

Schoffelen; wat is de precisie?

Ontwikkeling van een meetsysteem voor de bepaling van de nauwkeurigheid
van schoffelsystemen

Ir. V.T.J.M. Achten
Dr. G.D. Vermeulen
Ir. P. van Velde

Rapport 153

Abstract

Hoeing close to the crop rows may reduce the amount of hours needed for manual weed control significantly, particularly in organic farming systems. Advanced hoeing systems claim to be precise enough to hoe very close to the crop rows. Therefore, measuring the accuracy of systems to steer hoes along the crop rows are of much interest when evaluating these systems. In the past, several ways of measuring the accuracy of these systems were tried. However, existing methods are unpractical and too laborious. Therefore a new measurement system has been developed that combines easy data acquisition and –processing. The measurement system is based on a digital video camera, mounted on the hoe's toolbar above a crop row using an adjustable mount. The crop row is simply recorded during hoeing. Distances on the screen are calibrated with real distances at the soil surface by taking one record of a ruler that is placed in the crop row, perpendicular to the driving direction.

When analysing, firstly the divisions of the ruler are copied on the computer screen. Then the position of the hoe is determined by reading the value of the ruler at the intersection of the middle of the row and the ruler on the screen.

After correcting the readings for the offset of the camera from the row centre, the accuracy of hoeing can be determined in principle by the standard deviation and percentile values of the readings.

The system was tested by measuring the accuracy of a Steketec/Ecodan and a Mutsaers hoeing system. The tests showed that with the aid of the new system deviations of a hoe from a crop row can be measured accurately.

Keywords: guidance, accuracy measurement, camera, hoeing, image processing

Inhoudsopgave

Abstract	3
1 Inleiding	5
2 Methode	6
3 Resultaten	10
4 Discussie	14
5 Conclusies	15
Literatuur	16
Bijlagen	17

1 Inleiding

Het toepassen van nauwkeurige schoffelsystemen binnen de biologische landbouw biedt perspectieven. Met deze schoffelsystemen is het mogelijk om met minder risico kort langs een gewasrij te schoffelen. Door nauwkeurig te schoffelen blijft er slechts een smal strookje aan beide zijden van de gewasrij onbewerkt. Omdat deze strook veelal handmatig gewied wordt kunnen arbeidsuren bespaard worden. De kosten en beschikbaarheid van arbeid worden vaak als problematisch ervaren. Methoden om de hoeveelheid arbeid te reduceren zijn dan ook zeer welkom.

Door de jaren heen zijn diverse systemen ontwikkeld om nauwkeurig te kunnen schoffelen. In het verleden is op verschillende manieren de precisie van dergelijke systemen gemeten. Naast high-tech benaderingen waarbij gemeten wordt in een lab-opstelling met geleiderails en een kunstgewas (Kocher *et al.*, 2000) zijn er ook low-tech benaderingen gekozen als het vastleggen van het pad van de schoffelmachine met een verfspuitje dat strepen op de grond spuit (Home *et al.*, 2001). Deze meetsystemen zijn echter dermate bewerkelijk (in het opzetten en/of verwerken van een meting) dat besloten is een nieuw meetsysteem te ontwikkelen.

Het doel van dit onderzoek is dan ook de ontwikkeling van een doeltreffend meetsysteem voor de bepaling van de precisie van schoffelsystemen. Daarvoor moet het systeem afwijkingen van het gewenste pad voldoende nauwkeurig registreren (nauwkeuriger dan de schoffelsystemen zelf) en moeten de metingen op een relatief eenvoudig manier verwerkt kunnen worden. Bij geavanceerde schoffelsystemen wordt tot 2 cm nauwkeurigheid geclaimd. De nauwkeurigheid van het meetsysteem is daarom bij voorkeur 1 mm.

In hoofdstuk 2 worden de componenten en de werking van het meetsysteem toegelicht. Om het nieuwe systeem te testen zijn een aantal metingen verricht aan een Steketee/Ecodan en een Mutsaers schoffelsysteem. De proefopzet wordt aan het einde van hoofdstuk 2 toegelicht. In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de metingen weergegeven. Besloten wordt met een discussie (hoofdstuk 4) en conclusies (hoofdstuk 5).

2 Methode

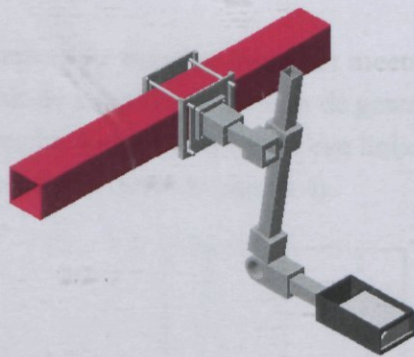
Om de nauwkeurigheid van schoffelsystemen te meten moet in principe de positie van de schoffelmachine ten opzichte van de gewasrij gemeten worden tijdens het schoffelen. Het ontwikkelde meetsysteem doet het omgekeerde: de positie van de gewasrij ten opzichte van de schoffelmachine wordt tijdens het schoffelen vastgelegd. Het vastleggen van de positie van de gewasrij vindt plaats met een videocamera. Omdat bij de verwerking stilstaande beelden geanalyseerd moeten worden is een analoge camera minder geschikt. De camera die gebruikt is voor dit onderzoek is een digitale videocamera (Canon MV550i).



Figuur 1 Canon MV550i digitale videocamera, gebruikt voor het vastleggen van gewasrijen.

Met deze camera kan tot ca. 80 minuten beeld opgenomen worden van hoge kwaliteit (ongecomprimeerd) en tot ca. 240 minuten gecomprimeerd beeld. De opnamen worden vastgelegd op zogenaamde mini-DV bandjes. De digitale opnamen kunnen vanuit de camera op een PC worden ingelezen via een IEEE 1394 ('FireWire') verbinding.

Op de schoffelmachine wordt een verstelbare steun gemonteerd die op het eind een behuizing voor de camera heeft. De behuizing is voorzien van een plexiglas doorkijkvenster en is stof- en waterdicht.

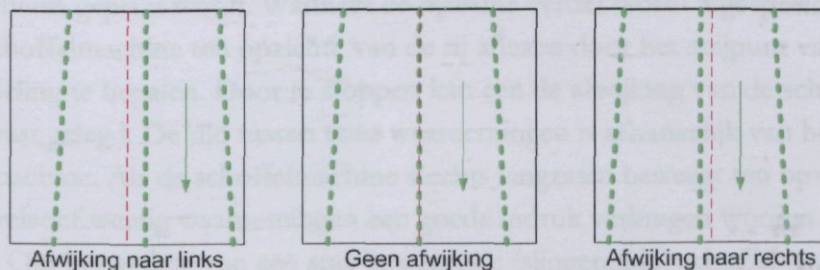


Figuur 2 Verstelbare steun voor de montage van de videocamera op een schoffelbalk.

De steun is relatief zwaar uitgevoerd zodat tijdens het schoffelen de camera niet kan bewegen door schokken of trillingen. De steun kan op vrijwel iedere schoffelbalk gemonteerd worden door de sleufgatconstructie in de eindplaten.

Door de steun op de schoffelmalk te verschuiven wordt de camera zo precies mogelijk in het midden tussen twee schoffels geplaatst (dit is midden boven een gewasrij als de rij zich precies tussen de schoffels bevindt). Vervolgens wordt de steun zodanig gedraaid dat een groot gedeelte van de gewasrij te zien is in het camerabeeld.

Wanneer nu geschoffeld wordt zullen de gewasrijen van boven naar beneden door het camerabeeld bewegen. Wanneer de schoffelmachine verschuift ten opzichte van het midden van de rij zal in het beeld de gewasrij verschuiven. Figuur 3 geeft dit weer.

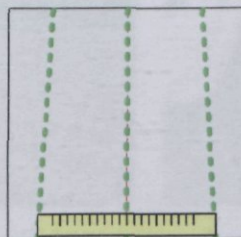


Figuur 3 De verschuiving van de rijen in het beeld is een maat voor de afwijking van de schoffelmachine.

