

INTRODUKTIE VAN EEN DIGITALE  
COMPUTER BIJ DE REGELING VAN  
HET KASKLIJMAAT.

maart 1976. J. VALENTIN.

Overstappen van analoge regelaar naar digitale computer??

|  | <u>blz.</u> |
|--|-------------|
| - Ontwikkeling van de regeltechnische mogelijkheden                  | 1           |
| - Ontwikkeling van de mogelijkheden van de regeling                  | 1           |
| - Gevolgen voor de analoge regelaars                                 | 2           |
| - Gevolgen voor de digitale computer regeling                        | 3           |
| - Realisatie van een programma                                       | 3           |
| - Onderdelen van een computer systeem                                | 4           |
| - Vergelijking tussen een analoge regelaar en een digitale computer. | 6           |

ISBN = 2245041

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0939 0911

## ONTWIKKELING M.B.T. REGELTECHNIEK

Het kasklimaat wordt beïnvloed door allerlei weersveranderingen, zoals bijvoorbeeld plotselinge temperatuur wisselingen, regenbuien, felle zon, harde wind enz.

Om het kasklimaat zo stabiel mogelijk te houden, zullen we moeten bijsturen d.m.v. verwarming en/of luchting.

Dit bijsturen noemen we het corrigeren van afwijkingen t.o.v. de gewenste kascondities.

Bij het automatisch regelen van het kasklimaat werd aanvankelijk een zogenaamde open - dicht regelaar gebruikt

Doordat deze regelaar slechts twee standen had (alles of niets), werd elke afwijking tussen de gemeten en ingestelde waarde gecorrigeerd met dezelfde en grootst mogelijke correctie.

Dat hierbij de correctie niet afgestemd was op de grootte van de afwijking, is duidelijk. Een onstabiele regeling van het kasklimaat was dan ook het gevolg.

Een verbetering vormt de Proportionele regelaar. Hierbij is de correctie evenredig (overeenkomstig) met de optredende afwijking. Een grote afwijking geeft een grote correctie en een kleine afwijking veroorzaakt een kleine correctie.

Wanneer deze overeenkomst tussen de afwijking en de correctie verkeerd gekozen is (verkeerde instelling van de Prop. Band!) kan er een z.g. statische afwijking optreden. Dit is een blijvend verschil tussen de ingestelde waarde en gemeten waarde.

Dit nadeel verdwijnt bij toepassing van een Prop.-Integrerende regelaar.

Bij gebruik van deze regelaar wordt de statische afwijking continu gecorrigeerd, zodat de ingestelde waarde ook werkelijk gerealiseerd wordt.

Bij het optreden van acute storingen van het kasklimaat is een snelle correctie noodzakelijk. Dit wordt gerealiseerd door gebruik te maken van een Prop.-Integr.-Differentiërende regelaar.

Deze regelaar zorgt ervoor, dat de grootte van de correctie mede bepaald wordt door de snelheid waarmee de afwijking groter of kleiner wordt.

Bepaalde afwijkingen vereisen een geheel eigen aanpak. Zo is bijvoorbeeld een te hoge luchttemperatuur te corrigeren door te ventileren.

Echter, de eerste 10 cm raamopening heeft een grotere invloed op de ventilatiesnelheid -en dus op de ruimtetemperatuur- dan de volgende 10 cm.

Hierbij hebben we te maken met een ingewikkeld logaritmisch verband tussen de regelaktie (raamstand) en de ventilatiesnelheid.

Enerzijds is hier nog weinig over bekend en anderzijds is dit verband slechts door dure ingewikkelde schakelingen te realiseren in een regelaar.

Uit deze opsomming blijkt, dat de eisen die gesteld worden aan de reactie van de regelaar op een bepaalde afwijking hoger worden.

Het doel hiervan is namelijk om bij een afwijking precies zoveel te corrigeren, dat de ingestelde waarde continu benadert wordt, zonder echter een doorschieten naar de andere kant (overregeling).

Dit resulteert in een gelijkmatiger verloop van het kasklimaat.

## ONTWIKKELING MOGELIJKHEDEN REGELING

Naast de ontwikkeling van methodes om nauwkeuriger en gelijkmatiger storingen op te vangen en bij te sturen, zijn ook de inzichten in het, voor een optimale groei gewenste, kasklimaat verdiept.

