

Typologie Bermgraskwaliteit

Typologie van de milieuhygiënische kwaliteit van
bermgras voor het onderwerken op landbouwgronden

A.J. Bok (*De Groene Ruimte*)

J. Kopinga (*Alterra*)

M. Schnaar (*De Groene Ruimte*)

J.H. Spijker (*Alterra*)



Alterra-rapport 246, ISSN 1566-7197

Typologie Bermgraskwaliteit

Typologie van de milieuhygiënische kwaliteit van bermgras voor het onderwerken op
landbouwgronden

A.J. Bok (De Groene Ruimte)
J. Kopinga (Alterra)
M. Schnaar (De Groene Ruimte)
J.H. Spijker (Alterra)

Alterra-rapport 246

INHOUD

1. SAMENVATTING	3
2. INLEIDING	7
3. WERKWIJZE	9
3.1. Projectorganisatie	9
3.2. Verzamelen gegevens bermgraskwaliteit	9
3.2.1. Bronnen	9
3.2.2. Databank	9
3.3. Analyse van de data	10
3.3.1. Selectie onderzochte stoffen	10
3.3.2. Selectie parameters	11
3.3.3. Statistische toetsing	13
3.4. Toetsen data aan milieunormen	14
3.5. Ontwikkelen typologie	15
4. RESULTATEN	17
4.1. Bruikbaarheid van de gegevens	17
4.2. Relevante probleemstoffen en parameters	18
5. TYPOLOGIE BERMGRASKWALITEIT	21
6. DISCUSSIE: AANDACHTSPUNTEN BIJ DE TYPOLOGIE	23
7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	25
7.1. Conclusies	25
7.2. Aanbevelingen	26
LITERATUUR	27

BIJLAGEN

- Bijlage 1. Bemonsteringsmethode bermgras
- Bijlage 2. Analysemethode bermgras
- Bijlage 3. Bronnen van verontreiniging
- Bijlage 4. Statistische analyse van de gegevens

I. **SAMENVATTING**

Inleiding

In maaisel afkomstig van wegbermen worden soms contaminanten, zoals arseen en zware metalen aangetroffen. Deze verontreiniging kan in sommige gevallen beperkend zijn voor de toepassing van het bermgras als bodemverbeteraar/meststof in de landbouw.

Vraagstelling

In dit onderzoek wordt de vraag beantwoord in hoeverre er een relatie is tussen bepaalde eigenschappen van het maaisel (bijvoorbeeld eigenschappen van de wegberm waaruit het maaisel afkomstig is, of het seizoen van maaien) en het kunnen optreden van normoverschrijdingen voor de onderwerking op landbouwgronden.

Werkwijze

Voor dit onderzoek waren 359 monsters uit 11 meetseries beschikbaar waarvan gegevens van contaminanten en een of meerdere parameters van de berm bekend waren. Uitgangspunt voor de vaststelling of het maaisel aan de normen voldoet zijn de BOOM-normen voor zware metalen en arseen voor zuiveringsslib. Hierbij is uitgegaan van een maximale gift van twee ton droge stof per jaar.

De gevonden gehalten voor de contaminanten is vergeleken met de volgende parameters van het maaisel:

- ☐ Ligging berm ten opzichte van de windrichting
- ☐ Verkeersintensiteit van de weg
- ☐ Afstand monsterlocatie tot de hoofdrijbaan
- ☐ Een combinatie van seizoen van monsternamen en de maaifrequentie
- ☐ Tijd tussen maaidatum en monsternamen
- ☐ Aangrenzend landgebruik
- ☐ Aanwezigheid van opgaande beplanting in de berm.

De vergelijking heeft plaatsgevonden op basis van een parametervrije toetsing met behulp van het 95%-percentiel.

Resultaten

- ☐ Het blijkt dat voor de stoffen Arseen, Chroom, Koper, Nikkel en Lood geen gehalten zijn aangetroffen hoger dan of zelfs in de buurt van de BOOM-norm.
- ☐ Alleen voor Cadmium, Kwik en Zink, de probleemstoffen, worden gehalten gevonden die hoger zijn dan de norm.
- ☐ Er blijkt een significant positief verband tussen de gehalten van de meeste zware metalen. Dit geldt bijvoorbeeld voor Cadmium en Zink. Dit geldt echter niet voor Kwik met enig andere onderzochte stof.
- ☐ De gevonden parameters waarbij voor probleemstoffen significante verschillen zijn gevonden, zijn:
 - ☐ Maaiseizoen (voor- of najaar)
 - ☐ Beheermethode (1x of 2x maaien per jaar)
 - ☐ Oriëntatie van de berm (beneden- of bovenwinds)
 - ☐ Aanwezigheid van opgaande beplanting

- Er is geen duidelijk verband gevonden tussen de gehalten van probleemstoffen en de parameters verkeersintensiteit, afstand monsterlocatie tot hoofdrijbaan en aangrenzend landgebruik.

Typologie bermgraskwaliteit

Van Kwik zijn te weinig gegevens beschikbaar (en te weinig overschrijdingen) om deze gegevens in de typologie te verwerken.

Op basis van de cadmiumgehalten is de volgende typologie ontwikkeld:

Voorlopige bermgrastypologie (waarnemingen van Kwik zijn hierin buiten beschouwing gelaten)

Bermtyp	In principe geschikt	Mogelijk geschikt:	In principe ongeschikt
1. • voorjaarsmaaisel én: • 2 keer per jaar maaien • met of zonder beplanting • boven- of benedenwinds			
2. • najaarsmaaisel én: • bovenwindse bermen • met of zonder beplanting • 1 of 2 keer per jaar maaien			
3. • najaarsmaaisel én: • benedenwindse bermen • met of zonder beplanting • 1 of 2 keer per jaar maaien			

Deze milieutypologie is ontwikkeld op basis van de beschikbare monstergegevens. Van sommige bermparameters waren onvoldoende gegevens beschikbaar. Van de meeste bermparameters waren onvoldoende gegevens om voor combinaties van twee of meer bermparameters uitspraken te doen over een relatie met de milieuhygiënische kwaliteit van het bermgras.

Conclusies

Op basis van de nu beschikbare gegevens kunnen de volgende conclusies worden getrokken. Het bermgras is meestal in principe geschikt om onder te werken op landbouwgronden. Alleen van het najaarsmaaisel op benedenwindse bermen kan niet op voorhand worden aangenomen dat het voldoet aan de BOOM-normen voor zuiveringsslib.

Aandachtspunten

- Er is geen duidelijke relatie gevonden tussen de kwikgehalten en bermgrasparameters. Er zijn wel normoverschrijdingen aangetroffen. Meer bemonsteringsanalyses die op eenzelfde wijze zijn geanalyseerd, van deze stof zijn nodig om uitspraken te kunnen doen over de milieuhygiënische kwaliteit van bermgras.
- De normoverschrijdingen voor Cadmium deden zich in slechts een beperkt aantal meetseries voor. Toetsing aan meer meetseries is gewenst om een beter inzicht te krijgen in het landelijke gemiddelde.
- In dit onderzoek is gewerkt met de BOOM-norm voor zuiveringsslib. Indien door veranderende regelgeving, zoals de invoering van de milieutoets meststoffen, meer of minder bermgras mag worden ondergewerkt, dan zal bekeken moeten worden in hoeverre dit gevolgen heeft voor de milieutypologie.
- De in dit onderzoek betrokken gegevens komen uit elf monsterseries. Het verdient aanbeveling om de ontwikkelde typologie te toetsen aan nieuw beschikbare monsterseries.

2. INLEIDING

Ieder jaar komen er bij het beheer van wegbermen vele duizenden tonnen bermgras vrij. Aangezien het landelijk milieubeleid is gericht op beperking van de afvalstromen, is het gewenst om voor dit materiaal vormen van hergebruik of nuttige toepassing te ontwikkelen.

Op veel plaatsen wordt bermgras gebruikt als grondstof voor compost of als veevoer. In de praktijk vindt ook toepassing plaats als bodemverbeteraar voor landbouwgronden, waarbij het bermgras direct, d.w.z. zonder eerst te zijn gecomposteerd, wordt doorgevoerd in de toplaag van de bodem. Hiervoor ontbreekt echter een landelijke wetgeving. Incidenteel zijn door provinciale overheden richtlijnen opgesteld.

Gewenst is, dat landelijke richtlijnen gaan gelden voor het onderwerken van bermgras. Enige tijd geleden is daarom gestart met een studie naar de bodemverbeterende eigenschappen van bermgras op landbouwgronden, waarvan de rapportage van de eerste fase 'Literatuurstudie en laboratoriumproeven' is verschenen in 1997 (De Boer et al, 1997). De tweede fase van het onderzoek naar de landbouwkundige kwaliteit is in 3 delen uitgevoerd:

- Milieukundige kwaliteit (dit rapport)
- Invloed van onkruidzaden (Zweerde et al., 2001)
- Bemestende waarde (Zwart, 2001)

Uit eerder onderzoek is gebleken dat de milieuhygiënische kwaliteit van bermgras vaak goed is (De Groene Ruimte, 2000 a/b, De Boo, 1997a/b). Op verschillende locaties zijn echter verontreinigingen gemeten in bermgras met onder meer zware metalen. De verwachting was dat de mate waarin dit optreedt afhankelijk is van een aantal variabelen, zoals verkeersintensiteit en afstand tot de weg, die per situatie sterk kunnen verschillen. Ideaal zou zijn wanneer er een systeem bestaat op basis waarvan reeds op voorhand kan worden vastgesteld onder welke omstandigheden en op welke locaties er een verhoogde kans is op het voorkomen van verontreinigingen, zodat hiermee rekening kan worden gehouden bij de organisatie van het maaiwerk en de bestemming van het bermgras.

