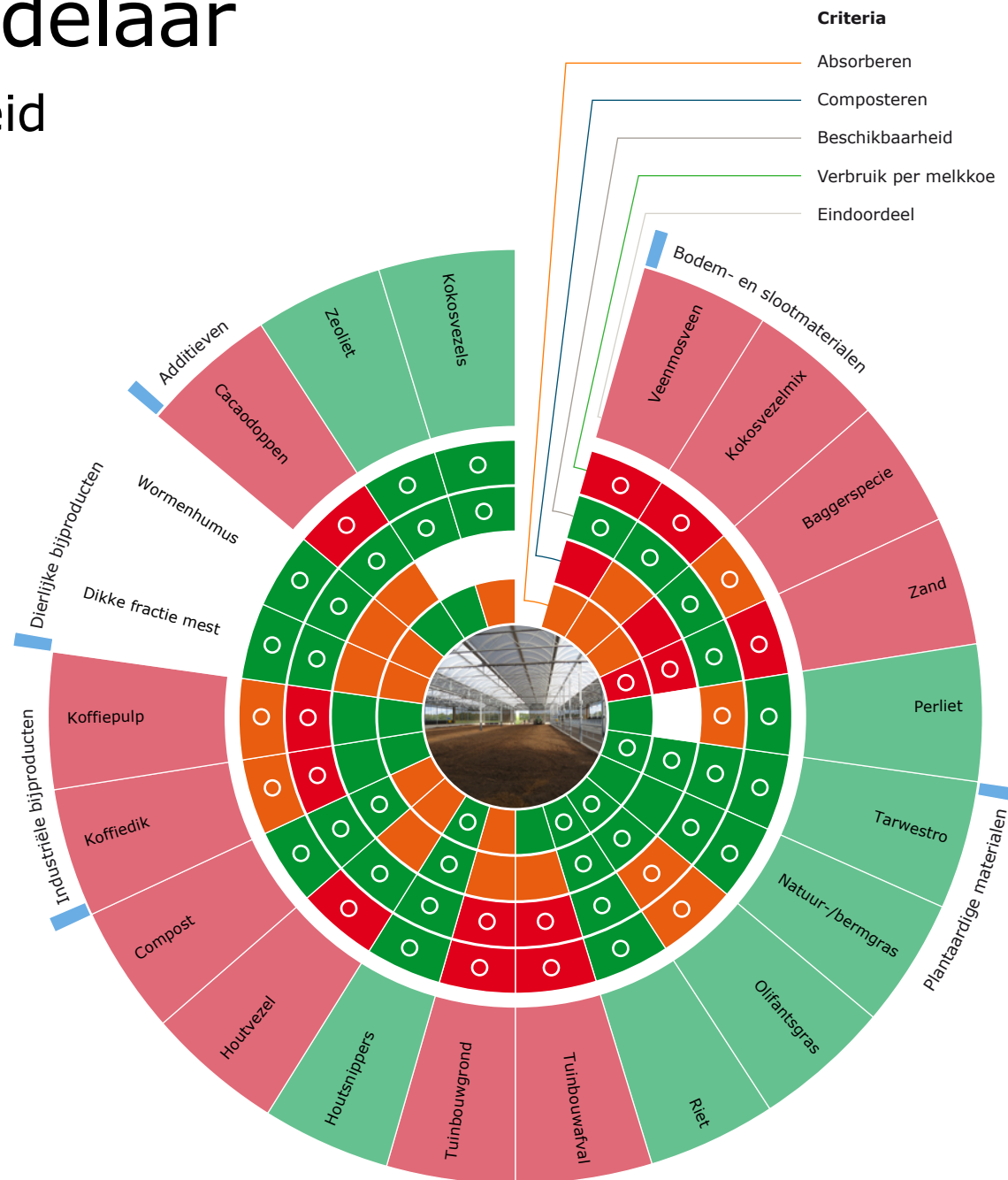


# Bodembeoordelaar

## Indicatie geschiktheid bodemmateriële vrijloopstallen



- Leeswijzer
- Criteria
- Bodem en slootmateriaal
- Plantaardig materiaal
- Industriële bijproducten
- Dierlijke bijproducten
- Additieven
- Conclusies en perspectief
- Nawoord
- Literatuur
- Direct naar de totaaltabel met alle beoordelingen per materiaal

## Toelichting beoordelingscirkel op titelblad

In de cirkel op de [titelpagina](#) zijn 21 materialen beoordeeld op 4 criteria (4 binnenringen). Het eindoordeel van elk materiaal is in de buitenste ring aangegeven. Als u klikt op een materiaal, vindt u alle informatie over dat materiaal. Als u op de roos [klikt](#), vindt u een totaaltabel met de beoordeling op 11 criteria. De bodemmaterialen zijn ingedeeld in 5 categorieën.

# Leeswijzer

## Resultaten uit eerder onderzoek

Vanaf 2009 zijn verschillende bodems in vrijloopstallen onderzocht. Het begon met experimenten op proefbedrijven met een drainerende bodem van zand, een composterende bodem met houtsnippers en een absorberende bodem met gedroogde bagger in combinatie met riet. Vanaf 2009 / 2010 gingen praktijkbedrijven investeren in een vrijloopstal. De belangrijkste redenen van melkveehouders die investeren in een vrijloopstal zijn: beter dierenwelzijn en langere levensduur, minder mestvolume en een meststof die de bodemvruchtbaarheid verbetert. Verschillende duurzaamheidsaspecten zijn in beeld gebracht, aanvankelijk op drie praktijkbedrijven en in 2013 op tien praktijkbedrijven. De aspecten dierenwelzijn, diergezondheid, mestkwaliteit, economie, en emissies van ammoniak en broeikasgassen zijn onderzocht. Zie voor de resultaten van dat onderzoek het e-book met als titel "[Vrijloopstallen voor melkvee in de praktijk](#)".

## Zoektocht naar nieuwe materialen

Uit eerder onderzoek is naar voren gekomen dat de ammoniakemissie in de stal en het risico voor de houdbaarheid van bepaalde zuivelproducten nog belangrijke zorgpunten zijn. Door deze onzekerheden staat de groei van vrijloopstallen de laatste jaren enigszins op een laag pitje. Met name het verbod van de Zuivelindustrie op het gebruik van compost per 1 januari 2015 scheidt veel onzekerheid bij ondernemers. Dit verbod heeft te maken met de risico's van compost op een verhoogd aandeel sporen van (Extreem) Thermoresistente Aerobe Sporenvormende ((X)TAS) bacteriën wat kan leiden tot bederf van geëvaporeerde zuivelproducten.

Door het verbod van compost als bodemmateriaal is er een sterke behoefte aan een alternatief materiaal dat vocht absorbeert of geschikt is om te composteren. Een groot deel van de huidige circa 50 bedrijven met een vrijloopstal composteren houtsnippers met of zonder een actief beluchtingssysteem. Het andere deel dat compost gebruikt zoekt naar een alternatief. De alternatieve bodemmaterialen moeten beschikbaar en betaalbaar zijn, waarde toevoegen als meststof, comfortabel zijn voor het vee en geen risico's geven voor milieu en melkkwaliteit. Op basis van literatuur, analyses van het materiaal en ervaringen uit de praktijk worden de materialen beoordeeld op verschillende criteria voor zover er voldoende over bekend is.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Uitleg e-book

Dit e-book is een eerste aanzet tot een overzicht van kansen en risico's van gebruik van verschillende bodemmaterialen in een vrijloopstal. Het is een overzicht met nog veel vraagtekens. Het is daarom vormgegeven als een e-book, dat voortdurend geactualiseerd kan worden. Het kan beschouwd worden als een groeidocument dat wijst op kansen en bedreigingen van bodemmaterialen in een vrijloopstal.

## Uitleg beoordelingscirkel

Op de titelpagina worden de materialen beoordeeld op de vier belangrijkste criteria: is het materiaal geschikt om te absorberen en/of om te composteren. Vervolgens is het materiaal beschikbaar en betaalbaar (verbruik per koe per jaar). Als u klikt op de roos in het midden krijgt u de beoordeling op tien criteria te zien, zoals risico's rond verontreinigingen, ammoniakemissie, melkwaliteit, uiergezondheid en beloopbaarheid. De materialen zijn ingedeeld in vijf categorieën: bodem- en slootmaterialen, plantaardige materialen, industriële bijproducten, dierlijke bijproducten en additieven. De meeste vallen onder bodem- en slootmaterialen en plantaardige materialen. Bekende materialen, waarvan de meeste al in de praktijk zijn of worden getoetst, zijn: veenmosveen, baggerspecie, stro, riet en houtsnippers. Van elk materiaal wordt in dit e-book de beoordeling beschreven.

Via de beoordelingscirkel of de inhoudsopgave kunt u hier naar toe navigeren.

Binnen een criterium is een bodemmateriaal beoordeeld op 'goed', 'twijfelachtig', 'onvoldoende' of 'onbekend', die elk met de kleuren 'groen', 'oranje', 'rood' en 'wit' zijn aangegeven. Wanneer bij de kleur ook een sterretje is geplaatst, betekent het dat de keuze van de beoordeling op een literatuurbron berust. Als er geen sterretje staat, is het een inschatting. Een belangrijk criterium is het verbruik per melkkoe per jaar. Hiermee kan de veehouder een eerste screening maken van materialen die financieel gunstig zijn. Vervolgens kan hij kijken of dit materiaal ook bij de overige criteria goed scoort. Is dat het geval dan kan hij tot een verantwoorde keuze komen. Hierbij moet wel bedacht worden dat bij veel criteria nog schattingen zijn gemaakt voor de beoordeling, simpelweg omdat er nog geen praktijkonderzoek naar gedaan is.

## Eindoordeel

Aan alle hoofdstukken per materiaal is aan het eind per hoofdstuk een eindoordeel toegevoegd.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



# Toelichting criteria

De bodemmaterialen zijn beoordeeld op de volgende 11 criteria:

1. Absorberen
2. Composteren
3. Beschikbaarheid
4. Verbruik per koe per jaar
5. Waardetoevoeging; geschiktheid eindproduct voor diverse sectoren
6. Potentiële risico's; vooral door verontreinigingen
7. Effect op vochtbalans
8. Effect op ammoniak emissie in stal
9. Effect op houdbaarheid bepaalde zuivelproducten
10. Effect op uiergezondheid
11. Beloopbaarheid

Van de eerste vier criteria wordt in dit hoofdstuk een overzicht gegeven van verschillende materialen, zodat ze onderling goed te vergelijken zijn. Voor de onderbouwing wordt verwezen naar andere onderzoeksrapporten. Niet alle bodemmaterialen zijn in het overzicht opgenomen, omdat ze niet alle onderzocht zijn in detailproeven.

De criteria 3 en 5 t/m 11 zijn per materiaal volgens onderstaand schema ([tabel 1](#)) beschreven.

Leeswijzer

Criteria

Absorberen

Composteren

Beschikbaarheid

Verbruik per melkkoe

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina





Tabel 1 Beoordelingsaspecten

Beoordelingsaspect	Omschrijving
beschikbaarheid	direct beschikbare hoeveelheid op enig moment in Nederland en directe buurlanden.
kosten	aankoopkosten per ton of m <sup>3</sup> bodemmateriaal.
concurrerende neventoepassing	optredende schaarste door vraag vanuit andere (opkomende) sectoren (b.v. tuinbouw, biobased economy) geeft een prijsopdrijvend effect
waardetoevoeging	meerwaarde bodemmateriaal door toevoeging mest en vanuit (biologische) werking in bodem (humusgehalte, bacteriën, enzymen), waardoor eindproduct interessant is voor eigen grond en/of een bepaalde sector (b.v. akkerbouw, tuinbouw, boomkwekerij).
invloed op vochtbalans/emissies	vochtbalans wordt beïnvloed door aanvoer van vocht uit urine en mest en afvoer via verdamping; emissies NH <sub>3</sub> , N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> worden beïnvloed door eigenschappen bodemmateriaal bij instrooien en tijdens het gebruik in de stal.
risico op verontreinigingen	hiervan is sprake wanneer bepaalde zware metalen (bagger), dioxines en/of PCB's boven het toetscriterium aanwezig zijn. Dit geldt ook voor gewasbeschermingsmiddelen.
risico op bacteriën (melkwaliteit en uiergezondheid)	hierbij wordt gekeken naar bacteriën die de melkwaliteit (TAS, XTAS) of uiergezondheid negatief kunnen beïnvloeden (Klebsiëlla's, E-coli).
beloopbaarheid	het meer of minder makkelijk lopen van de dieren op de bodem, waarbij aspecten als vochtgehalte, stevigheid en zuigkracht een rol spelen.
afvalstoffenwet	voor de afvalstoffen die in de lijst voorkomen, gelden de bepalingen van de Europese Richtlijn 75/442/EEG, tenzij artikel 2, lid 1, onder b), van deze Richtlijn van toepassing is. Voor meer informatie, zie <a href="#">bijlage 1</a> .

Leeswijzer

Criteria

Absorberen

Composteren

Beschikbaarheid

Verbruik per melkkoe

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



# Absorberen

## Beoordeling

Het aantal materialen is beoordeeld op geschiktheid voor composteren of voor absorberen. Dit is met plussen en minnen aangegeven in [tabel 5](#). De beoordelingen zijn gebaseerd op een aantal criteria. Voor geschiktheid voor absorptie zijn de criteria porositeit en vochtopnamevermogen van belang. Deze eigenschappen zijn gemeten in laboratoriumexperimenten.

## Porositeit

Het absorptievermogen van een bodemmateriaal kan vastgesteld worden aan de hand van de bepalingen porositeit en vochtopname (Szanto et al., 2015 en [tabel 5](#): kolom geschiktheid/absorptie).

De porositeit werd uitgevoerd met een pycnometer. Porositeit heeft twee functies in vrijloopbodems: het levert de ruimte voor het opnemen van vocht en het zorgt ervoor dat verse lucht – al of niet via een geforceerde luchtstroom of convectie – de organische delen kan bereiken. Als zodanig is porositeit één van de belangrijkste parameters om een aërobe vrijloopbodem mogelijk te maken. In genoemd onderzoek van Szanto et al. (2015) met zeven bodemmaterialen – gekneusd tarwestro, miscanthus, veenmosveen, wormenhumus,

houtsnippers, houtvezel en kokosvezel – bleken tarwestro, miscanthus en houtsnippers de hoogste porositeitswaarden te hebben. Zelfs bij mesttoevoeging – waarbij miscanthus tot tweemaal (t.o.v. tarwestro) of zelfs zevenmaal (t.o.v. houtsnippers) meer mest opnam – bleef de hoge porositeit gehandhaafd (Szanto et al., 2015). Veenmosveen vertoonde een iets lagere porositeit die wat moeilijker te handhaven was bij een hogere bulkdichtheid. Houtvezel en kokosvezel lieten een vrij lage porositeit zien, terwijl wormenhumus de laagste porositeit had.

