
3 Meten en regelen van het kasklimaat

Oriëntatie

In hoofdstuk 2 zijn alle factoren besproken die het klimaat in de kas bepalen. Je weet nu welke effecten relatieve luchtvochtigheid, temperatuur, CO₂ en licht hebben op een plant. Met deze gegevens kan de tuinder het klimaat in de kas naar zijn hand zetten. Voor ieder gewas bestaat een ideaal kasklimaat, aangepast aan het groeistadium van de plant, de buitentemperatuur, dag en nacht. Dit ideale kasklimaat wordt vertaald in een klimaatplan. Het is de bedoeling dat het klimaat in de kas zo precies mogelijk overeenkomt met het klimaatplan.

Leerdoelen

Voor dit hoofdstuk zijn geen leerdoelen gedefinieerd.

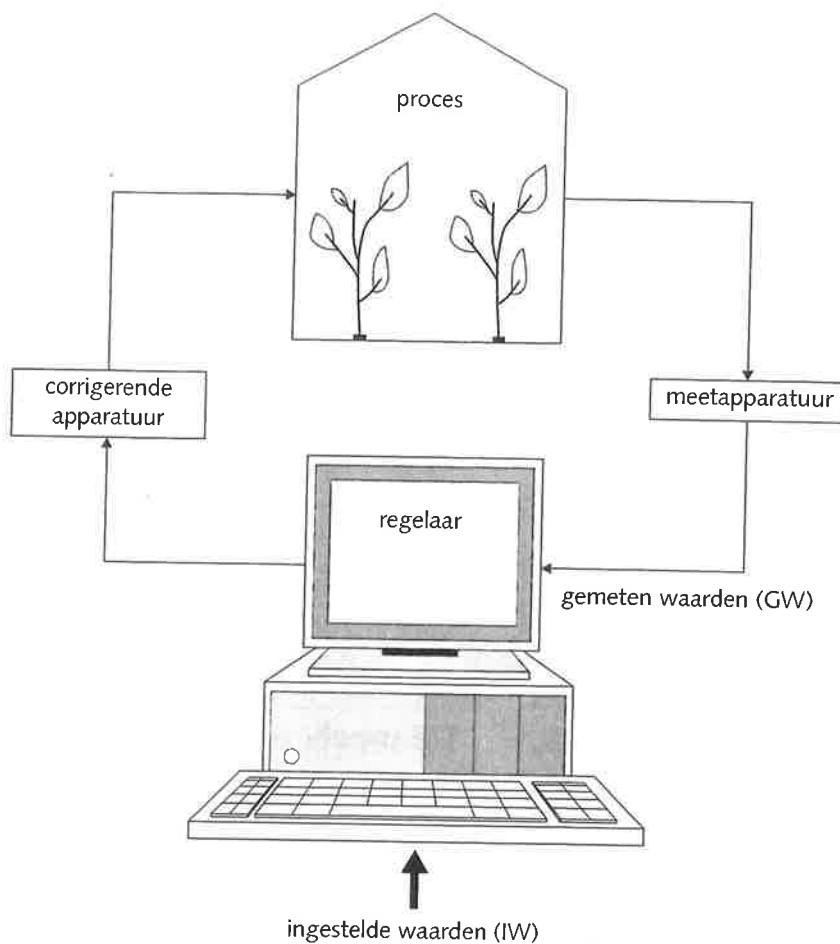
3.1 De meet- en regelkring

klimaatplan In de moderne tuinbouw gebeurt het voldoen aan het *klimaatplan* automatisch, door middel van meet- en regeltechniek. In en rondom de kas is een ingewikkeld systeem van apparaten aangelegd. Allerlei *meetapparaten* zijn voortdurend bezig de waarden van de klimaatfactoren te meten. De thermometers meten de temperatuurwaarden en de windmeter houdt de windsnelheid bij. Dan gebeurt het volgende.

- De meetapparaten geven die waarden door aan het hart van het regelsysteem: de klimaatcomputer. De tuinder heeft de klimaatcomputer ingesteld op een bepaalde waarde. Hij heeft bijvoorbeeld de temperatuur ingesteld op 19 °C.
- De computer vergelijkt nu de gemeten waarde met de ingestelde waarde. Als de meetwaarde afwijkt van de normwaarde, berekent de klimaatcomputer hoeveel er moet worden bijgestuurd. De computer berekent welke actie nodig is en hoe groot die actie moet zijn.
- De klimaatcomputer vertaalt de getallen in elektrische signalen. De signalen gaan naar de verwarmingsketel, de schermmotoren of de CO₂-installatie. Hierdoor gaat de verwarming harder of zachter werken, gaan de schermen open of dicht of produceert de CO₂-installatie meer of minder koolzuur. Op deze manier stuurt de computer de klimaatapparaten aan.
- Al die stuurmiddelen zorgen voor een bijstelling van het klimaat in de kas. De meetapparaten geven de nieuwe waarden door aan de computer en zo is de meet- en regelkring weer gesloten.

In figuur 3.1 is de meet- en regelkring in beeld gebracht.

Fig. 3.1
 In het meet- en
 regelsysteem worden de
 klimaatfactoren gemeten,
 berekend en aangestuurd



De invoering van automatische meet- en regelsystemen in de tuinbouw heeft grote voordelen. We noemen er vier.