Vroeger bijvoorbeeld, was eenzelfde temperatuur instelling voor de dag en de nacht nog algemeen, terwijl men tegenwoordig 's nachts een lagere temperatuur wenst dan overdag.

Ook heeft men de tijdstippen voor de overschakeling van dag- naar nacht-instellingen en ook in omgekeerde volgorde van de verwarming en luchting onafhankelijk van elkaar gemaakt.

Dit i.v.m. het voorkomen van condens op het gewas 's morgens en een energiebesparing in de namiddag.

Het feit, dat voor een optimale groei bij een hogere lichtintensiteit een hogere temperatuur nodig is, leidt tot het lichtafhankelijk verhogen van de kasttemperatuur.

Ook de vochtigheid van de kaslucht is bij de moderne regelingen betrokken. Het zgn. droogstoken is een algemeen begrip geworden.

Uit energiebesparende overwegingen is in de zomer het lichtafhankelijk verlagen van de buistemperatuur ingevoerd.

Dit om te voorkomen, dat de buistemperatuur bij veel zon te hoog oploopt. Doordat men meer inzicht heeft gekregen in de invloed van het buitenklimaat op de kascondities, gaat men meer rekening houden met de buistemperatuur en -vochtigheid, windsnelheid en windrichting bij het bepalen van de minimum en maximum raamstand.

Bijvoorbeeld bij koud, winderig weer zal een lage maximum raamstand ingezet worden, terwijl er bij warm, stil weer een bepaalde minimum raamstand gehandhaafd blijft.

Door het buitenklimaat te betrekken bij de regeling van het kasklimaat komt men tot een soort voor-regeling, waardoor het mogelijk wordt storingen in het kasklimaat, direkt bij het ontstaan ervan, bij te sturen.

Bovengenoemde punten geven aan dat men tegenwoordig hoge eisen stelt aan de mogelijkheden die een klimaatregelaar moet bieden.

Dit heeft, samen met de eerder besproken eisen t.a.v. de afstemming van de correctie op een afwijking, tot gevolg dat de huidige apparatuur zeer complex en daardoor kostbaar geworden is.

#### GEVOLGEN VOOR ANALOGE REGELAARS

Wanneer echter door onderzoek en/of ervaring van de gebruikers nieuwe regelvormen of regelprincipes ontworpen worden, blijkt dat de moderne apparatuur een vrij starre structuur heeft, en vaak nauwelijks mogelijkheden biedt tot uitbreidingen en wijzigingen.

Wordt de apparatuur dan niet vervangen door nieuwe (vaak duurdere) aangepaste apparatuur, dan zal een wijziging van de bestaande regelaar een kostbare (arbeidsintensief) bezigheid zijn.

Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de werking van het apparaat vastgelegd is in de onderlinge rangschikking van de diverse elektronische schakelingen.

Wijziging houdt dan in, dat draden omgesoldeerd moeten worden, onderdelen vervangen, schakelingen aangepast en een nieuwe dimensionering van het systeem gevonden moet worden.

Deze verandering moet in elk apparaat afzonderlijk aangebracht worden!

De huidige apparatuur werkt analoog. Analoog betekent: overeenkomstig.

Deze werking is vergelijkbaar met de tijdsaanduiding op een polshorloge.

De stand van de wijzers geeft een continue overeenkomst met de tijd.

Bij de klimaatapparatuur zijn stroompjes, weerstanden, spanningen overeenkomstig met allerlei instellingen zoals temperaturen, klepstanden e.d.

Meten, omrekenen, vergelijken en sturen gebeurt allemaal met elektrische grootheden in elektronische schakelingen, weerstandsbruggen enz.

Voor een nauwkeurige regeling worden dan ook hoge eisen gesteld aan de materialen en de werking van de componenten.

Ingewikkelde regelvormen vereisen uitgebreide en kwetsbare schakelingen.

Zoals hieruit blijkt lost men bij de analoge apparatuur de regeltechnische en klimatologische problemen op door gebruik te maken van dure, ingewikkelde schakelingen.

