

## Temperatuur meten tijdens stomen



Quality & innovation in horticultural trade and production

Februari 2006

Roelofarendsveen, Jeroen van der Hulst. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, 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 Jeroen van der Hulst.

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

Deze demonstratieproef werd gefinancierd door het Productschap Tuinbouw



Foto omslag: Ouderwetse stoommachine in Zimbabwe wordt door een teler van Solidago gebruikt om grond te ontsmetten.

Met medewerking van;  
Jan Overkleeft  
Annelies Hooijmans, LTO groeiservice  
Maarten Klein  
Diverse bloemenkwekers

Projectnummer PT: 11981

Datum uitgave: februari 2006

Bij vragen of opmerkingen kan er contact worden opgenomen met:

Jeroen van der Hulst

Adres: Postbus 75

2370 AB Roelofarendsveen

Tel. 071 3319058

Fax. 071 3319085

E-mail: [info@flowerwatch.com](mailto:info@flowerwatch.com)

# Inhoudsopgave

---

	<b>Pagina</b>
<b>Samenvatting</b>	
<b>1. Inleiding</b>	<b>5</b>
1.1 Onderzoek	
1.2 Stomen	
<b>2. Werkwijze proef</b>	<b>7</b>
<b>3. Resultaten</b>	<b>8</b>
<b>4. Conclusies</b>	<b>14</b>
<b>Bijlage 1 Randvoorwaarden Stomen</b>	<b>16</b>

# Samenvatting

## **Stomen en temperatuur**

Stomen is in de tuinbouw een veelgebruikte manier van de grond te ontsmetten. Door hete stoom onder afgedekte zeilen te blazen, wordt de grond verhit. Als de temperatuur voldoende hoog is worden bodemziekten, schimmels en onkruidzaden gedood. Het resultaat hangt dus af van de temperatuur, maar inzicht in de behaalde temperaturen ontbreekt vaak.

Een goed, veilige en efficiënte meetmethode ontbreekt vaak. Tuinders baseren het resultaat daarom op het gasverbruik van de ketel, of door een aantal uur te stomen. Dit kan een indicator zijn, maar daadwerkelijk gerealiseerde temperaturen kunnen flink afwijken, vanwege de vele factoren die het resultaat beïnvloeden. In veel gevallen wordt niet het juiste resultaat gehaald, of wordt er onnodig veel energie gebruikt.

## **Meetstrip**

Dit onderzoek gaat na of speciale “thermografische meetstrips” een oplossing zijn om de gerealiseerde temperatuur goed, veilig en efficiënt vast te leggen. Deze strips zijn voorzien van chemicaliën die bij een bepaalde temperatuur van kleur veranderen. Een strip kan bijvoorbeeld bestaan uit 10 verschillende vakjes in het gebied van 50-100°C. Bij het bereiken van een temperatuur van 50°C verkleurt het eerste vakje, bij 55°C, het tweede, enzovoort. Deze verkleuring is blijvend, hierdoor blijft na afkoeling de hoogst gerealiseerde temperatuur zichtbaar.

## **Onderzoek**

Op 6 verschillende kwekerijen met verschillende teelten, grondsoorten en stoomtechnieken is onderzoek gedaan naar de toepasbaarheid van meetstrips. Als extra zijn in het project dataloggers gebruikt. Dit zijn kleine chips, die temperatuur en tijd periodiek opslaan en later kunnen worden uitgelezen vanaf de computer. De strips en dataloggers zijn voor het stomen op verschillende locaties en dieptes in de grond geplaatst.

## **Resultaat**

De meetstrips blijken eenvoudig in gebruik en zijn goedkoop. De strips zijn goed toe te passen als middel om de gerealiseerde temperatuur en dus het effect van de ontsmetting te meten. Mogelijke toepassingen:

- Vereiste temperatuur gehaald?
- Hoe is verdeling van stoom en temperatuur over een stoomvak?
- Controleren van afwijkende plekken (nat, slechte structuur).

De dataloggers zijn duurder en tijdrovend in gebruik. Ze laten wel het temperatuurverloop zien en kunnen daardoor uitstekend worden toegepast, om methoden en technieken te vergelijken.

- Is de stoomduur lang genoeg?
- Wat is het effect van eerder of later weghalen van zeilen?
- Verdeling van stoom, temperatuurverschillen op verschillende punten tijdens stomen.
- Effect van aanvang temperatuur.
- Effect van dekens, netten of verwarmingsnet op druk en temperatuur verloop.

# 1. Inleiding

## 1.1 Onderzoek

Grond wordt gestoomd om ziekten, plagen en onkruiden te bestrijden. De effectiviteit van het stomen wordt bepaald door de behaalde temperatuur. Eerdere proeven van het DLV maken duidelijk dat de benodigde temperaturen vaak niet worden gehaald. Er zijn namelijk veel randvoorwaarden die het resultaat van stomen bepalen. (Bijlage 2) Beter en efficiënter stomen wordt mogelijk, als er een goedkope en eenvoudige meetmethode wordt ontwikkeld.

Doel van de proef:

### ***Wat is de toepasbaarheid van meetstrips voor stomen?***

Met behulp van 6 glastuinders is een demonstratieproef opgezet. Op verzoek van kwekers is de proef uitgebreid met dataloggers voor het meten van het temperatuurverloop.

## 1.2 Stomen

In de praktijk wordt er om de grond te ontsmetten op twee verschillende manieren gestoomd. Dat zijn stomen zonder en stomen met onderdruk, de laatste methode wordt ook wel afzuigstomen genoemd. Om voor een bepaalde manier van stomen te kiezen moet eerst duidelijk zijn wat de verschillen van de beide methoden zijn. In het kort is een en ander over beide methoden van stomen beschreven. De genoemde resultaten zijn afhankelijk van veel randvoorwaarden, waardoor het resultaat kan verschillen. (Bijlage 2)

### Stomen zonder onderdruk

Bij het stomen zonder onderdruk wordt er een stoomzeil over het te ontsmetten oppervlak gelegd. Het stoomzeil wordt rondom vastgelegd d.m.v. een waterslang of kettingen. Vanuit een stoomketel wordt er via een stoomleiding en stoomslangen gedurende langere tijd stoom onder het zeil geblazen. Door het stoomzeil met netten of met de hijsverwarming vast te leggen kan de druk onder het stoomzeil worden opgevoerd, zodat de stoom dieper de grond in dringt. Door de hoge temperatuur van de stoom (110-130 °C) wordt de grond opgewarmd, en zodoende worden de in de grond aanwezige organismen gedood. Dit geldt voor zowel de schadelijke als de goede organismen die in de grond aanwezig zijn. Na een aantal uren, in de praktijk vaak na een uur of zes, wordt de stoomtoevoer gestopt omdat het rendement van het stomen niet verder toeneemt. Dit komt doordat er met stomen vocht in de grond wordt gebracht, en er door het vochtig worden van de grond een minder goede