De vensters in figuur 3 geven het beeld van de camera weer in drie situaties. De groene gestippelde lijnen geven de gewasrijen weer en de rode gestippelde lijnen het midden van de gewasrij in de situatie waarbij de schoffelmachine precies midden boven een rij staat. De groene pijlen geven de richting aan waarin het gewas beweegt in het camerabeeld.

In het middelste venster is de (ideale) situatie weergegeven waarbij er geen afwijking van de schoffelmachine ten opzichte van de gewasrij is. De rode gestippelde lijn bevindt zich dan ook exact boven de gewasrij. In het linkse venster bevindt zich de rode gestippelde lijn links van de gewasrij. Dit betekent dat de schoffelmachine een afwijking heeft naar links. Zo heeft de schoffelmachine in het rechtse venster een afwijking naar rechts.

Om de grootte van de afwijking te bepalen moet het meetsysteem gecalibreerd worden. Om het systeem te calibreren wordt de schoffelmachine in de gewasrijen geplaatst en de schoffelmalk wordt op werkdiepte gebracht. Vervolgens wordt een liniaal in de gewasrij gelegd zodat deze zich onder in het beeld van de camera bevindt (figuur 4).



Figuur 4 Het calibreren van het meetsysteem door een liniaal in beeld te leggen.

Dit beeld wordt met de camera opgenomen en vervolgens wordt de liniaal weggenomen en kan de meting beginnen. Telkens wanneer de positie van de camera ten opzichte van het gewas gewijzigd wordt moet het systeem opnieuw gecalibreerd worden.

Na het schoffelen kunnen de metingen verwerkt worden. De digitale opnamen, die vastgelegd zijn op de mini-DV band(en), worden ingelezen op een PC. De opname wordt op de PC afgespeeld totdat het calibratiebeeld met de liniaal verschijnt. Het beeld wordt stopgezet en de maatverdeling van de liniaal wordt exact overgenomen op bijvoorbeeld een stuk schilderstape dat op het scherm geplakt wordt. Wanneer de opname verder wordt afgespeeld kan men de afwijking van de schoffelmachine ten opzichte van de rij aflezen door het snijpunt van de rij met de maatverdeling te bepalen. Door te stoppen kan een de afwijking van de schoffelmachine in de tijd worden vast gelegd. De tijd tussen twee waarnemingen is afhankelijk van het stuurbedrag van de schoffelmachine. Als de schoffelmachine slechts langzaam beweegt ten opzichte van de gewasrij kan met relatief weinig waarnemingen een goede indruk verkregen worden van het gedrag van de machine. Om het gedrag van een snel bewegende (slingerende) schoffelmachine vast te leggen zal de waarnemingsfrequentie hoger moeten zijn. Wanneer de rijsnelheid constant is gedurende een meettraject kan natuurlijk ook een plaatsgebonden afwijking worden bepaald aan de hand van de gemeten rijsnelheid en de tijd.

Praktijkmetingen

Op twee bedrijven in de Flevopolder zijn metingen verricht aan twee verschillende schoffelsystemen in het gewas stamslabonen.

Object 1 – Erf BV, Zeewolde

Op het bedrijf van Erf BV is gemeten aan een camerageleid schoffelsysteem. Aan de voorzijde van de trekker is een Steketee-Ecodan camerasysteem geplaatst waarmee de voorwielen gestuurd worden. Het camerasysteem zorgt er dus voor dat de trekker precies de gewasrijen volgt tijdens het schoffelen; de bestuurder hoeft de trekker alleen op de kopakker te draaien.



Figuur 5 Het Steketee/Ecodan schoffelsysteem op het bedrijf van Erf BV. De verstelbare steun van de camera is duidelijk te zien in de rechter afbeelding.

Onder de Fendt werktuigdrager was een 6 m brede schoffelnaruur bevestigd. De rijafstand van de stamslabonen bedroeg 50 cm. De camera was boven een rij aan de zijkant van de machine bevestigd. In totaal is in 5 rijen gemeten bij een rijnsnelheid van *ca.* 5 km/h (totaal *ca.* 2100 m). De camera is gec calibreerd aan het begin van rij 1.

Object 2 – Klompe, Biddinghuizen

Op het bedrijf Klompe is gemeten aan een Mutsaers QI500 schoffelsysteem. Dit schoffelsysteem heeft een speciale mechanische constructie waardoor snel en accuraat geschoffeld kan worden.



Figuur 6 Het Mutsaers QI500 schoffelsysteem op het bedrijf van Klompe. Rechts is de speciale geometrie van het systeem te zien.

Aan de Mutsaers stuurinrichting was een schoffelnaruur bevestigd van 3 m breed. De rijafstand van de stamslabonen bedroeg 50 cm. De camera en was boven de middelste rij bevestigd. In totaal is in 8 rijen gemeten bij een rijnsnelheid van *ca.* 3,6 km/h (totaal *ca.* 2200 m). Daarna is de rijnsnelheid verhoogd zijn nog eens twee rijen (*ca.* 350 m) gemeten bij een rijnsnelheid van *ca.* 4,7 km/h. De camera is gec calibreerd aan het begin van rij 1, rij 3 en rij 5.

3 Resultaten

De opnamen van beide metingen zijn na de metingen overgezet op een desktop PC. Met behulp van een waarnemingsformulier is elke twee seconden de afwijking van de schoffelmachine genoteerd. Bij het beoordelen van de afwijking is een stapgrootte van 5 mm aangehouden. De stapgrootte is afhankelijk van de grootte en structuur van het gewas. Stamslabonen zijn relatief breed uitgewaaid en het bepalen van het midden van de gewasrij is lastiger dan bij een meer lijnvormige gewasstructuur.

Bij het verwerken van de metingen kwam naar voren dat de positie en oriëntatie van de camera belangrijk is voor de nauwkeurigheid van het schatten van het midden van de gewasrij. Opnamen waarbij de horizon net te zien was waren het gemakkelijkst te verwerken. Het contrast van de beelden is evenwel belangrijk; sommige opnamen waren gemaakt met tegenlicht, deze waren lastiger te verwerken.

Bijlage 1 en 2 tonen de grafische weergave van de resultaten van de metingen voor resp. object 1 en object 2. Per rij is de gemeten afwijking uitgezet tegen de afstand. Bij de grafieken valt op dat bij het verwerken van de opnamen de afwijkingen (onbewust) veelal zijn afgerond naar hele centimeters.

Naast een grafische weergave zijn de resultaten ook in tabelvorm weergegeven. Als maat voor de nauwkeurigheid kunnen diverse criteria gebruikt worden. In tabellen 1 en 2 worden de gemiddelde absolute afwijking, de standaardafwijking, de maximum afwijking, de 95- en 99 percentiel waarde weergegeven voor resp. object 1 en 2.

Tabel 1 Het aantal meetpunten, de gemiddelde, de standaard, maximum afwijking en de 95- en 99 percentiel waarde per rij voor object 1.

Rij	Aantal meetpunten	Gemiddelde afwijking (cm)	Standaard afwijking (cm)	Maximum afwijking (cm)	95 percentiel (cm)	99 percentiel (cm)
1	99	1.13	1.05	4.00	3.00	4.00
2	239	1.17	1.04	5.00	3.00	4.00
3	75	1.05	1.00	3.00	3.00	3.00
4	176	1.51	1.03	5.00	3.50	4.13
5	176	1.34	0.98	4.50	3.00	4.50
<i>Gemiddeld</i>	<i>153</i>	<i>1.24</i>	<i>1.02</i>	<i>4.30</i>	<i>3.10</i>	<i>3.93</i>

Tabel 2 Het aantal meetpunten, de gemiddelde, de standaard, maximum afwijking en de 95- en 99 percentiel waarde per rij voor object 2.

