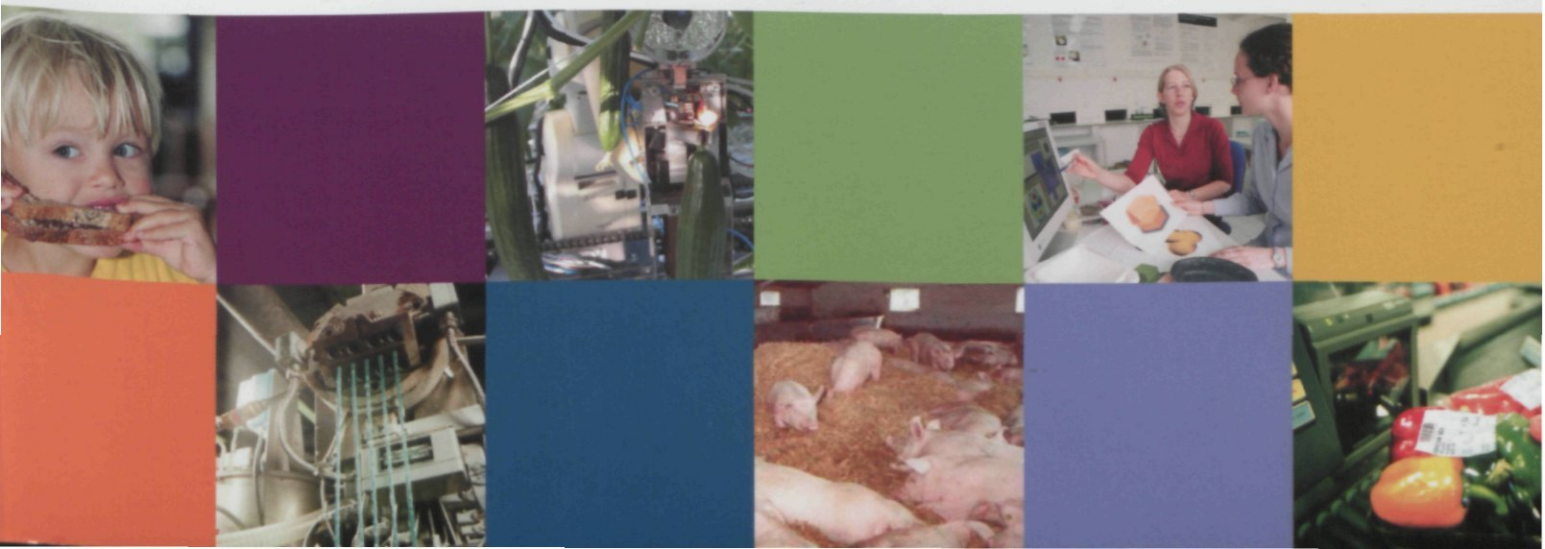
AGROTECHNOLOGY & FOOD INNOVATIONS
WAGENINGEN UR

Sarl Radis intrarij-schoffelmachine

Werking en toepassingsmogelijkheden

Ir. V.T.J.M. Achten
Dr. G.J. Molema

Rapport 332



Sarl Radis intrarij-schoffelmachine

Werking en toepassingsmogelijkheden

Ir. V.T.J.M. Achten
Dr. G.J. Molema

Rapport 332

Colofon

Titel	Sarl Radis intrarij-schoffelmachine Werking en toepassingsmogelijkheden
Auteur(s)	V.T.J.M. Achten & G.J. Molema
A&F nummer	332
ISBN-nummer	90-6754-885-5
Publicatiedatum	januari 2006
Vertrouwelijk	-
Project code.	630. 51089.03

Agrotechnology & Food Innovations B.V.
P.O. Box 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 (0)317 475 024
E-mail: info.agrotechnologyandfood@wur.nl
Internet: www.agrotechnologyandfood.wur.nl

© Agrotechnology & Food Innovations B.V.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.
All right reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for the inaccuracies in this report.

Dit rapport is goedgekeurd door: J.F.M. Huijsmans

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Agrotechnology & Food Innovations B.V. is gecertificeerd door SGS International Certification Services EESV op basis van ISO 9001:2000.

Abstract

An intra-row hoe has been developed by the French company Sarl Radis. This hoe is capable of mechanically removing weed plants in the plant row based on a height difference between crop and weed plants. This document describes the technical aspects of this hoe, based on a field demonstration in 2004.

The machine is designed to operate in crops like tobacco, lettuce and strawberry. Light beams (photoelectric switches) at the front-end of the machine have to be height-adjusted in a way that the light beams are only interrupted by crop plants and not by weed plants. Based on interruptions of the light beams and distance information, measured by a running wheel, hoes are moved in- and out of the crop rows at the back-end of the machine by using air pressure.

The machine is controlled by a Programmable Logic Controller (PLC). The PLC is not only responsible for the timing of the intra-row hoes but also for the control of the lateral movement of the machine. The lateral offset is measured by to light beams at the side of the machine. When one of the to light beams is interrupted (the machine is off-course) the PLC responds by controlling a hydraulic cylinder that corrects the offset by turning two steering wheels at the front-end of the machine.

