

Klimaatneutrale bloembollenbedrijven

Visie op 2020

Jeroen Wildschut (WUR/PPO)

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.
Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit
Februari 2011

PPO nr. 32 361158 10

© 2011 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit project is uitgevoerd in opdracht van en gefinancierd door de partijen in de Meerjarenafpraak energie Bloembollen (KAVB, PT, min.EL&I, Agentschap NL en telers).



Projectnummer: 32 361158 10

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit

Adres : Prof. Van Slogterenweg 2
: Postbus 85, 2160 AB Lisse

Tel. : 0252 - 462121

Fax : 0252 - 462100

E-mail : info.ppo@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	6
2 WERKWIJZE.....	6
3 RESULTATEN	7
3.1 Trends en ontwikkelingen	7
3.2 Klimaatneutrale bedrijfstypes	13
3.3 Onzekerheden	19
4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	21

Samenvatting

Eén van de afspraken in het Convenant Schoon & Zuinig is dat de bloembollensector de ambitie heeft om in nieuwe bedrijven vanaf 2020 economisch rendabel klimaatneutraal (geen netto CO₂-uitstoot op het bedrijf) te kweken en te telen. Hiertoe is een visie ontwikkeld die recht doet aan de diversiteit van de sector. Op basis van de beschikbare statistieken (CBS) en van gegevens van de bedrijven die sinds 1995 aan de Energiemonitor deelnemen zijn voor de drie bedrijfstypen Telers, Teler/broeiers en Broeiers de trends en ontwikkelingen m.b.t. areaal, broeiproductie, gewassamenstelling en het energieverbruik (elektra en warmte), in kaart gebracht. Ondanks de grote diversiteit van de sector zijn er een aantal duidelijk verschillende dominante bedrijfstypes te onderscheiden, met voor elk type specifieke klimaatneutrale oplossingsrichtingen:

Telers telen voorjaars- en najaarsgewassen en kiezen voor diversiteit (meer verschillende gewassen in de teelt) ipv. specialisatie. Naar verwachting is de gemiddelde bedrijfs grootte in 2020 ongeveer 45 ha. Het gasverbruik per ha vertoont van 1995 tot 2009 een afnemende trend, het elektraverbruik nam echter steeds toe. Het gasverbruik kan door toepassing van computergestuurde ventilatie, gecombineerd met het zonnedak teruggebracht worden tot minder dan 20% van het huidige verbruik. Aan de resterende warmtevraag kan worden voldaan door biovergisting van verwerkingsafval. De elektravraag kan door computergestuurde circulatie en/of nieuwe droog- en bewaarsystemen nog verder teruggebracht worden. Aan de resterende elektravraag wordt voldaan door groene stroom aan te kopen, en wanneer mogelijk te produceren met windmolens en zonnepanelen.

Teler/broeiers telen voorjaarsgewassen en broeien deze voor een steeds groter deel in de winter zelf. Steeds meer van deze bedrijven telen en broeien maar 1 gewas en kiezen dus voor specialisatie. Naar verwachting is de gemiddelde bedrijfs grootte in 2020 ongeveer 25 ha. Het gasverbruik in de teelt neemt per m³ bollen af, maar omdat deze bedrijven steeds meer zelf broeien neemt het aantal m³ bewaarde bollen per ha toe, waardoor het gasverbruik per ha toeneemt. Ook het elektraverbruik per ha neemt toe, vooral door verdergaande mechanisatie. In de broei nam tussen 1995 en 2009 het gasverbruik per 1000 bollen echter sterk af, het elektraverbruik bleef gelijk.

Ook bij deze bedrijven wordt in de teelt de warmtevraag bij drogen en bewaren tot 20% teruggebracht door de gecombineerde toepassing van zonnedak, warme kaslucht en computergestuurde ventilatie. De resterende warmtevraag wordt ingevuld door de op hoge temperatuur opgeslagen warmte die 's zomers door de leegstaande kas geproduceerd is. Mogelijk zijn hierbij geen warmtepompen noodzakelijk. Door compartimentering van het broei proces, meerlagenteelt met LED's, sensortechnologie en computersturing, eb/vloed broei en mechanisch ontvochtigen wordt ook de warmtevraag per steel bij de broei van voorjaarsgewassen tot onder de 20 % teruggebracht. Ook hier wordt aan de resterende warmtevraag voldaan door de op hoge temperatuur opgeslagen warmte die 's zomers door de leegstaande kas geproduceerd is.

De elektravraag wordt door computergestuurde circulatie en/of nieuwe droog- en bewaarsystemen sterk teruggebracht en de resterende vraag wordt door de aankoop van groene stroom gedekt en wanneer mogelijk geproduceerd met windmolens en zonnepanelen.

Broeiers broeien jaarrond najaarsgewassen met of zonder voorjaarsgewassen. Het gemiddelde energieverbruik per 1000 bollen is daarom hoger dan bij de Teler/broeiers. Het elektraverbruik bleef van 1995 t/m 2006 gelijk, het gasverbruik is in die periode fors afgenomen. Bij de broei van najaarsgewassen kan meerlagenteelt maar beperkt toegepast worden, waardoor de warmtevraag per steel niet verder dan tot 45% teruggebracht wordt. In de resterende warmtevraag wordt voorzien door de 's zomers in de kas geproduceerde en op lagere temperatuur opgeslagen warmte met warmtepompen in de kas te brengen. De toegenomen elektravraag wordt geheel door de aankoop van groene stroom gedekt.

Op deze wijze zijn in 2020 nieuwe bedrijven geheel klimaatneutraal. Zonder subsidies zijn de risico's in het ontwikkelingstraject voor deze bedrijven vaak te groot en komen dergelijke voorbeeldbedrijven niet of maar langzaam van de grond. De som van de in dat traject gerealiseerde verbeteringen maken op termijn subsidies overbodig en versnellen het realiseren van klimaatneutrale bollenbedrijven in 2020.

1 Inleiding

Van 1995 t/m 2006 hebben de deelnemers aan de MJA-e gezamenlijk een verbetering van de Energie-Efficiëntie gerealiseerd van 23%. Autonome ontwikkelingen, onder andere onder druk van stijgende energieprijzen, en investeringen in onderzoek en voorlichting hebben hiertoe bijgedragen. In de broeierij is de verbetering van Energie-Efficiëntie hoger geweest dan in de teelt (nl. 33% versus 8%). De verbeterde Energie-Efficiëntie komt volledig op rekening van verminderd gasverbruik per eenheid. Het elektraverbruik per eenheid is juist toegenomen (gemiddeld met 13%). Lopende projecten als State-of-the-Art laten zien dat op bedrijven een besparing tot 80% mogelijk is op gas- *en* op elektraverbruik bij de bewaring, de belangrijkste energiepost. Lopend onderzoek en eerdere voorstudies naar Meerlagenteelt geven aan dat bij de broei van tulpen ruim 40% op energie bespaard kan worden. Toepassingen van combinaties van duurzame energietechnieken (warmte/koude opslag, warmtewisselaars, warmtepompen, windmolens, zonnecollectoren, zonnepanelen, warme kaslucht, etc.) maken het nu al mogelijk kassen te verwarmen zonder gasverbruik en kunnen ook het energieverbruik bij de teelt nog verder reduceren.

Op 10 juni 2008 hebben 11 landbouw- en aan de landbouw gerelateerde partijen met de overheid het Convenant Schone en Zuinige Agrosectoren gesloten. Ondertekenaars van dit convenant waren namens de overheid de ministers van LNV, VROM, EZ en de staatssecretaris van Financiën en onder meer de KAVB namens de bloembollensector. De doelstellingen van het kabinetsbeleid Schoon & Zuinig zijn:

- Een reductie van 30% broeikasgassen in 2020 ten opzichte van 1990.
- Een aandeel duurzame energie van 20% t.o.v. het totale energieverbruik in 2020.
- Een jaarlijkse energiebesparing van 2%.

Afgesproken is dat de sector 'de ambitie heeft om in nieuwe bedrijven vanaf 2020 (economisch rendabel) klimaatneutraal te kweken en te telen'. Onder klimaatneutraal wordt verstaan dat er op het bedrijf geen netto uitstoot van CO₂ plaats vindt.

Doelstelling van deze studie is het ontwikkelen van een visie op het realiseren van klimaatneutrale bloembollenbedrijven in 2020.