Rij	Aantal meetpunten	Gemiddelde afwijking (cm)	Standaard afwijking (cm)	Maximum afwijking (cm)	95 percentiel (cm)	99 percentiel (cm)
1	136	1.75	1.02	5.00	3.50	4.00
2	147	3.38	1.43	6.00	5.85	6.00
3	141	2.6	0.96	5.50	4.00	5.00
4	146	1.26	1.05	6.00	3.00	4.00
5	139	0.90	0.85	3.00	2.50	3.00
6	145	0.65	0.78	3.50	2.00	3.50
7	141	0.91	0.88	4.00	2.50	3.50
8	152	0.65	0.69	4.00	2.00	3.00
9	111	0.91	0.87	4.00	2.50	2.95
10	24	0.96	0.61	2.00	2.00	2.00
Gemiddeld	128	1.40	0.91	4.30	2.99	3.70

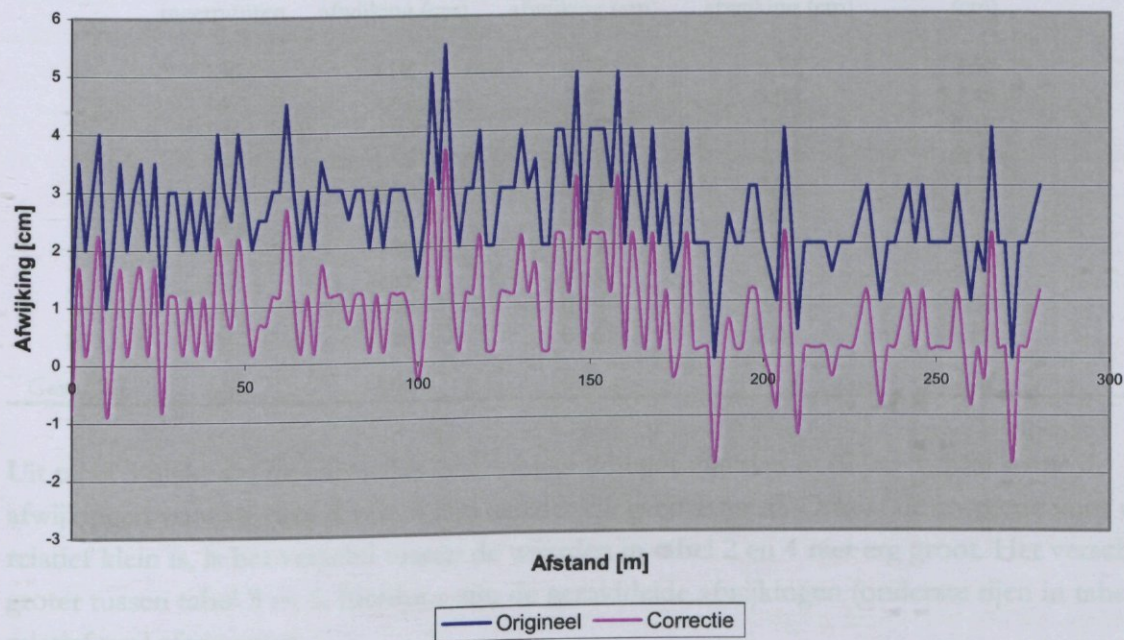
Het valt op dat de afwijkingen in de figuren 13 t/m 17 en 19 de afwijkingen overwegend positief (naar rechts) zijn. Dit kan te maken hebben met een consequente stuurfout, maar het is waarschijnlijker dat de calibratie bij de montage van de camera niet nauwkeurig genoeg is uitgevoerd. De camera moet namelijk exact tussen twee schoffelementen in staan. Wanneer dit niet het geval is wordt een offset in de metingen waargenomen.

Om te corrigeren voor een eventuele offset in de calibratie wordt ervan uitgegaan dat het gemiddelde van alle afwijkingen nul zou moeten zijn. Door het gemiddelde van alle afwijkingen bij een bepaalde calibratie te nemen en dit gemiddelde van een individuele afwijking af te trekken kan gecorrigeerd worden. De gemiddelde afwijking van de objecten 1 en 2 staan in tabel 3 per rij afgebeeld. De tabel is onderverdeeld in de verschillende calibraties (1 calibratie bij object 1 en 3 calibraties bij object 2).

Tabel 3 De gemiddelde afwijkingen per rij en de correctie op de originele afwijkingen voor de objecten 1 en 2.

Object	Rij	Gemiddelde afwijking (cm)	Correctie (cm)
1	1	0.01	-0.0106
	2	0.12	
	3	0.41	
	4	-0.46	
	5	-0.61	
2	1	1.72	2.52
	2	3.32	
	3	2.60	
	4	1.03	1.82
	5	0.77	
	6	0.23	
	7	0.67	0.36
	8	0.17	
	9	0.21	
	10	0.08	

Door de correcties toe te passen op de originele grafieken verschuift de afwijking; figuur 7 geeft dit weer voor object 2 in rij 3.



Figuur 7 De afwijking van rij 3 in object 2 verschuift door de correctie voor de offset van de camera toe te passen.

De kengetallen (gemiddelde absolute afwijking, standaardafwijking en maximumafwijking) voor de gecorrigeerde afwijkingen worden weergegeven in de tabellen 4 en 5 voor de objecten 1 en 2.

Tabel 4 Het aantal meetpunten, de gemiddelde-, de standaard-, maximumafwijking en de 95- en 99 percentiel waarde per rij voor de gecorrigeerde afwijkingen van object 1.

Rij	Aantal meetpunten	Gemiddelde afwijking (cm)	Standaard afwijking (cm)	Maximum afwijking (cm)	95 percentiel (cm)	99 percentiel (cm)
1	99	1.17	1.01	3.89	3.11	3.89
2	239	1.21	1.01	4.89	3.11	4.11
3	75	1.11	0.98	3.11	3.11	3.11
4	176	1.49	1.01	4.89	3.40	4.23
5	176	1.33	0.93	4.39	2.89	4.39
Gemiddeld	153	1.26	0.99	4.22	3.12	3.95

Tabel 5 Het aantal meetpunten, de gemiddelde, de standaard, maximum afwijking en de 95- en 99 percentiel waarde per rij voor de gecorrigeerde afwijkingen van object 2.

Rij	Aantal meetpunten	Gemiddelde afwijking (cm)	Standaard afwijking (cm)	Maximum afwijking (cm)	95 percentiel (cm)	99 percentiel (cm)
1	136	1.08	0.77	3.52	2.52	3.17
2	147	1.42	1.02	5.02	3.48	4.04
3	141	0.95	0.79	3.68	2.18	3.18
4	146	1.36	0.79	4.18	2.32	2.82
5	139	0.80	0.53	2.23	1.77	2.23
6	145	0.74	0.66	3.80	1.70	3.26
7	141	0.88	0.72	3.70	2.20	3.20
8	152	0.81	0.66	3.70	2.02	2.99
9	111	0.98	0.77	3.70	2.30	2.79
10	24	0.98	0.60	2.30	1.80	2.18
<i>Gemiddeld</i>	<i>128</i>	<i>1.00</i>	<i>0.73</i>	<i>3.58</i>	<i>2.23</i>	<i>2.99</i>

Uit tabel 3 blijkt dat de correcties voor object 2 hoger zijn dan in object 1. Met name de afwijkingen voor de rijen 1 t/m 4 zijn aanzienlijk gecorrigeerd. Omdat de correctie voor object 1 relatief klein is, is het verschil tussen de waarden in tabel 2 en 4 niet erg groot. Het verschil is groter tussen tabel 3 en 5, hierdoor zijn de gemiddelde afwijkingen (onderste rijen in tabel 3 en 5) relatief veel afgenomen.

