

Evaluatie methoden voor onkruidbestrijding op trottoir

Verslag van proefjaren 2001 t/m 2003

G.D. Vermeulen, B.R. Verwijs (Agrotechnology & Food Innovations)
R.M.W. Groeneveld, C.D. Luijendijk, C. Kempenaar (Plant Research
International)

Colophon

Het onderzoek, beschreven in dit rapport, werd uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voeding in het kader van het onderzoeksprogramma 'Innovatieve onkruidbeheersing ten behoeve van duurzame (biologische) landbouw en openbare ruimte' (397-V).

Door beschikbaarstelling van apparatuur hebben VIK A B.V. (Apeldoorn), Weed Control B.V. (Waalwijk) en Jongerius Wintermachines (Utrecht) aan dit onderzoek bijgedragen.

Title	Evaluatie methoden voor onkruidbestrijding op trottoir; proefjaren 2001 t/m 2003
Author(s)	G.D. Vermeulen, B.R. Verwijs, R.M.W. Groeneveld, C.D. Luijendijk, C. Kempenaar
A&F number	154
ISBN-number	-
Date of publication	Mei 2004
Confidentiality	Non
Project code.	51091

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.

This report is authorised by: G.D. Vermeulen



The quality management system of Agrotechnology & Food Innovations B.V. is certified by SGS International Certification Services EESV according to ISO 9001:2000.

Contents

1	Inleiding	5
2	Materiaal en methode	7
2.1	Opzet en uitvoering trottoirproef in 2001 en 2002	7
2.2	Opzet en uitvoering van trottoirproef in 2003	10
3	Resultaten	15
3.1	Resultaten 2002	15
3.2	Resultaten 2003	17
4	Discussie	21
5	Conclusies	23
	Literatuur	25
	Samenvatting	27
	Bijlage 1 Bedekkingsgraad en onkruidsoortenopnamen in 2002	29
	Bijlage 2 Effect van verschillende bestrijdingsmethoden op onkruidsamenvatting en onkruidgroei in 2003	33

1 Inleiding

Chemische onkruidbestrijding op verhardingen in de openbare ruimte resulteert in een relatief hoog aandeel in emissie naar het oppervlaktewater. Beleidsmatig wordt hier een stringente afname in het gebruik en de emissie van herbiciden verlangd (MJP-G, Nota Zicht op gezonde teelt, Nota Duurzame gewasbescherming). Bestaande niet-chemische technieken bestrijden onkruid veel minder effectief dan selectief bespuiten en de toepassing staat bekend als vier tot vijf keer zo duur (Spijker *et al.*, 1998; Spijker *et al.*, 2002). Voor veel gemeenten en andere beheerders van verhardingen is dit aanleiding om niet tot niet-chemisch beheer over te gaan. Feitelijke, objectieve informatie over de prestaties van de verschillende methoden en machines is echter schaars. Met prestatie wordt hier bedoeld de bestrijdingseffectiviteit in relatie tot de productiviteit, de gegeven energiedoses en de behandelfrequentie. Over de prestaties op langere termijn en over eventuele selectiviteit bij de bestrijding (verschillen in effectiviteit voor bepaalde onkruidsoorten) is zelfs vrijwel niets bekend. Voor een objectieve afweging in de keuze voor een bepaalde beheersmethode is behoefte aan goede informatie over de prestaties van verschillende methoden.

Ook voor onderzoek en ontwikkeling van betere niet-chemische methoden, machines en beheerstrategieën is betere informatie over de prestaties van de huidige methoden en machines noodzakelijk. Met name over de productiviteit en het energieverbruik van de methoden zijn vrijwel alleen geaggregeerde gegevens uit de praktijk bekend, d.w.z. het gemiddelde brandstofverbruik per m² verharding voor het uitvoeren van een bestrijdingsronde. Deze geven onvoldoende inzicht in de te verwachten productiviteit en het energieverbruik bij verbeteringen in het ontwerp van machines en in de wijze van technische uitvoering.

Bij een verkenning van toepassingsmogelijkheden van nieuwe niet-chemische technieken (Vermeulen *et al.*, 2002) bleek dat er perspectief is voor verbetering van bestaande technieken door pleksgewijs en op de voegen gericht te gaan werken. Voor ontwikkeling van deze manier van werken is veel R&D nodig. Om fabrikanten beter inzicht te verschaffen in de haalbaarheid van ontwikkeling van machines voor pleksgewijs en gericht werken is er behoefte aan het experimenteel vaststellen van de prestaties van deze werkwijzen.

Tegen deze achtergrond werd in de herfst van 2001 onderzoek gestart om basisgegevens over de prestaties van selectief spuiten, borstelen, branden en heet water te verzamelen. Specifieke waarnemingen in 2001 en begin 2002 aan de H₂O Hot Aqua Weeder® van Jongerius Wintermachines B.V. (Utrecht) werden reeds eerder gerapporteerd (Groeneveld *et al.*, 2002). In 2003 werd het onderzoek uitgebreid met experimenten om inzicht te verschaffen over de haalbaarheid van pleksgewijs branden en het uitborstelen van voegen. In dit rapport wordt verslag gedaan van het onderzoek van najaar 2001 t/m 2003. Het onderzoek wordt voortgezet in 2004 en 2005.

2 Materiaal en methode

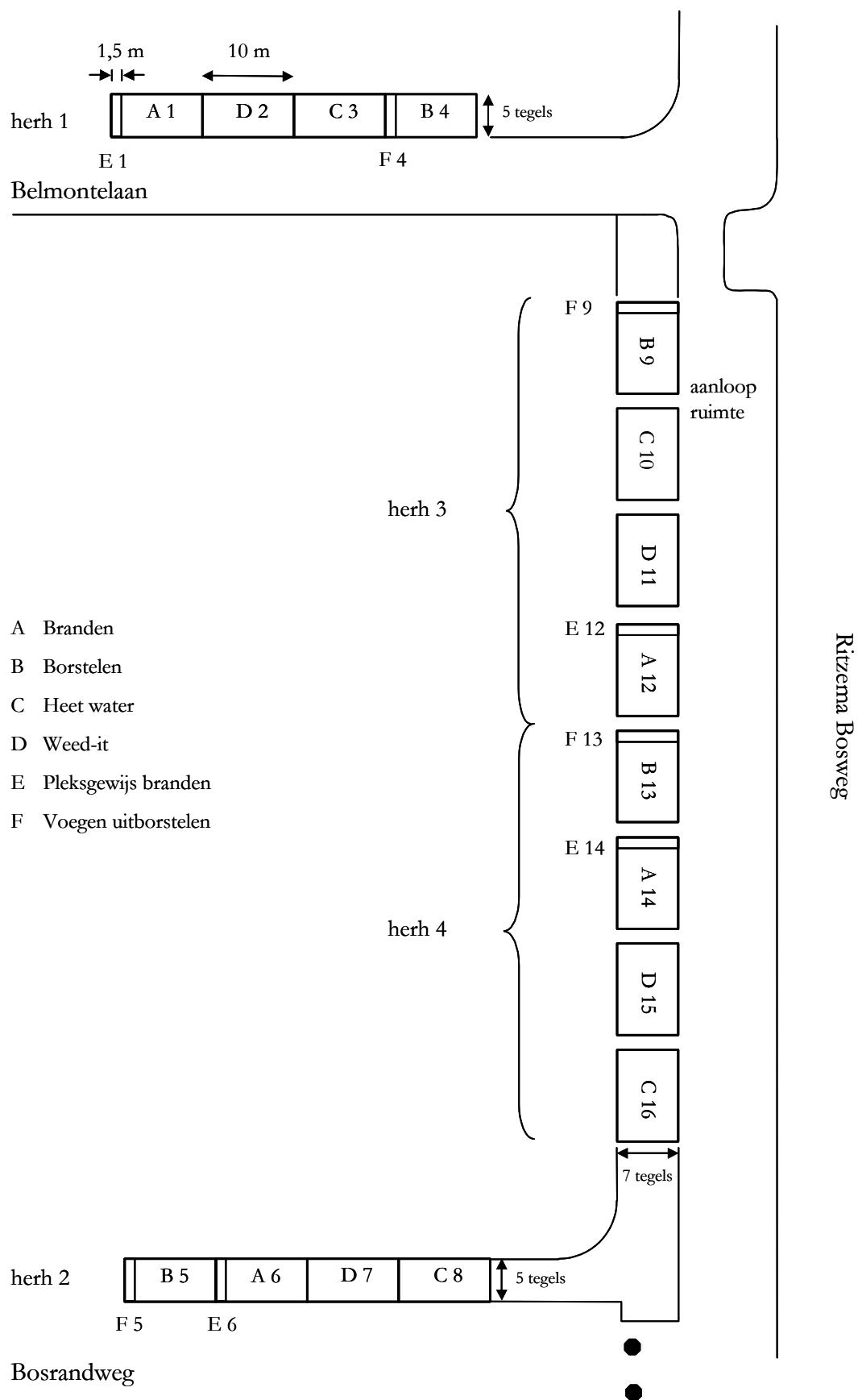
De doelstelling van het onderzoek is het verzamelen en op langere termijn vergelijken van gegevens over de prestaties van selectief spuiten met glyfosaat, borstelen, branden, heet water, pleksgewijs branden (experimenteel, m.i.v. 2003) en voegen uitborstelen (experimenteel, m.i.v. 2003). De prestaties van een bestrijdingsmethode hangen van veel factoren af, met name van de onkruid- en verhardingssituatie en de te handhaven kwaliteit van het straatbeeld. Het was niet mogelijk meerdere omstandigheden in het onderzoek te betrekken. Voor het onderzoek werd daarom afgewogen onder welke omstandigheden de prestaties bepaald worden. Hierbij is een keuze gemaakt voor relatief lastige situatie: weinig belopen, vlak trottoir waarop een straatbeeld met geringe onkruidgroei gehandhaafd moet worden, uitgaande van een licht verwaarloosde situatie met matige onkruidgroei, waaronder meerjarige onkruiden. Deze situatie komt in de praktijk regelmatig voor en is interessant omdat eventueel lange-termijn effecten van de verschillende methoden op bestrijdingsfrequentie en onkruidsoortensamenstelling verwacht mogen worden. In aansluiting op de praktijk werd ook gekozen voor een eerste behandeling in het seizoen met een borstelmachine, zodat het seizoen met een schone situatie begonnen wordt. Een consequentie van de gemaakte keuze is dat resultaten niet zonder meer op andere situaties van toepassing zullen zijn.

Onder de gekozen omstandigheden is een belangrijk gegeven voor de beheerder de *effectiviteit* van een bestrijding, omdat deze bepaald hoeveel keer per seizoen het onkruid bestreden moet worden. Even belangrijk is de *productiviteit* per behandeling omdat dit grotendeels de kosten per behandeling bepaald. De bestrijdingseffectiviteit en de productiviteit samen bepalen grotendeels de kosten per seizoen. Uit milieuoverwegingen zijn voornamelijk de *afspoeling van glyfosaat* en het *verbruik van fossiele energie* van belang.

Het onderzoek naar de effectiviteit van de verschillende methoden wordt uitgevoerd op een trottoir in Wageningen (zie paragraaf 2.1). Wegens de relatief kleine afmetingen van de veldjes worden de behandelingen met kleinschalige apparatuur uitgevoerd. De netto tijdbesteding op de veldjes wordt daarbij gemeten. Met behulp van de netto tijdbesteding en specificaties van de gebruikte machines worden later de energiedosis (voor branden en heet water) en het totale energieverbruik bepaald. Via de benodigde energiedosis kan de productiviteit van grotere en modernere apparatuur ingeschat worden. Indien noodzakelijk zullen in 2004 en 2005 ook waarnemingen met moderne machines op grotere proefvakken in de praktijk uitgevoerd worden. De afspoeling van glyfosaat is geen onderwerp van studie in dit onderzoek.

2.1 Opzet en uitvoering trottoirproef in 2001 en 2002

In 2001 werd een proefopzet gemaakt waarbij de prestaties van selectief spuiten (Weed-it), borstelen, branden en heet water in een blokkenproef met 4 herhalingen vergeleken worden (Figuur 1). De proef werd in de herfst van 2001 aangelegd op trottoirs in Wageningen aan de Belmontelaan, de Ritzema Bosweg en de Bosrandweg.



Figuur 1. Indeling van het proefveld; behandelingen E en F toegevoegd in 2003.