- 1 De kwaliteit van de gewassen wordt beter en de opbrengst groter.
- 2 Een geautomatiseerde klimaatregeling reageert sneller op veranderende omstandigheden dan de tuinder zelf.
- 3 Er ontstaat arbeidsbesparing en meer rust voor de tuinder. De tuinder hoeft namelijk niet bij iedere weersverandering direct in te grijpen. De tuinder hoeft zelfs niet per se op het bedrijf aanwezig te zijn.
- 4 Er wordt energie bespaard, doordat de invloed van de zonnestraling optimaal wordt benut.

De onderdelen van het meet- en regelsysteem zijn van elkaar afhankelijk. Een fout die in het ene onderdeel wordt gemaakt, maakt de andere onderdelen minder effectief. De zwakke plek van ieder automatisch klimaatstelsel is het meten. Als de metingen niet betrouwbaar zijn, loopt het hele proces verkeerd. Stel, de thermometer meet een hogere kasttemperatuur dan feitelijk aanwezig is. De klimaatcomputer ontvangt dit signaal en zet allerlei koelapparaten in werking. De kasttemperatuur wordt nu nog lager dan aangegeven en de planten groeien slechter. Een onbetrouwbare meting leidt tot verkeerde regelacties, die schade aan het gewas, een verminderde opbrengst of onnodig energieverbruik veroorzaken. Onbetrouwbare metingen kunnen ook in een latere teeltfase negatief uitwerken. De programma's in de

klimaatcomputers worden regelmatig bijgewerkt op grond van metingen uit het verleden. Als die metingen zijn gebaseerd op onjuiste meetresultaten, zullen de toekomstige instellingen ook weinig optimaal zijn. Werken met een klimaatcomputer betekent dus vooral: zorgen dat het meten goed en betrouwbaar verloopt.

Goed regelen van het kasklimaat begint met goed meten.

Oorzaken onjuiste meetresultaten

hoofdbronnen Er bestaan drie *hoofdbronnen* van onbruikbare metingen:

- 1 de plaats waar de meetapparaten staan;
- 2 mankementen door gebrekkige controle en slecht onderhoud;
- 3 slechte ijking.

De plaats waar de meetapparaten staan

Als de thermometer op de warmste plek van de kas hangt, geeft hij constant te hoge temperaturen door.

Mankementen door gebrekkige controle en slecht onderhoud

De meetapparaten moeten consequent worden gecontroleerd. Onderdelen die versleten zijn, moeten tijdig worden vervangen en bewegende delen hebben af en toe een likje olie nodig.

Slechte ijking

Meetapparaten worden in de fabriek ingesteld op een standaardmaat. Na verloop van tijd klopt de instelling niet meer precies met de standaardmaat. Meetapparaten 'verlopen'. Het apparaat geeft dan waarden door die boven of onder de standaardmaat liggen. De computer wordt dan op het verkeerde been gezet. Het 'verlopen' apparaat moet opnieuw worden geijkt of vervangen.

In de volgende paragrafen worden de meetinstrumenten beschreven, eerst voor het binnenklimaat in de kas, daarna voor het buitenklimaat. Ook wordt besproken waar ze zijn geplaatst en welke onderhoudswerkzaamheden bij elk apparaat moeten worden uitgevoerd.

3.2 Meten van het binnenklimaat

Binnen in de kas zijn drie soorten metingen nodig om het kasklimaat volgens plan te laten verlopen:

- kasluchttemperatuur en relatieve luchtvochtigheid;
- CO₂;
- de apparatuur: buiswatertemperatuur, stand van de luchtramen, stand van de schermen.

Meetinstrumenten voor kastemperatuur en luchtvochtigheid

Zowel de kastemperatuur als de luchtvochtigheid zijn essentiële klimaatfactoren. Een correct afgestemde kasluchttemperatuur is nodig om alle processen binnen de plant

optimaal te laten verlopen. Als de luchtvochtigheid te laag is, zal de plant niet of moeilijk verdampen en zo het overtollige vocht moeilijk kwijtraken. Ook kan condensatie op het gewas ontstaan, wat weer gemakkelijk leidt tot schimmelvorming. In deze paragraaf gaan we na hoe deze twee klimaatfactoren worden gemeten.

meetbox
droge bol
natte bol

De temperatuur van de kaslucht en de relatieve luchtvochtigheid worden beide gemeten in een *meetbox*. In iedere afdeling van een kassencomplex hangt een *meetbox*. Een *meetbox* is een metalen doos met daarin twee temperatuurvoelers: een *droge bol* voor de kastemperatuur en een *natte bol* voor de luchtvochtigheid. De *droge bol* meet de temperatuur van de kaslucht en stuurt de temperatuurwaarden naar de klimaatcomputer. De *natte bol* meet de luchtvochtigheid op en stuurt ook deze naar de computer. Door de waarden voor de kastemperatuur en luchtvochtigheid te combineren berekent de klimaatcomputer de relatieve luchtvochtigheid (RV). Boven in de box zit een ventilator. De ventilator zuigt de kaslucht in een constante stroom langs de voelers.

