

# Energiestromen tulp en hyacint

Jeroen Wildschut (PPO)  
Maurice Kok, Bob Bisschop (DLV Plant)

© 2006 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, LNV, SenterNovem en telers).



Projectnummer: 331096

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

Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit

Adres : Pof. Van Slogterenweg 2, Lisse

: Postbus 85, 2161 DW Lisse

Tel. : 0252 - 462121

Fax : 0252 - 462100

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

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

# Inhoudsopgave

pagina

1	SAMENVATTING.....	5
2	INLEIDING .....	6
3	PROJECTDOELSTELLING.....	6
4	WERKWIJZE.....	7
5	GASVERBRUIK BIJ DE TEELT VAN TULPENBOLLEN.....	8
5.1	Bedrijfsgegevens.....	8
5.2	Gasverbruik bij het bewaren.....	10
5.3	Gasverbruik bij het drogen.....	14
5.4	Conclusies en aanbevelingen .....	16
6	ELEKTRAVBRUIK BIJ TEELT EN BROEI VAN TULPEN .....	18
6.1	Teeltkalender en maandelijks elektraverbruik .....	18
6.2	Elektraverbruik en productieproces .....	19
6.3	Bevindingen & Conclusies.....	22
7	ENERGIEVERBRUIK BIJ TEELT EN BROEI VAN HYACINT.....	23
7.1	Energieverbruik .....	23
7.2	Bevindingen en conclusies.....	24



# 1 Samenvatting

De analyse van het energieverbruik in 2001 van 55 deelnemers aan de MJA-e gespecialiseerd in de teelt en broei van tulpen liet zien dat, in vergelijking met de schattingen uit het begin van de 90-er jaren, het gasverbruik in de teelt per hectare lager ligt en het elektraverbruik per hectare flink hoger ligt. Ook in de broei ligt het gasverbruik per bos (flink) lager, maar het elektraverbruik fors hoger. De spreiding in het gasverbruik in de teelt en in het elektraverbruik in de broei is groot (standaardafwijkingen van resp. 29% en 21%). In het elektraverbruik in de teelt en het gasverbruik in de broei is de spreiding een stuk kleiner (11% resp. 10%). Ook bij de teelt en broei van hyacint is het de verwachting dat dergelijke veranderingen in het energieverbruik hebben plaatsgevonden.

Doelstellingen van dit project zijn: 1) na te gaan wat de achtergronden zijn in de grote spreiding in het gasverbruik bij de teelt van tulpen, 2) na te gaan waardoor het elektraverbruik bij teelt en broei zo sterk is toegenomen en 3) ook voor de teelt en broei van hyacint het energieverbruik beter in kaart te brengen.

Om de achtergronden van de grote spreiding in gasverbruik bij de teelt van tulpenbollen te achterhalen zijn 22 van de 55 bedrijven geselecteerd waarvan 11 met een hoog en 11 met een laag gasverbruik. Daarnaast zijn 5 representatieve tulpenbedrijven geselecteerd om het elektraverbruik in kaart te brengen en 4 representatieve hyacintenbedrijven om het elektra- en gasverbruik in kaart te brengen.

De bedrijven zijn meerdere malen bezocht om algemene bedrijfsgegevens te verzamelen (areaal, celvolumes, ventilatorcapaciteiten, teelt/oogstkalender, bewaartemperaturen, etc.), elektrische machines te inventariseren, draaiuren in te schatten en energiemeterstanden op te nemen.

Op bijna alle beschouwde punten, met uitzondering van ingestelde bewaartemperaturen, zijn de verschillen tussen de bedrijven erg groot. De oorzaken voor laag/hoog gasverbruik zijn divers, maar kunnen met het PPO-rekenmodel vrijwel volledig verklaard worden uit:

- Een langere bewaarduur tot laat in het seizoen (mogelijk samenhangend met een grotere soortendiversiteit).
- Een langere periode tussen de 1<sup>ste</sup> celdag en de 1<sup>ste</sup> peldag door eerder in het seizoen met rooien te beginnen en later met het pellen te beginnen. Hierdoor is per hectare de hoeveelheid bewaard product groter. Dit hangt o.m. samen met een per hectare groter beschikbaar celvolume.
- Een grotere ventilatiehoeveelheid ( $\text{m}^3$  lucht/ $\text{m}^3$  bollen/uur), die samenhangt met een per cel en per hectare (te) groot geïnstalleerde ventilatiecapaciteit.

Het tweede punt is mogelijk te herleiden tot (o.a.) een niet-optimale interne bedrijfslogistiek, een niet-optimale bedrijfsinrichting, en/of een beperkte beschikbaarheid van arbeidskrachten.

De (te) grote ventilatiecapaciteit is te herleiden tot het niet optimaal afstemmen van de ventilatiehoeveelheid (bv. dmv. de klepstand) op de celinhoud. Vermoedelijk uit angst voor ethyleen ventileert de meerderheid van de bedrijven ruim tot zeer ruim boven de norm. Het toepassen van een ethyleensensor is hier de oplossing voor.

Het elektraverbruik in de teelt is fors toegenomen:

- Voor ventileren en circuleren is dit met ongeveer 50% toegenomen (vermoedelijk door het toegenomen gebruik van kuubskisten), voor drogen is het verbruik nauwelijks toegenomen.
- Voor machines in de teelt (begin 90-er jaren geschat op 600 tot 900 kWh/ha) is dit met een factor 4-6 toegenomen is tot gemiddeld 3930 kWh/ha.
- Het totale elektraverbruik voor de broei is toegenomen van 3,1 kWh/1000 stuks tot gemiddeld 34,4 kWh/1000 stuks.

In de teelt is na circulatie (45%), pellen & sorteren de tweede (22%) en heftrucks (18%) de derde elektrapost, in de broei is na koeling (35%), heftrucks de tweede (19%) en belichting (17%) de derde energiepost.

Bij de hyacintenbedrijven zijn het gas- en elektraverbruik bij de teelt hoger dan geschat in 1993. Het gasverbruik bij de broei is afgenomen, maar het elektraverbruik bij de broei zeer sterk is toegenomen. Dit laatste heeft vooral te maken met de koeling, die voor 1993 vooral buiten plaatsvond.

## 2 Inleiding

Begin jaren 90 is er door Tebodin ism. DLV een onderzoek uitgevoerd naar het energieverbruik op bloembollenbedrijven. De energieverbruikscijfers die dit onderzoek opleverde hebben o.a. de basis gevormd van de formulering van de doelstellingen van de MJA-e in 1995.

Anno 2005 is er veel veranderd in het totale energieverbruik per bedrijf en in de verdeling over de verschillende productieprocessen/onderdelen.

De analyse van het energieverbruik in 2001 van 55 deelnemers aan de MJA-e die uitsluitend tulpen telen en/of broeien, zie tabel 1, laat zien dat in vergelijking met de cijfers van Tebodin/DLV:

- Het gemiddelde gasverbruik bij de teelt flink lager ligt en dat de spreiding rond het gemiddelde gasverbruik erg groot is (standaardafwijking is 29%)
- Het elektraverbruik ver boven de schattingen uit 1993 ligt, maar dat de spreiding klein is (11%)
- Het gasverbruik bij broei flink lager ligt dan de cijfers uit 1993 en dat de spreiding klein is (10%)
- Het elektraverbruik bij de broei fors hoger ligt en dat ook de spreiding groot is (21%)

Tabel 1: Schatting gemiddelde en spreiding energieverbruik in tulpenteelt en -broei (EBP-enquete)

Teelt	gas m3/ha			kWh/ha		
	gemid.	std	std%	gemid.	std	std%
Tebodin/DLV 1993	2826	-	-	4422	-	-
EBP-2001 (beste schatting, n=55)	1378	406	29%	8339	925	11%
Broei	gas m3/bos			kWh/bos		
	gemid.	std	std%	gemid.	std	std%
Tebodin/DLV 1993	0,376	-	-	0,031	-	-
EBP-2001 (beste schatting, n=55)	0,211	0,022	10%	0,244	0,050	21%
PPO-Rekenmodel 2002	0,288	-	-	0,122	-	-

Kennis van de achtergronden (o.a. verschillende droogmethoden/strategieën) van deze spreiding kan van groot belang zijn om het energieverbruik bij drogen en bewaren terug te dringen. Het sterk toegenomen elektraverbruik in teelt en vooral broei heeft als achtergrond een toegenomen mechanisering en automatisering, maar aan welke productieprocessen en onderdelen deze precies toegeschreven kunnen worden is onduidelijk.

De kennishiaten liggen dus vooral op het gebied van elektraverbruik voor teelt en broei door toegenomen mechanisatie, en op het gebied van gasverbruik bij het drogen en bewaren.

## 3 Projectdoelstelling

De projectdoelstellingen zijn:

- 1) Het actualiseren en beter in kaart brengen van de energiestromen voor teelt (gas en elektra) en broei (elektra) van tulpen.
- 2) Het actualiseren en beter in kaart brengen van de energiestromen (gas en elektra) voor teelt en broei van hyacint.
- 3) Het afleiden van de meest optimale droog- en bewaarmethode (en/of omstandigheden en/of strategie en/of apparatuur), uit een analyse van de spreiding in gasverbruik/ha bij de teelt van tulpen.