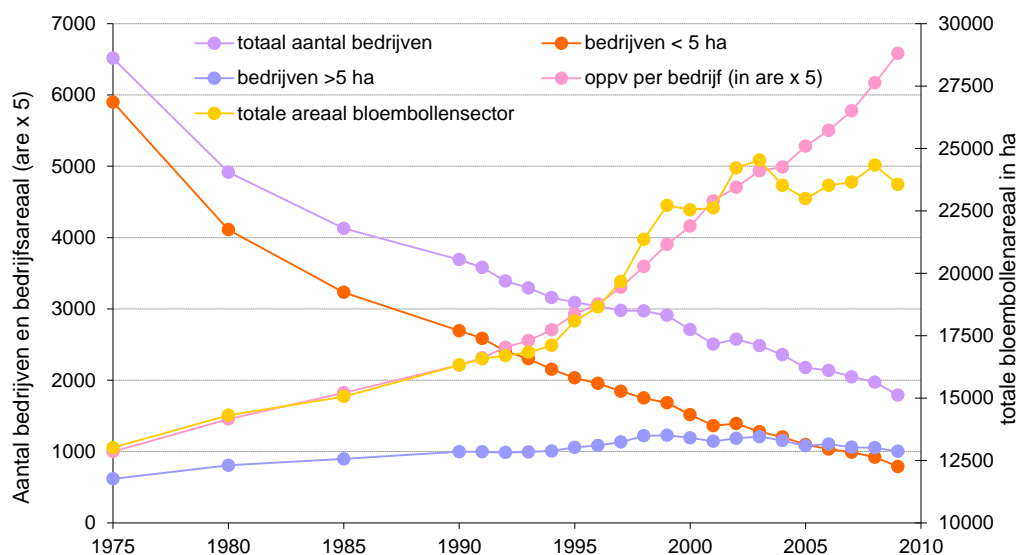
2 Werkwijze

Op basis van de beschikbare statistieken (Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)) zijn voor de bloembollensector de ontwikkelingen van het totale areaal, aantallen bedrijven kleiner en groter dan 5 hectare en bedrijfs grootte in kaart gebracht. Deze ontwikkelingen zijn doorgetrokken naar 2020. Op basis van de bedrijfsgegevens van de bedrijven die sinds 1995 aan de Energiemonitor deelnemen zijn vervolgens voor de drie bedrijfstypen Telers, Teler/broeiers en Broeiers de trends m.b.t. gewassenstelling en het energieverbruik (elektra en warmte), in kaart gebracht. Aldus zijn toekomstbeelden/verwachtingen van het gemiddelde dominante bedrijfstype bij Telers, Teler/Broeiers- en Broeiers in 2020 geschetst. Per bedrijfstype zijn de belangrijkste energieposten onderscheiden evenals de voor die posten met de huidige stand der techniek realiseerbare energiebesparingen. Voor de resterende energiebehoefte zijn de mogelijkheden van het toepassen van Duurzame Energie nagegaan. Hieruit zijn voor de dominante bedrijfstypes visies op klimaatneutrale productie in 2020 samengesteld. Onzekerheden m.b.t. technische en economische haalbaarheid zijn hierbij ook nagegaan.

3 Resultaten

3.1 Trends en ontwikkelingen

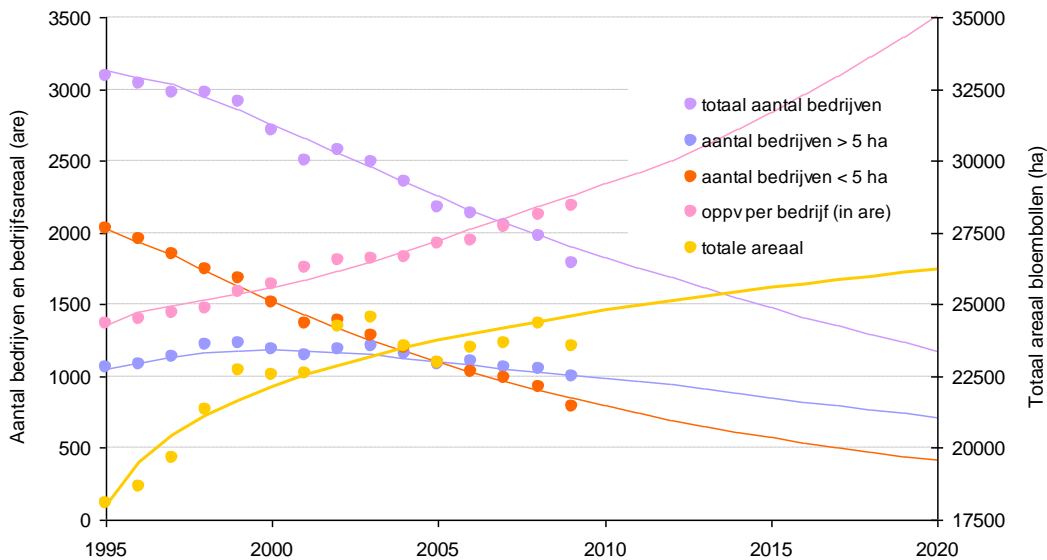
In de bloembollensector is de afgelopen 35 jaar veel veranderd. In 1975 waren er ruim 6500 bedrijven met bollenteelt, waarvan ongeveer 6000 met een areaal kleiner dan 5 hectare. Het totale bollenareaal was toen 13.000 hectare en tot 1995 nam dit geleidelijk toe tot 17.000 hectare, figuur 1 (bron: Landbouw Economisch Instituut (LEI)/CBS, <http://www3.lei.wur.nl/ltc/Classificatie.aspx>). In die periode nam het aantal bedrijven echter sterk af, vooral het aantal bedrijven met minder dan 5 ha.



Figuur 1: Ontwikkeling bloembollensector vanaf 1975

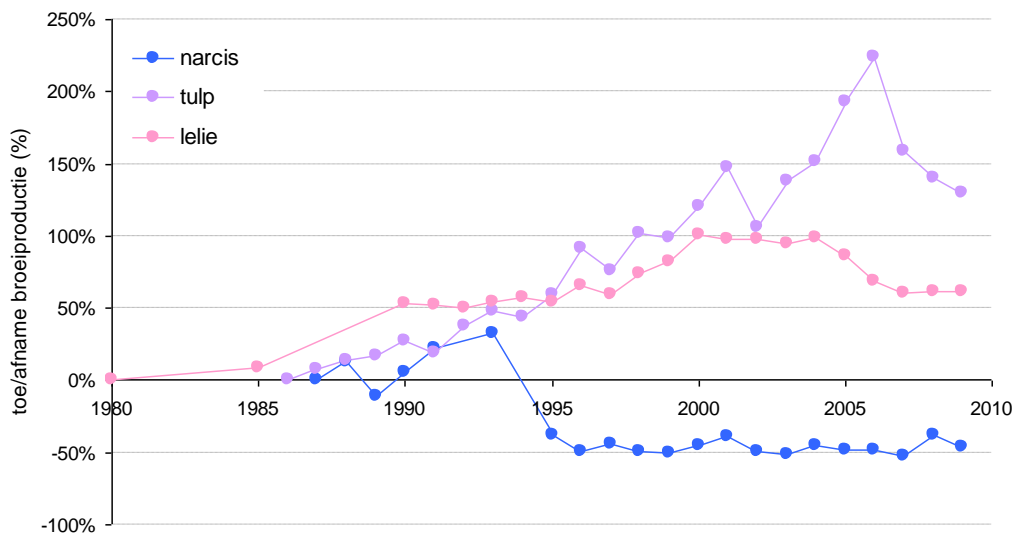
Het aantal bedrijven met meer dan 5 ha nam juist toe. Vanaf 1995 (het jaar waarin toevallig ook met de Energiemonitor is begonnen) neemt het totale areaal sterk toe tot bijna 25.000 ha in 2003. Het gemiddelde areaal per bedrijf houdt hiermee gelijke tred, maar blijft na 2003 sterk toenemen tot bijna 13 ha (in figuur 1 weergegeven in are x 5). Na 2003 neemt ook het aantal bedrijven groter dan 5 ha af.

Deze ontwikkelingen vanaf 1995 doortrekkend naar 2020, figuur 2, lijkt in een optimistische visie het aantal bedrijven kleiner dan 5 ha op maximaal 400 uit te komen. In een meer pessimistische visie zullen deze bedrijven verdwijnen, maar bedrijven met speciale gewassen zullen hun niche toch wel blijven opvullen. Het totaal aantal bedrijven zal in 2020 uitkomen op maximaal 1200. Bij een lichte stijging van het totale areaal tot zo'n 26.000 ha zal het gemiddelde bollenareaal per bedrijf dan op ongeveer 35 ha (3500 are in figuur 2) uitkomen.



Figuur 2: Ontwikkeling bloembollensector tot 2020.

Ook in de broeierij heeft zich de laatste 30 jaar, afhankelijk van het gewas, een forse schaalvergroting voorgedaan, figuur 3. Bij tulp bijvoorbeeld was in 2006 de totale productie ruim 200% hoger dan in 1980.



Figuur 3: Toe/afname broeiproductie tulp, lelie en narcis.

Voorgaande cijfermatige ontwikkelingen zijn gemiddelden van de bloembollensector. De bedrijven zijn echter in te delen in duidelijk verschillende bedrijfstypes:

- 1) Bedrijven die uitsluitend bollen telen, zg. "Telers"
- 2) bedrijven die zowel bollen telen als bollen broeien, zg. "Teler/broeiers" en
- 3) bedrijven die uitsluitend (jaarrond) bollen broeien, zg. "Broeiers"

Op grond van areaalsgrootte en hiermee samenhangende bedrijfsvoering en toekomstverwachting is er nog een 4^{de} type te onderscheiden, nl.:

- 4) bedrijven met een areaal kleiner dan 5 ha.

Op basis van de cijfers van de Energiemonitor van 1995 t/m 2009 (representatief voor de bloembollensector, zij het dat deze bedrijven iets groter zijn en dat jaarrond lelie- en irisbroeiers zwaar ondervertegenwoordigd zijn omdat deze bedrijven niet aan de MJA-e meedoen) zijn de over deze periode gemiddelde arealen en broeiproducties van deze bedrijfstypes samengevat in tabel 1.

