

Energieverbruik bij het bewaren van bijzondere bolgewassen

Allium, Muscari, Zantedeschia en Fritillaria

Jeroen Wildschut (PPO-Bloembollen)
Rik Vasen (DLV-Plant)

© 2010 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

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

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 Meerjarenaafpraak energie Bloembollen (KAVB, PT, LNV, SenterNovem en telers).



Projectnummer: 3236063500

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 Gewassenkeuze.....	7
3.2 Allium.....	9
3.3 Muscari.....	10
3.4 Zantedeschia.....	11
3.5 Fritillaria.....	12
3.6 Energieverbruik en besparingsmogelijkheden.....	13
4 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	16
BIJLAGE 1: BEWAARREGIME VAN DE 75 MEEST BEKENDE BIJZONDERE BOLGEWASSEN.....	17
BIJLAGE 2: VRAGENLIJST ENERGIE-ENQUÊTE BIJZONDERE BOLGEWASSEN	21

Samenvatting

De gewasgroep bijzondere bolgewassen bestaat uit vele tientallen soorten, onder te verdelen in zomer- en voorjaarsbloeiers, en staat qua areaal na tulp en lelie in de bloembollensector op de derde plaats. Uit de analyse van het energieverbruik per hectare van de deelnemers aan de MJA-e in de periode 1995 – 2006 bleek vooral het gasverbruik bij deze gewasgroep erg hoog. Om de achtergronden hiervan nader te onderzoeken is eerst van de 14 qua areaal belangrijkste bijzondere bolgewassen met 3 teeltdeskundigen geschat wat de rangorde is in energieverbruik per m³ bollen, per hectare en op sectorniveau. Van de 5 bijzondere bolgewassen met het hoogste geschatte energieverbruik op sectorniveau, Allium, Muscari, Zantedeschia, Fritillaria en Brodiaea, zijn vervolgens bij 19 bedrijven dmv. een vragenlijst gegevens verzameld over o.a. de ventilatie, de circulatie, de bewaartemperatuur, de bewaarduur, het gewasareaal en de bewaarde hoeveelheid bollen. Hieruit zijn m.b.v. een rekenmodel het maandelijks en het totale gasverbruik per m³ bollen en per ha berekend. Voor Zantedeschia en Muscari kon ook het elektraverbruik worden geschat. Brodiaea werd op slechts één bedrijf geteeld.

Voor de overige 4 bijzondere bolgewassen blijkt het gasverbruik tijdens de bewaring (het bruto gasverbruik in m³ gas/m³ bollen) fors hoger dan voor tulp. Achtergronden hierbij zijn een hoger ventilatiedebiet en in het geval van Zantedeschia ook een langere bewaarduur en een grotere gemiddelde ΔT (het verschil tussen de temperatuur in de cel en in de buitenlucht). Door de in vergelijking met tulp lage opbrengsten (m³ bollen/ha) van Fritillaria en Allium komt het bruto gasverbruik/ha echter uit in dezelfde orde als bij tulp. Muscari en vooral Zantedeschia hebben per hectare hogere opbrengsten dan Allium en Fritillaria en daardoor ook per hectare een fors hoger gasverbruik dan tulp.

Ook de spreiding rond het gemiddelde ventilatiedebiet blijkt erg hoog: 46% bij Fritillaria tot wel 60% bij Muscari. Dit geeft aan dat sommige telers al met een fors lager dan gemiddeld debiet ventileren. Ook bleek dat op bedrijven waar al in de tachtiger jaren van de vorige eeuw (toen de gasprijs nog erg laag was) met de teelt is begonnen is, het gasverbruik het hoogst is. Dit zijn aanwijzingen dat het gasverbruik bij bewaren het eenvoudigst te verminderen is door het ventilatiedebiet te verlagen. Een energiebesparing van 20 – 40% is dan snel mogelijk.

Het verdient daarom aanbeveling om met telers van bijzondere bolgewassen te achterhalen wat de achtergronden van de hoge ventilatiedebieten zijn: wat wil men er mee bereiken, welk bewaarklimaat wil men realiseren, welke bewaarziekten of andere problemen wil men voorkomen, etc.. Mogelijk leidt dit tot nieuwe inzichten, bv. een ventilatiesturing op basis van RV bij bolgewassen die niet op ethyleen reageren, waardoor de bollensector meer energie kan besparen.

1 Inleiding

Als gewasgroep staan de bijzondere bolgewassen qua areaal na tulp en lelie in de bloembollensector op de derde plaats. In de periode 2007 - 2009 lag het areaal van de bijzondere bolgewassen gemiddeld op 1970 ha, dat van narcis op 1875 ha en dat van hyacint op 1370 ha (Bron: CBS, 2009).

De gewasgroep bijzondere bolgewassen bestaat uit vele tientallen soorten, onder te verdelen in in het najaar geplante voorjaarsbloeiers en in in het voorjaar geplante zomerbloeiers. De 75 bekendste soorten, en hun bewaarregiems (Bron: IBC), zijn samengevat in de bijlage. Ventilatie- en circulatienormen zijn hierin niet gedefinieerd, wel bewaartemperaturen.

Deze bewaarregiems (ventilatie- en circulatienormen en bewaartemperaturen) zijn meestal in de praktijk ontwikkeld en kunnen per bedrijf flink verschillen. Energieverbruikscijfers voor drogen en bewaren van bijzondere bolgewassen zijn niet bekend.

Uit de analyse van het energieverbruik per hectare van de deelnemers aan de MJA-e in de periode 1995 – 2006 bleek vooral het gasverbruik bij de gewasgroep bijzondere bolgewassen erg hoog (Energieverbruik in de bloembollensector, Multiple Regressie Analyse Monitoring Data 1995 – 2006, PPO, 2008). In deze analyse werd het totale energieverbruik (uitgesplitst naar gas en elektra) op het bedrijf per gewas toegeschreven aan teelt (energieverbruik per hectare) en broei (energieverbruik per 1000 stuks). Een onderscheid tussen de verschillende energieposten als warmwaterbehandeling, verwerking, warme en koude bewaring, ventilatie, circulatie, koeling snijbloemen, etc., kon hierbij niet gemaakt worden. De verwachting is dat net als bijvoorbeeld bij tulp het energieverbruik voor de bewaring het grootst is.

Bovenstaande gaf aanleiding tot nader onderzoek om het energieverbruik voor drogen en bewaren van bijzondere bolgewassen in kaart brengen. Uit de variatie in het energieverbruik tussen de verschillende bedrijven kunnen dan mogelijk energiezuiniger ventilatie-, circulatie- en temperatuurnormen worden afgeleid. Hiermee kunnen de kosten voor energieverbruik op het bedrijf en op sectorniveau mogelijk fors verlaagd worden.

2 Werkwijze

Als eerste stap is uit de database van de monitoring van de MJA-e een 30-tal bedrijven geselecteerd met een hoog aandeel bijzondere bolgewassen in het assortiment.