De behandelingen werden in 2001 en 2002 uitgevoerd met de volgende apparatuur:

Selectief spuiten: Rugspuit,
Branden: Ecoflame Select 500 (ter beschikking gesteld door VIK A B.V., Apeldoorn),
Borstelen: Nimos borstelmachine,
Heet water: Jongerius H₂O Hot Aqua Weeder® (ter beschikking gesteld door Jongerius Wintermachines, Utrecht)

Bij de uitvoering van de behandelingen werd ernaar gestreefd om deze uit te voeren zoals in de praktijk gebruikelijk.

De veronkruiding van de veldjes werd gemonitord door visuele beoordeling van de veronkruiding met behulp van de klasse-indeling voor veronkruiding van verharding van Plant Research International (Tabel 1). Daarnaast werd ook de bedekkingsgraad en de planthoogte geregistreerd.

Tabel 1. Beeldklasse-indeling voor veronkruiding van verharding (Plant Research International).

Klasse	Veronkruiding	Omschrijving onkruidbeeld
1	Geen	geen onkruiden
2	zeer gering	enkele planten in voegen, geen polvorming of omhoogschietend onkruid
3	Gering	voegen <i>ca.</i> 25% begroeid, enig omhoogschietend onkruid, geen polvorming
4	Matig	voegen 25-50% begroeid, flink deel omhoogschietend, enige polvorming
5	Zwaar	meer dan 50% van voegen begroeid, polvorming duidelijk aanwezig
6	zeer zwaar	verharding is nauwelijks meer zichtbaar, uit de hand gelopen situatie

Ter voorbereiding op de proefuitvoering in 2002 werden alle behandelingen in de herfst van 2001 één keer uitgevoerd; op 3 oktober (heet water), 4 oktober (Weed-it), 19 oktober (borstelen) en 29 oktober (branden). De beeldklasse voor uitvoering van deze behandelingen was 4-5. Voorafgaand aan de start van het seizoen is het gehele proefveld op 5 april 2002 geborsteld. Hierbij is ook de goot schoongemaakt en is het afval afgevoerd.

In 2002 werd de onkruidsituatie per veldje één keer per maand beoordeeld. Op grond van deze beoordeling werd besloten of herhaalde behandeling nodig was (bij beeldklasse 3 of hoger). Als maat voor de effectiviteit (kortere termijn) werd gekozen het aantal keren dat behandeling in het seizoen nodig is. Voor beoordeling van de effectiviteit op langere termijn wordt nagegaan of het aantal noodzakelijke behandelingen per seizoen met de jaren toeneemt, gelijk blijft of afneemt.

Het effect van de verschillende methoden op de soortensamenstelling van het onkruid wordt bestudeerd door op een aantal tijdstippen opnamen van de soortensamenstelling te maken en na te gaan of hierin verschuivingen optreden. In 2002 werd de soortensamenstelling op 5 tijdstippen bepaald.

2.2 Opzet en uitvoering trottoirproef in 2003

Met ingang van 2003 werden twee extra experimentele behandelingen, pleksgewijs en gericht branden en pleksgewijs en gericht borstelen, aan de proef toegevoegd. Voor beide behandelingen geldt dat voor mechanisatie hiervan een aanzienlijke R&D inspanning benodigd is, terwijl onbekend is wat de effectiviteit zal zijn en welke productiviteit verwacht zou mogen worden. Om de haalbaarheid van verdere ontwikkeling van deze behandelingen in te schatten worden ze in de proef in handwerk uitgevoerd en worden de effecten nagegaan. Pleksgewijs&gericht branden en pleksgewijs&gericht borstelen worden op kleine plots binnen de behandelingen branden en borstelen uitgevoerd (zie Figuur 1). Pleksgewijs&gericht branden wordt uitgevoerd met een lans met een relatief kleine brander, waarmee alleen de plaatsen waar onkruiden staan behandeld worden. Pleksgewijs&gericht borstelen wordt uitgevoerd met een haakse slijpmachine met een staalborstel, waarmee de voegen uitgeborsteld worden.

Op grond van de ervaringen in 2002 werd de proefopzet en -uitvoering in 2003 op de volgende punten aangescherpt:

- In 2002 werden de behandelingen door een aantal verschillende betrokken partijen uitgevoerd. Bij deze organisatie van het werk bleek het in de praktijk niet goed mogelijk om de behandelingen altijd tijdig te geven. Omdat tijdigheid van cruciaal belang is, zijn in het voorjaar van 2003 afspraken gemaakt met één aannemer met de garantie dat een willekeurige behandeling binnen 5 werkdagen na de opdracht uitgevoerd wordt. Deze aannemer heeft de beschikking over borstel machines, heetwater apparatuur, de Weed-it en een brander.
- De uitvoering van behandelingen "zoals in de praktijk gebruikelijk" voldeed niet omdat de meningen over hoe een behandeling uitgevoerd moet worden in de praktijk nogal uiteen blijken te lopen. Met ingang van 2003 werd als uitgangspunt gekozen dat elke bestrijding zodanig uitgevoerd moet worden dat 95% of meer van de bovengrondse delen van het onkruid onherstelbaar beschadigd of verwijderd is. De tijd waarop dit visueel beoordeeld wordt is voor borstelen direct na de behandeling, voor branden en heet water drie dagen na behandeling en voor glyfosaat 2 weken na behandeling. Bij duidelijk onvoldoende werking van de behandeling wordt de behandeling direct herhaald om alsnog de doelstelling te halen.
- In 2002 werd de beeldklasse eens per maand beoordeeld. Deze frequentie was te laag om de groei van het onkruid goed te monitoren en doelmatig te kunnen behandelen op het moment dat de beeldklassen groter dan 3 geworden was. Daarom is in 2003 de beeldklasse eens per week, op maandagochtend beoordeeld. Op deze wijze kan dezelfde week nog de behandeling volgen en werd ook een goed beeld van het onmiddellijke effect van de behandelingen verkregen. De grens voor behandeling werd verder aangescherpt als beeldklasse 3, gemiddeld over de vier plots.

De behandelingen werden in 2003 als volgt uitgevoerd (zie ook Figuur 2):

Branden (A):

Voor het branden is gebruik gemaakt van een handgeduwde machine, de Ecoflame Select 500, die ter beschikking werd gesteld door Weed Control B.V. te Waalwijk. Aan het eind van seizoen 2003 is wegens wijziging in de organisatiestructuur van Weed Control B.V. het gebruik van de ter

beschikking gestelde machine komen te vervallen. De laatste behandeling is uitgevoerd met een HOAF Weedstar 100 brander gemonteerd in de driepuntshefinrichting van een trekker. Met ingang van 2003 worden zowel het vlakke deel van het trottoir als de goot behandeld. Bij de branderbehandeling wordt voor de goot eventueel een handbrander gebruikt.

Borstelen (B):

Het borstelen is gedurende het gehele seizoen uitgevoerd met een Nimos borstelmachine. Dit is een zelfrijdende machine met aan de voorzijde een in het horizontale vlak draaiende borstel aan een hydraulisch zwenkbare arm. Door de borstelmachine werd het verwijderde materiaal naar een strook op de rijweg geborsteld en daar opgeveegd.

Heet water (C):

De heetwatermachine bestaat uit een zelfrijdend voertuig met hierop gebouwd een voorraadtank, een pompunit en verwarmingselementen. Het water wordt, afhankelijk van de gewenste temperatuur en hoeveelheid water, door 1, 2 of 3 branders verwarmd tot ca 115 °C. Voorop het voertuig is aan een hydraulisch zwenkbare arm een metalen kap bevestigd. Onder deze kap zijn 3 nozzles gemonteerd waaruit het hete water wordt gespoten. Op het voertuig is aan weerszijde een slangenhaspel met spuitlans gemonteerd zodat op moeilijk bereikbare plaatsen ook handmatig gewerkt kan worden. Op het proefveld is alleen de eerste keer gebruik gemaakt van de heetwaterunit voorop het voertuig omdat bleek dat het voertuig te zwaar is om zonder schade (opwippende tegels) over het relatief oude trottoir te rijden. Hierna zijn alleen de spuitlansen gebruikt.

Weed-it (D):

Voor de chemische onkruidbestrijding is gebruik gemaakt van de Weed-it, een apparaat dat met behulp van sensoren bepaald waar onkruid staat en vervolgens alleen glyphosaat spuit op de plaats waar het onkruid staat.

Pleksgewijs branden (E):

Behandeling E werd handmatig uitgevoerd met een BIOflame puntbrander (van Weed Control B.V.) waarmee vanuit de hand, staande gewerkt kan worden. De puntbrander bestaat uit een gebogen pijp met aan de ene zijde een gasfles en de andere zijde de brander. De potentiële voordelen van het pleksgewijs en op de voeg gerichte stootbranden zijn een aanzienlijke besparing op brandstof en een hogere arbeidsproductiviteit (indien gemechaniseerd).

Voegen uitborstelen (F):

Behandeling F wordt eveneens handmatig uitgevoerd met een haakse slijpmachine met staaldraadborstel. Zowel het vlakke deel van het trottoir als de goot worden behandeld. Bij het werk is niet harder op de borstel gedrukt dan noodzakelijk om snelle slijtage te voorkomen. Het losgemaakte materiaal is met de hand bij elkaar geveegd en verwijderd. Door het pleksgewijs en op de voeg gerichte borstelen konden de voegen dieper uitgehaald worden waardoor vermoedelijk de onkruiden langer weg zullen blijven. Andere potentiële voordelen zijn minder energieverbruik, hogere productiviteit (indien gemechaniseerd) en minder slijtage van borstels en tegeloppervlak.



A



B



C



D



E



F

Figuur 2. Behandeling A (stootbrander), B (borstelen), C (heet water) en D (Weed-it), E (pleksgewijs branden), F (voegen uitborstelen).

In 2003 werd in het kader van een promotie-onderzoek een gedetailleerde studie gemaakt van de hergroei van de onkruiden en de onkruidsoortensamenstelling. Hiertoe werden twee keer, in het voorjaar en in de zomer vegetatie-opnamen gemaakt. Per moment en per methode werden opnamen gemaakt vlak voor bestrijding en op dag 5, 10 en 20 na bestrijding (indien mogelijk). Per opname werd beschreven:

- aanwezige soorten,
- bedekking,

- frequentie (indien mogelijk),
- levenscyclusstadium (bloeiend of niet bloeiend),
- gemiddelde grootte.

Om onnauwkeurigheden in determinatie te voorkomen werden verschillende grassoorten samengevoegd tot de categorie grasachtigen (Gramineae). Voor het bepalen van de hergroei van onkruiden in de tijd onder invloed van verschillende methoden werd de bedekking van onkruidsoorten gebruikt. Tijdens het experiment bleek dat grassen de meeste persistente soorten zijn en de hoogste bedekking hadden. Nadruk werd gelegd op de snelheid van hergroei van grasachtigen om de effectiviteit te bepalen. Een meer gedetailleerde beschrijving van dit onderzoek is weergegeven in bijlage 2.

Op 4 maart 2003 zijn de trottoirs en goten behorend tot de proef en de omgeving van het proefveld door borstelen en vegen geheel ontdaan van zwerfvuil en begroeiing. Na het borstelen is het achtergebleven losse materiaal op het trottoir dwars op de tegelrichting schoon geblazen met een bladblazer. Het vuil is afgevoerd. Op het moment van schoonmaken was het aanwezige onkruid reeds in de groeifase. In het seizoen werden de behandelingen uitgevoerd zoals gepland. Aan het eind van het seizoen (oktober/november) wordt in de praktijk de verharding nog een keer onkruidvrij gemaakt, zodat men "schoon" de winter in gaat. Om de aansluiting met de praktijk zoveel mogelijk te behouden is dit in het experiment ook gedaan. Het gehele proefveld, een deel van de omgeving en de goten werden op 25 november schoongeborsteld en het afval werd afgevoerd.

3 Resultaten

3.1 Resultaten 2002

Gedurende het seizoen zijn op 8 momenten onkruidwaarnemingen gedaan, te beginnen op 11 maart, 3 weken voor de algehele borstelbehandeling. Op grond van de waarnemingen werd een aantal keren een behandeling uitgevoerd. De data van de opnamen en de waargenomen gemiddelde beeldklasse per behandeling en de data van behandeling zijn weergegeven in tabel 2.

Tabel 2. Verloop van de beeldklasse, behandelingsdata en totaal aantal behandelingen per bestrijdingsmethode in 2002.