Tabel 1: Gemiddelde arealen en broeiproducties van de bedrijfstypes in de bloembollensector.

Bedrijfstypes	Teelt (ha)	aandeel	Broei (x 1000 stks)	aandeel
Telers en Teler/broeiers < 5 ha	2.7	2%	1181	8%
Broeiers	-	-	3283	20%
Teler/broeiers ≥ 5 ha	19.0	37%	3004	73%
Telers ≥ 5 ha	28.3	61%	-	-
gemiddeld	21.1	-	2746	-

Het aandeel van de bedrijven met < 5 ha in het totale teeltareaal van de bedrijven in de Energiemonitor is slechts 2%, in de broeiproductie 8 %.

Broeiers uit deze monitor broeien gemiddeld 3,283 miljoen stelen en hun aandeel is 20% van de totale broeiproductie. Dit is dus een onderschatting omdat jaarrond broeiers van lelie en iris in het algemeen niet aan deze monitor deelnamen.

De meeste stelen worden gebroeid door Teler/broeiers met een areaal ≥ 5 ha: 73%. Het gemiddelde bollenareaal van Teler/broeiers is fors lager dan dat van Telers: 19,0 ha tegen 28,3 ha. Het aandeel van de Telers ≥ 5 ha in het totale areaal is 61%.

Ook de gewassenstelling van de verschillende bedrijfstypes verschilt: Het grootste deel van de Broeiers (74%) in de energiemonitor broeit uitsluitend voorjaarsgewassen (tulp, hyacint, narcis e.d.), tabel 2. Ongeveer een kwart broeit zowel voor- als najaarsgewassen (lelie, iris, e.a.). De broeiproductie van deze groep is ruim twee keer zo groot als van de eerste groep. Ook het gemiddelde aantal broeigewassen is hoger. Broeiers die uitsluitend jaarrond najaarsgewassen broeien zijn er in deze database dus nauwelijks (3%) omdat deze bedrijven niet aan de MJA-e Bloembollen meedoen.

Van de Teler/broeiers teelt 77% uitsluitend voorjaarsgewassen, 1% teelt uitsluitend najaarsgewassen en 22% zowel voor- als najaarsgewassen, tabel 2. Het gemiddelde bedrijfsareaal van deze laatste is groter (ongeveer 25%) en ook het aantal gewassen in de teelt is groter. Het aandeel tulp in het areaal is bij de eerste groep 78%, bij de laatste groep 53%.

Van de Telers teelt 64% van de bedrijven zowel voor- als najaarsgewassen en is het aandeel tulp in het areaal slechts 38%. Deze bedrijven zijn gemiddeld fors groter dan de andere bedrijven met teelt: 32,2 ha. Ook het aantal gewassen in de teelt is het hoogst.

Van het totale areaal van de 27% bedrijven die uitsluitend voorjaarsgewassen telen is 59% in gebruik voor tulp.

Het gemiddelde aantal gewassen dat per bedrijf geteeld en/of gebroeid wordt verschilt dus per bedrijfstype en deze verschillen zijn vanaf 1995 toegenomen. Het aantal broeigewassen bij Broeiers en bij Teler/broeiers is de laatste 15 jaar afgenomen, figuur 4 en 5. Ook het aantal teeltgewassen bij Teler/broeiers en vooral bij Telers die uitsluitend voorjaarsgewassen telen is afgenomen. Bij Telers en bij Teler/broeiers die zowel voor- als najaarsgewassen telen is het gemiddelde aantal teeltgewassen per bedrijf juist toegenomen.

Tabel 2: Kenmerken van de 4 bedrijfstypes.

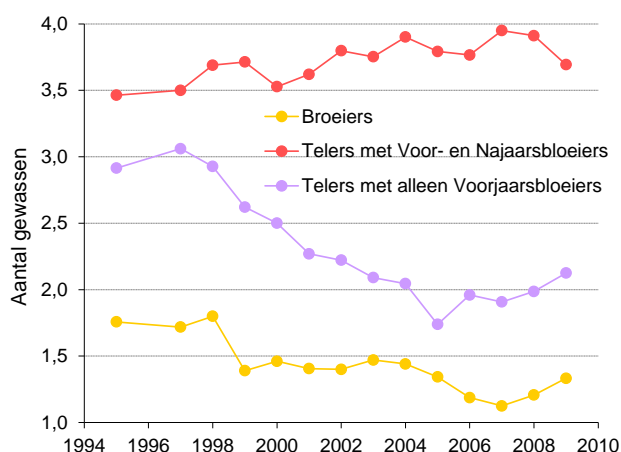
Bedrijven < 5 ha	eenheid	Telers	Teler/broeiers	gemiddeld
bedrijfsareaal	ha	3.5	2.6	2.7
aantal gewassen in de teelt	n	nb*	nb	1.5
broeiproductie	x 1000	-	1181	1181
aantal gewassen in de broei		-	nb	1.2

Broeiers	eenheid	gewassen		
		Voor- en najaar	Voorjaar	Najaar
percentage van de bedrijven	%	24%	74%	3%
broeiproductie	x 1000	5977	2586	1080
aantal gewassen in de broei	n	2.3	1.2	1.0

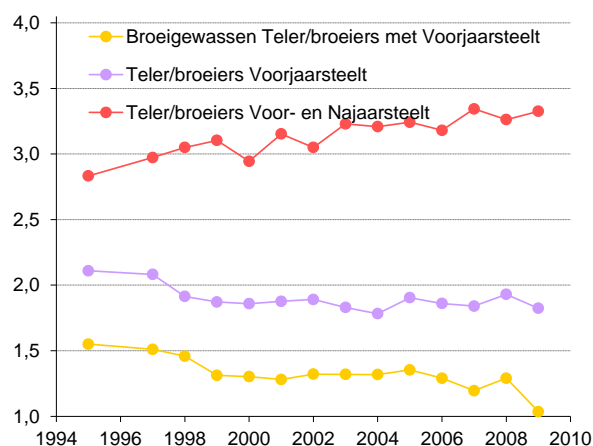
Teler/broeiers ≥ 5 ha	eenheid	gewassen		
		Voor- en najaar	Voorjaar	Najaar
percentage vd bedrijven	%	22%	77%	1%
percentage vh areaal	%	28%	70%	2%
percentage van de broei	%	17%	81%	1%
bedrijfsareaal	ha	23.8	17.6	21.6
aandeel tulp in areaal	%	53%	78%	-
broeiproductie	1000 stks	2305	3231	1953
aantal gewassen in de teelt	n	3.1	1.8	1.2
aantal gewassen in de broeierij	n	1.5	1.3	1.2

Telers ≥ 5 ha	eenheid	gewassen		
		Voor- en najaar	Voorjaar	Najaar
percentage vd bedrijven	%	64%	27%	10%
percentage vh areaal	%	72%	17%	10%
bedrijfsareaal	ha	32.8	18.4	30.2
aandeel tulp in areaal	%	38%	59%	0%
aantal gewassen in de teelt	n	3.7	2.3	1.1

* nb = niet berekend vanwege de kleine aantallen

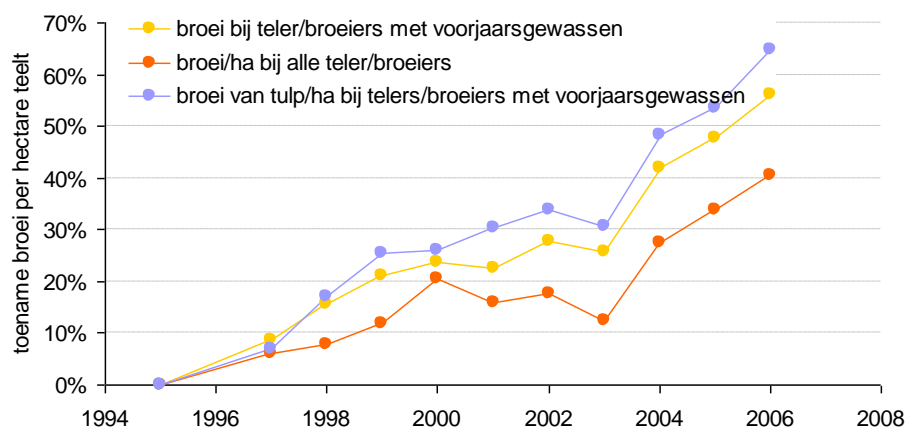


Figuur 4: Aantal gewassen per bedrijfstype



Figuur 5: Aantal gewassen per bedrijfstype

Een belangrijke trend bij Telers/broeiers is de sterke toename van het aantal gebroeide bollen t.o.v. het teelt areaal: Teler/broeiers broeien steeds meer zelf af i.p.v. de leverbare bollen te verkopen, figuur 6. Dat betekent dat er per ha steeds meer bewaard en geprepareerd wordt waardoor bij deze bedrijven het energieverbruik per ha toeneemt.



Figuur 6: Toename broei per hectare bij teler/broeiers.