De te verwachten resultaten zijn tweërlei:

- Uitbreiding van het rekenmodel voor energiebudget naar het teeltgedeelte en naar het verdergaande gebruik van elektrische machines en apparaten (bij teelt en broei). Hierdoor komen pieken en dalen beter in beeld waardoor er gericht in het gehele productieproces ingegrepen kan worden en er aldus efficiënter met energie geproduceerd kan worden.
- Kennis van de achtergronden van de grote spreiding in gasverbruik voor drogen en bewaren in de tulpenteelt. Dit is van groot belang om het gasverbruik bij drogen en bewaren terug te dringen. Tevens zullen hierdoor uitschieters in energieverbruik tussen bedrijven, die regelmatig voor hoofdbreken zorgen bij het monitoren van het energieverbruik, beter worden begrepen.

Door een beter inzicht in de energiestromen op het bedrijf wordt duidelijk waar grote energieverbruikers en potentiële energiebesparingsopties zitten. Hieruit komen conclusies en aanbevelingen voor beleid en praktijk. Dit leidt tot een gericht inzetten van middelen als communicatie, voorlichting en onderzoek en wordt ook duidelijk hoe reëel sommige energiebesparingsopties zijn.

## 4 Werkwijze

Om de achtergronden van de grote spreiding in gasverbruik bij de teelt van tulpenbollen te achterhalen zijn 22 bedrijven geselecteerd uit de lijst tulpenbedrijven waarop tabel 1 gebaseerd is. Er is zodanig geselecteerd dat er evenveel bedrijven met een laag energieverbruik als met een hoog energieverbruik voorkomen. Vervolgens zijn de bedrijven bezocht waarbij middels een enquête relevante gegevens verzameld zijn mbt. gasverbruik, bedrijfsinrichtingen, apparatuurinstellingen, etc..

Om het elektraverbruik bij teelt en broei van tulpen in kaart te brengen zijn 5 representatieve tulpenbedrijven geselecteerd en zijn middels 2 bedrijfsbezoeken (tijdens het teeltseizoen en tijdens het broeiseizoen) de in gebruik zijnde elektrische machines en apparaten geïnventariseerd. Hiervan zijn vermogen bepaald en draaiuren geschat en zijn per bedrijf de maandelijkse elektrameterstanden opgenomen.

Om het elektra- en het gasverbruik bij de hyacintenteelt en – broei in kaart te brengen zijn 4 bedrijven geselecteerd die vrijwel uitsluitend hyacinten telen en/of broeien. Op deze bedrijven zijn dmv. 2 bedrijfsbezoeken de energiecijfers verzameld (gas en elektra), zijn machines en apparaten geïnventariseerd, het vermogen bepaald en draaiuren geschat, en zijn voor het gasverbruik relevante gegevens verzameld.

De bedrijfsbezoeken zijn uitgevoerd door DLV, analyse van de gegevens en rapportage door PPO.

## 5 Gasverbruik bij de teelt van tulpenbollen

### 5.1 Bedrijfsgegevens

De gegevens zijn verzameld dmv. een enquête en dmv. van waarnemingen tijdens het bedrijfsbezoek. De door de 22 deelnemende bedrijven (die op één na allen tulpen telen en broeien) verstrekte energiecijfers en enkele bedrijfsgegevens zijn samengevat in Tabel 2. Het gemiddelde gasverbruik per hectare voor drogen&bewaren, 1723 m<sup>3</sup>/ha, ligt ruim onder het in 1993 geschatte cijfer van 2826 m<sup>3</sup>/ha, maar boven de schatting van 1378 m<sup>3</sup>/ha uit 2001. De spreiding is erg groot: de gevonden standaardafwijking van 643 m<sup>3</sup>/ha, gedeeld door het gemiddelde (= de relatieve standaardafwijking =CV%), is 37%. Van de maandwaarden is de spreiding het grootst voor november, gevolgd door augustus en juni. Ook voor de algemene bedrijfsgegevens is de spreiding groot.

Tabel 2: Gasverbruik bij drogen & bewaren en enkele bedrijfsgegevens van de 22 geselecteerde tulpenbedrijven.

	eenheid	min	gemiddeld minus std	gemiddeld	gemiddeld plus std	max	CV%
Totale gasverbruik drogen&bewaren	m <sup>3</sup> /ha	817	1080	1723	2366	3175	37%
jun	m <sup>3</sup> /ha	0	56	188	320	415	70%
jul	m <sup>3</sup> /ha	18	312	536	760	1032	42%
aug	m <sup>3</sup> /ha	106	75	371	666	1505	80%
sep	m <sup>3</sup> /ha	69	126	233	341	500	46%
okt	m <sup>3</sup> /ha	57	110	238	367	512	54%
nov	m <sup>3</sup> /ha	0	0	156	340	541	117%
Areaal	ha	4	7	20	32	45	63%
Areaalsaandeel klei + zavel	%	0%	68%	90%	100%	100%	24%
Areaalsaandeel vroege teelt	%	0%	0%	6%	13%	19%	103%
Bollenopbrengst	m <sup>3</sup> /ha	15	25	35	45	57	30%
Celvolume per ha	m <sup>3</sup> /ha	48	81	126	171	199	36%
Aandeel plantgoed	%	17%	37%	54%	70%	88%	31%

De bedrijfsgegevens aangaande de droogwanden zijn samengevat in Tabel 3. Opvallend is de grote variatie in droogcapaciteit per ha.

Tabel 3: Bedrijfsgegevens droogwanden

Parameter	eenheid	min	gemiddeld minus std	gemiddeld	gemiddeld plus std	max	CV%
Aantal droogwanden	aantal	2	3	6	8	12	54%
kisten per wand	aantal	7	9	16	24	36	45%
gemiddelde maximale ventilatie	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> /uur	878	1468	2191	2915	3289	33%
droog capaciteit	m <sup>3</sup> bollen	24	40	82	125	192	52%
droog capaciteit per ha	m <sup>3</sup> bollen/ha	0,7	2,2	5,3	8,3	15,2	58%
snel droog uren	aantal	12	13	21	29	45	38%

De bedrijfsgegevens aangaande de bewaarcellen zijn samengevat in Tabel 4. Ook hier valt in het algemeen een forse spreiding op, vooral bij het ventilatie-debiet per hectare.



Tabel 4: Bedrijfsgegevens bewaarcellen

	eenheid	min	gemiddeld minus std	gemiddeld	gemiddeld plus std	max	CV%
Aantal cellen	aantal	2	3	6	8	10	40%
hoeveelheid bollen per cel	m <sup>3</sup> bollen/cel	37	69	115	162	219	40%
inhoud cel	m <sup>3</sup>	120	228	412	597	925	45%
Celbenutting	%	19%	18%	31%	43%	78%	41%
debiet ventilator (gemiddeld per cel)	m <sup>3</sup> /uur	4500	7703	13671	19638	27000	44%
debiet per m <sup>3</sup> cel	m <sup>3</sup> /uur	16	23	34	46	54	33%
debiet per hectare	m <sup>3</sup> /uur/ha	1610	2164	4307	6451	10000	50%
circulatiedebiet per ha	m <sup>3</sup> /uur/ha	3220	9847	19101	28354	34560	48%

De bedrijfsgegevens die voor het gasverbruik bepalend zijn, zijn samengevat in Tabel 5. De gemiddelde 1<sup>ste</sup> celdag is 17 juni, tussen 7 juni en 28 juni heeft 2/3 van de bedrijven één of meerdere cellen in gebruik genomen. De gewogen gemiddelde 1ste celdag staat voor een berekende datum waarin wordt meegenomen dat cellen op een bedrijf een verschillende inhoud hebben en op verschillende datums in gebruik worden genomen.

De ventilatiehoeveelheid wordt berekend door de maximale ventilatiecapaciteit per cel (in m<sup>3</sup>/uur) te vermenigvuldigen met de klepstand (meestal tussen de 30 – 100%) en te delen door het aantal kuub opgeslagen bollen. Per bedrijf wordt dan de gemiddelde ventilatie per periode gewogen naar celinhoud.

Tabel 5: Bedrijfsgegevens gasverbruik bepalende parameters bij het bewaren.