The machine works well if there is a difference in height between crop and weed plants. This fact also limits the usability of the machine: in general, only planted crops can be hoed.

Mechanically the machine is well-thought. The machine is able to adapt to uneven soil surfaces, but, in practice, level plant-beds are needed to prevent clogging of the light traps. There is a mechanical drawback: the hoeing frame does not allow the hoeing elements to be moved sideways more than a few centimetres. Therefore the machine can only be used with *approx.* 35 cm spaced plant rows, this limits the machine's flexibility.

The working speed of the machine is fairly low (2-3 km h^{-1}). This speed is limited by the speed of the moveable hoes only, the electronics are fast enough. The capacity of the machine could be increased if a wider machine would be constructed (e.g. three plant beds instead of one).

The effective area that can be hoed in the crop rows depends on the driving speed and the fine-tuning of the timing of the hoes. If the driving speed increases the effective worked area in the crop row decreases because the hoes have to retract earlier. In general can be said: the lower the driving speed the larger the intra-row hoed area, but the lower the capacity. This is a trade-off decision that has to be made by the user, based on the local conditions and the requirements of the user.

Keywords: Intra-row hoe, weed control, photoelectric switch, PLC

Voorwoord

Dit onderzoek aan niet-chemische bestrijding van onkruid is uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit binnen programma 397-V. Beleidsdoelen zijn onder meer versterking van de biologische landbouw en stimulering van geïntegreerde gewasbescherming. Het in dit rapport beschreven onderzoek heeft als doel door middel van innovatie een belangrijke bijdrage te leveren aan deze beleidslijnen.

Inhoudsopgave

Abstract 3

Voorwoord 4

1 Inleiding 6

2 Methode 7

3 Machine en werking 8

3.1 Mechanisch 8

3.2 Detectie 10

3.3 Rekenunit 11

4 Praktijkdemo 15

5 Discussie en conclusies 17

Literatuur 19

Samenvatting 20

1 Inleiding

Het bestrijden van onkruiden tussen de gewasrijen is met de huidige technieken goed mechanisch uit te voeren. Mechanische onkruidbestrijding in de gewasrij ('intrarijwieden') is al jaren lang een probleem. Door de jaren heen zijn diverse technieken ontwikkeld waarmee de onkruiden in de gewasrij bestreden kunnen worden. Voorbeelden zijn technieken als vinger- en torsiewieders. Helaas is de werking daarvan in veel gevallen sub-optimaal doordat deze wieders niet selectief zijn (er wordt geen expliciet onderscheid gemaakt tussen cultuur- en onkruidplant). Het resultaat van de bewerking is dan vaak afhankelijk van onder meer bewortelings- en plantgrootteverschillen tussen gewas en onkruid. Over het algemeen kan worden gezegd dat wanneer het verschil tussen gewas en onkruid groot is (een fors gewas met kleine onkruiden) niet-selectieve mechanische onkruidbestrijdingstechnieken in veel gevallen goed kunnen werken. Desalniettemin moet er bij niet-selectieve mechanische onkruidbestrijding vaak een afweging worden gemaakt ten aanzien van de agressiviteit van de bewerking. Hoe agressiever, hoe meer onkruiden er gewied worden, maar des te groter de gewasbeschadiging en vice versa.
Selectieve mechanische onkruidbestrijding (het onderscheiden van gewas en onkruid) kan een oplossing bieden. Door te differentiëren tussen gewas en onkruid kan het onkruid 'hard' worden aangepakt en blijft het gewas ongemoeid.
Door het Franse bedrijf Sarl Radis uit Apt is een pneumatische schoffelmachine ontwikkeld die selectief, op mechanische wijze, onkruid uit de gewasrij kan verwijderen. Daarnaast schoffelt de machine ook tussen de gewasrijen. De machine wordt in Nederland geïmporteerd door Inventicon en heeft een aanschafprijs van *ca.* €16.000 (2004).
Om meer inzicht te krijgen in de werking, capaciteit, effectiviteit, inzetbaarheid en de gebruiksvriendelijkheid van deze machine wordt binnen dit onderzoek voornamelijk ingegaan op de technische aspecten van de machine. Een agronomische beoordeling valt buiten de scope van dit onderzoek.
In hoofdstuk 2 wordt de wijze van onderzoek beschreven. Hoofdstuk 3 bevat een beschrijving van de machine en zijn werking in de praktijk. Besloten wordt met de discussie en conclusies in hoofdstuk 4.

2 Methode

Het doel van dit onderzoek was om een goed beeld te krijgen van de Sarl Radis intrarij-schoffelmachine op met name technisch vlak. Hiervoor is de machine in het werk beoordeeld. Hierbij is gelet op mechanische aspecten, het werkingsprincipe, de gebruikersvriendelijkheid en de werking in het veld.

In september 2004 is een demonstratie van de machine bijgewoond in Rijsbergen (Noord-Brabant)[1]. Hier is de machine ingezet in op bedden geteelde sla. De bedden bestonden uit vier rijen met een onderlinge rijafstand van 28 cm. De plantafstand bedroeg 35 cm. De gewashoogte bedroeg *ca.* 10 cm.