De vochtopname is bepaald met de emmerproef, waarvan de methodiek is beschreven in paragraaf 2.2.4 van Szanto et al., (2015). Het geeft een goede schatting voor de porositeit in de praktijk. De porositeit is vastgesteld onder laboratoriumomstandigheden waarbij het materiaal met een hoeveelheid mest gemengd werd en onder een bepaalde druk is geplaatst m.b.v. de pycnometer.

De resultaten zijn vermeld in tabel 2. Bij de materialen tarwestro (gekneusd), miscanthus (geplet) en veenmosveen is de bepaling tweemaal gebeurd met ander uitgaansmateriaal. Vandaar de range in vochtopname bij miscanthus, tarwestro en tarwestro (gekneusd).

Leeswijzer

Criteria

Absorberen

Composteren

Beschikbaarheid

Verbruik per melkkoe

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



Tabel 2 Vochtopnamemethode volgens de emmermethode (= porositeit)

Bodemmateriaal	Vochtopname (gram vocht / gram product)
kokosvezel	1,5
houtsnipper	1,5
houtvezel	3,6
miscanthus	4,1 - 5,8
miscanthus (geplet)	4,6
tarwestro	17,2
tarwestro (gekneusd)	8,3 - 11,0
veenmosveen	2,5 - 2,7
wormenhumus	1,3

Opgemerkt moet worden dat de vochtopnames sterk bepaald zijn door:

1. De hoedanigheid van het materiaal;
2. Methode van vochtopnamebepaling.

#### ad 1

Hierbij moet gedacht worden aan het drogestofgehalte, de lengte en de stijfheid van het materiaal. Een hoger drogestofgehalte geeft een hogere vochtopname. Lang stevig tarwestro laat zich moeilijk samendrukken in een emmer van 5 liter. Het gevolg is dat daardoor grote ruimten ontstaan tussen strostengels, die vervolgens

opgevuld worden met water. Gehakselde miscanthus (deeltjes van ca. 2 cm) vormt een dicht materiaal met kleine ruimten die opgevuld worden met water.

De overige materialen vormen nog dichtere materialen. Het is daarom begrijpelijk dat stro het meeste water opneemt, daarna miscanthus en vervolgens de andere materialen.

#### ad 2

Bij de beschreven vochtopnamemethode (tabel 2) wordt in korte tijd – bijv. 1 uur – de vochtopname van het materiaal vastgesteld. Deze methode geeft niet aan hoeveel vocht het materiaal zelf opneemt.

Een methode waarbij de vochtopname van het materiaal zelf wel correcter wordt bepaald, is beschreven door Collins (2012). Een afgewogen hoeveelheid van 100 g materiaal wordt in water gebracht, 3 minuten geroerd en daarna blijft het nog 10 minuten staan. Vervolgens wordt het in een trechter op een fles geplaatst om 24 uur uit te lekken. Tenslotte wordt het drogestofgehalte van het uitgelekte materiaal bepaald. Deze vochtopnamemethode is uitgevoerd bij tarwestro (ongekneusd en gekneusd), miscanthus (gehakseld op 2 cm, ongekneusd en gekneusd) en veenmosveen (0-40 mm; 0-10 mm), en een combinatie van veenmosveen met gewassen kokosgruis (tabel 3).

Leeswijzer

Criteria

Absorberen

Composteren

Beschikbaarheid

Verbruik per melkkoe

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



Tabel 3 Vochtopname bij een aantal materialen volgens de Collins-methode

Bodemmateriaal	Drogestof (%)	Vochtopname (gram vocht / gram product)
tarwestro (lang)	85,2	2,99
tarwestro (korter en gekneusd)	91,7	3,63
miscanthus (gechipt op 2 cm)	81,3	2,58
miscanthus (gechipt op 2 cm en geplet)	81,9	2,66
veenmosveen (0-40 mm)	89,5	3,43
veenmosveen (0-10 mm)	86,0	3,07
veenmosveen en gewassen kokosgruis	80,6	2,53

Samenvattend kan gezegd worden dat de vochtopname bepaald door de emmermethode sterk afhankelijk is van de structuur van het materiaal. Lang tarwestro met een grove structuur bijvoorbeeld kan veel vocht 'opnemen'. Dit stro is niet goed samen te drukken doordat de ruimtes tussen de grove harde stengels groot zijn. Miscanthus is nog harder materiaal dan tarwestro,

maar wel gehakseld (op ca. 2 cm), waardoor de ruimtes tussen de stengeldeeltjes veel kleiner zijn. Dit is de reden dat miscanthus relatief minder vocht opneemt dan tarwestro met de emmermethode. Bij de Collins-methode waarbij vocht in principe alleen door het materiaal wordt opgenomen zijn de vochtopnames in het algemeen lager dan bij de emmermethode. Het veenmosveen is daarop een uitzondering.

In de praktijk zal het zo zijn dat de vochtopname van de stalbodem meer de Collins-methode benadert, omdat de dieren het stro vast lopen. Bovendien vindt verkleining van het grove stro plaats door het frezen van de bovenste 15 cm en door afbraak van organisch materiaal. Bij een stalbodem is uitgegaan van 75 liter drijfmest per koe per dag, waarbij drijfmest 8% droge stof bevat. Uitgangspunten zijn dat:

- 50% van de mest en urine in de stalbodem komt, de andere 50% gaat via de roostervloer/dichte vloer in de mestput
- 50% van het vocht in de vrijloopstalbodem uit de mest verdampst.

Leeswijzer

Criteria

Absorberen

Composteren

Beschikbaarheid

Verbruik per melkkoe

Bodem en slootmateriaal

Plantaardig materiaal

Industriële bijproducten

Dierlijke bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel op titelpagina



## Composteren

In tabel 4 is aangegeven dat de beoordeling voor geschiktheid voor composteren gebaseerd is op de C/N-verhouding, respiratiesnelheid en porositeit.

De geschiktheid voor absorberen is gebaseerd op porositeit en materiaalbehoefte. De materiaalbehoefte wordt bepaald door het vochtopnamevermogen van een bodemmateriaal en de zogenaamde retentietijd.

Wanneer het materiaal geheel verzadigd is wordt er vanuit gegaan dat dit materiaal vervangen wordt. De periode tussen het instrooien van het nieuwe materiaal totdat vervanging nodig is, wordt verblijftijd of retentietijd van het materiaal genoemd. Een rekenvoorbeeld maakt dit duidelijk.

Stro onder lichte druk heeft een bulkdichtheid van 69 kg/m<sup>3</sup>. Bij een vochtopname van 10 g/g stro zal 1 m<sup>3</sup> stro 690 kg water opnemen. Bij een beschikbaarheid van 9 m<sup>3</sup> stro/koe/jaar betekent dit een wateropname van 6.210 kg water/koe/jaar. De koe produceert 6.843 kg water per jaar (75\*0,5\*0,5\*365, zie einde paragraaf 'Absorberen'). De retentietijd is dan: (6.210/6.843)\*365 = 331 dagen.

Tabel 4 Materiaalclassificatie m.b.v. parameters C/N-verhouding, respiratiesnelheid, porositeit en bodembehoefte

Kwaliteit	C/N	Respiratie-snelheid (= afbraak)	Porositeit	Materiaal behoefte
	-	mmol O <sub>2</sub> / kg Os / uur	-	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> materiaal
+ (geschikt)	> 35	>10	> 0,6	< 1,5
0 (matig geschikt)	20-35	5-10	0,4-0,6	1,5-2
- (mogelijk ongeschikt)	< 20	< 5	<0,4	> 2
composteren*	x	x	x	
absorberen**			x	x

\* Beoordeling 'geschiktheid composteren' wordt vooral bepaald door C/N-verhouding, respiratiesnelheid en porositeit

\*\* Beoordeling 'geschiktheid absorberen' wordt vooral bepaald door porositeit en materiaalbehoefte

Leeswijzer

Criteria

Absorberen

Composteren

Beschikbaarheid

Verbruik per melkkoe

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



Compostering van een bodem verloopt goed bij een C/N-verhouding van 35 of hoger. Bij een C/N-verhouding van 20 of lager wordt significante NH<sub>3</sub>-emissie verwacht. Bij een respiratiesnelheid lager dan 5 mmol O<sub>2</sub> / kg OS / uur wordt verondersteld dat het bodemmateriaal onvoldoende organische C levert voor de aërobe afbraak, waardoor waarschijnlijk ammoniakemissie ontstaat. Bij het genoemde onderzoek met de pycnometer zijn de bulkdichtheid, de inklinking, de porositeit en de luchtdoorlatendheid van de zeven materialen uit tabel 2 bepaald. Met de oxitopmethode is de respiratiesnelheid bepaald. In tabel 5 (Szanto et al., 2015) is voor deze materialen aangegeven hoe de geschiktheid is wat betreft C/N-verhouding, respiratiesnelheid, porositeit en materiaalbehoefte. C- en N-gehalten zijn verkregen uit laboratoriumonderzoek.

**Tabel 5** Overzicht geschiktheid van bodemmateriaal-kwaliteit voor composteren en absorberen (bron: Szanto et al., 2015)

Materiaal	C/N	Respiratiesnelheid	Porositeit	Materiaalbehoefte	Geschiktheid materiaal voor	
					Composteren	Absorberen
kokosvezel	+	-	0	+	0	0
hout-snippen	+	0	+	+	0/+	+
houtvezel	-	-	0	+	0	0
miscanthus	0/+	0/+	+	+	0/+	+
tarwestro	+	+	+	+	+	+
veenmosveen	-	-	-	+	-	0
wormenhumus	+	onbekend	-	+	0	0

Hoe goed een bodemmateriaal composteert heeft te maken met de samenstelling van het materiaal, cellulose, hemicellulose en lignine, waarbij cellulose gemakkelijk afbreekt en lignine moeilijk. Ook de ruimtelijk structuur van het materiaal is hierbij van belang in verband met de mogelijkheid van luchtintreding. Meer luchtinvoer geeft ook meer zuurstof, die nodig is voor de afbraak.

Leeswijzer

Criteria

Absorberen

Composteren

Beschikbaarheid

Verbruik per melkkoe

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



Composteren van een bodem is van belang in meerdere opzichten:

1. Om vocht af te voeren en de bovenlaag (10-20 cm) droog te houden;
2. Om  $\text{NH}_3$ -emissie te beperken en stikstof te binden
3. Om broeikasgassen te voorkomen;
4. Om de aanvoer van bodemmateriaal en daardoor de aankoopkosten beperkt te houden.

#### Ad 1

De droge bovenlaag kan verkregen worden door bewerking van de toplaag van de bodem met een trekker en cultivator, rotorkoepel of frees. Soms is het nodig ook de onderlaag los te maken met een woeler. Noodzakelijk hierbij is dat de bodem warm wordt: 30-50 °C. Dit bevordert de verdamping.

#### Ad 2

Een C/N-verhouding hoger dan 30 is gewenst voor een goede compostering. Niet alleen bij de start van een bodemmateriaal, maar ook bijvoorbeeld in de zomer. Stro hoeft in de zomer niet bijgestrooid te worden vanwege het betere buitenklimaat (zonuren, hoge temperatuur en lagere relatieve vochtigheid) waardoor de droogomstandigheden in de bodem verbeteren. Echter, bijstrooien is wel gewenst om  $\text{NH}_3$ -emissie te verminderen en om stikstof in de bodem vast te leggen.

#### Ad 3

Het composteren van bodemmateriaal betekent dat er aërobe omstandigheden ontstaan, waardoor broeikasgassen als methaan ( $\text{CH}_4$ ) en lachgas ( $\text{N}_2\text{O}$ ) vrijwel afwezig zijn.

#### Ad 4

Omdat composteren ook warmte in de bodem creëert, zal daardoor vocht verdampen waardoor minder aanvullend materiaal nodig is om het resterende vocht te binden. Dit bespaart op aankoopkosten van het bodemmateriaal.



Leeswijzer

Criteria

Absorberen

Composteren

Beschikbaarheid

Verbruik per melkkoe

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina





## Beschikbaarheid

De beschikbaarheid van een bodemmateriaal is afhankelijk van vraag en aanbod in de regio, in Nederland of in de naaste buurlanden. Wanneer van een bepaald bodemmateriaal al veel gevraagd wordt in andere sectoren, kan de beschikbaarheid voor de vrijloopstallen afnemen. Dat veroorzaakt meestal een prijsopdrijvend effect voor dat materiaal. Tarwestro dat wordt geproduceerd in Nederland is al veel gevraagd door andere sectoren, waardoor een veehouder dit stro koopt in Frankrijk of de UK. Soms is de beschikbaarheid in de regio schaars, maar is een bodemmateriaal wel te koop bij grote bedrijven die leveren aan de tuinbouwsector (BVB, Grubbenvorst; Groep Op de Beeck, België). Echter, op deze grote bedrijven worden de houtsnippen van 'ver' gehaald, namelijk uit de Baltische staten. Ook veenmosveen wordt uit de Baltische staten gehaald. Voor zowel houtsnippen als veenmosveen geldt dat daarvoor veel kilometers moeten worden afgelegd. Bovendien is het oogsten van veen en hout in de Baltische staten discutabel in die zin dat het voor de beoordeling op duurzaamheid van de geogste materialen negatief geduid kan worden, vooral als het materiaal gewonnen wordt in gebieden met een hoge biodiversiteit. Dit wordt tegengesproken door de Jiffy Group die ook veen exploiteert in de Baltische staten (Drost, 2010).

Verder blijkt dat sommige bodemmaterialen wel voldoende beschikbaar zijn in Nederland, maar dat de logistiek voor het verzamelen ontbreekt, te duur is of er een alternatieve bestemming is (koffiedik). Ook van een potentieel bodemmateriaal 'koffiepulp' is voldoende beschikbaar, maar wordt de verwerking uitgevoerd in het land van herkomst (b.v. Colombia).



Leeswijzer

Criteria

Absorberen

Composteren

Beschikbaarheid

Verbruik per melkkoe

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina





## Verbruik per melkkoe

Het verbruik per melkkoe (in euro's per dier per jaar) van een bodemmateriaal is een belangrijk criterium voor de veehouder. Voor de in dit e-book vermelde bodemmaterialen is voor elk materiaal een berekening gemaakt op basis van verschillende bronnen ([tabel 6](#)). De berekeningen voor kokosvezelmix, houtsnippers, houtvezel, miscanthus, tarwestro, veenmosveen en wormenhumus zijn gebaseerd op het onderzoek van Szanto et al. (2015). Voor de overige berekening zijn aannames gedaan.

