderdeel het gebruik worden gemeten.
4	Onderhoudscontract koeling	1	Direct	Direct toepasbaar	2%	Regelmatig onderhoud op het bedrijf vermindert het energieverbruik, en daarnaast ook de kans op storingen.	€100 - €150	Binnen 1 seizoen	
4	Piekshaving via computer	1	Direct	Wittlof: wellicht nog eens monitoren in welke mate dit wordt toegepast.	0%	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. Hiermee wordt niet op energie bespaard, wel op kosten.			Kostenbesparing hangt af van energiebedrijf.
4	Registratie	1	Direct	Direct toepasbaar, wellicht nog eens monitoren in welke mate dit wordt toegepast.	1%	Door zelf te registreren of te laten monitoren via de leverancier wordt de energieafname zichtbaar en komen verbruikspieken in beeld. Dit biedt aanknopingspunten bij energiebesparing en inkoop van energie.	1		
4	Stofhorren en heaters schoonhouden	1	Direct	Toepassen	3%	Zorg dat het gas van de horren regelmatig schoongemaakt wordt, anders neemt de capaciteit van de luchtinlaat behoorlijk af.	arbeidskosten		
4	Stookrapport controleren	1	Direct	Toepassen	2%	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 rookgastemperaturen 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 opnieuw afgesteld worden. Dit onderhoud is verplicht. De kosten van het onderhoud verdienen zichzelf terug, door het opnieuw afstellen en dus een hoger rendement.	€ 485	Binnen 1 seizoen	
4	Schoonhouden ventilatorbladen en lamellen	1	Direct	Toepassen	1%	Smerige ventilatorbladen en lamellen geven minder lucht, maar gebruiken evenveel energie. Maak daarom deze jaarlijks schoon met een industriële vetoplosser bij P506 van Pen Chemie uit Wognum of bij Sintmaartensdijk uit Lisse, Hierdoor komt o.a. Actellic makkelijk los.	arbeidskosten	AvBS	
4	Pompschakeling	1	Direct	Nagaan of dit zinvol is, cq reeds gebeurt.	1%	Door het toepassen van tijdschakelklok(ken) kan energie bespaard worden. Hierdoor wordt voorkomen dat de pompen staan ingeschakeld als er geen behoefte (aan) is.	onbekend		
4	Toerenregeling pomp	1	Direct	Nagaan of dit zinvol is, cq reeds gebeurt.	1%	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 (menginjectie-systeem). Dit is toepasbaar bij vervanging van de pomp en regeling door bv een computer.	€ 400	AvBS	Toepasbaar bij meng-injectiesysteem. Computeregeling noodzakelijk.
4	Planning cellen	1	Direct	Gewoon doen	1%	Zorg dat cellen met gelijke temperaturen naast elkaar liggen, zo is er minder energie nodig voor verwarmen/koelen. Vergelijk bijvoorbeeld een cel van 30 °C naast één op 9 °C.	geen		



## Checklist Vollegrondsgroenten - vervolg

Categorie: 1=gebouw 2=regeling 3=installatie 4=meten 5=overig	besparingsmaatregel (vollegrondsgroenten)	1= minder interessant 3= meest interessant	direct toepasbaar / nader onderzoek nodig?	Wat moet er nog gebeuren / Voor welke gewassen?	besparing (max) bron: <b>BOLLEN</b>	Toelichting (op basis van diverse onderzoeken bij bloembollen), tenzij andere bron vermeld.	investerings- kosten bron: <b>BOLLEN</b>	Terug- verdiertijd bron: <b>BOLLEN</b>	Opmerking (voor vollegrondsgroente)
4	Controle op ijsvorming bij koelen	1	Direct	Regelmatig controleren of via bewaarcomputer regelen.	5%	Bij koelen kan ijsvorming optreden. Zorg bij slechte of geen ontdooing dat u langzaam inkoelt en regelmatig kijkt of de verdampert niet in het ijs is gelopen. De koelurenteller op de computer is daarbij een handig hulpmiddel.	geen		
5	Verlichting op aanwezigheidsdetectie	3	Direct	Eerst kosten batenplaatje maken per gewas.	15%	Met bewegingsmelders kan een lamp zichzelf inschakelen, zo vergeet u ook het licht niet uit te doen.	onbekend		ja, bij alle gewassen en bij witlof in werkruimte, koelcellen, trekcellen.
5	Koude/warmte opslag	3	Onderzoek	Per bedrijf doorrekenen.	0 - 50%	Wanneer in het totale productieproces meer of minder gelijktijdig in één schakel koude, en in een andere schakel warmte nodig is, zijn deze schakels te koppelen met relatief kleine volumes warmte/koude opslag. Naarmate warmte en koudebehoefte verder in de tijd uit elkaar liggen is het benodigde volume groter. Het hangt dus sterk van het bedrijfsspecifieke productieproces af hoe de warmte/koude opslag gedimensioneerd moet worden om rendabel te zijn. Warmte/koude opslag kan in ondergrondse tanks, in een aquifer of in een bodemvolume. Voor opslag in een aquifer moet volgens wetgeving de jaarbalans energieneutraal zijn (er mag netto niet meer warmte onttrokken worden dan er aan wordt toegevoegd).	> €25.000	AvBS	ja, mogelijk interessant bij witloftek gecombineerd met koeling van wortels.
5	Warmtepompen	3	Direct	Per bedrijf doorrekenen.	30%	Met een warmtepomp kan aan een hoeveelheid water of lucht warmte onttrokken worden en via warmtewisselaars aan een kleinere hoeveelheid water of lucht worden afgegeven, waardoor de temperatuur daarvan (sterk) omhoog gaat. Een warmtepomp werkt op elektriciteit en afhankelijk van de COP (ongeveer 4 aan de warmtekant) en de hoeveelheden water of lucht die moeten worden rondgepompt, gebruikt dit systeem tot 30% minder energie.	a	b	ja, mogelijk interessant bij witloftek gecombineerd met koeling van wortels.
5	Warmtewisselaars	3	Direct	Per bedrijf doorrekenen.	20%	Warmtewisselaars worden ingezet in combinatie met koude/warmte opslag en/of warmtepompen. Er bestaan verscheidene typen warmtewisselaars. Te warme kaslucht kan worden afgekoeld door water over het kasdek te laten vloeien of door watergekoelde ventilatie. De afgevoerde warmte wordt voor gebruik in de winter bijvoorbeeld opgeslagen in een aquifer of in een bodemvolume. Met zg. energiepalen wordt warmte uitgewisseld tussen een bodemvolume en door slangen langs de heipalen stromend water.	€1000 - 5000	AvBS	ja, mogelijk interessant bij witloftek gecombineerd met koeling van wortels.
5	Windenergie	3	Direct	Per bedrijf doorrekenen.	50%	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 af van plaatselijke en regionale overheden. Er zijn verschillende type kleine windmolens.	variabel	onbekend	
5	Zonnepanelen	3	Direct	Per bedrijf doorrekenen.	25%	Zonnepanelen zetten zonlicht om in elektriciteit. Ook bij bewolkt weer. Er zijn ook panelen die alleen het niet-fotosynthetisch licht omzetten en het fotosynthetisch licht doorlaten. Zonnepanelen worden steeds goedkoper, efficiënter en gaan heel lang mee (30 - 40 jaar).	€4/watt		
5	Gebruik restwarmte uit condensor	2	Direct	Techniek is direct toepasbaar. Afhankelijk van bedrijfssituatie: eerst kosten batenplaatje maken per gewas. Gebeurt bij witlof al vaker.	5%	De afgegeven warmte van de koelinstallatie kan gebruikt worden om een vloer of een bepaalde ruimte te verwarmen. Dit bespaart weer gas. <b>Agentschap NL: Infomill bloembollenbranche:</b> toepasbaar als er op het bedrijf koel- en vriescellen zijn, waarvan de koelcompressoren een groot deel van het jaar draaien. De investering is afhankelijk van de methode. Wanneer restwarmte in de vorm van warmte rechtstreeks de hal ingeblazen wordt en de bediening handmatig is dan zijn de kosten vrij laag: €1.000-2.000. Wanneer er een warmtewisselaar op het persgas circuit wordt aangesloten, is de installatie uitgebreider en de kosten hoger: 3.000-6.000 euro. Ook zijn er kant en klare oplossingen voor het produceren van warm tapwater. De kosten voor aanschaf en aanleg van een persgasboiler liggen tussen de 1.000-2.000 euro.	€5000 - €12.000	AvBS	Koelinstallaties produceren veel warmte als het buiten warm is. Je moet dat elders dus wel nodig hebben.
5	Energiezuinige HR-ketel plaatsen	2	Direct	Indien van toepassing - Opnemen in investeringsplannen.	10-15%	<b>Agentschap NL:</b> Infomill bloembollenbranche: Wanneer de ketel ouder is dan 10 a 15 jaar komt het moment in zicht waarop nagedacht moet worden over de vervanging door een energiezuinige HR-ketel. Het moment dat de ketel kapot gaat (= natuurlijk vervangingsmoment) is altijd wanneer de warmtebehoefte er is en vaak wil men de volgende dag een nieuwe ketel hebben staan. Op dat moment is er geen tijd meer om de juiste ketel op te zoeken.	10 - 20% duurder dan conventioneel	2-5 jaar	Voor particulieren is er tot 2011 subsidie mogelijk voor een HR-e ketel, dit is een ketel die 15% meer gas verstoekt, maar ook circa 2.000 kW elektr. opwekt. Meer info op <a href="http://www.agentschapNL.nl">www.agentschapNL.nl</a>
5	Warmte uit hyacintencel naar tulp	1	Direct	In principe direct toepasbaar als warmte en koudevraag in evenwicht zijn. Verdient nadere studie voor vollegrondsgroentenbedrijven.	10%	Proeven (zonder ethyleenmetingen) hebben in het verleden aangetoond dat de warme(re)lucht van een hyacintencel zonder problemen gebruikt kan worden om de tulpen 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. Hyacinten (vooral partijen met veel snot) produceren soms ook ethyleen, wat schadelijk is voor tulpen. Met een ethyleensensor in de tulpen cel wordt dit direct signaleerd. De hyacintenlucht kan dan misschien wel via een warmtewisselaar de aangevoerde buitenlucht opwarmen.	onbekend	onbekend	