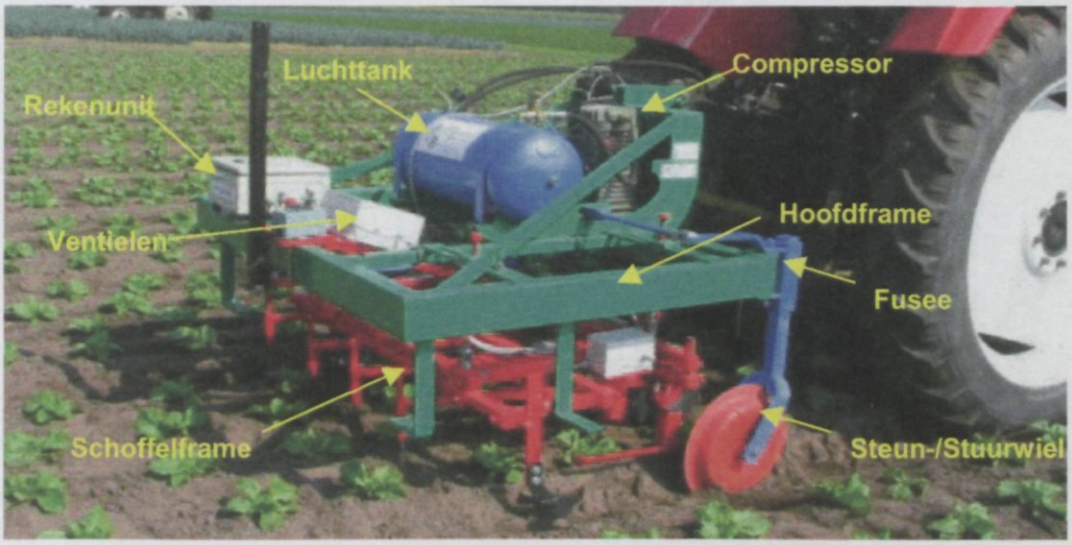
Naast de indrukken van de machine die in het veld zijn verkregen is gebruik gemaakt van gegevens in de handleiding (Radis Mécanisation, 2003) die bij de machine is geleverd. Verder is het oordeel van een gebruiker in de analyse betrokken.

[1] *De foto's in dit rapport zijn gemaakt tijdens deze demonstratie.*

3 Machine en werking

3.1 Mechanisch

De Sarl Radis schoffelmachine is ontworpen om te schoffelen in gewassen als sla, tabak en aardbeien. De machine is compact gebouwd, heeft een breedte van *ca.* 1,80 m en een lengte van *ca.* 1,5 m. Figuur 1 toont de machine in een zijaanzicht.



Figuur 1 De Sarl Radis schoffelmachine (zijaanzicht).

Aan het schoffelframe zijn 2 soorten schoffels bevestigd: vaste schoffels en beweegbare schoffels (Figuur 2).

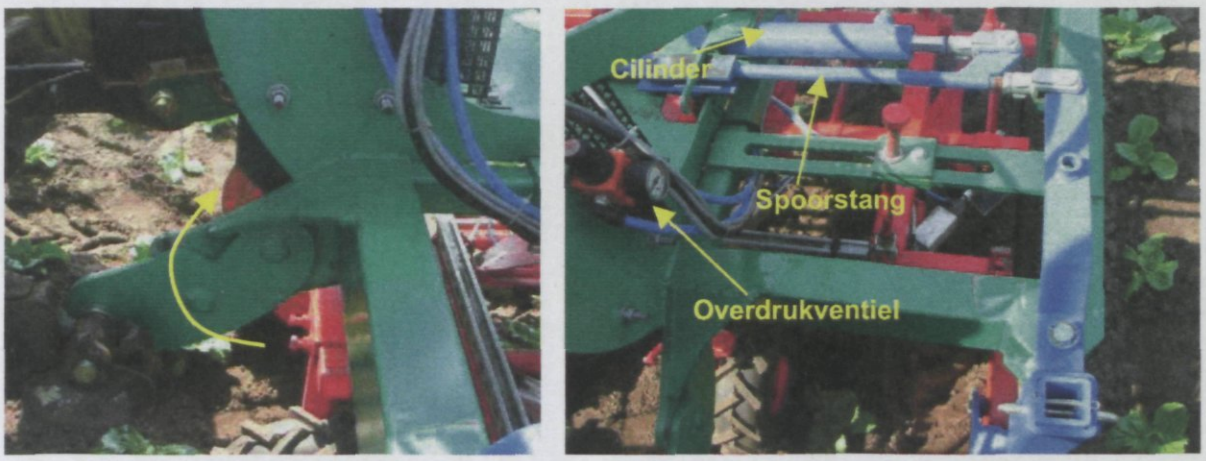
Figuur 2 De schoffelmachine gezien vanaf de achterzijde. De inzet toont de steunwielen aan de voorzijde van het schoffelframe.