Het gemiddelde energieverbruik (per ha en/of per 1000 stuks) in de periode 1995 – 2009 verschilt bij de 4 bedrijfstypes ook sterk: De bedrijven met een teeltareaal < 5 ha verbruiken vooral veel meer gas per ha, tabel 3. Een van de achtergronden hierbij is dat deze bedrijven niet kunnen investeren in energiebesparende maatregelen die vaak pas rendabel worden bij grotere arealen.

Het energieverbruik in de broei is echter juist lager: Minder elektra vermoedelijk door minder mechanisatie, en ook minder gas, mogelijk door de broeigewassen of broeisystemen (hyacint, narcis, broei op potjes).

Broeiers verbruiken evenveel elektra (vooral voor koeling) in de broei als Teler/broeiers, maar fors meer gas. Een van de achtergronden hierbij is dat gewassen als lelie en iris een veel langere trekduur hebben (3 tot 4 maanden), waardoor per steel meer gas verbruikt wordt.

Tabel 3: Gemiddelde energieverbruik per hectare (teelt) en per 1000 stuks (broei) 1995 t/m 2009

	Elektra		Warmte		Totaal MJoules
	kWh	MJoules	gas m3	MJoules	
Bedrijven < 5 ha					
teelt	9837	88530	6490	228258	316788
broei	17,8	160	12,1	427	587
Broeiers					
broei	27,6	249	31,9	1122	1371
Teler/broeiers ≥ 5 ha					
broei	27,3	246	16,0	562	808
teelt	7336	66022	2276	80031	146054
Telers ≥5 ha					
teelt	7119	64068	1471	51740	115808

In de teelt wordt per ha gemiddeld bij Teler/broeiers en bij Telers evenveel elektra verbruikt (verwerking en heftrucks voor intern transport), maar Telers verbruiken minder gas. Afgezien van de gewassenstelling (vooral uitsluitend voorjaarsgewassen bij Teler/broeiers, vooral zowel voor- als najaarsgewassen bij telers) speelt hier een rol dat Teler/broeiers vanwege de broei per ha meer bollen bewaren.

De verschillen in bedrijfsareaal en broeiproductie resulteren voor de verschillende bedrijfstypes in een gemiddeld energieverbruik (en kosten) per bedrijf zoals samengevat in tabel 4.

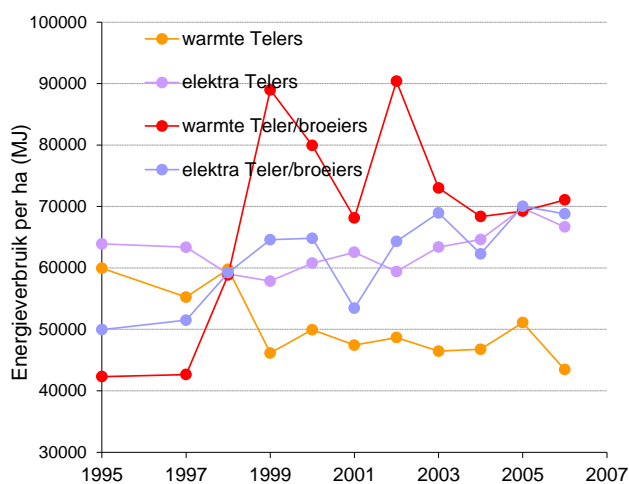
Tabel 4: Gemiddelde energiekosten per bedrijf

	Elektra		Warmte		Totaal
	kWh	€	gas m3	€	
Bedrijven < 5 ha					
teelt	26.484	3.178	17.474	5.242	8.420
broei	20.994	2.519	14.346	4.304	6.823
totaal	47.478	5.697	31.820	9.546	15.243
Broeiërs					
broei	90.747	10.890	104.766	31.430	42.319
Teler/broeiërs ≥ 5 ha					
broei	82.064	9.848	48.016	14.405	24.252
teelt	139.455	16.735	43.258	12.978	29.712
totaal	221.519	26.582	91.274	27.382	53.965
Telers ≥ 5 ha					
teelt	201.806	24.217	41.705	12.512	36.728

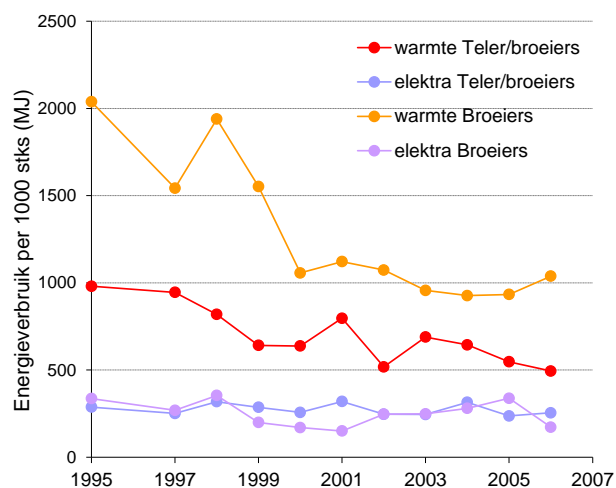
Energieprijs gas = € 0,30, elektra = € 0,10

Bedrijven kleiner dan 5 ha verbruiken per ha relatief veel energie en hebben dus hoge energiekosten. Van de overige bedrijfstypes zijn de energiekosten per bedrijf voor Teler/broeiërs het hoogst, gemiddeld voor Telers het laagst.

De trends in energieverbruik bij de teelt de worden geïllustreerd in figuur 7 (de teelt) en 8 (de broei).



Figuur 7: Trends in het energieverbruik in de teelt



Figuur 8: Trends in energieverbruik bij de broei

In de teelt neemt bij de Telers het verbruik van gas per ha af, bij Teler/broeiërs iets toe. Een van de achtergronden hierbij is dat Teler/broeiërs zelf steeds meer afbroeien en daardoor per ha steeds meer bewaren. Het verbruik van elektra neemt bij beide bedrijfstypes steeds toe, met als achtergrond o.a. de toenemende mechanisatie en het gebruik van elektrische ipv. heftrucks op diesel.

In de broei neemt bij Broeiërs en bij Teler/broeiërs het verbruik van gas fors af, o.a. door de toegenomen kasbenutting, waterbroei en energieschermen. Het elektraverbruik is echter gelijk gebleven. Deze trends zijn samengevat in tabel 5.

Tabel 5: Trends in energieverbruik per bedrijfstype, periode 1995 t/m 2006

	Elektra			Warmte		
	trend	p	R ²	trend	p	R ²
Bedrijven < 5 ha						
teelt	geen trend	nb*	nb	geen trend	nb	nb
broei	geen trend	nb	nb	geen trend	nb	nb
Broeiers						
broei	geen trend	0,4235	0,072	sterke afname	0,0005	0,758
Teler/broeiers ≥ 5 ha						
broei	geen trend	0,3646	0,092	sterke afname	0,0010	0,716
teelt	toename	0,0036	0,628	lichte toename	0,1050	0,265
Telers ≥ 5 ha						
teelt	lichte toename	0,0924	0,283	afname	0,0061	0,586

*nb = niet berekend

Samenvattend kunnen de volgende dominante bedrijfstypes onderscheiden worden:

Telers telen voorjaars- en najaarsgewassen en kiezen voor diversiteit (een toenemend aantal gewassen in de teelt) ipv. specialisatie. Naar verwachting is de gemiddelde bedrijfsgrootte in 2020 ongeveer 45 ha. Het gasverbruik per ha vertoont een afnemende trend, het elektraverbruik neemt echter steeds toe.

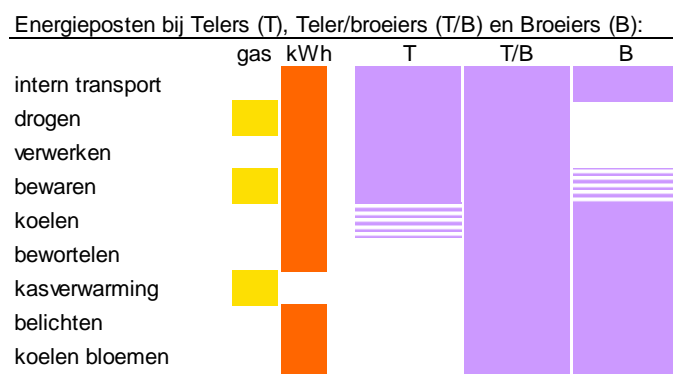
Teler/broeiers telen voorjaarsgewassen en broeien deze voor het grootste deel in de winter zelf. Steeds meer van deze bedrijven telen en broeien maar 1 gewas en kiezen dus voor specialisatie zowel in de teelt als in de broei. Naar verwachting is de gemiddelde bedrijfsgrootte in 2020 ongeveer 25 ha. Het gasverbruik in de teelt neemt per m³ bollen af, maar omdat deze bedrijven steeds meer zelf broeien neemt het aantal m³ bewaarde bollen per ha toe. Hierdoor, maar ook door verdergaande mechanisatie neemt ook het elektraverbruik per ha toe.

In de broei neemt het gasverbruik per 1000 bollen sterk af, het elektraverbruik blijft gelijk.