## Checklist Vollegrondsgroenten - vervolg

Categorie: 1=gebouw 2=regeling 3=installatie 4=meten 5=overig	besparingsmaatregel (vollegrondsgroenten)	1= minder interessant 3 = meest interessant	direct toepasbaar / nader onderzoek nodig?	Wat moet er nog gebeuren / Voor welke gewassen?	besparing (max) bron: <b>BOLLEN</b>	Toelichting (op basis van diverse onderzoeken bij bloembollen), tenzij andere bron vermeld.	investerings- kosten bron: <b>BOLLEN</b>	Terug- verdiertijd bron: <b>BOLLEN</b>	Opmerking (voor vollegrondsgroente)
5	(Mini) WKK	1	Onderzoek	Techniek nog relatief nieuw. Waar liggen kansen voor vollegrondsgroentensector?	50%	Bij de opwekking van elektriciteit in de centrale gaat 60% van de energieinhoud van het gebruikte gas als warmte verloren. Bij decentrale opwekking met een WKK kan deze warmte op het bedrijf gebruikt worden als er tegelijkertijd een warmtevraag en een elektravraag is. Elektra kan ook aan het net geleverd worden. De energiebesparingsmogelijkheden zijn sterk afhankelijk van bedrijfstype en -grootte.	€66.000 - 100.000	AvBS	
5	Voortrekken	1	Direct	Gebeurt al bij witlof	20%	Door de bewortelde bollen in een verwarmde cel of schuur enkele dagen (max. een week) gestapeld (dus in meerdere lagen) voor te trekken wordt de kasperiode verkort. Hierdoor kunnen op hetzelfde kasoppervlak meer trekken worden gebroeid.	AvBS	AvBS	Voortrekken wordt bij witlof ook wel gebruikt.
5	Apparatuur uit bij pauze/niet gebruik	1	Direct	Eerst kosten batenplaatje maken per gewas.	5%	Machinelijnen nemen veel stroom, door ze in pauzes uit te schakelen zijn kWh te besparen.	geen		
5	Tochtsluizen/snelloopdeuren	1	Direct	Eerst kosten batenplaatje maken per gewas.	5%	Het gebruik van tochtsluis/snelloopdeur heeft een prettiger werkklimaat tot gevolg en zorgt voor minder energieverlies naar andere ruimtes.	AvBS	AvBS	
5	Reflectoren verlichting	1	Direct	nvt	1%	Door toepassing van spiegelreflectoren neemt de lichtopbrengst met 50% toe. 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.	onbekend		
5	Schoonhouden reflectoren	1	Direct	nvt	1%	Maak de reflectoren van de verlichtingslijn eenmaal per jaarschoon.	arbeidskosten		
5	Hoogfrequent verlichting	1	Direct	Voor ruimten waar vaak het licht aan is en lang aan blijft.	20%	<b>Agentschap NL:</b> Infomill bloembollenbranche: Deze besparingsmaatregel is van toepassing op delen van gebouwen waar de verlichting bestaat uit conventionele TL-verlichting. Deze maatregel is zowel toepasbaar in kantoren als bedrijfshallen.	120-150 euro per armatuur	4-6 jaar	T5 verlichting (HR) staat in de EIA lijst van 2010.
5	Zonnedak	1	Direct	Techniek is direct toepasbaar.	30%	Tijdens het bewaren van de bollen kan voorverwarme lucht uit een luchtcollector een forse besparing opleveren. In principe kan dit bij alle bolgewassen. Omdat de temperatuur in de collector vrij hoog op kan lopen is het ook goed toepasbaar bij hyacint. De constructie is bij nieuwbouw goedkoper.	AvBS	AvBS	Zie rekenmodel op <a href="http://psgapp.wur.nl/zonnedak/">http://psgapp.wur.nl/zonnedak/</a> - interessant mits voldoende warmte /warm tapwater nodig in bedrijf en/of prive.
5	Buitenverlichting op daglicht en bewegingssensor	1	Direct	Maatwerk, per situatie bekijken.		<b>Agentschap NL:</b> Infomill bloembollenbranche: Buitenverlichting heeft een preventieve werking tegen onbevoegden. Als de verlichting normaal is uitgeschakeld en bij onraad aanschakeld is het schrik-effect groter en wordt er energie bespaart.	AvBs	< 2jaar	ja, eventueel voor inbraakpreventie.