Foto 1: Stomen; zeilen bol

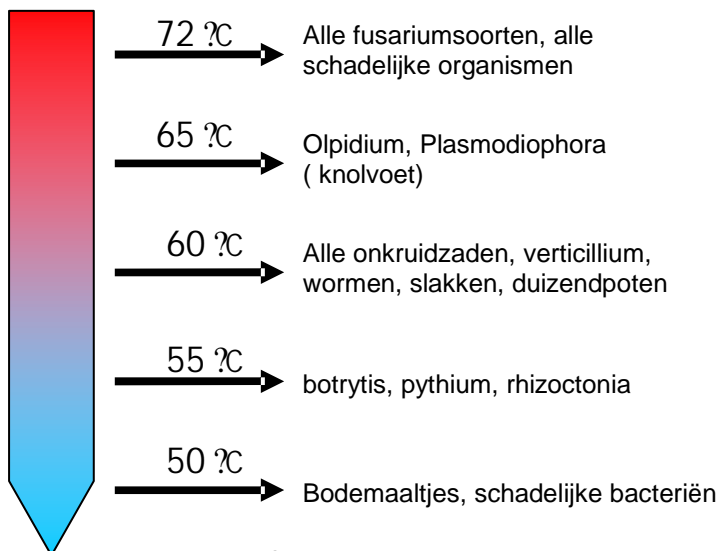
indringing van de stoom in de grond plaats vind. Bij een tijdsduur van 6 uur stomen, is het gasverbruik ongeveer 4 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup>. Iedere m<sup>3</sup> gas omgezet in stoom geeft ca. 11 liter water. Dit betekent dat je bij een gasverbruik van 4 m<sup>3</sup> per m<sup>2</sup> ca 44 liter water per m<sup>2</sup> in de grond brengt. Uitgaande van een stoomtemperatuur bij de ketel van 110 °C en goede randvoorwaarden zal de temperatuur bij het zeilstomen op 25 cm diepte circa 65 °C bedragen. De temperatuur op een diepte van 45 cm zal circa 30 °C bedragen. (Bron: DLV Facet)

### Stomen met onderdruk

Het principe van het stomen met onderdruk (ofwel afzuigstomen) is hetzelfde als bij het stomen zonder onderdruk. Het verschil zit hem in het feit dat er bij het afzuigstomen in de grond een onderdruk wordt gecreëerd. Het creëren van de onderdruk wordt gedaan m.b.v. het drainagesysteem en een ventilator. Dit kan door het aanleggen van een apart drainage systeem, maar ook door het gebruik van het bestaande drainage systeem. Bij gebruik van het bestaande drainagesysteem, moet dit wel aan een aantal eisen voldoen. Het moet bijvoorbeeld mogelijk zijn om d.m.v. afsluiters alleen het te stomen oppervlak op onderdruk te zetten. Door een ventilator op de drainslangen aan te sluiten wordt er een onderdruk in de drainslangen gecreëerd. Bij de start van het stomen wordt de ventilator aangezet. Door de onderdruk dringt de stoom die onder het stoomzeil ingebracht wordt dieper in de grond. Op deze manier kan men hogere temperaturen op grotere diepten bereiken, wat inhoudt dat er op grotere diepten meer doding van de aanwezige organismen plaatsvindt. In de praktijk is gebleken dat 2 drainslangen per 3,20 m het beste resultaat geeft. Uitgaande van een stoomtemperatuur bij de ketel van 110°C en goede randvoorwaarden zal de temperatuur bij het stomen met onderdruk op 25 cm diepte circa 80-90°C bedragen. De temperatuur op een diepte van 45 cm zal circa 45°C bedragen. Van groot belang is dat als de stoomtoevoer is gestopt, de ventilator nog 12 uur aan blijft staan. Door het na-warm-effect wordt op het moment dat de ventilator wordt uitgezet vaak de hoogste temperatuur op grotere diepten bereikt. Dit betekent een aanzienlijke temperatuurverhoging in vergelijking met stomen zonder onderdruk. ( Bron: DLV Facet )

### Stomen en temperatuur:

Ziektes, schimmels en onkruiden hebben allemaal een eigen dodingtemperatuur. Norm voor een goede ontsmetting is een duur van 20 minuten op minimaal 72°C.

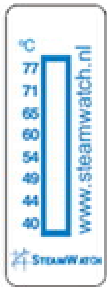


Afbeelding 1: Overzicht temperaturen

## 2. Werkwijze

Op 6 bedrijven met verschillende gewassen, grondsoorten of stoomsystemen zijn de methoden tijdens het stomen uit geprobeerd. Voor de temperatuurmetingen zijn er meetstrips gebruikt, die de hoogst behaalde temperatuur aangeven en eenvoudig in gebruik zijn. Extra in het project zijn dataloggers, welke informatie geven over de gehaalde temperatuur in de grond.

### 1. Meetstrips



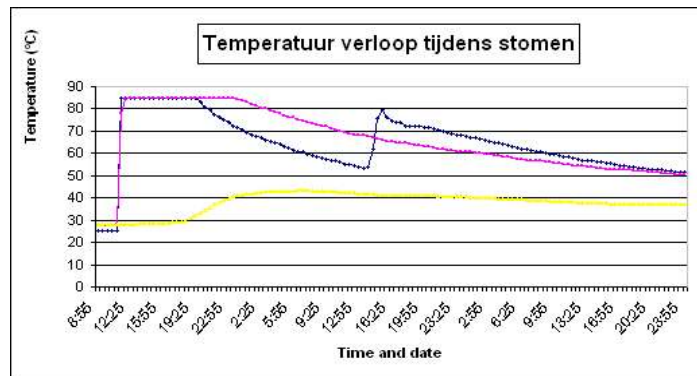
Afbeelding 1 : meetstrip



Foto 2: Meetstrip op lat

Temperatuurstrips worden in de medische wereld, de industrie en vele andere sectoren gebruikt. Deze strips zijn voorzien van chemicaliën die bij een bepaalde temperatuur van kleur veranderen. Een strip kan bijvoorbeeld bestaan uit 10 verschillende vakjes in het gebied van 50-100°C. Bij het bereiken van een temperatuur van 50°C verkleurt het eerste vakje, bij 55°C, het tweede, enzovoort. Deze verkleuring is blijvend, na afkoeling blijft de hoogst gerealiseerde temperatuur zichtbaar. Door deze strips voor het stomen op verschillende locaties dieptes in de grond te plaatsen, krijgt men na afloop een duidelijk beeld van de gerealiseerde temperatuur.