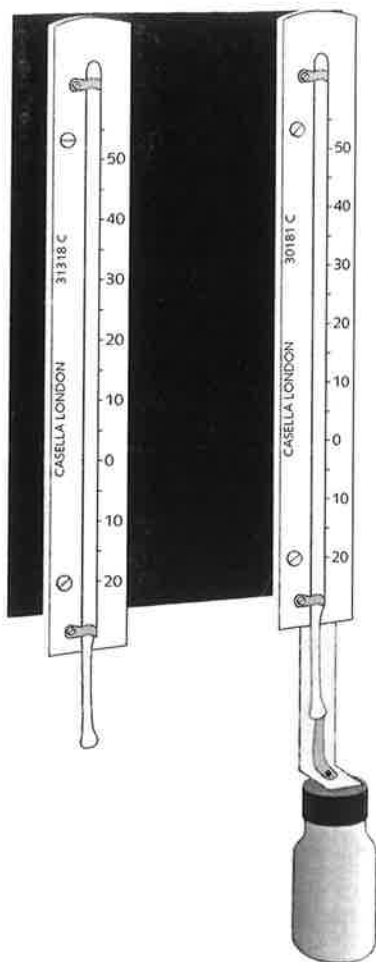
Schoolopdracht 3.1 Berekenen RV

Waarom moet voor het berekenen van de RV de waarden van zowel de kastemperatuur als de heersende luchtvochtigheid bekend zijn?

De voelers mogen niet in de zon hangen. De box wordt beschermd tegen straling om meetfouten te voorkomen. Om deze reden heeft de *meetbox* ook een witte buitenkant.

In figuur 3.2 zijn de twee instrumenten schematisch getekend.

Fig. 3.2
De relatieve
luchtvochtigheid wordt
bepaald door de
meetgegevens van de
natte bol te combineren
met die van de droge bol



De natte bol

*kousje
waterreservoir*

De natte bol bestaat uit een thermometer, waaromheen een *kousje* van stof is bevestigd. Het kousje hangt in een *waterreservoir* en zuigt water op uit het reservoir. Het water in het kousje verdampt, waardoor warmte wordt onttrokken aan de temperatuurvoeler, die daardoor afkoelt. De afkoeling wordt gemeten door de thermometer: de temperatuur van de natte bol daalt. Bij de verdamping staat het kousje watermoleculen af aan de kaslucht. Hoe lager de relatieve luchtvochtigheid van de kaslucht, hoe meer moleculen het kousje kan afstaan, dus hoe meer afkoeling. Is de luchtvochtigheid in de kas hoog, dan bevat de lucht al van zichzelf veel watermoleculen en kan dus minder water uit het kousje opnemen. Bij hoge luchtvochtigheid geeft de natte bol een hogere temperatuur aan. Stijgt de temperatuur die de natte bol meet, dan stijgt ook de luchtvochtigheid.

Doordat voortdurend verdamping plaatsvindt, is de temperatuur van de natte bol altijd lager dan de temperatuur van de droge bol. Door het verschil te bepalen tussen de temperatuur van de droge en de natte bol, krijgt de klimaatcomputer informatie over de relatieve luchtvochtigheid van de kaslucht. We komen zo tot de volgende formule:

$$RV = \text{temperatuur droge bol} - \text{temperatuur natte bol}$$

Is er veel verschil, dan is de relatieve luchtvochtigheid laag. Zijn beide temperaturen bijna gelijk, dan is sprake van 100% relatieve vochtigheid. Op indirecte wijze, via temperatuurmeting, wordt dus de relatieve luchtvochtigheid van de kaslucht gemeten.

ventilator De *ventilator* zorgt ervoor dat de verdamping in het kousje constant blijft. Zou de voeler in stilstaande lucht hangen, dan raakt het kousjes verzadigd van water. De gemeten temperatuurwaarde komt dan niet overeen met de werkelijkheid. Veel mensen denken dat de ventilator bedoeld is om de voelers te koelen. Dat is niet zo. Het gaat erom dat de ventilator een constante stroom lucht langs het kousje zuigt, waardoor ook de verdamping constant blijft.

Studeertip

Kijk nog eens goed naar de tekening van de natte bol. Probeer je voor te stellen wat er gebeurt als het water in het kousje verdampt. Wat gebeurt er met de temperatuur als er meer water verdampt? Als de relatieve luchtvochtigheid groter wordt, wat gebeurt er dan met de verdamping?

Handmatig aflezen van de RV

Tuinders die willen weten hoe het met de relatieve luchtvochtigheid is gesteld, kunnen de RV ook handmatig aflezen. Daarvoor moeten ze de gegevens van de droge bol combineren met de gegevens van de natte bol. Het aflezen van de RV gaat als volgt.

- 1 Lees de temperatuur van de droge en natte bol af.
- 2 Trek de waarde van de droge bol af van de waarde van de natte bol.
- 3 Lees in de RV-tabel de relatieve luchtvochtigheid af.

De RV-tabel is opgenomen in figuur 3.3.

Fig. 3.3 Met behulp van een RV-tabel kan de RV worden bepaald door de stand van de droge bol te combineren met het verschil tussen NBT en DBT