## GEVOLGEN VOOR DIGITALE COMPUTER REGELING

Dit in tegenstelling tot de werkwijze met een digitale computer. Hierbij maakt men gebruik van eenvoudige schakelingen die door een ingewikkeld programma zodanig met elkaar verbonden worden dat er een met de analoge apparatuur vergelijkbare werking tot stand komt. Men verlegt dus het accent van de electronica naar het programma. Het begrip "digitaal" wil zeggen: getalsmatig, werkend met afgeronde getallen.

De computer zet de meetwaarden, die binnenkomen in de vorm van stroompjes, spanningen e.d., om in een getal. Dit getal wordt dan volgens opdrachten uit het programma onderworpen aan allerlei berekeningen met andere getallen. Deze getalsmatige berekeningen vereisen géén ingewikkelde schakelingen. Deze schakelingen zijn niet op één vaste manier met elkaar verbonden.

Wat bij de huidige apparatuur via de bedrading geregeld wordt, doet bij een computer het programma. Al naar gelang de opdracht via het programma, worden schakelingen geselecteerd en gecombineerd in een bepaalde volgorde, waardoor een bepaalde berekening uitgevoerd kan worden.

Verandering in het programma zal leiden tot een andere selectie of volgorde waardoor m.b.v. dezelfde schakelingen een andere berekening wordt uitgevoerd.

Alles draait bij een computer om het programma. Het apparaat zelf, met randapparatuur en schakelingen is standaard.

Juist de invoering van het gebruikersprogramma maakt het apparaat geschikt voor zijn specifieke taken, zoals in de tuinbouw: het regelen van het klimaat.

Hetzelfde apparaat met een ander programma kan ook gebruikt worden bij verkeersregelingen, medisch onderzoek, raffinaderijen e.d.

Daar het programma de werking van de computer bepaalt, is het duidelijk dat een fout in het programma resulteert in een verkeerde werking van de computer. Elke fout in het programma wordt "blindelings" opgevolgd.

(Een computer kan niet denken!)

Het maken van een programma is een zeer tijdrovende taak, het vereist een hoge mate van nauwkeurigheid en is door de hoge arbeidslonen erg kostbaar.

Wel is het een voordeel dat het eenmaal gemaakte programma zonder veel moeite in elke gelijke (Merk en type!) computer in te voeren is.

Hierdoor kan bij grote afname een redelijke lastenverdeling optreden, dit in tegenstelling tot de analoge apparatuur.

Dit zelfde geldt natuurlijk ook voor wijzigingen.

Het principe verschil tussen de analoge regelaar en de digitale computer is:

Analoog: specifiek apparaat met onderdelen met vaste bedrading

Digitaal: standaard apparaat met programma specifiek voor taak.

## REALISATIE VAN PROGRAMMA

Bij het maken van een programma volgt men de volgende procedure:

### 1. Probleemstelling

Vragen als: Wat moet er geregeld worden, wat zijn de wensen t.a.v. de regeling, aan welke nauwkeurigheid moet het systeem voldoen enz. staan primair.

### 2. Systeem analyse

Op welke manier en in welke volgorde kunnen de wensen gerealiseerd worden?

Hoe ziet de algemene opbouw van het systeem eruit (Hardware).

Welke programma's zijn er nodig? (Soft-ware).

Welke meetgegevens zijn er nodig en hoe moet de sturing plaatsvinden? Als voorbeeld van het resultaat van een systeemanalyse voor wat betreft de programma-opbouw is hier het programma schema voor het starten en wegrijden van een auto. (zie copie).

### 3. Codering

Aan de hand van een dergelijk programma-schema, gaat de programmeur stap voor stap na, welke methodes en welke instructies hij moet toepassen om tot een programma te komen, dat door de computer kan worden uitgevoerd.

Elk type computer heeft zijn specifieke lijst van mogelijke instructies en dan nog in een eigen code. Dit maakt dan ook de uitwisseling van programma's tussen verschillende computertypen vrijwel onmogelijk.

Door het beperkte aantal mogelijke instructies en omdat de computer slechts één ding tegelijk doet, moeten complexe handelingen uiteenge-rafeld worden tot kleine stukjes die wel in de eenvoudige instructies te vertalen zijn.