4 Discussie

Met het meetsysteem is op relatief eenvoudige wijze de afwijking van een schoffelmachine ten opzichte van een gewasrij nauwkeurig vast te leggen. Uit de eerste metingen zijn evenwel een paar aandachtspunten en aanbevelingen naar voren gekomen:

- De bevestiging van de camera moet zodanig zijn dat de bepaling van het midden van de gewasrij naderhand met de grootst mogelijke nauwkeurigheid kan plaatsvinden. In de praktijk betekent dit dat in het camerabeeld de horizon net te zien moet zijn;
- de meting wordt bij voorkeur uitgevoerd tijdens een bewolkte dag. Wanneer tegen de zon in wordt gereden met het schoffelen wordt de camera overbelicht en neemt het contrast af. Het is dan naderhand lastiger om de opnamen te verwerken;
- bij het schatten van de waarnemingen werden relatief veel waarden onbewust op hele centimeters ‘afgerond’. Door een andere schaalverdeling (1=0.5 cm, 2=1 cm, ..., 10=5 cm) te kiezen kan dit voorkomen worden;
- om een zo accuraat mogelijke beoordeling te krijgen zouden metingen moeten worden uitgevoerd op een nagenoeg ‘lijnvormig’ gewas. Het schatten van het midden van de gewasrij wordt hiermee nauwkeuriger;
- de verwerking van de gegevens is arbeidsintensief: het stoppen en starten van de opname, het noteren van de afwijking in een waarnemingsformulier etc.. Het verdient dan ook de aanbeveling om software te ontwikkelen om de verwerking te vergemakkelijken. Een systeem waarbij de opname automatisch gestart en gestopt wordt zou ontwikkeld kunnen worden. Er wordt een stapgrootte (in seconden) ingegeven. De band start en stopt vervolgens automatisch na één stap. Nadat een waarde voor de afwijking is geschat wordt deze binnen het programma ingevoerd. Het programma slaat de waarde op in een meetbestand en de opname start weer om na één stap weer te stoppen. Op deze manier wordt op een eenvoudige wijze een tabel gegeneerd van afwijkingen die daarna met bijvoorbeeld Excel verwerkt kan worden.

Met inachtneming van bovengenoemde aandachtspunten en aanbevelingen kan met het meetsysteem nauwkeurig de precisie van schoffelmachines vastgelegd worden. Het is daarmee een instrument dat gebruikt kan worden voor onder meer vergelijkende tests, afstellingsmetingen en effectiviteitsmetingen van machines voor de onkruidbestrijding.

5 Conclusies

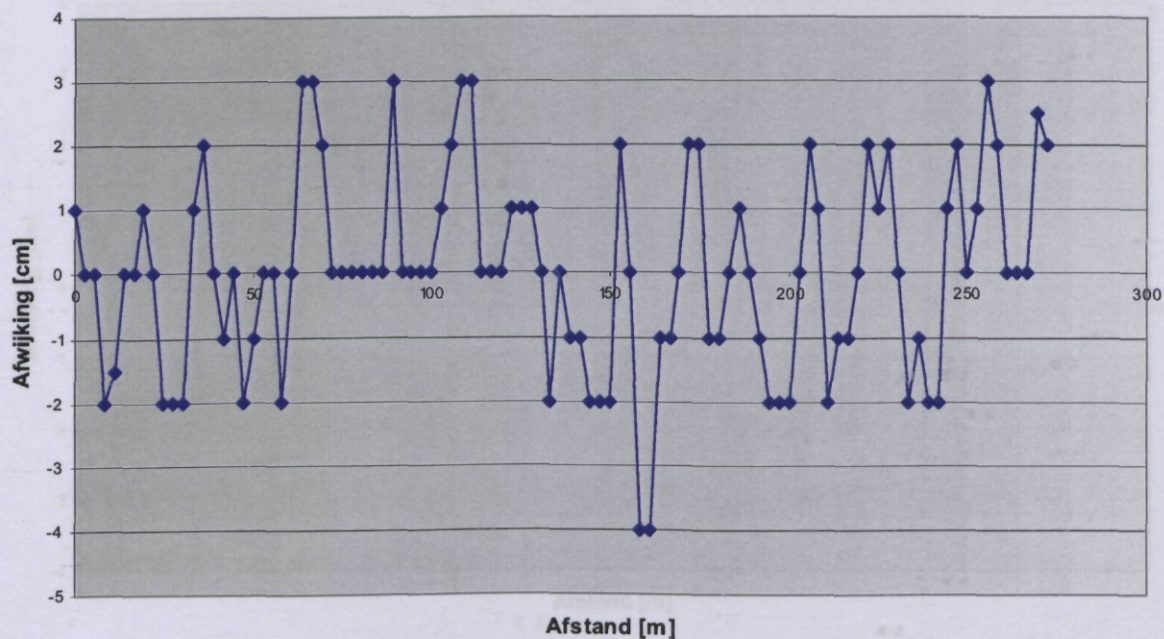
Met het ontwikkelde meetsysteem kan op relatief eenvoudige wijze de precisie van diverse schoffelsystemen objectief beoordeeld worden. De meetgegevens worden digitaal vastgelegd en kunnen zelfs jaren na de teelt nog eens geanalyseerd worden. De nauwkeurigheid van het verwerken hangt sterk samen met de gewasstructuur. De nauwkeurigheid van schoffelmachines kan nauwkeuriger bepaald worden in lijnvormige gewassen dan in breed uitgewaaierde gewassen. Het systeem is getest door de nauwkeurigheid van een Steketee/Ecodan- en een Mutsaers QI500 schoffelsysteem te bepalen. Uit de testresultaten blijkt dat met het ontwikkelde systeem de afwijkingen van schoffelmachines gedetailleerd in kaart gebracht kan worden.

Literatuur

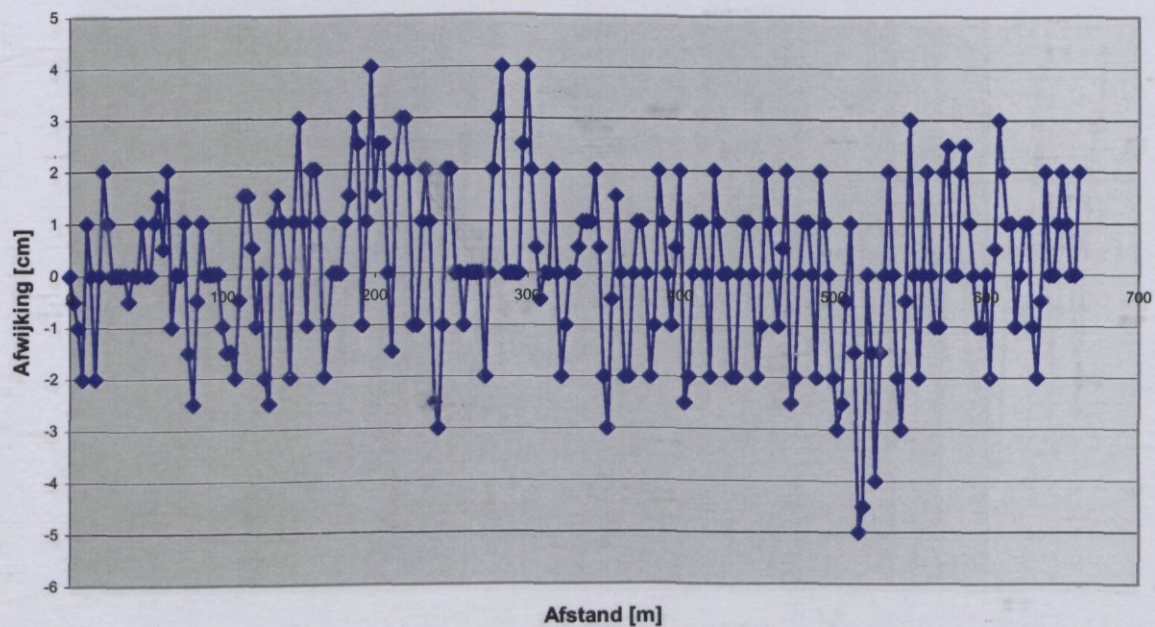
- Home, M.C.W., N.D. Tillett & R.J. Godwin, 2001. What lateral position accuracy is required by inter-row cultivation? The BCPC conference – Weeds 2001. Brighton, Verenigd Koninkrijk, pp. 325-328.
- Kocher, M.F., M.B. Smith, R.D. Grisso & L.L. Bashford, 2000. Performance test of the ree-point mounted implement guidance systems: I Procedure. Applied Engineering in Agriculture Vol. 16(6), pp. 595-603.