Parameter	eenheid	min	gemiddeld minus std	gemiddeld	gemiddeld plus std	max	CV%
1ste celdag	datum	1-jun	7-jun	17-jun	28-jun	12-jul	7%
gewogen gemiddelde 1ste celdag	datum	19-jun	19-jun	5-jul	21-jul	5-sep	16%
Ventilatie in periode 1	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> /uur	63	76	121	166	257	37%
Temperatuur in periode 1	°C	20,6	21,7	22,6	23,6	24,8	4%
duur periode 1	dagen	22	45	57	69	73	21%
Ventilatie in periode 2	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> /uur	29	52	89	126	156	41%
Temperatuur in periode 2	°C	20,0	19,8	20,4	21,0	22,0	3%
duur periode 2	dagen	11	18	23	29	30	25%
Ventilatie in periode 3	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> /uur	18	32	62	91	112	48%
Temperatuur in periode 3	°C	20,0	19,7	20,1	20,5	22,0	2%
duur periode 3	dagen	7	12	22	32	42	44%
gewogen gem. laatste celdag	datum	11-sep	27-sep	15-okt	2-nov	25-nov	17%
gemiddelde laatste celdag	datum	20-okt	28-okt	10-nov	23-nov	15-dec	9%
gewogen gemiddeld aantal celdagen	dagen	70	86	103	120	138	17%
totale bewaar periode	dagen	122	132	146	159	176	9%

De drie perioden worden onderscheiden op basis van ventilatiehoeveelheid (ingestelde klepstand): t/m augustus is deze meestal 100%, zakt in september naar 75%-60% en vervolgens naar 50% of minder. Voor het berekenen van de gemiddelde temperatuur is eenzelfde rekenmethode toegepast.

Opvallend is de hoge gemiddelde ventilatiehoeveelheid en vooral de uitschieters naar boven. Omdat bij de berekeningen van een maximale celbezetting is uitgegaan kunnen de ventilatiehoeveelheden (m<sup>3</sup>/uur/m<sup>3</sup> bollen) zelfs nog hoger zijn. Een andere belangrijke bron van variatie in gasverbruik is de bewaaringsduur: op sommige bedrijven zijn eind september de cellen al leeg, op andere pas in november, met een uitschieter tot in december.

Met een relatieve standaardafwijking (CV%) van 2-4% zijn de verschillen in gewogen gemiddelde bewaar temperatuur juist erg klein en zullen aan verschillen in gasverbruik dus weinig bijdragen. De door de bedrijven gehanteerde temperatuursinstellingen voor plantgoed, leverbaar en broeibollen zijn samengevat in tabel 6.

Tabel 6: Temperatuursinstellingen

Parameter	eenheid	min	gemiddeld minus std	gemiddeld	gemiddeld plus std	max	CV%
plantgoed 1 <sup>ste</sup> periode	°C	23,0	24,3	25,3	26,3	28,0	4%
plantgoed 2 <sup>de</sup> periode	°C	20,0	19,7	20,1	20,5	22,0	2%
leverbaar	°C	20,0	19,3	20,5	21,7	24,0	6%
broeibollen	°C	20,0	19,4	20,3	21,2	23,0	4%

In tabel 7 zijn de bedrijfsgegevens aangaande de teeltkalender samengevat. De kleinste spreiding ligt in de laatste rooidatum, de grootste spreiding ligt in het aantal dagen tussen de eerste celdag en de dag waarop met het pellen en sorteren wordt begonnen.

Tabel 7: Bedrijfsgegevens teeltkalender

	eenheid	min	gemiddeld minus std	gemiddeld	gemiddeld plus std	max	CV%
begin rooien	datum	26-mei	8-jun	18-jun	28-jun	30-jun	30%
eind rooien	datum	8-jul	14-jul	20-jul	27-jul	5-aug	19%
duur rooiperiode	dagen	16	21	33	44	55	35%
begin pellen/sorteren	datum	8-jun	23-jun	1-jul	10-jul	13-jul	26%
eind pellen/sorteren	datum	25-jul	24-jul	3-aug	13-aug	11-sep	31%
duur pel&sorteerperiode	dagen	21	22	33	44	61	34%
van begin rooien tot eind pellen&sorteren	dagen	42	47	65	84	106	28%
van 1ste celdag tot begin pellen	dagen	0	4	14	24	34	73%
van 1ste celdag tot laatste peldag	dagen	22	32	47	61	79	31%

Tot slot is in tabel 8 van de per bedrijf 10 belangrijkste soorten het areaalsaandeel aangegeven van vroege, middelvroege en late soorten, en van zuurgevoelige en zuurongevoelige soorten (bron: cultivarlijsten DLV). Het areaalsaandeel van de soorten die niet tot de 10 belangrijkste behoren, de "overige soorten" in de tabel, is een indicatie voor de soortendiversiteit per bedrijf.

Tabel 8: Areaalsaandeel per bedrijf van de 10 belangrijkste soorten en de overige soorten

	eenheid	min	gemiddeld minus std	gemiddeld	gemiddeld plus std	max	CV%
vroeg	%	0%	0%	15%	30%	60%	100%
middelvroeg	%	25%	32%	50%	69%	89%	36%
laat	%	0%	1%	5%	10%	13%	87%
overige soorten	%	0%	12%	28%	44%	52%	58%
zuurgevoelig*	%	0%	0%	8%	18%	40%	118%
zuurongevoelig*	%	15%	24%	40%	57%	75%	41%

\* gemiddeld zuurgevoelig buiten beschouwing gelaten

## 5.2 Gasverbruik bij het bewaren

Voor de analyse van de achtergronden van de spreiding in gasverbruik is de zg. contrast-analyse gebruikt: De 50% bedrijven met het laagste gasverbruik worden op de in het vorige hoofdstuk beschouwde parameters vergeleken met de 50% bedrijven met het hoogste gasverbruik. Van de parameters die het sterkst meevaren met deze vergelijking (de kans optoeval, p, zo klein mogelijk) worden de 50% bedrijven met de kleinste (onderste) waarden op hun beurt vergeleken met de 50% grootste (bovenste). Leidt dit tot significante verschillen in gasverbruik dan ligt voor de hand dat de betreffende parameter hier een rol bij speelt. Dan wordt nagegaan met welke andere parameters de betreffende parameter geassocieerd is.

Het gasverbruik per ha hangt het sterkst samen met 1) de totale bewaarduur, 2) de duur van de periode tussen de dag dat de eerste cel in gebruik wordt genomen en de dag dat met pellen wordt begonnen, en 3) de ventilatiehoeveelheid in de eerste bewaarperiode, tabel 9.

Tabel 9: Belangrijkste verklarende parameters voor de verschillen in gasverbruik.

Parameter	Eenheid	Onderste 50%	Bovenste 50%	p
<b>gasverbruik</b>	m <sup>3</sup> /ha	1245	2200	0,0000
totale bewaarduur	dagen	138	153	0,0037
van 1ste celdag tot begin pellen	dagen	7	21	0,0001
Ventilatie 1ste periode	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> /uur	96	147	0,0045

De verschillen tussen de bedrijven in ingestelde bewaartemperaturen zijn zo klein dat hiermee het verschil in gasverbruik niet verklaard kan worden (zie ook tabel 6). Ook in de, in het algemeen goede, kwaliteit van de bewaarcellen (isolatie e.d.) zijn geen grote verschillen.

Achtergronden bij een lange totale bewaarduur zijn een vooral latere laatste celdag: er wordt tot ver in november bewaard (laat planten en/of laat broeien), waardoor het gasverbruik in de maand november hoger is. Ook het einde van de rooiperiode is later in het seizoen, terwijl het begin van de rooiperiode niet verschilt. Mogelijk hangt dit samen met een diverser soortenassortiment van bedrijven met een lange bewaarduur: het areaalsaandeel van de 10 belangrijkste soorten is 64% tov. 80% bij de bedrijven met een kortere bewaarduur, tabel 10.

Bedrijven met veel nieuwe soorten nemen weinig risico door deze later in het seizoen te broeien. Een reden om laat te planten is een te hoge bodemtemperatuur bij een warme herfst wat tot een verhoogd risico op zuur en andere ziekten leidt.

Tabel 10: Belangrijkste achtergronden bij de verschillen in bewaarduur

Parameter	Eenheid	Onderste 50%	Bovenste 50%	p
<b>totale bewaarduur</b>	dagen	135	156	0,0000
gasverbruik	m <sup>3</sup> /ha	1445	2001	0,0395
laatste celdag	datum	1-nov	19-nov	0,0005
einde rooiperiode	datum	17-jul	24-jul	0,0041
aandeel 10 belangrijkste soorten	%	80%	64%	0,0168
gasverbruik november	m <sup>3</sup> /ha	14	298	0,0001

Een hoger gasverbruik hangt ook samen met een langere periode tussen de 1<sup>ste</sup> celdag en het begin van het pellen&sorteren. De achtergrond hierbij is dat de opbrengst van een hectare tulpen na het spoelen ongeveer 50 m<sup>3</sup> bollen is (bruto), terwijl dat na pellen&sorteren ongeveer 35 m<sup>3</sup> bollen is (netto). Hoe meer tijd tussen de 1<sup>ste</sup> celdag en het pellen&sorteren, hoe langer er per hectare 50 ipv. 35 kisten bewaard moeten worden. Ventileert men op basis van m<sup>3</sup> kistvulling, dan moet er per hectare meer geventileerd worden en dus meer gas worden verbruikt. Zou men uitsluitend op basis van m<sup>3</sup> bollen ventileren, dan is zolang de bollen nog niet gepeld en gesorteerd zijn, ventileren met 70 m<sup>3</sup> lucht/uur per m<sup>3</sup> kistvulling voldoende om op 100 m<sup>3</sup> lucht/uur per m<sup>3</sup> geschoonde bollen uit te komen. Achtergronden voor een langere periode tussen de 1<sup>ste</sup> celdag en het begin van het pellen&sorteren zijn een 1<sup>ste</sup> celdag vroeger in het seizoen, gecombineerd met later beginnen met pellen, tabel 11. Reden hiervoor zou kunnen zijn dat men meent dat hierdoor de kans op zuur verkleind wordt. Dat deze groep ook ver boven de norm ventileert zou hier ook op kunnen duiden. Het advies is om in het algemeen binnen een week na het rooien met pellen te beginnen, maar bij partijen met zuur minimaal 3 weken later. Het celvolume per hectare is flink groter bij deze groep (niet méér cellen, maar grotere), wat misschien ook een reden is om geen haast met pellen te maken. Het gasverbruik per hectare is vooral in augustus en september hoger.