Vervolgens is op basis van een vooronderzoek met 3 deskundigen op het gebied van bijzondere bolgewassen (de voorzitter van de productgroep bijzondere bolgewassen en de teeltspecialisten van PPO en DLV-plant) nagegaan wat voor de 14 belangrijkste gewassen de verwachte ventilatiehoeveelheden per m³ bollen, de bewaartemperaturen en de bewaarperiodes zijn. Op basis hiervan is voor elk van deze 14 gewassen een schatting gemaakt van het “energiegetal” per m³ bollen: Ventilatiehoeveelheid (in m³/uur per m³ bollen) X ΔT (het gemiddelde temperatuursverschil tussen buitenlucht en bewaar temperatuur tijdens de bewaarperiode) X het aantal dagen dat bewaard wordt. Vervolgens is dit getal vermenigvuldigd met de geschatte gemiddelde hoeveelheid bewaarde bollen per hectare. Dit energiegetal is vermenigvuldigd met het totaal aantal hectaren per gewas om een schatting te krijgen van de rangorde in energieverbruik op sectorniveau. Op basis hiervan zijn de 4-6 bijzondere bolgewassen bepaald met het verwachte grootste aandeel in het energieverbruik op sectorniveau.

De geselecteerde bedrijven zijn door DLV-Plant met een vragenlijst (zie Bijlage 2) benaderd voor informatie over het areaal per gewas, de bewaarde hoeveelheid bollen per maand, de hierbij gehanteerde ventilatie- en

circulatiedebieten, bewaartemperaturen, bewaarperiode, etc.. Afwijkende waarden zijn vervolgens door DLV-Plant bij de betreffende telers geverifieerd.

Een groot deel van de bedrijven uit de lijst van MJA-e deelnemers bleek inmiddels niet meer operationeel, of teelde andere gewassen, of was om andere redenen niet beschikbaar voor informatie. De lijst is daarom aangevuld met bij DLV-Plant bekende bedrijven. Uiteindelijk zijn gegevens van 19 bedrijven en 5 gewassen verwerkt en geanalyseerd.

Op basis van de per gewas verzamelde gegevens zijn per bedrijf met een rekenmodel o.a. het energieverbruik per m³ bollen en per ha bepaald. De hierbij gebruikte rekenregels kort samengevat:

- De bruto warmtebehoefte per maand (in MJoules/m³ bollen) = het gemiddelde temperatuurverschil tussen de bewaar temperatuur en de temperatuur van de buitenlucht (= ΔT) X het totale ventilatiedebiet per m³ bollen per maand (= 24 X het aantal dagen per maand X het ventilatiedebiet in m³/uur) X de soortelijke warmte van lucht. Voor de omrekening naar gasverbruik is de bruto warmtebehoefte *gedeeld* door 35,17. De totale warmtebehoefte per m³ bollen is dan de som van de maandelijke warmtebehoeftes, uitgedrukt in gas/m³ bollen.
- De netto warmtebehoefte = de bruto warmtebehoefte *minus* de warmteproductie van de circulatieventilatoren *minus* de warmteproductie door de ademhaling van de bollen. Deze kon niet worden berekend: de ademhaling van deze bollen is onbekend, en voor de circulatie van Allium en Fritillaria werden op de meeste bedrijven plafondventilatoren gebruikt, waarvan de warmteproductie niet kon worden berekend. Uit onderzoek aan de bewaring van tulpenbollen kwam dat ongeveer een derde (1/3) van de bruto warmtebehoefte vervuld wordt door de circulatieventilatoren en de ademhaling.
- De bruto warmtebehoefte per maand = de bewaarde hoeveelheid bollen per maand X de bruto warmtebehoefte per m³ bollen per maand.
- De bruto warmtebehoefte per hectare = de som van de bruto warmtebehoeftes/maand van de maanden waarin bewaard wordt, *gedeeld* door het aantal hectaren.
- Het elektraverbruik voor de circulatie is grof geschat door wanneer het circulatiedebiet ≥ 500 m³/uur per m³ bollen bedroeg het debiet te delen door 10 m³/watt (de gemiddelde luchtopbrengst van circulatieventilatoren bij 50 Hz) = de hoeveelheid watt/uur/m³ bollen. Dit X 24 X het aantal dagen per maand/1000 = het aantal kWh/m³ bollen per maand. De som hiervan over de bewaar maanden is het geschatte elektraverbruik/m³ bollen. Is het circulatiedebiet (=cd) < 500 m³ /uur, dan wordt er bij het berekenen van het verminderde kWh-verbruik van uitgegaan dat het verminderde debiet gerealiseerd is met een frequentieregelaar. De luchtopbrengst van de circulatieventilator wordt dan: 10 *gedeeld* door (cd/500)².

3 Resultaten

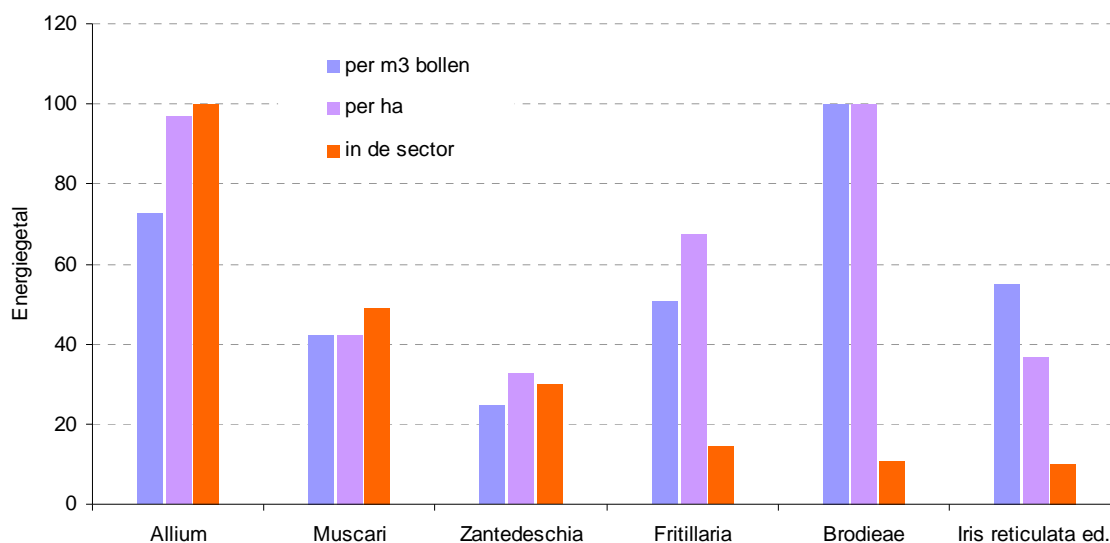
3.1 Gewassenkeuze

Op basis van de gemiddelde schattingen door 3 deskundigen van bewaarduur, het temperatuurverschil tussen buitenlucht en bewaarcel (ΔT) en de ventilatiehoeveelheid is de rangorde in energieverbruik bepaald. Van de 14 belangrijkste bijzonder bolgewassen, tabel 1, is dit bepaald voor het energieverbruik per m³ bollen, voor het energieverbruik per hectare en voor het energieverbruik op sectorniveau. In de tabel is ook de spreiding tussen de 3 verschillende schattingen weergegeven, waar uit afgeleid kan worden dat vooral wat de ventilatiehoeveelheden betreft de schattingen voor sommige gewassen sterk uiteen kunnen lopen.