Broeiers broeien jaarrond, of broeien s'winters voorjaarsgewassen als tulp of hyacint en telen daarnaast zomerbloemen, kamerplanten etc.. Jaarrond broeiers broeien najaarsgewassen als lelie en iris, met of zonder voorjaarsgewassen als tulp. Het energieverbruik per 1000 bollen is sterk afhankelijk van het gewastype. Gewassen als lelies en iris met een trekduur van 3 – 4 maanden verbruiken fors meer energie per steel dan de kortgroeïende tulpen of hyacinten. Het elektraverbruik bleef van 1995 t/m 2006 gelijk, het gasverbruik is in die periode fors afgenomen.

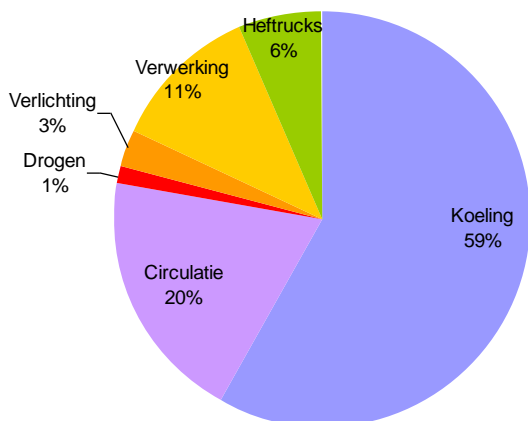
3.2 Klimaatneutrale bedrijfstypes

De belangrijkste energieposten zijn voor de drie bedrijfstypes samengevat in onderstaand schema:

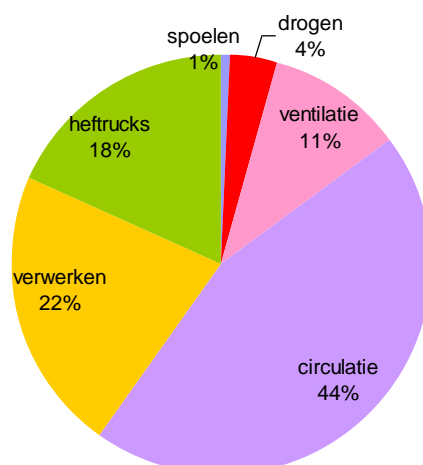


Het gasverbruik in de teelt is voor ruim 90% bestemd voor het op temperatuur houden van de bewaarcellen en hooguit 10% voor opwarmen van de lucht voor het drogen. Bij de broei is bijna 100% van het gasverbruik voor het op temperatuur houden van de kas.

Het elektraverbruik in de teelt verschilt sterk per gewastype en bewaarduur en is voor de teelt van lelie en voor tulp samengevat in de figuren 9 en 10.



Figuur 9: Elektraposten in de lilieteelt.



Figuur 10: Elektraposten in de tulpenteelt.

Bij de lilieteelt is het elektraverbruik voor de koeling relatief de belangrijkste energiepost, gevolgd door de circulatie. Bij de tulpenteelt is dat de circulatie, gevolgd door het verwerken. De energie voor het interne transport (heftrucks) is ook een belangrijke post.

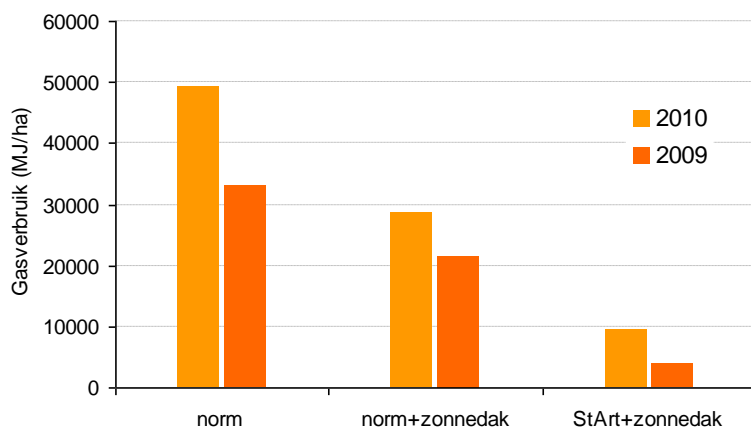
Klimaatneutrale alternatieven voor gas en voor elektra zijn samengevat in onderstaand schema:

Klimaatneutrale alternatieve energiebronnen		Telers	Teler/Broeiers	Broeiers
Gas	Zonedak	■	■	
	Kaslucht drogen <i>en bewaren</i>		■	■
	Vergisting verwerkingsafval	■	■	■
	Bio WKK	■	■	■
	Warmtepomp op groene stroom	■	■	■
Elektra	Windmolens	■	■	■
	Zonnepanelen	■	■	■
	Brandstofcellen			■
	Groene stroom	■	■	■
	Bio WKK	■	■	■
perspectiefvolle mogelijkheden		■		
beperkte mogelijkheden		■		

Aardwarmte is in dit schema niet opgenomen omdat individuele bollenbedrijven hiervoor te klein zijn en voor clustering liggen ze niet dicht genoeg bij elkaar. Waar relevant en rendabel, zijn in 2020 op de klimaatneutrale bloembollenbedrijven de energiebesparende maatregelen uit de energiechecklist toegepast. De energiebehoefte is dan lager dan de gemiddelden in tabel 3.

Klimaatneutrale Telers:

Het gasverbruik per ha is over de periode 1995 t/m 2009 bij Telers gemiddeld 1471 m³ of 51740 Mega Joules (MJ), zie tabel 3. Dit komt overeen met het gasverbruik volgens de norm van één van de in 2010 aan het project State-of-the-Art (StArt) deelnemende telers. Toepassing van een zonnedak op dit bedrijf bespaarde bij de bewaring van tulpenbollen 35% aan gas in 2009 en 42% in 2010, figuur 11. Gecombineerd met ethyleengestuurde ventilatie werd gemiddeld 84% aan gas bespaard.



Figuur 11: Energieverbruik State-of-the-Art + Zonnedak

De resterende warmtebehoefte komt hiermee op 5000 tot 10000 MJ/ha, waarin voorzien kan worden door vergisting van het verwerkingsafval eventueel aangevuld met ander restmateriaal, tabel 6:

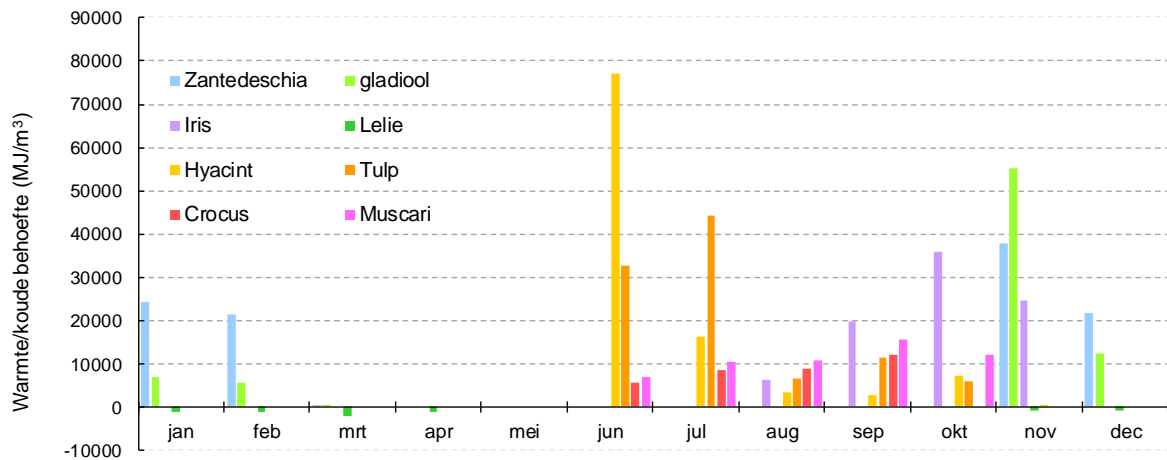
tabel 6: Vergistbaarheid van verwerkingsafval

		Tulp	Hyacint	Narcis	Lelie
pelafval	t/ha	2,8	1,4	1,5	5
uitval en overschot (5%)	t/ha	1,3	1,3	2,7	1,3
Totaal organisch afvalmateriaal	t/ha	4,1	2,7	4,2	6,3
Biogasopbrengst (mesofiele droge vergisting)	m ³ /ton	133	133	133	64
Biogaskwaliteit	vol % CH ₄	52,4	52,4	52,4	53,6
Potentieel bioenergie	MJ/ha	11.372	7.489	11.650	8.601

Ethyleengestuurde ventilatie is echter alleen van toepassing bij de bewaring van tulpenbollen. Bij alle andere bolgewassen is feitelijk een lagere ventilatie mogelijk omdat deze bollen niet voor ethyleen gevoelig zijn. De ventilatie kan dan gestuurd worden op basis van de RV en van de temperatuur tussen de bollen. Met sensortechnologie en toegepaste software op de klimaatcomputer kunnen dan net zulke goede resultaten behaald worden als bij het bewaren van tulpenbollen.

Telers telen voor- en najaarsgewassen, maar in de bewaring van plantgoed is geen overlap in de tijd waarbij warmte- of koudebehoefte van het ene gewastype samenvalt met de koude- of warmtebehoefte van het andere gewastype.