De kleur van een bodemmateriaal geeft aan welke materialen qua verbruik financieel gunstig (groen), minder gunstig (oranje) of ongunstig (rood) zijn, uitgedrukt in kosten van bodemmateriaal/koe/jaar. Een groene kleur betekent dat het bodemmateriaal niet meer kost dan € 100/koe/jaar, een oranje kleur geeft aan dat het materiaal tussen de € 100 en € 200/koe/jaar kost en een rode kleur dat het materiaal meer dan € 200/koe/jaar kost.

De groene kleur van de materialen die als additieven bestemd zijn, geeft weer dat de gemiddelde kosten van het betreffende materiaal maximaal € 15/koe/jaar zijn, de oranje kleur correspondeert met gemiddelde kosten van € 15-25/koe/jaar en de rode kleur correspondeert met gemiddelde kosten hoger dan € 25/koe/jaar.

verbruik bodemmateriaal/koe/jr (€)		
● < 100	● 100-200	● > 200

additief verbruik/koe/jaar (€)		
● < 15	● 15-25	● > 25



Leeswijzer

Criteria

Absorberen

Composteren

Beschikbaarheid

Verbruik per melkkoe

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina





# Bodem- en slootmateriaal

[Veenmosveen](#)

[Kokosvezelmix](#)

[Baggerspecie](#)

[Zand](#)

[Perliet](#)



Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Veenmosveen

Kokosvezelmix

Baggerspecie

Zand

Perliet

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Beschikbaarheid

Veenmosveen is een grondstof die geïmporteerd wordt. Nederland importeert per jaar circa 4 miljoen kubieke meter veen uit onder meer Ierland, de Baltische staten en Rusland. Veen wordt als grondstof in potgrond en als substraat in onder meer de tuinbouw gebruikt. Winning van veen strijdt met het belang van een hoge biodiversiteit. Wanneer bij regio's veel waarde wordt gehecht aan biodiversiteit moeten ze worden uitgesloten van veenwinning. Dit betekent een afname van de beschikbare voorraden. Alternatieven zijn daarom noodzakelijk. Er is daarom een 'green deal veenvervanging' afgesloten voor de periode 2012-2015, waarbij compostering als proces wordt toegepast ([BVOR, 2012](#)).

Het Belgische bedrijf Op de Beeck te Olen beschikt elk moment over een aanbod van 100.000 m<sup>3</sup> veenmosveen. Dit bedrijf heeft een eigen ontginningsbedrijf in de Baltische staten. Ook het Nederlandse bedrijf BvB Substrates ([www.bvb-substrates.nl](http://www.bvb-substrates.nl)) beschikt over voldoende aanbod van deze producten. Bij beide bedrijven is het mogelijk om stalveen te mengen met b.v. boomschors, kokosvezels, perliet, zeoliet puimsteen of zand. Het bedrijf Groeneveld Bv (Rijswijk NB) adviseert turfvezel te gebruiken; de vezel verteert langzaam en geeft daarom langer stevigheid aan bodem en veroorzaakt verder minder NH<sub>3</sub>-emissie.

## Kosten en concurrerende neventoeepassingen

De kosten van veenmosveen zijn ca. € 27,50 per m<sup>3</sup> inclusief transportkosten. Bij een berekende benodigde hoeveelheid van 12,78 m<sup>3</sup> veenmosveen per melkkoe per jaar (bulkdichtheid: 200 kg/m<sup>3</sup>), betekent dit een kostenpost van € 351 per melkkoe per jaar (Szabo et al., 2015). De inschatting is dat veenmest in eerste instantie wordt opgehaald voor € 0/m<sup>3</sup>. De verwachting is dat er meer vraag naar veenmest komt met name vanuit de akkerbouw, grove tuinbouw, bollenteelt en boomkwekerij. Veenmosveen wordt als grondstof in veel sectoren gebruikt, vooral in de (glas)tuinbouw, voor het maken van potgrond. Op de korte en middellange termijn is de verwachting dat de prijzen gelijk zullen blijven.

## Waardetoevoeging en verbruik per melkkoe

Na de stalperiode kan de veenmest meteen worden afgevoerd. Het lijkt zinvol om de stalveenmest te composteren en eventueel – afhankelijk van de mineralen in de mest – op te waarderen tot waardevolle grond voor (glas)tuinders, akkerbouwers en bollentelers. Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melkkoe/jaar geproduceerd. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Het verbruik van veenmosveen is 12,78 m<sup>3</sup> ofwel 2,6 ton veenmosveen/koe/jaar. Totaal wordt dus 9,3 ton veenmestveenmest geproduceerd. Om de aankoopkosten

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Veenmosveen

Kokosvezelmix

Baggerspecie

Zand

Perliet

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina





van het veenmosveenmest volledig vergoed te krijgen, is een verkoopprijs van € 37,75/ton veenmosveenmest gewenst (= € 351/9,3).

## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie

Veenproducten nemen vele malen hun eigen gewicht aan water op: [voor volledig droog veenmosveen](#) wordt van een vochtopname tot twaalf-maal toe vermeld. Veenmosveen heeft pH-niveaus van 3,5 - 4,0 en bovendien een vezelstructuur die langzaam afbreekt. Daarom is de verwachting dat de pH-niveaus in veenbodems laag zal zijn. Veenmosveen afkomstig uit ontginningsgebieden, zoals de Baltische staten, bevat over het algemeen weinig mineralen. Het lage pH-niveau zal verlagend werken op de NH<sub>3</sub>-emissie. Verder onderzoek is gewenst.

## Potentiële risico's op verontreinigingen

Veen gewonnen uit natuurgebieden – zoals de Baltische staten – heeft geen bewerkingen ondergaan en is daarom waarschijnlijk niet verontreinigd. Onderzoek is gewenst.

## Effect op melkwaliteit en melkhygiëne

Het risico op bacteriën is onbekend. Onderzoek is gewenst.

## Beloopbaarheid

De beloopbaarheid van veenmosveen is niet bekend. Onderzoek is gewenst.

## Afvalstoffenwet

Veenmosveen valt niet onder de afvalstoffenwet.

## Eindoordeel

Veenmosveen lijkt geschikt materiaal om vocht te absorberen, mits uitgangsmateriaal voldoende droog is. Echter verbruik per koe lijkt te hoog. Bovendien waarschuwing dat veenmosveen duurzaam geogst wordt worden.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Veenmosveen

Kokosvezelmix

Baggerspecie

Zand

Perliet

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Beschikbaarheid

Kokosvezels zijn afkomstig uit het binnenste gedeelte van de buitenbast van de kokosnoot. De vezels werden in het verleden alleen op grote schaal gebruikt bij de productie van matten en borstels, totdat BVB Substrates een hele bruikbare eigenschap ontdekte van dit product. Dit is namelijk het waterverdelend vermogen. Kokosvezels kunnen relatief weinig water vasthouden door het ontbreken van een fijne poriënstructuur (2x eigen gewicht), maar geven water wel razendsnel door aan andere vezels. Als deze vezels door een potgrondmengsel zijn gemengd en tegen elkaar liggen, geven ze het potgrondmengsel een betere capillaire en waterverdelende werking. Dit geldt zowel bij onderdoor water geven als bij druppelen. Kokosvezels geven de mengsels een grove poriënstructuur.

Kokosvezels kunnen relatief weinig water vasthouden door het ontbreken van een fijne poriënstructuur (2x eigen gewicht), maar geven water wel razendsnel door aan andere vezels. Als deze vezels door een potgrondmengsel zijn gemengd en tegen elkaar liggen, geven ze het potgrondmengsel een betere capillaire en waterverdelende werking. Dit geldt zowel bij onderdoor water geven als bij druppelen. Kokosvezels geven de mengsels een grove poriënstructuur.

Kokosvezelmix is een mengsel van 35% kokosvezels en 65% veenmosveen (stalveen) en is al op de markt. De kokosvezelmix is in voldoende mate voorhanden.

## Kosten en concurrerende neventoepassingen

Kokosvezelmix met ca. 70% ds kost inclusief transport tot afleveradres € 38/m<sup>3</sup> (Faas, 2015). De bulkdichtheid is 150 kg/m<sup>3</sup>. Het product is voldoende beschikbaar. Bij gebruik in vrijloopstalbodems is in eerste instantie geen prijsopdrijvend effect te verwachten.

## Waardetoevoeging en verbruik per melkkoe

Kokosvezelmix is een sterk absorberend bodemmateriaal met een versteviging door de aanwezige kokosvezels. Het overvloedige vocht dat in de winter niet verdampt, kan opgeslagen worden in de bodem. Onderzoek is gewenst. Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melkkoe/jaar geproduceerd. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Het verbruik is 12,78 m<sup>3</sup> kokosvezelmix/koe/jaar ofwel 4,63 ton kokosvezelmix/koe/jaar. Totaal wordt dus 11,38 ton kokosvezelmixmest geproduceerd. Om de aankoopkosten van kokosvezelmix (€ 486/koe/jaar) volledig vergoed te krijgen, is een verkoopprijs van € 42,70/ton kokosvezelmixmest gewenst (= € 86/11,38).

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Veenmosveen

Kokosvezelmix

Baggerspecie

Zand

Perliet

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie/broeikasgassen

Neemt veel vocht op, tot ca. tienmaal haar eigen gewicht. Door de harde structuur van de kokosvezels en de lage pH van het stalveen wordt een lage NH<sub>3</sub>-emissie verwacht. Onderzoek is gewenst.

## Potentiële risico's op verontreinigingen

Onderzoek is gewenst.

## Effect op uiergezondheid en melkwaliteit

Kokosvezelmix is een volkomen schoon product.

## Beloopbaarheid

Onderzoek is gewenst.

## Afvalstoffenwet

Valt waarschijnlijk niet onder de afvalstoffenwet. Onderzoek gewenst.

## Eindoordeel

Kokosvezelmix kan veel vocht opnemen en geeft structuur aan de bodem. Is prijzig, daarom een optie om te mengen met ander materiaal.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Veenmosveen

Kokosvezelmix

Baggerspecie

Zand

Perliet

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Beschikbaarheid

Nog maar enkele decennia geleden was baggerspecie een probleem. Saneren en verwerken van baggerspecie werden alleen als acceptabel beschouwd als dat honderd procent schone producten opleverde en dat was erg kostbaar. Bovendien ontbrak het aan bestuurlijke aandacht voor de baggerproblematiek, omdat het weinig kansen bood om mee te scoren (Snijders et al., 2009). In die jaren werd vooral gedacht aan technische oplossingen om de verontreinigde baggerspecie te hergebruiken. Tegenwoordig wordt meer realistisch naar het probleem van baggerspecie gekeken. Baggerspecie wordt gezien als een waardevolle grondstof. Beleid en wetgeving zijn aangepast zonder concessies te doen aan het milieu, maar bovenal zijn overheden en hun maatschappelijke partners meer gaan samenwerken aan integrale, gebiedsgerichte oplossingen. Deze benadering biedt, zoals ook bij alle andere aspecten van het waterbeheer (veiligheid, wateroverlast, verdroging, verzilting), nieuwe kansen en oplossingen. Rijkswaterstaat WINN is er voorstander van dat iedereen op een betaalbare en duurzame manier en op eigen grondgebied zijn bagger 'opruimt'. Dit geeft kansen voor het hergebruik van

specie uit de relatief kleinere en schonere waterwegen tot grondstof voor bodemmateriaal van vrijloopstallen. De waterschappen geven zelf geen informatie over hoeveelheden bagger. Daarom is de beschikbaarheid van veenbagger berekend (Wolthuis en Kea, 2013). Hieruit blijkt dat er ca. 1.000.000 m<sup>3</sup> veenbagger per jaar vrij komt (baggerspecie). Echter, de kwaliteit van de bagger wordt niet vermeld. Vaak hebben de waterschappen voor deze specie specifieke bestemmingen. [De geogste bagger wordt gebruikt om greppels te dempen bij b.v. ruilverkavelingen of percelen op te hogen.](#) In de genoemde raming is de hoeveelheid veenbagger uit waterwegen die de veehouders zelf moeten onderhouden niet begrepen. Wolthuis en Kea (2013) noemden als reden het beperkte areaal veengrond en de lage frequentie van het baggeren van sloten/waterwegen, namelijk eenmaal per 7 à 10 jaar. Gelet op de hiervoor genoemde mening van Rijkswaterchap WINN en het beleid van de waterschappen is het meenemen van bagger uit het landelijk gebied – hieronder vallen ook de veehouderijbedrijven – wel zinvol. De kwaliteit van deze bagger is veelal beter dan die van grote watergangen.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Veenmosveen

Kokosvezelmix

Baggerspecie

Zand

Perliet

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina





## Kosten en concurrerende neventoepassingen

De kosten voor baggerspecie zijn € 5 tot € 8 per m<sup>3</sup> (bulkdichtheid: 1000 kg/m<sup>3</sup>; Waterschap de Stichtse Landen, 2014; Verhoeff, 2014). Het lage tarief geldt wanneer een waterschap de bagger kwijt moet. De laadkosten van de kraan en de transportkosten van een loonwerker voor een korte afstand tussen baggerdepot en veehouder worden dan in rekening gebracht. Is de transportafstand langer en moet ook betaald worden voor de specie dan geldt het hoge tarief. De kwaliteit van de specie moet goedgekeurd zijn voor toepassing bij melkvee; het is nu nog onvoldoende duidelijk hoe groot het volume van deze kwaliteit specie is om een oordeel te kunnen geven over concurrerende neventoepassingen.

## Waardetoevoeging en verbruik per melkkoe

Bij het gemiddelde tarief (€ 6,5 per ton bagger) zullen de kosten voor aankoop van de specie € 117/dier/jaar zijn. Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melkkoe/jaar geproduceerd. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Verder wordt 18 ton baggerspecie/koe/jaar gebruikt. Dit geeft een totale hoeveelheid van 24,75 ton baggerspeciëmest/koe/jaar. De afgevoerde baggerspeciëmest moet dan € 4,7/ton (= € 117/24,75) opleveren.

## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie/broeikasgassen

Oriënterende metingen hebben uitgewezen dat de NH<sub>3</sub>-emissie lager is dan in een ligboxenstal ([e-book Vrijloopstallen Utrecht, blz 32](#))

## Potentiële risico's op verontreinigingen

Er is een kans op verontreiniging met zware metalen en PAK's en PCB's. Onderzoek op zware metalen en de gevolgen daarvan voor diergezondheid en/of melkwaliteit is noodzakelijk.

## Effect op uiergezondheid en melkwaliteit

Onbekend. Onderzoek is gewenst.