Tabel 11: Belangrijkste achtergronden bij de verschillen in tijd tussen de 1ste celdag en het begin van het pellen

Parameter	Eenheid	Onderste 50%	Bovenste 50%	p
<b>van 1ste celdag tot begin pellen</b>	dagen	6	22	0,0000
gasverbruik	m <sup>3</sup> /ha	1383	2135	0,0051
1ste celdag	datum	24-jun	12-jun	0,0296
begin pellen&sorteren	datum	29-jun	5-jul	0,0893
celvolume per hectare	m <sup>3</sup> /ha	103	147	0,0331
debiet per ha	m <sup>3</sup> /uur/ha	3092	5679	0,0055
Ventilatie 1ste periode	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> /uur	101	144	0,0360
gasverbruik augustus	m <sup>3</sup> /ha	256	485	0,0802
gasverbruik september	m <sup>3</sup> /ha	178	288	0,0127

De belangrijkste achtergronden bij de verschillen in ventilatiehoeveelheid, tabel 12, liggen in een fors grotere ventilatiecapaciteit per cel, per hectare en per celvolume. Aangezien volgens de enquêtegegevens de klepstand t/m augustus altijd op 100% staat, leidt dit tot te zwaar ventileren en hierdoor tot een hoger gasverbruik. Tov. het areaal *en* tov. het celvolume is de ventilatiecapaciteit te groot.

Tabel12: Belangrijkste achtergronden bij de verschillen in de ventilatiehoeveelheid

Parameter	Eenheid	Onderste 50%	Bovenste 50%	p
<b>Ventilatie 1ste periode</b>	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> /uur	89	153	0,0001
gasverbruik	m <sup>3</sup> /ha	1433	2013	0,0307
Ventilatie 2de periode	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> /uur	66	112	0,0015
debiet ventilator (gemiddeld per cel)	m <sup>3</sup> /uur	10647	16695	0,0134
debiet per celvolume	m <sup>3</sup> /uur/m <sup>3</sup>	27	41	0,0023
debiet per ha	m <sup>3</sup> /uur/ha	2969	5646	0,0024

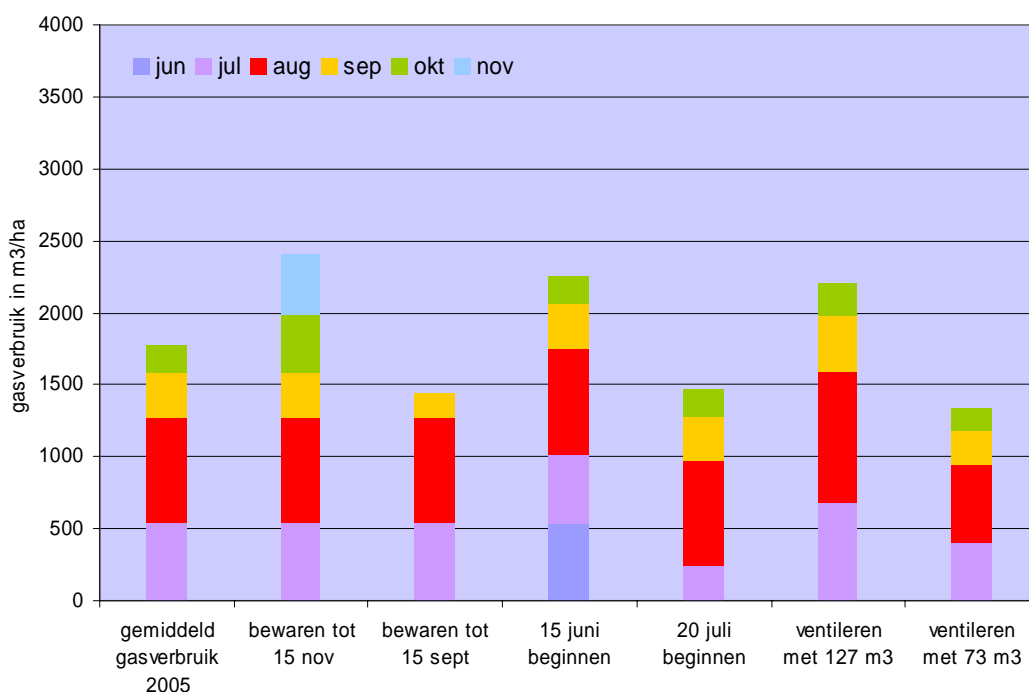
Omdat het aantal deelnemende bedrijven relatief klein is (n = 22) en sommige factoren verstrengeld zijn (laat beginnen met pellen gaat bijvoorbeeld samen met extra veel ventileren in het begin van de bewaarperiode), is het onmogelijk uit deze dataset de effecten van de afzonderlijke factoren en hun combinaties te kwantificeren. Op basis van modelmatige berekeningen met de gewogen gemiddelde bedrijfsgegevens uit tabel 5 en maandtemperaturen van 2005 zijn toch enkele indicaties van de effecten aan te geven: tabel 13. In deze tabel zijn het effect van een bewaarduur tot 15 november en tot 15 september per maand doorberekend en vergeleken met de gemiddelde bewaarduur tot 15 oktober. Op dezelfde manier zijn ventileren met 73, 100 en 127 m<sup>3</sup>/uur vergeleken, en het effect van het pas 30 dagen na de oogst beginnen met pellen en sorteren. Ook combinaties zijn hierin doorberekend. In de figuur a en figuur b zijn de resultaten van tabel 13 in beeld gebracht.

Tabel 13: modelmatig berekende effecten op het gasverbruik van bewaarduur, ventilatiehoeveelheid en het aantal dagen tussen sneldrogen en pellen.

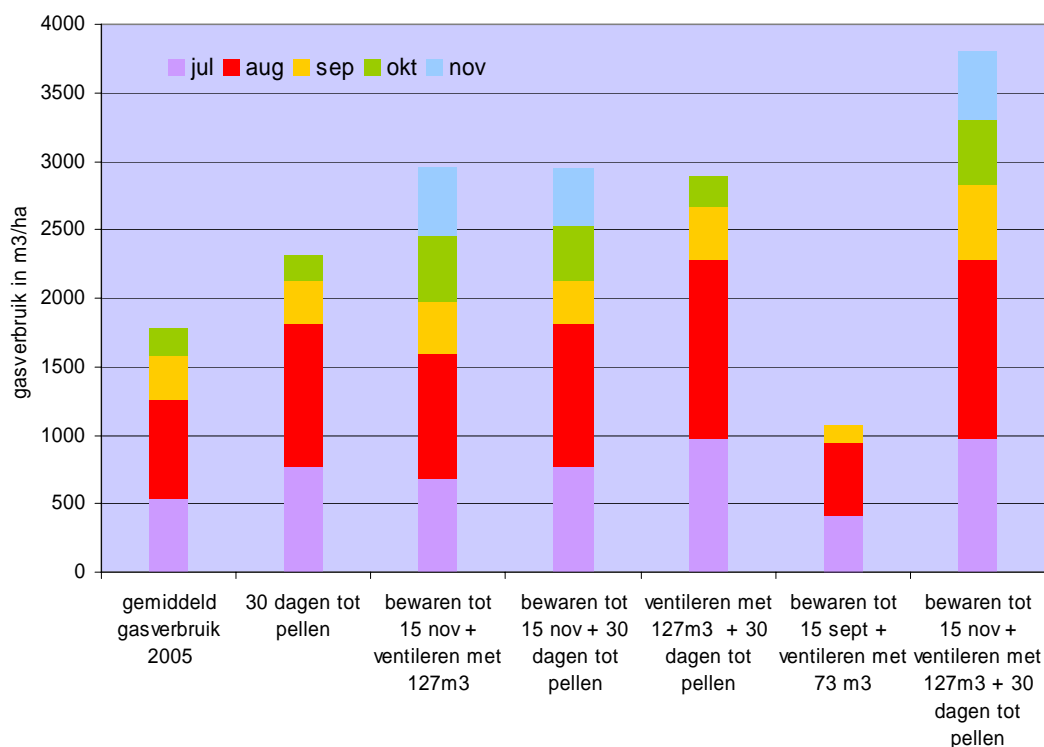
maand	gemiddeld gasverbruik 2005	A bewaren tot 15 nov	B ventileren met 127 m3	C 30 dagen 50 kisten ipv 35	A+B	A+C	B+C	A+B+C	D 15 juni beginnen
jun	0	0	0	0	0	0	0	0	535
jul	542	542	681	775	681	775	973	973	484
aug	726	726	912	1037	912	1037	1302	1302	726
sep	313	313	387	313	387	313	387	553	313
okt	193	399	228	193	471	399	228	471	193
nov	0	426	0	0	503	426	0	503	0
<b>totaal</b>	<b>1775</b>	<b>2406</b>	<b>2208</b>	<b>2318</b>	<b>2954</b>	<b>2950</b>	<b>2890</b>	<b>3802</b>	<b>2250</b>
extra gasverbruik tov. het gemiddelde		632 36%	433 24%	544 31%	1179 66%	1175 66%	1116 63%	2027 114%	476 27%

maand	bewaarduur tot 15 sept	ventileren met 73 m3	20 juli beginnen
jun	0	0	0
jul	542	404	241
aug	726	541	726
sep	170	239	313
okt	0	155	193
nov	0	0	0
<b>totaal</b>	<b>1438</b>	<b>1338</b>	<b>1473</b>
verminderd gasverbruik tov. het gemiddelde	-336 -19%	-437 -25%	-301 -17%