Uit oogpunt van energiebesparing is het toepassen van Warmtekrachtkoppeling (WKK's) het efficiëntst als wordt uitgegaan van de warmteproductie en de elektra als bijproduct wordt beschouwd. Een overschot aan elektra kan eenvoudig worden vermarkt, een overschot aan warmte gaat verloren, tenzij deze efficiënt opgeslagen kan worden. Afhankelijk van de gewascombinaties op het bedrijf is de warmtevraag voldoende jaarrond voor het rendabel toepassen van een bio-WKK. Een voorbeeld is de gewascombinatie zantedeschia + gladiool met tulp + hyacint + muscari. Alleen in maart t/m mei is er dan geen warmtevraag, figuur 12.



Figuur 12: Warmte/ koude behoefte per maand bij de bewaring van enkele bolgewassen.

Ook het elektraverbruik voor de circulatie is bij de bedrijven in het State-of-the-Art project door het toepassen van frequentieregelaars en aanpassingen aan de droogwand fors lager dan gangbaar: gemiddeld 40- 50%. Een nieuw droog en bewaarsysteem niet op kuubskisten gebaseerd zou voor circulatie nog minder elektrische energie nodig hebben. De circulatie kan met sensortechnologie en toegepaste software op de klimaatcomputer gestuurd worden. Dit is voor alle bolgewassen toepasbaar. Bij bollen die koel en vochtig bewaard moeten worden (lelieplantgoed, figuur 9) wordt door verminderde circulatie nog eens extra bespaard op de koeling.

Van de gemiddeld ruim 200.000 kWh per bedrijf in de periode 1995 – 2009 voor een telersbedrijf met 28 ha, en naar verwachting 340.000 kWh voor het gemiddelde telersbedrijf van 45 ha in 2020, wordt ruim de helft in de bewaring verbruikt. De rest van het verbruik is vooral voor heftrucks en verwerkingsmachines. Deze laatste post zal door verdergaande mechanisatie nog wel toenemen. Voor heftrucks is de toepassing van brandstofcellen een klimaatneutrale optie indien H₂ duurzaam geproduceerd is. Op een enkel bedrijf in de logistieke dienstverlening zijn deze heftrucks al in gebruik.

Zelf elektra op het bedrijf opwekken is niet eenvoudig. Zonnepanelen zijn rendabel maar leveren weinig op (gemiddeld 100 kWh/m²/jaar) en windmolens zijn in veel gevallen niet plaatsbaar (regels en wetten) en beide hebben een onregelmatige opbrengst. De bio-WKK is alleen energie-efficiënt als van de warmtebehoefte wordt uitgegaan. Door toepassing van het zonnedak en door toepassing van sensortechnologie (ethyleen, RV en temperatuur) met ventilatiesturing door klimaatcomputers kan de warmtebehoefte per ha teruggebracht worden tot bijvoorbeeld 20.000 MJ/jaar. Als hierin voorzien wordt door de bio-WKK wordt hierbij ruim 3500 kWh/ha geproduceerd. Dit is minder dan de helft van de jaarlijkse elektrabehoefte per ha.

Groene stroom (niet op het bedrijf opgewekt, maar centraal door een windmolenpark, witte steenkool uit Noorwegen, etc.) is de meest eenvoudige en betrouwbare oplossing om klimaatneutraal geheel, of in aanvulling op de bio-WKK, in de elektrabehoefte te voorzien.

Klimaatneutrale Teler/broeiers:

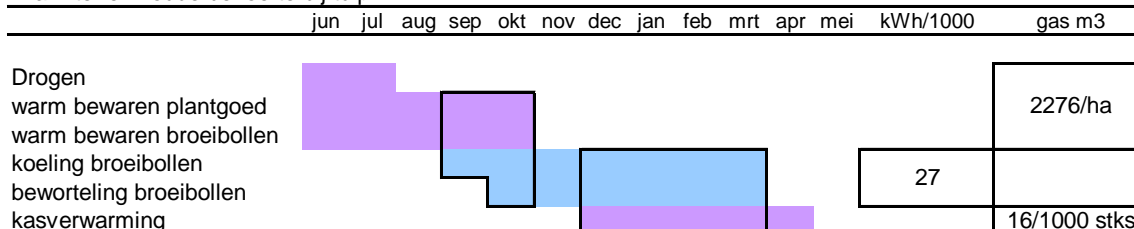
Omdat Teler/broeiers per ha meer bollen bewaren is het gasverbruik hoger dan bij Telers. Naast een zonnedak hebben teler/broeiersbedrijven met voorjaarsgewassen de optie om tijdens het drogen en bewaren warme kaslucht te gebruiken. Uit metingen in het project Energiekgeremd bleek dat bij drogen (in de periode half juni tot eind juli) hiermee rond de 50% aan gas wordt bespaard. Van toepassing tijdens de bewaring wordt t/m half september hetzelfde verwacht, daarna tot eind oktober waarschijnlijk minder. Door deze toepassingen, plus StArt-bewaren, zal ook bij Teler/broeiers het gasverbruik per ha met 80% teruggebracht kunnen worden. De resterende warmtebehoefte is dan ongeveer 15.000 – 20.000 MJ/ha

wat maar voor een deel door de vergisting van verwerkingsafval gedekt kan worden. Het vergisten van broeiafval (bollen) levert ook te weinig op: bij de broei van 1000 tulpen blijft 30 kg afval over, dat bij vergisting tot methaan maximaal 81MJ oplevert, equivalent aan 2,3 m3 aardgas. Voor de kasverwarming bij de broei van tulp (een-laagssysteem) is per 1000 stelen 16 m3 nodig.

In tegenstelling tot Telers wordt op het Teler/broeier bedrijf ook veel energie verbruikt voor het koelen van de broeibollen. Gemiddeld is de schatting (rapport Energiestromen Tulp en Hyacint) dat hiervoor 35% van de verbruikte elektra in de broei wordt aangewend. Het gemiddelde elektraverbruik in de broei bij Teler/broeiers is 27 kWh per 1000 bollen: 35% hiervan is 9,5 kWh en dat betekent dat met een COP = 3 bij het koelen $(3+1) \times 9.5 = 38$ kWh aan warmte vrijkomt, ofwel $3.6 \times 38 = 136$ MJ/1000 bollen (uitval bij de broei daargelaten). (COP = Coëfficiënt of Performance. Met een COP = 3 wordt met een input van 1 MJ 3 MJ warmte onttrokken, er komt daarbij $3+1=4$ MJ vrij).

Teler/broeier bedrijven broeiden in de periode 1995 t/m 2009 gemiddeld ruim 3 miljoen stelen af zodat gemiddeld per bedrijf door koelen 3000×136 MJ = 400.000 MJ wordt afgevoerd. De overlap in de tijd met koelen van broeibollen voor de vroege broei en het warm bewaren van plantgoed en broeibollen voor de late broei is beperkt, zie schema hieronder:

Warmte- en koude behoefte bij tulp



In september/oktober worden minder bollen gekoeld dan in bijvoorbeeld december waardoor het deel van de 400.000 MJ dat teruggewonnen kan worden beperkt is (mogelijk $80.000/19 = 4000$ MJ (125 m3 gas equivalent/ha)). Een groot deel van de rest kan echter wel voor de kasverwarming worden aangewend. Per m2 kas was de warmtevraag in de periode 1995-2006 gemiddeld 40 m3 gas (16 m3/1000 stuks) en de productie bij éénlaagsbroei ongeveer 2500 tulpen. Als bij het koelen in december t/m maart bijvoorbeeld 225.000 MJ warmte vrij zou komen en 75% hiervan voor kasverwarming benut kan worden is dat omgerekend mogelijk $75\% \times 225.000 = 169.000$ MJ, equivalent aan 4800 m3 gas. Bij een kas van 1200 m2 is dat omgerekend 4 m3 gas/m2, slechts 10% van de warmtevraag.

Bij moderne goedgeïsoleerde grote schuurkassen waar energieschermen worden toegepast is het energieverbruik fors lager: < 30 m3 gas/seizoen, zodat het terugwinnen van koelwarmte relatief belangrijker kan zijn.

Teler/broeiers gebruiken in 't algemeen de (schuur)kas echter alleen in de winter. In de zomermaanden "produceert" een kas gemiddeld ongeveer 2400 MJ/m2 (equivalent aan 70 m3 gas). Door middel van warmtewisselaars en warmteopslag in de bodem onder de kas, of in een aquifer, zou een groot deel hiervan geogst en later tijdens de bewaring en vooral tijdens de kasverwarming in de winter door inzet van warmtepompen weer gebruikt kunnen worden. Omdat de kas s'zomers niet gebruikt wordt is het mogelijk de temperatuur in de kas heel hoog op te laten lopen en de warmte op een hoger temperatuurniveau in veel minder water en/of een kleiner bodemvolume op te slaan.

Hoewel zeer efficiënt (een warmtepomp levert met een input van 1 MJoule 4 MJ aan warmte) is hiervoor elektra nodig. Ook hier is groene stroom de eenvoudigste en betrouwbaarste oplossing.