Branden		Borstelen		Heet water		Weed-it	
Datum	beeldkl./behand.	Datum	beeldkl./behand.	Datum	beeldkl./behand.	Datum	beeldkl./behand.
11 mrt	3,7	11 mrt	2,2	11 mrt	3,7	11 mrt	1,0
4 april	borstelen	4 april	borstelen	4 april	borstelen	4 april	borstelen
8 april	1,0	8 april	1,0	8 april	1,0	8 april	1,0
12 mei	3,4	12 mei	3,1	12 mei	3,6	12 mei	1,5
24 mei	branden	28 mei	borstelen	3 juni	heet water		
12 juni	4,5	12 juni	3,3	12 juni	3,3	12 juni	2,8
						2 juli	Weed-it
4 juli	4,8	4 juli	4,2	4 juli	4,0	4 juli	2,8
12 juli	branden	5 aug	borstelen				
28 aug	4,0	28 aug	2,4	28 aug	4,1	28 aug	1,8
3 sept	branden			16 sept	heet water	12 sept	Weed-it
24 sept	4,8	24 sept	3,9	24 sept	2,8	24 sept	1,4
30 sept	branden	7 okt	borstelen				
29 okt	2,9	29 okt	2,0	29 okt	3,8	29 okt	1
totaal 4 keer branden		totaal 3 keer borstelen		totaal 2 keer heet water		totaal 2 keer Weed-it	

Door diverse omstandigheden kon een aantal behandelingen niet tijdig uitgevoerd worden en is de beeldklasse 3 ruim overschreden. Dit blijkt ook uit de beoordelingen voorafgaand aan de uitvoering van de behandelingen (Tabel 3). Opgemerkt moet worden dat tussen het moment van beoordelen en uitvoeren van de behandeling in een aantal gevallen een periode van 3 tot 4 weken zit. Daardoor kan de beeldklasse vlak voor de behandeling nog hoger geweest zijn dan het cijfer dat in Tabel 3 genoemd wordt. Duidelijk is dat de onkruidbezetting vlak voor branden veel hoger was dan bij de methoden borstelen, heet water en Weed-it. De laagste onkruidbezetting was bij de inzet van de Weed-it. Vergelijking van de effectiviteit van de methoden is daarom niet goed mogelijk op basis van het totaal aantal uitgevoerde behandelingen.

Uit de gemiddelden per herhaling (Tabel 3) blijkt dat de onkruiddruk op herhaling 1 (3,8) hoger was dan op de herhalingen 2, 3 en 4. Dit wijst op een verschil in onkruiddruk tussen de herhalingen.

Tabel 3. Gemiddelde beeldklasse per methode en per herhaling in 2002, vlak voor uitvoering van de verschillende behandelingen.

Herhaling	Methode				
	Branden	Borstelen	Heet water	Weed-it	gemiddeld
1	4,6	3,5	4,0	3,0	3,8
2	3,6	3,0	3,3	1,5	2,9
3	4,1	2,8	3,5	2,0	3,1
4	4,3	3,0	3,0	2,5	3,2
gemiddeld	4,2	3,1	3,5	2,3	

Bij de behandeling branden is waargenomen hoeveel tijd het per veldje kostte om de behandeling uit te voeren (Tabel 4). In de laatste helft van het seizoen werd meer tijd voor de behandeling uitgetrokken omdat de indruk bestond dat het directe effect onvoldoende was. Gemiddeld over het hele seizoen duurde het branden van een veldje 3,6 minuten.

Tabel 4. Gemiddelde tijdbesteding per veldje voor het branden in minuten.

Herhaling	op 24 mei	op 12 juli	op 3 sept	op 30 sept	gemiddeld
1	1,8	2,6	4,4	3,7	3,1
2	2,4	3,1	5,9	4,3	3,9
3	2,3	3,1	6,1	4,6	4,0
4	1,9	2,4	4,8	3,8	3,2
gemiddeld	2,1	2,8	5,3	4,1	3,6

Op 5 augustus kostte het borstelen van een relatief klein en schoon veldje (herhaling 2) per m² zelfs wat meer tijd (10,7 s/m²) dan het borstelen van een iets groter, relatief vuil veldje (8,8 s/m²; herhaling 4).

De onkruidpopulatie op het proefveld bestaat voor ca. 80 % uit grassen (op basis van bedekking). De totale bedekking en het aandeel gras daarin is weergegeven in Tabel 5. Meer gedetailleerde gegevens per herhaling en over de voorkomende niet-grassen wordt in bijlage 1 gegeven. Op basis van de gegevens in 2002 was er geen verschuiving in soortensamenstelling aantoonbaar.

Tabel 5. Onkruidbedekking totaal (%) en gras (%) gemiddeld per behandeling op 5 data.

datum	Branden		Borstelen		Heet water		Weed-it	
	totaal	grassen	totaal	grassen	totaal	grassen	totaal	grassen
11 mrt	35	31	9	7	32	27	0	0
21 mei	17	14	20	15	21	16	3	2
22 aug	47	39	16	15	44	35	3	3
24 sept	36	26	31	26	7	7	1	0
29 okt	17	14	3	3	29	24	0	0

3.2 Resultaten 2003

Op 4 maart is het proefveld schoongemaakt met een borstelmachine. Daarbij werden ook grond en onkruid dat vanaf het grasveld op het trottoir terechtgekomen was verwijderd. De wekelijkse beoordelingen zijn gestart op 10 maart. Het verloop van de beeldklasse voor veronkruiding in 2003 is weergegeven in figuur 3, respectievelijk voor branden en pleksgewijs branden, borstelen en voegen uitborstelen, heet water en Weed-it. De weergegeven meetpunten zijn gemiddelden over de 4 herhalingen. Naast de figuren is weergegeven op welke tijdstippen de behandelingen uitgevoerd zijn. Na half oktober stagneerde de groei sterk en is besloten geen behandeling meer uit te voeren. Het proefveld is op 25 november door middel van een borstelbehandeling geheel schoongemaakt.

Bij de beoordelingen werd duidelijk verschil in onkruiddruk opgemerkt tussen de herhalingen. Dit blijkt ook uit de waargenomen beeldklasse vlak voor het moment dat de behandeling werd uitgevoerd (Tabel 6). Gemiddeld over de behandelingen stond vlak voor uitvoering van de behandelingen op herhaling 1 het meeste en op herhaling 2 het minste onkruid.

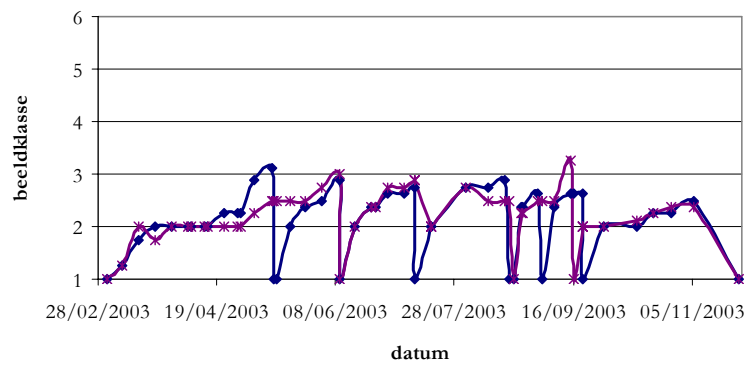
Uit de gemiddelde beeldklasse per behandeling, vlak voor het uitvoeren daarvan, blijkt dat de handhaving van beeldklasse 3 in 2003 goed is gelukt. Gemiddeld werd bij het borstelen iets langer gewacht (gem. beeldklasse 3,1) dan bij branden en Weed-it (2,8). Bij de Weed-it werd het besluit tot uitvoering van de behandeling enigszins beïnvloed doordat de hoge beeldklasse (4,0) op herhaling 1, aangrenzend aan een woonwijk, als hinderlijk ervaren werd.

Tabel 6. Gemiddelden van de beeldklasse per behandeling en per herhaling in 2003, vlak voor uitvoering van de verschillende behandelingen.

Herhaling	Methode						gemiddeld
	Branden	Borstelen	Heet water	Weed-it	Pleksgewijs branden	Voegen uitborstelen	
1	3,3	3,6	3,3	4,0	3,0	3,7	3,5
2	2,5	3,0	3,0	2,0	2,6	2,7	2,6
3	2,8	2,7	3,3	2,0	2,8	3,0	2,8
4	2,6	2,9	2,0	3,0	3,3	2,7	2,7
gemiddeld	2,8	3,1	2,9	2,8	2,9	3,0	

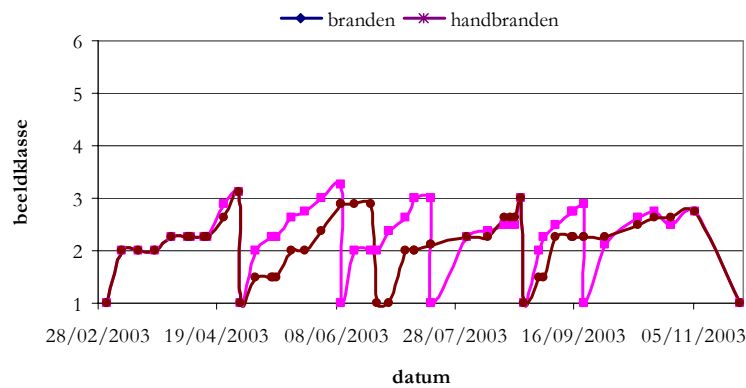
In tabel 7 is per methode weergegeven het aantal noodzakelijke behandelingen in seizoen 2003 en de gemiddelde tijdbesteding per veldje. De genoemde tijdbesteding is de netto benodigde tijd per veldje voor het uitvoeren van de behandeling. Dit is dus de tijd die besteed wordt aan de behandeling exclusief aan- en afvoertijd, uitrollen slang, water cq. gas tanken, vullen tank bestrijdingsmiddel etc. De cijfers zijn gebaseerd op een beperkt aantal waarnemingen.

De Weed-it methode bleek ook in 2003 het meest effectief met maar 1 noodzakelijke behandeling. Branden en heet water waren het minst effectief, direct gevolgd door borstelen. Pleksgewijs branden en gerichte de voegen uitborstelen waren effectiever dan respectievelijk volvelds branden en borstelen.



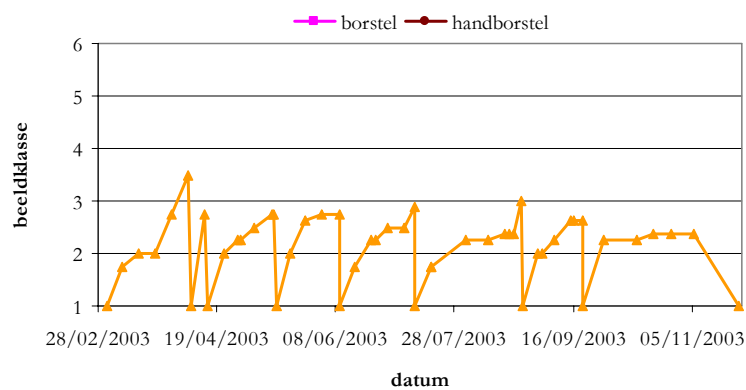
Behandeldata branden

normaal	pleksgewijs
13 mei	
10 juni	10 juni
11 juli	11 juli
20 aug	22 aug
3 sept	16 sept
20 sept	



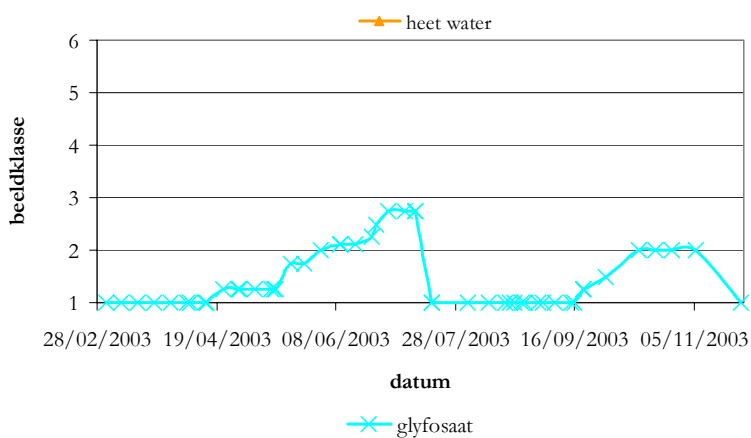
Behandeldata borstelen

normaal	alleen voeg
29 apr	29 apr
10 juni	25 juni
18 juli	
26 aug	26 aug
20 sept	



Behandeldata heet water

water
8/14 apr (herhaald)
14 mei
10 juni
11 juli
26 aug
20 sept



Behandeldata Weed-it

8 juli

Figuur 3. Groeiverloop van het onkruid weergegeven per methode gemiddelde over de herhalingen.