## Beloopbaarheid/liggedrag

Afhankelijk van het type speciebagger en het vochtgehalte zal de beloopbaarheid verschillen. Praktijkonderzoek bij melkveehouder De Groot te Kamerik ([www.boerbert.nl](http://www.boerbert.nl)) met een ligboxenstal met diepstrooiselboxen is uitgevoerd met vier strooiselmaterialen (gerijpte veenbagger (100%), gerijpte bagger + dikke fractie mest (50/50 vol.%), gerijpte veenbagger en natuurhooi (80/20 in vol.%), en dikke fractie (100%).

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Veenmosveen

Kokosvezelmix

Baggerspecie

Zand

Perliet

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



# Baggerspecie

- Absorberen
- Composteren
- Beschikbaarheid
- Verbruik per melk koe
- Waardetoevoeging
- Potentiële risico's
- Effect op vochtbalans
- Effect op melkwaliteit
- Effect op NH<sub>3</sub>-emissie
- Beleefbaarheid

De percentages bezetting van de boxen bleek respectievelijk: 5,5%, 20,6%, 35,4% en 41,4%. Verder onderzoek is gewenst.

## Afvalstoffenwet

Nagaan of speciebagger onder de afvalstoffenwet valt.

## Eindoordeel

Baggerspecie lijkt minder geschikt, met name door risico van verontreiniging met zware metalen.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Veenmosveen

Kokosvezelmix

Baggerspecie

Zand

Perliet

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Beschikbaarheid

De andere materialen in dit ebook zijn beoordeeld op geschiktheid voor composteren of absorberen. Zand is een uitzondering. Dit materiaal is vooral geschikt voor draineren. Zand is ruimschoots voorhanden en in allerlei varianten te verkrijgen. Wel is het belangrijk erop te letten of het zand een goed drainerende werking heeft. Wageningen UR Livestock Research heeft al ervaring met zand als bodem voor vrijloopstallen (Van Dooren et al., 2012). Zand is in voldoende mate en in verschillende soorten beschikbaar.

## Kosten en concurrerende neventoepassing

De kosten per ton drainagezand zijn: ca. € 8 - 10/ton. Er is geen concurrerende neventoepassing voor zand in die zin dat het aanbod zodanig verandert dat het een prijsverhogend effect zou hebben. De Bulkdichtheid is 1,5 ton/m<sup>3</sup> (bron: Zandhandel Spies te Kesteren).

## Waardetoevoeging en verbruik per melkkoe

Zand - in de vorm van straatmakerszand (CM3) - heeft een poreuze structuur, waardoor de urine in eerste instantie goed weg kan lopen. Bij het ouder worden van de zandlaag bleek dit minder goed het geval te zijn. Verder mengde de vaste mestdelen zich onvoldoende goed met het zand. Dit kwam vooral tot

uiting op intensief belopen paden, bijvoorbeeld bij het voerhek. Menging van mest met zand is te voorkomen door mestflaten op tijd te verwijderen. In het onderzoek van Van Dooren et al. (2012) werd dat tweemaal daags toegepast, maar dat bleek onvoldoende om menging te voorkomen. Een mestrobot zou uitkomst kunnen bieden, maar die is (nog) niet beschikbaar. De hiervoor genoemde problematiek – verontreiniging met urine en mest – geeft nog onvoldoende zekerheid voor het hergebruik van zand. De bovenste laag zand moest al na bijna 3 maanden vervangen worden en de gehele bodem na 102 dagen. Bovendien zijn de kosten voor het schoonmaken van het zand niet bekend, hoewel het reinigen technisch mogelijk is (Van Dooren et al., 2012).

Bij het gemiddelde aankoopprijs (€ 9 per ton zand) zullen de kosten voor aankoop van de specie € 243/dier/jaar zijn (Szabo et al., 2015). Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melkkoe/jaar geproduceerd. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Verder wordt 27 ton zand/koe/jaar gebruikt (Szabo et al., 2015). De mest wordt hierbij gescheiden van het zand. De afgevoerde mest moet dan € 36/ton (= € 243/6,75) opleveren om de kosten van het aangevoerd zand vergoed te krijgen. Een andere mogelijkheid is het zand na het scheiden te hergebruiken. Wanneer dat driemaal hergebruikt

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Veenmosveen

Kokosvezelmix

Baggerspecie

Zand

Perliet

Plantaalig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



kan worden, dan kan de afgevoerde mest voor €12/ton verkocht worden om de aankoopkosten van zand vergoed te krijgen. Hierbij is geen rekening gehouden met de kosten voor het scheiden van de mest.

## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie/broeikasgassen

Het bleek dat uit onderzoek met drie bodemmateriaal (zand, compost en toemaakbodem) het zand de minste kans maakt om aangemerkt te worden als emissiearm stalsysteem. De NH<sub>3</sub>-emissie was 75% hoger per m<sup>2</sup> dan in een ligboxenstal (Van Dooren et al., 2012). [Zeoliet](#) heeft een sterk verlagende werking op NH<sub>3</sub>-emissie. Onderzoek met variërende hoeveelheden zeoliet is gewenst.

## Potentiële risico's op verontreinigingen

Onderzoek is gewenst.

## Effect op uiergezondheid en melkwaliteit

Onderzoek is gewenst. Zand is vrij steriel, het wordt aanbevolen als strooisel in ligboxen.

## Beloopbaarheid

De beloopbaarheid van zand is goed, mits het juiste zand wordt gekozen.

## Afvalstoffenwet

Zand valt niet onder de afvalstoffenwet.

## Eindoordeel

Zand is niet geschikt als bodemmateriaal om vocht te absorberen of om vocht te verdampen via composteren. Mogelijk is het wel geschikt om vocht te draineren. Vergt nader onderzoek.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Veenmosveen

Kokosvezelmix

Baggerspecie

Zand

Perliet

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Beschikbaarheid

Perliet is een mineraal van vulkanische oorsprong (silicaten) dat ontgonnen wordt in verschillende Europese landen. Wereldwijd is het voldoende beschikbaar. Het winnen ervan vereist lage investeringen. In zijn natuurlijke vorm heeft het een dichtheid van ca. 1100 kg/m<sup>3</sup>. Om het toepasbaar te maken wordt perliet verhit tot 850-900 °C. Het zet dan uit tot wel twintigmaal zijn oorspronkelijke volume. Dit is mogelijk – perliet is een soort vulkanisch glas – doordat verhitting het materiaal zacht maakt. Het aanwezige water in perliet vormt dan een groot aantal heel kleine belletjes. Daarbij worden er grote poriën gevormd, waardoor de dichtheid verlaagd wordt tot ca. 80 -100 kg/m<sup>3</sup>. Het uitgezette materiaal is helder wit door de reflecties van de opgesloten belletjes. Perliet is een milieuvriendelijk product dat recyclebaar is en in de natuur teruggevonden kan worden. De akoestische, brandwerende en isolerende eigenschappen maken het tot een onmisbaar product in de bouw, industrie en brandbeveiliging. Zelfs voor het tuinieren en in dierbenodigdheden kan perliet gebruikt worden. Voor de productie van perliet wordt geen gebruik gemaakt van chemische producten wat het milieu ten goede komt. Ook de impact op de omgeving waaruit perliet gemijnd wordt, wordt niet aangetast tijdens het mijnproces. Indien er sprake is van enige beschadiging van de omgeving, dan

zorgen de mijnbedrijven voor volledig herstel van de natuurlijke omgeving na afronding van de mijnwerkzaamheden.

Bij het bedrijf Dicalite Europe te Gent (België) wordt geëxpandeerde perliet geproduceerd bestemd voor filtratietoepassingen. Het bijproduct – deels geëxpandeerde en deels niet-geëxpandeerde perliet wordt kosteloos afgenomen door een transportbedrijf (Verhofstadt). Dit transportbedrijf heeft 15.000 m<sup>3</sup> beschikbaar op jaarbasis.

## Kosten en concurrerende neventoepassingen

Het bijproduct van Verhofstadt is goedkoop. Het wordt alleen geleverd aan pot- en vrijloopstallen in België en Nederland. Het kost € 4/m<sup>3</sup>. Het wordt dan los geleverd op het erf van de veehouder. De bulkdichtheid is 200-250 kg/m<sup>3</sup>. Het drogestofgehalte is ca. 90%.

## Waardetoevoeging en verbruik per melkkoe

Gezien de aard van het materiaal, moet de waarde-toevoeging gezocht worden in het gebruik als drager en beluchter van de bodem, maar ook als absorberend medium voor het overvloedige vocht dat in de winter opgeslagen kan worden in de bodem. Veehouder Stan van Beek te Vogelwaarde (Zeeuws Vlaanderen) heeft ervaring sinds eind oktober 2014. Hij gebruikt in de

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Veenmosveen

Kokosvezelmix

Baggerspecie

Zand

Perliet

Plantaalig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



winterperiode 15 m<sup>3</sup>/koe, waarbij de bodem niet bewerkt wordt. Wel wordt bijna dagelijks perliet opgebracht. In de zomerperiode (6 maand) zal de frequentie van perliet toevoegen lager zijn en door de betere droogomstandigheden is ook het verbruik lager. Geschat wordt dat het verbruik in de zomerperiode 7,5 m<sup>3</sup>/koe is. Het totaalverbruik/koe/jaar wordt hierdoor 22,5 m<sup>3</sup>. Bij het bewerken van de bovenlaag zal het totaalverbruik lager zijn. Door de druk van het gewicht van de dieren zullen de kleine deeltjes uiteenvallen in poeder. Ze zijn namelijk vrij zacht. Stofvorming is dan mogelijk. Dit is ongewenst in de stal. Een andere vraag is of het schadelijk is voor de dieren wanneer ze het zouden opnemen (NVM Products, Amsterdam). Dit geldt ook voor de veehouder. Onderzoek hiernaar is gewenst. Ook zal onderzocht moeten worden of perliet bepaalde mineralen bindt. Een voordeel van perliet is dat de dieren minder ruimte nodig hebben om droog te kunnen blijven (8,5 m<sup>3</sup> i.p.v. de 15 m<sup>3</sup>). Hierdoor zijn de bouwkosten van de vrijloopstal per dier lager.

## Als volledig bodemmateriaal

Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melkkoe/jaar geproduceerd. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Het verbruik is 9 m<sup>3</sup> perliet/koe/jaar ofwel 2 ton perliet/koe/jaar. Totaal wordt dus 8,8 ton perlietmest geproduceerd. Om de aankoopkosten van perliet (€ 36/koe/jaar) volledig vergoed te krijgen, is een verkoopprijs van € 4,1/ton perlietmest gewenst (= € 36/8,8).

## Als additief

Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melkkoe/jaar geproduceerd. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Het verbruik is 1,44 m<sup>3</sup> perliet/koe/jaar ofwel 0,324 ton perliet/koe/jaar. Totaal wordt dus 7,0 ton perlietmest geproduceerd. Om de aankoopkosten van perliet (€ 101/koe/jaar) volledig vergoed te krijgen, is een verkoopprijs van € 0,85/ton perlietmest gewenst (= € 6/7).

## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie/broeikasgassen

Perliet neemt erg goed water op. Verder onderzoek is gewenst. De pH is neutraal (tussen 6,5 en 7,5).

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Veenmosveen

Kokosvezelmix

Baggerspecie

Zand

Perliet

Plantaalig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Potentiële risico's op verontreinigingen

Er zijn geen verontreinigingen. Verder onderzoek is gewenst.

## Effect op uiergezondheid en melkwaliteit

Perliet is een anorganisch, duurzaam en steriel product. Het is niet-toxisch en vrij van ziektekiemen. Het blijkt dat het bedrijfsnelgetal van aanzienlijk daalt bij de veehouder met perliet.

## Beloopbaarheid

De beloopbaarheid is goed.

## Afvalstoffenwet

Valt waarschijnlijk niet onder de afvalstoffenwet. Onderzoek gewenst.

## Eindoordeel

Perliet is geschikt als bodemmateriaal omdat het veel vocht kan opnemen. Het kan gebruikt worden als volledig bodemmateriaal of in combinatie met ander materiaal. Er is echter onduidelijkheid over de brede beschikbaarheid.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Veenmosveen

Kokosvezelmix

Baggerspecie

Zand

Perliet

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina





# Plantaardig materiaal

## Natuur/gewassen

[Tarwestro](#)

[Natuur-/bermgras](#)

[Olifantsgras](#)

[Riet](#)

## Tuinbouw

[Tuinbouwafval](#)

[Tuinbouwgrond](#)

## Bos

[Houtsnippers](#)

[Houtvezel](#)

## Gecomposteerd materiaal

[Compost](#)



Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

### Natuur/gewassen

Tarwestro

Natuur-/bermgras

Olifantsgras

Riet

### Tuinbouw

### Bos

### Gecomposteerd materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina





## Beschikbaarheid

In Nederland wordt 210.000 ha graan verbouwd. Hierop wordt 1,1 miljoen ton stro (85% ds) geproduceerd, waarvan 75% beschikbaar is voor de handel (840.000 ton). Ca. 84.000 ton wordt verbruikt in de melkveehouderij, 30.000 ton in de pluimvee- en 8.000 ton in de varkenssector. Verder is nodig 350.000 ton in de bloembollensector, 140.000 ha in de peensector en 220.000 ton voor overige bestemmingen (Koppejan et al., 2009). Stro wordt ook geïmporteerd vanuit buurlanden. De stroprijs is ca. € 80/ton (85% ds) voor goede kwaliteit (prijspeil 2014).

## Kosten en concurrerende neventoepassingen

De prijzen van stro zijn momenteel (juli 2014) ca. € 80/ton geleverd op bedrijf (Havermans, 2014). Bij een bedrijf met 200 melkkoeien (Havermans) die elk 20 m<sup>2</sup> tot hun beschikking hebben wordt gemiddeld 3 kg stro per koe per dag verbruikt (6 kg/dier/dag in winter en 0 kg/dier/dag in zomer). Dit geeft een kostenpost van € 17.532 per bedrijf ofwel € 88 per melkkoe per jaar. De stromest wordt nu opgehaald voor € 0/m<sup>3</sup>. De verwachting is dat de vraag naar stromest toeneemt met name vanuit de boomkwekerijsector. De opkomende biobased economy zal in toenemende mate stro als

grondstof gaan gebruiken voor het maken van papier, karton, composieten, bio-ethanol en bioplastics. Bovendien is er onderzoek gaande om m.b.v. schimmels de cellulose te ontsluiten, waardoor stro waardevol wordt als veevoer (Cone, 2014).