De machine is 4 rijig uitgevoerd; dit betekend dat er 4 bewegende en 5 vaste schoffels aan het schoffelframe gemonteerd zijn. De onderlinge rijafstand bedraagt 'standaard' 35 cm. Zowel vaste als beweegbare schoffels kunnen zowel in de dwars- als in de rijrichting verschoven worden. De speelruimte is echter beperkt.
De V-vormige vaste schoffels zijn bedoeld voor het schoffelen tussen de gewasrijen in. De werkdiepte kan ingesteld worden door de schoffel in de hoogte te verstellen.
De beweegbare schoffels zijn bedoeld voor het schoffelen in de gewasrij. Daarvoor kunnen deze schoffels zijdelings in en uit de gewasrij bewegen. De schoffels zijn rechthoekig (Figuur 3) en de werkdiepte kan ingesteld worden door de schoffelsteel in hoogte te verstellen. De beweging van de schoffels wordt verzorgd door een pneumatische cilinder die via een hefboom de schoffels in en uit de rij beweegt (Figuur 3). De cilinder wordt bediend door de eerder genoemde pneumatische ventielen.

Figuur 3 De bewegende en de vaste schoffels (links) en het mechanisme om de schoffel in en uit te bewegen, gezien vanaf de bovenzijde (rechts).

Het schoffelframe is via een parallellogram bevestigd aan het hoofdframe (Figuur 2). Hierdoor kan het schoffelframe zich aanpassen aan oneffenheden in de rijrichting. Via twee loopwielen aan de voorzijde van de machine wordt het schoffelframe op een vaste hoogte ten opzichte van het bed gehouden. In het rechtse loopwiel is een pulsgenerator gemonteerd die een vast aantal digitale pulsen afgeeft per omwenteling van het wiel. Hiermee kan de rekenunit (paragraaf 3.3) de afgelegde weg bepalen. Het parallellogram gaat over in een schommelstuk. Dit schommelstuk zorgt ervoor dat het schoffelframe kan draaien om een as parallel aan de rijrichting. Hierdoor kan het schoffelframe zich ook aanpassen aan oneffenheden in de breedterichting.
De machine wordt in de driepunts-hefinrichting van de trekker bevestigd. Op het hoofdframe (Figuur 1) is een compressor bevestigd die door de aftakas van de trekker wordt aangedreven. De door de compressor geproduceerde perslucht wordt via een instelbaar overdrukventiel (Figuur 4) in een luchttank gepompt. Wanneer de luchttank op werkdruk (6 bar) (af te lezen op een manometer) is wordt de teveel geproduceerde lucht via dit ventiel afgeblazen. De gecomprimeerde lucht in de luchttank wordt naar een viertal pneumatische ventielen geleid waarmee beweegbare schoffels in het schoffelframe kunnen worden bediend. De ventielen zijn

ondergebracht in een witte doos die gemonteerd is op het parallellogram tussen hoofd- en schoffelframe (Figuur 1). De ventielen worden bediend door elektrische signalen die door de rekenunit van de machine worden gegenereerd.
De hoogte van het hoofdframe wordt ingesteld door de steunwielen hoger of lager te plaatsen door middel van een verstelbare pen-gat verbinding. De wielen steunen af naast het bed, in het trekkerspoor. Het hoofdframe is zwevend opgehangen in de hefinrichting (Figuur 4) waarmee voorkomen wordt dat de machine wordt opgetild door de trekker tijdens het werk (als het veld erg oneffen is).
De steunwielen hebben een dubbelfunctie; naast het afsteunen zijn zij ook in staat om de machine zijdelings te sturen. Hiervoor kunnen de steunwielen roteren om een fusee. Om de zijdelingse krachten op de grond af te kunnen steunen zijn de wielen voorzien van een kam. Het sturen van de wielen gebeurt met behulp van een hydraulische cilinder (Figuur 4). Om de wielen netjes parallel te laten lopen is een spoorstang aangebracht, deze is in lengte verstelbaar. De cilinder wordt in- en uitgestuurd door een hydraulisch ventiel dat wordt aangestuurd door de rekenunit. De snelheid is in te stellen door een smoorventiel dat in het hydraulisch circuit is opgenomen. Het benodigde hydraulisch vermogen wordt geleverd door de trekker; hiervoor moeten een tweetal hydrauliekslangen aan de trekker worden gekoppeld.