Tabel 1: Rangorde van de op sectorniveau energetisch belangrijkste bijzondere bolgewassen.

Gewas	planttijd	Gemiddelde schatting					Spreiding			Rang energieverbruik		
		areaal (ha) 2006/7	bewaard m ³ /ha	bewaar- duur (dgn)	ΔT °C	Ventilatie m ³ /uur	bewaarduur %	ΔT %	Ventilatie %	sector	per ha	per m ³
Allium	najaar	170	20	157	10.2	97	15%	34%	5%	1	2	2
Muscari	najaar	190	15	116	8.1	97	33%	21%	5%	2	5	6
Zantedeschia	voorjaar	150	20	221	7.9	30	14%	39%	67%	3	9	10
Fritillaria	najaar	35	20	137	8.2	97	11%	6%	5%	4	4	5
Brodieae	voorjaar	17.5	15	201	14.2	75	22%	19%	27%	5	1	1
Iris reticulata ed.	najaar	45	10	152	8.0	97	20%	14%	5%	6	7	4
Chionodoxa	najaar	35	15	117	7.6	97	7%	7%	5%	7	6	8
Scilla	najaar	33	15	117	7.6	83	7%	7%	24%	8	8	9
knolbegonia	voorjaar	80	10	142	8.7	30	42%	15%	67%	9	10	11
Nectaroscordum	najaar	11	17	152	8.9	97	0%	19%	5%	10	3	3
Puschkinia	najaar	10	13	76	5.0	63	11%	10%	8%	11	12	13
Hyacinthoides	najaar	25	10	106	4.7	67	22%	16%	30%	12	11	12
Anemone coronaria	voorjaar	35	1	283	8.0	40	32%	22%	63%	13	13	7
Anemone blanda	najaar	31	6	122	1.7	48	25%	133%	26%	14	14	14

Op basis van de rangorde in energieverbruik op sectorniveau zijn de 6 energetisch belangrijkste gewassen: Allium, Muscari, Zantedeschia, Fritillaria, Brodieae en Iris reticulata. Van deze 6 gewassen zijn de energiegetallen op een schaal van 0 – 100 samengevat in figuur 1.



Figuur 1: Energiegetallen (schaal 0 - 100) van de energetisch 6 belangrijkste bijz. bolgewassen.

Er bleek bij de 19 bedrijven alleen voldoende informatie verzameld te kunnen worden van de gewassen Allium (n=9), Muscari (n=7), Zantedeschia (n=6) en Fritillaria (n=4). Brodieae kwam slechts één keer voor, Iris reticulata werd door de gekozen bedrijven niet geteeld. De gewasarealen van de deelnemende bedrijven zijn samengevat in tabel 2. Behalve de 5 energetisch belangrijkste bijzondere bolgewassen telen de meeste bedrijven nog andere bijzondere bolgewassen en/of de meer gangbare bolgewassen.

Tabel 2: Arealen bijzondere- en andere bolgewassen van de deelnemende bedrijven.

Bedrijf	Bijzondere bolgewassen (ha)					Andere bolgewassen					
	Allium	Muscari	Zanthesdeschia	Fritillaria	Brodieae	overig	Tulp	Lelie	Narcis	Krokus	Hyacint
A	9		2			1					
B	0.5	0.75	3.5	2		8.5	7.5				6
C		8	4				30				
D			4				6.5		4.5		
E			4			5.3	7.5		3	1	
F			8						3		
G		11.6					14.1		0.8	2	
H	1.2	2.5					9.5		3.5		
I		9				4	19	6	5	5	
J		36					14		0.5	2.5	
K	0.8	4.5									
L	1						2.2	5	1	1.5	
M	1.5						2.5	3	4.5		0.5
N	1						1.5				
O	1.5			3							
P	1										
Q				2.25			0.1				
R	0.5			2.7							
T					1	7					

3.2 Allium

Het ventilatie- en circulatiedebiet gemiddeld over de bewaarperiode, de bewaartemperatuur, ΔT , het hieruit berekende gemiddelde bruto gasverbruik en de gemiddelde bewaarduur zijn samengevat in tabel 3. Alliums worden bij deze bedrijven bewaard van half juni tot eind oktober. Op één bedrijf wordt een erg afwijkende alliumsoort bewaard (Allium "Globemaster"). Dit bedrijf is in tabel 3 buiten beschouwing gelaten.

Tabel 3: Gemiddeld energieverbruik (n=8) bij de bewaring van allium, en achtergronden.

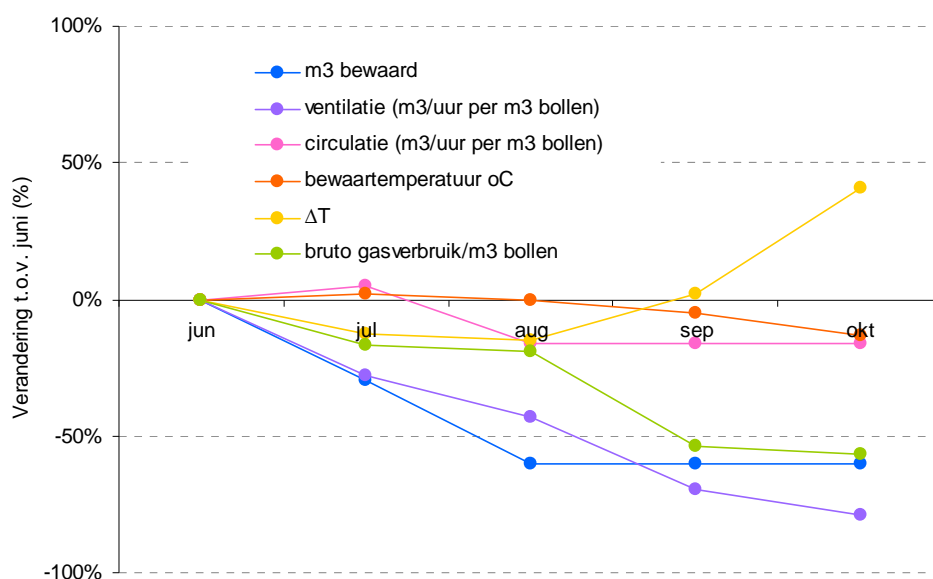
	eenheid	gemiddeld	min	max	spreiding*
Ventilatie	m ³ /uur per m ³ bollen	111	62	175	51%
Circulatie**	m ³ /uur per m ³ bollen	289	110	432	56%
Bewaartemperatuur	°C	21,1	18,0	24,0	14%
ΔT	°C	7,2	4,0	9,3	37%
bewaarduur	dagen	135	92	168	28%
bewaard	m ³ bollen/ha	21	12	37	60%
bruto gasverbruik	m ³ gas/m ³ bollen	66	32	105	55%
	m ³ gas/ha	1403	628	2319	60%