Figuur a: Effecten van verschillende bewaarperiodes en ventilatiehoeveelheden op het maandelijks en totale gasverbruik.



Figuur b: Combinaties van effecten van o.a. bewaarperiodes en ventilatiehoeveelheid.

### 5.3 Gasverbruik bij het drogen

Het grootste deel van de telers (86%) droogt de bollen op basis van een temperatuurverschil met de buitenlucht ("delta T"), de rest op basis van vochtdeficit. Het door deze bedrijven meest toegepaste droogstelsel is het drogen op sloffen, zie tabel 14. Dit heeft te maken met de regio: in West-Friesland en de Flevopolder wordt vooral het sloffensysteem toegepast, in de zandregio's meer het 1- of 2-laagssysteem. Op het gasverbruik heeft dit op zich geen invloed, maar de gemiddelde maximale luchthoeveelheid bij sloffendrogers is met 2460 m³/m³/uur flink hoger dan de 1640 m³/m³/uur bij de 2-laagdrogers (p=0.0115). Achtergrond hierbij is dat het areaalsaandeel kleitulpjes bij de sloffendrogers 54% is, en bij de 2-laagdrogers 22% (p=0.0568). Daar het gemiddeld aantal sneldrooguren voor beide groepen gelijk is (21 uur), zou er toch een klein verschil in gasverbruik moeten zijn. Uit de gasverbruikscijfers van de bedrijven kan echter niet worden afgeleid welk deel aan drogen toegeschreven kan worden. Modelberekening laten zien dat dit deel minder dan 10% is, zodat eventuele grote verschillen tussen de bedrijven in gasverbruik voor drogen schuil gaan achter de verschillen in gasverbruik voor bewaren.

Tabel 14: Droog en bewaarstelsel palletkisten

	Sloffen	1-laags	2-laags
Drogen	68%	5%	27%
Bewaren	-	27%	73%

Verschillen in het aantal sneldrooguren hebben als achtergrond een verschil in droogcapaciteit/ha, tabel 15. Bedrijven die per kist minder uren sneldrogen hebben ook een lagere droogcapaciteit. Mogelijk wordt hierdoor eerder met rooien begonnen en duurt de rooiperiode langer. Opvallend is ook dat het

areaalsaandeel zuurgevoelige soorten bij de groep die korter sneldroogt groter is. Zuurgevoelige soorten worden zo vroeg mogelijk geoogst.

Tabel 15: Belangrijkste achtergronden bij de verschillen in het aantal sneldrooguren

Parameter	Eenheid	Onderste 50%	Bovenste 50%	p
<b>aantal sneldrooguren</b>	uren	15	27	0,0001
1ste celdag	datum	12-jun	23-jun	0,0101
droogcapaciteit	m <sup>3</sup> /ha	4,0	6,6	0,0452
duur rooiperiode	dagen	39	26	0,0061
areaalsaandeel zuurgevoelige soorten	%	13%	3%	0,0303
areaalsaandeel ongevoelige soorten	%	31%	51%	0,0057

Uit de enquête blijkt ook dat het overgrote deel van de bedrijven (86%) met kaslucht droogt. Dit zou betekenen dat voor drogen gemiddeld fors minder gas verbruikt wordt dan door modelberekeningen wordt geschat.

Een vergelijking tussen het modelmatig berekende gemiddelde gasverbruik voor drogen en voor bewaren (resp. 139 en 1775 m<sup>3</sup>/ha op basis van maandtemperaturen in 2005 *en* de gewogen gemiddelde gegevens uit tabel 5) met het gemiddelde gasverbruikcijfer van de bedrijven (1723 m<sup>3</sup>/ha) maakt dit aannemelijk, tabel 15. De overschatting van het gasverbruik door het rekenmodel daalt van 11% naar 3% als het energieverbruik voor drogen daalt van 139 naar 0 m<sup>3</sup>/ha. De besparing op gasverbruik door drogen met kaslucht wordt geschat op 30 – 50%, zodat de overschatting door het rekenmodel uitkomt op 7-9%. Vermoedelijk wordt dit veroorzaakt door een ventilatordebiet dat in werkelijk iets lager ligt dan het opgegeven maximale debiet, gecombineerd met debiet dat niet precies evenredig is met de opgegeven klepstand (bv. bij een klepstand van 85% is het debiet mogelijk 80%).

Tabel 16: Gemiddelde maandtemperaturen (°C), en het berekende en werkelijke gemiddelde gasverbruik voor drogen en bewaren.

Maand	30-jaars gemiddelde	Gasverbruik m <sup>3</sup> /ha	Schiphol 2005	Den Helder 2005	gem. 2005	Gasverbruik m <sup>3</sup> /ha (2005)
juni	15,5		16,8	15,4	16,1	0
juli	17,0	581	17,7	16,8	17,3	542
aug	16,8	698	16,4	16,2	16,3	726
sept	14,3	494	16,4	16,3	16,4	313
okt	10,0	338	13,6	13,7	13,7	193
nov	5,9		7,4	8,5	8,0	0
Berekend gasverbruik voor bewaren		2111				1775
Berekend gasverbruik voor drogen		139				139
Totaal berekend gasverbruik		2250				1914
Gemiddelde gasverbruik (drogen <i>plus</i> bewaren) deelnemers E-stroom onderzoek						1723
Overschatting door het rekenmodel						+ 11%
Overschatting door het rekenmodel exclusief drogen						+ 3%

## 5.4 Conclusies en aanbevelingen

Op bijna alle beschouwde punten, met uitzondering van ingestelde bewaartemperaturen, zijn de verschillen tussen de bedrijven erg groot. De oorzaken voor laag/hoog gasverbruik zijn divers.

Het gasverbruik voor (snel)drogen is in vergelijking met het gasverbruik voor bewaren te klein om tussen de bedrijven verschillen in het totale gasverbruik te veroorzaken: eventuele grote verschillen in gasverbruik voor drogen gaan schuil achter de verschillen in gasverbruik per hectare.

Opvallende punten bij het sneldrogen die van invloed op het gasverbruik zijn:

- 86% van de bedrijven droogt met (warme) kaslucht.
- 68% van de bedrijven droogt met het stoffensysteem en ventileren daarbij gemiddeld met 2460 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>/uur, 27% droogt met het 2-laagssysteem en ventileren gemiddeld met 1640 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>/uur (achtergrond hierbij is dat het areaalsaandeel kleitulpen bij stoffendrogers 54% is, bij 2-laagsdrogers 22%)
- Een kortere sneldroogtijd hangt samen met kleinere droogcapaciteit per hectare, gecombineerd met eerder in het seizoen met rooien beginnen en een langere rooiperiode.

Een hoog gasverbruik per ha hangt vooral samen met:

- Een langere bewaarduur tot laat in het seizoen (mogelijk samenhangend met een grotere soortendiversiteit).
- Een langere periode tussen de 1<sup>ste</sup> celdag en de 1<sup>ste</sup> peldag door eerder in het seizoen met rooien te beginnen en later met het pellen te beginnen. Hierdoor is per hectare de hoeveelheid bewaard product groter. Dit hangt o.m. samen met een per hectare groter beschikbaar celvolume.
- Een grotere ventilatiehoeveelheid (m<sup>3</sup> lucht/m<sup>3</sup> bollen/uur), die samenhangt met een per cel en per hectare (te) groot geïnstalleerde ventilatiecapaciteit.

Het tweede punt, en ook het derde punt bij sneldrogen, is mogelijk te herleiden tot:

- Of een niet-optimale interne bedrijfslogistiek (droog- en bewaarcapaciteit, en vermoedelijk ook de pel- en sorteercapaciteit, zijn niet optimaal afgestemd op elkaar en op de areaalsgrootte),
- en/of een niet-optimale bedrijfsinrichting (ligging en grootte van de verschillende bedrijfsruimtes zijn niet optimaal op elkaar afgestemd),
- en/of een beperkte beschikbaarheid van arbeidskrachten.