## Verbruik per melkkoe en waardevermeerdering

Na gebruik in de vrijloopstal kan het bodemmateriaal (de stalmest) op het erf worden opgeslagen in een hoop – bij voorkeur onder dak- waar het (verder) gaat composteren. De veehouder kan de stalmest ook rechtstreeks afvoeren. Op bedrijf Havermans wordt per melkkoe per jaar 1,1 ton stro gebruikt en wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> mest geproduceerd in de strobodem, waarbij aangenomen wordt dat 50% van het vocht in de geproduceerde mest en urine is verdampt (een hoogproductieve melkkoe produceert ca. 30 m<sup>3</sup> mest/urine per jaar). Een hoeveelheid van 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest komt ongeveer overeen met 6,75 ton mest (0,9 ton/m<sup>3</sup>). Totaal wordt dus 7,85 ton stalmest per melkkoe geproduceerd. Om de strokosten volledig vergoed te krijgen, zal een verkoopprijs van € 11,2/ton (= € 88/7,85) voor stalmest moeten worden gevraagd. Andere mogelijke waardeketens van stromest zijn: composteren, grondstof voor droge vergisting, droge korrel of pyrolyse.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

**Natuur/gewassen**

Tarwestro

Natuur-/bermg gras

Olifantsgras

Riet

**Tuinbouw**

**Bos**

**Gecomposteerd materiaal**

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie/broeikasgassen

Stro-producten nemen over het algemeen veel vocht op. Uit een strooiseltest in 2005/2006 bleek stro 2,5 tot 3,5 maal het eigen gewicht aan vocht op te nemen (Zevenbergen, 2006). Hierbij kwamen gemalen tarwestro en gehakseld tarwestro als beste uit de bus en zaagsel, vlas en hennep als minst goede. De NH<sub>3</sub>-emissie vanuit de stromestbodem is bekend uit ander onderzoek ([zie Dooren 2012 en Galama et al, 2014](#)).

## Potentiële risico's op verontreinigingen

Omdat graanstro in Nederland en in andere EU-landen op landbouwgronden wordt geteeld, wordt ervan uitgegaan dat zware metalen afwezig zijn. Gewasbeschermingsmiddelen zijn wel toegepast tijdens de graanteelt. Onbekend is of er nog resten in graanstro zijn achtergebleven. Onderzoek hiernaar is gewenst.

## Effect op uiergezondheid en melkkwaliteit

Stro kan soms hoge concentraties TAS-sporen laten zien (twee van de acht monsters, Driehuis et al., 2014). De concentratie XTAS sporen was echter laag in alle acht monsters (Driehuis et al., 2014).

## Beloopbaarheid

Zie onderzoek naar geschiktheid van stro voor vrijloopstallen (Kasper en Galama, 2015). Verder onderzoek is gewenst.

## Afvalstoffenwet

Stro is een bijproduct van een landbouwgewas en valt niet onder de afvalstoffenwet.

## Eindoordeel

Stro is geschikt als absorberend en composterend materiaal.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

**Natuur/gewassen**

Tarwestro

Natuur-/bermgras

Olifantsgras

Riet

**Tuinbouw**

**Bos**

**Gecomposteed materiaal**

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Beschikbaarheid

Natuur- en bermgras worden in grote hoeveelheden geproduceerd in Nederland, respectievelijk 1.080.000 ton ds per jaar en 240.000 ton ds per jaar (Koppejan et al., 2009). Nagenoeg al het materiaal wordt gecomposteerd. De keuze voor compostering heeft te maken met de volgende punten:

- Het is logistiek gezien moeilijk om het kwalitatief goede gras qua vochtgehalte en samenstelling te winnen en te bewaren. Het materiaal is vaak te nat en het gras bevat vaak een hoog ligninegehalte (veel vezel), waardoor de inkuilbaarheid afneemt; hooi maken is i.v.m. het weerrisico geen optie vanwege de benodigde lange droogtijd. Ook de hiermee gepaard gaande extra bewerkingen (schudden, wiersen) met bijbehorende arbeid maken dat hooien niet rendabel is.
- Vanuit de agrarische sector is er te weinig vraag naar.
- De grotere kans op giftige kruiden – b.v. Jacobskruiskruid – voor paarden en runderen in geconserveerde vorm.

## Kosten en concurrerende neventoepassingen

Momenteel kost afvoer van bermgras € 0 tot € 80 per ton ds (Koppejan et al., 2009). De prijs voor natuurgras hangt o.a. af van wie de eigenaar is (Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten, provincie, gemeente, agrariër). Natuurgras als onderdeel in rantsoen voor melkkoeien is mogelijk (Duinkerken et al., 2005). Hierbij kan tot maximaal 25% beheersgraskuil in het ruwvoerrantsoen worden aangeboden. Opgemerkt moet worden dat in genoemd onderzoek is uitgegaan van een uitstekende beheerskuil (in één dag gemaaid, gewierst en ingekuild), mede omdat de veehouder zelf kon bepalen wanneer hij wilde maaien en kuilen. Wel was de gemiddelde melkproductie 1 tot 1,5 kg lager per koe/dag dan met een standaardgraskuil.

Alternatieven voor composteren van natuur- en bermgras voor de komende 5 tot 20 jaar zijn: veenvervanging (d.i. veen maken van natuur-/bermgras i.p.v. gebruik van veen uit Baltische staten), vergisting en bioraffinage (Spijker et al., 2013). Voor toekomstig onderzoek zijn vijf perspectiefrijke ketens geselecteerd, die op korte of middellange termijn het meeste perspectief

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

**Natuur/gewassen**

Tarwestro

Natuur-/bermgras

Olifantsgras

Riet

**Tuinbouw**

**Bos**

**Gecomposteed materiaal**

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



bieden (Spijker et al., 2013). Voor de selectie is gebruik gemaakt van zeven criteria, waaronder de robuustheid van de technologie, het marktperspectief en de logistieke complexiteit. De vijf ketens zijn: veevoer, compost, veenervanger, (natte en droge) vergisting en bio-raffinage van vezels.

## Waardetoevoeging en verbruik per melkkoe

Gebruik als bed- en strooiselmateriaal in bijvoorbeeld stallen is een goede optie voor droog, vezelrijk maaisel. Wel betekent dit dat het materiaal zo droog mogelijk moet worden geoogst. Verder kan het melkvee bij een nieuwe bodem het droge gras gaan eten. Dit kan voorkomen worden door het gras te mengen met b.v. veen. Na gebruik in een stal kan het restproduct goed worden gebruikt als meststof /bodemverbeteraar. Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melkkoe/jaar geproduceerd. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Het verbruik van natuur-/bermgras is 2,02 ton/koe/jaar. Totaal wordt dus 8,8 ton natuur-/bermgrasmest geproduceerd. Om de aankoopkosten van het natuur-/bermgras volledig vergoed te krijgen, is een verkoopprijs van € 10,9/ton natuur-/bermgrasmest gewenst (= € 96/8,8).

## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie/broeikasgassen

Onbekend. Onderzoek is gewenst.

## Potentiële risico's op verontreinigingen

Gras gewonnen uit natuurgebieden is naar verwachting niet verontreinigd. Onderzoek is gewenst.

## Effect op uiergezondheid en melkqualiteit

Onbekend. Toetsen op risico is gewenst.

## Beloopbaarheid

Afhankelijk van het vochtgehalte en het type natuur-/bermgras en de eventuele mengverhouding met het andere bestanddeel van de bodem, zal de beloopbaarheid verschillen. Onderzoek is gewenst.

## Afvalstoffenwet

Natuurgras valt niet onder de afvalstoffenwet, bermgras echter wel.

## Eindoordeel

Natuur- en bermgras is geschikt als absorberend en composterend materiaal.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

**Natuur/gewassen**

Tarwestro

Natuur-/bermgras

Olifantsgras

Riet

**Tuinbouw**

**Bos**

**Gecomposteerd materiaal**

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Beschikbaarheid

Olifantsgras (*Miscanthus*) is een gewas dat sinds ongeveer 1995 wordt geteeld in Nederland met als doel in de eerste plaats onderzoek uit te voeren naar de teelt en daarna te onderzoeken wat de toepassingsmogelijkheden zijn. Het levert een hoge biomassa productie: 15 tot 20 ton ds/ha/jaar (Kasper, 2011a; Kasper, 2011b). Momenteel wordt er in Nederland ca. 200-250 ha geteeld. Het staat bekend als een goed strooisel in paardenboxen door zijn hoge vochtopname en het niet klitten van het materiaal aan de dieren en de bodem. Onderzoek naar olifantsgras als bodem in vrijloopstallen bij melkvee is niet bekend.

## Kosten en concurrerende neventoepassingen

*Miscanthus* kost ca. € 80 tot €120/ton. Er zijn ontwikkelingen waarbij *Miscanthus* op korte termijn kan worden toegepast als grondstof voor kwalitatief hoogwaardig papier, voor composieten en als vezel in composieten. Voor deze toepassingen wordt *Miscanthus* gewaardeerd op minimaal € 150/ton.

Andere toepassingsgebieden van *Miscanthus* zijn biobrandstof (vooral in de Verenigde Staten van Amerika), bioplastics en bouwmaterialen.

## Waardetoevoeging en verbruik per melkkoe

*Miscanthus* als stromateriaal is zuiniger in gebruik dan vele andere strooiselmaterialen. Verder bleek het materiaal voor eendagskuikens bijzonder zacht en isolerend te zijn. Na de stalperiode verteert *Miscanthus* snel zowel bij bewaring in een hoop als bij toediening op het land. Belangrijke aandachtspunten zijn dat het gebruikte materiaal dood, traceerbaar en duurzaam is. Bij het dode gewas zal vermoedelijk weinig compostering in de bodem optreden. De aspecten traceerbaar en duurzaam zijn belangrijk voor de melkveehouderijsector gezien de visie van de zuivelsector.

Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melkkoe/jaar geproduceerd. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Het verbruik van olifantsgras is 1,17 ton/koe/jaar. Totaal wordt dus 7,9 ton olifantsgrasmest geproduceerd. Om de aankoopkosten van het olifantsgras volledig vergoed te krijgen, is een verkoopprijs van € 17,1/ton olifantsgrasmest gewenst (= € 135/7,9).

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

**Natuur/gewassen**

Tarwestro

Natuur-/bermg gras

Olifantsgras

Riet

**Tuinbouw**

**Bos**

**Gecomposteerd materiaal**

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie/broeikasgassen

Het neemt vijfmaal zoveel vocht op als het eigen gewicht. Wanneer het materiaal ook gekneusd wordt – een mechanische kneuzing aan de buitenkant van de stengel – dan neemt het materiaal nog meer vocht op, wellicht tien-maal het eigen gewicht. Het lage gehalte aan mineralen in Miscanthus van 0,2 tot 0,4% N op drogestofbasis (Kasper, 2011) minimaliseert de NH<sub>3</sub>-emissie (Farmers Weekly, 15 mei 2012; Harnish, 2015).

## Potentiële risico's op verontreinigingen

Het gewas wordt zeer milieuvriendelijk geteeld. Er worden geen gewasbeschermingsmiddelen gebruikt en vanaf het 2e groeijaar tot het einde van de teelt (25 jaar later) zijn onkruidbestrijdingsmiddelen niet meer nodig. Verder zijn geen of zeer lage N-giften nodig gedurende de 20-jarige periode dat het meerjarige gewas staat.

## Effect op uiergezondheid en melkqualiteit

In de Miscanthusstromest bleek geen salmonella voor te komen bij vleeskuikens en was het kolonievormend vermogen voor bacteriën laag: 3.500 totaal kolonievormende eenheden (cfu) per gram in vergelijking met de gebruikelijke strooiselniveaus van 5.000-10.000 cfu/g. (Farmers Weekly, 15 mei 2012). Verder onderzoek is gewenst.

## Beloopbaarheid

Melkveehouder Blankenstijn te Ingen heeft voor een periode van ca. 3 maanden Miscanthus beproefd bij 50 melkkoeien in een vrijloopstal. Het bleek een goede draagkracht te hebben. Dit werd o.a. veroorzaakt door het hoge vochtopnemend/-afgevend vermogen van Miscanthus. Verder onderzoek is gewenst.

## Afvalstoffenwet

Miscanthus valt niet onder de afvalstoffenwet.

## Eindoordeel

Olifantsgras is geschikt als absorberend en compostterend materiaal, maar is een relatief dure teelt.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

**Natuur/gewassen**

Tarwestro

Natuur-/bermg gras

Olifantsgras

Riet

**Tuinbouw**

**Bos**

**Gecomposteerd materiaal**

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Beschikbaarheid

In Nederland wordt 40.000 ton droge stof per jaar geproduceerd, waarvan ca. 50% voor dakbedekking wordt gebruikt. De rest zou kunnen worden ingezet voor energiewinning, maar de logistiek daarvoor ontbreekt (Spijker et al., 2007, Koppejan et al., 2009).

Het is aan te bevelen om riet bij gebruik als bodem-materiaal te shredderen. Dit verhoogt het vochtopnemend vermogen.

## Kosten en concurrerende neventoepassingen

Riet voor toepassing in een vrijloopbodem kost € 20 tot € 40/ton aangeleverd in balen met een asgehalte van 5-10%. De bulkdichtheid zal ongeveer 100 kg/m<sup>3</sup> zijn. Neventoepassingen van deze kwaliteit riet (= niet toe te passen voor dakbedekking) zijn er niet; energie-opwekking met riet als grondstof heeft (nog) geen ingang gevonden vanwege het ontbreken van een goede logistiek (Koppejan et al., 2009).

## Waardetoevoeging en verbruik per melkkoe

Vanwege de beschikbaarheid van mindere kwaliteit riet (ca. 20.000 ton ds) is het aan te bevelen het riet te gebruiken als onderdeel in een minder draagkrachtige bodem, bijv. in een stalveenbodem of baggerbodem. Ook is het mogelijk een bodem met alleen riet te vormen. Jan Veenhouwer te Spanga heeft ervaring met zo'n bodem. Zijn ervaring is dat riet niet homogeen van kwaliteit is, doordat riet meer of minder afgerijpt is afhankelijk van het moment van oogsten. Hierdoor heeft de bodem een lager of hoger aandeel blad en is de stengel meer of minder verweerd. Hierdoor zal de bodem meer of minder snel composteren, waardoor de hoeveelheid nieuw materiaal dat aangevuld moet worden nogal kan verschillen.

Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melkkoe/jaar geproduceerd. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Het verbruik van riet is 1,44 ton/koe/jaar. Totaal wordt dus 8,2 ton rietmest geproduceerd. Om de aankoopkosten van het riet (€ 30/ton/koe/jaar) volledig vergoed te krijgen, is een verkoopprijs van € 5,3/ton rietmest gewenst (= € 43,2/8,2).