Uit deze wens ontwikkelde zich de vraag in hoeverre het mogelijk is om te komen tot een systeem waarmee met redelijke betrouwbaarheid een indicatie kan worden gegeven van de (chemische) geschiktheid van bermgras voor toepassing als bodemverbeteraar, op basis van analyses die in de afgelopen jaren zijn uitgevoerd, in combinatie met een aantal bekende weggebonden variabelen.

In dit rapport is een voorstel voor een dergelijke bermgrastypologie beschreven. Daarbij wordt kort ingegaan op een aantal achtergronden van de problematiek en de nog aanwezige hiaten in de bestaande kennis.

3. WERKWIJZE

3.1. Projectorganisatie

- Het project “Typologie bermgraskwaliteit” is uitgevoerd in opdracht van een groep van opdrachtgevers (Rijkswaterstaat, verschillende provincies en gemeenten).
- De opdracht is verleend aan het onderzoeksinstituut Alterra.
- Alterra heeft een deel van de werkzaamheden uitbesteed aan adviesbureau De Groene Ruimte. Het eindrapport is een gezamenlijk product van bureau De Groene Ruimte en Alterra.
- Het project is begeleid door een begeleidingsgroep, bestaande uit alle opdrachtgevers en enkele andere betrokkenen. Deze begeleidingsgroep is verschillende keren bij elkaar geweest om de resultaten van de 3 deelprojecten, waarvan deze typologie er één is, te bespreken. De begeleidingsgroep heeft de conceptteksten van commentaar voorzien. De begeleidingsgroep heeft besluiten genomen over de normen waaraan de bermgraskwaliteit is getoetst, en over de betrouwbaarheidsgrenzen waarmee de toetsing is uitgevoerd.
- Een deel van de leden van de begeleidingsgroep had tevens zitting in het vakberaad “bermgrastypologie”. Dit vakberaad heeft verschillende keren plaatsgevonden. De besluiten die in de grote groep zijn genomen zijn in het vakberaad voorbereid.

3.2. Verzamelen gegevens bermgraskwaliteit

3.2.1. Bronnen

Deze studie omvat een vergelijkend onderzoek van gegevens over milieuhygiënische kwaliteit van bermgrasmonsters en een aantal kenmerken van de bemonsteringslocaties.

Hiervoor zijn de gegevens gebruikt die zijn verzameld in het kader van eerder uitgevoerde onderzoeksprojecten.

Het betreft de volgende bronnen:

- Rijkswaterstaat, Directie Noord-Brabant (de Boo, 1997b)
- Provincie Gelderland (De Groene Ruimte, 1999a, 2000a)
- Provincie Noord-Brabant (De Groene Ruimte, 1994, 1999b, 2000b)
- Provincie Zuid-Holland (de Boo, 1997a)
- diverse Noord-Brabantse gemeenten (De Groene Ruimte, 1998)

3.2.2. Databank

Alle gegevens zijn opgenomen in een databank. In de databank zitten gegevens van rijkswegen, provinciale wegen en gemeentelijke wegen. De verdeling en de herkomst van het aantal monsters staan in tabel 1.

Tabel 1. Aantal bermmonsters per provincie en per wegcategorie

Provincie	Soort weg	Jaar	Aantal monsters	Serienr.
Gelderland	Provinciaal	1998, 1999	146	06.001 06.002
Noord-Brabant	Rijks	1997	51	00.201
	Provinciaal	1993, 1998, 1999	76	11.001 11.002 11.003
	Gemeentelijk	1998	47	11.60x
Zuid-Holland	Provinciaal	1993, 1995, 1997, 1999	39	09.001 09.002 09.003 09.004
TOTAAL			359	

In totaal zijn in het gegevensbestand 11 series van monsters onderscheiden.

3.3. Analyse van de data

3.3.1. Selectie onderzochte stoffen

Wettelijke normen voor de milieuhygiënische kwaliteit van bermgras bij toepassing als bodemverbeteraar bestaan niet. Om toch een vergelijking te kunnen maken met landelijke normen is gebruik gemaakt van de stoffen uit het BOOM 1999.

De stoffen die bij dit onderzoek in beschouwing zijn genomen staan in tabel 2.

Tabel 2. Onderzochte stoffen en aantal waarnemingen

Stof	Aantal waarnemingen
Arseen	204
Cadmium	307
Chroom	229
Koper	336
Kwik	202
Lood	283
Nikkel	223
Zink	339

3.3.2. Selectie parameters

De te onderzoeken parameters zijn geselecteerd op basis van de beschikbaarheid van gegevens en de verwachte relevantie, afgeleid uit eerder onderzoek. De volgende parameters zijn geselecteerd.

1. Ligging berm ten opzichte van de windrichting.
2. Verkeersintensiteit van de weg
3. Afstand van de monsterlocatie tot de hoofdrijbaan
4. Een combinatie van seizoen van monsternamen en de maaifrequentie
5. Tijd tussen maaidatum en monsternamen
6. Aangrenzend landgebruik
7. Aanwezigheid van opgaande beplanting in de berm.

Daarnaast zijn er parameters waarvan een invloed op de bermgraskwaliteit verwacht kan worden, maar waarvan over het geheel genomen onvoldoende gegevens bekend zijn. Te denken valt aan de afwerkingslaag van de weg (dicht of zeer open asfaltbeton), het vegetatietype van de berm, de aanwezigheid van verkeerslichten, files. De invloed van deze factoren zou nader onderzocht kunnen worden om de typologie te verfijnen wanneer in de toekomst meer gegevens beschikbaar komen.

1. *Ligging ten opzichte van de windrichting*

Van 296 van de 359 waarnemingen is bekend of de monsterlocatie bovenwinds dan wel benedenwinds ligt. Er zijn 213 benedenwindse en 83 bovenwindse locaties. Hierbij is uitgegaan van een overwegende windrichting uit het zuid-westen. Bovenwinds zijn locaties met de oriëntaties west, zuid en zuid-west. Benedenwinds zijn locaties met de oriëntaties noord, oost, noord-oost, noord-noord-west en oost-zuid-oost. Voor locaties met de oriëntaties noord-west en zuid-oost is de ligging ten opzichte van de windrichting buiten beschouwing gelaten bij analyse van de resultaten.

2. *Verkeersintensiteit van de weg*

De relatie met de verkeersintensiteit is op twee manieren getoetst: ten eerste aan de absolute waarde van het aantal voertuigen per etmaal en ten tweede aan een zevental categorieën van het aantal voertuigen per etmaal.

De absolute waarde van het aantal voertuigen per etmaal is bekend voor 307 van de 359 waarnemingen. Hierbij moet opgemerkt worden dat het niet bekend is hoe exact deze aantallen gemeten zijn: wellicht representeren deze getallen ook al een bepaalde categorie. De waarden variëren van 1.100 tot 58.900 voertuigen per etmaal.

De verkeersintensiteit is tevens ingedeeld in een zevental categorieën:

1. > 25.000 voertuigen per etmaal
2. 20.000 - 25.000 voertuigen per etmaal
3. 15.000 - 20.000 voertuigen per etmaal
4. 10.000 - 15.000 voertuigen per etmaal

5. 5.000 - 10.000 voertuigen per etmaal

6. 2.500 - 5.000 voertuigen per etmaal

7. <2.500 voertuigen per etmaal

Voor 350 van de 359 waarnemingen is de categorie van de verkeersintensiteit bekend.

3. *Afstand van de monsterlocatie tot de hoofdrijbaan*

De absolute afstand van de monsterlocatie tot de hoofdrijbaan is moeilijk te bepalen, omdat de gegevens van de verschillende monsterlocaties niet vergelijkbaar zijn. Wanneer deze afstand genoteerd is, is meestal onbekend hoe deze afstand gemeten is: vanaf het hart van de monsterlocatie of vanaf de rand? Tot aan de dichtstbijzijnde verharding of tot aan de hoofdrijbaan? Is de vluchtstrook, indien aanwezig, wel of niet meegeteld? De gegevens over de bermbreedte geven ook niet voldoende informatie, wanneer onbekend is of de berm grenst aan de hoofdrijbaan, of dat zich tussen de berm en de hoofdrijbaan nog andere verhardingen (fietspad, parallelweg) en bermen bevinden.

Voor de toetsing is daarom alleen gebruik gemaakt van het onderscheid tussen monsterlocaties in bermen langs de hoofdrijbaan en monsterlocaties in bermen aan de overkant van een fietspad of parallelweg.

242 Van de 359 locaties liggen langs de hoofdrijbaan. 66 Locaties liggen aan de overkant van een fietspad of parallelweg. Voor 51 locaties is deze ligging onbekend.

4. *Een combinatie van seizoen van monstername en de maalfrequentie*

Voor het seizoen van monstername is onderscheid gemaakt tussen voorjaar en najaar. Het seizoen is voor alle 359 waarnemingen bekend. Het beheer is bekend voor 185 van de 359 waarnemingen. Er is onderscheid gemaakt tussen 1x per jaar en 2x per jaar maaien en afvoeren. Dit levert de volgende combinaties op:

- 2x maaien en afvoeren, monstername in voorjaar (91x)
- 2x maaien en afvoeren, monstername in najaar (56x)
- 1x maaien en afvoeren, monstername in najaar (38x)

5. *Tijd tussen maaidatum en monstername*

De tijd tussen maaidatum en monstername is bekend voor 214 van de 359 waarnemingen. Het aantal dagen varieert van 0 tot 19.

6. *Aangrenzend landgebruik*

Het aangrenzend landgebruik is vertaald in 8 verschillende categorieën. Afwijkend landgebruik dat niet ingedeeld kon worden in deze categorieën (bijvoorbeeld een geluidswal) is buiten beschouwing gelaten. Het betreft de volgende categorieën:

A = akker (42 waarnemingen)

AG = agrarisch (onbekend van welke aard) (40 waarnemingen)

BB = bebouwing (11 waarnemingen)

BP = beplanting (39 waarnemingen)

G = grasland (87 waarnemingen)

GA = grasland + akker (12 waarnemingen)

NA = natuurgebied (22 waarnemingen)

WE = weg (11 waarnemingen)

In totaal zijn 264 van de 359 waarnemingen ingedeeld bij een van de bovenstaande categorieën.