Het punt van de (te) grote ventilatiecapaciteit is te herleiden tot het niet optimaal afstemmen van de ventilatiehoeveelheid (bv. dmv. de klepstand) op de celinhoud. Vermoedelijk uit angst voor ethyleen ventileert de meerderheid van de bedrijven ruim tot zeer ruim boven de norm. Het toepassen van een ethyleensensor is hier de oplossing voor.

Om het gasverbruik per ha terug te dringen wordt aanbevolen om:

- Van elke cel een klepstandkarakteristiek te maken (dwz. het verband te bepalen tussen verschillende klepstanden en de resulterende ventilatiehoeveelheid). De ventilatiehoeveelheid is dan nauwkeuriger af te stemmen op de celinhoud. (Opm.: bij computergeregelde ventilatie is dit in principe al gedaan.)
- Vooral op de met ventilatoren zwaarder uitgeruste cellen een frequentieregelaar te plaatsen. Dit maakt afstemming flexibel en bespaart ook nog eens op elektra.
- Na te gaan, voor zover soortendiversiteit en marktsegment dat toestaan, hoe de interne logistiek en de bedrijfsinrichting verbeterd kunnen worden, zodat bv. de periode tussen drogen en pellen/sorteren geminimaliseerd wordt.
- Na te gaan of het niet juist is te ventileren op basis van de netto hoeveelheid bollen, zodat indien de norm van 100m<sup>3</sup>/uur gehanteerd wordt voor gepelde en gesorteerde bollen, er met 70 m<sup>3</sup>/uur volstaan kan worden voor on-gepelde/-gesorteerde bollen. (Dit zou dit jaar alleen al 400-500 m<sup>3</sup> gas/ha bespaard hebben.) (Opm.: bij gebruik van een (eventueel mobiele) ethyleensensor wordt dit



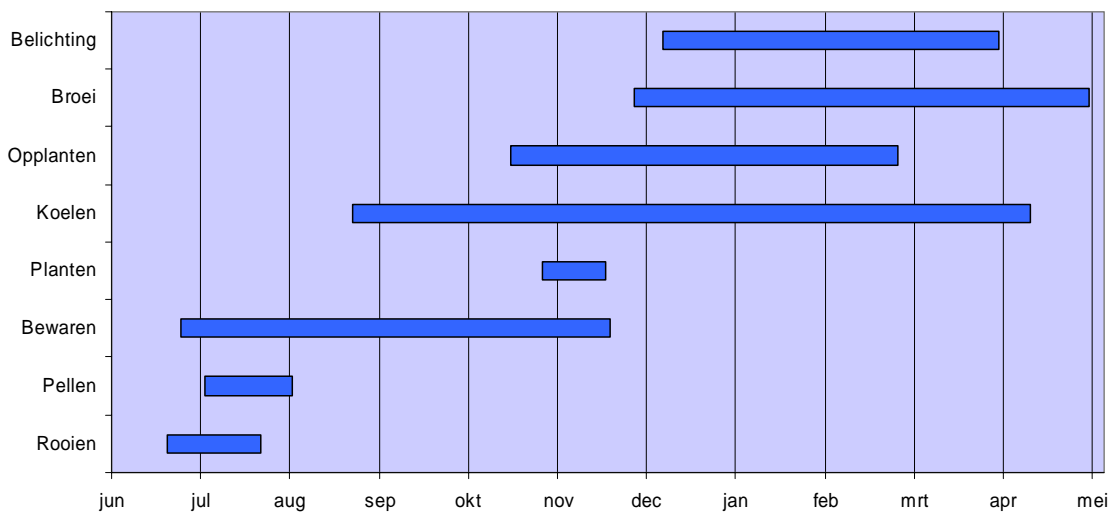
probleem omzeild.)

- Een ethyleensensor te gebruiken om de werkelijke ventilatiebehoefte te kunnen bepalen. Voor de bedrijven die nu ver boven de norm ventileren zou dat heel veel gas kunnen besparen.
- Na te gaan of ook bij het bewaren warme kaslucht gebruikt kan worden.
- Voorstellen voor energiebesparende maatregelen strak toe te spitsen op het individuele bedrijf, daar de achtergronden van hoog gasverbruik zeer divers zijn.

## 6 Elektraverbruik bij teelt en broei van tulpen

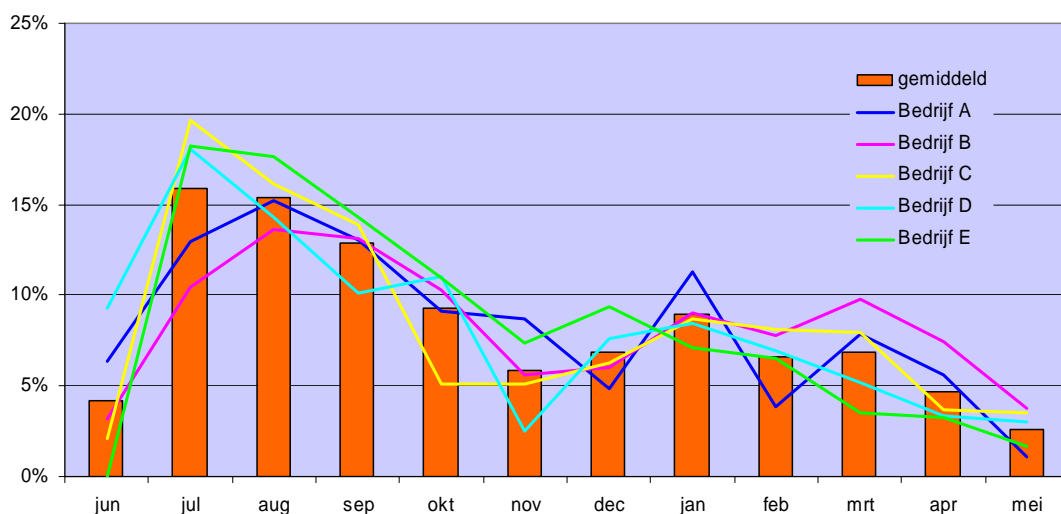
### 6.1 Teeltkalender en maandelijks elektraverbruik

De gemiddelde teeltkalender van de 5 bezochte bedrijven is samengevat in Figuur 1. Hierin is geen onderscheid gemaakt tussen de opplantperiode voor broei op potgrond en broei op water. Onder de post "Pellen" wordt ook het sorteren en tellen samengevat.



Figuur 1: Gemiddelde kalender teelt en broei van tulp

Het maandelijks elektraverbruik per bedrijf en het gemiddelde verbruik zijn aangegeven in figuur 2. Het elektraverbruik is aangegeven in het percentage van het jaarlijkse verbruik. De maanden juli t/m september zijn gemiddeld goed voor bijna 45% van het jaarlijkse verbruik.



Figuur 2: Relatieve verdeling elektraverbruik teelt en broei van tulp

Productiegegevens, en het jaarlijkse volgens de meterstanden gemeten elektraverbruik en het berekende elektraverbruik zijn samengevat in tabel 17.

Tabel 17 : Productiegegevens, en bemeterd en berekend jaarlijks elektraverbruik.

	teelt:ha	broei:mln	potgrond	water	kWh totaal		
					meterstand	berekend	verklaard
Bedrijf A	11,5	5	0%	100%	273046	157170	58%
Bedrijf B	12	2,9	15%	85%	285289	175346	61%
Bedrijf C	19	1,5	33%	67%	237210	148742	63%
Bedrijf D	12,5	3	100%	0%	150185	147187	98%
Bedrijf E	60	27	7%	93%	935936	713673	76%
Gemiddeld	23	7,88	31%	69%	376333	268424	71%

## 6.2 Elektraverbruik en productieproces

De gehanteerde methode om het elektraverbruik te bepalen (vermogen maal draaiuren van machines en apparaten) onderschat systematisch het werkelijke energieverbruik, tabel 17. Gemiddeld wordt 71% van het werkelijke elektraverbruik door de berekeningen verklaard.

Uitgaande van het berekende verbruik is de verdeling over de verschillende productieprocessen bij de teelt samengevat in tabel 18, bij de broei samengevat in tabel 19.

Tabel 18: Berekend elektraverbruik per hectare voor de productieprocessen bij de teelt.

Bedrijf	Tot	verklaard	spoelen	drogen	ventilatie	circulatie	ellen	heftrucks
Bedrijf E	6501	77%	130	422	908	3891	624	525
Bedrijf A	8239	64%	0	222	1214	5920	407	475
Bedrijf B	7574	64%	0	330	1862	4489	375	518
Bedrijf D	6113	86%	31	308	541	3741	1183	309
Bedrijf C	5493	71%	0	410	624	3420	705	334
gemiddeld	6784	72%	32	339	1030	4292	659	432
			0%	4%	11%	45%	7%	5%
Gewogen	6578	74%	71	378	952	4062	650	464
			1%	6%	14%	62%	10%	7%

Tabel 19: Berekend elektraverbruik per 1000 stk voor de productieprocessen bij de broei.