## Checklist Fruitteelt

Categorie: 1=gebouw 2=regeling 3=installatie 4=meten 5=overig	besparingsmaatregel (Fruitteelt)	1 = minder interessant 3 = meest interessant	direct toepasbaar / nader onderzoek nodig?	Wat moet er nog gebeuren / Voor welke gewassen	besparing (max) bron: BOLLEN	Toelichting (op basis van diverse onderzoeken bij fruitbewaring, praktijkervaring in de fruitsector en bij bloembollen)	investerings- kosten bron: BOLLEN	Terug- verdiëntijd bron: BOLLEN	Opmerking (voor fruitteelt)
1	Vernieuwen van deurrubbers koelcellen	3	Direct	Belangrijk ivm handhaven ULO- condities	1%	Regelmatig onderhoud aan de deurrubbers van de koelcellen voorkomt dat de rubbers uitdrogen. Door dit uitdrogen 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. In fruitcellen is daarnaast de gasdichtheid van een cel uitermate belangrijk om de gewenste gascondities in stand te kunnen houden.	onbekend		
1	Vloerverwarming werkruimte	3	Direct	In sorteerruimten	10%	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 °C omlaag en de lage watertemperatuur zorgt voor een hoger ketelrendement.	onbekend		
1	Verbeteren isolatie koelcel	2	Direct		5%	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. Ook de dikte kan aangepast worden aan de toenemende buitentemperaturen.	AvBS	AvBS	
1	Stofhorren en heaters schoonhouden	1	Direct	Is / moet zijn onderdeel van regulier, eigen, onderhoud.	3%	Zorg dat het gas van de horren regelmatig schoongemaakt wordt, anders neemt de capaciteit van de luchtinlaat behoorlijk af.	arbeidskosten		
1	Isoleren koudebruggen	1	Direct	Bij nieuwbouw interessant	2%	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 buitenkomen, 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.	AvBS	AvBS	
1	Isolatie gevel	1	Onderzoek	Aangrenzende ruimten van koelcellen hebben invloed celtemperatuur. Vooral in de zomer kan door gebouwisolatie instraling buiten worden gehouden.	5%	Het warmteverlies via de gevel is 10 à 15% van het totale energieverbruik, afhankelijk van de verhouding geveloppervlak/kasdekoppervlak. Geveleschemen beperken dit verlies met gemiddeld 30%. Zeker bij moderne bedrijven is gevefolie vaak makkelijk aan te brengen. Zeker bij wind kan het gebruik van vast folie een rol spelen bij het zorgen voor een goede horizontale verdeling van de temperatuur.	AvBS	< 3 jaar	In fruitbewaring kan isolatie van gevel en dak de instraling en/of de temperatuurverschillen van cellen en aangrenzende ruimten verkleinen. Onbekend is hoe groot het voordeel is.
1	Isoleren plat dak	1	Onderzoek	Maatwerk, per situatie bekijken.		<b>Agentschap NL:</b> Infomill bloembollenbranche: Bij koeling of verwarming van gebouwen met een plat dak kan energie worden bespaart, als er niet wordt verwarmt is er geen energie te besparen, maar kan het werkklimaat wel verbeteren.	kantoor: 10-25 € per m2 dak werkhof 2-5 € per m2 dak+	2-7 jaar	In 2009 EIA. Via deskundig bedrijf.
2	Vervangen klimaatcomputer	3	Direct	Bewaarders dienen te worden getraind in gebruik van bewaarccomputer.	15%	Een computer is beter in staat om het (cel)klimaat te regelen en bijvoorbeeld temperatuurdifferenties te bepalen dan handmatige systemen of verouderde bewaarcomputers/regelaars. Met een juiste instelling worden de condities voor het product verbeterd, met een daarop afgestemde hoeveelheid energie. Een klimaatcomputer kan het energieverbruik inzichtelijk maken.	€ 10.000 - € 25.000	AvBS	Besparing gebaseerd op Brochure Energiebesparing Fruitteelt 2009
2	Instellingen klimaatcomputer controlleren	3	Onderzoek	Techniek direct inzetbaar, maar bewaarders / akkerbouwers dienen te worden getraind in gebruik van bewaarccomputer.	35%	Vaak blijkt dat fruitbedrijven 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 aantal koelacties en koeluren per dag. Deze kunnen invloed hebben op het totale energieverbruik, maar nog belangrijker is de invloed op de kwaliteit van het product.	€ 0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	Besparing gebaseerd op Brochure Energiebesparing Fruitteelt 2009
2	Ventilatorinstellingen	3	Direct	Op celniveau	27%	<b>Bron fruitteelt:</b> uniforme luchtverdeling door circuleren wordt niet alleen bereikt door continu te ventileren; met puls/pauze wordt minimaal hetzelfde resultaat bereikt	€ 0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	Besparing gebaseerd op Brochure Energiebesparing Fruitteelt 2009
2	Controle op ijsvorming bij koelen	3	Direct	Dit hoort bij puntje instellingen	12%	Bij koelen kan ijsvorming optreden. Zorg bij slechte of geen ontdooing dat u langzaam inkoelt en regelmatig kijkt of de verdampers niet in het ijs is gelopen. De koelurenteller op de computer is daarbij een handig hulpmiddel.	geen		
2	Installatie instellingen	3	Direct	Instellingen	5%	De koelinstallatie kent een aantal instelling die wel eens vergeten worden zoals aan en uitschakelen verwarmingslint, carterverwarming, gelijktijdigheid in koelvraag, pers- en zuigdruktemperatuur.			