### 2. Dataloggers



Afbeelding 2 : datalogger en grafiek

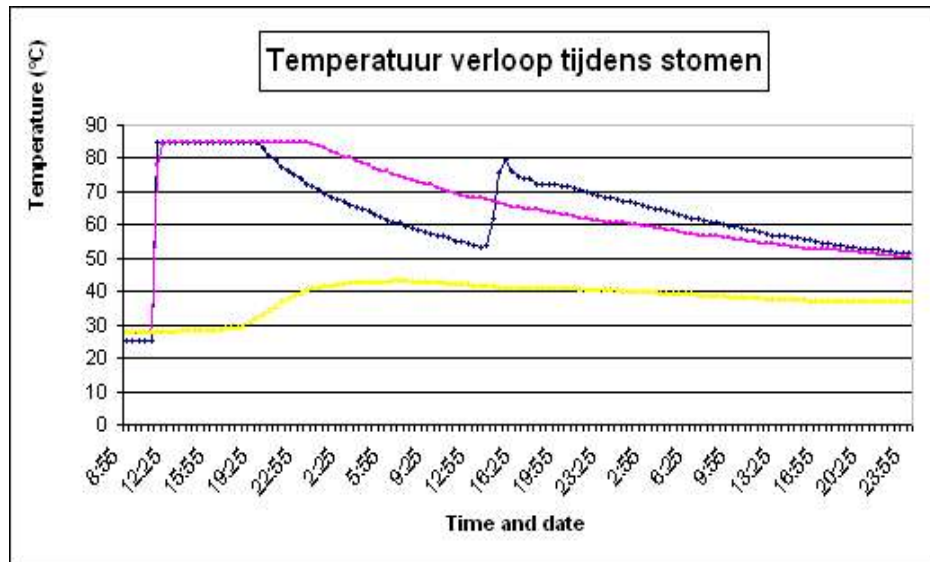
Een datalogger wordt gebruikt voor het meten op vaste tijdsintervallen van een bepaald verschijnsel. De data worden opgeslagen en kunnen later worden uitgelezen op de computer. Een datalogger wordt ook vaak gebruikt om op een heleboel plaatsen tegelijk en op hetzelfde moment deze meting te doen. Bijvoorbeeld het meten van de grondtemperatuur op verschillende dieptes. De informatie wordt grafisch verwerkt. Het voordeel is dat daarmee het hele stoomproces geanalyseerd kan worden. Als er met temperatuursensoren tegelijk gemeten wordt op verschillende dieptes, dan kan naderhand met deze gegevens precies zien hoe;

- De warmteopbouw van de grond verloopt.
- De behaalde temperaturen en daarmee het stoomresultaat.
- De verdeling van de stoom over het stoomvak.
- Zwakke plaatsen in de kas in kaart.

### 3. Resultaten

#### Bedrijf 1 Teelt Amaryllis, stomen met afzuigdrainage

Knelpunt: verdeling van stoom (en temperatuur) over stoomvak.



#### Legenda:

Gele lijn, achterin  
Blauwe lijn, midden  
Roze lijn, vooran

#### Toelichting

In de tweede kap van achter is op drie punten het temperatuurverloop gemeten. De roze lijn (voorin het stoomvak) laat zien dat de temperatuur enorme snel toeneemt en ruim 12 uur boven de 85°C graden ligt. De gele lijn (achterin het vak) laat zien dat de temperatuur pas stijgt als de stoom kraan alweer dicht is. De temperatuur komt niet boven de 42°C.

De blauwe lijn is van een meetpunt tegen de betonnen voet, vlakbij het eerste meetpunt. De temperatuur loopt hier snel omhoog en ligt 8 uur lang boven de 85°C. Ongeveer een dag later loopt de temperatuur opnieuw omhoog, omdat het vak ernaast wordt gestoomd.

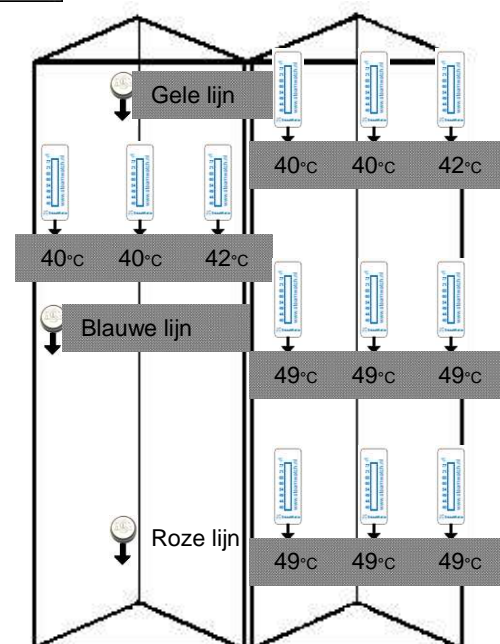
#### Conclusie

Temperaturen zijn voorin wel voldoende, achterin niet. Bij 42°C blijven is de kans dat aaltjes en schimmels overleven groot. Door de stoom sneller over het stoomvak te verspreiden kan een beter resultaat gehaald worden en zijn er wellicht mogelijkheden om energie te besparen.

#### Amarylliskweker;

“Op mijn bedrijf stoom ik over een lengte variërend van 60 tot 100 meter. Een goede grondontsmetting is noodzakelijk, omdat ik slechts 1 teelt heb en niet kan wisselen.