Voorbeeld: De opdracht om een auto te starten is voor een computer onbegrijpelijk. Wel begrijpt hij het wanneer de opdracht teruggevoerd wordt tot een serie aantal enkelvoudige handelingen, zoals draai sleutel om, trap gaspedaal in etc.

In een later stadium wordt de serie symbolische instructies (het programma) vertaalt d.m.v. een speciaal vertaalprogramma in een serie van instructies die bestaan uit combinaties van nullen en enen.

Deze nullen en enen vormen namelijk de basis-computertaal.

### 4. Testen

Voordat het nu voltooide programma de regeling van het proces kan doen, is het noodzakelijk het grondig te testen.

Elk programma afzonderlijk, maar ook de onderlinge samenwerking tussen de programma's wordt getest.

Dit gebeurt met speciale test-programma's en/of simulatoren, dieelke tak van een programma testen.

Dit is om te voorkomen dat na b.v. een jaar het systeem plotseling fout loopt, omdat er dan een bepaalde programmataak voor het eerst doorlopen wordt.

Voorbeeld: Er zit een fout in de tak: "Repareer Band".

Gedurende een jaar zijn de banden o.k. Alles gaat dan naar wens. Dan komen er ineens problemen bij het optreden van een kapotte band!

### 5. Invoeren van programma

Het geteste programma kan d.m.v. ponsbanden of ponskaarten in het geheugen van de computer worden gebracht.

Na een start procedure komt het dan ten dienste van de gebruiker.

## ONDERDELEN VAN EEN COMPUTER SYSTEEM

Een digitaal computer systeem bestaat uit twee delen, te weten:

A. Hard-ware. Dit is alles wat men aan apparatuur ziet

B. Soft-ware. Hieronder verstaat men de programmatuur, die zorgdraagt voor de goede verwerking van de gegevens door de computer.

A. De Hard-ware bestaat uit:

1. Multiplexer: Dit apparaat zorgt ervoor dat alle meetpunten één voor één verbonden worden met het computer systeem.

2. Analoog-digitaal omvormer: Hier worden de doorverbonden analoge meetwaarden omgezet in digitale vorm: getallen.

3. Computer: Hierin zorgen programma's, geheugens, rekenwerk en de tijd-klok voor alle berekeningen die vereist zijn.

4. Relaiskaarten: Verzameling van relais, die verbonden zijn met de correctie organen en die voor een bepaalde tijd door de computer aangestuurd worden.
5. Teletype: Dit is een schrijfmachine die de mogelijkheid van communicatie tussen de computer en de gebruiker biedt.

B. De Soft-ware bestaat uit:

1. Organisatie- of besturingsprogramma

Dit heeft een treffende vergelijking met een verkeersagent.

Het organisatieprogramma bepaalt in gevallen dat twee of meer programma's tegelijkertijd gebruik willen maken van de rekeneenheid, aan de hand van vooraf aangegeven prioriteiten, welk programma voorrang heeft.

Ook de toewijzing van gebruik van in- en uitvoer apparaten aan programma's wordt geregeld door dit organisatie-programma.

2. Systeem programma's

Dit zijn programma's die standaard bij de computer geleverd kunnen worden. De werking ervan is algemeen zodat elke gebruiker hem nodig heeft.

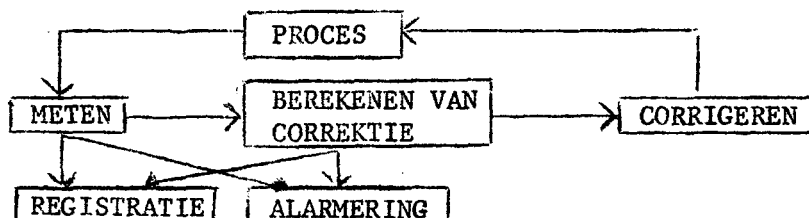
Voorbeelden zijn o.a. programma's die de randapparatuur sturen (multiplexer, teletype, A.D.C., relaiskaarten enz.).

3. Gebruiker programma's

Deze zijn uiteraard volledig afgestemd op de doelstellingen van de gebruiker. In geval van een tuinbouwcomputer zijn dit tot nu toe programma's die qua werking een sterke overeenkomst vertonen met de werking van de huidige analoge apparatuur.