Stand droge bol	0	1/2	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2	5	5 1/2	6	6 1/2	7	7 1/2	8	8 1/2	9	
0	100	90	82	72	65	56	48	40	31	25	15	8	0							
1	100	91	83	74	66	58	50	41	34	26	18	10	5	0						
2	100	91	84	75	68	60	52	45	37	30	22	15	7	2	0					
3	100	92	84	76	69	62	54	47	40	32	26	18	11	5	0					
4	100	92	85	77	70	64	56	50	42	35	29	24	15	10	3	0				
5	100	93	86	78	72	65	58	51	45	38	32	26	19	13	7	2	0			
6	100	93	86	79	73	66	60	54	47	40	35	29	23	17	10	5	0			
7	100	93	87	79	74	67	61	55	49	43	37	31	26	20	15	9	3	0		
8	100	93	87	80	75	69	63	56	51	45	40	34	29	23	18	13	7	3	0	
9	100	94	88	81	76	70	64	59	53	47	42	36	31	26	21	16	11	6	2	
10	100	94	88	82	76	71	65	60	54	49	44	39	34	29	24	19	15	10	5	
11	100	95	88	83	77	72	66	61	56	51	45	41	36	31	27	22	18	13	8	
12	100	95	89	83	78	73	68	63	57	53	47	43	38	33	29	25	20	17	12	
13	100	95	89	84	78	74	69	64	59	54	48	45	40	36	32	27	23	19	15	
14	100	95	90	84	79	74	70	65	60	55	50	47	42	38	34	30	26	22	18	
15	100	95	90	84	80	75	71	66	61	57	52	48	44	40	36	32	28	24	20	
16	100	95	90	85	81	76	71	67	63	58	53	50	46	42	38	34	30	26	22	
17	100	95	90	85	81	77	72	68	64	60	55	51	47	43	40	36	32	28	25	
18	100	95	90	86	82	77	73	69	65	61	56	53	49	45	42	38	34	30	27	
19	100	95	91	86	82	78	74	70	66	61	57	54	50	46	43	39	36	32	28	
20	100	96	91	87	83	78	74	71	66	62	58	55	51	47	45	41	38	34	31	
21	100	96	91	87	83	79	75	71	67	63	60	56	53	49	46	42	39	36	33	
22	100	96	92	87	83	80	76	72	68	64	61	58	54	50	47	44	40	37	35	
23	100	96	92	87	84	80	76	72	69	66	62	59	55	52	48	45	42	39	37	
24	100	96	92	88	84	80	77	73	70	67	63	60	56	53	50	47	43	40	38	
25	100	96	92	88	84	80	77	74	70	67	63	61	57	54	51	47	45	42	39	
26	100	96	92	88	85	81	78	74	71	68	64	61	58	55	52	49	46	43	40	
27	100	96	92	88	85	81	78	74	71	69	65	62	58	56	52	50	47	44	42	
28	100	96	93	89	85	82	78	75	72	69	65	62	59	57	54	51	48	45	42	
29	100	96	93	89	86	82	79	75	72	69	66	63	60	58	55	52	49	46	44	
30	100	96	93	89	86	82	79	76	73	69	67	63	61	58	55	52	50	47	45	
31	100	97	93	90	86	83	80	76	73	70	67	64	62	59	56	53	51	48	46	
32	100	97	93	90	86	83	80	77	74	71	68	65	63	60	57	54	52	49	47	
33	100	97	93	90	87	84	80	77	74	71	69	65	63	61	58	55	52	50	48	
33	100	97	94	91	87	84	81	78	75	72	69	66	64	61	58	56	53	51	49	
34	100	97	94	91	87	84	81	78	75	72	69	66	64	61	58	56	53	51	49	
35	100	97	94	91	87	84	81	78	75	73	70	67	64	62	59	56	54	52	50	
36	100	97	94	91	87	85	82	79	76	73	70	67	65	62	60	57	55	52	50	
37	100	97	94	91	87	85	82	79	77	74	71	68	66	63	60	57	56	53	51	
38	100	97	94	91	87	85	82	80	77	74	72	68	66	63	61	58	56	54	52	
39	100	97	94	91	87	86	82	80	77	74	72	69	66	64	62	59	57	55	52	
40	100	97	94	92	88	86	83	80	77	75	73	70	67	65	62	60	57	55	53	

We leggen het aflezen van de RV-meter uit aan de hand van een voorbeeld. Stel, in een kas is de temperatuur van de droge bol (DBT) 15 °C. De temperatuur van de natte bol (NBT) is 14 °C. Het verschil is dan 1 °C. Hoe kom je nu de RV te weten? Je zoekt in de kolom met de DBT het getal 15 op. Leg nu een potlood of een liniaal onder de rij getallen naast 15 en zoek het getal in de kolom met de verschilwaarde 1 op. Je vindt een RV van 90.

Het belang van de meetplaats

In een kas is de temperatuur niet overal gelijk. Er zijn plekken die warmer of kouder zijn dan het gemiddelde. Op de ene plek heerst een andere relatieve luchtvochtigheid dan op een andere. Dat is nooit helemaal te voorkomen. Het heeft echter geen zin

maatstaf de meetbox op een koude hoek te plaatsen, want dat is geen *maatstaf* voor de hele kas. Wel is het verstandig de oorzaak van grote temperatuurverschillen op te (laten) sporen en te verhelpen. Je kunt er wel voor zorgen dat de meetbox op een plaats hangt waar de temperatuur en luchtvochtigheid representatief zijn voor de hele kas. Meestal is dit midden in de afdeling. In de meeste bedrijven vind je daar dan ook de meetbox.

We noemen nog twee andere aandachtspunten voor plaatsing.

- 1 Plaats de meetbox niet direct boven of in de buurt van een verwarmingspijp. De voelers reageren dan op de warmte van de pijp en geven een hogere temperatuur door aan de computer dan de werkelijke kastemperatuur. Ook later kan dit problemen geven. De klimaatcomputer houdt namelijk over langere tijd de temperatuur- en RV-waarden bij en verwerkt de gemiddelden in het klimaatprogramma. Als de temperatuuraanduidingen permanent te hoog zijn, wordt het hele klimaatprogramma aangepast aan de foutieve temperatuur.
- 2 Zorg ervoor dat het waterreservoir van de natte bol is afgeschermd tegen de zon. Het water in het reservoir moet ongeveer dezelfde temperatuur hebben als de omgeving. Door zonnestraling zou de watertemperatuur te hoog worden.