De Energie-Efficiëntie bij de broeierij van voorjaarsgewassen zal sterk worden verbeterd door het broeien in meer lagen. Hiermee pionierende bedrijven die bij het project "Meerlagenteelt in de praktijk" betrokken zijn realiseren met broei in twee lagen nu al een energiebesparing van bijna 40% per 1000 gebroeide bollen. De broeierij van voorjaarsgewassen in 2020 zal een verbetering van de Energie-Efficiëntie geven van rond de 70%. Sleutelwoorden hierbij zijn:

- Compartimentering
- Meerlagen broei
- LED's
- Sensortechnologie
- Eb/vloed broei
- Mechanisch ontvochtigen
- Klimaatcomputer

De broei van tulp, van opplanten tot oogst, is nu in twee fasen verdeeld: de bewortelingsfase bij 5 – 9°C en de trek in de kas bij 16 – 18 °C. Door compartimentering wordt de periode van opplanten tot oogst in meer fasen opgedeeld waarbij in elke fase de temperatuur, de belichting met verschillende kleuren LED's, de watergift (stilstaand water, eb/vloed) met nutriënten, en de RV naar de behoefte van de plant geoptimaliseerd is. Middels sensortechnologie en klimaatcomputer worden de omstandigheden gecontroleerd en gestuurd. De containers met de tulpen worden naar gelang de groeifase automatisch verplaatst van het ene compartiment naar het volgende en van de ene teeltlaag naar de andere. Zo zou na de beworteling in een meerlagencel het eerste kwart van de normale trekduur in het donker kunnen plaatsvinden op de onderste laag van een 4 laagssysteem in een schuurkas. Dan wordt de container het 2^{de} kwart van de trekduur doorgeschoven naar de 2^{de} laag waar met rode LED's belicht wordt om maximale bladspreiding te stimuleren. Op de 3^{de} laag wordt met blauwe LED's belicht om stengelstrekking en bladgrootte te bevorderen en op de bovenste laag rijpt de tulp strak af onder zonlicht. Tijdens het gehele proces worden de RV- en de temperatuurverdeling over de lagen, de watertemperatuur in de containers en de EC door sensoren gemonitord, op basis waarvan respectievelijk mechanisch wordt ontvochtigd, en luchtcirculatie, verwarming en watergift worden aangestuurd.

Een extremere vorm is denkbaar waarbij niet meer in kassen maar in broeitoren met alleen LED-verlichting wordt gebroeid.

Broeiërs

Broeiërs die najaarsgewassen combineren met voorjaarsgewassen kunnen voor deze laatste gewassen in de winter het meerlagenteeltconcept voor Telers/broeiërs toepassen. Voor de broei van najaarsgewassen (lelie, Zantedeschia, e.d.), jaarrond of alleen van april t/m november, is het meerlagenteeltconcept (nog) niet toepasbaar: najaarsgewassen hebben door hun langere trekduur een veel hogere lichtbehoefte waardoor er veel meer energie op de onderste lagen nodig zou zijn. Ook de gewashoogte speelt hierbij een rol. Een korte voortrek in meer lagen is wel mogelijk. Daarnaast zijn voor de najaarsgewassen alle in het project Kas als Energiebron ontwikkelde energie-besparende maatregelen en kasconcepten toepasbaar (zie: www.kasalsenergiebron.nl).

Verwarmen van de kas door de combinatie van warmtewisselaars, warmteopslag en warmtepompen op groene stroom is ook voor Broeiërs een goede optie. Dit systeem wordt inmiddels ook al op twee broei-bedrijven met succes toegepast. Omdat de kas bij Broeiërs s'zomers wel gebruikt wordt zodat de temperatuur niet te hoog mag oplopen vereist dit een anders gedimensioneerd systeem dan dat van Teler/broeiërs. Vergisting van broeiafval levert per 1000 tulpenbloemen potentieel 81 MJ = 2,3 m³ gas = 14% van de warmtebehoefte bij broei in één laag, en kan beter aan een Teler worden (terug)geleverd.

Samenvattend: bovenstaande energiebesparingsmogelijkheden en opties voor duurzaam opwekken van energie om aan de resterende warmtevraag te voldoen zijn samengevat in tabel 7. Hierin is het gemiddelde gasverbruik per eenheid over de periode 1995 t/m/ 2009 aangegeven. T.o.v. dit gemiddelde is in 2010 sectorbreed, afhankelijk van bedrijfstype, al een energiebesparing van 0 tot 30% gerealiseerd. Casestudies laten zien dat de toepassing van zonnedak, zonneboiler met warmteopslag, en gebruik van warme kaslucht minstens 35% energie bij de warme bewaring van voorjaarsgewassen besparen.

Het State-of-the-Art project laat zien dat bij de bewaring van tulpenbollen zeker 65% op gas bespaard kan worden. De verwachting is dat een "StArt +" project laat zien dat verminderde ventilatie op basis RV- en temperatuursturing bij de bewaring van andere bolgewassen vergelijkbare resultaten geeft. De totale warmtevraag is hiermee per eenheid fors teruggedrongen en het resterende deel kan naar verwachting bij Telers duurzaam worden ingevuld door biovergisting van verwerkingsafval. Het hierbij geproduceerde

methaangas wordt in tanks opgeslagen.

Tabel 7: Gerealiseerde, bewezen potentiële energiebesparingen en nog te realiseren duurzame opwekking van warmte.

	Telers	Teler/broeiers	Broeiers	
Gemiddeld gasverbruik 1995 - 2009 (m3 per eenheid)	1471	2276	16	32
eenheid	ha	ha	1000 stks	1000 stks
reeds gerealiseerd in 2010	10%	0%	30%	30%
zonnedak/zonneboiler	35%	35%		
StArt+	65%	65%		
Meerlagenteelt voorjaarsgewassen			75%	20%
totale afname warmtevraag	80%	77%	83%	44%
nog te realiseren duurzame opwekking (gas m3/eenheid)	301	518	2,8	18
Alternatieven:				
Vergisting verwerkingsafval	313			
Bio-Wkk warmte*	188			
elektra (kWh)	1222			
zonnewarmte kas opslag hoge temperatuur		791	2,8	
zonnewarmte kas opslag lage temperatuur				27

* tenzij input van buiten het bedrijf, dan > 188

In de broei van voorjaarsgewassen door Teler/broeiers kan door meerlagenteelt tot 75% op energie bespaard worden, terwijl in de zomer de warmteproductie van de leegstaande kas op hoge temperatuur kan worden opgeslagen. Ondanks de door meerlagenteelt naar verhouding veel kleinere kassen is de warmteproductie voldoende om ook in de warmtevraag bij de bewaring te voorzien.

De door de kassen geproduceerde warmte kan efficiënt in water worden opgeslagen: Per 10 °C temperatuursverhoging kan in 1 m3 water 41.8 MJ worden opgeslagen (= equivalent aan 1,19 m3 aardgas). Per ha teelt is dan maximaal een watervolume van $301/1,19 = 252$ m3 nodig (bij een temperatuursverhoging van 20 °C is dat 126 m3). Voor een gemiddeld Teelt/broeibedrijf in 2020 met een areaal van 25 ha betekent dat 3200 – 6400 m3 opslag.

Jaarrond Broeiers hebben veel grotere kassen die 's zomers niet leeg staan zodat de door de kas opgewekte warmte op een lagere temperatuur opgeslagen moet worden.

Ook de elektravraag bij de bewaring (ventilatoren en koeling bij lelie) kan sterk worden verminderd, zoals de afgelopen jaren gedemonstreerd o.a. in het StArt-project. Lopende projecten als "computergestuurde circulatie" en "ontwikkeling van een nieuw droog & bewaarsysteem" kunnen de elektravraag nog verder beperken. De elektravraag door automatisering/robotisering/mechanisatie bij verwerking en logistiek neemt echter steeds toe, ook naar 2020, terwijl de mogelijkheden om op het bedrijf duurzaam elektra op te wekken beperkt zijn. De vraag is ook of dat zou moeten. Centraal en grootschalig groene stroom opwekken, in Nederland en daarbuiten, is immers veel efficiënter.

3.3 Onzekerheden

Een visieontwikkeling op klimaatneutrale bloembollenbedrijven in 2020 gaat gepaard met veel onzekerheden. Deze betreffen mogelijke energiebesparingen door nog te ontwikkelen of nog niet uitontwikkelde technieken, technische rendementen van duurzame energietechnieken, investeringskosten en bedrijfseconomische rendementen waarbij de ontwikkeling van de energieprijzen (van fossiele brandstoffen) in 2020 een belangrijke factor is. Hoe hoger deze prijs, hoe meer opties rendabel worden en hoe korter de terugverdientijden.

Ethyleengestuurde ventilatie van tulpenbollen realiseerde besparingen tot 75% op gasverbruik. Bij de bewaring van andere bolgewassen speelt ethyleen geen rol waardoor verwacht wordt dat de ventilatiehoeveelheid bij deze gewassen fors lager ligt. In de praktijk blijkt men bij deze gewassen vrijwel

dezelfde ventilatienorm te hanteren als bij tulp. Van computergestuurde ventilatie op basis van RV en temperatuursensoren tussen de bollen wordt eenzelfde energiebesparing van 75% verwacht, maar dit moet nog ontwikkeld en getest worden om deze verwachting te verifiëren.

Doel van de lopende projecten "Computergestuurde circulatie" en "Ontwikkeling nieuw droog en bewaarsysteem" is onder meer om ook de elektravraag bij de bewaring te verminderen, maar de resultaten moeten dit nog bewijzen.