De resultaten uit de proef laten zien, dat op mijn bedrijf de verdeling van het stoom niet goed is. Waarschijnlijk heeft dat te maken met de plaatsing van de stoominlaat en de lengte van het stoomzeil. De volgende stoomronde pas ik dit aan”



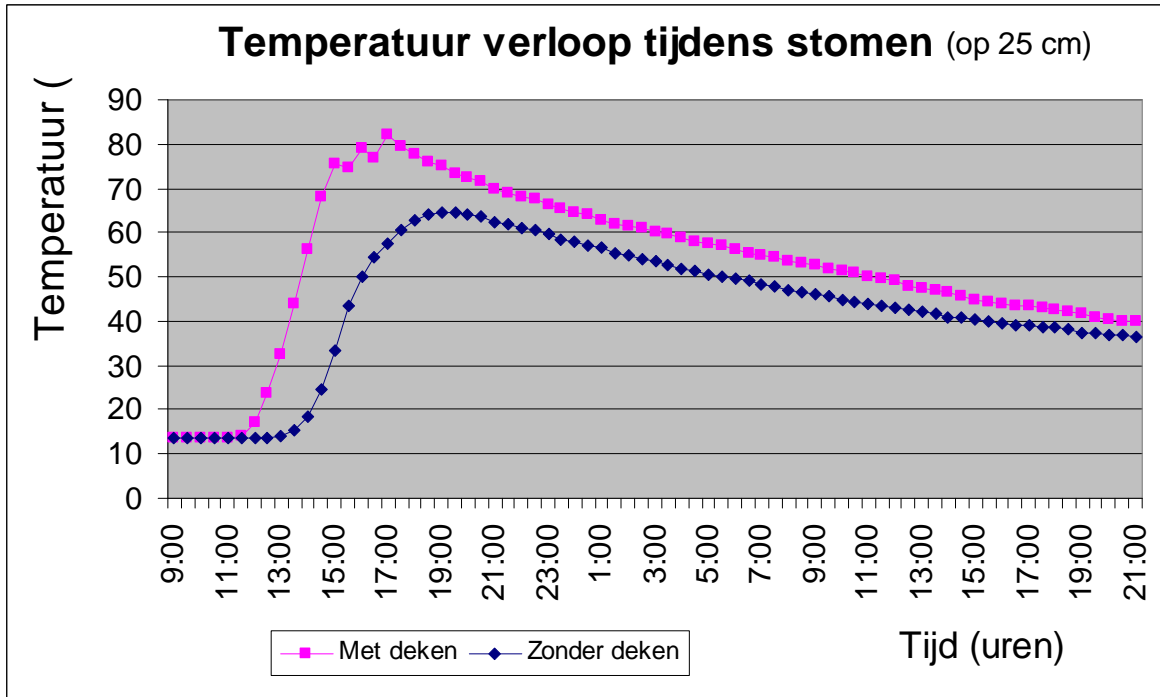
Afbeelding 2: Plaatsing meters in kas

datalogger ↓  
meetstrip ↓



## Bedrijf 2 Teelt zomerbloemen; stomen zonder afzuigdrainage

Knelpunt: Geen afzuigdrainage, er wordt gestoomd in een koude kas.



### Toelichting

Bij deze proef is gekeken naar het effect van stomen met een deken. De meetstrips laten nauwelijks een verschil zien in temperatuur tussen beide vakken, terwijl de dataloggers wel een aanzienlijk verschil aantonen. De meetstrips geven de temperaturen op 30 cm weer, de dataloggers op 25 cm. Vandaar de iets hoger gemeten waarden door de dataloggers.

De blauwe lijn in de grafiek zijn de waarden zonder deken. Deze komt maximaal op ongeveer 65°C graden uit. Terwijl met deken boven de 80°C wordt behaald.

### Conclusie

De temperatuur wordt met deken gehaald, en zonder deken net niet op 25 centimeter. Het stomen met deken zorgt op dit bedrijf voor een beter effect resultaat van de grondontsmetting.

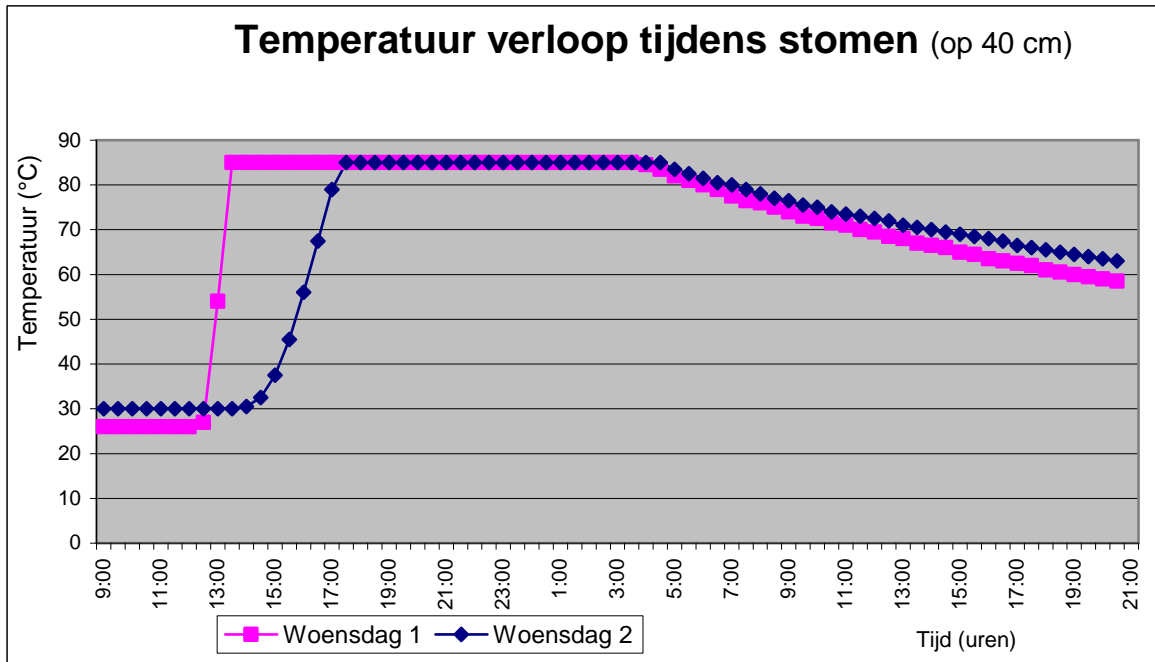
Deze kas had een begintemperatuur van 10-12°C en enige natte plekken in de kas. Hierdoor is het moeilijker om een goed resultaat te halen.

Het investeren in afzuigdrainage is waarschijnlijk de meest effectieve manier om het stoomresultaat op dit bedrijf te verbeteren. Hier is wel een investering voor vereist.

Andere manieren om het resultaat te verbeteren zijn het afdekken van de zeilen met een stoomdeken en het laten zakken van het verwarmingsnet. Daarnaast kan de kweker proberen om de grond droger en warmer te krijgen voor aanvang van het stomen.

## Bedrijf 3 Teelt Amaryllis bloemenkweker, stomen zonder afzuigdrainage

Opvallend punt: Effect hoge aanvangstemperatuur.



### Toelichting

Dit bedrijf stoomt jaarlijks met de eigen ketel 25% van de bedrijfsoppervlakte. Dit komt overeen met het gedeelte van het gewas dat jaarlijks wordt vernieuwd.