Controle en onderhoud van de RV-meetapparatuur

Een RV-instrument is een ingewikkeld geheel. Er kan vrij veel mis gaan. Zo kan de ventilator uitvallen of vastlopen, het water in het reservoir opraken en het kousje vuil worden. Daarom moet de meetbox wekelijks worden gecontroleerd en onderhouden. Daarbij zijn de volgende handelingen van belang.

- 1 Maak de buitenkant van de meetbox schoon.
De glimmende verf dient als afscherming tegen straling en moet daarom stofvrij worden gehouden.
- 2 Controleer of de ventilator nog werkt en niet aanloopt.
Tijdens het spuiten, roken en foggen moet de ventilator van de meetbox uitstaan. Vaak wordt vergeten de ventilator daarna weer aan te zetten.
- 3 Maak eventuele stoffilters schoon.
Vuile stoffilters belemmeren de luchtstroom en dus de constante verdamping.
- 4 Maak het kousje van de natte bol schoon.
Dit moet minstens één keer in de twee weken gebeuren. Is er sprake van 'hard' leidingwater, dan moet het kousje iedere week worden schoongemaakt. Werk hierbij met schone handen. Spuit het kousje af met een waterspuitje om vet en zweet te verwijderen. Als het kousje hard aanvoelt, moet het worden vervangen.
- 5 Maak elke maand het waterreservoir schoon en ververs het water.
Gebruik uitsluitend gekookt water. Nog beter is gebruik te maken van gedistilleerd of gedemineraliseerd water. Het kousje gaat dan langer mee.

De RV-meeteenheid ijken

verlopen Kwikthermometers en elektronische handthermometers kunnen *verlopen*. Op den duur wijken ze af van de waarden die in de fabriek werden ingesteld. Een slecht geijkte thermometer geeft 0 °C aan, terwijl het in feite bijvoorbeeld 0,7 °C is. Je kunt alle thermometers op het bedrijf ijken door zelf een ijkthermometer te maken. Dat gaat als volgt.

- 1 Breng water aan de kook en houd de ijkthermometer in het kokende water. Dit is precies 100 °C.

- 2 Vul een thermosfles gedeeltelijk met water. Voeg kleine stukjes ijs toe. Schud de fles. Na enige tijd is de temperatuur van het water 0 °C. Er moeten wel nog enkele stukjes ijs in ronddrijven. Houd de ijkthermometer vijf tot tien minuten in het water. Dan wijst hij precies 0 °C aan.

Je hebt nu een ijkthermometer, waarmee je alle thermometers en voelers van de RV-meetapparatuur op het bedrijf kunt controleren.

- 1 Verwijder het kousje van de natte bol.
- 2 Plaats de geijkte thermometer zo mogelijk in de meetbox, zodat ook de ijkthermometer is afgeschermd tegen straling.
- 3 Wacht tien minuten en laat de printer de meetwaarden van de voelers uitprinten.
- 4 Lees de uitgeprinte meetwaarden af en beoordeel de afwijking.

De waarde van de droge bol mag niet meer dan 0,5 °C afwijken van de waarde die de ijkthermometer aangeeft. Tussen de droge en natte bol (zonder kousje) mag het verschil niet groter zijn dan 0,2 °C. Als beide voelers zonder kousje worden gemeten, zou de temperatuur gelijk moeten zijn en de relatieve luchtvochtigheid dus 100%. Bij een afwijking van 0,2 °C is de feitelijke relatieve luchtvochtigheid 96%. Dit is de maximaal toegestane meetfout waarbij de klimaatcomputer nog correct kan aansturen.

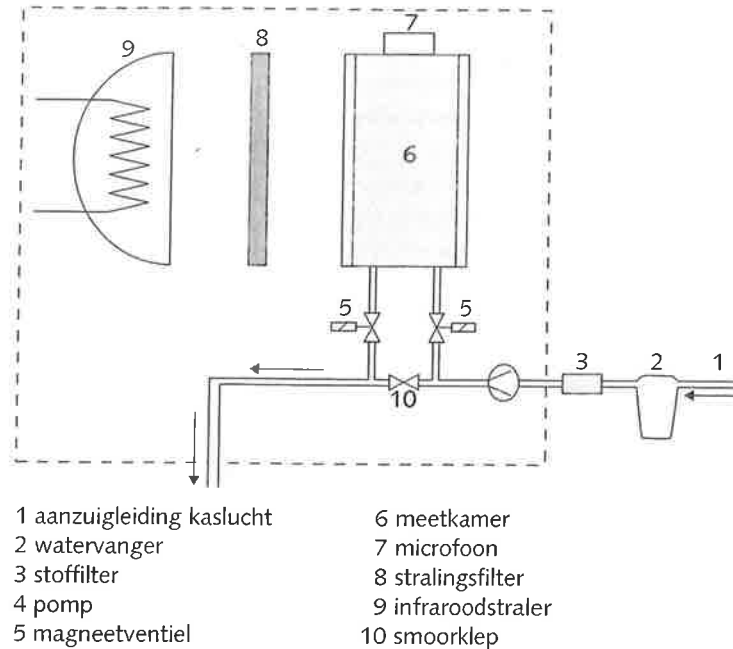
toegestane meetfout

Sommige klimaatcomputers berekenen ook het vochtdeficit. Bij 18 °C mag het vochtdeficit maximaal 0,5 gram per kubieke meter bedragen. Zo nodig moet de installateur de meting uitvoeren.

De CO₂-meter

Ergens in de kas staat een aparte CO₂-meter. De CO₂-meter meet het gehalte aan koolzuurgas van de kaslucht in delen per miljoen. In tabellen wordt dit afgekort tot *dpm* of *ppm*. Ppm is de Engelse afkorting van particles per million. In figuur 3.4 vind je een schematische voorstelling van een CO₂-meter. De onderdelen worden met cijfers aangegeven.