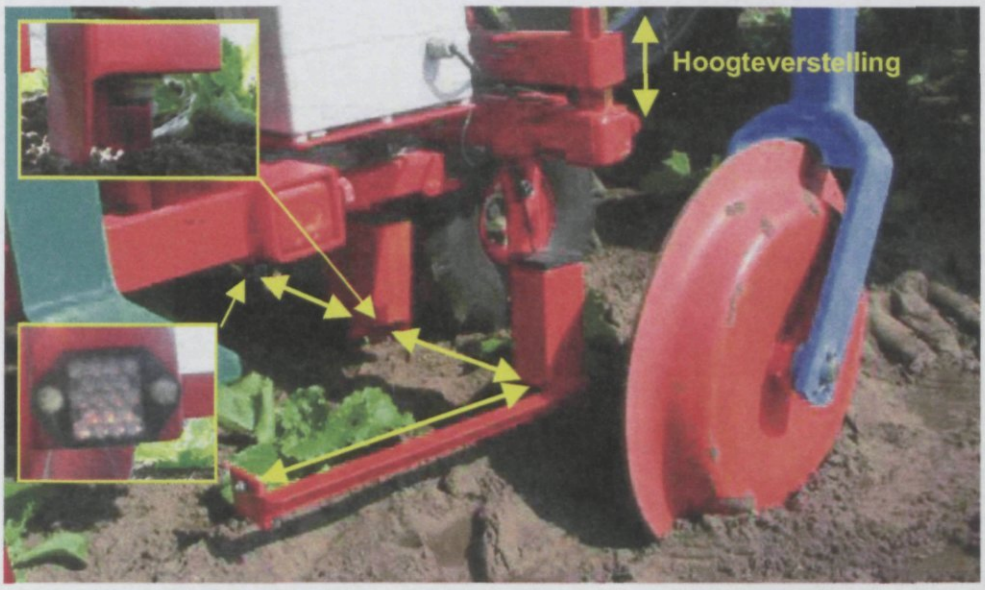


Figuur 4 De zwevende ophanging tussen hoofdframe en hefinrichting (links). De hydraulische cilinder en de spoorstang voor de sturing en het overdrukventiel voor de regeling van de werkdruk (rechts).

Het hoofdframe moet horizontaal staan tijdens het schoffelen. De vlakstelling in de lengterichting wordt gedaan door de lengte van de topstang tussen trekker en werktuig te wijzigen.

3.2 Detectie

De Sarl Radis schoffelmachine is uitgerust met een systeem om in de gewasrij te wieden en een systeem om de machine exact over het midden van het bed te geleiden (side-shift). Beide systemen maken gebruik van lichtsluizen (Figuur 5). Deze bestaan uit een gecombineerde zender/ontvanger aan de ene zijde en een reflector aan de andere zijde.

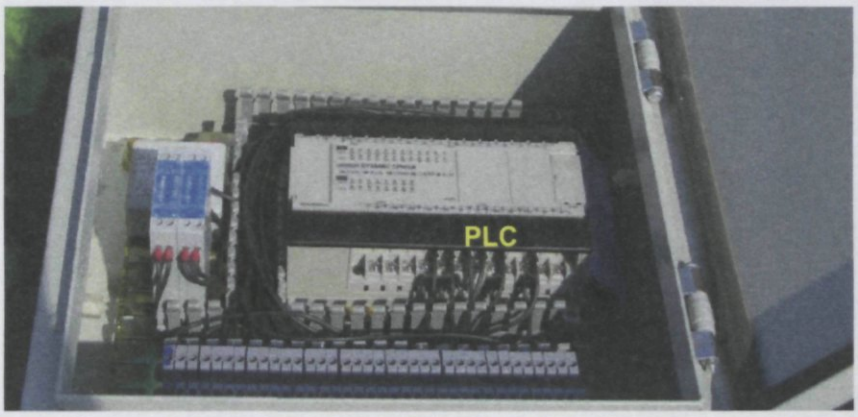


Figuur 5 De lichtsluizen voor de plantdetectie (in de dwarsrichting van de machine) en de rijgeleiding (in de lengterichting van de machine).

De zender/ontvanger zendt infrarood licht uit in de richting van de reflector. Als dit licht niet wordt onderbroken door een plant dan wordt dit licht door de reflector teruggekaatst. Dit licht wordt door de zender/ontvanger vertaalt in een logisch (binair) signaal dat kan worden gelezen door de rekenunit.
Om met de beweegbare schoffels in de plantrij te kunnen schoffelen is detectie van de gewasplanten noodzakelijk. De lichtsluizen moeten zodanig worden afgesteld in de hoogte dat deze worden onderbroken door het gewas, maar niet door het onkruid. Dat wil zeggen dat de machine alleen kan functioneren als er een significant grootteverschil is tussen gewas en onkruid. De lichtsluizen zijn allen bevestigd aan één balk die in de dwarsrichting aan het schoffelframe bevestigd is. De lichtsluizen kunnen worden versteld door de balk in hoogte te verstellen in de sleufgaten waarin deze bevestigd zijn (Figuur 5).
Om de machine midden over het plantbed te geleiden is detectie van de gewasrijen nodig. Aan beide zijden van de machine zijn hiervoor lichtsluizen in de lengterichting van de machine aangebracht. Deze lichtsluizen kunnen verschoven worden in de breedterichting van de machine. De sluizen worden zodanig afgesteld dat de buitenste gewasrijen de lichtsluizen net niet onderbreken. Wanneer de machine uit koers raakt zal een van de twee lichtsluizen worden onderbroken door de buitenste gewasrij. De rekenunit kan hier vervolgens op reageren door het aansturen van de stuurwielen.