* (max-min)/(2xgem)

** excl. de 5 bedrijven met plavondventilatoren

De spreiding in bewaartemperaturen is het kleinst (14%), in circulatie, ventilatie en de gemiddelde hoeveelheid bewaarde bollen het grootst. De spreiding in het gasverbruik (per m³ bollen en per hectare) wordt dus vooral door deze laatste 2 condities bepaald en is daardoor ook erg groot.

Na de oogst neemt het aantal bewaarde bollen snel af. In augustus t/m oktober wordt 60% minder bewaard dan er in juni geoogst is, figuur 2. Bollen worden geschoond, gesorteerd en verkocht. De fasering hiervan verschilt per bedrijf. De bewaartemperatuur gaat na augustus iets naar beneden, maar door de lagere temperatuur van de buitenlucht neemt ΔT na september fors toe. Omdat de ventilatie sterk afneemt (in oktober ligt het ventilatiedebiet ruim 75% lager dan in juni), neemt in de loop van het bewaarseizoen het bruto gasverbruik per m³ bollen toch flink af met ruim 50%.



Figuur 2: Toe/afname gas/m3/maand, bewaarhoeveelheden en -condities, Allium.

3.3 Muscari

Ook bij Muscari is de spreiding rond de gemiddelde bewaartemperatuur het kleinst (13%). De spreiding in ventilatie (61%) is veel groter dan de spreiding in circulatie (24%). De spreiding in het bruto gasverbruik is met 83% erg groot. Ook de spreiding rond het geschatte gemiddelde kWh-verbruik is erg hoog, vooral door de spreiding rond de gemiddelde hoeveelheid bewaarde bollen, tabel 4.

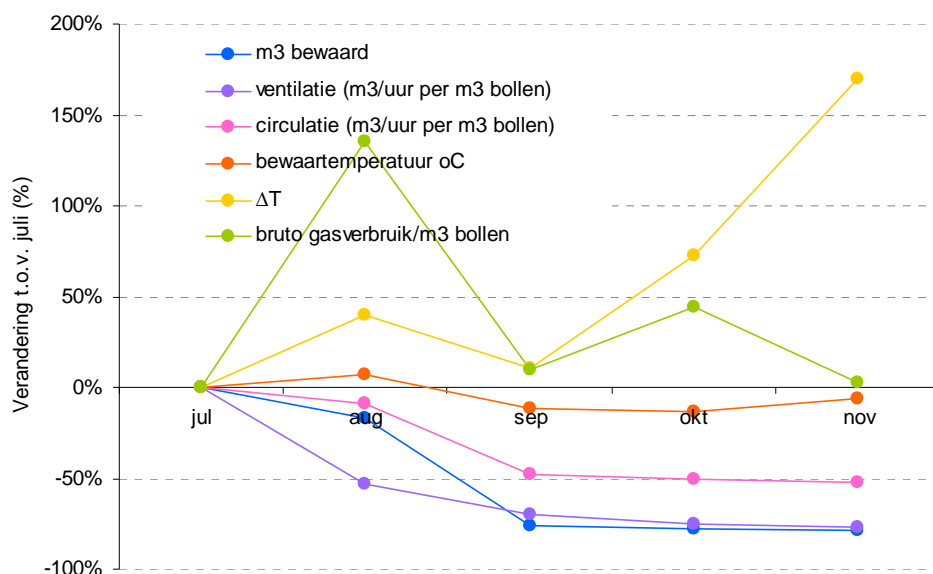
Op alle bedrijven wordt gecirculeerd met systeemventilatoren zodat ook het elektraverbruik geschat kon worden. Omdat muscaribollen kleiner zijn dan tulpenbollen is hier niet gerekend met een luchtopbrengst van 10m³/watt maar met 8 m³/watt. De spreiding in het elektraverbruik is erg groot omdat de ook de spreiding in de bewaarde hoeveelheid bollen groot is.

Tabel 4: Gemiddeld energieverbruik (n=7) bij de bewaring van Muscari, en achtergronden.

	eenheid	gemiddeld	min	max	spreiding*
Ventilatie	m ³ /uur per m ³ bollen	116	52	194	61%
Circulatie	m ³ /uur per m ³ bollen	423	328	528	24%
Bewaartemperatuur	°C	22.1	19.7	25.5	13%
ΔT	°C	7.8	6.0	11.0	32%
bewaarduur	dagen	109	77	128	23%
bewaard	m ³ bollen/ha	31	16	45	47%
gasverbruik	m ³ gas/m ³ bollen	73	26	144	81%
	m ³ gas/ha	2497	568	3929	67%
kWh verbruik	kWh/m ³ bollen	154	65	334	87%
	kWh/ha	4808	1621	12025	108%
totaal energieverbruik	MJ/m ³ bollen	3487	876	6715	84%
	MJ/ha	110945	21946	212490	86%

*(max-min)/(2xgem)

Na de oogst neemt de hoeveelheid bewaarde bollen na augustus af met ongeveer 75% t.o.v. de oogst gemiddeld eind juli. De bewaartemperatuur verandert weinig maar omdat de temperatuur van de buitenlucht naar november toe daalt neemt het verschil met de bewaartemperatuur (ΔT) fors toe. Door de combinatie van de toename van ΔT en een afname van het ventilatiedebiet t/m september neemt het bruto gasverbruik per m³ bollen eerst fors toe in augustus en neemt daarna af, figuur 3.



Figuur 3: Toe/afname gas/m³/maand, bewaarhoeveelheden en -condities, Muscari.