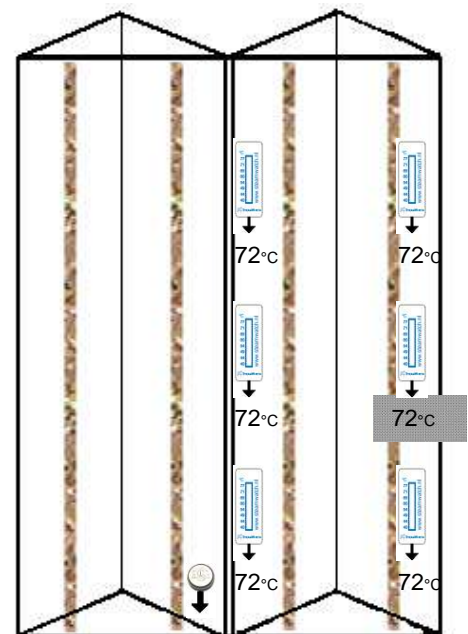
In de Amaryllis bloemeteelt is grondverwarming gebruikelijk. Het gedeelte van de kas dat gerooid en gestoomd werd, was ook op dit net aangesloten en het water in de slangen bleef tijdens het stomen circuleren.

### Conclusie

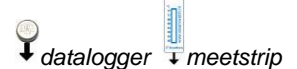
De opzet van dit bedrijf is vergelijkbaar met het bedrijf op de vorige bladzijde (zomerbloemen, zonder afdrainage). Verschil is echter de aanvangstemperatuur en het vochtgehalte van de grond. Bij de zomerbloemenkweker koud (10°C) en nat, bij de Amaryllis kweker warm (26-30°C) en droog.

#### Amarylliskweker;

Ik heb altijd het idee gehad dat het resultaat van het stomen op mijn bedrijf goed was. Door de metingen met de meetstrips werd duidelijk dat dat ik over het hele vak een goed resultaat haal. De dataloggers gaven aan dat de hoge starttemperatuur in mijn voordeel werkt. Dit is iets waar ik in de toekomst rekening met zal houden.

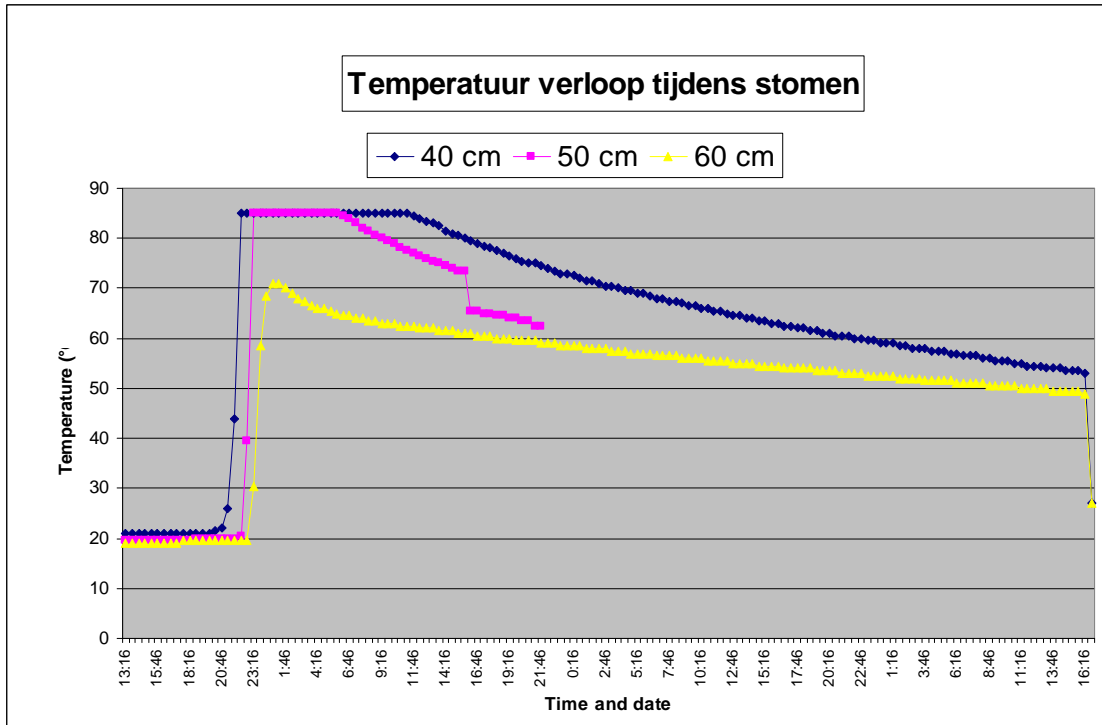


Afbeelding 3: Plaatsing meters in kas



## Bedrijf 4 Teelt Freesia, Stomen met afzuigdrainage

Opvallend punt: meting op verschillende dieptes, effect grondbewerking.



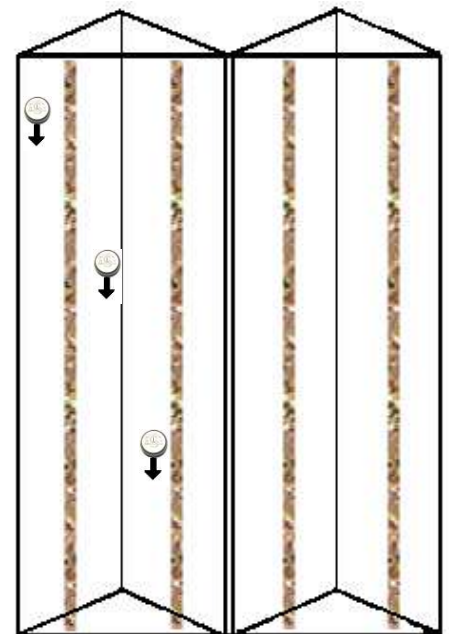
### Toelichting

De freesiakweker heeft een teeltsysteem met afzuigleidingen voor het stomen. Het effect is goed te zien. Bij deze meting is op verschillende dieptes gemeten, namelijk 40, 50 en 60 centimeter. De grond blijft haalt de hoogste temperatuur en blijft het langste warm op 40 centimeter. Op 60 centimeter is de gerealiseerde temperatuur ongeveer 20°C lager, maar nog steeds hoog genoeg om de grond te ontsmetten. De dataloggers op verschillende punten van de inblaas gaven aan dat de verdeling over het vak goed was.