Hierbij zijn wel allerlei verfijningen aangebracht om nog beter en gelijkmatiger te kunnen regelen.

In grote lijnen is de verwerking als volgt:



- Meten: Dit onderdeel bevat het één voor één meten van de condities in de afdelingen en van het buitenklimaat, het omzetten naar digitale waarden en het omrekenen naar fysische grootheden, zoals  $^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{m.s}^{-1}$ , %, Joules,  $\text{cm}^{-2}$ ,  $\text{mm}^{-1}$ , enz.
- Berekenen van correcties: Dit is het regelprogramma. Aan de hand van meetwaarden zoals licht, windsnelheid e.d. worden via basisinstellingen de streefwaarden onder die omstandigheden uitgerekend. Door vergelijking met de overeenkomstige gemeten waarden wordt er berekend welke correctie er uitgestuurd moet worden.
- Corrigeren: Dit programma voert de resultaten van de correctieberekeningen uit, door alle punten af te vragen of er nog gecorrigeerd moet worden.
- Bedienung: Dit is een service programma waarmee de gebruiker de mogelijkheid heeft, alle ingestelde waarden onmiddellijk te veranderen zodra het wenselijk is. Ook het opvragen van meetresultaten, ingestelde waarden, tijd, uitkomsten van berekeningen van het regelprogramma enz., wordt door dit programma mogelijk gemaakt.

- Registratie: Dit programma kan gemeten worden en de berekende ingestelde waarden af laten drukken door de teletype. Ook is het mogelijk minima en maxima, gemiddelden, totalen te berekenen en uit te geven. Het afdrukken gebeurt automatisch met een ingesteld tijdsinterval.
- Alarmering: Dit is een testprogramma voor enerzijds foute metingen (kapotte voeler e.d.) en anderzijds voor het melden van het overschrijden van een minimum of maximum waarde van de diverse metingen. Bij constatering van een fout wordt er op de teletype een melding uitgegeven en kan er een bel en/of telefoon overgaan.

## VERGELIJKING TUSSEN DE MODERNE ANALOGE APPARATUUR EN DE DIGITALE COMPUTER.

### 1. Bediening

Bij de moderne klimaatregelingen zijn de instelmogelijkheden legio. Door de ongekeerde hoeveelheid mogelijkheden wordt het instellen, wanneer er niet systematisch gewerkt wordt, vaak moeilijk. Wanneer er bij de analoge apparatuur een knop ingesteld is, dan is men de gegevens over die instelling kwijt zodra de knop in een andere stand wordt gezet. Dit kan worden voorkomen door op een lijst de oude en de nieuwe stand, de datum en tijd te noteren. In de praktijk blijkt, dat de kweker dit toch weinig doet. Bij de digitale computer worden bij elke verandering deze gegevens afgedrukt op de teletype. Hierdoor verkrijgt men de mogelijkheid om later de consequenties van het instellen van bepaalde waarden na te gaan aan de hand van de gegevens over het verdere verloop van het kasklimaat, die ook op de teletype worden afgedrukt. Ook de computer regeling biedt een scala aan instelmogelijkheden. Maar omdat deze instellingen volgens een systematische volgorde één voor één afgewerkt worden, zal de gebruiker minder gemakkelijk fouten maken. Bovendien kan de computer via een testprogramma de gebruiker attenderen op eventuele onlogische combinaties van instellingen. Als voorbeeld noemen we: een ventilatie temperatuur, die lager ingesteld is dan de stook temperatuur. Dat deze werkwijze leidt tot een bewuster werken met de apparatuur en een efficiënter gebruik van de mogelijkheden die de regeling biedt, blijkt uit de praktijk.

### 2. Regeltechnische mogelijkheden

Bij de analoge regelingen vergen Proportionele, P.-Integrerende en P.-I.-Differentiërende regelakties schakelingen waarvan de ingewikkeldheid in de zelfde volgorde toeneemt. Niet lineaire regelakties zoals logaritmische en nog complexere verbanden zijn alleen door veel en dure schakelingen te realiseren. Bij een digitale computer wordt elke regelactie berekend aan de hand van formules. Elke gewenste regelvorm is, mits de formule aanwezig is, te realiseren door het in een programma aan te brengen. Gevolg is dan ook, dat bij de regeling van de verwarming en ventilatie rekening gehouden kan worden met complexe factoren die sterk op elkaar inwerken. Bij de verwarming b.v. het rekening houden met de dode tijden, en bij de luchting het pogen om de raamkarakteristiek (d.i. het verband tussen de raamopening en het ventilatievoud) te benaderen.