Bijlagen

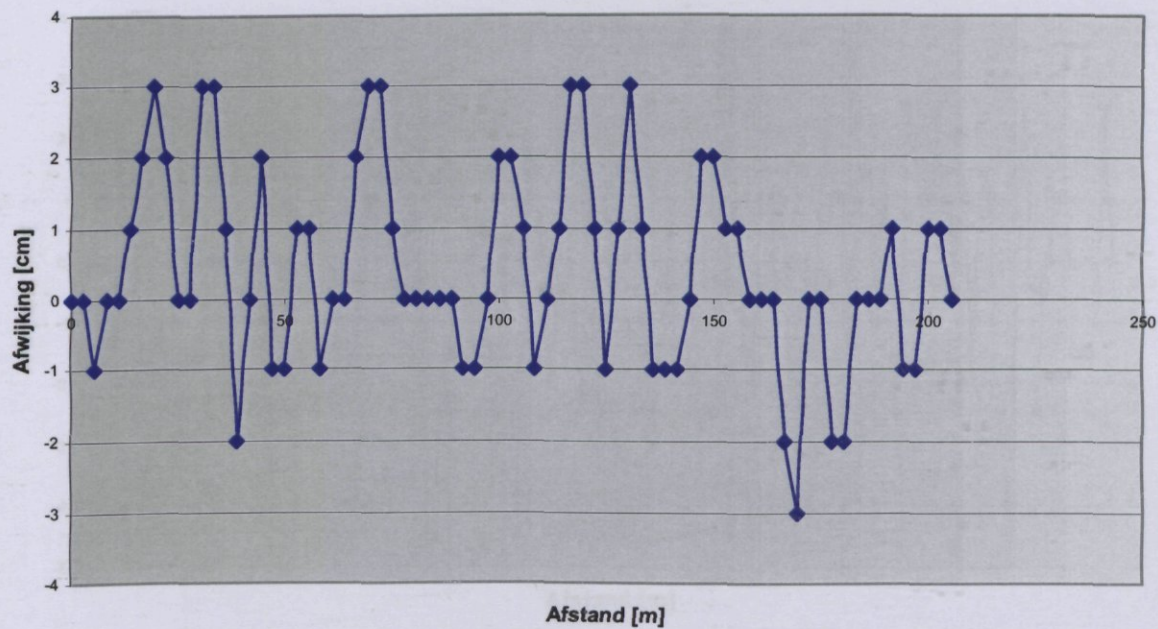
Bijlage 1 Meetresultaten van object 1 (Erf BV, Steketee/Ecodan).



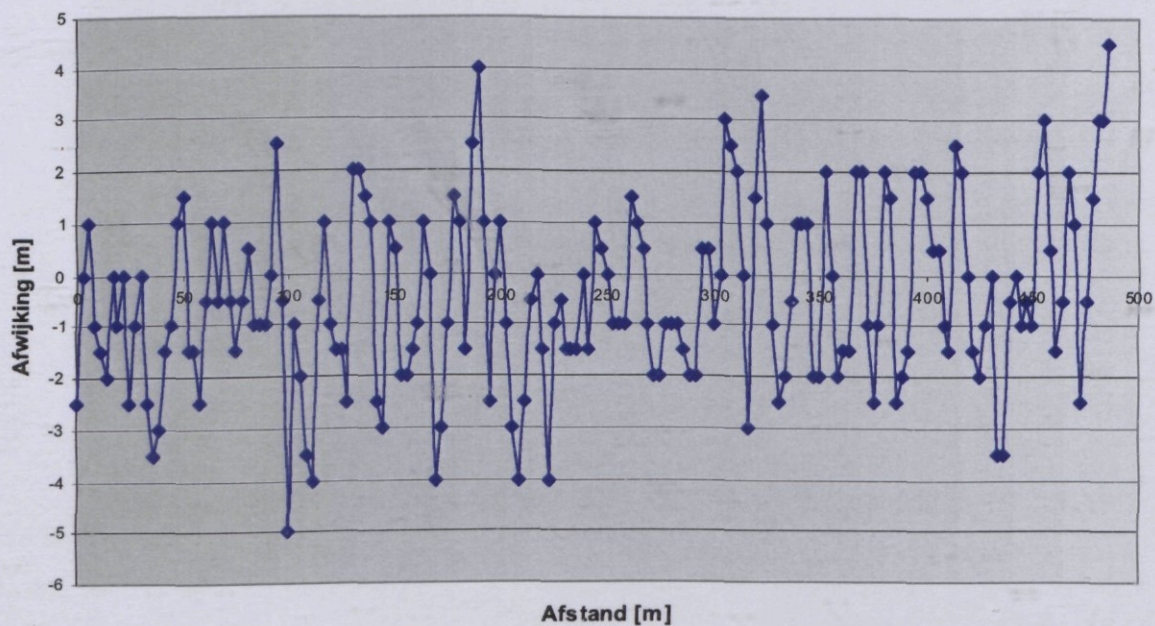
Figuur 8 De afwijking van het Steketee/Ecodan schoffelsysteem in rij 1.



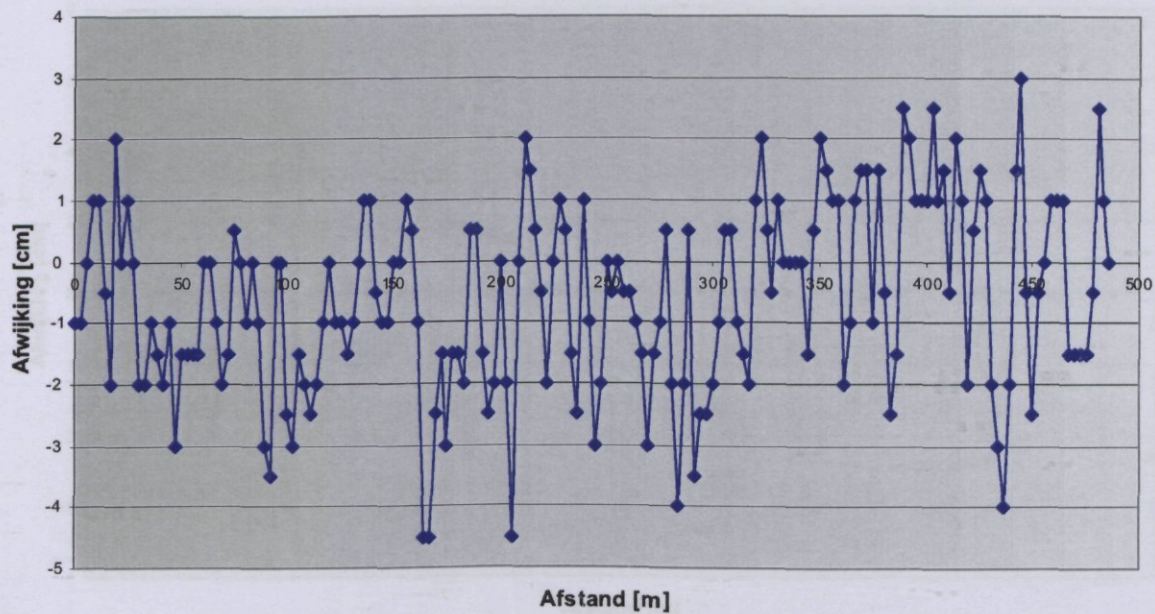
Figuur 9 De afwijking van het Steketee/Ecodan schoffelsysteem in rij 2.