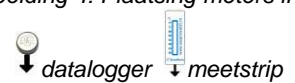
Meetstrips die vlak naast de kaspoeren zijn gestoken, geven aan dat de temperaturen daar niet boven de 50°C komen. Dit heeft te maken met de grondbewerking. Er zijn alleen lange banen gespit en er is niet tussen de poeren gespit. Deze plekken bieden beweeglijke bodeminsecten een schuilplaats en kunnen een haard vormen, waaruit plagen als aaltjes en mijten het perceel opnieuw kunnen infecteren.

### Conclusie

Droge grond, afzuigdrainage en het snel bolzetten van de zeilen leiden tot een goed resultaat. Door een onvoldoende grondbewerking bestaat de mogelijkheid dat er langs de randen, tussen en tegen de poeren haarden overblijven, van waaruit plagen het perceel opnieuw kunnen infecteren.



Afbeelding 4: Plaatsing meters in kas



## Bedrijf 5 Teelt: Jaarrond Chrysanten, stomen met afzuigdrainage

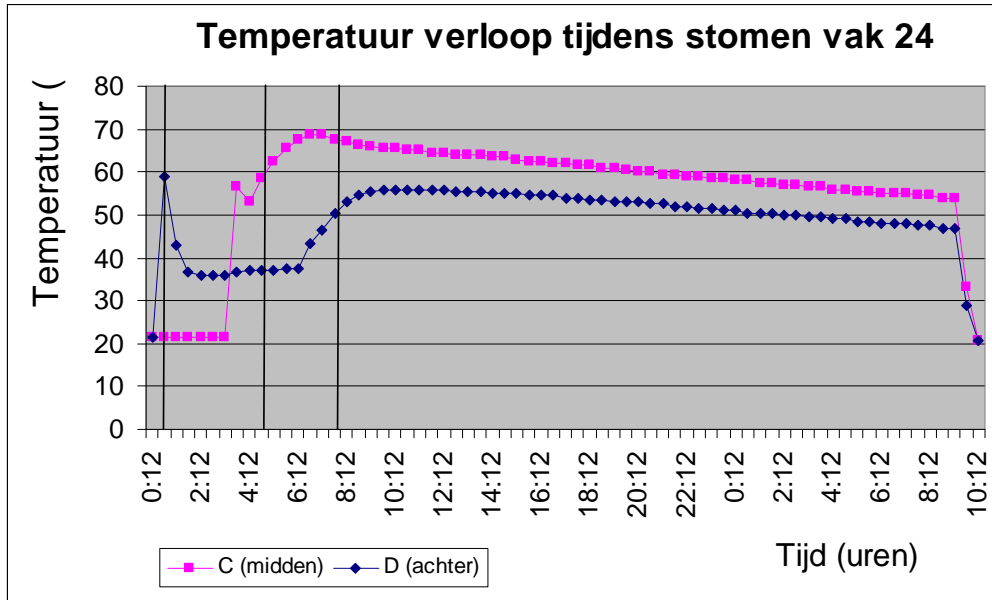
Knelpunt: natte plekken in de kas.

Kraan open: 1:00

Zeilen bol: 5:00

Kraan dicht: 8:00

Afzuigleiding: Ja



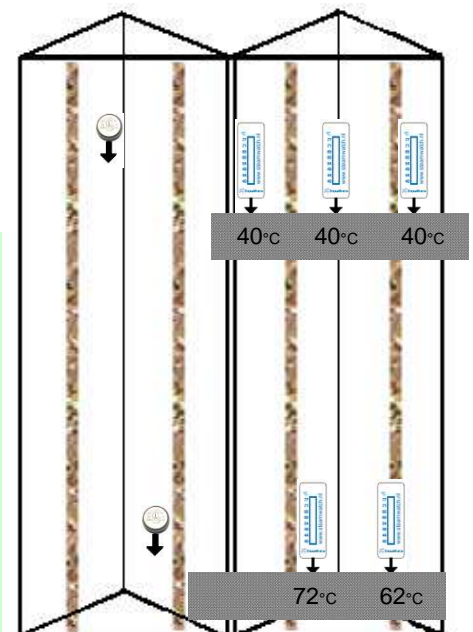
### Toelichting

De blauwe lijn is de logger die achterin de kas is geplaatst. Deze geeft aan dat, wanneer de zeilen bol staan, de temperatuur niet boven de 60 °C komt. De logger in het midden, behaalt wel 70 °C. Bij analyse achteraf, blijkt dat achterin de kas een natte plek was, veroorzaakt door een lekkende goot. En dat zorgt voor een minder resultaat.

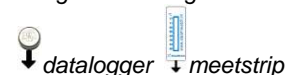
#### Natte grond kost meer geld;

Door de condensatie van de stoom op de gronddeeltjes, neemt de vochtigheid van de grond toe. Het is noodzakelijk dat ondanks deze vochttoename, de grond poreus blijft. Hoe droger de grond bij het begin van het stomen, des te meer water deze kan opnemen zonder dat de porositeit verloren gaat en indringen van de stoom moeilijker gaat.

Ook kost het extra energie om het water in de grond op te warmen. 50mm regenval per vierkante meter betekend voor de kweker 50 liter water extra opwarmen. 50 liter water opwarmen van 10 graden tot 80 graden kost ongeveer 14.000 KJ. Alleen dat moet gebeuren met het stoom dat al reeds is opgewarmd in de ketel en het verlies van energie tot onder het stoomzeil. Uitgerekend betekend dit bijna één kubieke meter gas per vierkante meter grond extra. (Bron, PPO Naaldwijk )



Afbeelding 5: Plaatsing meters in kas



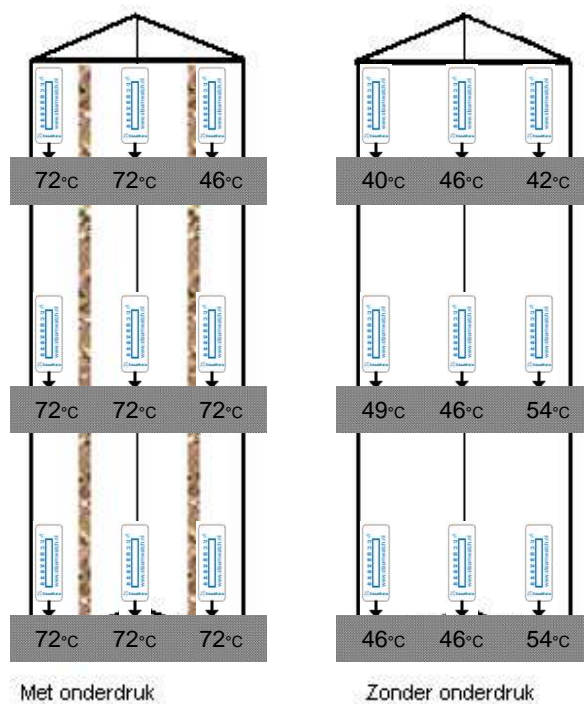
## Bedrijf 6 Teelt Amaryllis bollen, met en zonder afzuigstomen

Opvallend punt: bedrijf met 2 vergelijkbare afdelingen, waarvan 1 met afzuigdrainage en de andere afdeling zonder.

