

---

# Evaluatie van balanceerinrichtingen voor een stabiele spuitboom op een veldspuit.

*Een quick-scan*

R.P. van Zuydam  
J.C. van de Zande

Nota P 2003-32

April 2003





---

# Evaluatie van balanceerinrichtingen voor een stabiele spuitboom op een veldspuit.

*Een quick-scan*

R.P. van Zuydam  
J.C. van de Zande

April 2003

Nota P 2003-32

©2003  
Instituut voor Milieu- en Agritechniek (IMAG)  
Mansholtlaan 10-12, PO box 43, 6700 AA Wageningen  
Telephone 0317 – 476300  
Telefax 0317 – 425670  
[www.imag.wageningen-ur.nl](http://www.imag.wageningen-ur.nl)

Interne mededeling IMAG. Niets uit deze nota mag elders worden vermeld, of vermenigvuldigd op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van IMAG of opdrachtgever. Bronvermelding zonder de feitelijke inhoud is evenwel toegestaan, op voorwaarde van de volledige vermelding van: auteursnaam, instituut en notanummer en de toevoeging: 'niet gepubliceerd'.

All rights reserved. No part of this document may be reproduced, stored in retrieval system of any nature, in any form by any means, electronic, mechanical, photocopying or otherwise, without the prior written permission of IMAG



## Voorwoord

Deze rapportage beschrijft een inventarisatie van op de markt beschikbare regelsystemen voor de balansverbetering van spuitbomen op veldspuiten.

Deze studie is uitgevoerd in opdracht van LTO-Nederland en medegefinancierd door het Hoofdprodukschap Akkerbouw. De begeleiding vond plaats vanuit de Stuurgroep driftreductie in de akkerbouw van de LTO Commissie Vaktechniek Akkerbouw (secretaris J.P. Kloos).

Wageningen, december 2002

## Samenvatting

Uit een inventarisatie van potentiële driftreducerende spuittechnieken is naar voren gekomen dat door spuitboomhoogteverlaging de drift aanzienlijk gereduceerd kan worden. Dit is echter alleen mogelijk als een spuit beschikt over een goede balanceerinrichting van de spuitboom. Een stabiele spuitboom zal bijdragen aan een verbetering van de effectiviteit van de bespuiting waarmee ook een reductie in gebruik van middelen gerealiseerd kan worden. Een inventarisatie en evaluatie van actieve regelsystemen ter verbetering van de balancering is hiervoor uitgevoerd.

Uit deze inventarisatie blijkt dat ondanks een inventarisatie via internet, het raadplegen van beschikbare produktdocumentatie en kennis van de markt (35 merknamen) er naast het door Hardi genoemde systeem voor actieve demping van spuitboombewegingen geen andere commercieel beschikbare systemen gevonden zijn. Wel wordt door Kuhn Nodet een systeem beschreven onder de naam 'actief schokdempersysteem'. Het lijkt echter onwaarschijnlijk dat het hier een werkelijk actief systeem betreft. Bij Green Trac Ag sprayers Inc (onderdeel van John Deere) wordt een 'NORAC weighing and control system' genoemd om via ultrasoonsensoren de spuitboom op een bepaalde hoogte boven de grond te houden.

Alle benaderde firma's (of hun vertegenwoordigers) leggen er de nadruk op dat hun passieve systemen zo goed werken dat een duurder actief systeem overbodig is. Naast het IMAG systeem is er ook in Leuven een operationeel systeem voor actieve spuitboombewegingsdemping. Het grootste verschil tussen beide systemen is dat het IMAG systeem uitgaat van het voorkómen van onregelmatige bewegingen op de spuitboom en het Leuvense systeem curatief werkt. Het Leuvense systeem vraagt een specifiek computermodel voor ieder type spuitboom. Het IMAG systeem gaat uit van zelflerende Fuzzy Logic controllers die een aanpassing aan het type spuitboom mogelijk maakt.

Müller Elektronik is de enige (electronica-)fabrikant die een universeel toepasbaar systeem voor actieve demping van spuitboombewegingen (DISTANCE-control S) op de markt brengt. Over de resultaten van het systeem zijn geen gegevens bekend. Het zou interessant zijn dit systeem op zijn merites te beoordelen.

## Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1. Inleiding	5
2. Werkwijze	6
3. Inventarisatie actieve regelingen ter compensatie van spuitboombewegingen.	7
4. Conclusies en aanbevelingen	11
Geraadpleegde bronnen	12

## 1. Inleiding

Het ligt in de bedoeling de maatregelen voor driftreductie zoals beschreven in het Lozingenbesluit Open Teelt en Veehouderij (VenW *et al.*, 2000) verder aan te scherpen. Wanneer met nieuwe spuittechnieken en verbeterde bedrijfsvoering een vergelijkbare afname in drift wordt bereikt dan nu reeds opgenomen in het Lozingenbesluit kan dit als alternatief voor een bredere teeltvrije zone worden opgenomen.

Om alternatieven te ontwikkelen heeft de werkgroep driftreductie van het Commissie Vaktechniek Akkerbouw een inventarisatie gerealiseerd van spuittechnieken. Doel daarbij was om praktisch hanteerbare pakketten technieken te ontwikkelen, die controleerbaar en certificeerbaar zijn. Op basis van deze inventarisatie is een selectie gemaakt van een combinatie van technieken met goede perspectieven voor substantiële driftreductie. Eén van de combinatiepakketten waarvan de werkgroep vaststelde dat daar behoorlijke driftreductie mee te bereiken valt is de verbetering van de balans van de spuitboom door actief geregelde systemen. Als de balans aanzienlijk verbeterd wordt en daarmee de spuitboom zonder problemen kan zakken tot bijvoorbeeld 40 cm boven het gewas, leidt dit tot een aanzienlijke reductie van de driftdepositie in het oppervlaktewater. Een stabiele spuitboom zal bijdragen aan een verbetering van de effectiviteit van de bespuiting waarmee ook een reductie in gebruik van middelen gerealiseerd kan worden. Porskamp en Van Zuydam (1992) benadrukten het onverwacht grote effect van vooral horizontale spuitboombewegingen op de verdeling van de vloeistof op het doeloppervlak. Ganzelmeier en Moser (1997) kwamen tot eensluidende conclusies. Reacties hierop vanuit de industrie zijn minimaal geweest. Om de voortgang op dit gebied in kaart te brengen is een inventarisatie en evaluatie van actieve regelsystemen ter verbetering van de balancering uitgevoerd. In deze rapportage worden de resultaten van deze inventarisatie beschreven.



## 2. Werkwijze

Door middel van literatuurstudie, het doornemen van documentatie van spuitfabrikanten, het internet en persoonlijk contact met spuitfabrikanten en toeleverende industrie is een zgn. quick-scan gemaakt welke systemen voor actieve regeling van de spuitboombalans er op de markt zijn of op korte termijn geïntroduceerd worden. Vooral het internet is een bron van veel actuele informatie, al is deze vaak niet consistent. Van de bezochte site's is geen volledig archief gehouden omdat deze informatie vaak zeer volatiel is. Het rapport is dus een momentopname en steunt gedeeltelijk op discutabele basis.

### 3. Inventarisatie actieve regelingen ter compensatie van spuitboombewegingen.

Spuitbomen van veldspuiten zwiepen en zwaaien. Zowel in het horizontale vlak als in het verticale vlak bewegen de spuitbomen ten opzichte van de trekker en/of het machineframe in een schommelende, zwaaiende beweging. Hierdoor ontstaat een niet constante spuithoogte, en een niet constante voortbewegingssnelheid waarvan de effecten, een niet regelmatige verdeling van het spuitmiddel, nabij de uiteinden van de spuitboom het grootst zijn. Het belang van boomstabilisatie neemt tevens toe door verplichte lage spuitboomhoogten in de regelgeving. Bij lagere spuitboomhoogten is de kans immers groter dat door het zwaaien van de spuitboom het gewas of de grond geraakt wordt.

De meeste merken spuitmachines hebben een pendelophanging die – voor gebruik op hellingen – scheef gesteld kan worden. Enkele merken maken gebruik van een simpele pendelophanging, andere hebben systemen (parallelogrammen, enkel of meervoudige afrolbanen) die een poolbaan van een bepaalde vorm creëren.

Stabilisatiemethodes teneinde de verticale bewegingen (spuithoogte) constant te houden, zijn bij iedere spuit aanwezig. Dit zijn veelal passieve systemen die gebruik maken van hooggeplaatste ophangpunten en/of stabilisatieveren. Deze systemen zijn alle meer of minder effectief en iedere fabrikant volgt hierin zijn eigen “huisstijl”.