7. *Aanwezigheid van opgaande beplanting in de berm*

Van 291 van de 359 waarnemingen is bekend of zich opgaande beplanting in de berm bevindt. Bij 125 waarnemingen is beplanting aanwezig, bij 166 waarnemingen is geen beplanting aanwezig.

3.3.3. Statistische toetsing

Het bestand (van totaal 359 records) bevat een reeks van bermparameters en analyse-resultaten. Doordat de analyses door verschillende laboratoria zijn uitgevoerd, zijn diverse detectiegrenzen gehanteerd voor Arseen, Cadmium, Chroom, Kwik, Nikkel en Lood. In verschillende projecten bleken bepaalde stoffen aanwezig te zijn in hoeveelheden die beneden de detectiewaarde van de betreffende laboratoria lagen. Met deze waarden “kleiner dan detectiegrens” kan niet gerekend worden. Het weglaten van deze monsterreeksen zou een zo drastische vermindering van het aantal monsters tot gevolg hebben dat dit een substantiële beperking inhoudt voor de mogelijkheden voor statistische bewerking c.q. koppeling aan bepaalde wegparameters. Verder onderzoek aan een typologie zou weinig zinvol zijn. Weglating uit deze reeksen van alleen die waarnemingen die onder de detectiegrens liggen, zou uiteraard tot een vertekening van de resultaten leiden. Gekozen is deze monsters mee te nemen bij de statistische toetsing en uit te gaan van een “worst-case-scenario”. Dat wil zeggen dat de detectiegrens als meetwaarde wordt meegenomen. Voor het maken van deze typologie is dit een reële oplossing aangezien alle detectiegrenzen ruim onder de in dit onderzoek meegenomen normwaarden liggen.

Op basis van het gegevensbestand is nagegaan waar mogelijk interessante (onderlinge) correlaties liggen tussen de in § 3.3.2 genoemde factoren en de gehalten aan verontreinigende stoffen.

Eerst is gekeken welke vorm van toetsing het meest past bij het betreffende gegevensbestand. Gekeken is of de waarden normaal zijn verdeeld. Gekozen is voor een vorm van toetsing die het best bij de verdeling van waarden past. Ook is onderzocht hoe de 11 clusters van waarnemingen zich tot elkaar verhouden: komen er clusters voor met extreem hoge of extreem lage waarden.

3.4. Toetsen data aan milieunormen

Om een bermgrastypologie te kunnen ontwikkelen, is het nodig criteria op te stellen waaraan de kwaliteit van het bermgras wordt getoetst. Probleem bij bermgras is dat voor het onderwerken van dit materiaal geen wettelijk toetsingskader bestaat. Voor het toetsingskader staan drie opties open:

- ☐ Toetsen aan de BOOM¹⁾-norm voor compost, waarbij uitgegaan wordt van de halve BOOM-waarde voor compost. Uitgangspunt hierbij is de aanname dat bermgras ten opzicht van compost in de bodem een massareductie van 50% ondergaat. Deze toetswaarden zijn tot nu toe veel in onderzoek gehanteerd.
- ☐ Toetsen aan de BOOM-norm voor zuiveringsslib. De samenstelling en het gedrag van bermgras in de bodem lijken meer overeenkomst te hebben met die van zuiveringsslib dan met compost. Het gehalte aan organisch materiaal bij bermgras is vergelijkbaar met dat van zuiveringsslib. Compost bevat in vergelijking met bermgras meer anorganisch materiaal.
- ☐ Toetsen aan de concept-Milieutoets. De Milieutoets is een instrument dat zich speciaal richt op de milieuhygiënische aspecten van meststoffen. In de concept-Milieutoets zijn de BOOM-normen voor zuiveringsslib (max. gehalten aan zware metalen en max. dosering voor bouwland) als basis gebruikt. De concept-Milieutoets moet nog worden vastgesteld.

Toelichting Milieutoets

In de Milieutoets zijn twee opties voor toetsing van meststoffen uitgewerkt, namelijk “vracht per bemestende waarde” en “maximum gehalte per meststofcategorie”. Gezien het aansluiten bij het huidige beleid en het gelijkheidsbeginsel bij het beoordelen van verschillende meststoffen, is als aangrijpingspunt in de Milieutoets gekozen voor de optie “vracht per bemestende waarde”.

Vervolgens zijn er voor de aanvoernormen voor zware metalen en organische microverontreinigingen drie ambitieniveaus uitgewerkt, te weten hoog, midden, laag. Voor zware metalen wordt - gezien het preventieve karakter van de Milieutoets, het aansluiten bij het huidige beleid (inzake BOOM-produkten) en het beschikbaar houden van een toereikend pakket aan meststoffen - voorgesteld te kiezen voor het ambitieniveau “midden”. Dit houdt in dat meststoffen bij normaal gebruik een vergelijkbare aanvoer aan zware metalen en Arseen mogen hebben als producten die aan de regels van BOOM moeten voldoen.

Voor organische microverontreinigingen is ook een keuze in ambitieniveau gemaakt, namelijk “laag”. Aangezien deze verontreinigingen niet in het onderzoek “Typologie Bermgraskwaliteit” zijn meegenomen en gezien de terughoudendheid hierover in de Milieutoets, wordt voor meer informatie hierover verwezen naar de Milieutoets.

¹⁾ Besluit kwaliteit en gebruik Overige Organische Meststoffen (Staatscourant 138, 22 juli 1999)

De begeleidingsgroep van het onderzoek “Typologie Bermgraskwaliteit” heeft gekozen voor aansluiting bij vigerende regelgeving. Daarom is het uitgangspunt voor toetsing: de BOOM-norm voor zuiveringsslib, waarbij wordt uitgegaan van de maximale gift van 2 ton drogestof bermgras per hectare per jaar, indien het land gebruikt wordt als bouw- of maïsland. Het BOOM bevat alleen normen voor zware metalen en Arseen. Wettelijke normen voor organische microverontreinigingen zijn nog niet vastgesteld. Het toetsingskader beperkt zich dan ook tot zware metalen en Arseen.

Bijvoorbeeld: de BOOM-norm voor Cadmium is 1,25 mg/kg/ds. Dit betekent uitgaande van een gift van 2 ton ds/ha/jr dat een maximale vracht van $2 \times 1,25 = 2,5$ g/ha/jr is toegestaan.

Deze waarde komt overeen met de maximaal toegestane vracht volgens de toetsingsnorm zware metalen, ambitieniveau midden van de Milieutoets. Hierdoor wordt continuïteit verkregen als de Milieutoets van kracht wordt.

Tabel 3. Normen gehalte aan zware metalen volgens BOOM voor zuiveringsslib en normen toegestane vracht volgens Milieutoets

Stof	BOOM-norm voor zuiveringsslib (mg/kg ds)	Maximaal toegestane vracht volgens de toetsingsnorm zware metalen, ambitieniveau midden, Milieutoets (g/ha/jr)
Cadmium	1,25	2,5
Chroom	75	150
Koper	75	150
Kwik	0,75	1,5
Nikkel	30	60
Lood	100	200
Zink	300	600
Arseen	15	30

Voor de Milieutoets is het van belang ook informatie te hebben over de bemestende waarde van een product. De effectiviteit van bermgras als meststof wordt onderzocht in het deelonderzoek “Bemestende waarde” (Zwart, 2001)

3.5. Ontwikkelen typologie

Doel van het onderzoek is te komen tot een eenvoudige tabel waarin duidelijk zichtbaar is welk type bermgras wel, niet of mogelijk milieuhygiënisch geschikt is voor toepassing als bodemverbeteraar.

Om de tabel te kunnen invullen moesten de volgende vragen beantwoord worden:

- ☐ welke typen bermen kun je onderscheiden, zodanig dat de herkomst van bermgras een indicatie geeft voor de milieuhygiënische bermgraskwaliteit;
- ☐ waar liggen de grenzen tussen wel/niet/mogelijk geschikt.

De te onderscheiden bermtypen zijn ontwikkeld door statistische analyse van het gegevensbestand (zie § 3.3.3).

De grens tussen wel geschikt en niet of mogelijk geschikt wordt bepaald door de toetsnormen en de percentielwaarden. De keuze voor toetsnormen en percentielwaarden is door de begeleidingsgroep gemaakt (zie tabel 4).

De grens tussen niet geschikt en mogelijk geschikt is door de onderzoekers vastgesteld. Gesteld is, dat het bermgras in principe ongeschikt is wanneer de mediaan van alle gegevens uit één bermtype hoger ligt dan de toetswaarde.

Indien het bermgras mogelijk geschikt is, betekent dit dat elke partij afzonderlijk bemonsterd moet worden om te bezien of de gevonden gehalten zware metalen en arseen aan de norm voldoen.

Tabel 4. Voorbeeld bermgrastypologie met definiëring van geschiktheidscategorieën

Bermtype	In principe geschikt: 95%-percentielwaarde kleiner dan toetswaarde	Mogelijk geschikt: toetswaarde tussen mediaan en 95%-percentielwaarde	In principe ongeschikt: mediaan groter dan toetswaarde
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

mediaan: middelste van de gevonden gehalten (50%-percentiel)

4. RESULTATEN

4.1. Bruikbaarheid van de gegevens

De gegevens zijn eerst gecontroleerd op uitschieters. Gekeken is, of er individuele waarnemingen of clusters van monsters (series) zijn die duidelijk afwijken van de rest. Dergelijke afwijkende clusters kunnen verwacht worden, omdat het gegevensbestand bestaat uit een bonte verzameling van analysegegevens van bermgrasmonsters. De bermgrasmonsters zijn niet allemaal op dezelfde manier bemonsterd, en de analyses zijn door verschillende laboratoria uitgevoerd (zie bijlagen 1 en 2).