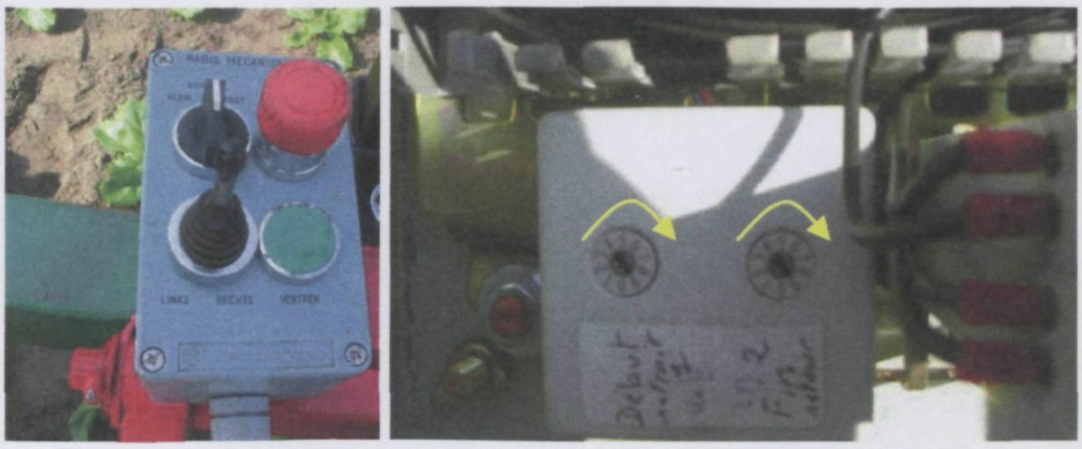
3.3 Rekenunit

De rekenunit is het brein van de machine. Deze unit gebruikt signalen van sensoren om actuatoren aan te sturen. Hiervoor wordt een industriële PLC (Programmable Logic Controller) gebruikt (Figuur 6). De PLC wordt van spanning voorzien door de verlichtingsstekker van de trekker. De lampen van de trekker moeten hiervoor worden aangezet.



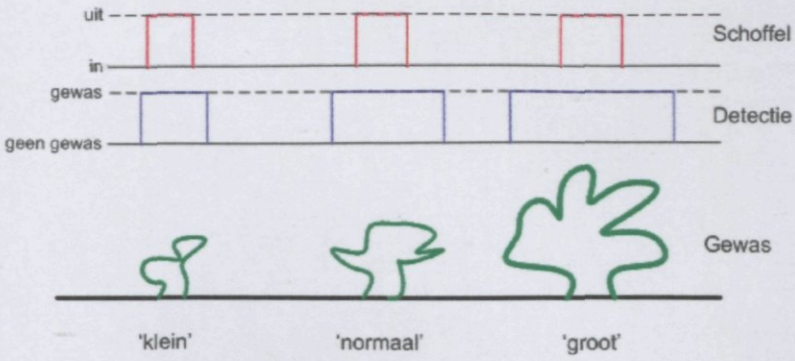
Figuur 6 Het brein van de machine met in het midden de PLC.

De PLC is aan de bovenzijde voorzien van een aantal status LED's. Hiermee kunnen de logische signalen van de ingangen en uitgangen gecontroleerd worden. De PLC heeft in feite twee functies: het aansturen van de beweegbare schoffels en het aansturen van de stuurwielen.
Om de schoffels tussen de gewasplanten door in en uit de rij te bewegen worden de sensorsignalen van de lichtsluizen en van de pulsgenerator gebruikt. De afgelegde weg wordt gemeten aan de hand van door een pulsgenerator gegenereerde pulsen. De signalen van de lichtsluizen (onderbroken/niet onderbroken) worden in het geheugen van de PLC vastgelegd bij iedere puls. Hierdoor ontstaat in feite een tabel met twee kolommen: één kolom met de afgelegde weg één kolom met een indicatie voor een wel of niet onderbroken lichtsluis.
De afstand tussen lichtsluis en schoffel is vanaf fabriek vastgelegd in de PLC. Bij elke puls wordt in de gegenereerde tabel met deze afstand 'terug gekeken' en bepaald of de lichtsluis wel of niet onderbroken was. Als de lichtsluis onderbroken was moet de schoffel uit de gewasrij zijn (ingeklapt) en als deze niet onderbroken is mag de schoffel uitgeklapt zijn. Dit is weliswaar slechts een vereenvoudigde weergave. In werkelijkheid zal ook gecompenseerd worden voor rijsnelheid en bewegingssnelheid van de schoffels om de schoffels tijdig in en uit te sturen, zonder dat de gewasplanten worden geraakt.
Wanneer de machine enige tijd geen pulsen ontvangt (meer dan *ca.* 20 seconden, bijvoorbeeld bij het keren op de kopakker) wordt de tabel gewist. Zo wordt voorkomen dat wanneer men aan een nieuw bed begint het verleden van een ander bed wordt meegenomen (en er hoogstwaarschijnlijk gewasplanten worden omgeschoffeld).
De PLC stuurt de ventielen die de pneumatische cilinders van het schoffelmechanisme bedienen. Het moment van in- en uitbewegen is in te stellen op de bedieningskast die aan de rekenunit gekoppeld is (Figuur 7).



Figuur 7 De bedieningskast voor de bestuurder (links) en de potentiometers voor de fijninstelling van het moment van in- en uitgaan van de schoffels (rechts).

Op de bedieningskast kunnen via een draaischakelaar de standen klein, normaal en groot gekozen worden. Hiermee kan het moment van in- en uitbewegen aangepast worden aan de plantvorm en -grootte. Figuur 8 geeft dit schematisch weer.



Figuur 8 Het moment van in- en uitbewegen van de schoffels kan worden aangepast aan plantvorm en –grootte.