### 3. Mogelijkheden van de klimaatregelingen

Wanneer zich nieuwe inzichten en toepassingsmogelijkheden voordoen, zal de realisatie ervan in de huidige analoge apparatuur gepaard gaan met relatief hoge kosten en een bepaalde tijd dat de regeling buiten bedrijf gesteld wordt. Deze problemen doen zich voor bij elk afzonderlijk apparaat.

Bij wijziging van de regeling met de computer zal de realisatie van nieuwe wensen vooral betrekking hebben op het veranderen van het programma.

Ook dit zal tijd kosten en een investering met zich mee brengen, maar er staan een paar belangrijke voordelen tegenover.

De regeling kan doordraaien, omdat het (her-)schrijven van een programma "bureauwerk" is. Het inbrengen van het nieuwe programma in de computer vergt slechts enkele minuten.

Het tweede voordeel is, dat de kosten voor de ontwikkeling van het programma, bij een grote afname ervan, lager kunnen liggen dan bij de wijziging van de analoge apparatuur.

Bovendien is het mogelijk om naast het klimaatregelprogramma de computer ook andere taken op te dragen, zoals het sturen van een scherminstallatie, verduisteringen, gewaskoeling, beregening, kunstmestdosering, cyclische belichting e.d.

Juist de flexibiliteit bij het aanpassen en/of uitbreiden maken de toepassing van de computer aantrekkelijk.

#### 4. Realisatie van de regelopdrachten

Bij de analoge apparatuur worden de metingen, berekeningen en vergelijkingen uitgevoerd door elektrische stroompjes en spanningen. Deze hebben een bepaalde overeenkomst met fysische waarden als temperatuur, raamstand e.d.

Afhankelijk van de gebruikte materialen kan deze overeenkomst zich na verloop van tijd wijzigen. Zo kan het gebeuren, dat de regeling een instelling van 21°C interpreteert als 20°C.

Deze systeem afwijkingen moeten periodiek door ijking verholpen worden (in de praktijk schiet dit er vaak bij in!).

Bij een computer geldt alleen de miswijziging bij de metingen. Na omzetting in digitale signalen (getallen) kan er geen afwijking meer plaatsvinden, omdat getallen met getallen omgerekend worden.

Hierdoor treedt geen ongewenst verloop op van de streefwaarden.

#### 5. Mogelijkheden van registratie.

Bij de analoge regelingen zal het vastleggen van allerlei klimaatgegevens de aanschaf van aparte registratie apparatuur noodzakelijk maken.

Dit kunnen zijn: thermo-hygrografen, meerpuntschrijvers enz.

Om met een redelijke nauwkeurigheid meetgegevens vast te kunnen leggen zal dit een aanzienlijke investering met zich mee brengen.

Het voordeel is wel, dat men metingen verricht die los staan van de klimaat-regelaar.

Bij de computer kan een programma zorgen voor het periodiek afdrukken van de meetwaarden van de kasafdelingen en het buitenklimaat.

Dit geldt ook voor bepaalde berekende waarden.

Naast deze automatische uitvoer, kan men via het bedieningsprogramma ook de momentane waarden opvragen. Wel is een mogelijk nadeel dat de registratie gebruik maakt van het zelfde meetsysteem als de regeling. Controle is dan alleen mogelijk wanneer het meetsysteem ook de juiste waarden aangeeft.

De registratiefaciliteiten van de computer kan men uitbreiden met de berekening van uiterste waarden, dagtotalen, gemiddelden e.d.

Zonder het verder werken met deze gegevens is de registratie tamelijk zinloos.

Om te profiteren van deze registratie mogelijkheden zal er een koppeling gevonden moeten worden tussen de meetgegevens enerzijds, en de kwaliteit en productiecijfers van het gewas anderzijds.