## Checklist Fruitteelt - vervolg

Categorie: 1=gebouw 2=regeling 3=installatie 4=meten 5=overig	besparingsmaatregel (Fruitteelt)	1 = minder interessant 3 = meest interessant	direct toepasbaar / nader onderzoek nodig?	Wat moet er nog gebeuren / Voor welke gewassen	besparing (max) bron: BOLLEN	Toelichting (op basis van diverse onderzoeken bij fruitbewaring, praktijkervaring in de fruitsector en bij bloembollen)	investerings- kosten bron: BOLLEN	Terug- verdientijd bron: BOLLEN	Opmerking (voor fruitteelt)
2	Deurschakeling van celprogramma	2	Direct		2%	Als de deur open gaat, gaat de cel uit, hierdoor wordt voorkomen dat onnodig wordt verwarmd of gekoeld.	€250	Binnen 1 seizoen	
3	Heetgas ontdooiing	3	Direct	Op celniveau	3%	<b>Bron fruitteelt:</b> In de inkoelfase is kans op ijsvorming groot, frequent ontdoeien is dan wenselijk. Echter in de bewaarfase moeten de instellingen aangepast worden. In veel gevallen wordt te vaak ontdooid waardoor 1) veel energie per actie nodig is en 2) de ingebrachte warmte ook weer teruggekoeld moet worden.	€0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	Bij elektrisch is dit 12%. Besparing gebaseerd op Brochure Energiebesparing Fruitteelt 2009
3	Benutting verdamper	3	Direct	Op celniveau	11%	<b>Bron fruitteelt:</b> Indien 5% te weinig koudemiddel wordt ingespoten dan wordt 11% meer energie verbruikt. Te weinig koudemiddel zorgt voor teveel oververhitting in de verdamper. Oververhitting leidt tot hogere zuiggastemperatuur en geeft een nadelig effect op het rendement van de compressor en totale installatie.	€0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	Besparing gebaseerd op Brochure Energiebesparing Fruitteelt 2009
3	Scrubberinstellingen	3	Direct	Op celniveau	3%	<b>Bron fruitteelt:</b> Optimalisatie absorptie- en regeneratietijd van de CO <sub>2</sub> -scrubber. Wanneer de koolstofilter niet verzadigd raakt tijdens de absorbtietijd wordt te vaak een cyclus doorlopen. Daarnaast wordt iedere actie ook warme lucht en zuurstofrijke lucht in de cel gebracht wat niet wenselijk is.	€0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	Besparing gebaseerd op Brochure Energiebesparing Fruitteelt 2009
3	Pers- en zuigdruk	3	Direct	Op koelinstallatieniveau	2%	<b>Bron fruitteelt:</b> Het rendement van de compressor wordt beïnvloed door de zuig- en persdruk van de installatie. Zo klein mogelijk maken van het verschil tussen deze 2 drukken bespaard energie. Per graad verschil in pers- en zuigdruk levert dit 2% voordeel op. Deze instellingen in samenwerking met de installateur aanpassen.	€0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	Besparing gebaseerd op Brochure Energiebesparing Fruitteelt 2009
3	Verwarmingslint	3	Direct	Op koelinstallatieniveau	3%	<b>Bron fruitteelt:</b> Vaak staan verwarmingslinten onnodig aan, bijvoorbeeld wanneer de cel niet in functie is of wanneer geen risico op bevriezing aanwezig is. In sommige gevallen is het nodig een aan en uit schakelaar te installeren.	€0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	Besparing gebaseerd op Brochure Energiebesparing Fruitteelt 2009
3	Carterverwarming	3	Direct	Op koelinstallatieniveau	4%	<b>Bron fruitteelt:</b> Bij niet jaarrondgebruik staat carterverwarming onnodig aan.	€0 tot advieskosten	Binnen 1 seizoen	Besparing gebaseerd op Brochure Energiebesparing Fruitteelt 2009
3	Vernieuwen koelinstallatie	3	Direct	Goede keuze op bedrijfsniveau maken. Met name i.v.m. oudere R22-installaties.	5%	Interessant bij oude installaties met verouderd koudemiddel zoals R12 of R22.	€0,50/Watt	AvBS	
3	Frequentieregeling compressoren	3	Direct	Bij nieuwbouw vrijwel standaard.	2%	In het algemeen geldt dat verlaging van het toerental van de compressor leidt tot een hogere energie-efficiëntie (COP). Verlaging van 1400 rpm naar 1000 rpm betekent een rendementsverbetering van 10 tot 25% (afhankelijk van fabricaat 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.	€2000 - € 12.000	AvBS	
3	Pompschakeling	1	Direct	Is belangrijk buiten het bewaar seizoen.	1%	Door het toepassen van tijdschakelklok(ken) kan energie bespaard worden. Hierdoor wordt voorkomen dat de pompen staan ingeschakeld als er geen behoefte (aan) is.	onbekend		
3	Verlaging condensatietemperatuur	1	Direct		2%	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-efficiëntie 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.	geen		
3	Vervangen ventilatormotoren	1	Onderzoek		onbekend	Bij oude verdamperen kan het zijn dat of te zware of ventilatormotoren met een laag rendement geïnstalleerd zijn.	onbekend		
3	Frequentieregeling op andere onderdelen dan compressoren	1	Direct			Alle onderdelen die de stabiliteit van de koelinstallatie beïnvloeden kunnen met een toerenregeling worden geoptimaliseerd. Bijvoorbeeld capaciteitsregeling van pompen (in pompsystemen) of condensventilatoren.	AvBS	AvBS	Besparing gebaseerd op Brochure Energiebesparing Fruitteelt 2009
3	Elektronische expansieventielen	1	Direct			Het verlagen van de persdruk en verhogen van de zuigdruk is het beste mogelijk bij installaties uitgevoerd met elektronische ventielen. Uiteraard moet de gehele installatie geschikt zijn om optimaal te functioneren bij deze zuinige condities.	AvBS	AvBS	Besparing gebaseerd op Brochure Energiebesparing Fruitteelt 2009
3	Isoleren koelleidingen	1	Direct		1%	De vloeistofleiding van de koelinstallatie moet goed geïsoleerd te zijn, om warmteopname door de vloeistof, en daarmee een lager rendement, te voorkomen. Ook de zuigleiding moet goed geïsoleerd te zijn om condensatie of ijsvorming op de leiding te voorkomen. De isolatie dient ononderbroken te zijn aangebracht, dit geldt ook voor de appendages.	AvBS	AvBS	

## Checklist Fruitteelt - vervolg

Categorie: 1=gebouw 2=regeling 3=installatie 4=meten 5=overig	besparingsmaatregel (Fruitteelt)	1 = minder interessant 3 = meest interessant	direct toepasbaar / nader onderzoek nodig?	Wat moet er nog gebeuren / Voor welke gewassen	besparing (max) bron: <b>BOLLEN</b>	Toelichting (op basis van diverse onderzoeken bij fruitbewaring, praktijkervaring in de fruitsector en bij bloembollen)	investerings- kosten bron: <b>BOLLEN</b>	Terug- verdiëntijd bron: <b>BOLLEN</b>	Opmerking (voor fruitteelt)
3	Ventilator in de nok	1	Direct	Kan interessant zijn bij slecht geïsoleerde zolderruimten.	3%	Een ventilator in de nok brengt de warmte naar beneden, zodat minder energie nodig is	onbekend		
3	Isoleren van leidingen	1	Direct	Toepassen indien van toepassing.		<b>Agentschap NL:</b> Informeel bloembollenbranche. Deze maatregel is toepasbaar waar ongeïsoleerde cv-leidingen lopen door ketelhuizen, kruipruimten, onverwarme zolders en andere plekken in ruimten waar geen warmte nodig is. In de bloembollenbranche verdienen leidingen hoog in de ruimte ook aandacht, vaak gaan deze naar indirect gestookte luchtverwarmers. Deze leidingen geven warmte af die direct naar het plafond stijgt en niet of nauwelijks bijdraagt aan de ruimteverwarming op de werkplek.	materiaal 1-5 €/mtr, eigen arbeid max 20 €/mtr.	ca 1 jaar	Meer info op <a href="http://www.agentschapNL.nl">www.agentschapNL.nl</a> , publicatie Cijfers en tabellen.
4	Registratie	2	Direct	Registratie van verschillende elektriciteitsverbruikers op het bedrijf.	1%	Door zelf te registreren of te laten monitoren via de leverancier wordt de energieafname zichtbaar en komen verbruikspieken in beeld. Dit biedt aanknopingspunten bij energiebesparing en inkoop van energie.	1		Afhankelijk van huidige energieverbruik.
4	Schoonhouden ventilatorbladen en lamellen	2	Direct	Is / moet zijn onderdeel van regulier, eigen, onderhoud.	1%	Smerige ventilatorbladen en lamellen geven minder lucht en reduceren warmteoverdracht. Maak daarom deze jaarlijks schoon	arbeidskosten	AvBS	
4	Pieksaving via computer	1	Direct	Welke energiecontracten zijn er in de praktijk?	0%	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. Hiermee wordt niet op energie bespaard, wel op kosten.			Kostenbesparing hangt af van energiebedrijf.
4	Verlagen Lekdichtheid	1	Direct	Automatisch controle systeem	3%	Vaak wordt onnodig energie verloren om de ULO-omstandigheden te kunnen handhaven door stikstofinjectie. Ook temperatuurschommelingen worden veroorzaakt door lekken.	AvBS	AvBS	
5	Verlichting op aanwezigheidsdetectie	3	Direct	Toepassen.	15%	Met bewegingsmelders kan een lamp zichzelf inschakelen, zo vergeet u ook het licht niet uit te doen.	onbekend		
5	Windenergie	3	Direct	Is alternatieve energiebron (wel haalbaarheidsstudie gewenst).	50%	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 af van plaatselijke en regionale overheden. Er zijn verschillende type kleine windmolens.	variabel	onbekend	
5	Zonnepanelen	3	Direct	Techniek is toepasbaar, is een alternatieve energiebron.	25%	Zonnepanelen zetten zonlicht om in elektriciteit. Ook bij bewolkt weer. Er zijn ook panelen die alleen het niet-fotosynthetisch licht omzetten en het fotosynthetisch licht doorlaten. Zonnepanelen worden steeds goedkoper, efficiënter en gaan heel lang mee (30-40 jaar).	€/watt		
5	Koude/warmte opslag	2	Direct	Verdiert nadere haalbaarheidsstudies voor fruitbedrijven	0 - 50%	Wanneer in het totale productieproces meer of minder gelijktijdig in één schakel koude, en in een andere schakel warmte nodig is, zijn deze schakels te koppelen met relatief kleine volumes warmte/koude opslag. Naarmate warmte en koudebehoefte verder in de tijd uit elkaar liggen is het benodigde volume groter. Het hangt dus sterk van het bedrijfsspecifieke productieproces af hoe de warmte/koude opslag gedimensioneerd moet worden om rendabel te zijn. Warmte/koude opslag kan in ondergrondse tanks, in een aquifer of in een bodemvolume. Voor opslag in een aquifer moet volgens wetgeving de jaarbalans energieneutraal zijn (er mag netto niet meer warmte onttrokken worden dan er aan wordt toegevoegd).	> €25.000	AvBS	
5	Energiezuinige HR-ketel plaatsen	2	Direct	Toepasbaar bij kantoor, kantine en sorteerruimte.	10-15%	<b>Agentschap NL:</b> Informeel bloembollenbranche: Wanneer de ketel ouder is dan 10 a 15 jaar komt het moment in zicht waarop nagedacht moet worden over de vervanging door een energiezuinige HR-ketel. Het moment dat de ketel kapot gaat (= natuurlijk vervangingsmoment) is altijd wanneer de warmtebehoefte er is en vaak wil men de volgende dag een nieuwe ketel hebben staan. Op dat moment is er geen tijd meer om de juiste ketel op te zoeken. Dit geldt ook voor fruitbedrijven waar verwerkings- en kantoorruimten en personeelsverblijven worden verwarmd.	10 - 20% duurder dan conventioneel	2-5 jaar	Voor particulieren is er tot 2011 subsidie mogelijk voor een HR-e ketel, dit is een ketel die 15% meer gas verstoekt, maar ook circa 2.000 kW elektriciteit opwekt. Meer info op <a href="http://www.agentschapNL.nl">www.agentschapNL.nl</a> .