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

**Natuur/gewassen**

Tarwestro

Natuur-/bermgras

Olifantsgras

Riet

**Tuinbouw**

**Bos**

**Gecomposteerd materiaal**

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina





## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie/broeikasgassen

Niet bekend, zeker als onderdeel in een bodem niet.

## Potentiële risico's op verontreinigingen

Riet is een natuurproduct. De verwachting is dat er geen verontreinigingen zijn. Wel moet traceerbaar zijn wat de standplaats van het riet was om na te kunnen gaan of het water van de standplaats schoon is. Onderzoek is gewenst.

## Effect op uiergezondheid en melkkwaliteit

Onbekend. Daarom is onderzoek gewenst.

Van een melkveehouder die riet gebruikt in een vrijloopstal is bekend dat riet de smaak van melk negatief beïnvloedde, waardoor de melk niet werd geaccepteerd door zijn zuivelfabriek.

## Beloopbaarheid

Afhankelijk van waarmee het riet een mengsel vormt en in welke verhouding het riet gemengd wordt met het andere bestandde(e)l(en) van de bodem. Onderzoek is gewenst.

## Afvalstoffenwet

Riet valt niet onder de afvalstoffenwet.

## Eindoordeel

Riet is geschikt als absorberend en composterend materiaal, maar let wel op herkomst van het materiaal.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

### Natuur/gewassen

Tarwestro

Natuur-/bermgras

Olifantsgras

Riet

### Tuinbouw

### Bos

### Gecomposteed materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina





## Beschikbaarheid

Onder tuinbouwafval wordt verstaan resten van planten die overblijven nadat vruchten zijn geoogst. Voorbeelden zijn: tomaten, aubergines, paprika's. Rekening moet worden gehouden met een nog relatief hoog vochtgehalte in deze restplanten. Dit leidt tot een laag vochtopnemend vermogen, vochtig ligbed en hoge transportkosten. Daarom zou drogen van deze resten zinvol kunnen zijn afhankelijk van de droogkosten. Ook is verkorting van de lange plantmaterialen praktischer voor het vervoer en voor de toepassing in de stal. Bij de beschikbaarheid moet ook rekening worden gehouden met verontreiniging door gewasbeschermingsmiddelen. Met het drogen en verkorten wordt een proef uitgevoerd bij Van Vliet Contrans te Wateringen (Donkers, 2014). Vanaf maart 2015 zal Van Vliet Contrans contact zoeken met melkveehouders met vrijloopstallen. Hoeveelheden beschikbaar tuinbouwafval zijn niet bekend.

## Kosten en concurrerende neventoepassingen

Tot ca. 2013 werden resten van genoemde tuinbouwgewassen gecomposteerd, hetgeen een kostenpost is van ca. € 30/m<sup>3</sup> product. Sinds kort worden resten van aubergineplanten verwerkt tot gevelplaten ([www.novalignum.nl](http://www.novalignum.nl)) en ook resten van tomatenplanten

wordt geraffineerd (KNN-advies en Bioclear, Groningen). Dit betekent dat deze restplanten in een hoger segment in de markt komen en daarmee onbereikbaar zijn als grondstof voor vrijloopbodems.

## Waardetoevoeging en verbruik per melkkoe

Tuinbouwafval kan als totale bodem maar ook als onderdeel in een bodem dienen. De plantenstengels bevatten veel lignine en geven stevigheid aan een bodem. In minder draagkrachtige bodems zoals veenmosveen of baggerbodems kan het als onderdeel van de bodem dienen. Met gedroogde plantenstengels werd in maart 2015 een proef gestart bij veehouders. Uitgegaan moet worden van kosten van gemiddeld € 16,25/ton gedroogd product (40% ds). Bij dit gemiddelde tarief zullen de kosten voor aankoop van de tuinbouwafval € 219/dier/jaar zijn. Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melkkoe/jaar geproduceerd. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Verder wordt 6,75 ton tuinbouwafval/koe/jaar gebruikt. Dit geeft een totale hoeveelheid van 13,5 ton tuinbouwafvalmest/koe/jaar. De afgevoerde tuinbouwafvalmest moet dan € 16,2/ton (= € 219/13,5) opleveren.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

**Natuur/gewassen**

**Tuinbouw**

Tuinbouwafval

Tuinbouwgrond

**Bos**

**Gecomposteerd materiaal**

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie/broeikasgassen

Niet bekend, zeker als onderdeel in een bodem niet.

## Potentiële risico's op verontreinigingen.

Mogelijke verontreinigingen zijn resten gewasbeschermingsmiddelen en bepaalde metalen als gevolg van deze middelen.

## Effect op uiergezondheid en melkkwaliteit

De kans op het ontstaan van schimmelvorming en bacterie-/sporenvorming moeten worden onderzocht.

## Beloopbaarheid

Wanneer tuinbouwafval als onderdeel van een bodem zal dienen, moet het geheel (b.v. veen en tuinbouwafval) getest worden. Onderzoek is gewenst.

## Afvalstoffenwet

Tuinbouwafval valt onder de afvalstoffenwet. Na verwerkt te zijn op een erkend verwerkingsbedrijf (b.v. Van Vliet Contrans te Wateringen) kan het afval gebruikt worden op een derde bedrijf.

## Eindoordeel

Tuinbouwafval lijkt minder geschikt als bodemmateriaal vanwege onzekerheden rond resten bestrijdingsmiddelen en bepaalde metalen. Drogen van het materiaal is gewenst, maar zal ook veel kosten.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

**Natuur/gewassen**

**Tuinbouw**

Tuinbouwafval

Tuinbouwgrond

**Bos**

**Gecomposteerd materiaal**

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Beschikbaarheid

Tuinbouwgronden zijn bodems die gebruikt worden als teeltbodem voor bijvoorbeeld de snijbloementeelt. Hierbij kan gedacht worden aan teelten in de kas die een grote oppervlakte omvatten. De twee grootste teelten qua oppervlakte zijn de teelt van rozen en chrysanten (snijbloemen) met respectievelijk 460 en 510 ha in 2013 (CBS, 2013). Rozen worden bijna geheel op substraat geteeld, waardoor deze niet interessant zijn als grondstof voor een vrijloopbodem. Chrysanten worden nog in de grond geteeld. De cultivar 'Pluizer' beslaat ca. 33% van alle chrysantengrond en wordt opgekweekt in perspotjes die er bij de teelt in de kas afgehaald worden. [Bij de teeltbeëindiging worden de blokjes grond – waarin de wortel van de chrysant is gegroeid – eruit gehaald, afgevoerd van het bedrijf als zijnde afval en verwerkt door een erkend afvalverwerkingsbedrijf](#) (Vollering, 2014). Van deze teelt zijn er ca. 5 rondes per jaar (Van de Wetering, 2014). De blokjes hebben afmetingen van ca. 4 x 4 x 4 cm (= l x b x d) (Van de Wetering, 2014). Bij een bezetting met potgrond van 50 potjes per m<sup>2</sup> (de potjes staan ca. 10 cm uit elkaar), betekent dit dat er 26.928 m<sup>3</sup> grond beschikbaar is. Het bedrijf Vollering behandelt ca. 80% van alle substraat en potgrond in het Westland.

## Kosten en concurrerende neventoepassingen

Genoemde tuinbouwgrond kost ca. € 15 per m<sup>3</sup> geleverd bij een melkveehouderijbedrijf. Zoals vermeld gaat momenteel alle behandelde grond retour naar de tuinbouw (sierteeltsector) voor hergebruik. De teler moet voor deze behandelde grond dan ook ca. € 15 per m<sup>3</sup> betalen. Vanwege eventuele gevolgen van resten van gewasbeschermingsmiddelen en pathogenen in de behandelde grond wil de verwerker de grond niet leveren aan melkveehouders met een vrijloopstal (Vollering, 2014).

## Waardetoevoeging en verbruik per melkkoe

Wanneer levering mogelijk zou zijn, kan deze tuinbouwgrond met de toegevoegde mest en urine een waardevolle meststof voor akkerbouw, tuinbouw en boomteelt zijn. Omdat dit mestproduct dan nog vrij nieuw is, zal de markt zich hiervoor nog moeten ontwikkelen. Dus prijs is (nog) niet af te geven. Probleem van deze grond kan zijn dat de fractie zand ca. 30-40% kan zijn. Dit is niet gunstig voor omstandigheden van composteren. Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melkkoe/jaar geproduceerd. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Het verbruik van tuinbouwgrond is 12,6 m<sup>3</sup> ofwel 10,1 ton tuinbouwgrond/koe/jaar. Totaal wordt dus

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

**Natuur/gewassen**

**Tuinbouw**

Tuinbouwafval

Tuinbouwgrond

**Bos**

**Gecomposteerd materiaal**

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



16,8 ton tuinbouwgrondmest geproduceerd. Om de aankoopkosten van tuinbouwgrond/koe/jaar (€ 189) volledig vergoed te krijgen, is een verkoopprijs van € 11,25/ton tuinbouwgrondmest gewenst (= € 189/16,8).

## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie/broeikasgassen

Niet bekend. Onderzoek is gewenst.

## Potentiële risico's op verontreinigingen

Mogelijke gevolgen van resten van gewasbeschermingsmiddelen en pathogenen in de behandelde grond. Onderzoek is gewenst.

## Effect op uiergezondheid en melkkwaliteit

Onbekend is of er een risico is. Onderzoek gewenst.

## Beloopbaarheid

Niet bekend. Onderzoek is gewenst.

## Afvalstoffenwet

De gezeefde chrysantengrond is klaar voor hergebruik, maar moet nog wel gestoomd worden. De gezeefde grondstof wordt niet door het verwerkingsbedrijf zelf gestoomd. De gezeefde chrysantengrond is daardoor alleen bruikbaar op bedrijven waar ze de grond zelf stomen voor de teelt: de glastuinders die potgrond nodig hebben.

Hoewel chrysantentelers potgrond van een beëindigde teelt graag zonder kosten aanbieden aan veehouders, is dit wettelijk niet mogelijk. Dit is afval en moet volgens de wet eerst naar een verwerkingsbedrijf en kan vervolgens naar een bedrijf die het opnieuw kan benutten.

## Eindoordeel

Tuinbouwgrond lijkt minder geschikt vanwege risico's van resten van gewasbeschermingsmiddelen. Het valt onder de afvalstoffenwet en kan daarom niet rechtstreeks door de tuinder aan veehouders geleverd worden.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

**Natuur/gewassen**

**Tuinbouw**

Tuinbouwafval

Tuinbouwgrond

**Bos**

**Gecomposteed materiaal**

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Beschikbaarheid

Houtsnippers van goede kwaliteit zijn tot nu toe nog in ruime mate voorradig (Van Doninck, 2014; Op de Beeck, België, 2014). Het bedrijf Groep Op de Beeck (België) heeft dagelijks 100.000 m<sup>3</sup> beschikbaar. Opgemerkt moet worden dat dit geïmporteerd wordt uit de Baltische staten. Veel bedrijven met een vrijlooptal met houtsnippers kopen dit vaak in de regio.

## Kosten en concurrerende neventoeepassingen

Houtsnippers kosten € 10 tot € 25/ton (Smits et al., 2012). De bulkdichtheid is 300 kg/m<sup>3</sup>.

Houtsnippers worden al veel gebruikt in andere sectoren. Het aanbod is echter groot, daarom is er voor de korte termijn geen prijsstijging te verwachten.

## Waardetoevoeging en verbruik per melk koe

Waarde wordt toegevoegd door vermenging met mest en urine. De vraag is in hoeverre dit vertaald wordt in een redelijke verkoopprijs om de aankoopkosten van de houtsnippers (deels) terug te verdienen. Composteren op eigen bedrijf in de stal en/of tijdens de opslag buiten de stal is een mogelijkheid. Gecomposteerde houtsnippers met mest kan dan worden verkocht.

Bij het gemiddelde tarief (€ 17,5 per ton houtsnippers) zullen de kosten voor aankoop van de houtsnippers € 49/dier/jaar zijn. Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melk koe/jaar geproduceerd. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Verder wordt 2,82 ton houtsnippers/koe/jaar gebruikt. Dit geeft een totale hoeveelheid van 9,6 ton houtsnippermest/koe/jaar. De afgevoerde houtsnippermest moet dan € 5,10/ton (= € 49/9,6) opleveren.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

**Natuur/gewassen**

**Tuinbouw**

**Bos**

Houtsnippers

Houtvezel

**Gecomposteerd materiaal**

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie/broeikasgassen

Zie eerder onderzoek (Dooren, 2012, [Galama et al, 2014](#)). Lopend onderzoek zal in 2015 worden gecontinueerd.

## Potentiële risico's op verontreinigingen

Niet te verwachten. Onderzoek wel gewenst.

## Effect op uiergezondheid en melkkwaliteit

Uit recent onderzoek blijkt geen hoog risico op sporevormende bacteriën (Driehuis et al., 2014). Toch blijft ook voor nieuw onderzoek aandacht hiervoor gewenst.

## Beloopbaarheid

Uit praktijkonderzoek blijkt de beloopbaarheid goed te zijn (Galama et al., 2014).

## Afvalstoffenwet

Houtsnippers afkomstig van A-hout (niet geveerd of verduurzaamd) vallen niet onder de afvalstoffenwet.

## Eindoordeel

Houtsnippers zijn met name geschikt om te composteren.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

**Natuur/gewassen**

**Tuinbouw**

**Bos**

Houtsnippers

Houtvezel

**Gecomposteed materiaal**

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina





## Beschikbaarheid

Houtvezel als naam dekt niet altijd de lading voor wat betreft de oorsprong en samenstelling van het product. Houtvezel kan een bijproduct zijn van de houtverwerkende industrie, waarbij planken en balken worden gemaakt. Houtvezel lijkt dan veel op zaagsel. Echter, zaagsel is veel fijner van structuur. Houtvezel neemt veel vocht op en is zacht. Houtvezel (1e soort droog) kan ook afkomstig zijn van blanke onbewerkte en kunstmatig gedroogde houtsoorten zoals vuren- of grenen-hout. Losgestort is deze droge houtvezel beschikbaar in normale en fijnere afmetingen, de zogenaamde normale en fijnere versie. Ook is houtvezel verpakt te verkrijgen. Hierbij wordt het stof afgezogen. Het wordt al veel gebruikt als strooisel bij pluimvee, varkens en paarden. BvB-substrates maakt zijn eigen houtvezelproduct: BvB houtvezel. Het wordt geproduceerd van verse houtchips, afkomstig van de grove den. In de productie wordt het hout onder hoge mechanische druk vervezeld. Vervolgens wordt de houtvezel behandeld, zodat het zo goed als geen stikstof meer fixeert. Er is voldoende houtvezel beschikbaar (BvB, 2015).