Bedrijf	Tot	verklaard	koelen	opplanten	kas	belichting	bossen	heftrucks
Bedrijf E	11,99	75%	10,43	0,13	0,00	0,00	0,93	0,50
Bedrijf A	12,48	50%	7,81	0,36	0,00	2,50	1,07	0,75
Bedrijf B	29,12	59%	17,95	0,22	0,00	9,45	0,48	1,02
Bedrijf D	23,59	110%	12,45	0,18	3,07	5,97	0,94	0,99
Bedrijf C	29,58	49%	10,95	0,68	3,90	10,85	0,81	2,40
gemiddeld	21,35	69%	11,92	0,31	1,39	5,75	0,84	1,13
			56%	1%	7%	27%	4%	5%
Gewogen	14,86	73%	10,83	0,19	0,38	1,88	0,91	0,68
			73%	1%	3%	13%	6%	5%

De onderschattingen door de gebruikte methode komen bij de teelt vermoedelijk vooral door onderschattingen van het elektraverbruik bij spoelen, ellen (incl. sorteren) en het gebruik van heftrucks. Het berekende elektraverbruik bij drogen, ventileren en circuleren, komt nl. redelijk overeen met getallen uit

tabel 1, en de periodes waarin de bewaarcellen (continue) in gebruik zijn, zijn langer en beter geregistreerd, zodat de kans op onderschatting kleiner is. Voor broei geldt eenzelfde redenering bij het gebruik van de koelcel en de belichting in de kas: de onderschattingen zitten vooral in het elektraverbruik bij opplanten, bossen en het gebruik van heftrucks. Daarnaast is van een aantal bedrijven de dataset mbt. elektraverbruik in de kas niet volledig of verwaarloosbaar.

De draaiuren bij het machinegebruik bij de teelt en bij de broei worden vermoedelijk vooral onderschat door het niet meenemen van de zg. kleine klusjes tussendoor, zoals plantgoed sorteren, uitzoeken en tellen, het opladen van de accu van de veegmachine, etc..

Een methode om de verdeling van het totale volgens meterstanden vastgestelde elektraverbruik over teelt en broei in te schatten, is door dit per maand in te schatten en vervolgens over het jaar op te tellen. Zo is voor de maanden december t/m april 100% van het elektraverbruik voor de broei, en in de maanden mei t/m augustus 100% voor de teelt. Voor september t/m november moet de verdeling dan geschat worden. Met deze methode komt het totale elektraverbruik voor teelt en voor broei op zoals samengevat in respectievelijk tabel 20 en 21.

Tabel 20: Gecorrigeerd elektraverbruik per hectare voor de productieprocessen bij de teelt.

Bedrijf	Tot	spoelen	drogen	ventilatie	circulatie	pellensorteren	heftrucks
Bedrijf E	8428	326	422	908	3891	1563	1316
Bedrijf A	12925	0	222	1214	5920	2570	2998
Bedrijf B	11764	0	330	1862	4489	2135	2949
Bedrijf D	7086	50	308	541	3741	1939	506
Bedrijf C	7749	0	410	624	3420	2236	1060
gemiddeld	9590	75 1%	339 4%	1030 11%	4292 45%	2089 22%	1766 18%
Gewogen	8968	176 2%	378 4%	952 11%	4062 45%	1876 21%	1524 17%

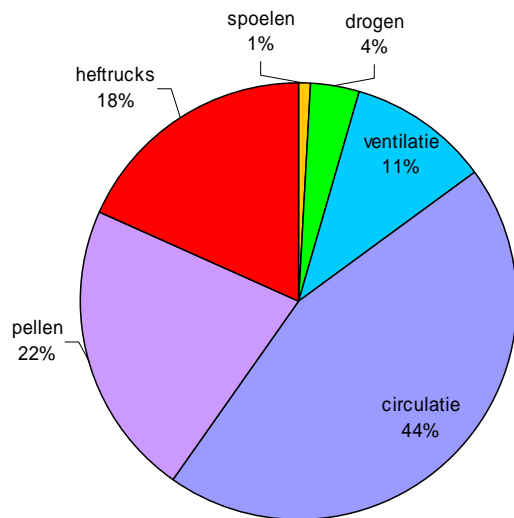
Tabel 21: Gecorrigeerd elektraverbruik per 1000 stk voor de productieprocessen bij de broei.

Bedrijf	Tot	koelen	opplanten	kas	belichten	bossen	heftrucks
Bedrijf E	15,94	10,43	0,45	0,00	0,00	3,28	1,77
Bedrijf A	24,88	7,81	2,40	0,00	2,50	7,17	5,00
Bedrijf B	49,70	17,95	2,80	0,00	9,45	6,27	13,23
Bedrijf D	21,36	12,45	0,10	1,74	5,97	0,53	0,56
Bedrijf C	59,98	10,95	3,32	19,14	10,85	3,95	11,77
gemiddeld	34,37	11,92 35%	1,81 5%	4,18 12%	5,75 17%	4,24 12%	6,47 19%
Gewogen	21,65	10,83 50%	0,95 4%	0,86 4%	1,88 9%	3,81 18%	3,31 15%

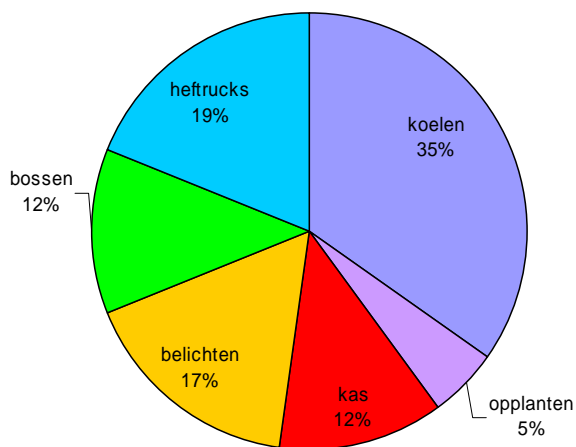
Het evenredig verdelen van het verschil tussen het volgens deze methode bepaalde elektraverbruik voor de teelt en het volgens de methode "vermogen x draaiuren" bepaalde verbruik, over spoelen, pellen&sorteren en heftrucks geeft dan de schattingen over de verschillende productieprocessen bij de teelt, tabel 20. Eenzelfde benadering voor de broei verdeelt het verschil over opplanten, kas, bossen en heftrucks en geeft de schattingen over de verschillende productieprocessen bij de broei, tabel 21.

Circulatie is bij de teelt nog steeds de belangrijkste energiepost (45%), maar wordt benaderd door de som van het machinegebruik (40%), zie ook figuur 3.

Bij de broei is het koelen nog steeds de grootste energiepost, maar wordt gevolgd door het bossen en voor sommige bedrijven door het gebruik van heftrucks, zie ook figuur 4.



Figuur 3: Verdeling energieverbruik over de productieprocessen bij de teelt



Figuur 4: Verdeling energieverbruik over de productieprocessen bij de broei

Vergeleken met elektraverbruikscijfers uit oudere bronnen is er bij de onderzochte groep telers/broeiers in de teelt een forse toename van de post machines (toen “overig”), van een factor 4-6. Ook ventileren en circuleren ligt hoger, nl. 40-50%, tabel 22.

Bij de broei is de toename nog forser: afhankelijk van de bron waarmee vergeleken wordt ligt het elektraverbruik een factor 3 tot 11 hoger. Achtergronden hierbij zijn o.a. dat nu vrijwel alle tulpen in koelcellen gekoeld worden.

Tabel 22: Vergelijking elektraverbruikcijfers uit dit onderzoek met oudere bronnen.

Bronnen:				Dit onderzoek			
	Proces	Teelt	Broei	Teelt	Toename	Broei	Toename
Tebodin 1993	Drogen	300		339	13%		
	Ventilatie	3522		5322	51%		
	Circulatie	600		3930	555%		
	Overig	4422	3,10	9590	117%	34,37	1009%
	Totaal						
EBP- enquête 2001	Totaal	8339	24,40	9590	15%	34,37	41%
PPO-Rekenmodel	Drogen	300		339	13%		
	Ventilatie	622		1030	66%		
	Circulatie	3109		4292	38%		
	Koeling	-	12,20			11,92	-2%
	Overig	900		3930	337%		
	Totaal	4931	12,20	9590	94%	34,37	182%

## 6.3 Bevindingen & Conclusies

Met betrekking tot het elektraverbruik zijn de volgende bevindingen en conclusies samen te vatten:

- De “Vermogen X Draaiuren Methode” leidt systematisch tot een onderschatting van het elektraverbruik.
- Bij de teelt komt deze onderschatting vooral op rekening van de energieposten Spoelen, Pellen & Sorteren en Heftrucks.
- Bij de broei vooral op rekening van de energieposten Opplanten, Kas en Bossen.
- Een van de moeilijkheden bij deze energieposten is het registreren van het aantal draaiuren, bijvoorbeeld mbt. de zg. kleine klusjes tussendoor.
- De berekeningen voor Drogen, Ventileren en Circuleren bij de teelt, en Koelen en Belichting bij de broei zijn wel redelijk berekend.
- Met de methode “elektraverbruik per maand” is de verdeling over teelt en broei van het door middel van meterstanden vastgestelde verbruik goed te schatten.
- Combinatie van de twee methoden geeft een goed beeld van de verdeling van het elektraverbruik over de verschillende productieprocessen bij teelt en broei.
- In de teelt is na circulatie (45%), pellen & sorteren de tweede (22%) en heftrucks (18%) de derde energiepost.
- In de broei is na koeling (35%), heftrucks de tweede (19%) en belichting (17%) de derde energiepost.