Tabel 7. Aantal uitgevoerde behandelingen in 2003 en de gemiddelde tijdbesteding per veldje (min.) voor de verschillende methoden.

Methode	Aantal behandelingen	Gemiddelde tijd per veldje (min)
Branden	6	5,0
Borstelen	5	2,6
Heet water	6	5,4
Weed-it	1	1,0
Pleksgewijs branden	4	-
Voegen uitborstelen	3	-

Na een uitgesproken droge periode met langzame hergroei was het onkruid in juli en augustus afgehard en kostte het veel meer tijd en energie dan in het voorjaar om het onkruid afdoende te bestrijden. Dit effect was merkbaar zowel bij branden, heet water en borstelen.

Bij het branden en pleksgewijs branden werd opgemerkt dat bij grotere grasplanten en pollen het groeipunt van de plant moeilijk bereikbaar is voor de hete lucht. Bij duidelijke verkleuring van het meeste blad bleek het groeipunt vaak nog onaangetast met snelle hergroei als gevolg. Om in deze situatie de groeipunten te bereiken moet onevenredig lang gebrand worden waarbij het blad grotendeels zwartverbrand raakt. Ondanks het schoonsteken van de grasrand en de vlamwerking op de brander bleek de extensief beheerde weide die grenst aan het proefveld brandgevaarlijk bij toepassing van de brander. De gebruikte branders waren zeer windgevoelig, met name de lans met kleine vlam, die gebruikt werd voor het pleksgewijs branden.

Bij het borstelen is vooral taai (afgehard) en sprieterig onkruid moeilijker te bestrijden. In deze situatie wordt de borstel agressiever (schuin t.o.v. het horizontale vlak) gezet. Het effect hiervan is vergelijkbaar met dat van de behandeling gericht uitborstelen van de voegen. Door het agressiever zetten van de borstel neemt de werkbreedte en de productiviteit af. Bij het uitborstelen van de voegen met de hand werd opgemerkt dat de voeg bij de kruising van voegen niet goed uitgeborsteld kon worden. Het onkruid kwam daardoor op die plaatsen eerder terug dan bij ononderbroken voegen.

Bij heet water is via bladverkleuring na een uur zichtbaar in hoeverre de behandeling resultaat heeft gehad. Ook bij heet water werd opgemerkt dat de behandeltijd aanzienlijk toeneemt als het onkruid groter is (herhaling 1). In vergelijking met branden werden de groeipunten door heet water beter bereikt dan door de hete lucht bij het branden.

Voor de resultaten van het onderzoek naar effecten van verschillende behandelmethoden op soortensamenstelling en detailonderzoek naar de hergroei van onkruid wordt verwezen naar bijlage 2.

4 Discussie

Doordat bij de uitvoering van de proef in 2002 een aantal onvolkomenheden in de opzet en organisatie bleken, mag het aantal behandelingen per methode in 2002 niet als representatief voor het handhaven van maximaal veronkruidingsklasse 3 gezien worden. Als voorbeeld werd er maar twee keer een heetwaterbehandeling uitgevoerd door organisatorische problemen bij de uitvoerder. Gezien de hergroei van het onkruid was 4 keer behandelen waarschijnlijk nodig geweest om veronkruidingsklasse 3 te handhaven. Evenzo waren ook bij branden en borstelen waarschijnlijk meer behandelingen nodig geweest.

Het bleek het niet altijd eenvoudig om in te schatten hoe lang behandeld moest worden voor een afdoende effect (95% doding). Bij branden en heet water werd in een aantal gevallen direct na het werk opgemerkt dat de typische donkerkleuring van de bladmassa niet overal voldoende was. In 2003 werd dit gecorrigeerd door onvoldoende behandelde plekken nogmaals te behandelen. Bij de eerste heetwaterbehandeling op 8 april 2004 bleek achteraf de watertemperatuur te laag door uitval van één van de branders. Dit werd niet opgemerkt omdat de stoomvorming nog aanzienlijk was door het koude weer. Pas naar aanleiding van het slechte bestrijdingsresultaat is het defect geconstateerd en verholpen. Op 15 april 2003 is daarna een correctiebehandeling uitgevoerd, die niet meegeteld in het totaal aantal behandelingen in 2003. Bij het selectief spuiten op 8 juli 2003 werd zeer sterk betwijfeld of alle onkruid op herhalingen 1 en 4 wel bespoten werd. Mogelijk werkte het sensorsysteem op dat moment niet naar behoren. Gezien de eis van tenminste 95% doding werd besloten om volvelds te spuiten. Verwacht wordt dat het spuiten van ook het onbegroeide deel slechts een gering effect op de effectiviteit gehad heeft.

Pleksgewijs branden bleek effectiever dan volvelds branden. Hierbij moet echter aangetekend worden dat bij het pleksgewijs branden een bewerking minder gegeven kon worden in de periode direct na schoonmaken van het hele veld in het voorjaar. Deze uitgespaarde behandeling kan onmogelijk met de methode pleksgewijs branden samenhangen. De verbetering in effectiviteit is daarom minder dan uit het totaal aantal behandelingen blijkt.

Omdat zeker niet de meest optimale apparatuur voor de behandelingen gebruikt wordt zijn de resultaten van de tijdwaarnemingen niet geschikt om direct uitspraken te doen over de productiviteit en kosten van de methoden. Bij de thermische methoden kan de waargenomen tijd wel gebruikt worden om de energiedosis vast te stellen. Op zijn beurt kan de energiedosis dan weer vertaald worden naar de verwachte productiviteit van een moderne machine. Bij de vertaalslag naar kosten dient rekening gehouden te worden met de totale beheerskosten, d.w.z. dat extra of juist minder benodigde bewerkingen (bijv. vegen) meegerekend moeten worden.

5 Conclusies

- Selectief spuiten met glyfosaat was zowel in 2002 als in 2003 de meest effectieve onkruidbestrijdingsmethode bij een beheer gericht op maximaal een beeldklasse 3. Er waren respectievelijk 2 en 1 behandelingen per seizoen nodig.
- In 2003 waren branden en heet water de minst effectieve behandelingen, gevolgd door borstelen. Bij deze bewerkingen waren respectievelijk 6, 6 en 5 behandelingen nodig bij een beheer gericht op een maximale beeldklasse van 3.
- Bij pleksgewijs & gericht branden waren 4 behandelingen nodig. Tenminste 1 behandeling werd echter uitgespaard door een schonere uitgangssituatie ten opzichte van volvelds branden. Dan nog was pleksgewijs branden in 2003 effectiever dan volvelds branden.
- Pleksgewijs & gericht borstelen (uitborstelen van de voegen) was met 3 benodigde behandelingen effectiever dan volvelds borstelen.
- Een duidelijke verschuiving in soortensamenstelling werd in de periode 2002-2003 bij geen van de behandelingen waargenomen. Hoornbloem en grasachtigen bleken moeilijk te bestrijden door alle methoden. In 2003 werd hoornbloem door branden geheel bestreden. De meest voorkomende grasachtigen waren veldbeemdgras en rood zwenkgras.

Literatuur

- Groeneveld R.M.W., A.J.M. Uffing en C. Kempenaar, 2002. Toepassing van de H₂O Hot Aqua Weeder® op proefterreinen in Wageningen in 2001. Plant Research International, Wageningen, Nota 189, 10 pp.
- Spijker J.H., C.M. Niemeijer, T.W. de Boer, J. Verburg, 1998. Groenwerk, praktijkboek voor bos, natuur en stedelijk groen. Deel 3: Onkruid op verhardingen. Elsevier, IBN-DLO, IKC-Natuurbeheer en IPC Groene Ruimte. Doetinchem.
- Spijker J.H., C.M. Niemeijer, F.Th.J. Hoksbergen, 2002. Poetsboekje. Kosten en kwaliteiten van verschillende werkpakketten voor niet-chemisch onkruidbeheer op verhardingen. Provincie Noord-Brabant.
- Vermeulen G.D., R.P. van Zuydam en D.A.G. Kurstjens, 2002. Toepassingsmogelijkheden van niet-chemische technieken voor onkruidbestrijding op verhardingen. IMAG, Wageningen, Nota P 2009-91, 79 pp.

Samenvatting

Chemische onkruidbestrijding op verhardingen in de openbare ruimte resulteert in een relatief hoog aandeel in emissie naar het oppervlaktewater. Beleidsmatig wordt hier een stringente afname in het gebruik en de emissie van herbiciden verlangd (MJP-G, Nota Zicht op gezonde teelt, Nota Duurzame gewasbescherming). Bestaande niet-chemische technieken bestrijden onkruid veel minder effectief dan selectief bespuiten. Feitelijke, objectieve informatie over de prestaties van de verschillende methoden en machines is echter schaars. Met prestatie wordt hier bedoeld de bestrijdingseffectiviteit in relatie tot de productiviteit, de gegeven energiedoses en de behandel frequentie. Over de prestaties op langere termijn, en over eventuele selectiviteit bij de bestrijding (verschillen in effectiviteit voor bepaalde onkruidsoorten) is zelfs vrijwel niets bekend.

In de herfst van 2001 werd onderzoek gestart om basisgegevens over de prestaties van selectief spuiten, borstelen, branden en heet water te verzamelen. In 2003 werd het onderzoek uitgebreid met experimenten om inzicht te verschaffen over de haalbaarheid van pleksgewijs branden en het uitborstelen van voegen. Gekozen werd voor uitvoering van het onderzoek op weinig belopen trottoir met een aanzienlijke onkruiddruk en handhaving van een straatbeeld met maximaal een geringe onkruidbezetting (veronkruidingsklasse 3, PRI). In dit rapport wordt verslag gedaan van het onderzoek in 2002 en 2003.

Selectief spuiten met glyfosaat was zowel in 2002 als in 2003 de meest effectieve onkruidbestrijdingsmethode. Er waren respectievelijk 2 en 1 behandelingen per seizoen nodig. In 2003 waren branden en heet water de minst effectieve behandelingen, gevolgd door borstelen. Bij deze bewerkingen waren respectievelijk 6, 6 en 5 behandelingen nodig. Bij pleksgewijs branden waren 4 behandelingen nodig. Tenminste 1 behandeling werd echter uitgespaard door een schonere uitgangssituatie ten opzichte van volvelds branden. Dan nog was pleksgewijs branden effectiever dan volvelds branden. Pleksgewijs en gericht borstelen (uitborstelen van de voegen) was met 3 benodigde behandelingen effectiever dan volvelds borstelen. Een duidelijke verschuiving in soortensamenstelling werd in de periode 2002-2003 bij geen van de behandelingen waargenomen. Hoornbloem en grasachtigen bleken moeilijk te bestrijden door alle methoden. In 2003 werd hoornbloem door branden geheel bestreden. De meest voorkomende grasachtigen waren veldbeemdgras en rood zwenkgras.