## Checklist Fruitteelt - vervolg

Categorie: 1=gebouw 2=regeling 3=installatie 4=meten 5=overig	besparingsmaatregel (Fruitteelt)	1 = minder interessant 3 = meest interessant	direct toepasbaar / nader onderzoek nodig?	Wat moet er nog gebeuren / Voor welke gewassen	besparing (max) bron: <b>BOLLEN</b>	Toelichting (op basis van diverse onderzoeken bij fruitbewaring, praktijkervaring in de fruitsector en bij bloembollen)	investerings- kosten bron: <b>BOLLEN</b>	Terug- verdiend tijd bron: <b>BOLLEN</b>	Opmerking (voor fruitteelt)
5	Gebruik restwarmte uit condensor	1	Direct	Toepassen.	2%	De afgegeven warmte van de koelinstallatie kan gebruikt worden om een vloer of een bepaalde ruimte te verwarmen. Dit bespaart weer gas. Agentschap NL: Infomill bloembollenbranche: toepasbaar als er op het bedrijf koel- en vriescellen zijn, waarvan de koelcompressoren een groot deel van het jaar draaien. De investering is afhankelijk van de methode. Wanneer restwarmte in de vorm van warmte rechtstreeks de hal ingeblazen wordt en de bediening handmatig is dan zijn de kosten vrij laag: € 1.000-2.000. Wanneer er een warmtewisselaar op het persgas circuit wordt aangesloten, is de installatie uitgebreider en de kosten hoger: 3.000-6.000 euro. Ook zijn er kant en klare oplossingen voor het produceren van warm tapwater. De kosten voor aanschaf en aanleg van een persgasboiler liggen tussen de 1.000-2.000 euro.	€ 5000 - € 12.000	AvBS	Koelinstallaties produceren veel warmte als het buiten warm is. Je moet dat elders dus wel nodig hebben.
5	Apparatuur uit bij pauze/niet gebruik	1	Direct		5%	Machinelijnen nemen veel stroom, door ze in pauzes uit te schakelen zijn kWh te besparen.	geen		
5	Tochtsluizen/snelloopdeuren	1	Direct		5%	Het gebruik van tochtsluis/snelloopdeur heeft een prettiger werkklimaat tot gevolg en zorgt voor minder energieverlies naar andere ruimtes.	AvBS	AvBS	
5	Reflectoren verlichting	1	Onderzoek	In sorteerruimten	1%	Door toepassing van spiegelreflectoren neemt de lichtopbrengst met 50% toe. 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.	onbekend		Andere type armaturen kunnen leiden tot energiebesparing, maar in de fruitsector is geen standaard voor lichtopbrengst.
5	Schoonhouden reflectoren	1	Direct		1%	Maak de reflectoren van de verlichtingslijn eenmaal per jaarschoon.	arbeidskosten		
5	Hoogfrequent verlichting	1	Direct		20%	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, sorteren fruit.	120-150 euro per armatuur		T5 verlichting (HR) staat in de EIA lijst van 2010.
5	Warmtewisselaars	1	Direct	Verwarmen kantoorruimten e.d. Haalbaarheidstudies wel gewenst.	20%	Warmtewisselaars worden ingezet in combinatie met koude/warme opslag en/of warmtepompen. Er bestaan verscheidene typen warmtewisselaars. Te warme kaslucht kan worden afgekoeld door water over het kasdek te laten vloeien of door watergekoelde ventilatie. De afgevoerde warmte wordt voor gebruik in de winter bijvoorbeeld opgeslagen in een aquifer of in een bodemvolume. Met zg. energiepalen wordt warmte uitgewisseld tussen een bodemvolume en door slangen langs de heipalen stromend water.	€ 1000 - 5000	AvBS	
5	Buitenverlichting op daglicht- en bewegingssensor	1	Direct	Maatwerk, per situatie bekijken.		<b>Agentschap NL:</b> Infomill bloembollenbranche: Buitenverlichting heeft een preventieve werking tegen onbevoegden. Als de verlichting normaal is uitgeschakeld en bij onraad aanschakeld is het schrik-effect groter en wordt er energie bespaard.	AvBs	< 2jaar	Moet wel passen bij gebruik.

## 6 Discussie en aanbevelingen

In dit rapport is een beeld gegeven van het energieverbruik in de teelt, bewaring en verwerking van een aantal belangrijke gewassen/teelten in de akkerbouw, vollegrondsgroente en fruitteelt. Hoewel er tussen teelten in absolute zin grote verschillen in energieverbruik zijn, kan geconcludeerd worden dat met name de bewaring van producten een fors aandeel uitmaakt van het energieverbruik (fruitteelt: 50-60%, aardappelteelt: ca. 12% , preiteelt: ca. 53%). Dat is ook de reden om dit onderzoek vooral te richten op de naoogstactiviteiten in deze sectoren. In termen van “laaghangend fruit” ligt het voor de hand om energiebesparingsmogelijkheden te zoeken in de bewaarsector, zonder overigens andere kansen (met name tijdens de teelt) te laten liggen (want die zijn er zeker).