Uit deze analyse blijkt het volgende:

- in één cluster van waarnemingen zijn de Cadmiumgehalten in veel gevallen extreem hoog (tussen 2,0 en 2,5 mg/kg ds), met name in de monsters die in het najaar zijn geanalyseerd. Nagegaan is, in hoeverre de bemonstering en/of analyse hier afwijkt van de rest van de monsters. De monsters in het najaar blijken door een laboratorium te zijn geanalyseerd dat alleen deze monsters heeft gemeten en daarvoor een afwijkende voorbehandeling heeft gekozen (monsters eerst invriezen). Het betreft een project dat in het bestand staat onder nummer 11.001. De betreffende waarnemingen zijn wel meegenomen in de toetsing. Dit heeft echter grote gevolgen voor de conclusies. Daarom is bij de resultaten steeds aangegeven, wat het resultaat is wanneer dit cluster van waarnemingen wordt weggelaten.
- in één cluster van waarnemingen komen relatief veel hoge waarden voor Kwik voor. Kwik is volgens het betreffende laboratorium tijdens bewerkingen gevoelig voor contaminaties. Daarnaast is Kwik een vluchtige stof, zodat een deel van de stof kan verdwijnen wanneer op hoge temperatuur wordt gedroogd. Een deel van de monsters (ook met hoge Kwik-waarden) is op de gewenste temperatuur van 40 graden Celsius gedroogd. Een deel van de monsters is op 70 graden gedroogd. Dit betekent dat alle conclusies over Kwik onder voorbehoud getrokken moeten worden: uit nader onderzoek moet blijken of hoge Kwikgehalten daadwerkelijk in bermgras verwacht kunnen worden.
- op enkele locaties is een extreem hoge individuele waarden voor Zink of Koper gevonden. Deze uitbijters zijn voor Koper niet meegenomen bij de berekeningen omdat de gevonden waarden onwaarschijnlijk hoog zijn en als niet-representatief worden beschouwd.

De gemiddelde waarden per serie zijn berekend voor Cadmium, Kwik en Zink. De uitkomsten staan in bijlage 4a.

Een aantal monsters uit Noord-Brabant bestond uit een combinatie van bermgras en (droge) slootkantbegroeiing. Onderzocht is, of de betreffende monsters afwijkende waarden te zien gaven. Dit bleek niet het geval te zijn. De monsters zijn daarom meegenomen in de analyse.²⁾

²⁾ Voor alle duidelijkheid: dit betekent niet dat de in dit onderzoek ontwikkelde typologie geldig is voor maaisel van droge slootkanten

Vervolgens is gekeken of de getallen van het gegevensbestand statistisch gezien normaal verdeeld zijn. Een normale verdeling van gegevens is voorwaarde voor het uitvoeren van een aantal statistische toetsen. De verdeling bleek erg scheef te zijn, waardoor de meeste statistische toetsen niet van toepassing zijn. Gekozen is daarom, te werken met parameter vrije toetsen en met zogenoemde “percentielwaarden”. Een 95-percentielwaarde van Cadmium van 1,0 bijvoorbeeld betekent dat in 95% van de bermgrasmonsters een Cadmiumgehalte is gemeten dat kleiner is dan 1,0 mg per kg droge stof.

Het aantal waarnemingen is voldoende om uitspraken te kunnen doen over de invloed van tenminste één parameter op de bermgraskwaliteit. Wanneer gewerkt wordt met combinaties van factoren, blijkt dat het aantal waarnemingen voor veel combinaties onvoldoende groot is om hierover betrouwbare uitspraken te kunnen doen.

4.2. Relevante probleemstoffen en parameters

Het aantal ingevoerde data is voldoende groot om voor de meeste parameters uitspraken te kunnen doen. De belangrijkste conclusies zijn:

- ☐ de zware metalen Zink, Cadmium en Kwik zijn de stoffen waarvan de gehalten in de buurt van of boven de toetswaarde komen (bijlage 4b);
- ☐ van de stoffen Arseen, Chroom, Koper, Nikkel en Lood zijn geen verontrustende gehalten aan vervuilende stoffen gemeten (met uitzondering van incidentele, onverklaarbare “uitbijters” voor Koper);
- ☐ de belangrijkste bermparameters waarbij de aangetroffen gehalten probleemstoffen (zink en cadmium) significant van elkaar verschillen zijn: maaitijdstip (voor- en najaar), beheermethode (1 of 2 keer per jaar maaien), ligging van de berm t.o.v. de wind (boven- of benedenwinds) en de aanwezigheid van opgaande beplanting in de berm (wel of niet);
- ☐ er is geen duidelijke relatie gevonden tussen de gehalten aan vervuilende stoffen en de bermparameters verkeersintensiteit, afstand van de monsterlocatie tot de hoofdrijbaan, tijd tussen maaidatum en monsternamen, en aangrenzend landgebruik (zie ook § 3.3.2).
- ☐ bij de meeste zware metalen is er een significant positief verband. Dit geldt bijvoorbeeld in sterke mate voor Cadmium en Zink: als de Cadmiumconcentratie hoog is, dan is ook de Zinkconcentratie hoog. Dit verband is niet gevonden met de Kwikconcentraties.

Een overzicht van de resultaten van de statistische toetsing op hoofdparameters is weergegeven in bijlage 4c. In de bijlage is uitgewerkt waar overschrijdingen van toetswaarden optreden voor de 7 bermparameters die omschreven zijn in § 3.3.2.

In deze bijlage zijn voor de probleemstoffen Cadmium (Cd), Kwik (Hg) en Zink (Zn) de resultaten gepresenteerd. Bij Cadmium is ook Cadmium gecorrigeerd toegevoegd. Hierbij zijn de najaarsdata uit de serie 11.001 met relatief zeer hoge waarden voor Cadmium buiten beschouwing gelaten (zie § 4.1).

Van de 3 probleemstoffen zijn weergegeven: het aantal waarnemingen, het gemiddelde en de 95-percentielwaarde. Tevens is de K-W-waarde vermeld. Dit getal geeft de overschrijdingskans aan bij toetsing volgens Kruskal-Wallis. Bij een K-W-waarde van 0,005 of kleiner worden de gevonden verschillen aangeduid als significant.

In bijlage 4b zijn gearceerd weergegeven de situaties waarbij de 95-percentiel-waarde bij toetsing aan de normen voor zuiveringsslib wordt overschreden. Hieruit blijkt het volgende:

- Zink overschrijdt nergens de 95-percentielwaarde, ook niet wanneer de uitbijters van extreem hoge waarden worden meegenomen. Voor de toetsing aan de normen voor zuiveringsslib is Zink dus geen probleemstof. Bij toetsing aan strengere normen wordt verwacht dat Zink wel problemen op gaat leveren, omdat de gevonden gehalten in een aantal monsters in de buurt van de in dit onderzoek gehanteerde norm komt.
- Voor Kwik wordt de 95-percentielwaarde overschreden bij de bermparameters “bovenwinds” en bij “beheer van 1x per jaar maaien”. Eerder was al geconstateerd dat het gedrag van Kwik erg onvoorspelbaar was.
- Nadere analyse van de factor Kwik in het gegevensbestand leidt tot de volgende conclusie: **Het maken van een typologie voor Kwik is met de huidige gegevens niet mogelijk:**
 - Ongeveer de helft van de beschikbare monsters kan niet worden meegenomen, omdat hierin geen Kwikbepalingen zijn uitgevoerd.
 - Bij de resterende ca. 170 waarnemingen is er sprake van zeven normoverschrijdingen. Dit aantal overschrijdingen is te gering om bij een aantal van 170 waarnemingen nog een nadere onderverdeling te maken aan de hand van een bermtypologie en tegelijk nog betrouwbare uitspraken te kunnen doen over het 95%-percentiel.
 - Er is geen duidelijke relatie gevonden tussen Kwik en andere contaminanten. Dit betekent dat de typologie op basis van Cadmium- en Zinkoverschrijdingen geen voorspellende waarde heeft voor de Kwik-gehalten.
 - Het verdient aanbeveling meer monsternames van Kwik te verzamelen. Er komen in ieder geval normoverschrijdingen voor (dus het is in wezen een probleemstof) en bij een groter aantal gegevens kunnen betrouwbare uitspraken worden gedaan over een mogelijke relatie tussen bermparameters en deze Kwik-gehalten.
- Voor Cadmium wordt de 95-percentielwaarde overschreden bij de bermparameters “benedenwinds” “najaar” en “beplanting aanwezig”. Cadmium is daarmee de enige stof waarvoor het in dit databestand zinvol is te onderzoeken of parameters kunnen worden gecombineerd, waardoor een typologie van verschillende bermgras-kwaliteiten ontstaat.

Indien parameters worden gecombineerd, dan zakt het aantal beschikbare waarnemingen soms per combinatie tot erg lage aantallen. Bij de interpretatie van de tabellen moet hier rekening mee worden gehouden.

De resultaten van statistische analyse van gecombineerde parameters voor Cadmium staan in bijlage 4d.

Over de bronnen van verontreiniging van de 3 probleemstoffen is informatie opgenomen in bijlage 3.

5. TYPOLOGIE BERMGRASKWALITEIT

De geselecteerde probleemstoffen en parameters zijn aan elkaar gerelateerd (zie bijlage 4). Ook is gekeken, in hoeverre verschillende parameters aan elkaar gekoppeld kunnen worden (bijvoorbeeld benedenwinds en beplant).

De data zijn getoetst aan de normen volgens de het BOOM voor zuiveringsslib, uitgaande van een gift van 2 ton droge stof per hectare per jaar (zie § 3.4).

Uit de analyse van de data is gebleken dat er 2 clusters van waarnemingen zijn waarin extreem hoge waarden voorkomen van Cadmium, respectievelijk Kwik. Het wel of niet meenemen van deze clusters blijkt van grote invloed te zijn op de conclusies omtrent de geschiktheid van bermgras als bodemverbeteraar.

Wanneer beide clusters buiten beschouwing worden gelaten, voldoet al het bermgras aan de normen voor zuiveringsslib.