Bijlage 1 Bedekkingsgraad en onkruidsoortenopnamen in 2002

x = sporadisch

Object	Herh.	Veldnr	Datum	tot bed %	gras	hoorn	dbl	pbl	weegb
A	1	1	11/3	35	20	10	5	x	x
A	2	6	11/3	25	25				
A	3	12	11/3	40	40				
A	4	14	11/3	40	40				
B	1	4	11/3	20	15	5	x	x	x
B	2	5	11/3	5	5				
B	3	9	11/3	5	5				
B	4	13	11/3	5	5		x	x	
C	1	3	11/3	35	20	10	5	x	x
C	2	8	11/3	30	30				
C	3	10	11/3	35	30	x			
C	4	16	11/3	30	30				
D	1	2	11/3	0					
D	2	7	11/3	0					
D	3	11	11/3	0					
D	4	15	11/3	0					

Object	Herh.	Veldnr	Datum	tot bed %	gras	hoorn	dbl	pbl	weegb	schz u	big	bijv	aps
A	1	1	21/5	25	15	5	5	x		x	x		
A	2	6	21/5	15	15				x				
A	3	12	21/5	15	15				x	x	x		
A	4	14	21/5	15	12,5		2,5		xx				
B	1	4	21/5	30	25	5		x	x	x	x		
B	2	5	21/5	20	15		5		x				
B	3	9	21/5	15	12		2	x	x		x	x	
B	4	13	21/5	15	10		5	x		x	x		
C	1	3	21/5	30	15		5	5	x				
C	2	8	21/5	20	20			x	x	x			
C	3	10	21/5	20	15				x				5
C	4	16	21/5	15	15	x	x						
D	1	2	21/5	2	x			x			x		
D	2	7	21/5	x	x						x		
D	3	11	21/5	2	x								
D	4	15	21/5	5	2,5		2,5		x				

Object	Herh.	Veldnr	Datum	tot bed %	gras	hoorn	dbl	pbl	weegb	aps
A	1	1	22/8	60	40	5	15	x	x	
A	2	6	22/8	35	35				x	
A	3	12	22/8	40	35				5	
A	4	14	22/8	55	45		5		5	
B	1	4	22/8	25	25	x		x	x	
B	2	5	22/8	10	10		x		x	
B	3	9	22/8	15	15		x	x	x	
B	4	13	22/8	15	10		5	x		
C	1	3	22/8	65	40	10	10	5	x	
C	2	8	22/8	40	40			x	x	
C	3	10	22/8	45	35				x	10
C	4	16	22/8	25	25	x	x			
D	1	2	22/8	5	5			x		
D	2	7	22/8	1	x					
D	3	11	22/8	5	5					
D	4	15	22/8	2,5	2,5		x		x	

Object	Herh.	Veldnr	Datum	tot bed %	gras	hoorn	dbl	pbl	weegb	aps	schz	big	kl
A	1	1	24/9	45	20	10	10		5		x		
A	2	6	24/9	15	15			x	x				
A	3	12	24/9	40	35				5				
A	4	14	24/9	45	35		5		5		x		
B	1	4	24/9	50	40	5		x	5		x	x	
B	2	5	24/9	15	15		x		x				
B	3	9	24/9	25	25		x	x					
B	4	13	24/9	35	25		10	x	x				
C	1	3	24/9	10	10	x	x	x	x				
C	2	8	24/9	5	5			x	x				
C	3	10	24/9	7,5	7,5				x	x			
C	4	16	24/9	5	5	x	x	x					
D	1	2	24/9	2,5	x	x	x	x					x
D	2	7	24/9	0,1	x		x						
D	3	11	24/9	0									
D	4	15	24/9	0,2	x		x		x		x		

Object	Herh.	Veldnr	Datum	tot bed %	gras	hoorn	dbl	pbl	weegb	aps	schz	big	kl
A	1	1	29/10	20	7,5	5	7,5		x		x		
A	2	6	29/10	7,5	7,5								
A	3	12	29/10	20	20				x				
A	4	14	29/10	20	20		x		x		x		
B	1	4	29/10	5	5								
B	2	5	29/10	5	5								
B	3	9	29/10	2,5	2,5								
B	4	13	29/10	1	1								
C	1	3	29/10	35	15	10	10	x	x				
C	2	8	29/10	30	30			x	x				
C	3	10	29/10	35	35				x	x			
C	4	16	29/10	15	15	x	x	x					
D	1	2	29/10	0									
D	2	7	29/10	0									
D	3	11	29/10	0									
D	4	15	29/10	0									

Bijlage 2 Effect van verschillende bestrijdingsmethoden op onkruidsamenstelling en onkruidgroei in 2003

Linda Luijendijk

In het experiment werd de effectiviteit en productiviteit van 6 verschillende bestrijdingsmethoden getoetst, namelijk branden, stomen, borstelen, Weed-it en handmatig branden en borstelen. Handmatig borstelen en branden worden niet in de praktijk gebruikt. Deze werden toegevoegd om de effectiviteit van gericht op de voegen werken experimenteel vast te stellen. De overige methoden behandelen het gehele verhardingsoppervlak. Hiernaast werd het effect van de verschillende bestrijdingsmethoden bepaald op de hergroei van de aanwezige onkruidsoorten en de onkruidsamenstelling in de tijd, wat in dit hoofdstuk besproken wordt. Het doel hiervan is het bepalen van de effectiviteit van bestrijdingsmethoden met betrekking tot het bestrijden van verschillende onkruidsoorten.

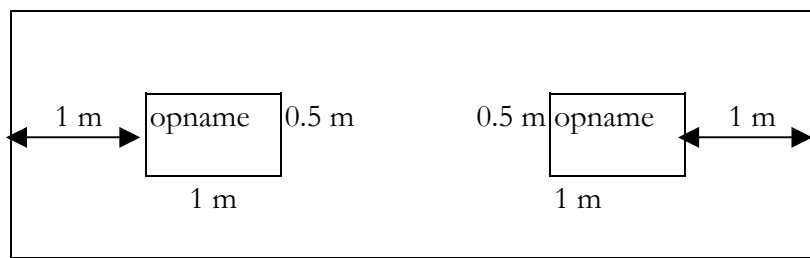
Chemische bestrijding bestrijdt de gehele plant. De overige methoden verwijderen alleen de bovengrondse delen van de plant. Na behandeling kan de plant zich weer ontwikkelen uit de ondergrondse delen. Als de bovengrondse delen echter regelmatig verwijderd worden, dan kan de plant uitgeput raken en afsterven.

Materiaal en methoden

Elke methode had 4 herhalingen (in totaal 6 methodes x 4 herhalingen = 24 plots). De afmetingen van de plots voor branden, stomen, borstelen en Weed-it waren voor herhaling 1 en 2, 10 m lengte en 1.5 m breedte. Voor herhaling 3 en 4 was dit 10 m lengte en 2.10 m breedte. De afmetingen van de plots voor handmatig branden en borstelen waren voor herhaling 1 en 2, 1.5 m lengte en 1.5 m breedte en voor herhaling 3 en 4, 1.5 m lengte en 2.10 m breedte.

Voorafgaand aan het seizoen werden alle plots geborsteld. Om het effect op hergroei van onkruidsoorten en onkruidsamenstelling in de tijd te bepalen, werden vegetatie opnamen gemaakt. Op de plots waar de bestrijdingsmethoden branden, stomen, borstelen en Weed-it werden uitgevoerd werden 2 vegetatie opnamen per plot genomen. De opnamen werden geplaatst 1 meter vanaf de buitenste grenzen van het plot en in het midden van het trottoir (zie figuur 1), dit om randeffecten te vermijden. Van deze 2 opnamen werd een gemiddelde genomen om de onkruidsamenstelling en bedekking per plot te beschrijven. Op de plots waar de methoden handmatig branden en borstelen werden uitgevoerd werd 1 vegetatie opname per plot genomen. De opnamen werden geplaatst in het midden van het plot.

Een opname was 0.5 m breed en 1 m lang. Met behulp van betonverf werd de binnenhoek linksonder en rechtsboven aangegeven; opeenvolgende opnamen werden hierdoor op dezelfde plek genomen.



Figuur 1. Plaatsing van de vegetatie opnamen in het plot.

Per opname werd beschreven:

- aanwezige soorten
- bedekking
- frequentie (indien mogelijk)
- levenscyclusstadium (bloeiend of niet bloeiend)
- gemiddelde grootte

Om onnauwkeurigheden in determinatie te voorkomen werden verschillende grassoorten samengevoegd tot de categorie grasachtigen (*Gramineae*).

Vegetatie opnamen werden gemaakt op 3 momenten in het seizoen, in het voorjaar, de zomer en in de herfst. In het voorjaar en in de zomer werden per methode opnamen gemaakt vlak voor bestrijding en opnamen op dag 5, 10 en 20 na bestrijding (indien mogelijk). Hiernaast werden vegetatie opnamen per methode genomen in de herfst, aan het einde van het seizoen. De onkruidsaamenstelling in de herfst werd vergeleken met die bij aanvang van het seizoen, voordat bestrijding werd uitgevoerd.

Voor het bepalen van de hergroei van onkruiden in de tijd onder invloed van verschillende methoden werd de bedekking van onkruidsoorten gebruikt. Tijdens het experiment bleek dat grassen de meeste persistente soorten zijn en de hoogste bedekking hadden. Nadruk werd gelegd op de snelheid van hergroei van grasachtigen om de effectiviteit te bepalen.

Effect van verschillende bestrijdingsmethoden op de hergroei van grasachtigen (*Gramineae*)

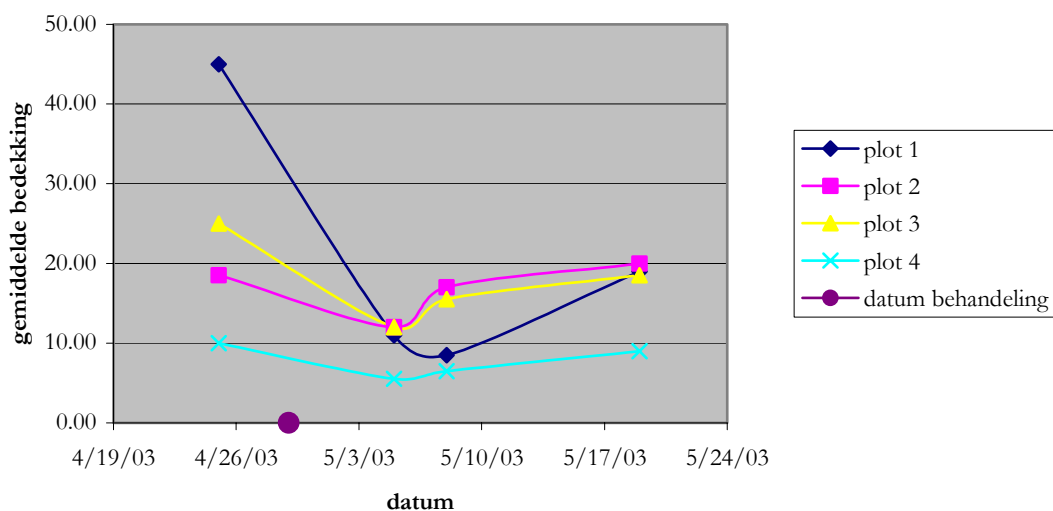
Per methode wordt de gemiddelde bedekking van grasachtigen weergegeven op 1 tijdstip vlak voordat de behandeling werd uitgevoerd en op 3 tijdstippen nadat bestrijding werd uitgevoerd (5, 10 en 20 dagen na behandeling) (figuur 2 t/m 10). Omdat de herhalingen per methode onderling zeer verschillend waren in onkruidbedekking zijn deze niet bijeengevoegd.

Om de effectiviteit van methoden onderling te kunnen vergelijken wordt per methode de gemiddelde afname van grasachtigen (in %) in de periode 5 tot en met 10 dagen na bestrijding ten opzichte van de bedekking voor bestrijding weergegeven, in het voorjaar en in de zomer (tabel 2 en 5). In deze periode vindt de grootste afname plaats. Hiernaast is de richtingscoëfficiënt bepaald van de bedekking van grasachtigen in de periode 7.5 dagen tot en met 20 dagen na

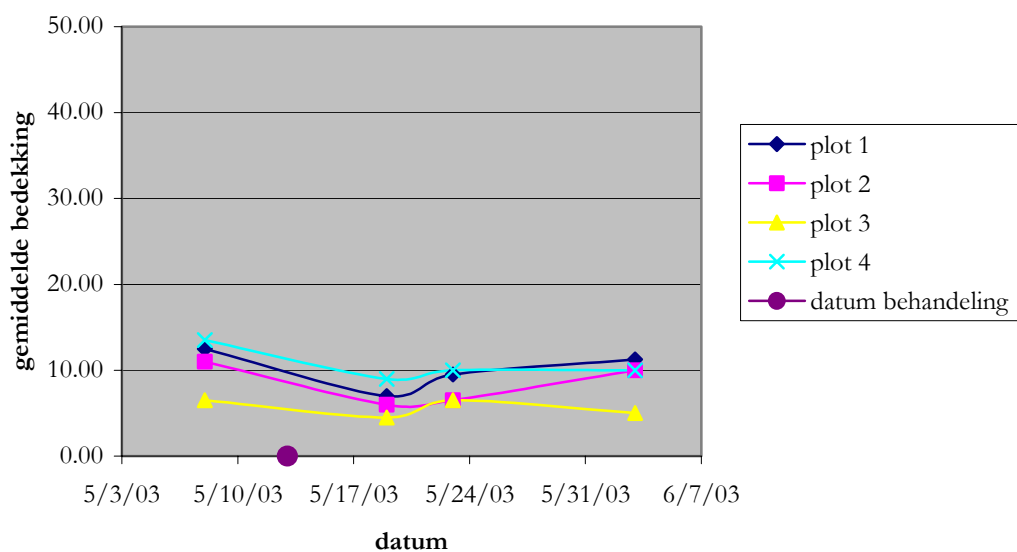
bestrijding (tabel 3 en 6). Dit om een idee te geven van de snelheid van hergroei van grasachtigen per dag in deze periode. Tabel 1 en 4 geven de gemiddelde bedekking aan grasachtigen vlak voor bestrijding weer.