Fig. 3.4
Schematische weergave
van een CO₂-meter



Werking van de CO₂-meter

De kern van een CO₂-meter bestaat uit een meetkamer, een infraroodstraler en een stralingsfilter.

Een CO₂-meter werkt als volgt.

- Kaslucht wordt in een meetkamer (6) gezogen. Daarbij passeert de lucht een watervanger (condenspot) en een stoffilter.
- De infraroodstraler stuurt infraroodstralen door het stralingsfilter. Deze komen in de meetkamer terecht.
- CO₂ absorbeert infraroodstralen, andere gassen doen dit niet. Hoe meer CO₂, hoe meer infraroodstralen worden geabsorbeerd.
- Door het absorberen van de infraroodstralen verandert de druk in de meetkamer.
- De drukverandering wordt doorgegeven aan een microfoontje en daar gemeten.

Vaak wordt in een afdeling het CO₂ gedoseerd. De standaardwaarde wordt bijvoorbeeld ingesteld op 500 dpm. Het is dan zaak dat de CO₂-meter deze standaard nauwkeurig meet. Want als door meetfouten wordt afgeweken van de standaard, kan een te lage CO₂-concentratie ontstaan of wordt er onnodig gedoseerd.

Controle en onderhoud

De CO₂-meter is bijzonder gevoelig voor stof, vocht en bestrijdingsmiddelen. Daarom gelden de volgende onderhoudswerkzaamheden.

- 1 Vervang elke drie maanden het stoffilter.
- 2 Maak de condenspot regelmatig leeg.
- 3 Zet de meter op een vochtvrije plaats, vocht kan de meter inwendig vernielen.
- 4 Voorkom dat de meter in aanraking komt met bestrijdingsmiddelen of dat bestrijdingsmiddelen via de leidingen worden aangezogen.
- 5 Controleer de leidingen op verstoppingen, knikken en lekkages.

Ook de computer zelf wordt stoffig en vuil. Het beeldscherm is elektrostatisch geladen en trekt daardoor stof aan. Maak het scherm en het toetsenbord schoon met een licht

vochtige doek. De computer mag niet nat worden; elektronica is daar heel gevoelig voor.

De CO₂-meter ijken

De fabrikant geeft instructies voor het ijken van de CO₂-meter. Het ijken kan het best gebeuren met behulp van de ijkgasen die door de leverancier van de meter worden geleverd. Een ijking met buitenlucht is minder nauwkeurig. Het CO₂-gehalte van de buitenlucht is namelijk zeer wisselvallig. Afhankelijk van de plaats waar wordt gemeten, het tijdstip van de dag en het jaargetijde, kan het CO₂-gehalte van de buitenlucht uiteenlopen van 300 tot meer dan 450 dpm.

Metten en regelen van de apparatuur in de kas

raamstandmelders

De klimaatcomputer haalt gegevens binnen over de invloed van de temperatuur van het water in de verwarmingsbuizen en de stand van de lichtscheren en de luchtramen. Van bijzonder belang zijn de *raamstandmelders*, want deze vergen enig onderhoud. De raamstandmelders geven aan de computer door hoe ver de ramen van de luchtinstallatie openstaan. De klimaatcomputer krijgt uit andere bronnen informatie binnen, waaruit hij de ideale grootte van de raamopening berekent. De berekende waarde wordt dan vergeleken met de werkelijke grootte. Wijkt de ideale waarde af van de werkelijke, dan stuurt de computer een seintje naar de luchttingsmotor. Die past de raamopening aan. De raamstandmelder bevat een mechanische overbrenging naar een elektrische meter. Zo'n constructie is gevoelig voor *afwijkingen*. Een defect of afwijking van de raamstandmelder leidt tot onnodig energieverlies. Bovendien kunnen de ramen bij storm niet of niet op tijd worden gesloten, met alle gevolgen van dien. De raamstandmelders moeten eens per kwartaal worden gecontroleerd. De tuinder vergelijkt de waarde die de computer aangeeft in het afdelingsoverzicht met de werkelijke raamstand en controleert bij gesloten ramen of de computer inderdaad aangeeft dat de ramen dicht zijn.

afwijkingen

3.3 Meten van het buitenklimaat: het weerstation

weerstation

Ook buiten de kas zijn er factoren die invloed hebben op het klimaat binnen de kas. Deze factoren worden gemeten met een *weerstation*, dat meestal boven op de kas op een mast is geplaatst. Het weerstation bevat vijf tot zes verschillende meters, namelijk voor:

- de buitentemperatuur;
- de windsnelheid;
- de windrichting;
- de lichtsterkte en/of de stralingshoeveelheid;
- de hoeveelheid regen.