### Volop kansen voor energiebesparing

In het onderzoek zijn een groot aantal trends gesignaleerd. De trend naar schaalvergroting in alle sectoren leidt tot investeringsruimte, ook in de vorm van moderne bewaarfaciliteiten. Er zijn allerlei mogelijkheden om bewaarschuren energiezuiniger te maken. Nieuwbouw biedt daarvoor een ideaal moment, maar dergelijke investeringen worden niet frequent gedaan. Er lijkt in de sector en bij installateurs een trendbreuk te ontstaan met betrekking tot de aandacht voor energiegebruik. Ook het verbruik in bestaande faciliteiten kan geoptimaliseerd worden. De checklist per sector biedt hiervoor aanknopingspunten. Het is zaak om hiervoor in het kader van het convenant Schoon&Zuinig ruimschoots aandacht te vragen. De productieverhoging in de teelt leidt ertoe dat de teeltfase efficiënter uitgevoerd kan worden. Immers, als energie besteed aan grondbewerking toegerekend kan worden aan een hogere opbrengst, dan leidt dat tot een lager energieverbruik per eenheid product.

### Wel of niet investeren in energiebesparingsmaatregelen

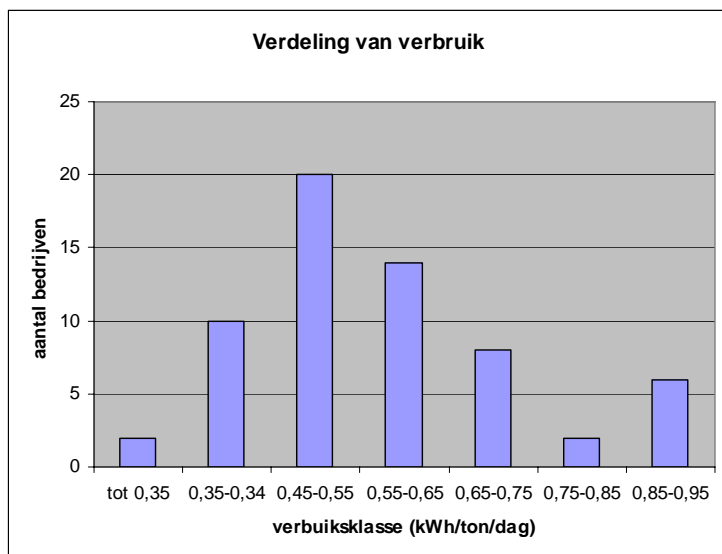
De belangrijkste drijfveer voor een ondernemer om te investeren in energiebesparing is de energierekening. De energieprijzen zijn de afgelopen jaren sterk gestegen en zullen de komende 5 – 10 jaar eveneens een sterke stijging laten zien. De EIA (Energie InvesteringsAftrek) kan de terugverdientijd daarbij verlagen. Voor de akkerbouw- en vollegrondsgroentensector (voor de fruitteeltsector deels) ontbreken momenteel goede richtgetallen voor investeringskosten voor elke energiebesparingsmaatregel, alsmede de terugverdientijd. Dit geldt ook voor bijv. warmte/koudeopslag en warmtewisselaars: de techniek is direct toepasbaar is, maar de uitgangspunten waarop investeringen en terugverdientijden gebaseerd zijn bevatten veel aannames en onduidelijkheden. Haalbaarheidstudies kunnen een goede rol vervullen bij kennisoverdracht naar ondernemers. Zoals eerder vermeld wordt in de checklist vooral teruggegrepen op cijfers uit de bloembollensector waar op dit vlak al ca. 10 jaar onderzoek wordt verricht. Het verdient aanbeveling om hier aanvullend onderzoek op te starten.

### Kwaliteit versus energiebesparing

Ondernemers lieten en laten zich bij bewaring vooral leiden door de kwaliteit van het product. Bewaarverliezen in de vorm van gewichts- en kwaliteitsverlies moet zoveel mogelijk voorkomen worden. Om risico's te beperken bestaat de neiging om “in elk geval voldoende te ventileren”. Het is voor een ondernemer moeilijk om vast te stellen of hij optimaal (niet meer ventileren dan nodig) bezig is. De praktijk is daarom dat de teler een aangeleerd bewaargedrag jaar na jaar herhaald: er vindt geen bijsturing plaats. Het is daarom niet verwonderlijk dat in de praktijk hele grote verschillen in energieverbruik per eenheid product wordt gevonden. Uiteraard is de dimensionering en uitrusting van de bewaarplaats hierop mede van invloed, maar er zijn ook grote verschillen in “aantal uren ventileren” in hetzelfde product.

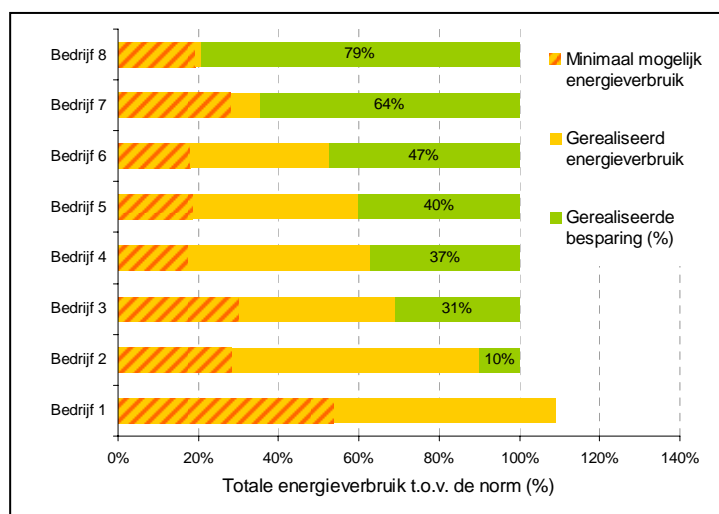
In figuur 14 zijn de resultaten weergegeven van een inventarisatie onder bedrijven met fruitbewaring. Verschillen in energieverbruik tot een factor 3 zijn geen uitzondering. Vergelijkbare ervaringen zijn er ook in de bloembollenteelt (tulpen, 2009), waar vergelijkbare verschillen gevonden zijn (zie figuur 15).

Figuur 14. **Verdeling energieverbruik in fruitbewaring**



Bron: Brochure Energiebesparing Fruitteelt 2009

Figuur 15. **Werkelijk energieverbruik t.o.v. de norm op 8 tulpenbedrijven met bewaring**



Bron: PPO, Lisse 2009.

### Metten is weten

In de akkerbouw- en vollegrondsgroentesector is de laatste 15 tot 20 jaar nauwelijks meer onderzoek gedaan naar bewaring. De best gedocumenteerde rapporten dateren uit de 80-er jaren (Sprenger instituut). De cijfers inzake energieverbruik gepresenteerd in dit onderzoek zijn dan ook gebaseerd op schattingen van bouwadviesbureaus. In de fruitsector heeft WUR- Food & Biobased Research de afgelopen jaren het nodige bewaaronderzoek gedaan. In dit onderzoek is, zoals hiervoor gemeld, een grote variantie in energieverbruik geconstateerd. Dit heeft geleid tot het initiatief, getiteld Fruitpact, waar ruim 20 bedrijven worden doorgelicht op energieverbruik en waar tezamen met de ondernemer tot een advies gekomen wordt hoe te besparen. Dit gebeurt door het optimaliseren van koelgedrag van de ondernemer, verbeteren van de instellingen van de apparatuur en door gericht te investeren in nieuwe, betere apparatuur.

Het verdient aanbeveling om vergelijkbare acties op te starten in de akkerbouw- en vollegrondsgroentensector. Onderscheid naar teelt en bewaarsysteem is daarbij wenselijk. Allereerst is het zaak om per opslagsysteem het verbruik te gaan meten. In een studiegroepbenadering kunnen



oorzaken en verbetermogelijkheden inzichtelijk gemaakt worden en bediscussieerd. Van belang is om te komen tot een vertaling naar het individuele bedrijf onder deskundige begeleiding. De resultaten van het geheel vormt een uitstekend communicatiemiddel naar de gehele sector.