Bewegingen in het horizontale vlak zijn moeilijker te beheersen. In de eerste plaats zijn ze moeilijker te herkennen, in de tweede plaats is de horizontale stijfheid van een spuitboom uit de aard van de constructie (o.a. eisen aan opklapbaarheid) geringer dan in verticale richting. De laatste tijd is echter het besef ontstaan dat de horizontale oneenparigheid van veel grotere invloed op het spuitbeeld is (vooral met de thans toegepaste spleetdoppen) dan de verticale beweging. Enkele fabrikanten (Dubex, Hoegen Dijkhof) hebben passieve voorzieningen teneinde horizontale bewegingen te dempen cq. te corrigeren. Een actief systeem baseert zijn werkingsprincipe op de cyclus meten – beslissen – regelen waarmee het zich onderscheidt van een passief systeem.

#### **Actieve systemen.**

Actieve systemen kunnen worden verdeeld in preventieve systemen die voorkómen dat er onregelmatige bewegingen op de spuitboom worden overgedragen, en curatieve systemen die een slingerende spuitboom actief dempen, de beweging afremmen en stoppen.

Voor het eerste systeem heeft IMAG in 1993 - 1995 een systeem onderzocht gebaseerd op een beweegbaar subframe waaraan de spuitboom gemonteerd is. Door dit subframe ten opzichte van het dragende voertuig zó te bewegen (een anti-beweging) dat het subframe een eenparige beweging in de ruimte beschrijft, wordt de spuitboom niet aangestoten door onregelmatigheden in de voortgaande (of andere) bewegingsrichting en zal zelf ook in een eenparige gelijkmatige beweging blijven. Bij dit onderzoek werd de regeling bestuurd door middel van fuzzy logic regelaars, die een eenvoudige aanpassing aan het type spuitboom mogelijk maakten en voor een groot gedeelte zelflerend waren. (van Zuydam, 1995).

Curatieve dempende systemen zijn onderzocht door Ramon (1992), Deprez en Lannoije (1999) en Clijmans (1999). Hoewel men hier kan zeggen dat voorkomen beter is dan genezen zijn er toch interessante resultaten behaald. De noodzakelijkheid voor een

wiskundig model voor elke variant van een spuitboom is voor praktische toepassing een nadeel.

Commerciële actieve systemen met als doel het beperken van ongewenste bewegingen zijn alleen bij Müller Elektronik gevonden. Met name gaat het hierbij om een systeem voor het automatisch volgen van de hoogte op hellingen (contourvolging). Hardi schijnt ook onderzoek te verrichten naar een dergelijk systeem (mond.med.) maar de uitvoeringsvorm is niet bekend.

De hierna genoemde commerciële firma's noemen enige vorm van actieve beïnvloeding van de positie van de spuitboom. Vaak wordt hierbij op het parallel aan het (gewas-) oppervlak houden van de spuitboom (vooral op hellingen) geduid.

De volgende merknamen zijn onderzocht:

Douven (= John Deere)	Delvano
Hardi	Dubex
Cebeco (= Comet = Fullspray)	Agrifac
Munckhof	Tecnomat
GB	Allaeyts
Hoegen Dijkhof	Gambetti Barre
Beyne	Sieger
Croptec	Rau
Amazone	Berthoud
Seguip	Blanchard
Caruelles	Evrard
Nodet (= Kuhn?)	Pam
Roffo	Barigelli
HMC Urgent	Holder
Kuhn Nodet	Matrot
Ro Gator	Caruelle Nicolas
Cipolli & Sologni	Green trac
Kverneland	Müller Elektronik
LH Agro	

Van deze merken zijn voor zover mogelijk de web-sites bezocht en enkele zijn telefonisch benaderd. Sommigen zijn opgegaan in grotere eenheden, of bestaan als (onafhankelijk) merk niet meer. Bij de volgende fabrikanten werd enige vorm van actieve beïnvloeding van de spuitboompositie gevonden.

**Kuhn Nodet** heeft – onder het kopje actief schokdempersysteem – de volgende tekst op zijn webpage staan:

*Kuhn-Nodet Toprider – DPS systeem (Dynamic Positioning System) – uitgerust met cilinders en accumulatoren*

*Het getrokken spuittoestel Toprider heeft een chassis dat bestaat uit een enkelvoudige balk van de dissel tot de as. Het spuittoestel is uitgerust met een spuitboomophangstelsel DPS (Dynamic Positioning System).*

*Het spuitboomophangstelsel is opgebouwd rond een chassis dat bevestigd is aan het steunparallellogram en het geïsoleerd chassis van de spuitboom. Deze twee delen zijn verbonden door verschillende stangen. Deze laatste kunnen gericht worden door schommelende armen die door cilinders gestuurd worden.*