Het is niet zinvol om verder te gaan rekenen met de factor Kwik, zolang niet meer gegevens over deze stof beschikbaar zijn, kunnen geen betrouwbare uitspraken worden gedaan over de relatie tussen bermparameters en kwik-gehalten.

Wanneer alle series (clusters) worden meegenomen bij de statistische analyse, inclusief de serie met relatief hoge waarden voor Cadmium, ontstaat de typologie die in tabel 5 is uitgewerkt. Deze typologie is gebaseerd op de gevonden gehalten cadmium en geldt voor alle in dit onderzoek betrokken zware metalen (en arseen) met uitzondering van kwik.

Tabel 5. Voorlopige bermgrastypologie (waarnemingen van Kwik zijn hierin buiten beschouwing gelaten)

Bermtype	In principe geschikt (dwz >95% vol- doet)	Mogelijk geschikt: (dwz >50% vol- doet)	In principe ongeschikt (dwz <50% vol- doet)
4. • voorjaarsmaaisel én: • 2 keer per jaar maaien • met of zonder beplanting • boven- of benedenwinds			
5. • najaarsmaaisel én: • bovenwindse bermen • met of zonder beplanting • 1 of 2 keer per jaar maaien			
6. • najaarsmaaisel én: • benedenwindse bermen • met of zonder beplanting • 1 of 2 keer per jaar maaien			

6. DISCUSSIE: AANDACHTSPUNTEN BIJ DE TYPOLOGIE

- Een belangrijke factor voor de bermgraskwaliteit is de bermhistorie. Wanneer in de berm calamiteiten hebben plaatsgevonden (lekkages van verontreinigende stoffen of toepassing van bestrijdingsmiddelen) zal dit kunnen leiden tot verontreinigd bermgras. Bermgras van dergelijke locaties komt niet in aanmerking voor hergebruik. De bermhistorie is echter een factor die niet structureel gemeten kan worden. Een goede registratie van gebeurtenissen moet daarom leiden tot het apart houden van bermgras op dergelijke locaties.
- Bermgras bevat fosfaat en stikstof. Wanneer bermgras wordt ondergewerkt, telt dit mee voor de mestgift volgens het MINAS, ook wanneer de toegediende stikstof en fosfaat niet effectief blijken te zijn. Van 120 monsters is het gehalte aan fosfaat bekend. De gemiddelde waarde bedraagt 6,27 g fosfaat/kg droge stof met een minimale waarde van 1,4 ; een maximale waarde van 10,0 en een standaardafwijking van 1,58. Dit komt overeen met een gemiddelde van 6,27 kg fosfaat per ton droge stof bermgras. Bij een gift van 2 ton droge stof per jaar wordt dus gemiddeld 12,5 kg fosfaat opgebracht. De aanvoernorm van het MINAS bedraagt vanaf 2002 80 kg fosfaat per hectare per jaar voor bouwland. Nader onderzoek naar de bemestende waarde van bermgras is uitgevoerd door Zwart, 2001.
- Er zijn naar verwachting meer parameters die de bermgraskwaliteit kunnen beïnvloeden, maar waarvan onvoldoende gegevens bekend zijn. Te denken valt aan de afwerkingslaag van de weg (dicht of zeer open asfaltbeton), het vegetatietype van de berm, de aanwezigheid van verkeerslichten, het voorkomen van files. De invloed van deze factoren zou nader onderzocht moeten worden om de typologie te kunnen verfijnen.
- In een deel van de gegevens waarmee de typologie is opgesteld ligt een zwaartepunt op relatief sterk verontreinigde bermen. In de onderzoeken die de basis vormen voor het gegevensbestand is veelal bewust gekozen voor plaatsen waar hoge concentraties aan verontreinigde stoffen worden verwacht. De typologie kan daarom in dit opzicht beschouwd worden als een “worst case”-scenario. Dit geldt ook voor de wijze waarop met detectiegrenzen is omgegaan. Van monsters met gevonden concentraties onder de detectiegrens is aangenomen dat het gelate gelijk aan de detectiegrens is.
- Het onderzoek is gebaseerd op elf meetseries. Een deel van deze monsterlocaties is gekozen omdat men hier relatief hoge gehalten zware metalen verwachtte. Het verdient aanbeveling de in dit onderzoek ontwikkelde typologie te toetsen aan meetseries van andere locaties.

- Het aantal waarnemingen is voldoende om uitspraken te kunnen doen over de invloed van één parameter op de bermgraskwaliteit. Wanneer gewerkt wordt met combinaties van bermparameters, blijkt dat het aantal waarnemingen van veel combinaties statistisch gezien onvoldoende is om betrouwbare uitspraken te kun-

nen doen. Uiteraard is het aantal waarnemingen van de combinaties bermparameters in de nu ontwikkelde milieutypologie wel voldoende groot.

- Het gedrag van Kwik lijkt op basis van de huidige gegevens onvoorspelbaar. Er is een duidelijke correlatie gevonden tussen de gehalten aan verschillende zware metalen: als bijvoorbeeld het gehalte aan Cadmium hoog is, is het gehalte aan Zink ook relatief hoog. Kwik vormt hierop echter een uitzondering: er is geen significante relatie gevonden tussen de Kwikgehalten en de andere metaalgehalten. In 1998 zijn bij één onderzoek op een aantal plaatsen hoge Kwikgehalten gemeten. Deze gehalten zijn bij herhaling van het onderzoek op dezelfde locaties in 1999 en 2000³⁾ niet teruggevonden.

Kwik blijkt voor de analyse door laboratoria een lastige stof te zijn. De stof is contaminatie-gevoelig en bovendien vluchtig. Dit betekent dat hele goede afspraken met de laboratoria gemaakt moeten worden over de methode van voorbehandeling: voor Kwikanalyse mag maximaal op 40 graden worden gedroogd. Voor het verfijnen van de bermgrastypologie is het gewenst om over meer gegevens met betrekking tot Kwikgehalten te kunnen beschikken.

Het maken van een typologie voor Kwik is met de huidige gegevens niet mogelijk. Kwik blijft voorlopig een aandachtsstof bij de analyse.

³⁾ De betreffende gegevens van 2000 zijn niet in dit onderzoek verwerkt

7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

7.1. Conclusies

Op basis van de voor dit onderzoek beschikbare gegevens zijn de volgende conclusies getrokken.

- ☐ Het meeste bermgras voldoet aan de milieuhygiënische normen voor zuiveringsslib, uitgaande van een dosering van maximaal 2 ton droge stof per hectare per jaar.
- ☐ Bermgras afkomstig van benedenwindse bermen die in het najaar worden gemaaid kan (te) hoge gehalten aan Cadmium bevatten. Deze conclusie geldt alleen voor de berekeningen waarbij alle waarnemingen worden meegenomen.
- ☐ Wanneer één van de 11 meetseries met relatief hoge waarden voor Cadmium in het najaar buiten beschouwing wordt gelaten, is de conclusie dat alle bermgras geschikt is voor toepassing als bodemverbeteraar, indien getoetst aan de normen voor zuiveringsslib. Of deze conclusie juist is kan pas worden vastgesteld wanneer duidelijk is in hoeveel meetseries dergelijke hoge gehalten voor Cadmium verwacht kunnen worden.
- ☐ Kwik gedraagt zich tot nu toe onvoorspelbaar. De huidige gegevens van Kwik zijn niet geschikt om uitspraken te doen over de geschiktheid van bermgras als bodemverbeteraar. Nader onderzoek is nodig om gefundeerde uitspraken te kunnen doen.
- ☐ De zware metalen Zink, Cadmium en Kwik zijn stoffen die in relatief hoge concentraties in bermgras kunnen voorkomen. Wanneer toetswaarden worden gebruikt die strenger zijn dan die van zuiveringsslib, of wanneer bermgras in grotere hoeveelheden per hectare wordt opgebracht, is het noodzakelijk om naast Cadmium ook de resultaten van Zink in de toetsing te betrekken.
- ☐ Van de stoffen Arseen, Chroom, Koper, Nikkel en Lood zijn geen verontrustende gehalten aan vervuilende stoffen gemeten (met uitzondering van twee incidentele, onverklaarbare "uitbijters" voor Koper);
- ☐ De belangrijkste bermparameters waarbij op basis van de huidige gegevens de aangetroffen gehalten probleemstoffen van elkaar verschillen zijn: maaitijdstip (voor- en najaar), beheermethode (1 of 2 keer per jaar maaien), ligging van de berm t.o.v. de wind (boven- of benedenwinds) en de aanwezigheid van opgaande beplanting in de berm (wel of niet).
- ☐ Er is geen duidelijke relatie gevonden tussen de gehalten aan vervuilende stoffen en de bermparameters verkeersintensiteit, afstand van de monsterlocatie tot de hoofdrijbaan, tijd tussen maaidatum en monstername, en aangrenzend landgebruik (zie ook § 3.3.2). Voor combinaties van deze bermparameters zijn in de meeste gevallen in de gebruikte gegevensset onvoldoende aantallen monsters aanwezig om statistisch verantwoorde uitspraken te doen.
- ☐ Tussen de gehalten Cadmium en Zink bestaat een sterk onderling verband. Als de Cadmiumconcentratie hoog is, dan is ook de Zinkconcentratie hoog. Zo'n verband is tussen de meeste zware metalen gevonden. Dit geldt nadrukkelijk niet voor de Kwik-concentraties. Deze vertonen geen (positief) verband met de gehalten van de andere zware metalen en arseen.

- Voor het verfijnen van de bermgrastypologie is het gewenst om over meer gegevens met betrekking tot Kwikgehalten te kunnen beschikken en over meer meetseries van alle zware metalen en arseen.
- De ontwikkelde milieutypologie geldt alleen indien de BOOM-normen en toegestane uitrijhoeveelheden voor zuiveringsslib van toepassing zijn. Indien deze wijzigen zal de milieutypologie hieraan moeten worden aangepast.