Hergroei van grasachtigen in het voorjaar onder invloed van bestrijding

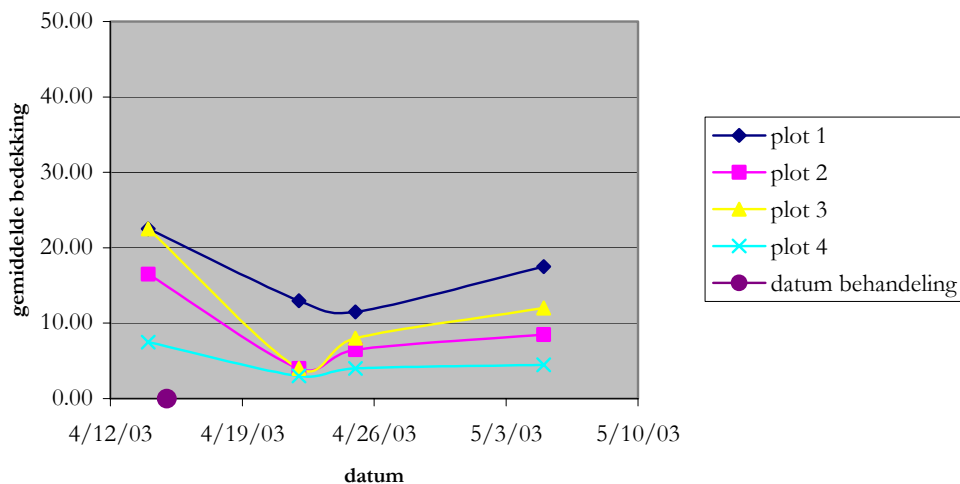
Chemische bestrijding werd in het voorjaar niet uitgevoerd, van handmatig branden werden geen metingen genomen. Bij handmatig borstelen kwam 1 herhaling te vervallen die niet was behandeld. Het effect van borstelen, branden, stomen en handmatig borstelen op de bedekking van grasachtigen wordt weergegeven in figuur 2 t/m figuur 5.



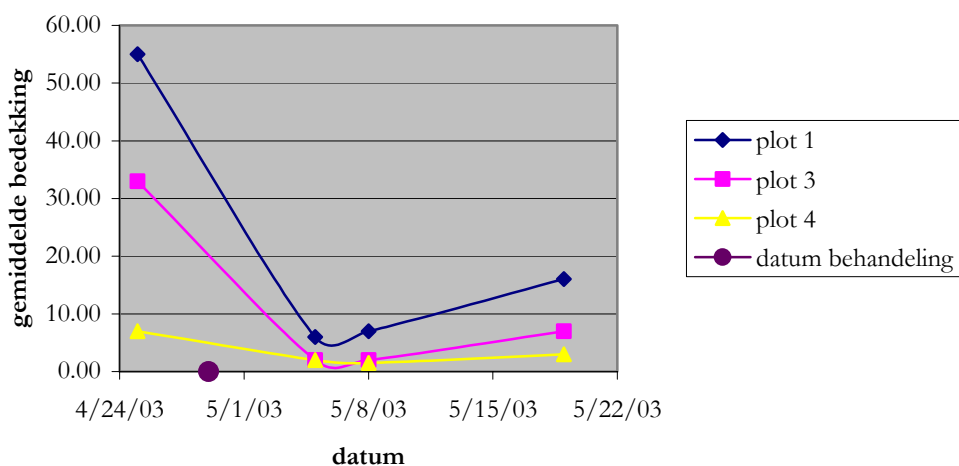
Figuur 2. Effect van borstelen op de hergroei van grasachtigen.



Figuur 3. Effect van branden op de hergroei van grasachtigen.



Figuur 4. Effect van stomen op de hergroei van grasachtigen.



Figuur 5. Effect van handmatig borstelen op de hergroei van grasachtigen.

In tabel 2 is te zien dat van de in de praktijk toegepaste methoden, stomen het grootste verminderende effect op bedekking heeft in de periode 5 tot en met 10 dagen na behandeling. Dit wordt gevolgd door borstelen en branden. Handmatig borstelen bewerkstelligt de grootste afname. Het initiële verminderende effect is dus het hoogst bij stomen. Als we echter naar de richtingscoëfficiënt kijken (tabel 3), die de toename per dag over de periode 7.5. dagen tot en met 20 dagen weergeeft, dan heeft branden de kleinste toename per dag, gevolgd door handmatig borstelen, stomen en borstelen. Over de gehele periode heeft branden dus de laagste snelheid van hergroei.

Tabel 1. Gemiddelde bedekking van grasachtigen voor bestrijding, per methode.

methode	gemiddelde bedekking voor bestrijding (%)
borstelen	24.6
branden	10.9
stomen	17.3
handmatig borstelen	31.7

Tabel 2. Gemiddelde afname van grasachtigen (in %) in de periode 5 tot en met 10 dagen na bestrijding ten opzichte van de bedekking voor bestrijding in het voorjaar.

methode	Gemiddelde afname (%)
borstelen	46.2 ± 23.6
branden	30.5 ± 11.6
stomen	60.1 ± 12.9
handmatig borstelen	85.7 ± 9.7

Uit berekeningen op basis van de standaard deviaties blijkt dat de gemiddelde afname door handmatig borstelen significant verschillend is van borstelen, branden en stomen. Van de in de praktijk uitgevoerde methoden is de gemiddelde afname door stomen significant verschillend van branden.

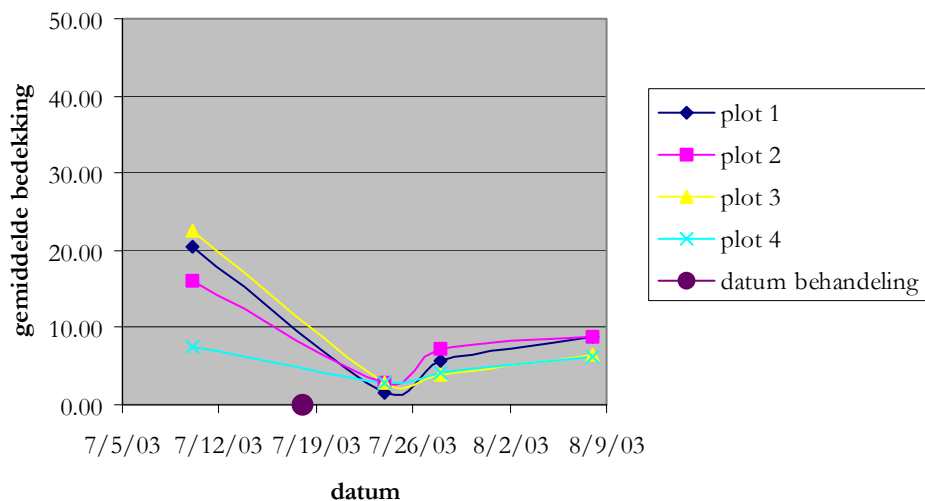
Tabel 3. Richtingscoëfficiënt van de verandering van bedekking van grasachtigen in de periode 7.5 dagen tot en met 20 dagen na bestrijding in het voorjaar.

methode	RC
borstelen	1.8 ± 0.2
branden	0.6 ± 0.1
stomen	1.3 ± 0.2
handmatig borstelen	1.3 ± 0.3

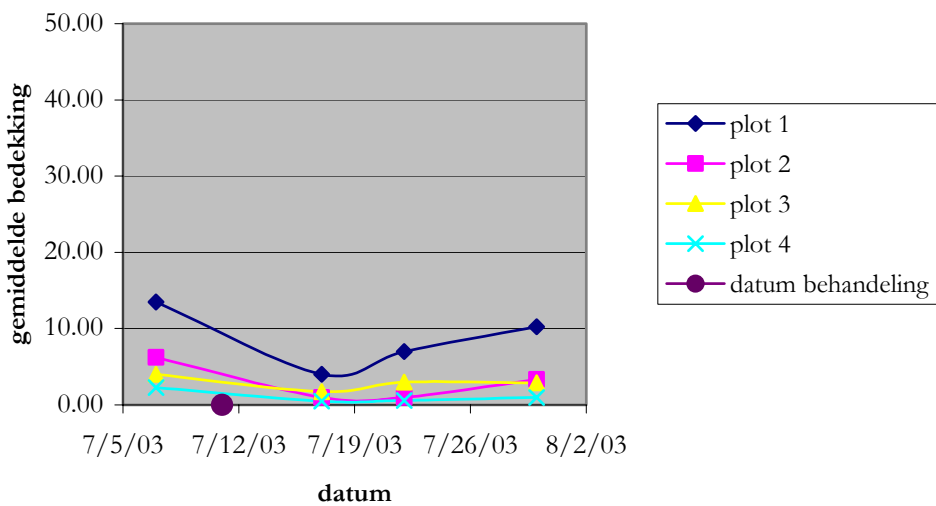
De richtingscoëfficiënten van de periode 7.5 tot en met 20 dagen van branden, borstelen en stomen zijn significant verschillend van elkaar. De richtingscoëfficiënt van branden is significant verschillend van handmatig borstelen.

Hergroei van grasachtigen in de zomer onder invloed van bestrijding

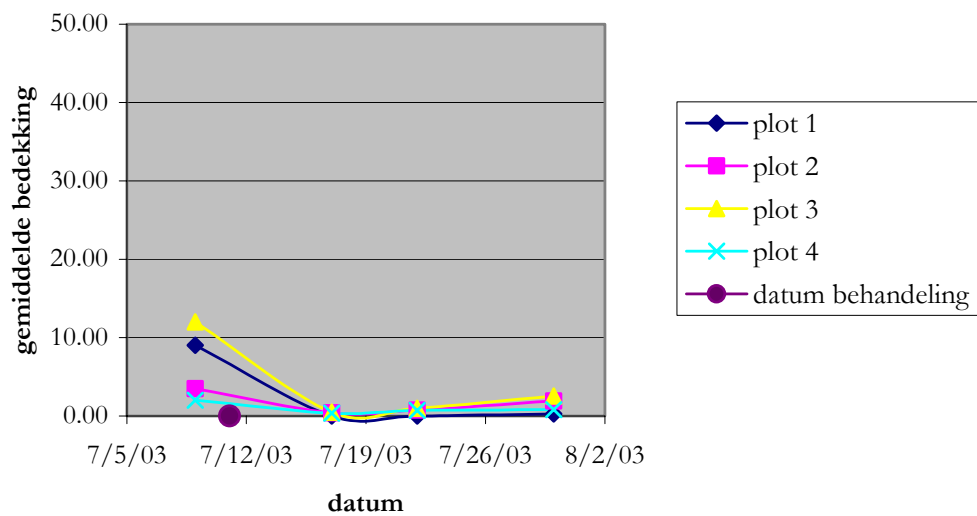
In de zomer werd de onkruidbedekking onder invloed van alle methoden gemonitord, behalve van handmatig borstelen. Het effect van borstelen, branden, stomen, Weed-it en handmatig branden op de bedekking van grasachtigen wordt weergegeven in figuur 6 t/m figuur 10.



Figuur 6. Effect van borstelen op de hergroei van grasachtigen.