3.4 Zantedeschia

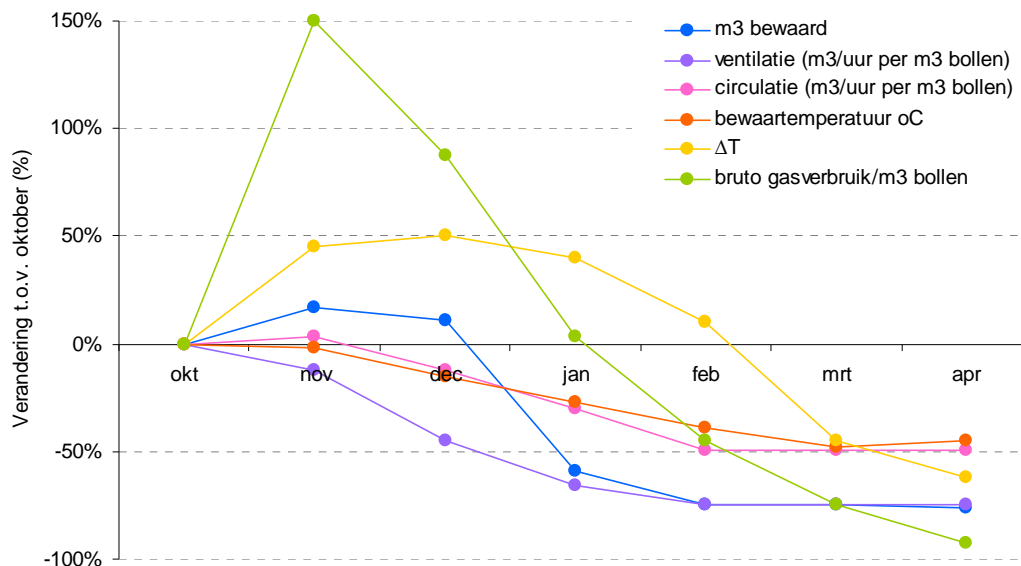
Zantedeschia wordt gemiddeld bewaard van eind oktober tot eind april. De spreiding rond het gemiddelde ventilatie- en circulatiedebiet is hoog (resp. 50 en 48%), rond de bewaartemperatuur (met gemiddeld 13,5 °C flink lager dan bij Allium en Muscari) slechts 12%, tabel 5. Ook de spreiding rond de gemiddelde bewaarduur is lager dan bij Allium en Muscari.

De spreiding rond de bewaarde hoeveelheid bollen/ha en rond het gas- en kWh-verbruik is hoog.

Tabel 5: Gemiddeld energieverbruik (n=6) bij de bewaring van zantedeschia, en achtergronden

	eenheid	gemiddeld	min	max	spreiding
Ventilatie	m ³ /uur per m ³ bollen	76	40	116	50%
Circulatie	m ³ /uur per m ³ bollen	574	286	840	48%
Bewaartemperatuur	°C	13,5	11,9	15,2	12%
ΔT	°C	8,7	7,0	10,9	22%
bewaarduur	dagen	181	165	212	13%
bewaard	m ³ bollen/ha	39	16	71	72%
gasverbruik	m ³ gas/m ³ bollen	113	63	194	58%
	m ³ gas/ha	6024	3828	10168	37%
kWh verbruik	kWh/m ³ bollen	182	73	291	60%
	kWh/ha	7486	3625	16664	87%
totaal energieverbruik	MJ/m ³ bollen	5175	1936	9859	77%
	MJ/ha	243715	150173	435948	59%

Omdat er gemiddeld maar 10 dagen in oktober bewaard wordt is het energieverbruik per m³ bollen in november fors hoger dan in oktober. Daarnaast neemt ΔT t.o.v. oktober flink toe. Pas in maart/april is ΔT lager dan in oktober. Omdat het ventilatiedebiet vanaf november afneemt en in januari/februari 75% minder is dan in oktober neemt het bruto gasverbruik vanaf november af en is in februari t/m april fors minder dan in oktober, figuur 4.



Figuur 4: Toe/afname gas/m3/maand, bewaarhoeveelheden en -condities, Zantedeschia.

3.5 Fritillaria

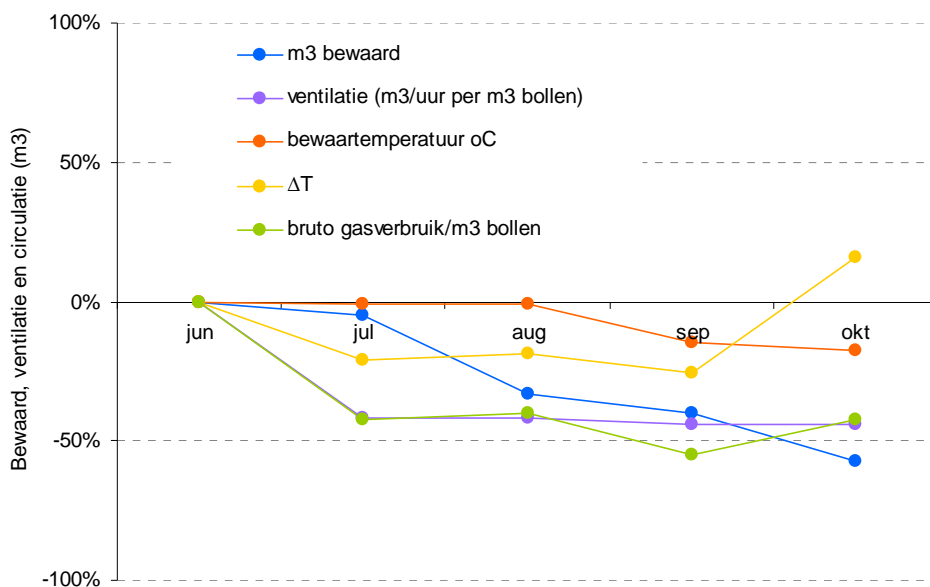
Slechts vier bedrijven teelden en bewaarden ook Fritillaria, één van de redenen waarom de spreiding rond de gemiddelden flink lager is dan bij de overige gewassen, tabel 5. Het beeld is wel overeenkomend met de andere gewassen in die zin dat de spreiding rond de gemiddelde bewaartemperatuur laag is (hier slechts 7%) en rond de gemiddelde ventilatiehoeveelheid hoog (46%). Op 3 van de 4 bedrijven werd gecirculeerd met plafondventilatoren. Het kWh-verbruik is daarom niet geschat.

Tabel 6: Gemiddeld energieverbruik (n=4) bij de bewaring van fritillaria, en achtergronden.

	eenheid	gemiddeld	min	max	spreiding*
Ventilatie	m ³ /uur per m ³ bollen	99	58	150	46%
Circulatie	m ³ /uur per m ³ bollen		Plafondventilatoren		
Bewaartemperatuur	°C	21,9	20,5	23,6	7%
ΔT	°C	7,7	6,1	8,9	18%
bewaarduur	dagen	130	92	153	23%
bewaard	m ³ bollen/ha	24	16	34	38%
gasverbruik	m ³ gas/m ³ bollen	68	46	85	29%
	m ³ gas/ha	1505	970	2335	45%

*(max-min)/(2xgem)

De bewaarperiode is gemiddeld van begin juni tot eind oktober. Het ventilatiedebiet is aanvankelijk hoog (in juni), is in juli met 45% afgenomen en blijft gelijk tot het eind van bewaarperiode, figuur 5. Omdat ook ΔT in juli t/m september nauwelijks verandert neemt het bruto gasverbruik per m³ bollen evenredig af met het ventilatie debiet. In oktober neemt het bruto gasverbruik iets toe door de afname van de buitentemperatuur en daardoor een toename van ΔT .