Ook de voorgestelde duurzame technieken zijn nog niet uitontwikkeld en voldoende getest om zekerheid te hebben van economische haalbaarheid. In Nederland zijn enkele tientallen gesubsidieerde commerciële vergistingsinstallaties actief, waarin maïs of een combinatie van mest en organisch afval worden omgezet in biogas. Om vergisting van teelt- en broeiafval toe te passen in de bollensector verdienen nog enkele aspecten de aandacht:

- Reductie in de aanschafkosten van een vergister.
- Onderzoek naar de opbrengst en kwaliteit van het biogas per type bollenafval.
- Procesbeheersing van een vergister op bollenafval (temperatuur, vochtpercentage, vergistingstijd, toevoeging van katalyserende stoffen).
- Alternatief en vervangend substraat voor de periodes dat geen of niet voldoende bollenafval beschikbaar is.
- Onderzoek naar de bruikbaarheid (i.v.m. residuen van bestrijdingsmiddelen) van digestaat dat overblijft na vergisting (lopend onderzoek).

Warmtekrachtkoppeling op aardgas wordt sinds de jaren '70 toegepast en is vrijwel uitontwikkeld. Om een WKK op biogas te laten functioneren is het vaak nodig om het biogas vooraf te reinigen. Door te hoge zwavelconcentraties kunnen de metalen onderdelen van de installatie snel slijten. Onderzoek naar noodzaak/mogelijkheden voor ontzwaveling van biogas uit bollenafval is daarom noodzakelijk.

Om warmtepompen interessanter te maken voor grootschalige toepassing is verfijning van de techniek noodzakelijk:

- Kleine rendementsverbeteringen van het complete systeem (COP > 3.5).
- Onderzoek naar optimale plaatsing en dimensionering van warmtewisselaars in kas, bodem, wand, of via lucht/waterslangen.
- Hoge temperatuur opslag van zonnewarmte maakt warmtepompen misschien overbodig.

Heftrucks met brandstofcellen zijn al enige jaren operationeel. Het rendement van de cellen zal nog toenemen, de kosten zullen sterk dalen en de duurzaamheid (nu moeten de membranen nog regelmatig worden gereinigd) zal verbeteren. Het doorbreken van heftrucks op waterstof hangt voornamelijk af van de mogelijkheden om waterstof te produceren. Alleen als de waterstof ook duurzaam en bij voorkeur ter plekke kan worden geproduceerd is gebruik van brandstofcellen interessant. On-site productie van duurzame waterstof kan op twee manieren.

- Door middel van reformen van biogas verkregen uit bijvoorbeeld vergisting van bollenafval. (theoretisch hoog rendement)
- D.m.v. elektrolyse van groene stroom, bijvoorbeeld verkregen uit een WKK op biogas. (technisch eenvoudig en kleinschalig toe te passen)

Er is nog veel onderzoek naar beide mogelijkheden nodig om deze technieken rendabel te maken.

Kleinschalige commerciële toepassing van windturbines is nog niet rendabel voor ondernemingen. Op het moment zijn alleen grote installaties (2 MW tot 7 MW vermogen) rendabel en dan alleen met investerings- en terugleveringssubsidie op geproduceerde elektriciteit. Toepasbaarheid van windtechnologie op bollenbedrijven hangt af van:

- Kostenreductie in aanschafkosten van installaties met een klein vermogen
- Mogelijkheden voor het aangaan van coöperaties met andere (landbouw)ondernemingen.

De prijs van zonnepanelen is tussen 2008 en 2010 meer dan gehalveerd en het rendement kan nog omhoog. Terugverdientijden zijn nu 12 – 16 jaar, maar de panelen gaan meer dan 30 jaar mee.

4 Conclusies en Aanbevelingen

Door het grote aantal bolgewassen, in te delen in voor- en najaarsgewassen, en economische activiteiten als teelt en broei is de bloembollensector zeer divers. Toch zijn er een aantal duidelijk verschillende dominante bedrijfstypes te onderscheiden, met voor elk type specifieke klimaatneutrale oplossingsrichtingen. De conclusies hieromtrent zijn hieronder samengevat:

Telers telen voorjaars- en najaarsgewassen en kiezen voor diversiteit (een toenemend aantal gewassen in de teelt) ipv. specialisatie. Naar verwachting is de gemiddelde bedrijfsgrootte in 2020 ongeveer 45 ha. Het gasverbruik per ha vertoont van 1995 tot 2009 een afnemende trend, het elektraverbruik nam echter steeds toe.

Het gasverbruik kan door toepassing van computergestuurde ventilatie, gecombineerd met het zonnedak teruggebracht worden tot minder dan 20% van het huidige verbruik. Aan de resterende warmtevraag kan worden voldaan door biovergisting van verwerkingsafval. Afhankelijk van de gewascombinaties kan een bio-WKK hier ook een oplossing zijn. Het elektraverbruik kan dan deels door de WKK geleverd worden.

De elektravraag kan door computergestuurde circulatie en/of het nieuwe droog- en bewaarsysteem verder teruggebracht kan worden. Aan de resterende elektravraag wordt voldaan door groene stroom aan te kopen.

Teler/broeiers telen voorjaarsgewassen en broeien deze voor het grootste deel in de winter zelf. Steeds meer van deze bedrijven telen en broeien maar 1 gewas en kiezen dus voor specialisatie zowel in de teelt als in de broei. Naar verwachting is de gemiddelde bedrijfsgrootte in 2020 ongeveer 25 ha. Het gasverbruik in de teelt neemt per m³ bollen af, maar omdat deze bedrijven steeds meer zelf broeien neemt het aantal m³ bewaarde bollen per ha toe. Hierdoor neemt het gasverbruik per ha toe. Ook het elektraverbruik per ha neemt toe, vooral door verdergaande mechanisatie.

In de broei nam tussen 1995 en 2009 het gasverbruik per 1000 bollen sterk af, het elektraverbruik bleef gelijk. Ook bij deze bedrijven wordt in de teelt de warmtevraag tot 20% teruggebracht door de gecombineerde toepassing van zonnedak, warme kaslucht en computergestuurde ventilatie. De resterende warmtevraag wordt ingevuld door de op hoge temperatuur opgeslagen warmte die 's zomers door de leegstaande kas geproduceerd is. Mogelijk zijn hierbij geen warmtepompen noodzakelijk.

Door compartimentering van het broeiproces, meerlagenteelt met LED's, sensortechnologie en computersturing, eb/vloed broei en mechanisch ontvochtigen wordt ook de warmtevraag per steel bij de broei van voorjaarsgewassen tot onder de 20 % teruggebracht. Ook hier wordt aan de resterende warmtevraag voldaan door de op hoge temperatuur opgeslagen warmte die 's zomers door de leegstaande kas geproduceerd is.

De elektravraag wordt geheel door de aankoop van groene stroom gedekt.

Broeiers broeien jaarrond, of broeien 's winters voorjaarsgewassen als tulp of hyacint en telen daarnaast zomerbloemen, kamerplanten etc.. Jaarrond broeiers broeien najaarsgewassen als lelie en iris, met of zonder voorjaarsgewassen als tulp. Het gemiddelde energieverbruik per 1000 bollen is daarom hoger dan bij de Teler/broeiers. Het elektraverbruik bleef van 1995 t/m 2006 gelijk, het gasverbruik is in die periode fors afgenomen.

Door de broei van zowel voorjaars- als najaarsgewassen zal meerlagenteelt maar beperkt toegepast kunnen worden, waardoor de warmtevraag per steel niet verder dan tot 45% teruggebracht kan worden. Door de grotere kassen kan in de resterende warmtevraag worden voorzien door de 's zomers geproduceerde op lagere temperatuur opgeslagen warmte met warmtepompen in de kas te brengen.

De toegenomen elektravraag wordt geheel door de aankoop van groene stroom gedekt.

Op deze wijze zijn in 2020 nieuwe bedrijven geheel klimaatneutraal (geen netto CO₂-uitstoot op het bedrijf). Geheel energieneutraal (alle op het bedrijf verbruikte energie wordt op het bedrijf duurzaam opgewekt) is gezien de huidige technieken niet rendabel en vergeleken met centraal opgewekte groene stroom ook niet efficiënt.

Aanbevelingen voor verder onderzoek & ontwikkeling betreffen de volgende onderwerpen:

- Computergestuurde ventilatie op basis van RV en temperatuur bij de bewaring van andere bollen dan tulp
- Sensortechnologie en slimme software voor klimaatscomputers
- Vergisting
- Gebruik van op hoge temperatuur (gesloten of open) opgeslagen warmte
- Bedrijfsspecifieke inpassing van bio-WKK's

Kennisoverdracht naar de sector via de pionierbedrijven is zeer effectief. De bedrijven die nu al pionieren met opslag van zomerse warmte en warmtepompen, of met meerlagenteelt, staan volop in de belangstelling en ontwikkelen, samen met installateurs en onderzoekers verbeteringen die op termijn bredere toepassing mogelijk maken. Zonder subsidies zijn de risico's in dit ontwikkelingstraject voor deze bedrijven vaak te groot en komen dergelijke voorbeeldbedrijven niet of maar langzaam van de grond. De som van de aldus gerealiseerde verbeteringen maken op termijn subsidies overbodig en versnellen het realiseren van klimaatneutrale bollenbedrijven in 2020.