7.2. Aanbevelingen

- Gewenst is, dat het gegevensbestand wordt aangevuld met gegevens uit 2000 en dat daarna een nieuwe toetsing wordt uitgevoerd. Hiermee kan de (voorlopige) bermgrastypologie worden getoetst en zo nodig worden verfijnd.
- Noodzakelijk voor een goede vergelijkbaarheid van gegevens is, dat alle bermgrasmonsters volgens dezelfde methode worden bemonsterd, voorbehandeld en geanalyseerd. Voorgesteld wordt, om hierover met laboratoria eenduidige, gestandaardiseerde afspraken te maken. De analyse van Kwik vraagt bijzondere aandacht.
- Belangrijk is ook, om met de betreffende laboratoria goede afspraken te maken over de detectiegrenzen: de detectiegrenzen moeten in ieder geval lager liggen dan de toetswaarden.
- Gewenst is, dat parameters die nog niet zijn onderzocht en waarvan wel een invloed op de bermgraskwaliteit verwacht kan worden, alsnog worden onderzocht. Te denken valt aan de parameters afwerkingslaag van de weg (dicht of zeer open asfaltbeton), het vegetatietype van de berm, de aanwezigheid van verkeerslichten, en files.

LITERATUUR

- Boer, T.W. de, L.A.P. Lotz, J.J.L. Sluijsmans en K.B. Zwart, 1997.** *Onderzoek naar de bodemverbeterende eigenschappen van bermmaaisel op landbouwgronden. Fase I: Literatuurstudie en laboratoriumproeven.* - Instituut voor Agrobiologisch en Bodemvruchtbaarheidsonderzoek (AB-DLO), Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen.
- Boo, W. de, 1997.** *Voederkwaliteit bermgras provinciale wegen Zuid-Holland.* - De Boo en Partners, Bleiswijk.
- Boo, W. de, 1997.** *Voederkwaliteit bermgras rijkswegen Noord-Brabant voorjaar 1997.* - De Boo en Partners, Bleiswijk.
- Centraal Veevoederbureau, 1998.** *Voedernormen landbouwhuisdieren en voederwaarde veevoerders. Verkorte tabel 1998.* - CVB, Lelystad.
- Coördinatie-Commissie voor de metingen van Radioactiviteit en Xenobiotische stoffen, 1993.** *Metingen van Radioactiviteit en Xenobiotische stoffen in het milieu in Nederland 1991.*
- De Groene Ruimte, 1994.** *Onderzoek milieu-aspecten bij het onderhoud van bermen en sloten.* - De Groene Ruimte, Wageningen.
- De Groene Ruimte, 1998.** *Concept-richtlijn voor bepaling van milieu-hygiënische kwaliteit van berm- en slootmaaisel in Noord-Brabantse gemeenten.* - De Groene Ruimte, Wageningen.
- De Groene Ruimte, 1999.** *Meetnet Bermgraskwaliteit Provincie Gelderland, Resultaten 1998.* - De Groene Ruimte, Wageningen.
- De Groene Ruimte, 1999.** *Monitoring Bermgras Provincie Noord-Brabant 1998.* - De Groene Ruimte, Wageningen.
- De Groene Ruimte, 2000.** *Bermgraskwaliteit Provincie Gelderland, Rapportage Risicolocaties 1999.* - De Groene Ruimte, Wageningen.
- De Groene Ruimte, 2000.** *Monitoring Bermgras Provincie Noord-Brabant 1999.* - De Groene Ruimte, Wageningen.
- Janssen, J.W.M., P.H. Hotsma en P. Bonnier, 1999.** *Milieutoets meststoffen.* Informatie en KennisCentrum Landbouw, Ede.
- Provincie Gelderland, 1997.** *Handreiking groenafvalbeleid Gelderland - Provincie Gelderland, Arnhem.*
- Rijkswaterstaat, 1993.** *Oriënterende studie naar de emissies van zware metalen, PAK, asbest en olie door het wegverkeer.* Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.
- Rijkswaterstaat, 1994.** *De chemische kwaliteit van bermgras. DWW-wijzer nr. 62.* Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.
- Rijkswaterstaat, 1995.** *Microverontreinigingen langs rijkswegen: een evaluatie.* Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Delft.
- Staatscourant 138, 1999.** *Ontwerp-wijziging Besluit gebruik dierlijke meststoffen 1998 en Besluit kwaliteit en gebruik overige organische meststoffen.* - SDU, Den Haag.
- Zwart, K.B., 2001.** *De bemestende waarde van bermmaaisel, slootmaaisel en heuideplag-sel.* - Plant Research International B.V., Wageningen.

Zweerde, W. Van der, R.M.W. Groeneveld, N. Van Dijk, P.C. Scheepens en L.A.P. Lotz, 2001. *Benutting bermmaaisel op landbouwgronden: onkruideffecten.* - Plant Research International B.V., Wageningen.

BIJLAGEN

Bijlage I. Bemonsteringsmethode bermgras

Project 09.001 - 09.004: Provincie Zuid-Holland

In 1993 en 1995 zijn de monsters verzameld binnen de maaizone (vanaf 1,5 m vanaf van de wegrand), omdat het gewas in deze zone in aanmerking komt voor composteren of afzet als veevoer. Parallel aan de weg zijn per locatie 3 (of, in 1993, soms 2 maal 3) monsters genomen. Deze 3 monsters zijn gemengd, zodat per locatie één (of in 1993 soms 2) mengmonsters zijn verkregen. Op de locatie te Nieuw-Lekkerland zijn in 1993 2 mengmonsters genomen op verschillende afstanden van de weg. Als referentie voor de afstand tot de weg wordt steeds de rand van de verharding aangehouden.

De monsters zijn verzameld door het plaatsen van een ongelakt vurenhouten latten-raam van 1 bij 1 meter. Het gewas binnen dit raam is volledig verzameld door het met een heggeschaar tot 5 cm van de grond af te knippen. De monsters zijn verzameld in plastic vuilniszakken en direct vervoerd naar het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek (BLGG) te Oosterbeek voor analyse.

In 1993 is bemonsterd op 1 juni en op 16 september. In 1995 is bemonsterd op 8 mei.

In 1997 en 1999 zijn na het maaien tijdens de oogstwerkzaamheden mengmonsters genomen vanuit de wiersen, voordat het bermgras door landbouwwerktuigen werd opgehaald en/of gebaald. Er zijn geen monsters genomen van:

- gemaaid maar niet bij elkaar geharkt gras;
- opgeraapt gras in wagens;
- gebaald gras;
- nat materiaal dat voorlopig nog niet door de aannemer uit de berm wordt verwijderd;
- gras dat afkomstig is van de strook van 1 meter langs het wegdek.

Bij de monsternamen uit de wiersen zijn zwerfvuil en aanhangende grond vermeden. Per wegkant op een onderlinge afstand van 100 meter zijn 3 monsters genomen, waaruit 1 mengmonster is samengesteld.

De bemonstering en chemische analyse zijn in 1997 in de maanden mei, juni en juli en in 1999 in de maanden juni, juli en augustus uitgevoerd. De chemische analyse is uitgevoerd door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek (BLGG) te Oosterbeek.

Aangezien in 1993 en in 1995 de monsters van vers gras waren genomen, is in dit onderzoek ook 1 vers grasmonster genomen van weg N441. Dit is een locatie die niet ecologisch wordt beheerd maar regelmatig wordt geklepeld.

Project 00.201: Rijkswaterstaat Noord-Brabant

De monsternamen zijn in 1997 verricht door de aannemers die de groenbestekken uitvoerden. Het bermgras heeft eerst maximaal 9 dagen op de berm liggen drogen. Vervolgens zijn plukmonsters van het bermgras genomen op het moment dat het bermgras op rullen/wiersen is verwerkt, vlak voor de verwerking van het bermgras tot rollen. Hiermee is de kwaliteit van het aan de agrarische sector te leveren bermgras zo dicht

mogelijk benaderd. Er bestaat echter de indruk dat de monsters niet altijd vlak voor het persen tot grasrollen zijn genomen.

Per kilometer rijksweg is één mengmonster genomen. Dit is alternerend tussen de twee bermzijden gebeurd. Er is alternerend bemonsterd omdat uit eerdere onderzoeken is gebleken dat de wind invloed heeft op de depositie van de verontreinigingen. Het mengmonster bestaat uit plukmonsters van één kilometer rijksweg. Om de 200 meter is een plukmonster uit de wiers/rul genomen. Bij meerdere wiersen zijn op dezelfde manier 6 plukmonsters genomen. In totaal zijn 71 mengmonsters verzameld. Tevens zijn 5 "verse" mengmonsters verzameld voor de analyse op PAK's en organochloorbestrijdingsmiddelen.

De mengmonsters zijn zowel op chemische kwaliteit als op veevoederwaarde geanalyseerd. Het chemische pakket is zoveel mogelijk in overeenstemming met de eerder door de Dienst Weg- en Waterbouwkunde uitgevoerde onderzoeken naar de chemische kwaliteit van bermgras. Het veevoederwaardenpakket is opgesteld met behulp van de Handleiding Voederwaardenberekening Ruwvoerders van het Centraal Veevoeder Bureau.

Overige projecten

De overige projecten zijn alle door De Groene Ruimte op vrijwel dezelfde wijze bemonsterd. Het betreft de projecten:

- Provincie Gelderland, 1998 en 1999
- Provincie Noord-Brabant, 1993, 1998 en 1999
- 11 gemeenten in noordoost-Brabant, 1998 en 1999

Bij provinciale wegen bestaat een bemonsteringslocatie uit een bermtraject van 100 m lengte, gelegen tussen twee hectometerpaaltjes. Bij gemeentelijke wegen is een bemonsteringslocatie een bermtraject van 1 kilometer lengte. Elke locatie wordt aangeduid met een uniek nummer.