Het moment van in- en uitgaan van de schoffels kan eventueel nog verder worden verfijnd door twee potentiometers bij de rekenunit met een schroevendraaier te verstellen (Figuur 7).
Op de bedieningskast zijn naast de draaischakelaar nog een startknop, een joystick en een noodstop aanwezig. De startknop wordt gebruikt om de tabel die in het geheugen van de PLC zit te wissen. De joystick kan gebruikt worden om de machine handmatig zijdelings te sturen. Wanneer de noodstop wordt ingedrukt verdwijnt de spanning van de PLC en gaan de schoffels uit de gewasrij.
De schoffelmachine beschikt over een systeem om de machine over het midden van de gewasrijen te geleiden. Dit systeem gebruikt de informatie van de twee in de lengterichting geplaatste lichtsluizen aan de zijkant van de machine om te bepalen of de machine naar links of naar rechts gestuurd moet worden. De PLC signaleert deze onderbrekingen en stuurt de

hydraulische stuurschuif aan zodat de machine naar het midden van de gewasrijen beweegt. De snelheid waarmee dit gebeurd kan worden ingesteld met een verstelbare smoring die zich in het hydraulisch circuit bevindt.

4 Praktijkdemo

De machine is gedemonstreerd in sla met een rijafstand van 28 cm. Omdat de machine gemaakt is voor gewassen met een rijafstand van 35 cm was het nodig om de schoffelelementen in de breedterichting van de machine te verschuiven. Door de constructie van het schoffelframe was dit lastig te realiseren. Het aantal verstelmogelijkheden wordt beperkt omdat de ophanging van het schoffelframe niet aan de zijkant van de machine is geplaatst.

Om een indruk te krijgen van de machine is alleen geschoffeld met de bewegende schoffels. Het bleek niet mogelijk de vaste schoffels zodanig te verstellen dat deze tussen de gewasrijen door schoffelden.

De rijsnelheid tijdens de demonstratie bedroeg *ca.* 2 km h^{-1}. Figuur 9 geeft een beeld van het geleverde werk.

Figuur 9 Het resultaat na het schoffelen met de Sarl Radis schoffelmachine.

In Figuur 9 is te zien dat tussen de gewasrijen niet is geschoffeld. Ook is niet geschoffeld in de meest rechtse rij omdat het ook niet mogelijk bleek om het meest rechtse element midden boven de gewasrij te schuiven. Alle overige elementen hebben keurig tussen de gewasplanten door geschoffeld. Met behulp van de fijninstelling van het moment van in- en uitgaan van de bewegende schoffels was het mogelijk om de schoffels vrij nauw om de plant heen te laten bewegen.

De afstelling van de hoogte van de lichtsluizen is erg belangrijk voor de detectie van gewasplanten. In het midden van Figuur 9 is te zien dat een (te) kleine slaplant niet is

gedetecteerd en daarom omgeschoffeld. Het is de vraag of dit toelaatbaar is of dat het wenselijk is om de lichtsluizen lager af te stellen. Met een lagere afstelling van de lichtsluizen zouden ook meer onkruiden als gewasplanten aangezien worden, waardoor er de kans bestaat dat onkruiden blijven staan.

5 Discussie en conclusies

De Sarl Radis schoffelmachine is in staat om op mechanische wijze onkruid in de gewasrij te verwijderen. Hiervoor is een grootteverschil tussen gewas en onkruidplanten noodzakelijk. Dit is dan ook meteen een beperking voor de inzetbaarheid van de machine. Desalniettemin mag geconcludeerd worden dat de machine, wanneer er voldoende grootteverschil tussen gewas en onkruid is, zijn werk goed doet. Mechanisch gezien is de machine goed gebouwd. Door het bodemvolgende hoofdframe en schoffelframe met schommelstuk is de bodemaanpassing goed. Doordat de steunwielen van het schoffelframe dicht bij de lichtsluizen zijn geplaatst is de hoogte van de lichtsluizen boven het grondoppervlak vrij constant. Een vlak plantbed is echter zeer belangrijk voor het goed functioneren van de machine; vervuiling van de lichtsluizen (doordat deze het bed raken) wordt hierdoor beperkt.

Het verstellen van de elementen in de breedterichting van de machine laat te wensen over. Door de ophanging van het schoffelframe te verplaatsen naar de zijkanten van de machine zouden de verstelmogelijkheden kunnen worden vergroot. Hierdoor neemt de flexibiliteit van de machine toe; het wordt dan namelijk mogelijk om ook op andere rijenafstanden te werken dan de huidige 35 cm.

De diepte-instelling van de bewegende schoffels is afhankelijk van de lengte van de topstang. Wanneer de hoogte van de trekker ten opzichte van de machine varieert (door oneffenheden), verandert ook de werkdiepte van de bewegende schoffels. Het plaatsen van extra loopwielen aan het hoofdframe aan de achterzijde van de machine en het vervangen van de topstang door een ketting zouden het probleem kunnen verhelpen. De wielen zouden slepend gemonteerd moeten worden en draaibaar moeten zijn (zwenkwielen).

Het stuursysteem op basis van lichtsluizen werkt dit goed bij een juiste afstelling. Voorwaarde is ook hier dat er voldoende grootteverschil is tussen gewas- en onkruidplanten.