Figuur 5: Toe/afname gas/m3/maand, bewaarhoeveelheden en -condities, Fritillaria

3.6 Energieverbruik en besparingsmogelijkheden

Het elektraverbruik kon door het gebruik van plafondventilatoren bij Allium- en Fritillariabewaring niet geschat worden. Aanleiding voor dit onderzoek was echter vooral het uit de analyse van de monitoringsdata van 1995 t/m 2006 naar voren gekomen hoge gasverbruik per hectare bij de gewasgroep bijzondere bolgewassen. In tabel 7 is het bruto gasverbruik per m³ bollen en per hectare van de gewassen Zantedeschia, Muscari, Fritillaria en Allium samengevat. Vergeleken met de gewassenkeuze op basis van "energiegetallen" (§ 3.1) blijkt bij de bewaring van Zantedeschia veel meer gas per m³ bollen verbruikt te worden dan bij de bewaring van Muscari. Achtergrond hierbij is dat het gemiddelde van het door de deskundigen geschatte ventilatiedebiet veel lager is dan op de 6 bedrijven die Zantedeschia telen. De grote spreiding in de schattingen door de deskundigen van het ventilatiedebiet bij Zantedeschia is hiermee dus verklaard. Ook de hoeveelheid bewaarde bollen per hectare bleek bij de 6 bedrijven flink hoger waardoor ook het gasverbruik per hectare fors hoger is dan bij het bewaren van Muscari. De door de deskundigen geschatte ventilatiehoeveelheden bij de bewaring van Muscari, Fritillaria en Allium zijn in dezelfde orde als op de geënquêteerde bedrijven, maar de per hectare bewaarde hoeveelheid Muscaribollen ligt op deze bedrijven veel hoger. Hierdoor is het gasverbruik bij de bewaring van Muscari per hectare veel hoger dan bij de bewaring van Fritillaria en Allium.

In tabel 7 is ter vergelijking ook het bruto gasverbruik/m³ bij het bewaren van tulpenbollen volgens de ventilatienorm (100 m³ lucht/uur per m³ bollen tot 1 september, daarna 60 m³/uur, dus gemiddeld 80 m³/uur van 1 juli t/m 31 oktober) en het bruto gasverbruik bij bewaren volgens de State-of-the-Art methode weergegeven.

Tabel 7: Samenvatting ("bruto") gasverbruik per m3 bollen en per hectare.

	gas/m3	Spreiding	bewaard/ha	spreiding	gas/ha	spreiding
Zantedeschia	113	58%	39	72%	6024	37%
Muscari	73	81%	31	47%	2497	67%
Fritillaria	68	29%	24	38%	1505	45%
Allium	66	55%	21	60%	1403	60%
gemiddelde		56%		54%		52%
tulp Norm	35		42		1464	
tulp StArt	18		42		764	

De bijzondere bolgewassen zitten daar met hun gasverbruik per m³ bollen fors boven. Door hun lagere opbrengst (in m³) per hectare is het gasverbruik per hectare van Fritillaria en Allium echter in de zelfde orde als tulp. Muscari en vooral Zantedeschia hebben per hectare hogere opbrengsten dan Allium en Fritillaria en daardoor ook per hectare een fors hoger gasverbruik dan tulp.

De belangrijkste factor bij het hogere gasverbruik per m³ bollen is de ventilatie. Bij de tulpenbewing is de ventilatienorm hoog om het risico op ethyleenschade te verlagen. Bij de 4 bijzondere bolgewassen speelt ethyleenschade geen rol en zou men een veel lagere ventilatiehoeveelheid verwachten. Bij deze gewassen wordt echter gemiddeld iets meer geventileerd dan volgens de norm bij tulp, tabel 8. De spreiding rond de gemiddelde ventilatiehoeveelheid is ook veel hoger dan de spreiding rond de gemiddelde bewaartemperatuur en de bewaarduur. Bewaartemperatuur en bewaarduur hebben te maken met preparatie van plantgoed en broeibollen, en de planning van de broei over het seizoen, en zijn ook cultivar afhankelijk.

Tabel 8: Spreiding rond gemiddelde ventilatie- en circulatiedebieten, bewaartemperatuur, ΔT en bewaarduur.

	V	spreiding	T	spreiding	ΔT	spreiding	C	spreiding	Duur	spreiding
Zantedeschia	76	50%	13,5	12%	8,7	22%	574	48%	181	13%
Muscari	116	61%	22,1	13%	7,8	32%	423	24%	109	23%
Fritillaria	99	46%	21,9	7%	7,7	18%	-	-	130	23%
Allium	111	51%	21,1	14%	7,2	37%	(289)	(56%)	135	28%
Gemiddelde	100	52%		12%		27%		36%		22%

V = Ventilatie (m3/uur per m3 bollen)

T = Bewaartemperatuur (oC)

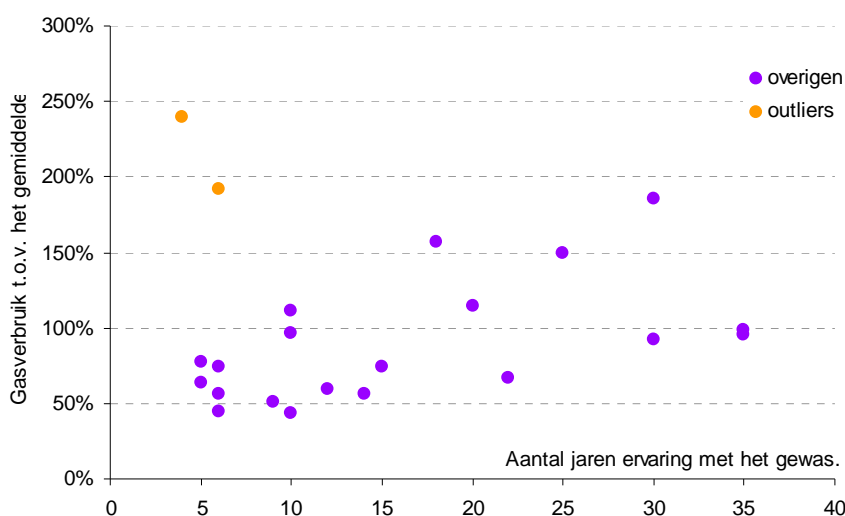
ΔT = verschil tussen bewaartemperatuur en de temperatuur van de buitenlucht

C = Circulatie (m3/uur per m3 bollen), bij Allium slechts bij 3 van de 8 bedrijven met systeemventilatoren

Duur = duur van de bewaarperiode (dagen)

spreiding = (max - min)/(2xGemiddelde)

Om tot lager gasverbruik bij de bewaring te komen moet het ventilatiedebiet dus omlaag en de grote spreiding in de ventilatie geeft aan dat sommige telers dat ook doen. De aan het onderzoek deelnemende bedrijven is ook gevraagd hoelang het betreffende gewas al op het bedrijf geteeld wordt. Het gasverbruik t.o.v. het gemiddelde gasverbruik (in procenten) per gewas is in figuur 6 uitgezet tegen het aantal jaren teeltveraring. Twee zgn. outliers daargelaten is er een duidelijke trend dat op bedrijven waar een gewas al meer dan 18 jaar wordt geteeld (dus er is voor 1990 met de teelt begonnen) het gasverbruik hoger dan gemiddeld is.