*Dit DPS laat toe door positiesensoren te kiezen voor een pendelophanging, een parallellogram ophanging of een gemengde vorm. Tevens wordt in de ophanging een onafhankelijk hydro-pneumatisch schokdempersysteem voor de spuitboomdelen links en rechts geïntegreerd (door de montage van accumulatoren op de stuurcilinders). Deze constructie laat toe om de spuitboom automatisch stabiel te houden tijdens het nemen van bochten en om eenvoudig hellingscorrecties door te voeren.*

Het is hierbij onwaarschijnlijk dat een werkelijk actief systeem wordt voorgesteld dat bestaat uit meten – beslissen – regelen, hetgeen het kenmerk zou moeten zijn.

**Green Trac Ag Sprayers Inc**, onderdeel van John Deere, noemt een systeem van NORAC weighing and control systems om via ultrasoon sensoren de spuitboom op een bepaalde hoogte boven de grond te houden:

#### *UC3 SPRAYER BOOM HEIGHT CONTROL*

##### *Work Faster with Better Results*

*For large farm operators and custom applicators, speed can have a big impact on your bottom line. The UC3 Sprayer Boom Height Control uses ultrasonic sensors attached directly to each boom to automatically maintain a constant height above the ground. The UC3 system follows the contours of the land and keeps booms from hitting the ground. The UC3 system follows the contours of the land and keeps booms from hitting the dirt, minimizing the potential for damage and extensive repairs to your sprayer.*

*The system is so dependable that it follows an average speed of 18mph over all kinds of terrain. The result: Increased speed and accuracy when spraying your fields.*

##### *Accurate Smooth Spraying*

*NORAC uses Proportional valves to eliminate rocking, so adjustments on one boom do not create a rocking motion on the other boom. Instead, proportional valves enable the UC3 system to operate each boom independently. Height corrections are smooth, even, and automatic...and so is your spraying.*

##### *Easy To Operate*

*The UC3 is surprisingly easy to operate. Using a simple control panel conveniently located on the sprayer cab, all the operator has to do is set the desired boom height and switch to automatic. To make adjustments on the go, simply push the toggle switch up or down to adjust the boom.*

##### *Take the Stress Out of Spraying*

*The UC3 takes the stress out of spraying, especially on those really long days. Not only is the UC3 completely automatic, it is much more responsive than the constant manual adjustments normally associated with spraying. This level of comfort and control makes the operator's job much less stressful.*

##### *Engineered for Farm Fields*

*The basic UC3 unit comes with two sensors for the booms on either side of the sprayer. AN optional third sensor is available for automatic center boom control.*

*{PRIVATE "TYPE=PICT;ALT=norac monitor.jpg (20922 bytes)"}*

**Dubex** noemt een passief dempingsysteem tegen zwaaien. Dit werkt met wrijvingsdempers en veren, zodat de zwaaienergie sneller wordt vernietigd.

**Hardi** vermeld in zijn documentatie geen actief stabilisatiesysteem. Uit persoonlijke mededelingen blijkt dat men wel aandacht aan deze systemen heeft geschonken en schenkt, maar hieraan (nog) geen commerciële oplossing verbindt.

**Hoegen Dijkhof** kent een passief systeem met veren, waarbij via spankabels de spuitboom wordt voorgespannen en de horizontale bewegingen gedempt. Dit systeem wordt al jaren op de markt gebracht en behoort tot de 'huisstijl' van Hoegen Dijkhof. Meetresultaten van het systeem zijn niet bekend. HD is inmiddels samengegaan met Sieger en wordt vermarkt door Van Driel & Van Dorsten.

**Agrifac** meldt zijn unieke wielophanging van de gehele zelfrijdende spuitmachine waarbij de gehele machine a.h.w. gestabiliseerd is. Meetresultaten worden niet genoemd.

**Müller Elektronik** is geen fabrikant van spuitmachines maar een onafhankelijke leverancier van electronica voor de landbouw. Zij noemen een universeel systeem, (DISTANCE-control S), dat op een veldspuit opgebouwd kan worden. Aan weerszijden van de spuitboom zijn twee ultrasoonsensoren gemonteerd die de afstand tot de grond meten en constant houden. Het principe is eerder omschreven door Thomas (1986).