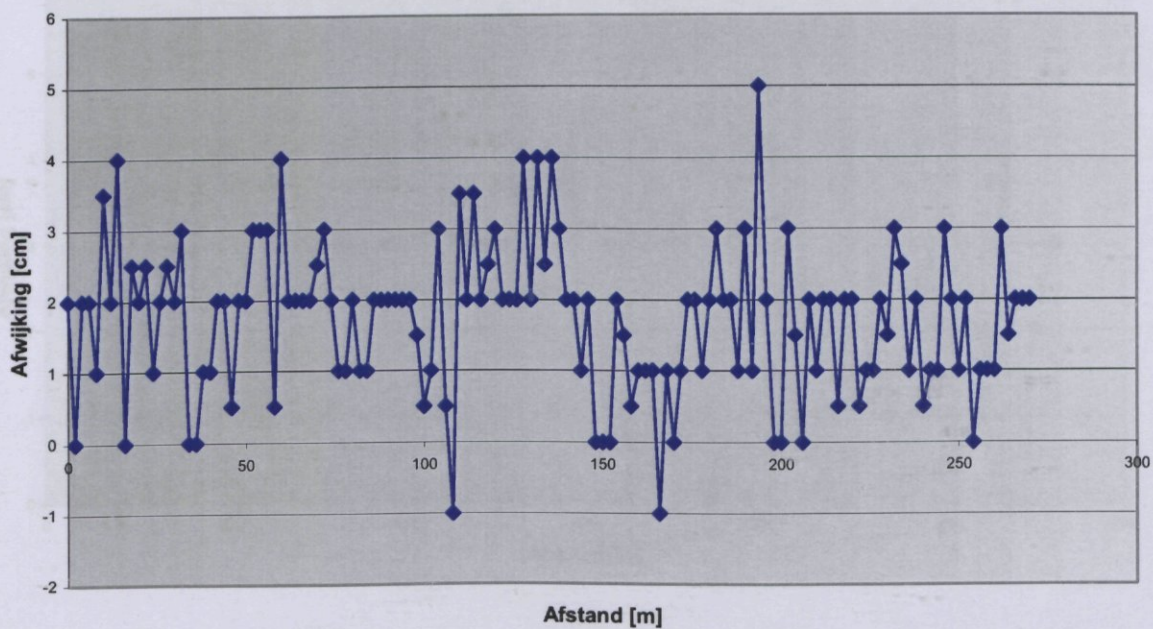
Figuur 10 De afwijking van het Steketee/Ecodan schoffelsysteem in rij 3.



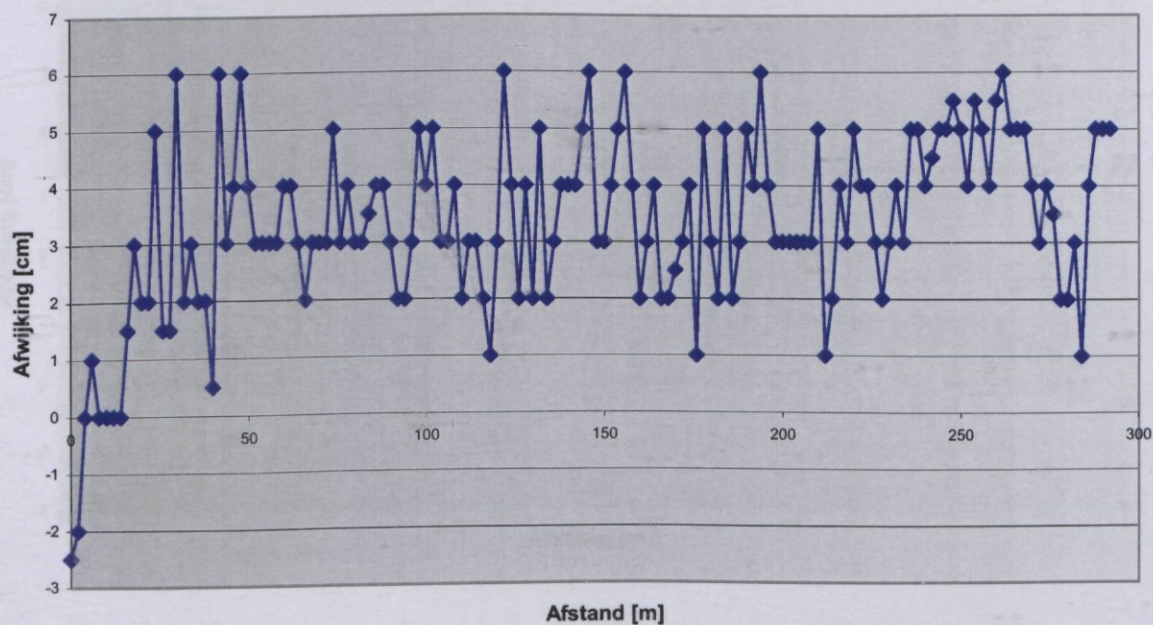
Figuur 11 De afwijking van het Steketee/Ecodan schoffelsysteem in rij 4.



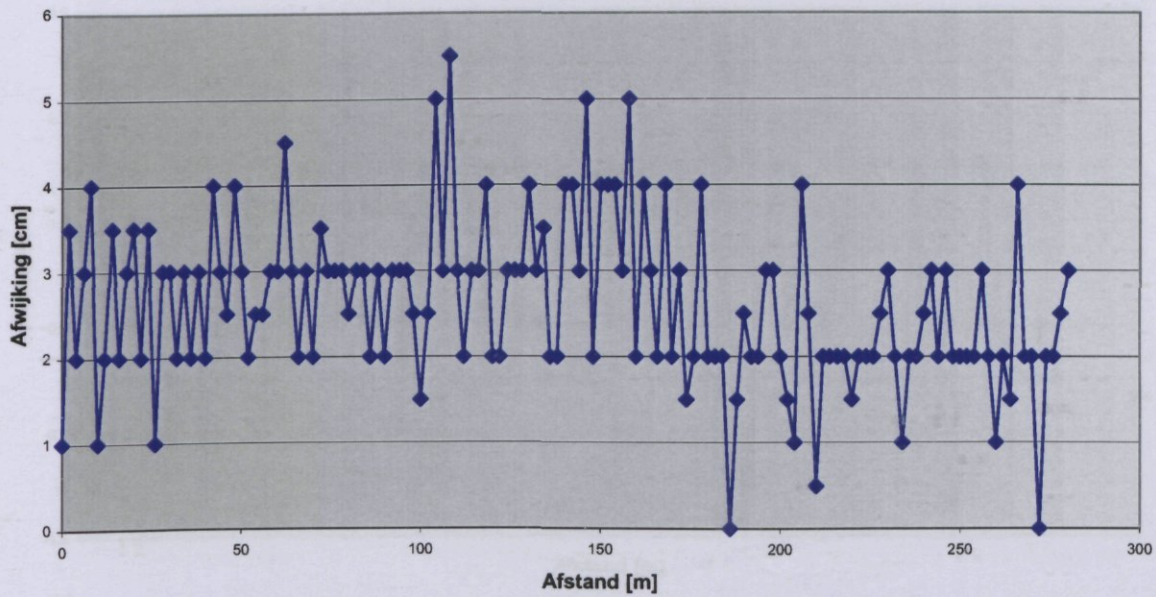
Figuur 12 De afwijking van het Steketee/Ecodan schoffelsysteem in rij 5.



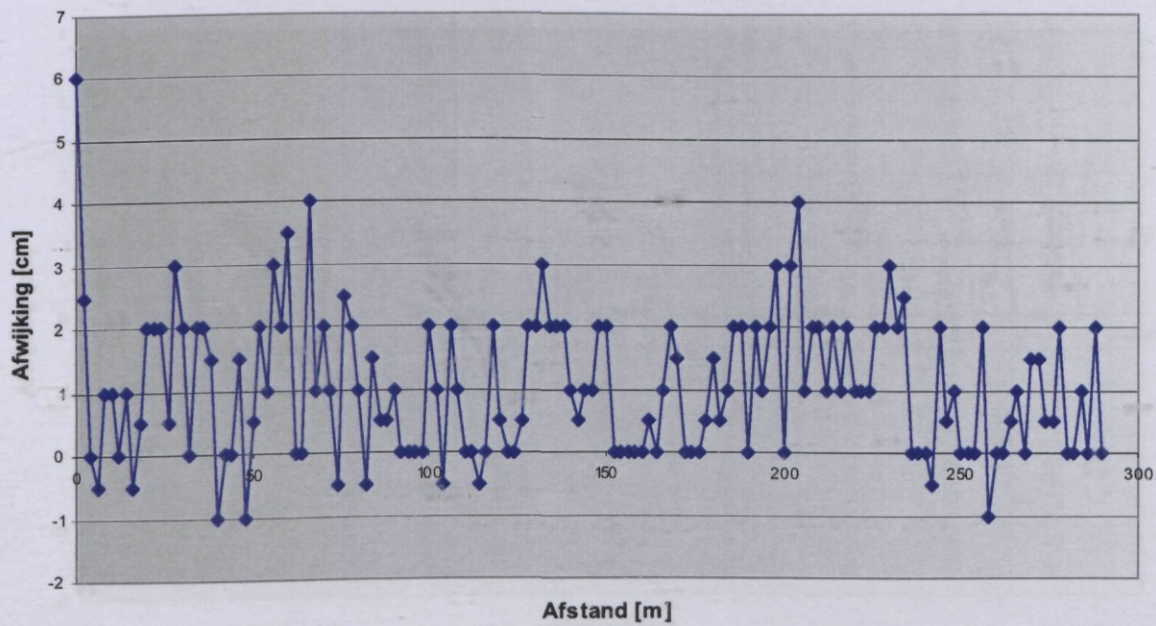
Figuur 13 De afwijking van het Mutsaers schoffelsysteem in rij 1.