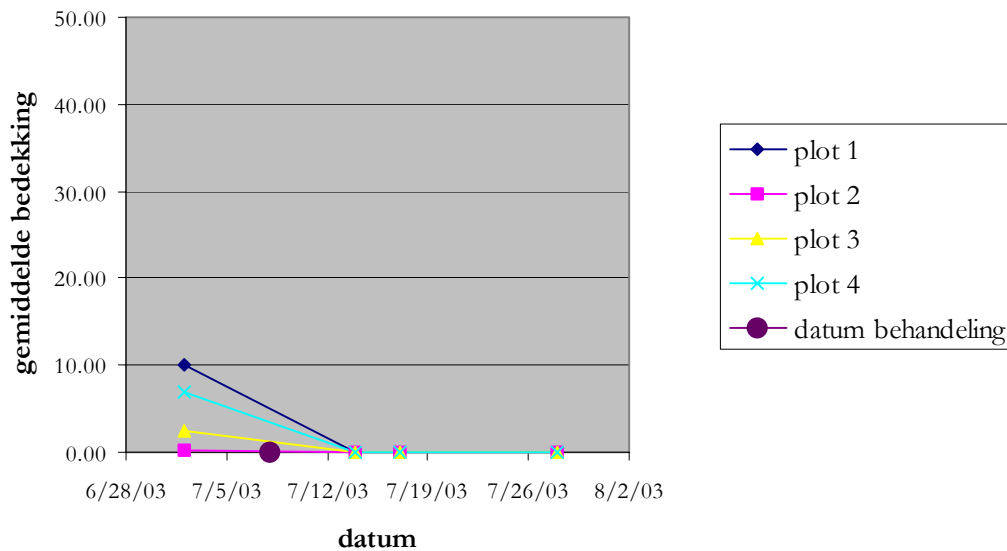


Figuur 7. Effect van branden op de hergroei van grasachtigen.

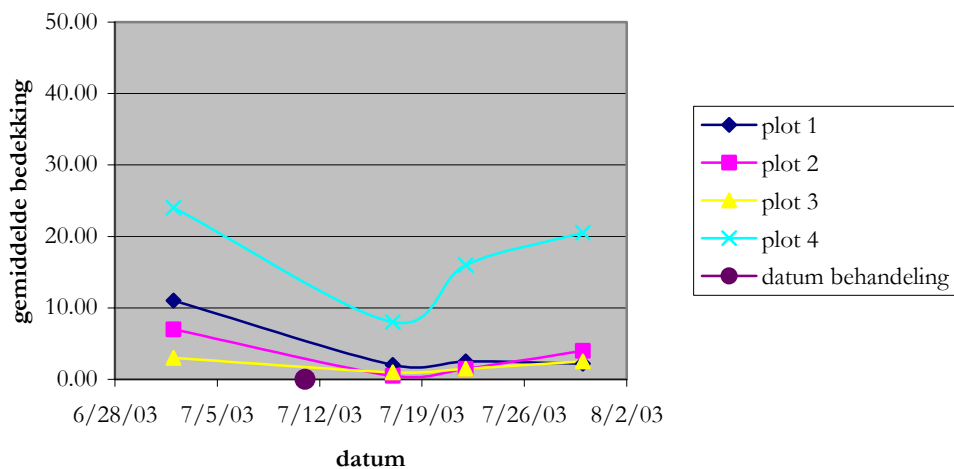


Figuur 8. Effect van stomen op de hergroei van grasachtigen.

Bij chemische onkruidbestrijding met Weed-it was tot 20 dagen na onkruidbestrijding geen levende onkruidbedekking waarneembaar. Onkruidbedekking voor bestrijding was laag (gemiddeld 4.94%).



Figuur 9. Effect van Weed-it op de hergroei van grasachtigen.



Figuur 10. Effect van handmatig branden op de hergroei van grasachtigen.

Van de in de praktijk toegepaste methoden heeft Weed-it het grootste verminderende effect op bedekking in de periode 5 tot en met 10 dagen na behandeling (tabel 5). Dit wordt gevolgd door stomen, borstelen en branden. Handmatig branden heeft een groter bedekkingverminderend effect dan branden. Het initiële verminderende effect is dus het hoogst bij Weed-it. De richtingscoëfficiënt is 0 voor Weed-it doordat de gehele bedekking tot en met 20 dagen na bestrijding geheel bestreden was (tabel 6). Van de overige methoden heeft stomen tot en met 20 dagen na bestrijding de laagste toename per dag gevolgd door branden, handmatig branden en borstelen. Over de gehele periode heeft stomen (na Weed-it) de grootste effectiviteit.

Tabel 4. Gemiddelde bedekking van grasachtigen voor bestrijding, per methode.

methode	gemiddelde bedekking voor bestrijding (%)
borstelen	16.6
branden	6.5
stomen	6.6
Weed-it	4.9
handmatig branden	11.3

Tabel 5. Gemiddelde afname van grasachtigen (in %) in de periode 5 tot en met 10 dagen na bestrijding ten opzichte van de bedekking voor bestrijding in de zomer.

methode	Gemiddelde afname (%)
borstelen	72.3 ± 14.4
branden	64.9 ± 19.1
stomen	87.8 ± 11.5
Weed-it	100.0 ± 0.0
handmatig branden	68.4 ± 17.0

Uit berekeningen op basis van de standaard deviaties blijkt dat de gemiddelde afname door Weed-it significant verschillend is van borstelen, branden, stomen en handmatig branden.

Tabel 6. Richtingscoëfficiënt van de verandering van bedekking van grasachtigen in de periode 7.5 dagen tot en met 20 dagen na bestrijding in de zomer.

methode	RC
borstelen	1.2 ± 0.1
branden	0.7 ± 0.2
stomen	0.3 ± 0.1
Weed-it	0.0 ± 0.0
handmatig branden	1.1 ± 0.3

De richtingscoëfficiënten van de in de praktijk uitgevoerde methoden borstelen, branden, stomen en Weed-it zijn significant verschillend van elkaar. De richtingscoëfficiënt van handmatig branden is significant verschillend van stomen en Weed-it.

Effect van verschillende bestrijdingsmethoden op de onkruidsamenstelling

Om het effect van bestrijdingsmethoden op de onkruidsamenstelling te bepalen worden de aanwezige onkruiden vóór bestrijding weergegeven per methode. Op ongeveer 5, 10 en 20 dagen na bestrijding wordt weergegeven welke soorten zijn teruggekomen en of nieuwe soorten zich hebben gevestigd. Met deze gegevens kan bepaald worden welke onkruiden moeilijk te bestrijden zijn per methode. De onkruidsamenstelling per methode wordt weergegeven in het voorjaar (tabel 7 t/m 10) en in de zomer (tabel 11 t/m 15). Hiernaast werd in de herfst, aan het einde van het seizoen, de onkruidsamenstelling bepaald per methode (tabel 16 t/m 21). Deze

onkruidsaamenstelling werd vergeleken met die bij aanvang van het seizoen, voordat bestrijding werd uitgevoerd.

Onkruidsaamenstelling in het voorjaar onder invloed van bestrijding

Door borstelen werden de aanwezige onkruiden voor bestrijding (grasachtigen en hoornbloem) niet geheel bestreden. Direct na bestrijding (na 6 dagen) waren deze onkruiden nog aanwezig.

Tabel 7. Gemiddelde onkruidsaamenstelling voor en na borstelen.

Onkruidsoorten voor bestrijding	Na 6 dagen	Na 9 dagen	Na 20 dagen
Grasachtigen (<i>Gramineae</i>)	X	X	X
Hoornbloem (<i>Cerastium sp.</i>)	X	X	X

Branden bestreed de onkruiden die voor bestrijding aanwezig waren slechts ten dele. Bijna alle soorten waren direct na bestrijding aanwezig. Direct na borstelen (na 6 dagen) was liggende vetmuur afwezig maar na 10 dagen had dit onkruid zich weer ontwikkeld uit de ondergrondse delen.

Tabel 8. Gemiddelde onkruidsaamenstelling voor en na branden.

Onkruidsoorten voor bestrijding	Na 6 dagen	Na 10 dagen	Na 21 dagen
Grasachtigen (<i>Gramineae</i>)	X	X	X
Hoornbloem (<i>Cerastium sp.</i>)	X	X	X
Liggende vetmuur (<i>Sagina procumbens</i>)		X	X
Paardebloem (<i>Taraxacum officinale</i>)	X	X	X
Smalle weegbree (<i>Plantago lanceolata</i>)	X	X	X
Duizendblad (<i>Achillea millefolium</i>)	X	X	X

Stomen bestreed ereprijs, duizendblad en vroegeling geheel. Opgemerkt moet worden dat de bedekking voor bestrijding zeer laag was ($\leq 2.5\%$ in 1 herhaling). Grasachtigen en hoornbloem waren direct na bestrijding (na 6 dagen) aanwezig. Canadese fijnstraal had zich na 10 dagen voor het eerst gevestigd.

Tabel 9. Gemiddelde onkruidsaamenstelling voor en na stomen.

Onkruidsoorten voor bestrijding	Na 6 dagen	Na 10 dagen	Na 20 dagen
Ereprijs (<i>Veronica sp.</i>)			
Duizendblad (<i>Achillea millefolium</i>)			
Vroegeling (<i>Erophia verna</i>)			
Grasachtigen (<i>Gramineae</i>)	X	X	X
Hoornbloem (<i>Cerastium sp.</i>)	X	X	X
		Canadese fijnstraal (<i>Erigeron canadensis</i>)	X

Weegbree werd door handmatig borstelen geheel bestreden (2% in 1 herhaling), grasachtigen en hoornbloem waren direct na bestrijding (na 6 dagen) weer aanwezig.

Tabel 10. Gemiddelde onkruidsaamenstelling voor en na handmatig borstelen.

Onkruidsoorten voor bestrijding	Na 6 dagen	Na 9 dagen	Na 20 dagen
Brede weegbree (<i>Plantago major</i>)			
Grasachtigen (<i>Gramineae</i>)	X	X	X
Hoornbloem (<i>Cerastium sp.</i>)	X	X	X

In het algemeen bleken grasachtigen en hoornbloem in het voorjaar moeilijk te bestrijden. Duizendblad werd niet door branden bestreden maar wel door stomen. Bedekking van duizendblad bij branden en stomen was vergelijkbaar (respectievelijk 2% en 2.5% in 1 herhaling). Smalle weegbree werd niet door branden bestreden maar brede weegbree wel door handmatig borstelen (respectievelijk 1.5% en 2% in 1 herhaling).

Onkruidsaamenstelling in de zomer onder invloed van bestrijding

Door borstelen werden de onkruiden aanwezig voor bestrijding slechts ten dele bestreden. Grasachtigen en hoornbloem waren direct na bestrijding (na 6 dagen) nog aanwezig.

Tabel 11. Gemiddelde onkruidsaamenstelling voor en na borstelen.

Onkruidsoorten voor bestrijding	Na 6 dagen	Na 10 dagen	Na 20 dagen
Grasachtigen (<i>Gramineae</i>)	X	X	X
Hoornbloem (<i>Cerastium sp.</i>)	X	X	X

Direct na branden (na 6 dagen) was van de aanwezige onkruiden voor bestrijding, hoornbloem geheel bestreden. Na 11 dagen had hoornbloem zich echter weer ontwikkeld vanuit de ondergrondse delen.

Tabel 12. Gemiddelde onkruidsaamenstelling voor en na branden.

Onkruidsoorten voor bestrijding	Na 6 dagen	Na 11 dagen	Na 19 dagen
Grasachtigen (<i>Gramineae</i>)	X	X	X
Hoornbloem (<i>Cerastium sp.</i>)		X	X
Paardebloem (<i>Taraxacum officinale</i>)	X	X	X
Smalle weegbree (<i>Plantago lanceolata</i>)	X	X	X

Stomen bestreed hoornbloem, grasachtigen waren direct na bestrijding (na 6 dagen) aanwezig. Bedekking aan hoornbloem was laag voor bestrijding (1.25% in 1 herhaling).

Tabel 13. Gemiddelde onkruidsaamenstelling voor en na stomen.

Onkruidsoorten voor bestrijding	Na 6 dagen	Na 11 dagen	Na 20 dagen
Grasachtigen (<i>Gramineae</i>)	X	X	X
Hoornbloem (<i>Cerastium sp.</i>)			

De gehele onkruidgroei werd door Weed-it bestreden tot in ieder geval 20 dagen na bestrijding.

Tabel 14. Gemiddelde onkruidsaamenstelling voor en na Weed-it.

Onkruidsoorten voor bestrijding	Na 6 dagen	Na 9 dagen	Na 20 dagen
Grasachtigen (<i>Gramineae</i>)			
Hoornbloem (<i>Cerastium sp.</i>)			
Liggende vetmuur (<i>Sagina procumbens</i>)			

Grasachtigen werden slechts gedeeltelijk bestreden door handmatig branden. Direct na bestrijding (na 6 dagen) waren grasachtigen nog aanwezig.

Tabel 15. Gemiddelde onkruidsaamenstelling voor en na handmatig branden.