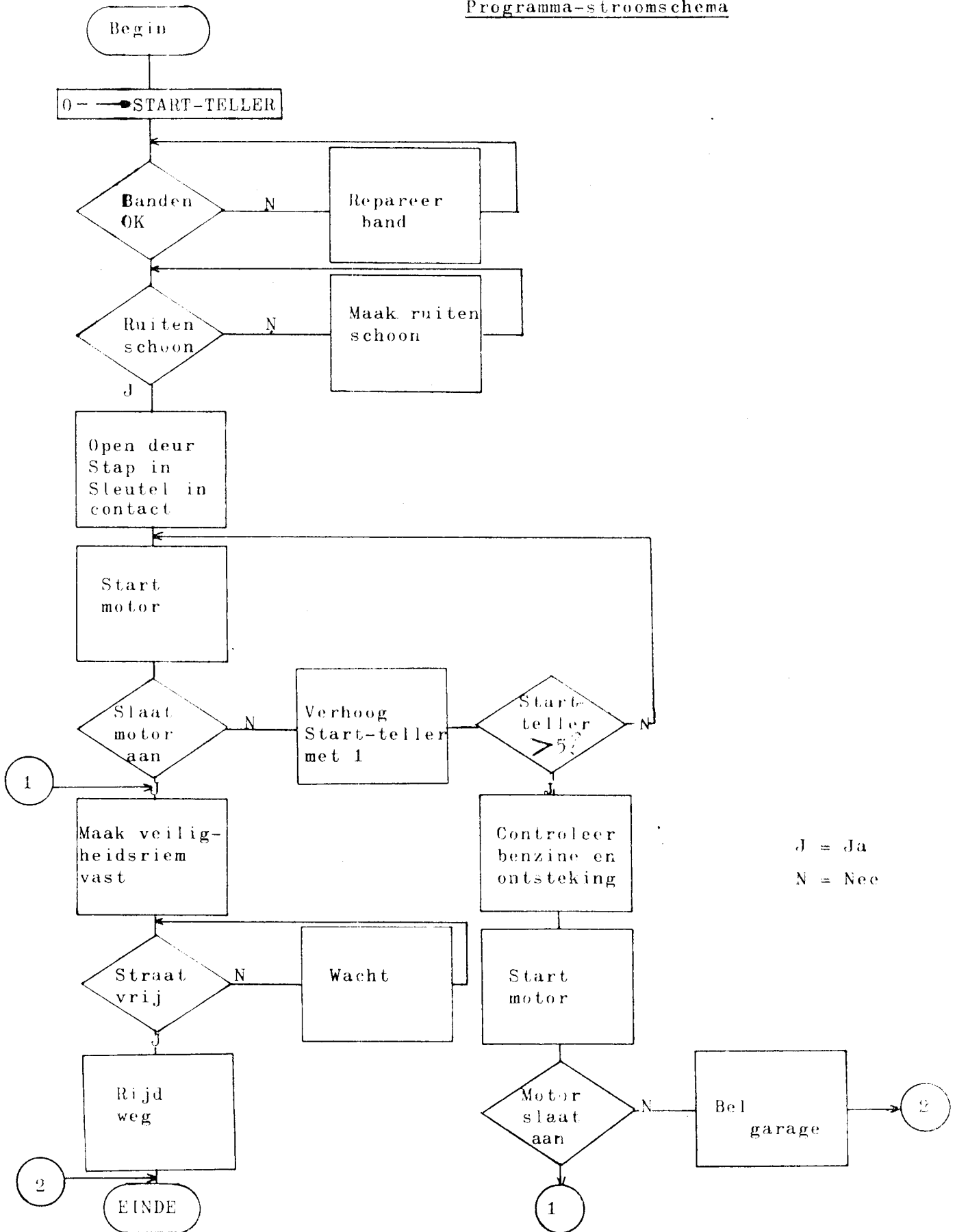
Door deze terugkoppeling naar het gewas, is het mogelijk een beter inzicht te krijgen in de uitwerking van een bepaald gerealiseerd klimaat op het gewas.

Hierdoor kan de gebruiker komen tot een optimale instelling en een optimaal gebruik van de regeling.





Programma-stroomschema



J = Ja  
N = Nee