## 4. Conclusies en aanbevelingen

De meeste merken spuitmachines noemen een uitvoering van een pendelophanging die – voor gebruik op hellingen – scheef gesteld kan worden. Enkele hebben een simpele pendelophanging, andere hebben systemen (parallelogrammen, enkel of meervoudige afrolbanen) die een poolbaan van een bepaalde vorm creëren.

Benaderde firma's (of hun vertegenwoordigers) leggen er de nadruk op dat hun passieve systemen zó goed werken dat een veel duurder actief systeem overbodig is (!).

Men is in het algemeen van mening dat de spuitboombewegingen van het eigen merk minder zijn dan die van de concurrentie, en dat de bewegingen verwaarloosbaar zijn. Daarnaast vreest men de toename van de kostprijs van de spuit indien men een dergelijke voorziening aanbrengt, en dus de slechtere concurrentiepositie. Daarom is men in het algemeen niet doordrongen van de noodzaak het naar eigen mening goede resultaat van de machine te verbeteren, tenzij er een uitdrukkelijke eis van de klant of een verplichting aan ten grondslag ligt.

Indien de spuitboom stabiel – vooral in verticale richting – geleid zou worden is een kleinere afstand tot het doelvlak mogelijk zonder dat de spuitboom het gewas raakt. Dit zou zeer effectief zijn voor het beperken van drift.

Müller Elektronik is de enige (electronica-)fabrikant die een universeel toepasbaar systeem (DISTANCE-control S) op de markt brengt voor de actieve demping van spuitboombewegingen. Over de resultaten van het systeem zijn geen gegevens bekend. Het zou interessant zijn dit systeem op zijn merites te beoordelen.

## Geraadpleegde bronnen

### *Literatuur*

- Clijmans L. ,1999. A Model-based approach to assess sprayer's quality. Doctoraatsproefschrift Nr. 407 aan de Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen van de K.U.Leuven, 269 p.
- Deprez, K. en M. Lannoije, 1999. Ontwikkeling van een traag actieve regelaar voor de stabilisatie van het rollen van spuitbomen. Eindwerk 99 P 18 Katholieke Universiteit Leuven, 117 pp.
- Ganzelmeier, H. en E. Moser, 1977. Einfluss der Auslegerbewegungen von Feldspritzgeräten auf die Verteilungsgenauigkeit der Spritzflüssigkeit. Grundlagen der Landtechnik 27 (3), 8pp.
- Porskamp, H.A.J. en R.P. van Zuydam, 1992. Effecten van horizontale spuitboombewegingen, Landbouwmechanisatie 43, 8, p 16 – 17.
- Ramon, H., 1992. A design procedure for modern control algorithms on agricultural machinery applied to active vibration control of a spray boom. PhD thesis KU Leuven, 272 pp.
- Thomas, C. en H. Göhlich, 1986. Aktive Lageregelung von Auslegern zur Verbesserung der Verteilungsgüte von Pflanzenschutzmitteln. Grundlagen der Landtechnik 36 1 p. 1 –9.
- VW, VROM, LNV, VWS en SZW, 2000. Lozingenbesluit open teelt en veehouderij. Staatsblad 2000 43, 114pp.
- Zuydam, R.P. van, 1995. Actieve spuitboomophanging met fuzzy regeling. In: Paternotte, S. (ed.), Fuzzy Logic in Nederland, Veenendaal, Centrum voor micro-electronica, ISBN 90-72983-27-0, p. 95 – 101.

### *Documentatie*

Fabrieksfolders van:

Douven	Deere
Dubex	Rau
Hardi	Nodet
Delvano	Tecnomat
Amazone	

### *Belangrijkste Web-sites*

<http://www.deere.com/>  
[www.hardi.com](http://www.hardi.com)  
[www.munckhof.com](http://www.munckhof.com)  
[www.hoegendijkhof.nl](http://www.hoegendijkhof.nl)  
[www.Delvano.com](http://www.Delvano.com)  
[www.Dubex.com](http://www.Dubex.com)  
[www.kuhn.de](http://www.kuhn.de)  
[www.technik.baywa.de](http://www.technik.baywa.de)

[www.Tecnomat.com](http://www.Tecnomat.com)  
[www.Rau.com](http://www.Rau.com)  
[www.amazone.de](http://www.amazone.de)  
[www.Berthoud.com](http://www.Berthoud.com)  
[www.caruelles-nicolas.com](http://www.caruelles-nicolas.com)  
[www.kverneland.com](http://www.kverneland.com)  
[www.steyr.nl/sieger.php](http://www.steyr.nl/sieger.php)  
[www.müller-elektronik.de](http://www.müller-elektronik.de)