Onkruidsoorten voor bestrijding	Na 6 dagen	Na 11 dagen	Na 20 dagen
Grasachtigen (<i>Gramineae</i>)	X	X	X

Vergelijking onkruidsaamenstelling bij aanvang en na afloop van het groeiseizoen onder invloed van bestrijding

De onkruidsoorten die bij aanvang van het seizoen aanwezig waren zijn niet bestreden door borstelen. Hiernaast hebben duizendblad en muur kans gekregen zich gedurende het seizoen te ontwikkelen, weliswaar met een zeer lage bedekking waargenomen aan het einde van het seizoen (0.05% in 1 herhaling).

Tabel 16. Gemiddelde onkruidsaamenstelling aan het begin en aan het einde van het seizoen, onder invloed van borstelen.

Onkruidsoorten voor borstelen	Onkruidsoorten na borstelen
Grasachtigen (<i>Gramineae</i>)	Rood Zwenkgras (<i>Festuca rubra</i>) Veldbeemdgras (<i>Poa pratensis</i>)
Hoornbloem (<i>Cerastium sp.</i>)	Hoornbloem (<i>Cerastium sp.</i>) Muur (<i>Stellaria media</i>) Duizendblad (<i>Achillea millefolium</i>)

Branden bestreed hoornbloem, liggende vetmuur en duizendblad gedurende het seizoen. Grasachtigen, paardebloem en smalle weegbree werden echter niet geheel bestreden. Hiernaast kreeg Canadese fijnstraal en ereprijs kans zich te ontwikkelen in het seizoen, beide echter met een zeer lage bedekking aan het einde van het seizoen ($\leq 0.1\%$ in 1 herhaling).

Tabel 17. Gemiddelde onkruidsaamenstelling aan het begin en aan het einde van het seizoen, onder invloed van branden.

Onkruidsoorten voor branden	Onkruidsoorten na branden
Grasachtigen (<i>Gramineae</i>)	Rood Zwenkgras (<i>Festuca rubra</i>) Veldbeemdgras (<i>Poa pratensis</i>)
Hoornbloem (<i>Cerastium sp.</i>)	
Liggende vetmuur (<i>Sagina procumbens</i>)	
Paardebloem (<i>Taraxacum officinale</i>)	Paardebloem (<i>Taraxacum officinale</i>)
Smalle weegbree (<i>Plantago lanceolata</i>)	Smalle weegbree (<i>Plantago lanceolata</i>)
Duizendblad (<i>Achillea millefolium</i>)	Canadese fijnstraal (<i>Erigeron canadensis</i>) Ereprijs (<i>Veronica sp.</i>)

Stomen bestreed ereprijs, duizendblad en vroegeling die bij aanvang van het seizoen in lage dichtheden aanwezig waren. Opgemerkt moet worden dat vroegeling alleen in de lente en begin zomer aanwezig is. Hoornbloem en grasachtigen waren aan het eind van het seizoen nog in kleine bedekking aanwezig.

Tabel 18. Gemiddelde onkruidsaamenstelling aan het begin en aan het einde van het seizoen, onder invloed van stomen.

Onkruidsoorten voor stomen	Onkruidsoorten na stomen
Ereprijs (<i>Veronica sp.</i>)	
Duizendblad (<i>Achillea millefolium</i>)	
Vroegeling (<i>Erophia verna</i>)	
Grasachtigen (<i>Gramineae</i>)	Rood Zwenkgras (<i>Festuca rubra</i>) Veldbeemdgras (<i>Poa pratensis</i>)
Hoornbloem (<i>Cerastium sp.</i>)	Hoornbloem (<i>Cerastium sp.</i>)

Door Weed-it werd alleen liggende vetmuur bestreden. Daarnaast hebben een 5-tal soorten zich kunnen ontwikkelen; Canadese fijnstraal, ooievaarsbek, kamille, ereprijs en akkerkers. Deze soorten kwamen voor in een zeer lage bedekking aan het eind van het seizoen ($\leq 0.5\%$ in 1 herhaling, behalve ereprijs deze kwam in 2 herhalingen voor $\leq 0.5\%$).

Tabel 19. Gemiddelde onkruidsaamenstelling aan het begin en aan het einde van het seizoen, onder invloed van Weed-it.

Onkruidsoorten voor Weed-it	Onkruidsoorten na Weed-it
Grasachtigen (<i>Gramineae</i>)	Rood Zwenkgras (<i>Festuca rubra</i>) Veldbeemdgras (<i>Poa pratensis</i>) Straatgras (<i>Poa annua</i>)
Hoornbloem (<i>Cerastium sp.</i>)	Hoornbloem (<i>Cerastium sp.</i>)
Liggende vetmuur (<i>Sagina procumbens</i>)	Canadese fijnstraal (<i>Erigeron canadensis</i>) Ooievaarsbek (<i>Geranium sp.</i>) Ereprijs (<i>Veronica sp.</i>) Kamille (<i>Matricaria sp.</i>) Akkerkers (<i>Rorippa sylvestris</i>)

Door handmatig borstelen werd brede weegbree bestreden. Canadese fijnstraal, ereprijs en duizendblad hebben zich in hele lage dichtheden kunnen vestigen ($\leq 0.5\%$ in 1 herhaling). Paardebloem had een bedekking van 2% in 1 herhaling.

Tabel 20. Gemiddelde onkruidsaamenstelling aan het begin en aan het einde van het seizoen, onder invloed van handmatig borstelen.

Onkruidsoorten voor handm. borstelen	Onkruidsoorten na handm. borstelen
Brede weegbree (<i>Plantago major</i>)	Rood Zwenkgras (<i>Festuca rubra</i>)
Grasachtigen (<i>Gramineae</i>)	Straatgras (<i>Poa annua</i>)
	Veldbeemdgras (<i>Poa pratensis</i>)
Hoornbloem (<i>Cerastium sp.</i>)	Hoornbloem (<i>Cerastium sp.</i>)
	Canadese fijnstraal (<i>Erigeron canadensis</i>)
	Paardebloem (<i>Taraxacum officinale</i>)
	Ereprijs (<i>Veronica sp.</i>)
	Duizendblad (<i>Achillea millefolium</i>)

Door handmatig branden werden geen onkruidsoorten geheel bestreden, wel wist een aantal soorten (hoornbloem, Canadese fijnstraal, ereprijs en muur) zich te vestigen in lage dichtheden ($\leq 0.25\%$ in 1 herhaling)).

Tabel 21. Gemiddelde onkruidsaamenstelling aan het begin en aan het einde van het seizoen, onder invloed van handmatig branden.

Onkruidsoorten voor handm. branden	Onkruidsoorten na handm. branden
Grasachtigen (<i>Gramineae</i>)	Rood Zwenkgras (<i>Festuca rubra</i>)
	Veldbeemdgras (<i>Poa pratensis</i>)
	Hoornbloem (<i>Cerastium sp.</i>)
	Canadese fijnstraal (<i>Erigeron canadensis</i>)
	Ereprijs (<i>Veronica sp.</i>)
	Muur (<i>Stellaria media</i>)

Conclusies en discussie

In het onderzoek werden verschillende bestrijdingsmethoden vergeleken met betrekking tot de mate waarin en welke onkruiden zij bestreden. Doordat een aantal methoden op verschillende tijdstippen zijn uitgevoerd, is exacte onderlinge vergelijking niet mogelijk. Weersomstandigheden kunnen verschillend zijn gedurende de periode waarin metingen zijn genomen per methode, die de effectiviteit kunnen beïnvloeden. Ook exacte vergelijking tussen methoden uitgevoerd in het voorjaar of in de zomer is hierdoor moeilijk. Borstelen en handmatig borstelen werden in het voorjaar op dezelfde dag uitgevoerd, dit gold ook voor stomen, branden en handmatig branden in de zomer. De gegevens van de verschillende methoden in het voorjaar hadden alle betrekking op de eerste behandeling. Alleen voor handmatig borstelen werden gegevens van de tweede behandeling verzameld. In de zomer was dit meer wisselend, gegevens werden verzameld van de derde behandeling van stomen en borstelen, voor branden was dit de vierde behandeling en voor

Weed-it de eerste. Het moment van uitvoeren werd belangrijker geacht dan eenzelfde aantal behandelingen van methodes.

Vergelijking van de methodes uitgevoerd in het voorjaar en in de zomer

Om de methoden uitgevoerd in het voorjaar en in de zomer te vergelijken, wordt ten eerste aan de gemiddelde afname van grasachtigen in de periode 5 tot en met 10 dagen na bestrijding weergegeven (tabel 22). De methodes worden gerangschikt naar mate van bestrijding, de hoogste mate van bestrijding krijgt het laagste rangnummer. Alleen de methodes die in de praktijk worden uitgevoerd staan weergegeven.

Te concluderen valt dat van de niet-chemische methodes stomen een grotere initiële afname bewerkstelligt dan borstelen en branden.

Tabel 22. Vergelijking van de gemiddelde afname van grasachtigen (in %) in de periode 5 tot en met 10 dagen na bestrijding in het voorjaar en in de zomer.

Methode	Gem. afname (%), voorjaar.	rang	Gem. afname (%), zomer.	rang
Borstelen	46.2	2	72.3	3
Branden	30.5	3	64.9	4
Stomen	60.1	1	87.8	2
Weed-it			100	1

Voor een verder vergelijking is de richtingscoëfficiënt van de verandering van bedekking van grasachtigen in de periode 7.5 dagen tot en met 20 dagen na bestrijding gerangschikt (tabel 23). De toename op de lange termijn is een goede parameter om de snelheid van hergroei van onkruiden te beschrijven. De laagste toename per dag krijgt het laagste rangnummer. Uit tabel 23 valt te concluderen dat van de niet-chemische methoden branden en stomen een relatief lage hergroeisnelheid van grasachtigen bewerkstelligen. Borstelen scoort lager. Stomen heeft dus een relatief grote initiële afname en een relatief lage hergroeisnelheid van grasachtigen.

Tabel 23. Vergelijking van de richtingscoëfficiënt in de periode 7.5 dagen tot en met 20 dagen na bestrijding in het voorjaar en in de zomer.

Methode	RC, voorjaar	rang	RC, zomer	rang
Borstelen	1.8	3	1.2	4
Branden	0.6	1	0.7	3
Stomen	1.3	2	0.3	2
Weed-it			0.0	1

Over het algemeen kan geconcludeerd worden dat Weed-it zeer effectief onkruidgroei bestreed. Alleen met deze methode werd de gehele voorkomende onkruidgroei gedood. Stomen bleek ook een relatief effectieve bestrijdingsmethode, m.n. in de zomer (droog, warm weer). Dit komt overeen met de resultaten van een onderzoek van D. Hansson en J.E. Mattsson (2003) naar effecten van lucht temperatuur, regen en droogte op heet water onkruidbestrijding. Geconcludeerd wordt dat stomen moet uitgevoerd worden wanneer planten gestrest zijn door

droogte en niet wanneer planten vochtig zijn door regenval om een verhoogd effect te behalen. Een directe correlatie bleek te bestaan tussen de hoeveelheid water in de plant en het bestrijdingseffect. Een hogere hoeveelheid water in de plant verhoogde de benodigde energie doses die toegediend moest worden om een bepaald effect te bewerkstelligen.

Effect van de verschillende methoden op de onkruidsamenstelling

Hoornbloem en grasachtigen bleken moeilijk te bestrijden door alle methoden. Alleen door branden werd hoornbloem geheel bestreden. Hierbij moet opgemerkt worden dat de methodes een verschillend aantal behandelingen hebben gehad gedurende het seizoen. De meest voorkomende grasachtigen waren veldbeemdgras en rood zwenkgras.

Aanbevelingen

Om snelheid van hergroei en onkruidsamenstelling eenduidig te kunnen bepalen voor verschillende bestrijdingsmethoden, worden bij voorkeur methoden op eenzelfde tijdstip uitgevoerd. Hierdoor worden verschil in weersomstandigheden vermeden. Ook valt het aan te bevelen om gelijkvormige herhalingen te gebruiken, qua onkruidbedekking en samenstelling. Hiernaast dient het experiment meerdere jaren uitgevoerd te worden om verschillen tussen bestrijdingsmethoden te kunnen bepalen.

Literatuur

Hansson, D., Mattsson, J.E., 2003. Effect of air temperature, rain and drought on hot water weed control. Weed research 2003 **43**, 245-251.