## Kosten en concurrerende neventoeepassingen

Houtvezel van ca. 70% ds kost inclusief transport tot afleveradres ca. € 30/m<sup>3</sup> (Faas, 2015). De bulkdichtheid is 100 kg/m<sup>3</sup>. Houtvezel wordt veel toegepast in de tuinbouw om lucht in de grond te krijgen. De toepassing in de tuinbouw wordt niet als concurrerend gezien voor toepassing in de melkveehouderij. Door voldoende beschikbaarheid zal gebruik in vrijloopstalbodemp in eerste instantie geen prijsopdrijvend effect hebben.

## Waardetoevoeging en verbruik per melkkoe

Gezien de relatief hoge prijs, moet de waardetoevoeging gezocht worden in het gebruik als drager en beluchter van de bodem. Onderzoek is gewenst. Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melkkoe/jaar geproduceerd. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Het verbruik is 10,71 m<sup>3</sup> houtvezel/koe/jaar ofwel 1,9 ton houtvezel/koe/jaar. Totaal wordt dus 8,65 ton houtvezelmest geproduceerd. Om de aankoopkosten van houtvezel (€ 295/koe/jaar) volledig vergoed te krijgen, is een verkoopprijs van € 34,1/ton houtvezelmest gewenst (= € 295/8,65).

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

**Natuur/gewassen**

**Tuinbouw**

**Bos**

Houtsnippen

Houtvezel

**Gecomposteed materiaal**

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie/broeikasgassen

Neemt niet veel vocht op, maar brengt door de aanwezige vezelige structuur lucht in de bodem. Onderzoek is gewenst.

## Potentiële risico's op verontreinigingen

Onderzoek is gewenst.

## Effect op uiergezondheid en melkkwaliteit

Houtvezel is een volkomen schoon product.

## Beloopbaarheid

Onderzoek is gewenst.

## Afvalstoffenwet

Onderzoek gewenst.

## Eindoordeel

Houtvezels zijn duur, maar kan mogelijk in combinatie met ander materiaal zorgen voor beluchten van de bodem.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

**Natuur/gewassen**

**Tuinbouw**

**Bos**

Houtsnippers

Houtvezel

**Gecomposteed materiaal**

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Beschikbaarheid

Compost is voldoende voorradig. Er zijn echter veel verschillende soorten compost. Het belangrijkste onderscheid is compost gemaakt van snoeiafval of afval van huishoudens (GFT compost). Met GFT compost is in de afgelopen jaren onderzoek gedaan in vrijloopstallen (Dooren et al., 2012, [Galama, et al., 2014](#)). De reden dat melkveehouders vooral GFT compost gebruikten is dat het ruim beschikbaar is tegen een goede prijs. De kwaliteit wisselde echter sterk. Er dient gewaakt te worden voor veel zand en verontreinigingen. De ervaringen van de melkveehouders waren over het algemeen positief mits het materiaal weinig zand bevat en voldoende droog is. Echter, het gebruik van compost is verboden (zie criterium Risico op bacteriën).

## Kosten en concurrerende neventoeepassingen

Compost kost € 3 tot 15/m<sup>3</sup> volgens Smits et al. (2012) en € 9/m<sup>3</sup> volgens Groenrecycling Wolfshagen BV te Hasselt. Compost wordt veel voor bodemverbetering toegepast in de landbouw (met name akkerbouw, vollegronds tuinbouw, kassenteelt, bomenteelt), bij gemeenten, bedrijven en particulieren. Door voldoende aanbod zal de prijs niet sterk wijzigen.

## Waardetoevoeging en verbruik per melkkoe

Na de stalperiode heeft compost extra waarde gekregen door vermenging met mest en urine. Dit zou een extra waarde moeten geven aan de compost. Echter, deze compost is officieel 'dierlijke mest' geworden en valt onder de mestwet. De prijsvorming blijkt uit de vraag en aanbod van dit product. Het verbruik per koe is niet berekend, omdat Friesland Campina het compost per 1 januari 2015 verboden heeft te gebruiken als strooisel in ligboxen en vrijloopstallen.

## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie/broeikasgassen

Zie eerder onderzoek (Dooren, 2012, [Galama et al., 2014](#)). De stikstofverliezen in bodems met compost zijn hoger dan in bodems waarin houtsnippers gecomposteerd worden.

## Potentiële risico's op verontreinigingen

Compost heeft geen bewerkingen ondergaan en is waarschijnlijk niet verontreinigd.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

**Natuur/gewassen**

**Tuinbouw**

**Bos**

**Gecomposteerd materiaal**

Compost

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Risico op bacteriën

Eerder onderzoek door het NIZO in samenwerking met Wageningen UR Livestock Research wees op een hogere kans op sporen van Extreem Thermoresistente Aerobe Sporenvormende bacterieën (XTAS). XTAS in de bedding komen via de spenen in de melk. Bij te hoge waarden kan dit de houdbaarheid van gesteriliseerde zuivelproducten bepreken. Daarom heeft de Zuivelindustrie het gebruik van compost als strooisel in de vrijlooptal en de ligboxental verboden.

## Beloopbaarheid

Afhankelijk van het type compost en het vochtgehalte zal de beleopbaarheid verschillen. Ervaringen uit de praktijk bij volwassen melkvee geven aan dat de beleopbaarheid slechter wordt bij een drogestofgehalte lager dan 55%. Ter vergelijking: de beleopbaarheid bij stro wordt slechter bij een drogestofgehalte lager dan 35%. Dit betekent dat compost het omslagpunt dat melkkoaien 'door de bodem zakken' eerder (= bij een lagere vochtname) heeft bereikt dan stro.

## Afvalstoffenwet

Compost valt niet onder de afvalstoffenwet.

## Eindoordeel

Compost is niet geschikt gebleken als bodemmateriaal vanwege de risico's voor melkkwaliteit (houdbaarheid van bepaalde gesteriliseerde zuivelproducten).

De Zuivelindustrie heeft het per januari 2015 verboden als vrijloopbodem en als diepstrooisel in een ligboxental.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

**Natuur/gewassen**

**Tuinbouw**

**Bos**

**Gecomposteerd materiaal**

Compost

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



# Industriële bijproducten

[Koffiedik](#)

[Koffiepulp](#)



Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Koffiedik

Koffiepulp

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Beschikbaarheid

Koffiedik is in grote hoeveelheden aanwezig. In Nederland wordt 130.000 ton koffiedik (ca. 70% ds) per jaar geproduceerd (Slegers, 2014). Elbersen et al. (2009) noemen een productie van 95.000 ton koffiedik, maar gaan daarbij uit van koffiedik van 100% ds. Echter, slechts een deel daarvan is (ca. 30%) van restaurants/hotels/scholen afkomstig, waardoor inzameling mogelijk is. Dat is 39.000 ton met 70% ds. De rest zit bij individuele consumenten (huishoudens) of wordt verbrand voor energieopwekking (12.000 ton; Douwe Egberts, Joure).

## Kosten en concurrerende neventoepassingen

De kosten voor afgewerkte koffiedik zijn niet bekend. Een schatting is € 20/ton inclusief transport. Toepassingen van koffiedik met daarin voedingsstoffen en andere stoffen lijkt interessant. Het kweken van paddestoelen op koffiedik is een opkomende markt ([Rotterzwam](#), [Oneworld](#)). Na deze kweek worden

de gevormde enzymen door het bedrijf Alpha Enzymes (Oosterhout) eruit gehaald die interessant zijn voor de papierindustrie. Daarna zou het materiaal nog goed te gebruiken zijn voor b.v. bodems van vrijloopstallen. Het bedrijf Rotterzwam wil graag gezamenlijk onderzoek uitvoeren met Wageningen UR over nog aanwezige enzymen en mogelijk andere stoffen en hun invloed op de bodemvruchtbaarheid (Slegers, 2014).

## Waardetoevoeging en verbruik per melkkoe

Er is nog onvoldoende bekend over afgewerkte koffiedik. Onderzoek is gewenst. Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melkkoe/jaar geproduceerd op de vrijloopstalbodemp. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Het verbruik van koffiedik is 10,8 ton/koe/jaar. Totaal wordt dus 17,55 ton koffiedikmest geproduceerd. Om de aankoopkosten van het koffiedik volledig vergoed te krijgen, is een verkoopprijs van € 7,7/ton koffiedikmest gewenst (= € 135/17,6).

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Koffiedik

Koffiepulp

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina





## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie/broeikasgassen

Onbekend. Onderzoek is gewenst.

## Potentiële risico's op verontreinigingen

Onderzoek is gewenst.

## Effect op uiergezondheid en melkkwaliteit

Koffiedik heeft waarschijnlijk geen schadelijke bacteriën. Om dit te toetsen is onderzoek gewenst. Vanwege de indringende koffiegeur moet onderzoek plaats vinden naar mogelijke smaakafwijkingen aan de melk.

## Beloopbaarheid

De beloopbaarheid is onbekend. Onderzoek is gewenst.

## Afvalstoffenwet

Koffiedik valt niet onder de afvalstoffenwet.

## Eindoordeel

Koffiedik is nog een onbekend product. Inzameling en prijs lijken echter een probleem.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Koffiedik

Koffiepulp

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Beschikbaarheid

Tot voor kort werd koffiepulp achtergelaten in het land waar koffie geteeld wordt. De wereldproductie is 20 miljoen ton op jaarbasis. Vanwege problemen met giftige stoffen in de pulp en de methaanuitstoot door het composteringsproces, is [het bedrijf Pectcof gaan zoeken naar een waardecreatie van de pulp](#). Deze is in eerste instantie gevonden in het onttrekken van pectine, die als erg waardevol wordt gezien als vervanger van bestanddelen in emulgatoren en stabilisatoren. Niet alleen qua prijs, maar ook in de keuze van de consument die natuurlijke grondstoffen in toepassingen steeds belangrijker gaat vinden. Gezien de strategie van het bedrijf zullen er op korte termijn nog meer waardevolle grondstoffen worden onttrokken aan deze pulp zoals antioxidanten, suikers en pigmenten.

## Kosten en concurrerende neventoepassingen

De kosten zijn nu nog onbekend. Wel gaf een van de directeuren van Pectcof aan dat er weinig laagwaardige biomassa overblijft na bioraffinage van de nu als waardevol getaxeerde grondstoffen (Dieleman, 2014).

## Waardetoevoeging en verbruik per melkkoe

Er is nog onvoldoende bekend over afgewerkte koffiepulp. Verder onderzoek is gewenst. Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melkkoe/jaar geproduceerd op de vrijloopstalbodemp. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Het verbruik van koffiepulp is 6,5 ton/koe/jaar. Totaal wordt dus 13,2 ton koffiepulpmest geproduceerd. Om de aankoopkosten van het koffiepulp volledig vergoed te krijgen, is een verkoopprijs van € 13,5/ton koffiepulpmest gewenst (= € 178/13,2).

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Koffiedik

Koffiepulp

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie/broeikasgassen

Onbekend. Onderzoek is gewenst.

## Potentiële risico's op verontreinigingen

Er zijn geen verontreinigingen (Dieleman, 2014).

## Effect op uiergezondheid en melkwaliteit

Koffiepulp heeft waarschijnlijk geen schadelijke bacteriën (Dieleman, 2014). Om dit te toetsen is onderzoek gewenst.

## Beloopbaarheid

De beloopbaarheid is onbekend. Onderzoek is gewenst.

## Afvalstoffenwet

Onbekend. Onderzoek gewenst.

## Eindoordeel

Koffiepulp lijkt minder geschikt wegens probleem van inzameling en onbekendheid over kosten.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Koffiedik

Koffiepulp

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



# Dierlijke bijproducten

[Dikke fractie mest](#)

[Wormenhumus](#)



Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Dikke fractie mest

Wormenhumus

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Beschikbaarheid

In een regio met zowel veehouders als akkerbouwers is de dikke fractie van rundermest met 25 tot 30% ds vrij verkrijgbaar. Bij een hoog aanbod zal de ontvangende veehouder of akkerbouwer geld toe krijgen. Echter, het is de vraag of een veehouder dikke fractie als bodemmateriaal wil 'aankopen' als hij weet dat hij de aangekochte mineralen mee moet nemen in zijn mineralenbalans. De dikke fractie rundermest bevat ca. 2,5 kg fosfaat/ton.

## Kosten en concurrerende neventoeepassingen

Momenteel is er weinig handel in dikke fractie rundermest. De afvoerkosten zijn namelijk te duur (tot € 20/ton). De veehouder gebruikt het dan eerder zelf als vulling voor zijn (diep)strooiselboxen of laat het ophalen door een akkerbouwer in de regio tegen € 0/ton (Bakker, 2014). Wel zijn er ontwikkelingen om met een mobiele scheider en verhoogde temperatuur (min. 1 uur bij 70 °C) gehygiëniseerde dikke fractie te maken met een drogestofgehalte van 60-80%, die vervoerd kan worden naar akkerbouwers en veehouders (Verkooyen, 2014).

Door toepassing van hygiënisatie kan de dikke fractie ook geëxporteerd worden.

## Waardetoevoeging en verbruik per melkkoe

Dikke fractie rundermest is een bodemmateriaal dat goedkoop verkregen kan worden. Dit is vooral interessant voor veehouders die geen verplichting hebben om mest af te voeren. Anderzijds kan de keten interessant worden wanneer de vaste stalmest na de stalperiode kan worden verkocht buiten de landbouw. Een hoeveelheid van 15 m<sup>3</sup> mest komt ongeveer overeen met 13,5 ton mest. Ook zal ongeveer 15 m<sup>3</sup> dikke fractie mest per melkkoe/jaar nodig zijn ofwel 9 ton/melkkoe/jaar (bulkdichtheid: 600 kg/m<sup>3</sup>). Dikke fractie mest is tegen € 0/ton te verkrijgen. Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melkkoe/jaar geproduceerd. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Het verbruik van dikke fractie is 10,8 ton/koe/jaar. Totaal wordt dus 17,6 ton aan vaste mest geproduceerd. Om de aankoopkosten van het dikke fractie volledig vergoed te krijgen, is een verkoopprijs van € 1,5/ton vaste mest gewenst (= € 27/17,6).

## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie/broeikasgassen

Het is onbekend hoe gehygiëniseerde dikke fractie rundermest als 100% bodem of als onderdeel van een bodem zal reageren. Onderzoek is gewenst.

Leeswijzer
Criteria
Bodem en sloopmateriaal
Plantaardig materiaal
Industriële bijproducten
Dierlijke bijproducten
Dikke fractie mest
Wormenhumus
Additieven
Conclusies en perspectief
Nawoord
Literatuur
Direct naar tabel op titelpagina



## Potentiële risico's op verontreinigingen

Gehygiëniseerde dikke fractie rundermest is niet verontreinigd.