### Toelichting

Met meetstrips is het verschil bestudeerd tussen wel en niet afzuigstomen. Op twee locaties binnen 1 bedrijf zijn meetstrips uitgezet. 9 meetstrips zijn verdeeld uitgezet in het stoomvak op 40 centimeter diepte. De manier van stomen was op beide stoomvakken gelijk.

Het resultaat verschilt nogal, met afzuiging ( onderdruk ) is op 8 plaatsen een temperatuur boven de 72 °C behaald. Bij het stomen zonder afzuiging ( zonder onderdruk is op de meeste plaatsen de temperatuur niet boven de 50 °C uitgekomen.



Afbeelding 6: Plaatsing meters in kas

↓ datalogger      ↓ meetstrip



Foto 3: Meetstrips in de kas

## 4. Conclusies:

---

De twee meetmethoden die zijn getest op de proefbedrijven hebben kwekers inzicht gegeven in het stoomresultaat. De meetstrips zijn eenvoudig te gebruiken en zijn goedkoop. Het resultaat van stomen is direct af te lezen en er kunnen direct aanpassingen gedaan worden.

Datalogger geven het temperatuurverloop aan over de hele stoomronde. Vanaf de computer kan de grafiek afgelezen worden. Deze uitgebreide informatie is interessant voor een verbetertraject en kunnen de oorzaken van een slecht stoomresultaat aanduiden.

Chrysantenkweker:

“Ik ben zeer tevreden over de gebruikte stickers en apparatuur. Met minimale kosten en inzet, wordt een duidelijk beeld verkregen over het stoomresultaat. Bij te lage temperaturen kan dan worden ingegrepen. Bij voldoende hoge temperaturen kan ik korter stomen. Zo probeer ik een optimaal resultaat te krijgen en energie te besparen.”

Amarylliskweker:

“Deze meetmethoden geven mij het inzicht over één stoomronde. Aan de hand van die gegevens kan ik mijn manier van stomen aanpassen in de volgende rondes. Want ieder jaar dat ik stoom, zijn de omstandigheden weer anders, de vochttoestand van de grond en begintemperatuur bijvoorbeeld.”

### 1. Resultaten worden niet gehaald door:

- Slechte grondbewerking, ook rondom kaspoeren.
- Lekkende kasgoot.
- Slechte verdeling stoom over het stoomvak.
- Lage aanvangstemperatuur van de grond.

### 2. Verbeter technieken:

- Beter verdeling van stoom over stoomvak.
- Hoge aanvangs temperatuur (evt. door grondverwarming), voor beter resultaat.
- Hijsverwarming laten zakken of zeilen vastzetten met netten.
- Stoomafzuiging, voor diepere en snellere indringing van stoom in de grond.
- Gebruik van dekens, voor vermindering energieverlies en beter stoomresultaat.
- Zeilen laten liggen, 8 uur na stoomronde, verbetering resultaat door betere verdeling.

Tijdens de metingen werd duidelijk dat op een groot aantal bedrijven de gerealiseerde temperaturen te laag zijn. Daarnaast is bij veel bedrijven de verdeling niet optimaal of zijn er afwijkende plekken waar de vereiste temperatuur niet wordt gehaald.

### Metten en verbeteren

Het lijkt voor veel bedrijven raadzaam om het resultaat te controleren. Zeker in teelten zoals Lisianthus waarbij na iedere teeltronde wordt gestoomd, soms met een stoomduur van wel 8 uur of meer. Langer en vaker stomen is niet altijd de weg naar een beter resultaat.

De beste mogelijkheden voor het verbeteren van het resultaat liggen in het gelijkmatiger verdelen van de stoom over het stoomvak en het voorkomen van slechte plekken door onvoldoende grondbewerking en/of natte en koude plekken.

## Bronnen:

DLV Facet BV en PPO Glastuinbouw: "Checklist Stomen"

PPO Naaldwijk; Handleiding stomen.

# Bijlage 1: Randvoorwaarden Stomen

( Bron: PPO, DLV Facet )

## Uitrusting

- Bij gebruik van huurketel, tijdig afspraak maken
- In het geval dat er gebruik gemaakt wordt van een eigen stoomketel, geef de stoomketel dan tijdig een onderhoudsbeurt
- Maak gebruik van een deugdelijke stoomketel. De wettelijke eisen waaraan een ketel moet voldoen hangen af van de druk en de temperatuur waarbij gestoomd wordt. Als de overdruk niet groter is dan 0,5 bar en de temperatuur niet hoger dan 110°C, dan is een vergunningsakte van het stoomwezen niet verplicht. De ketel moet wel een aantal wettelijk voorgeschreven aanpassingen hebben, namelijk
  - o een hoofdstoomafsluiter;
  - o een manometer met proefkraantje;
  - o een peilglas;
  - o een spuikraan;
  - o een voedingskraan-klepkast of afsluiter met terugslagklep;
  - o twee gewichtsveiligheden met elk een doorlaat van 50 mm;
  - o een aanduiding met de laagst toegestane waterstand;
  - o een droogkookbeveliging.
- Gebruik een stoomketel met voldoende capaciteit. (Stomen zonder overdruk 600.000 kcal/100m<sup>2</sup> ~78m<sup>3</sup> gas/uur, stomen met overdruk 1.000.000 kcal/100m<sup>2</sup> ~130m<sup>3</sup> gas/uur). Zorg dat de diameter van de stoomleidingen, kranen en slangen zijn aangepast aan de ketelcapaciteit en de afstand tot het te stomen object. Benodigde stoomleiding wordt bepaald door hoeveelheid stoom, lengte van de leiding en stoomdruk van de ketel.

- Zorg dat de stoomleidingen op afschot liggen en zorg aan het einde voor een spuikraan. Zo voorkomt u condensvorming en daarmee waterslag in de leidingen.
- Afstand van wateroppervlak tot de bovenkant van de ketel moet minimaal 40 cm zijn
- Bij gebruik van stoomdom moet deze min. 60 cm hoog en ø 40 cm zijn.
- Maak gebruik van voedingswater dat zo min mogelijk verontreiniging bevat. Maak bij voorkeur gebruik van hemelwater.

o Bij geen gebruik van hemelwater contact opnemen met een gespecialiseerd bedrijf in waterbehandelingsmiddelen.