Het overgrote deel van de telers heeft een bewaarcomputer geïnstalleerd. Dit varieert van zeer oude tot zeer moderne computers. Daarnaast blijkt er verschil in benadering te zijn tussen de merken. Dit leidt ook bij deze geautomatiseerde systemen tot grote verschillen in draaiuren (het aantal gebruiksuren van de installatie is een maat voor het energieverbruik). Het verdient aanbeveling om helder inzicht te krijgen welke standaardinstellingen van bewaarcomputers invloed hebben op enerzijds het energieverbruik tijdens het inkoelen en bewaren en anderzijds de effecten ervan op de kwaliteit (mogelijk in combinatie met praktijkmetingen) van een specifiek product.

#### Onderzoek naar verlaging energiegebruik

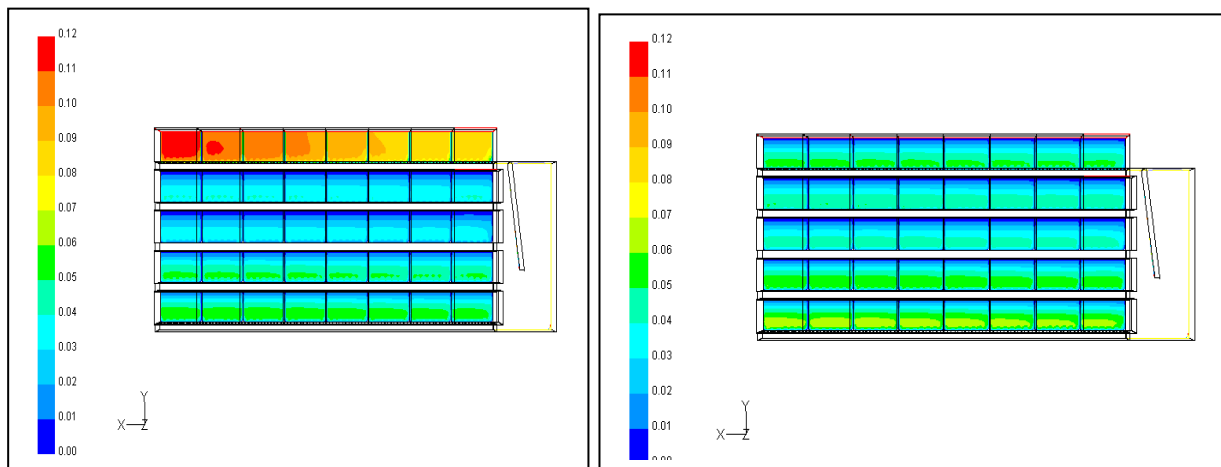
Omdat er in de akkerbouwsector (uien, aardappelen) al lang geen bewaaronderzoek is uitgevoerd, verdient het aanbeveling om het oude onderzoek in kaart te brengen en met een groep specialisten te bekijken of nieuwe praktijkinzichten met dat onderzoek onderbouwd kunnen worden. Een dergelijk onderzoek geeft zicht op kansrijke ontwikkelingen.

Onderzoek in de bollensector heeft aangetoond dat de verdeling van lucht door de kisten vaak te wensen overlaat. In figuur 16 zijn de gemeten luchtsnelheden door de kist in kaart gebracht. De linkse weergave laat grote verschillen zien. Na afdekken van de bovenlaag verbeterde de luchtverdeling sterk. Daarnaast zijn in de bollensector forse besparingen (tot 50%) gerealiseerd door het verlagen van de luchtweerstand (afronden van inlaatopening, juiste dimensionering enz.).

Deze benadering biedt kansen voor de kistenbewaring in zowel vollegrondsgroenten als in de akkerbouw. Ieder product heeft echter zijn eigen karakteristieken (bijv. tegendruk), waardoor elk product ook zijn eigen benadering vraagt. Door de combinatie van metingen in het product, gecombineerd met CFD modellen (Computational Fluid Dynamics) is optimalisatie van het energieverbruik mogelijk. Door de sterke groei in kistenbewaring verdient het aanbeveling op dit punt onderzoek te starten en hierin ook de verschillen inzichtelijk te maken van de verschillende ventilatiesystemen bij kistenbewaring (druk-, zuig- en langsventilatie).

Ook bij bewaring van uien speelt kwaliteit een belangrijke rol. Een zo kort mogelijke droogperiode op het veld na uienrooien biedt de beste garanties voor kwaliteitsverlies. Echter, minder ver gedroogde uien vragen meer droogenergie na inschuren. Ziektes in de ui, zoals koprot, vraagt om een langere indroogperiode na inschuren omdat de ui verdergaand moet indrogen. Het spreekt voor zich dat hier optimalisatie van het droogproces mogelijk is. Het laatste onderzoek op dit terrein dateert van eind 90-er jaren.

Figuur 16. Gemeten luchtsnelheden in kistenbewaring, links zonder afdekking van de kisten, rechts na afdekking van de kisten (bron: PPO Bollen – Lisse).



In de aardappelbewaring speelt kiemremming een belangrijke rol. Afhankelijk van het ras wordt in de pootgoedsector gekozen voor Talent bewaring, roteren van kisten (ook wel 'afspruiten' genoemd), gekoelde bewaring in het 2<sup>e</sup> deel van het bewaarstadium en soms combinaties ervan. Recentelijk wordt ook ethyleenbewaring als mogelijkheid genoemd. Deze technieken hebben vooral kwaliteitbehoud of -verbetering voor ogen, maar de invloeden op het energieverbruik zijn niet bekend. Elk systeem vraagt zijn eigen ventilatie-intensiteit en er zijn bij roteren van kisten veel heftruckuren nodig. Het verdient aanbeveling deze systemen te analyseren op energieverbruik, zodat deze informatie kan worden meegenomen in de afweging voor welk systeem wordt gekozen.

#### Tot slot

De onderzochte sectoren staan aan het begin van een traject dat moet leiden tot inzicht in energiebesparingsmogelijkheden en vertaling hiervan naar de praktijk.

## Literatuur

- BECO Groep BV, "Duurzaam Ondernemen op het Erf" (DOE project), Rotterdam, februari 2003 .
- Broeze, Jan. Factsheet Duurzaam koelen met gebruik van mechanische koeling, AFSG, Wageningen, maart 2009.
- Broeze, Jan. Factsheet Duurzame koeling voor koel- en vrieshuizen, AFSG, Wageningen, november 2009.
- CBS. Energiegebruik landbouw.
- De Groot en Slot. Uien oogst en bewaring 2008, Broek op Langedijk, 2008.
- DLV. Artikel - Met frequentieregelaar energiegebruik verlagen, Nieuwe oogst 21 november 2009.
- Eeckhout, I., Boussery, K., Aardappelbewaring, constructie en bewaarproces, Praktijkids voor bewaring van consumptieaardappelen, PCA & AgriCONSTRUCT, [www.enerpedia.be](http://www.enerpedia.be).
- Geijn van de, Frank en Montsman, Matthijs. Energie besparing fruitteelt (brochure i.o.v. LAMI)
- International Energy Agency. Factsheet World Energy Outlook 2009, [www.iea.org](http://www.iea.org) .
- Heijerman-Peppelman, G en Roelofs, P.F.M.M. Kwantitatieve Informatie Fruitteelt 2009/2010.
- Janssens, B, et al. Arbeidsomstandigheden vollegrondsgroenteteelt, Een inventarisatie van knelpunten en oplossingsrichtingen rondom piekarbeid, LEI, Den Haag, december 2004.
- KWIN 2009, PPO Lelystad, juli 2009.
- NEDU. Grootschalige toepassing van kleinschalige opwekking, [http://www.edsn.nl/docs/Issue/ic033a\\_grootschalige\\_toepassing\\_van\\_kleinschalige\\_opwekking\\_v1.0.pdf](http://www.edsn.nl/docs/Issue/ic033a_grootschalige_toepassing_van_kleinschalige_opwekking_v1.0.pdf)
- LEI Land- en tuinbouwcijfers 2008
- LEI Binternet – Energiegebruik.
- PAGV (Praktijkonderzoek voor de akkerbouw en de vollegrondsgroenteteelt, Witte asperges, Teelthandleiding nr. 80, januari 1998.
- SenterNovem, Cijfers en tabellen 2007, april 2007.
- Sprenger instituut Wageningen (1986). Produktgegevens Groente en Fruit
- Wildschut, J.. Energiemonitor van de Nederlandse Paddenstoelensector 2008, PPO, Lisse, september 2009.