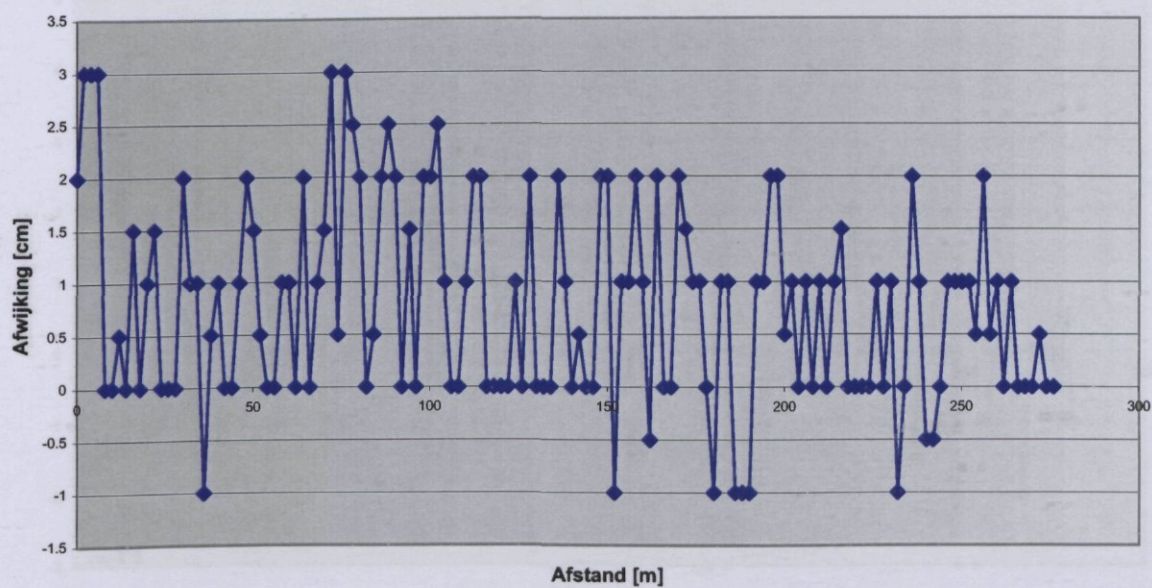
Figuur 14 De afwijking van het Mutsaers schoffelsysteem in rij 2.



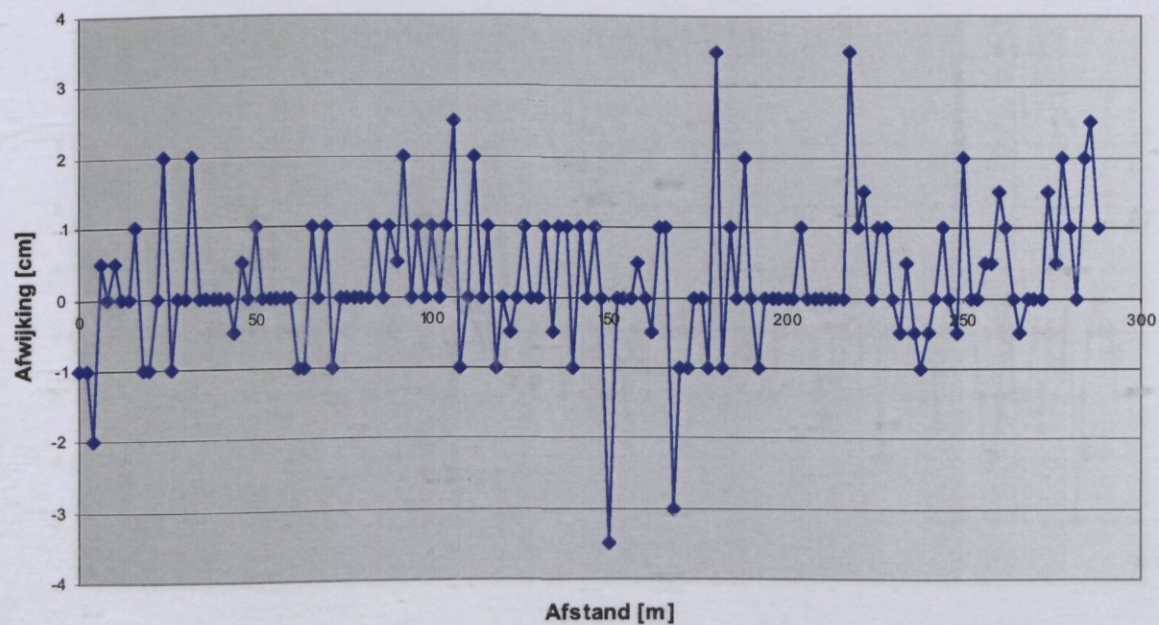
Figuur 15 De afwijking van het Mutsaers schoffelsysteem in rij 3.



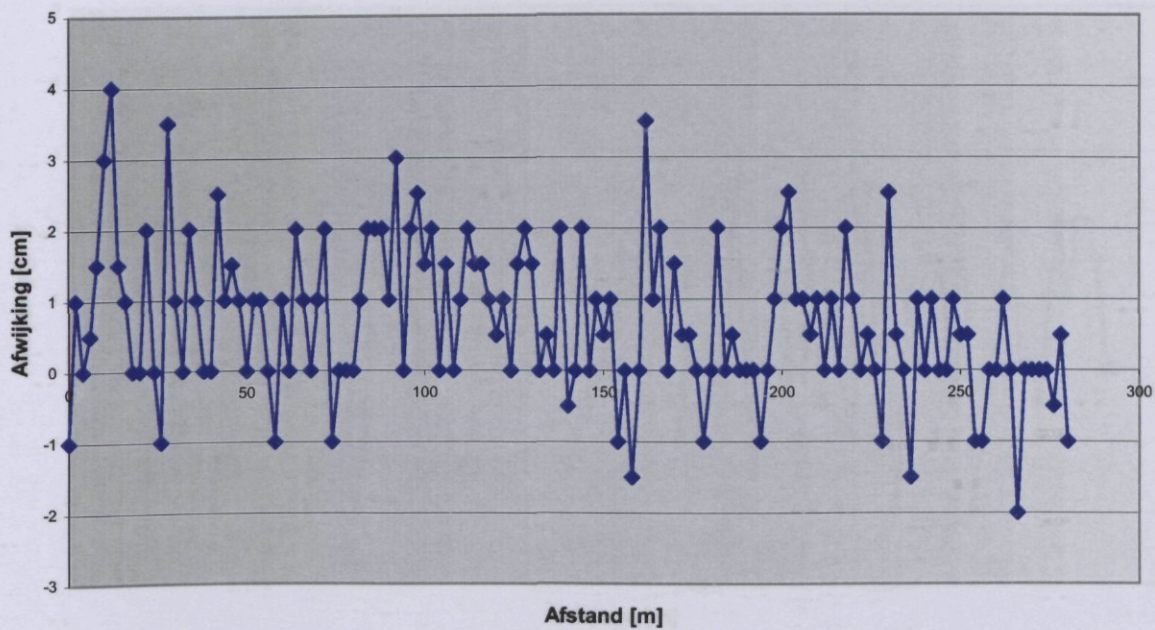
Figuur 16 De afwijking van het Mutsaers schoffelsysteem in rij 4.