Figuur 6: Aantal jaren gewaservaring en relatief energieverbruik

Dit zou er op kunnen wijzen dat deze bedrijven oude ventilatienormen hanteren. Of dat in de loop der tijd steeds hogere normen worden gehanteerd om bepaalde bewaarproblemen op te lossen. Deze normen kunnen blijkbaar geen kwaad, maar zijn hoogstwaarschijnlijk overbodig gezien het feit dat de bedrijven met 5 tot 15 jaar ervaring in de teelt van het gewas een veel lager gasverbruik per m³ bollen hebben.

Voor bolgewassen die niet op ethyleen reageren zou in eerste instantie een ventilatieregeling ontworpen kunnen worden op basis van handhaving van optimale RV-waarden en in tweede instantie mogelijk op basis van CO₂-gehaltenes.

Een indicatie van de energiebesparingsmogelijkheden wordt gegeven wanneer per gewas de ongeveer 30% van de bedrijven die het hoogste gasverbruik per m³ bollen hebben uit de berekening van het gemiddelde gasverbruik worden weggelaten. Dit nieuwe gemiddelde vergeleken met het gemiddelde gasverbruik van *alle* bedrijven geeft per gewas een indicatie van de energiebesparingsmogelijkheden, samengevat in tabel 9. Dit zijn forse besparingen, behalve voor Fritillaria waarvan de spreiding in gasverbruik door het lagere aantal bedrijven (n=4) al vrij laag was (tabel 7).

Tabel 9: Indicatie mogelijke energiebesparing/m³ bollen op basis van het weglaten van een aantal meest energieverbruikende bedrijven.

	n	aantal weggelaten	bespaard
Zantedeschia	6	2	33%
Muscari	7	3	40%
Fritillaria	4	1	9%
Allium	8	3	22%

4 Conclusies en aanbevelingen

Voor de 4 bijzondere bolgewassen blijkt de warmtebehoefte tijdens de bewaring (het bruto gasverbruik in m^3 gas/ m^3 bollen) fors hoger dan voor tulp. Achtergronden hierbij zijn een hoger ventilatiedebiet en in het geval van Zantedeschia ook een langere bewaarduur en een grotere gemiddelde ΔT . Door de in vergelijking met tulp lage opbrengsten (m^3 bollen/ha) van Fritillaria en Allium komt het bruto gasverbruik/ha uit in dezelfde orde als bij tulp.

Muscari en vooral Zantedeschia hebben per hectare hogere opbrengsten dan Allium en Fritillaria en daardoor ook per hectare een fors hoger gasverbruik dan tulp.

Het gasverbruik bij bewaren is het eenvoudigst te verminderen door het ventilatiedebiet te verlagen. Verlagen van de bewaartemperatuur of het verkorten van de bewaarduur is om redenen van bedrijfsvoering meestal geen optie.

Gemiddeld is de ventilatie bij de 4 bijzondere bolgewassen iets hoger dan bij tulp. Achtergrond bij het hoge ventilatiedebiet bij tulp is het voorkómen van mogelijke ethyleenschade. Zou tulp ongevoelig zijn voor ethyleen dan is een veel lager ventilatiedebiet mogelijk. Bij de 4 bijzondere bolgewassen speelt ethyleenschade geen rol en zou men veel lagere ventilatiedebieten verwachten. De spreiding rond het gemiddelde ventilatiedebiet is hoog, tot wel 60% bij Muscari. Dit geeft aan dat sommige telers al met een fors lager debiet ventileren. Op bedrijven waar in de tachtiger jaren (toen de gasprijs nog erg laag was) met de teelt is begonnen is het gasverbruik het hoogst. Dit zijn allemaal aanwijzingen dat bij het bewaren van Allium, Muscari, Zantedeschia en Fritillaria fors minder geventileerd zou kunnen worden. Een energiebesparing van 20 – 40% is dan snel mogelijk.

Het verdient daarom aanbeveling om met telers van bijzondere bolgewassen te achterhalen wat de achtergronden van de hoge ventilatiedebieten zijn: wat wil men er mee bereiken, welk bewaarklimaat wil men realiseren, welke bewaarziekten of andere problemen wil men voorkomen, etc.. Mogelijk leidt dit tot nieuwe inzichten, bv. een ventilatiesturing op basis van RV bij bolgewassen die niet op ethyleen reageren, waardoor de bollensector meer energie kan besparen.

Bijlage 1: Bewaarregime van de 75 meest bekende
bijzondere bolgewassen

Tabel 1: in het voorjaar geplante zomerbloeiërs (Bron: IBC)

	Wijze van voorraadbewaring	Temperatuur
Anemone coronaria	droog en luchtig, constante temperatuur	17-15°C
Begonia	uitdroging voorkomen, door goed te ventileren	9-5°C
Canna	beschermen tegen uitdrogen, geen ventilatie	12-8°C
Crocoshia (syn. Montbretia)	uitdroging voorkomen	5-2°C
Cyclamen	uitdroging voorkomen	9°C
Dahlia	in compacte massa en tocht voorkomen, geen ventilatie	9-7°C
Eremurus	uitdroging voorkomen	9°C
Eucomis	droog en luchtig	13-9°C
Freesia	luchtig, R.V. 80%	25°C
Galtonia candicans	droog en luchtig	20-17-13°C
Gladiolus	droog en luchtig	17-9-5°C
Gladiolus callianthus 'Murielae' (syn. Acidanthera)	droog en luchtig	20°C
Gloriosa rothschildiana	uitdroging voorkomen	20-17°C
Hippeastrum (syn. Amaryllis)	droog en luchtig (geremd)	5°C
Hymenocallis (syn. Ismene)	droog en luchtig	25-23-17°C
Iris hollandica	droog en luchtig, 30°C is remmen	30-17°C
Ixia	droog en luchtig, R.V. 70-80%	25-23°C
Liatriis	langer dan 3 maanden: invriezen (-2°C)	2-0°C
Lilium	langer dan 3 maanden: invriezen (-2°C)	2-0°C
Nerine	droog en luchtig	9°C
Ornithogalum thyrsoides, dubium	droog en (zeer) luchtig	30-25°C
Oxalis deppei, regnelli, triangularis	droog en luchtig	5-3°C
Ranunculus	droog en luchtig, constante temperatuur	17-15°C
Sauromatum venosum (syn. Arum cornutum)	droog en luchtig, vorstvrij bewaren	5-2°C
Sparaxis	droog en luchtig, R.V. 70-80%	25-23°C
Sprekelia formosissima	droog en luchtig, 6 weken 20°C (preparatie), daarna 9°C (bewaring)	20-9°C
Tigridia pavonia	droog en luchtig	5-2°C
Tritonia	droog en luchtig	25-23°C
Triteleia (syn. Brodiaea)	droog en luchtig, R.V. 70-80%	25-23°C
Zantedeschia aethiopica	weinig ventileren	13-7°C
Zantedeschia (overige variëteiten)	droog en luchtig	13-9°C
Zephyranthes	droog en luchtig	20°C