## Internetbronnen

- [www.sbo.nl/cursussen/werken-met-koude-en-warmte-opslag/programma](http://www.sbo.nl/cursussen/werken-met-koude-en-warmte-opslag/programma)
- [www.cbs.nl](http://www.cbs.nl) – Landbouwtelling
- [www.enerpedia.be](http://www.enerpedia.be).
- [www.iea.org](http://www.iea.org)
- [www.nsvv.nl](http://www.nsvv.nl)
- [www.pld-a.org](http://www.pld-a.org)
- [www.senternovem.nl](http://www.senternovem.nl)
- [www.senternovem.nl/eia](http://www.senternovem.nl/eia)
- [www.senternovem.nl/duurzamewarmte](http://www.senternovem.nl/duurzamewarmte)
- [www.senternovem.nl/ejn/maatregelen/verlichting](http://www.senternovem.nl/ejn/maatregelen/verlichting)
- [www.senternovem.nl/ecodesigne](http://www.senternovem.nl/ecodesigne)
- [www.VROM.nl](http://www.VROM.nl)



## Bijlage 1: Onderzoek BECO groep in Noord Holland

BECO Groep BV heeft in 2003 het project "Duurzaam Ondernemen op het Erf" (DOE project) uitgevoerd bij 313 landbouwbedrijven in Noord-Holland. Hieronder waren ook 62 akkerbouwbedrijven en 49 open- of vollegrondsgroentenbedrijven.

Dit preventieproject was gericht op de agrarische sector is een initiatief van de NOVEM in samenwerking met de Provincie Noord-Holland, WLTO, Rabobank, NUON, Gewestbureau Kop van Noord-Holland, Samenwerking Uitvoering Milieutaken West Friesland, Intergemeentelijk Samenwerkingsverband Waterland (ISW), Milieudienst Regio Alkmaar (MRA), BECO Groep BV en 35 deelnemende gemeenten. De rapportage bevat informatie over de bevindingen bij de bedrijven. Individuele opdrachtgevers kunnen dit gebruiken bij de formulering van beleid en vervolgvactiteiten in de sector.

Sector	Aantal doorgelichte bedrijven
Bloembollen en bolbloemen	75
Akkerbouw	62
Overige open- of vollegrondsteelt	49
Melkvee	101
Combinaties	26
<b>Totaal</b>	<b>313</b>

Tabel I.1. **Energiebesparingsmaatregelen akkerbouw.**  
Top 5 van meest gekozen maatregelen per sector

Maatregel	Sector →				
	Bolbloem en bloembollen	Akkerbouw	Overige open- of vollegrondsteelt	Melkveehouderij	Gemengd
Aanwezigheidsdetectie	✓	✓	✓		
Automatische ontfluchting op de condensor			✓		
Cosinus-phi verbeteraar	✓	✓	✓		✓
Debietregeling ventilatoren		✓			
Energiebesparende buitenverlichting					✓
Hoogrendementmotoren	✓	✓	✓		✓
Houdt armaturen stofvrij				✓	
HR compressor voor koeling	✓		✓		
Koppelen van de ventilator van de koeling aan de deur	✓				
Monitoring van energiestromen					✓
Periodieke trekkeuring		✓			
Spoelbak isoleren of afdekken				✓	
Voorkoeler				✓	
Warmteterugwinning van (melktank) condensor				✓	✓
Zonneboiler				✓	

Tabel I.2. **Top 10 van maatregelen die de bedrijven hebben gekozen om in te voeren.**

<i>Maatregel</i>	<b>Aantal maal geadviseerd</b>	<b>Gekozen door ondernemers</b>	<b>Niet interessant bevonden</b>
Cosinus-phi verbeteraar	50	33	17
Periodieke trekkeurkeuring	49	25	24
Hoogrendementmotoren	32	23	10
Debietregeling ventilatoren	31	18	13
Aanwezigheidsdetectie	30	15	14
Hoogfrequente verlichting met spiegeloptiek armaturen	26	15	11
Houdt bladen ventilator stof en vuil vrij	15	15	0
Trekker op bio-olie	33	14	19
Zonnepanelen	29	14	14
Luchtcollectorsysteem voor drooglucht	33	13	20

**Conclusies op gebied van energiebesparing:**

- In de sector akkerbouw wordt elektriciteit voornamelijk gebruikt om producten te drogen en te koelen.
- Maar ook elektromotoren voor het aandrijven van sorteer- en verpakkingsmachines vragen veel energie. Door invoering van de juiste maatregelen is hier nog flink te besparen;
- Het gasverbruik is absoluut gezien laag in vergelijking met het elektriciteitsverbruik. Dit komt doordat niet alle doorgelichte bedrijven gas gebruiken in hun bedrijfsvoering. Maar de bedrijven die gas verbruiken, verbruiken relatief veel zoals blijkt uit tabel 5.5.
- Voor het huishouden is het meeste te besparen op het gasverbruik. Goede isolatie van het woonhuis speelt hier een belangrijke rol in.

Tabel I.3. **Energiebesparingsmaatregelen op open- en vollegrondsgroenten bedrijven.**

<i>Maatregel</i>	<b>Aantal maal geadviseerd</b>	<b>Gekozen door ondernemers</b>	<b>Niet interessant bevonden</b>
HR compressor voor koeling	23	18	5
Automatische ontluchting op de condensor	20	17	4
Aanwezigheidsdetectie	35	15	19
Hoogrendementmotoren	21	14	7
Cosinus-phi verbeteraar	21	14	7
Elektronisch expansieventiel	18	13	5
Gebruik de warmte van de koelinstallatie nuttig	23	12	11
Hoogfrequente verlichting met spiegeloptiek armaturen	19	12	7
Vernieuwing koelinstallatie	17	12	5
Warmteafgifte condensor verbeteren	14	12	2

**Conclusies op gebied van energiebesparing:**

- In de sector overige open- of vollegrondsgroententeelt wordt het meest elektriciteit gebruikt om producten te koelen.
- Maar ook elektromotoren voor het aandrijven van sorteer en verpakkingsmachines vragen veel energie;
- Het gasverbruik is relatief laag in vergelijking met de sectoren bloembollen en bolbloemen en akkerbouw. Toch valt hier nog te besparen en dan door invoering van maatregelen ter verbetering van de ruimteverwarming.
- Voor het huishouden is het meeste te besparen op het gasverbruik. Goede isolatie van het woonhuis speelt hier een belangrijke rol in.