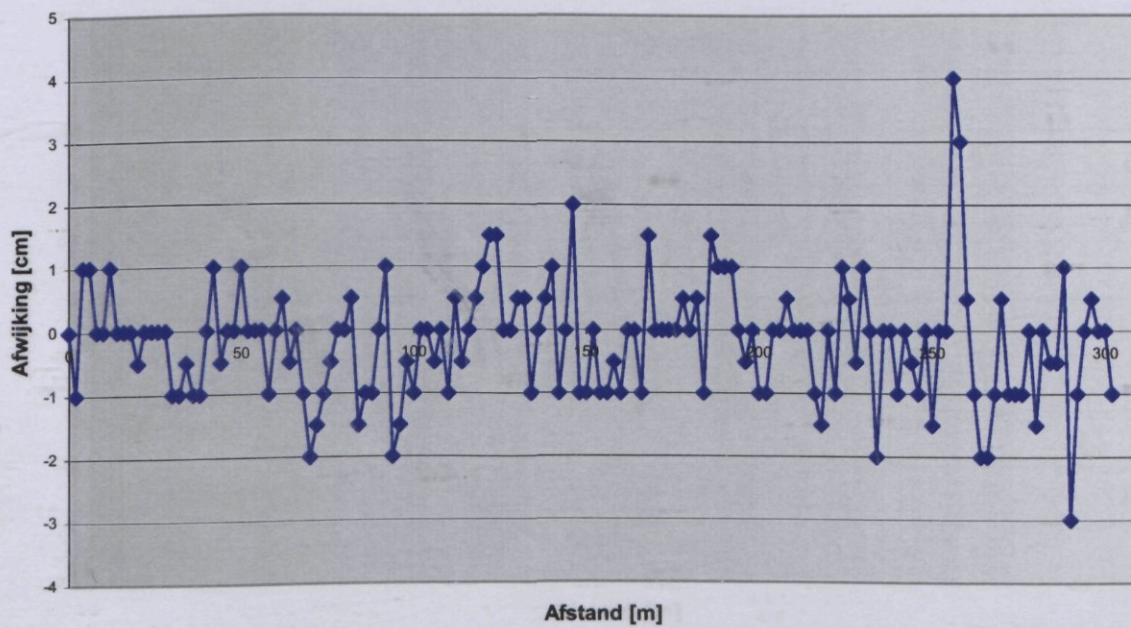
Figuur 17 De afwijking van het Mutsaers schoffelsysteem in rij 5.



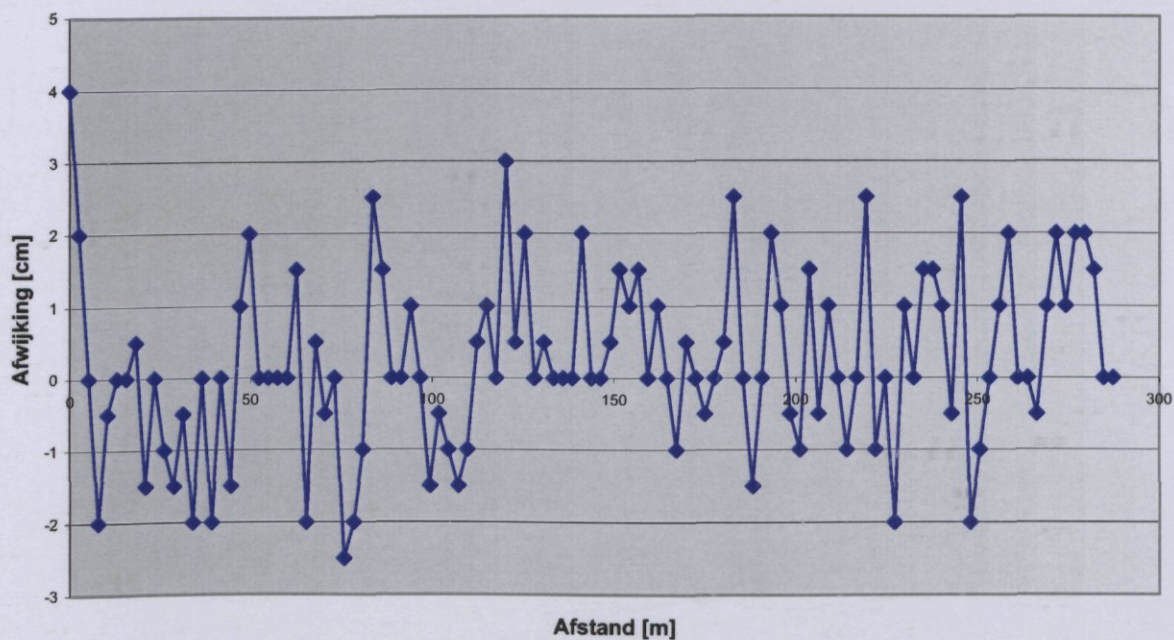
Figuur 18 De afwijking van het Mutsaers schoffelsysteem in rij 6.



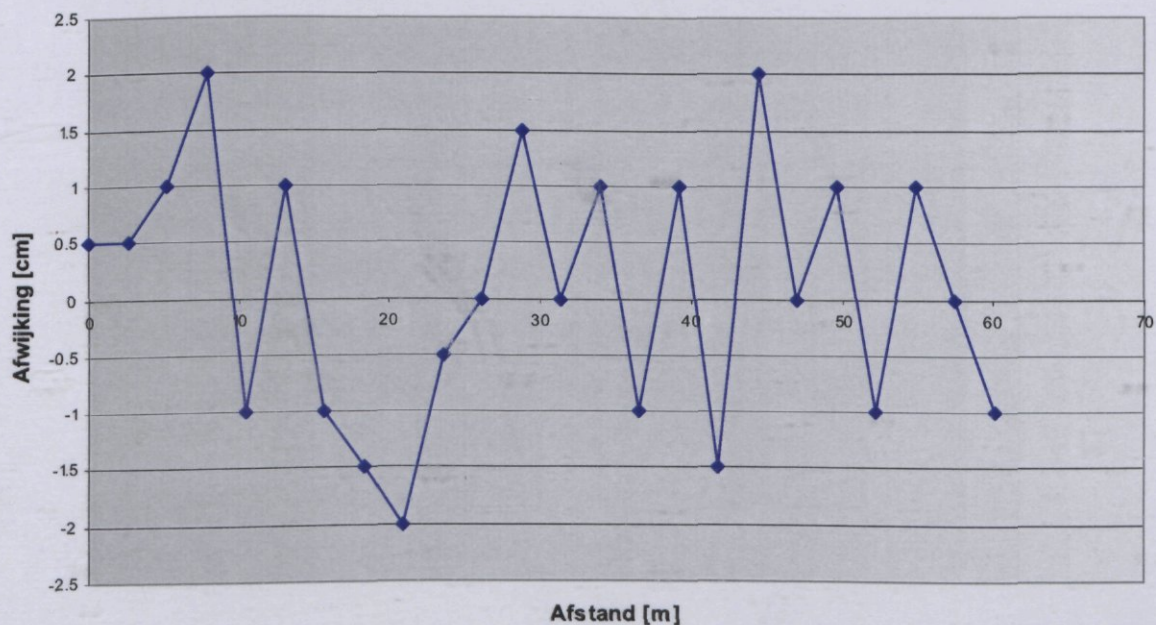
Figuur 19 De afwijking van het Mutsaers schoffelsysteem in rij 7.



Figuur 20 De afwijking van het Mutsaers schoffelsysteem in rij 8.



Figuur 21 De afwijking van het Mutsaers schoffelsysteem in rij 9.



Figuur 22 De afwijking van het Mutsaers schoffelsysteem in rij 10.