Tabel 2: in het najaar geplante voorjaarsbloeiers (Bron: IBC)

	Wijze van voorraadbewaring	Temperatuur
Allium (groot- en kleinbloemige)	droog en luchtig	23-20-17°C
Allium cernuum, flavum, carinatum, ursinum	luchtig, beschermen tegen uitdrogen	9-5°C
Amarcrinum	droog en luchtig	5°C
Amaryllis belladonna	droog en luchtig	5°C
Anemone blanda	droog en luchtig, ventilatie	17°C
Brimeura (syn. Hyacinthus amethystina)	droog en luchtig	23-20°C
Camassia	droog en luchtig	20-17°C
Chionodoxa	droog en luchtig	23-20-17°C
Colchicum	zo koel mogelijk, vroeg verzenden	9-(2)°C
Corydalis, cava, solida	droog en luchtig	9°C
Crocus	droog en luchtig	23-20-17°C
Crocus (najaarsbloeidend)	droog en luchtig, vroeg verzenden	9°C
Eranthis	droog en luchtig, beschermen tegen uitdrogen	9-5°C
Eremurus	beschermen tegen uitdrogen	17-9-5°C
Erythronium dens-canis	beschermen tegen uitdrogen	9-5°C
Erythronium (overige variëteiten)	gevoelig voor beschadigingen	17-9°C
Fritillaria imperialis	ventileren, gevoelig voor beschadigingen	25-23-17°C
Fritillaria meleagris	beschermen tegen uitdrogen, ventileren	17-9°C
Fritillaria michailovskyi	beschermen tegen uitdrogen, matig ventileren	17-9°C
Galanthus	beschermen tegen uitdrogen	17°C
Hippeastrum (syn. Amaryllis)	droog en luchtig, 12 weken bij 13 °C (preparatie), daarna 5°C (bewaring)	13 -5°C
Hyacint (geprepareerd)	droog en luchtig	30-25-20-17°C
Hyacint (niet geprepareerd)	droog en luchtig	25-20-17°C
Hyacinthoides (syn. Scilla campanulata)	zeer luchtig, gevoelig voor beschadigingen	20°C
Iris latifolia (syn. Iris anglica)	droog en luchtig, luis bestrijden	20-17°C
Iris hollandica	droog en luchtig	(30)-25-20-17°C
Iris reticulata, danfordiae	droog en luchtig	23°C
Ipheion uniflorum	goed ventileren en in dunne lagen bewaren	20-17°C
Ixiolirion	droog en luchtig	23-17°C
Ixia	droog en luchtig	25-23°C
Leucojum aestivum	droog en luchtig	20-17°C
Leucojum vernum	beschermen tegen uitdroging	9-5°C
Muscari	droog en luchtig	23-20°C
Narcis	droog en luchtig	20-17°C
Ornithogalum (grootbloemig), e.g. saundersiae	droog en luchtig	25-23°C
Ornithogalum (kleinbloemig)	droog en luchtig	20-17°C
Oxalis adenophylla	droog en luchtig	20-17°C
Puschkinia	droog en luchtig	23-20-17°C
Scilla siberica	droog en luchtig	25-23-20°C
Scilla peruviana	droog en luchtig	23°C
Sparaxis	droog en luchtig	25-23°C
Tulipa	droog en luchtig	23-20-17°C
Triteleia (syn. Brodiaea)	droog en luchtig	23°C

Bijlage 2: Vragenlijst energie-enquête Bijzondere
Bolgewassen

Vragenlijst Energieverbruik Bijzondere bolgewassen

Voor het energieverbruik in de bloembollensector kwamen uit een vooronderzoek de volgende 6 bijzondere bolgewassen als belangrijkste naar voren:

Gewas	planttijd	hectares (circa) 2006 - 2007	energiegetal
1 Allium	najaar	170	527
2 Muscari	najaar	190	258
3 Zantedeschia	voorjaar	150	158
4 Fritillaria	najaar	35	76
5 Brodieae	voorjaar	17,5	56
6 Iris reticulata ed.	najaar	45	53

1- Orientatie

Welke gewassen worden geteeld hoelang heeft u daar al ervaring mee

1 Allium		
2 Muscari		
3 Zantedeschia		
4 Fritillaria		
5 Brodieae		
6 Iris reticulata ed.		

2- Bewaarregime bollenteelt

	start bewaarperiode	eind bewaarperiode	hoeveelheid (m3)	aantal ha
1 Allium				
2 Muscari				
3 Zantedeschia				
4 Fritillaria				
5 Brodieae				
6 Iris reticulata ed.				

3 - Ventilatie, temperaturen en circulatie: zie pag. "bewaarregime"

4 - Energieverbruik

	m3 gas	kWh
2007		
2006		

Aantal bewaarcellen	
Aantal ventilatoren circulatie	
vermogen circulatieventilator	

5 - overig energieverbruik

andere bolgewassen	welke	ha

Broei	stuks/jaar

Gewas			
	Ventilatie	Temperatuur	Circulatie
januari			
februari			
maart			
april			
mei			
juni			
juli			
augustus			
september			
oktober			
november			
december			

- 1 = Allium
- 2 = Muscari
- 3 = Zantedeschia
- 4 = Fritillaria
- 5 = Brodiaea
- 6 = Iris reticulata ed.

Gewas			
	Ventilatie	Temperatuur	Circulatie
januari			
februari			
maart			
april			
mei			
juni			
juli			
augustus			
september			
oktober			
november			
december			

Gewas			
	Ventilatie	Temperatuur	Circulatie
januari			
februari			
maart			
april			
mei			
juni			
juli			
augustus			
september			
oktober			
november			
december			

Gewas			
	Ventilatie	Temperatuur	Circulatie
januari			
februari			
maart			
april			
mei			
juni			
juli			
augustus			
september			
oktober			
november			
december			

Gewas			
	Ventilatie	Temperatuur	Circulatie
januari			
februari			
maart			
april			
mei			
juni			
juli			
augustus			
september			
oktober			
november			
december			