Kort voor het maaien door de aannemer zijn de bemonsteringslocaties gemaaid. Kort na het maaien zijn de monsters van het bermgras genomen. De monsters van 1 project zijn zoveel mogelijk op dezelfde dag genomen.

Het monster is per locatie verzameld in een plastic vuilniszak, of in een emmer van ca 30 liter. Deze emmers zijn gegarandeerd vrij van vervuilende stoffen. Per te nemen monster is een nieuwe latex-handschoen gebruikt. Dit is gedaan om te voorkomen dat het monster wordt verontreinigd met stoffen uit een ander monster.

Per bemonsteringslocatie is een mengmonster samengesteld door meerdere kleine hoeveelheden bermgras verspreid over het hele proefvak te verzamelen. Op een afstand van 10 m (provinciale wegen) of 100 m (gemeentelijke wegen) in lengterichting vanaf het eerste hectometeringspaaltje (of wanneer deze niet aanwezig is: vanaf het begin van de monsterlocatie) zijn drie plukken bermgras genomen: één op 0,5 meter van de insteek van de sloot of bermeinde, één in het midden en één op ongeveer 0,5 meter van de bebakeningsstrook. Dit is herhaald op 30, 50, 70 en 90 meter (provincia-

le wegen) of op 300, 500, 700 en 900 m (gemeentelijke wegen) vanaf het begin van het proefvak. Omdat er op deze wijze vaak bij smalle bermen langs de provinciale wegen maar weinig bermgras kon worden verzameld (minder dan driekwart van een emmer) is hier om de 10 meter bermgras verzameld (10 m, 20 m, 30 m, etc. vanaf het begin van het vak). Bij de gemeentelijke wegen is ook slootmaaisel verzameld, indien aanwezig, en toegevoegd aan het bermgrasmonster.

In de strook van 1,5 meter langs de verharding is in principe niet bemonsterd, omdat deze doorgaans geklepeld wordt en er geen bermgras afgevoerd wordt. Bij smalle bermen (bermbreedte kleiner dan ca 3 m) was het in een aantal gevallen niet mogelijk om het maaisel van de bebakeningsstrook en het overige deel van de berm van elkaar te onderscheiden, omdat het maaisel van de gehele berm bij elkaar was geschoven. Bij 1 project (project 93111, provincie Noord-Brabant) is juist specifiek alleen in de eerste 1,5 meter langs de verharding bemonsterd.

Bijlage 2. Analysemethode bermgras

Onderstaande voorbehandeling en analyse van de monsters gelden voor de projecten Provincie Gelderland, 1998 en 1999, Provincie Noord-Brabant, 1993, 1998 en 1999 en de 11 gemeenten in noordoost-Brabant, 1998 en 1999.

Voorbehandeling

Voor de bepaling van OCB's is vers materiaal nodig. Van de monsters waarvoor OCB's bepaald zijn is eerst een submonster van het verse materiaal genomen. Van dit submonster zijn de gehalten aan OCB's bepaald.

Voor de overige bepalingen is gedroogd materiaal nodig. Hiertoe is het overige deel van het monster in zijn geheel gedroogd. Vervolgens is het gehele gedroogde monster versneden tot een afgesproken deeltjesgrootte (doorgaans ca. 1 - 5 mm.). Pas daarna is van het gedroogde materiaal een submonster genomen ten behoeve van de analyses.

Analysemethode

In de onderstaande tabel worden per stof de verschillende toegepaste analysemethoden aangegeven.

Stof	Analysemethode
Arseen	AAS, ICP, vlamoven/grafietoven, NEN 5760, NVN 7323
Cadmium	ICP, AAS, ontsluiting via NEN 6465
Chroom	ICP, AAS, NVN 7222
Koper	ICP, AAS, ontsluiting via NEN 6465
Kwik	Vlamoven, 5779 meting NVN 73324/afgeleid van ontwerp-NEN 5779
Nikkel	ICP, AAS, NVN 7222
Lood	ICP, AAS, NVN 7222
Zink	ICP, AAS, NVN 7222
OCB's	GC, afgeleid 2e ontwerp NEN 5734 en ontwerp NEN 5718
PAK's	HPLC, afgeleid 2e ontwerp NEN 5771/afgeleid van 2e ontwerp NEN 5731
Cyanide	EPA 335.3, ontwerp NEN 6655
Fosfaat	NEN 6663
Stikstof	NEN 6641 en NEN 6652

Bijlage 3. Bronnen van verontreiniging

Een belangrijke bron van verontreiniging vormt de weg inclusief het wegverkeer. De verontreiniging bestaat uit ondermeer zware metalen en organische verbindingen (o.a. PAK's en olie).

De zware metalen zijn afkomstig van voertuigen, deels als gevolg van slijtageprocessen, deels als onderdeel van uitlaatgassen. Ook wegmeubilair en verkeersbegeleidende voorzieningen (vangrails wegbewijzeringsborden) kunnen een bron zijn (o.a. Zink uit verzinkte ijzeren palen).

De PAK's en oliën zijn hoofdzakelijk afkomstig uit uitlaatgassen maar zijn ook aanwezig in asfalt.

Zout, afkomstig van wegezout is in principe ook als verontreiniging aan te merken omdat in hoge concentraties schadelijk is voor de vegetatie langs de weg (onder andere bomen en struiken), maar het gaat hierbij niet om een natuurvreemde stof en zowel natrium als chloride worden daarom niet aangemerkt als ongewenste stof.

Als fijn stof of als aerosol verspreiden de verontreinigingen zich in de omgeving van de weg, waarbij ze als droge of natte (neergeslagen door de regen) depositie in de berm terecht komen. Verontreinigingen die op de weg zijn achtergebleven worden daarnaast ook met regenwater weggespoeld naar de bermstrook direct langs de weg of met door het verkeer opspattend regenwater over grotere afstand van de weg verspreid.

Cadmium

Vervuiling met Cadmium ontstaat vooral ten gevolge van de productie en het gebruik van meststoffen, door afvalverbranding en door de metaalindustrie (CCRX, 1993). Het aandeel van het wegverkeer (met name door bandenslijtage en brandstof) aan de totale vervuiling met Cadmium bedraagt circa 6% (Rijkswaterstaat, 1993). Cadmium in de lucht slaat vrij snel neer.

Kwik

De belangrijkste emissiebronnen naar lucht zijn afvalverbrandingsinstallaties en de verbranding van olie en steenkool. De belangrijkste emissiebronnen naar oppervlaktewater zijn rioolwaterzuiveringsinstallaties, de kunstmestindustrie, tandheelkunde en atmosferische depositie (CCRX, 1993).

Zink

Luchtvervuiling met Zink ontstaat voornamelijk door industrie en afvalverbranding. Belasting van de bodem met dit metaal wordt voor 90% veroorzaakt door het gebruik van dierlijke mest en kunstmest (CCRX, 1993). Het aandeel van het verkeer in de vervuiling met Zink bedraagt ca. 4% en is voornamelijk afkomstig van bandenslijtage en verzinkt wegmeubilair, zoals geleiderails (Rijkswaterstaat, 1993).

Bijlage 4. Statistische analyse van de gegevens

BIJLAGE 4A: GEMIDDELDE WAARDEN VAN CADMIUM, KWIK EN ZINK (IN PPM) PER SERIE VAN WAARNEMINGEN

Toelichting:

N-waarn.: aantal waarnemingen

K-W: overschrijdingskans bij de toets van Kruskal-Wallis (ANOVA, parametervrij)

Serie	Cd	N-waarn.	Hg	N-waarn.	Zn	N-waarn.
00.201	0,21	37	0,05	1	56,1	42
1160x	0,44	47	0,1	47	97,4	47
06.001	0,21	119	0,23	118	58,6	119
06.002	0,25	20	0,02	19	59	19
09.001	0,08	12		0	30,3	12
09.002	0,08	9	0,02	2	28,4	9
09.003	0,41	7	0,1	7	44,1	7
09.004	0,12	8	0,03	8	26,1	8
11001	1,91	20		0	102,5	20
11002	0,38	28		0	98,8	28
11003	0,28	28		0	67,3	28
K-W	0,0000		0,0000		0,0000	

BIJLAGE 4B: GEMIDDELDE WAARDEN VAN DE ONDERZOCHE STEOFFEN (IN PPM) IN HET GEHEEL AAN MEETSERIES

Toelichting:

Stdev : Standaardafwijking van het gemiddelde

95 pctl : 95 percentielwaarde

N-waarn. : aantal aanwezige data

Waarden waarbij de norm wordt overschreden zijn grijs gearceerd aangegeven

Contaminant	Gemiddeld	StDev.	Mediaan	95 pctl	Minimum	Maximum	N-waarn.	Norm
As	0,70	1,07	0,50	2,75	0,07	1,14	209	15
Cd	0,36	0,53	0,20	1,00	0,01	5,00	334	1,25
Cr	3,35	6,19	2,00	12,00	0,50	54,00	229	75
Cu	9,50	4,60	9,00	19,00	2,50	39,00	334	75
Hg	0,16	0,39	0,10	0,30	0,01	4,30	202	0,75
Ni	2,62	2,57	2,00	7,00	0,10	26,00	229	30
Pb	6,84	7,30	4,90	23,40	0,50	55,00	283	100
Zn	67,43	44,68	60,00	130,00	14,00	420,00	339	300

BIJLAGE 4C: RELATIE TUSSEN DE PROBLEEMSTOFFEN CADMIUM, KWIK EN ZINK (GEMIDDELDEN, IN PPM VAN DE DROGE STOF) EN EEN AANTAL BERMPARAMETERS

Toelichting algemeen

- N-waarn. : aantal waarnemingen c.q. data per combinatie
- 95 pctl : 95 percentielwaarde c.q. –grens van het gemiddelde
- K-W : overschrijdingskans bij de toets van Kruskal-Wallis (ANOVA, parametervrij)

De waarden waarbij de norm wordt overschreden zijn grijs gearceerd weergegeven.