- Zorg dat het voedingswater regelmatig in de stoomketel wordt gepompt, zodat het stomen rustig verloopt. Gebruik hiervoor geen beregeningspomp ook al is hier een afsluiter op aangebracht.
- Gebruik een stoomketel met een modulerende brander, zodat de stoomdruk constant gehouden kan worden. Tijdens het stomen kan de teler hier slechts beperkt toezicht op uitoefenen.
- Maak voldoende aftappunten voor condenswater in de stoomleiding. Condenswater heeft een negatieve invloed op het stoomresultaat.

## Aandachtspunten

- Maak één persoon hoofverantwoordelijk voor het uitvoeren van het stomen. De ondernemer zelf is vaak te druk en vaak met andere zaken bezig.
- Zorg dat de grond op het moment dat er gestoomd gaat worden goed droog is. Houd rekening met water geven in de teeltronde voor het stomen.
- Houd (indien mogelijk) rekening met de grondwaterstand. Als deze te hoog is gaat dit ten koste van het stoomresultaat.
- Zorg voor een zo diep mogelijke grondbewerking, zodat de stoom goed de grond in kan dringen.
- Zorg dat het stoomzeil heel is en dat er plakspullen op het bedrijf aanwezig zijn, voor het geval een stoomzeil lek raakt.
- Gebruik geïsoleerde stoomleidingen om warmteverlies te voorkomen en condensatie te minimaliseren.
- Dek de stoominlaat af met bijvoorbeeld een stuk antiworteldoek, zodat er geen direct contact is tussen de stoominlaat en het stoomzeil.
- Zorg bij het neerleggen van het stoomzeil dat deze goed afsluit bij de kaspoten, gevel, betonpad en de grond.
- Leg het zeil een stuk over het betonpad. Zo wordt de grond tegen het betonpad beter gestoomd.



- Schep de grond onder de goot iets weg en zorg dat deze wordt mee gestoomd.
  - Zorg dat de stoomleidingen, stoomslangen en stoominlaat goed zijn geïnstalleerd voordat het stoomzeil wordt vastgelegd.
  - Maak gebruik van een rubber waterslang om het stoomzeil vast te leggen. Dit werkt een stuk arbeidsvriendelijker dan het gebruik van kettingen.
  - Gebruik geen grond voor het vast leggen van het zeil. De grond wordt immers niet mee gestoomd.
  - Dek het stoomzeil af met een isolatiedoek (bijv. gronddoek). Warmteverlies door uitstraling kan zo'n 15% bedragen van het totale gasverbruik.
  - Loop niet over het stoomzeil, om lekkage van het stoomzeil te voorkomen.
  - Om de druk onder het stoomzeil te verhogen, en dus een betere indringing in de grond te bewerkstelligen kan de hijsverwarming op 50 cm hoogte gezet worden. Als er geen hijsverwarming aanwezig is, kunnen er netten over het stoomzeil gespannen worden. Zet de netten goed vast met ankers.
  - Noteer de stand van de gasmeter op het moment dat de stoomketel aan gaat.
  - Zet bij de start van het stomen eerst de spuikraan een stukje open, zodat het water uit de leidingen op het pad komt en niet bij het spuitstuk.
- 
- Zet bij het starten met stomen de stoomkraan helemaal open, zodat alle stoom wordt afgenomen en het zeil snel bol staat.
  - Voorkom opkoken (natte stoom) van ketel. Opkoken ontstaat als gevolg van plotselinge drukvermindering bijvoorbeeld als gevolg van het open draaien van de stoomafsluiter. Meestal een gevolg van een te krappe ketelcapaciteit.
  - Zorg dat de stoomdrainage droog ligt.
  - Vanaf start afzuigstomen de afzuigventilator aanzetten. (Kan in sommige situaties verschillen).
  - Als het stoomzeil bol staat en de druk onder het stoomzeil toeneemt, moet de stoomkraan geknepen worden, omdat anders de kans bestaat dat het stoomzeil losschiet. (Kan in sommige situaties verschillen).
  - Bij fluctuatie van het voedingswater tijdens het stomen is het nodig om te spuien omdat er dan waarschijnlijk te veel slib in de ketel zit.
  - Stoom zo lang totdat er geen stoom meer bij kan en er weinig vraag naar energie meer is.
  - Gebruik voor het stomen minimaal 3 tot 3,5 m<sup>3</sup> gas/m<sup>2</sup>.
  - Noteer de stand van de gasmeter op het moment dat de stoomketel uit gaat. Er kan nu worden uitgerekend hoeveel m<sup>3</sup> gas er per m<sup>2</sup> is gebruikt.
  - Het stoomresultaat kan niet worden gemeten met een thermometer in een koperen buis. Doordat de buis de warmte geleidt, geeft de thermometer niet nauwkeurig de gerealiseerde temperatuur weer. Een temperatuurmeting met bijv. dataloggers kan tijdens het stomen meer inzicht geven in het temperatuurverloop.
  - Bij stomen met onderdruk is het van groot belang om de ventilator nog zo'n 12 uur na het stoppen van de stoomtoevoer te laten draaien. Er is in dit geval nog sprake van een doorwarm-effect op grotere diepte.
  - Zorg voor een ventilator die is berekend op het te stomen oppervlak, of gebruik een ventilator met een modulerende toerenregeling.
  - Laat het stoomzeil en isolatiezeil zo lang mogelijk liggen. Door het nawarmen van de grond wordt vlak voordat het zeil van de grond wordt verwijderd de hoogste temperatuur bereikt. Dit is soms pas de volgende ochtend.
  - De volgende stap is het leeg laten lopen van de rubber waterslang.
  - Als de grond wat is afgekoeld kunnen het isolatiedoek en het stoomzeil verwijderd worden. Wees bij het verwijderen van het stoomzeil voorzichtig dat het stoomzeil niet lek raakt. Een warm stoomzeil beschadigt nl. sneller dan een koud stoomzeil.
  - Zorg dat de gestoomde grond niet wordt betreden met schoeisel en grondbewerkingsmachines die zonder te zijn ontsmet in contact zijn geweest met niet gestoomde grond.
  - Om verontreinigd water af te voeren moet de stoomketel regelmatig gespuid worden. Let op: dit kan alleen als de stoomketel is afgekoeld; het spuiwater mag nl. niet warmer zijn dan 30 C.