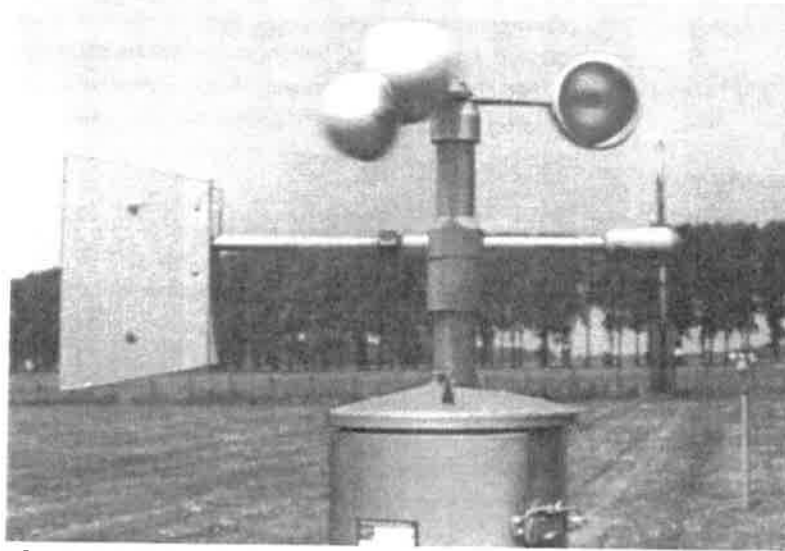
De gegevens van het weerstation worden door de klimaatcomputer gebruikt om allerlei bijstellingen in de kas te berekenen. Zo wordt de gemeten windsnelheid gebruikt om de ideale stand van de luchtramen te berekenen. Informatie over de windsnelheid is hiervoor nodig, omdat het ventilatievoud bij eenzelfde raamopening veel groter wordt als er wind op de luchtramen staat. De computer combineert de gegevens over de windsnelheid met het temperatuurverschil tussen kaslucht en buitenlucht. Hieruit berekent de computer de juiste raamopening bij een gegeven

windsnelheid en temperatuurverschil. De windsnelheid is ook van invloed op de warmtebehoefte in de kas. De computer neemt het signaal over de windsnelheid mee als hij de warmtebehoefte berekent en de verwarmingsketel of -brander aanstuurt.

Fig. 3.5

Windmast met
windrichtingsvaan en
windsnelheidsmeter

Bron: Weerkunde voor de
agrarische sector,
bladzijde 106



Plaatsing weerstation

Om zijn werk goed te kunnen doen, moet het weerstation op een adequate plaats staan: op 1,5 m boven de nokhoogte van de kas en buiten de invloedssfeer van hoge gebouwen (ketelhuis), schoorsteen en bomen, die de meting kunnen verstoren.

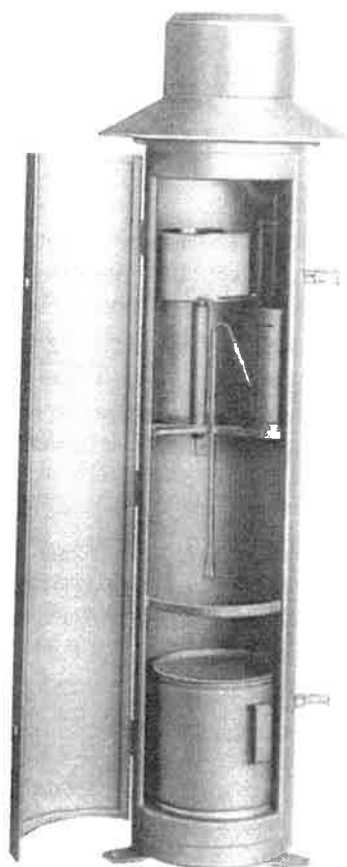
Controle en onderhoud

lichtmeter
stralingsmeter

De meters in het weerstation, zoals de lichtmeter en de regenmeter, moeten maandelijks worden gecontroleerd. De *lichtmeter* raakt op den duur vervuild door stof en vettige aanslag. De gemeten waarden zijn hierdoor minder betrouwbaar. Maak het kapje van de lichtmeter schoon met water en afwasmiddel. Als er een *stralingsmeter* aanwezig is, moet het droogpatroon één keer per jaar worden verwisseld. In een *stralingsmeter* zit een droogpatroon om mogelijk binnengedrongen vocht te absorberen. Controleer of er geen vochtaanslag aan de binnenkant van de meter zit en verwijder dit desnoods.

Ook de regenmeter kan vervuilen, waardoor de werking afneemt. De regenmeter werkt op het elektrische geleidingsprincipe en de elektrische geleiding wordt aangetast door stof en vettige aanslag. De geleidingswaarde neemt af en als het regent wordt dit niet meer of veel te laat doorgegeven aan de computer. Ook de regenmeter kan worden schoongemaakt met water en afwasmiddel.

Fig. 3.6
Binnenkant van een
regenmeterBron:
Weerkunde voor de
agrarische sector,
bladzijde 103



Uking

De instrumenten in het weerstation moeten regelmatig worden geïjkt. De buitentemperatuurmeter wordt geïjkt door de waarden te vergelijken met die van een ijkthermometer. Eerder werd reeds uitgelegd hoe je een ijkthermometer kunt maken. Kies een bewolkte dag uit en houd de ijkthermometer vijf minuten lang op 15 m boven het maaiveld. Is er zon, bescherm de ijkthermometer dan tegen straling. Lees de temperatuur af van de ijkthermometer en vergelijk deze met de temperatuur die de buitenluchtthermometer in het weerstation aangeeft. Een afwijking van 1 °C is toelaatbaar.

De betrouwbaarheid van de instrumenten voor windsnelheid en windrichting kan het best worden gecontroleerd door de gemeten waarden te vergelijken met die van de burens. Als deze meetapparaten eenmaal goed functioneren, verlopen ze zelden. Het ijken van de windsnelheidsmeter gebeurt met een hand-anemometer.