De rijsnelheid van de machine is met 2 á 3 km h^{-1} vrij laag. De rijsnelheid is gebonden aan de snelheid waarmee de bewegende schoffels in en uit de rij bewegen. Als een hogere werksnelheid is gewenst is dit in principe alleen mogelijk door het mechanische deel van de machine aan te passen. De elektronica zou in principe snel genoeg moeten zijn om ook met hogere rijsnelheden te werken.

Bij hogere rijsnelheden moeten de schoffels relatief vroeg uit de gewasrij om te voorkomen dat gewasplanten worden geraakt. Hierdoor neemt echter de bewerkte oppervlakte tussen de gewasrijen af waardoor de onkruidbestrijding sub-optimaal kan zijn. In principe zijn lagere rijsnelheden wenselijk voor een goede onkruidbestrijding, maar dat beperkt de capaciteit. De gebruiker zal altijd een afweging moeten maken tussen de kwaliteit van de bewerking (het geschoffelde oppervlak in de gewasrij) en de werksnelheid.

Bij een werksnelheid van 2 km h^{-1} is de capaciteit van de machine *ca.* 0,3 hectare per uur. Door de breedte van de machine te vergroten (bijvoorbeeld 3 bedden) zou de capaciteit vergroot kunnen worden. Eventueel is de toepassing op autonome voertuigen in de toekomst een mogelijkheid.

De machine is gemakkelijk te bedienen. De bedieningskast bevat slechts enkele knoppen en het instellen van de machine is eenvoudig. De bijgeleverde handleiding is hierbij een goede leiddraad.

De schoffelmachine heeft een aanschafprijs van *ca.* €16.000 (2004). Hiermee wordt een alternatief voor handmatige onkruidbestrijding geboden. Of de machine economisch rendement kan opleveren is afhankelijk van onder meer loonkosten en het aantal gewassen waarin de machine kan worden ingezet.

Literatuur

Radis Mécanisation, 2003. Gebruikershandleiding voor de pneumatische schoffelmachine. Apt, Frankrijk, 13 pp.

Samenvatting

Door het Franse bedrijf Sarl Radis uit Apt is een intrarijwieder ontwikkeld die op basis van grootteverschil tussen gewas en onkruid in staat is op mechanische wijze in de rij onkruid te verwijderen. Dit rapport beschrijft de Sarl Radis intrarij-schoffelmachine op technisch vlak, gebaseerd op onder meer een beoordeling in het veld in 2004.
De machine is ontworpen om te schoffelen in gewassen als sla, tabak en aardbeien. Aan de voorzijde van de machine zijn lichtsluizen geplaatst die op een zodanige hoogte moeten worden afgesteld dat deze worden onderbroken door het gewas, maar niet door het onkruid. Op basis van de onderbrekingen van de lichtsluizen en een afstandsmeting door een loopwiel wordt aan de achterzijde van de machine een schoffel zijdelings in- en uit de rij bewogen met behulp van luchtdruk. De aansturing van de machine vindt plaats door een PLC (Programmable Logic Controller). In deze PLC is ook functionaliteit ondergebracht voor het zijdelings besturen van de machine; dit gebeurt op basis van twee lichtsluizen die in de lengterichting aan de zijkant van de machine geplaatst zijn. Wanneer een van de lichtsluizen wordt onderbroken (de machine bevindt zich teveel links of rechts) stuurt de PLC een hydraulische cilinder aan waarmee de machine weer boven het midden van de rijen wordt gebracht. De bediening van de machine is eenvoudig.
De machine werkt goed wanneer er sprake is van voldoende grootteverschil tussen gewas- en onkruidplanten. Dit is dan ook meteen een beperking voor de inzetbaarheid van de machine. De inzetbaarheid van de machine beperkt zich dan ook met name tot geplante gewassen.
Door het bodemvolgende hoofd- en schoffelframe is een goede bodemaanpassing gewaarborgd. Een vlak plantbed is echter zeer belangrijk voor het goed functioneren van de machine. Hierdoor wordt vervuiling van de lichtsluizen voorkomen.
Het verstellen van de elementen in de breedterichting van de machine laat te wensen over. De centrale plaatsing van de ophanging van het schoffelframe belemmert het zijdelings verplaatsen van de individuele elementen. Hierdoor is het in principe alleen mogelijk om op de 'standaard' 35 cm rijafstand te werken. Dit beperkt de machine in zijn inzetbaarheid.
De werksnelheid (2-3 km h^{-1}) van de machine wordt in feite alleen gelimiteerd door de snelheid van het in- en uitbewegen van de schoffels. De capaciteit van de machine is vrij laag; door de machine breder uit te voeren (meerdere plantbedden) kan de capaciteit worden verhoogd.
Hoe 'scherp' (of: hoe dicht om het plantje heen) geschoffeld kan worden is afhankelijk van onder meer de rijsnelheid en de fijnafstelling van de timing van de schoffels. Over het algemeen geldt hoe lager de rijsnelheid, hoe groter de bewerkte oppervlakte in de gewasrij maar des te lager de capaciteit. De gebruiker zal dan ook altijd een afweging moeten maken tussen de kwaliteit (de bewerkte oppervlakte in de gewasrij) en de werksnelheid.