Vergeleken met schattingen in 1993 kan geconcludeerd worden dat:

- Het elektraverbruik voor ventileren en circuleren met 50% is toegenomen (vermoedelijk door het toegenomen gebruik van kuubskisten), voor drogen is het verbruik nauwelijks toegenomen.
- Het elektraverbruik voor machines in de teelt (toen geschat op 600 tot 900 kWh/ha) met een factor 4-6 toegenomen is tot gemiddeld 3930 kWh/ha.
- Het totale elektraverbruik voor de broei is toegenomen van 3,1 kWh/1000 stuks tot gemiddeld 34,4 kWh/1000 stuks

Energiezuiniger apparaten en machines, en terugregelen met frequentieregelaars zou het elektraverbruik kunnen terugdringen. Ook zou onderzocht moeten worden in hoeverre het onttrekken van warmte (koeling) gekoppeld zou kunnen worden aan het verbruik van warmte (bewaring, kas).

## 7 Energieverbruik bij teelt en broei van hyacint

### 7.1 Energieverbruik

Anders dan bij teelt en broei van tulp, bestaan er nauwelijks in hyacint gespecialiseerde bedrijven. Om een indruk te krijgen van het energieverbruik bij teelt en broei van hyacint zijn 4 bedrijven gevonden die, op kleine nevenactiviteiten na, in teelt en/of broei van hyacint gespecialiseerd zijn. De productiegegevens van deze bedrijven zijn samengevat in tabel 23.

Tabel 23: Productiegegevens

Bedrijf	Teelt (ha)	Broei (1000 stk)	soort
Bedrijf A	2,75	823	pot
Bedrijf B	22,6	-	
Bedrijf C	12,2	-	
Bedrijf D	-	1280	snij

Schattingen uit 1993 (Tebodin/DLV) en schattingen uit de gegevens over het jaar 2001 van 13 deelnemers aan de MJA-e die hoofdzakelijk hyacint teelden en/of broeiden zijn samengevat in tabel 24. Zowel gas- als elektraverbruik/ha worden in 2001 hoger ingeschat dan in 1993, gasverbruik bij de broei juist lager.

Tabel 24: Energieverbruik hyacint uit andere bronnen.

				Energieverbruik hyacint (EBP 2001, n=13)				
				Tebodin 1993	gemiddeld	STD	STD%	p
Teelt	gas	m <sup>3</sup> /ha	4010	5711	529	9,3%	0,0000	
	elektra	kWh/ha	5445	16199	2249	13,9%	0,0001	
Broei			9188					
	gas	m <sup>3</sup> /1000 st	24,8	21,7	1,9	8,9%	0,0000	
			40,5					
	elektra	kWh/1000 st	-	64,7	8,4	12,9%	0,0001	

Het energieverbruik voor teelt en broei van de 4 bezochte hyacintenbedrijven is samengevat in tabel 25.

Tabel 25: Gas- en elektraverbruik in teelt en broei

Bedrijf	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /1000 stks	kWh/ha	kWh/1000 stks
Bedrijf A	9048	21,95	25259	29,4
Bedrijf B	3161	-	5870	-
Bedrijf C	2096	-	4560	-
Bedrijf D	-	16,81	-	24,6
gemiddeld	4768	19,38	11896	27,0

Het energieverbruik van bedrijf A is opvallend hoger dan dat van de andere bedrijven, maar het gemiddelde verbruik is in lijn met de cijfers uit tabel 24. Uitzondering hierop is het elektraverbruik bij de broei, dat bij de MJA-e deelnemers meer dan twee maal zo hoog is.

Een mogelijke verklaring voor het hoge energieverbruik van bedrijf A ligt in de grote ventilatie- en circulatiehoeveelheden, tabel 26. De tabel laat ook zien dat de verschillen tussen de bedrijven op dit punt erg groot zijn.

Tabel 26: Gemiddelde maximale ventilatie en circulatie (m3/m3 bollen) per bedrijf

Bedrijf	Ventilatie			Circulatie		
	heetstook	holbollen	overige bewaring	heetstook	holbollen	overige bewaring
Bedrijf A	195	1684	335	1042	3228	1062
Bedrijf B	112	63	126	853	1297	1773
Bedrijf C	117	71	-	496	271	-
Bedrijf D	-	-	100	-	-	690
gemiddeld	141	606	231	797	1599	1418

De verdeling van het elektraverbruik over de verschillende productieprocessen is niet zoals bij tulp met de twee methoden (Vermogen X Draaiuren, gecorrigeerd met de maandelijkse meterstanden) goed in te schatten. De maandelijkse meterstanden zijn niet voor alle bedrijven voor de relevante maanden opgenomen en laadbeurten voor heftrucks zijn niet bijgehouden.

De elektraposten voor de teelt zijn samengevat in tabel 27. Hieruit blijkt dat het verwerken van de bollen bij deze bedrijven toch maar een klein deel van het totale elektraverbruik bepaald.

Tabel 27: Elektraposten hyacintenteelt (kWh/ha)

Bedrijf	drogen	ventilatie	circulatie	verwerken	tot teelt
Bedrijf A	8018	6219	10581	441	25259
Bedrijf B	952	2090	2366	463	5870
Bedrijf C	622	1274	2511	154	4560
Bedrijf D	-	-	-	-	-
gemiddeld	3197	3194	5153	352	11896
	20%	31%	44%	5%	

Het elektraverbruik bij de broei, zoals berekend met de methode Vermogen x Draaiuren ligt ruim onder het verbruik volgens meterstanden, tabel 28. Een aantal elektraverbruiksposten zoals het gebruik van heftrucks zijn hier niet meegenomen, maar ook het aantal draaiuren is vermoedelijk onderschat. Daarnaast wordt op bedrijf A ook narcis op pot gebroeid.

Koelen is de grootste energiepost bij de broei van hyacint, maar de som de overige energieposten is aanzienlijk en bij bedrijf A zelfs fors hoger.

Tabel 28: Elektraposten hyacintbroei (kWh/1000 stks)

Bedrijf	Berekend volgens Vermogen X draaiuren				Volgens meterstanden
	koelen	kas	bossen/potten	tot broei	
Bedrijf A	8,97		0,84	9,8	29,41
Bedrijf B					
Bedrijf C					
Bedrijf D	19,96	0,32	2,48	22,8	24,60
gemiddeld	14,46	0,32	1,66	16,28	27,00
	89%	2%	10%		

## 7.2 Bevindingen en conclusies

De teelt van hyacint is vrijwel altijd in combinatie met andere bolgewassen (tulp, narcis, krokus), de broei van snijhyacint komt als specialisatie wel vaker voor. De broei van pothyacint is meestal ook in combinatie met broei van andere bolgewassen op pot. De vier bij het onderzoek betrokken bedrijven zijn vooral



gespecialiseerd in teelt en/of broei van hyacint. Dit garandeert niet dat hun teelt en/of broei representatief voor hyacint is.

De verschillen tussen de bedrijven in ventilatie- en circulatiehoeveelheden zijn groot.

Uit de vergelijking van de gemiddelde energiecijfers van de vier bedrijven en de cijfers uit 1993 en 2001 komt naar voren dat:

- Gas- en elektraverbruik bij de teelt hoger zijn dan geschat in 1993
- Het gasverbruik bij de broei is afgenomen
- Het elektraverbruik bij de broei zeer sterk is toegenomen

Dit laatste heeft vooral te maken met de koeling, die voor 1993 vooral buiten plaatsvond.

De verdeling van het elektraverbruik over de productieprocessen bij de teelt geeft aan dat circuleren de hoogste energiepost is. Het verbruik voor de verwerking van de bollen is erg laag en het verbruik voor heftrucks is niet bijgehouden. Omdat pellen bij hyacint niet nodig is zijn deze bedrijven minder gemechaniseerd zijn dan bv. de tulpenbedrijven.

Koelen is bij de broei de grootste energiepost, gemiddeld iets lager dan de som van de overige energieposten.

Analoog aan verminderde circulatie dmv. frequentieregeling bij tulp zou bij hyacint mogelijk ook veel elektra te besparen kunnen zijn.

Efficiëntere koeling (hyacint wordt opgeplant gekoeld), door een gedeelte van de periode (4-5 weken blijkt uit onderzoek haalbaar te zijn) droog in kuubskisten te koelen kan 22 – 30% koelingsenergie per bol besparen.