Ook de lichtmeter en/of stralingsmeter wordt gecontroleerd door de gemeten waarden te vergelijken met die van de burens. De burens moeten dan wel dezelfde meter hebben. Vergelijk licht met licht en straling met straling. Bij twijfel bel je een meteodienst in de buurt voor de juiste windsnelheidsgegevens. Het KNMI in De Bilt verstrekt daarvoor de adressen. Vooral de betrouwbaarheid van de lichtmeter moet regelmatig worden gecontroleerd. Lichtmeters werken op lichtcellen en deze verouderen snel. De lichtgevoeligheid neemt af, waardoor de gemeten waarde te veel

gaat afwijken van de werkelijke lichtsterkte. Een stralingsmeter verouderd minder snel. Licht- en stralingsmeters kunnen in principe alleen door de installateur of de fabrikant worden geïjkt.

3.4 Afsluiting

Voor ieder gewas bestaat een ideaal klimaatplan, aangepast aan het groeistadium van de plant, de buitentemperatuur en dag en nacht. Door middel van een klimaatcomputer wordt dit klimaatplan gedurende de gehele teeltperiode zoveel mogelijk uitgevoerd. De computer krijgt hiervoor gegevens van een groot aantal voelers en meetapparaten binnen en buiten de kas. De computer vergelijkt de binnenkomende gegevens met de ideale gegevens en stuurt zo nodig de apparaten aan die de klimaatfactoren beïnvloeden. Zo is de computer het hart van de meet- en regelkring.

Het kritieke punt van de regelkring wordt gevormd door de meetgegevens. Onbetrouwbare meetwaarden leiden tot een verkeerde aansturing. Er zijn drie mogelijke oorzaken van onbetrouwbare metingen. Ten eerste kunnen de meetapparaten op een plaats staan die niet representatief is voor de werkelijke situatie. In de tweede plaats kunnen de apparaten gebreken gaan vertonen, doordat zij slecht worden onderhouden. Ten derde kunnen na verloop van tijd de ingestelde standaardwaarden gaan verlopen.

Meetapparaten moeten dus regelmatig worden gecontroleerd, gereinigd en onderhouden. In dit hoofdstuk wordt voor elk meetapparaat beschreven welk onderhoud er nodig is en wanneer dat moet worden uitgevoerd. Binnen de kas zijn dat de droge bol voor de kastemperatuur, de natte bol voor de relatieve luchtvochtigheid, de CO₂-meter, de instelling van apparaten zoals de raamstandmelders en de stand van de schermen. Buiten de kas zijn de meetinstrumenten – de thermometer, de windmeter, de regenmeter en de stralingsmeter – ondergebracht in het weerstation.

Als alles klopt, combineert de klimaatcomputer de gegevens van de binnen- en buiteninstrumenten en laat de verschillende apparaten samenwerken, zodat een optimaal kasklimaat ontstaat.

Schoolopdracht 3.2

De RV

- Om 9 uur 's ochtends wijst de droge bol een temperatuur aan van 15 °C en de natte bol een temperatuur van 12 °C. Twee uur later geeft de droge bol 18 °C en de natte bol 15 °C aan. Is de RV gelijk gebleven, groter of kleiner geworden?
- Bereken de RV bij de volgende situatie: DBT = 26, NBT = 29
- In de kolom met verschilwaarde 0 is de RV altijd 100. Waarom?

Schoolopdracht 3.3

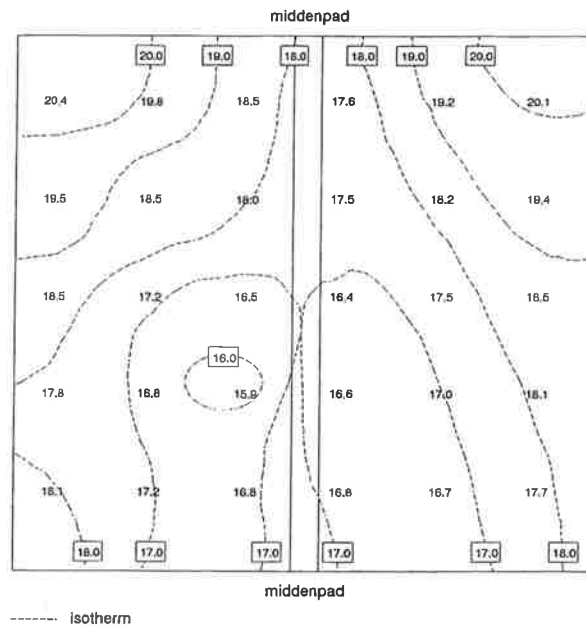
Temperatuurverschillen

Tuinders willen dat het gewas zo gelijkmatig mogelijk groeit. Voor een gelijkmatige groei moet in ieder geval het kasklimaat op iedere plaats in de kas gelijk zijn. In de praktijk valt het niet mee deze situatie te bereiken. Dit blijkt uit het hierna afgedrukte overzicht van temperaturen en de daarbij behorende isothermen. Een isotherm is een

lijn die de punten met elkaar verbindt waar dezelfde temperatuur heerst. Isotherm 20 verbindt dus alle punten waar het 20 graden is. Door voor een kas de isothermen te berekenen, worden de gebieden met temperatuurverschillen zichtbaar. Figuur 3.7 geeft een overzicht van het temperatuurverloop in de kas van een proefbedrijf.

Fig. 3.7

Temperaturen die werden gemeten in de kas van een proefbedrijf. Plaatsen waar dezelfde temperatuur werd gemeten, zijn verbonden met een stippellijn. Zo ontstaan isothermen



- Hoe kunnen in een kas temperatuurverschillen ontstaan?
- Wat kan de glastuinder doen om de temperatuurverschillen zo klein mogelijk te maken of te houden?