1. Invloed van de ligging ten opzichte van de overheersende windrichting

Contaminant	Boven	95 pctl	N-waarn.	Beneden	95 pctl	N-waarn.	K-W
Cd	0,23	0,50	80	0,45	1,76	203	0,0014
Hg	0,27	1,46	47	0,13	0,30	124	0,7123
Zn	56,07	119,50	80	75,25	130,00	203	0,0009
Cd-corr.	0,23	0,50	80	0,29	0,50	183	0,0300

2. Invloed van het seizoen (verschil voorjaars- en najaarsmaaisels)

Contaminant	Voorjaar	95 pctl	N-waarn.	Najaar	95 pctl	N-waarn.	K-W
Cd	0,19	0,49	133	0,47	1,78	201	0,0000
Hg	0,15	0,48	71	0,17	0,30	131	0,1775
Zn	47,73	102,10	133	80,38	130,00	201	0,0000
Cd-corr.	0,18	0,45	127	0,32	0,50	187	0,0000

3. Invloed van het beheer. 1 x maaien (1M) versus 2 x maaien (2M)

Contaminant	1M	95 pctl	N-waarn.	2M	95 pctl	N-waarn.	K-W
Cd	0,33	0,94	38	0,17	0,40	136	0,0000
Hg	0,16	1,05	38	0,19	0,72	116	0,9292
Zn	82,50	132,00	38	44,80	80,00	136	0,0000
Cd-corr.	0,33	0,94	38	0,17	0,40	136	0,0000

4. Invloed van de afstand tot de weg, c.q. of het maaisel direct langs de rijbaan (ja) of op enige afstand (nee) daarvan is verzameld

Contaminant	Ja	N-waarn.	Nee	N-waarn.	K-W
Cd	0,41	232	0,26	65	0,2861
Hg	0,19	151	0,10	50	0,0517
Zn	70,03	232	65,49	65	0,1163

5. Invloed van de aan- (ja) of afwezigheid (nee) van een opgaande bermbeplanting

Contaminant	Ja	95 pctl	N-waarn.	Nee	95 pctl	N-waarn.	K-W
Cd	0,48	2,71	118	0,32	1,00	164	0,0001
Hg	0,15	0,28	84	0,19	1,28	102	0,0003
Zn	77,28	130,00	118	66,26	130,00	164	0,0001
Cd-corr.	0,30	0,50	108	0,25	0,58	154	0,0001

6. Invloed van de verkeersintensiteit (in aantal voertuigen per etmaal)

1. > 25.000
2. 20.000 - 25.000
3. 15.000 - 20.000
4. 10.000 - 15.000
5. 5.000 - 10.000
6. 2.500 - 5.000
7. < 2.500

Contaminant	1	2	3	4	5	6	7	K-W
Cd	0,24	0,10	0,30	0,51	0,24	0,49	0,35	0,0000
N-waarn..	46	8	54	71	76	36	35	
Hg	0,26	0,13	0,08	0,25	0,20	0,10	0,10	0,0982
N-waarn..	12	3	18	38	61	31	35	
Zn	61,39	35,31	71,86	66,71	58,81	68,78	83,09	0,0003
N-waarn..	46	8	54	71	76	36	35	

7. Invloed van het gebruik van de aangrenzende percelen

A: akker
 AG: agrarisch (onbekend van welke aard)
 BB: bebouwing
 BP: beplanting
 G: grasland
 GA: grasland + akker
 NA: natuurgebied
 WE: weg

Contaminant	A	AG	BB	BP	G	GA	NA	WE	K-W
Cd	0,31	0,16	0,30	0,33	0,21	0,30	0,33	0,35	0,0000
N-waarn..	39	37	11	38	85	10	22	11	
Hg	0,16	0,06	0,11	0,24	0,19	0,10	0,09	0,10	0,0044
N-waarn..	35	18	7	27	79	10	6	1	
Zn	79,74	32,22	78,18	77,37	53,64	77,80	80,45	91,00	0,0000
N-waarn..	39	37	11	38	85	10	22	11	

8. Invloed van de periode (in aantal dagen) tussen maaien en monstername

Dagen	Cd	N-waarn.	Hg	N-waarn.	Zn	N-waarn.
0	0,43	27	0,10	24	110,93	27
1	0,28	45	0,19	44	78,36	45
2	0,13	34	0,22	34	38,21	34
3	0,36	18	0,08	15	80,67	18
4	0,22	10	0,10	10	53,70	10
5	0,14	15	0,40	3	39,07	15
6	0,11	8	0,05	3	30,39	8
7	0,18	26	0,13	26	51,08	26
8	1,25	14	1,00	5	92,57	14
9	0,40	1	--	0	68,00	1
10	0,33	3	0,10	2	55,00	3
11	0,25	2	0,10	1	67,50	2
13	0,30	1	--	0	130,00	1
19	0,35	2	0,10	2	51,00	2

**BIJLAGE 4D : UITWERKING VAN DE GECOMBINEERDE WEGPARAMETERS VOOR CADMIUM
(GEMIDDELDE WAARDEN, IN PPM VAN DE DROGE STOF)**

Toelichting:

Seizoen

- Voorjaar : bemonstering (c.q. maaien) is uitgevoerd in het voorjaar
- Najaar : bemonstering (c.q. maaien) is uitgevoerd in het najaar

Beheer

- 1M : maaifrequentie is één maal per jaar (najaar)
- 2M : maaifrequentie is twee maal per jaar (voorjaar en najaar)

N-waarn. : aantal waarnemingen per combinatie

95 pctl : 95 percentielwaarde van het gemiddelde

Combinaties waarbij de norm van 1,25 ppm worden overschreden zijn grijs gearceerd aangegeven.

	N-waarn.	Gemiddeld	Mediaan	95 pctl
Seizoen / beheer	174	0,20	0,15	0,50
Voorjaar, 1M	geen data			
Voorjaar, 2M	86	0,16	0,10	0,41
Najaar, 1M	38	0,33	0,30	0,94
Najaar, 2M	50	0,19	0,20	0,37
Wind / beheer	143	0,21	0,14	0,50
Bovenwinds, 1M	13	0,29	0,30	0,50
Bovenwinds, 2M	37	0,15	0,10	0,41
Benedenwinds, 1M	23	0,35	0,30	0,99
Benedenwinds, 2 M	70	0,18	0,10	0,40
Beplanting aanwezig / beheer	159	0,20	0,11	0,50
Beplanting, 1M	21	0,38	0,40	0,90
Beplanting, 2M	36	0,17	0,10	0,42
Geen beplanting, 1M	17	0,26	0,20	1,00
Geen beplanting, 2M	85	0,15	0,10	0,30

	N-waarn.	Gemiddeld	Mediaan	95 pctl
Seizoen / wind	283	0,38	0,25	1,24
Voorjaar, bovenwinds	37	0,16	0,11	0,49
Voorjaar, benedenwinds	60	0,20	0,12	0,79
Najaar, bovenwinds	43	0,29	0,20	0,74
Najaar, benedenwinds	143	0,55	0,30	2,68
Seizoen / bermbeplanting	282	0,39	0,28	1,26
Voorjaar, met beplanting	26	0,22	0,14	0,70
Voorjaar, zonder beplanting	55	0,15	0,10	0,64
Najaar, met beplanting	92	0,55	0,40	2,80
Najaar, zonder beplanting	109	0,41	0,30	1,55
Wind / bermbeplanting	250	0,41	0,30	1,55
Bovenwinds, met beplanting	21	0,24	0,20	0,50
Bovenwinds, zonder beplanting	41	0,24	0,20	0,77
Benedenwinds, met beplanting	85	0,57	0,40	2,80
Benedenwinds, zonder beplanting	103	0,39	0,20	1,58

	N-waarn.	Gemiddeld	Mediaan	95 pctl
Seizoen / wind / bermbeplanting	250	0,41	0,30	0,15
Voorjaar, bovenwinds, met beplanting	5	0,17	0,10	0,50
Voorjaar bovenwinds, geen beplanting	14	0,10	0,10	0,20
Voorjaar, benedenwinds, met beplanting	16	0,25	0,19	0,80
Voorjaar, benedenwinds, geen beplanting	29	0,19	0,10	0,90
Najaar, bovenwinds, met beplanting	16	0,26	0,30	0,50
Najaar, bovenwinds, geen beplanting	27	0,30	0,20	0,80
Najaar, benedenwinds, met beplanting	69	0,64	0,40	3,25
Najaar, benedenwinds, zonder beplanting	74	0,46	0,30	1,85
Seizoen / wind / bermbeplanting / beheer	133	0,20	0,13	0,50
Voorjaar, bovenwinds, met beplanting, 1M	geen data			
Voorjaar, bovenwinds, met beplanting, 2M	5	0,17	0,10	0,50
Voorjaar bovenwinds, geen beplanting, 1M	geen data			
Voorjaar bovenwinds, geen beplanting, 2M	14	0,10	0,10	0,20
Voorjaar, benedenwinds, met beplanting, 1M	geen data			
Voorjaar, benedenwinds, met beplanting, 2M	11	0,16	0,13	0,30
Voorjaar, benedenwinds, geen beplanting, 1M	geen data			
Voorjaar, benedenwinds, geen beplanting, 2M	26	0,15	0,10	0,72
Najaar, bovenwinds, met beplanting, 1M	7	0,32	0,30	0,50
Najaar, bovenwinds, met beplanting, 2M	5	0,15	0,10	0,30
Najaar, bovenwinds, geen beplanting, 1M	6	0,25	0,20	0,50
Najaar, bovenwinds, geen beplanting, 2M	7	0,16	0,10	0,30
Najaar, benedenwinds, met beplanting, 1M	12	0,42	0,40	0,94
Najaar, benedenwinds, met beplanting, 2M	10	0,21	0,20	0,40
Najaar, benedenwinds, zonder beplanting, 1M	11	0,27	0,20	1,00
Najaar, benedenwinds, zonder beplanting, 2M	19	0,19	0,20	0,50