## Effect op uiergezondheid en melkqualiteit

Onderzoek naar de concentratie van XTAS-sporenvormers in dikke fractie van mest gaf geen aanleiding te verwachten dat deze hoger is dan die van zaagsel of stro (Driehuis et al., 2014). Echter, de verschillende methoden van bewerking en opslag van gescheiden mest en digestaat – bijvoorbeeld compostering, fermentatie, opslag bij hoge temperatuur – zouden kunnen leiden tot toename van de concentraties TAS en XTAS (Driehuis et al., 2014). Daarom is onderzoek hiernaar gewenst.

## Beloopbaarheid

Afhankelijk van het vochtgehalte en de mengverhouding van dikke fractie rundermest met een ander bestanddeel van de bodem, zal de beloopbaarheid verschillen. Onderzoek is gewenst.

## Afvalstoffenwet

Gehygiëniseerde dikke fractie rundveemest valt onder de meststoffenwet, niet onder de afvalstoffenwet.

## Eindoordeel

Er is nog teveel onzekerheid rond het gebruik van de dikke fractie van mest als bodem in een vrijloopstal. Een belangrijk aandachtspunt zal in ieder geval het risico van ammoniakemissie zijn, echter dat is niet bekend.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Dikke fractie mest

Wormenhumus

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina





## Beschikbaarheid

Wormenhumus – ook wel wormenmest genoemd – is mest van wormen die geweekt zijn met substraat van klei, houtschilfers, turf en een organisch mengsel van allerlei eiwitten. Het is een bijproduct van de wormenkwekerij. Een gemiddelde wormenkwekerij produceert op jaarbasis ca. 1.000 m<sup>3</sup> wormencompost. In Nederland zijn ongeveer 50 kwekerijen. Het totale volume wormenhumus is dus ca. 50.000 m<sup>3</sup> per jaar.

## Kosten en concurrerende neventoepassingen

Wormenhumus kost € 15 tot € 20/m<sup>3</sup> exclusief transportkosten. De neventoepassingen liggen in de glastuinbouw, grove tuinbouw, boomkwekerij, tuincentra, en particulieren. Bij het zeven tot fijnere humus wordt het ook verkocht als bemesting voor kamerplanten in uiteraard kleinere verpakkingen. De kosten bedragen dan € 300/m<sup>3</sup> en hoger.

## Waardetoevoeging en verbruik per melkkoe

Wormenhumus is een zeer goede meststof. Het bevat een uitgelezen hoeveelheid werkzame voedingsstoffen zoals stikstof, fosfor en kali. Daarnaast bevat het ook groeibevorderende stoffen en sporenelementen en enzymen. De plant kan de voeding opnemen naar

behoefte en wordt niet opgejaagd. De inschatting is dat deze grondstof wat voeding betreft te hoogwaardig is voor het gebruik als vrijloopbodem. Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melkkoe/jaar geproduceerd. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Het verbruik van wormenhumus is 5,29 ton/koe/jaar. Totaal wordt dus 12,0 ton wormenhumusmest geproduceerd. Om de aankoopkosten van het wormenhumus volledig vergoed te krijgen, is een verkoopprijs van € 7,7/ton wormenhumusmest gewenst (= € 93/12).

## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie/broeikasgassen

Onbekend. Onderzoek is gewenst.

## Potentiële risico's op verontreinigingen

Wormenhumus heeft als basisgrondstof veen. Het is dus niet te verwachten dat er verontreinigingen aanwezig zijn. Onderzoek is gewenst.

## Effect op uiergezondheid en melkqualiteit

Het wormenhumus heeft geen bewerkingen ondergaan met temperaturen hoger dan 25 °C. Onbekend is wat het effect ervan is op de aanwezigheid van bacteriën. Om dit te toetsen is onderzoek gewenst.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Dikke fractie mest

Wormenhumus

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Beloopbaarheid

Afhankelijk van het vochtgehalte in wormenhumus en eventuele versteviging met een lignocellulose-achtig materiaal (zoals stengelig natuurgras of (fijne) houtsnippers) zal de beloopbaarheid verschillen. Onderzoek is gewenst.

## Afvalstoffenwet

Wormenhumus valt niet onder de afvalstoffenwet.

## Eindoordeel

Wormenhumus is een interessante meststof, echter er is nog te onbekend om geschiktheid als bodemmateriaal aan te geven.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Dikke fractie mest

Wormenhumus

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



# Additieven

[Cacaodoppen](#)

[Zeoliet](#)

[Kokosvezels](#)



Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Cacaodoppen

Zeoliet

Kokosvezels

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



# Cacaodoppen (additief)

Absorberen  
Composteren  
Beschikbaarheid  
Verbruik per melk koe  
Waardetoevoeging  
Potentiële risico's  
Effect op vochtbalans  
Effect op melkwaliteit  
Effect op NH<sub>3</sub>-emissie  
Beloopbaarheid

## Beschikbaarheid

Cacaodoppen zijn schillen van cacaobonen. In de Zaanstreek wordt 25% van de totale wereldproductie verwerkt. Er is in Nederland 66.000 ton van aanwezig met 88% ds (Koppejan et al., 2009).

## Kosten en concurrerende neventoeepassingen

Cacaodoppen is hard materiaal en afkomstig uit de cacao-verwerkende industrie. Cacaodoppen worden gebruikt als bodembedekker, waardoor o.a. onkruid wordt onderdrukt en verdamping van de bodem wordt tegengegaan. De milieuvriendelijke cacaodoppen voorzien van het RHP-keurmerk weren slakken. Tevens bevatten de cacaodoppen voeding. Net als boomschors activeren cacaodoppen het bodemleven, waardoor de bodemvruchtbaarheid wordt verhoogd. De kosten als bodembedekker zijn ongeveer € 70/m<sup>3</sup>.

## Waardetoevoeging en verbruik per melk koe

Gezien de relatief hoge prijs, moet de waardetoevoeging gezocht worden in het gebruik van deze doppen als drager van de bodem. Onderzoek is gewenst. Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melk koe/jaar geproduceerd op de vrijloopstalbodem. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Het verbruik van cacaodoppen is 0,675 ton/koe/jaar. Totaal wordt dus 7,4 ton aan cacaodoppenmest geproduceerd. Om de aankoopkosten van het cacaodoppen volledig vergoed te krijgen, is een verkoopprijs van € 6,4/ton cacaodoppenmest gewenst (= € 47,25/7,4).

## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie/broeikasgassen

Neemt goed en veel vocht op. Onderzoek is gewenst.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Cacaodoppen

Zeoliet

Kokosvezels

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



# Cacaodoppen (additief)

Absorberen  
Composteren  
Beschikbaarheid  
Verbruik per melk koe  
Waardetoevoeging  
Potentiële risico's  
Effect op vochtbalans  
Effect op melkkwaliteit  
Effect op NH<sub>3</sub>-emissie  
Beloopbaarheid

## Potentiële risico's op verontreinigingen

Onderzoek is gewenst.

## Effect op uiergezondheid en melkkwaliteit

Dit is onbekend. Om dit te toetsen is onderzoek gewenst.

## Beloopbaarheid

Voor de beloopbaarheid is het aan te bevelen om een organisch materiaal met weinig draagkracht te mengen met cacaodoppen. Onderzoek is gewenst.

## Afvalstoffenwet

Cacaodoppen vallen niet onder de afvalstoffenwet.

## Eindoordeel

Cacaodoppen zijn te duur als volledig bodemmateriaal, maar is mogelijk wel geschikt in combinatie met andere materialen. Het is een goede drager van de bodem.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Cacaodoppen

Zeoliet

Kokosvezels

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Beschikbaarheid

Zeoliet is een kleimineraal. Het is evenals perliet van vulkanische oorsprong en is ontstaan op vergelijkbare wijze als [perliet](#). Zeoliet wordt op meerdere plaatsen in de wereld gewonnen. Er zijn ca. 60 soorten natuurlijke zeoliet. De eigenschappen zijn grotendeels bepaald door de locatie van winning, die weer verantwoordelijk is voor de samenstelling en de kwaliteit van het zeoliet. Een bepaalde soort, het clinoptiloliet, heeft een breed spectrum van toepassingen. Het kan bijvoorbeeld veel vocht opnemen, maar is ook [in staat ammoniak te binden](#) en schadelijke bacteriën te elimineren. Bij de kwaliteit van zeolieten moet gelet worden op zuiverheid. Het aandeel clinoptiloliet is hierbij bepalend. Is dit lager dan 80%, dan is het verontreinigd met bijvoorbeeld een te hoog aandeel klei.

## Kosten en concurrerende neventoepassingen

Clinoptiloliet kost € 299/ton of € 24/m<sup>3</sup> (bij bulkdichtheid van 80 kg/m<sup>3</sup>). Het bevat deeltjes met afmetingen van 0,3 tot 1 mm. Toepassing vindt plaats op het bodemma-teriaal met een frequentie van eenmaal per week in een dosering van 50 tot 100 g/m<sup>2</sup>.

## Waardetoevoeging en verbruik per melkkoe

Gezien de aard van het materiaal, moet de waardetoevoeging gezocht worden in het gebruik als additief die de bodem belucht, maar ook als absorberend medium werkt voor het overvloedige vocht dat in de winter opgeslagen zich in de bodem vormt. Het vermindert eveneens de ammoniakemissie vanuit de bodem. Verder onderzoek hiernaar is gewenst. Daarnaast kan Clinoptiloliet – met een toepassing voor voeding – ook gebruikt worden als additief in het rantsoen van de dieren. Het heeft de potentie de immuniteit van de dieren te verhogen.

Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melkkoe/jaar geproduceerd. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Het verbruik is 0,27 m<sup>3</sup> Clinoptiloliet/koe/jaar ofwel 0,216 ton Clinoptiloliet/koe/jaar. Totaal wordt dus 7,0 ton Clinoptilolietmest geproduceerd. Om de aankoopkosten van Clinoptiloliet (€ 10/koe/jaar) volledig vergoed te krijgen, is een verkoopprijs van € 1,4/ton Clinoptilolietmest gewenst (= € 10/7).

## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie

Deze zijn beide positief bij toepassing van Clinoptiloliet, d.w.z. een verlaging op de NH<sub>3</sub>-emissie en verbetering van vochtopname en vochtafgifte (Radivojevic).

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Cacaodoppen

Zeoliet

Kokosvezels

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina





# Zeoliet (additief)

Absorberen  
Composteren  
Beschikbaarheid  
Verbruik per melk koe  
Waardetoevoeging  
Potentiële risico's  
Effect op vochtbalans  
Effect op melkkwaliteit  
Effect op NH<sub>3</sub>-emissie  
Beloopbaarheid

## Potentiële risico's op verontreinigingen

Er zijn geen verontreinigingen. Onderzoek is gewenst.

## Effect op uiergezondheid en melkkwaliteit

Clinoptiloliet is een anorganisch, duurzaam en steriel product. Het is niet-toxisch en vrij van ziektekiemen. Het kan de uiergezondheid bevorderen door toevoeging van clinoptiloliet aan het rantsoen.

## Beloopbaarheid

Onderzoek is gewenst.

## Afvalstoffenwet

Valt waarschijnlijk niet onder de afvalstoffenwet.  
Onderzoek gewenst.

## Eindoordeel

Zeoliet is een geschikt additief, omdat het de ammoniak-emissie kan verlagen en de vochtopname en vochtafgifte verbetert.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Cacaodoppen

Zeoliet

Kokosvezels

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Beschikbaarheid

Kokosvezels zijn afkomstig van de bast van de kokosnoot. Het is een natuurproduct van de kokosvrucht. De kwaliteit van kokosvezels is te vergelijken met die van tropisch hardhout. Het is taai en stug materiaal, dat voor bijvoorbeeld scheepstouw en deurmatten gebruikt wordt. Kokosvezels nemen bijna geen water op. De vezel verteert hierdoor niet of nauwelijks. Als het nat is geweest droogt het materiaal weer zeer snel op in de buitenlucht. Kokosvezels worden veel toegepast in rijbakken van paarden. De aanleg van paardenbakken vergt een behoorlijke investering. Van groot belang hierbij is dat de toplaag in goede conditie blijft en dat het zand goed blijft draineren. Kokosvezels kunnen daarin een essentiële rol spelen.

Het laat zich goed verdelen en zorgt voor een aanmerkelijke betere vochtregulatie voor manegebodems. Tevens is kokosvezel 100% natuurlijk en milieuvriendelijk. Het is in voldoende mate beschikbaar (500 ton op jaarbasis, [www.comos.nl](http://www.comos.nl)).

## Kosten en concurrerende neventoeepassingen

Kokosvezels worden in balen geperst (ca. 140 kg), die ca. € 100 per stuk kosten. In paardenbakken kan hiermee met één baal 160 m<sup>2</sup> voorzien worden. De kosten zijn dan € 0,625/m<sup>2</sup>. Naast het gebruik in paardenbakken worden kokosvezels ook gebruikt voor matrassen, deurmatten en scheepstouw, geluidsschermen en kokosstokken.

## Waardetoevoeging en verbruik per melkkoe

Zandbodems met grote kans op verslemping, maar ook bodems met te weinig draagkracht zouden gebruik kunnen maken van kokosvezels. De draineerbaarheid en verdeling van water verbetert daardoor. Kokosvezelmix is een product van veenmosveen (65 vol.%) gemengd met kokosvezels (35 vol.%). De vraag is echter of de kokosvezels in dit product voldoende lang zijn om genoeg draagkracht te realiseren. De kokosvezels werken bij grof zand als een spinnenweb, die verslemping van het zand tegen gaan doordat de zandkorrels

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Cacaodoppen

Zeoliet

Kokosvezels

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



onderling worden vastgehouden. Een spinnenweb werkt alleen bij kokosvezels met een grootte vanaf 5 cm. Wanneer uitgegaan wordt van toediening van één baal voor 80 m<sup>2</sup> in vrijloopstallen, dan zijn de kosten € 0,625/m<sup>2</sup> ofwel € 12/melkkoe/jaar (bij 15 m<sup>2</sup> oppervlakte per melkkoe). Er wordt ca. 7,5 m<sup>3</sup> vaste mest/melkkoe/jaar geproduceerd. Dit komt overeen met 6,75 ton mest (bij 0,9 ton/m<sup>3</sup>). Het verbruik is 0,09 m<sup>3</sup> kokosvezels/koe/jaar ofwel 0,009 ton kokosvezels/koe/jaar. Totaal wordt dus 6,75 ton kokosvezelmest geproduceerd. Om de aankoopkosten van kokosvezels (€ 12/koe/jaar) volledig vergoed te krijgen, is een verkoopprijs van € 1,8/ton kokosvezelmest gewenst (= € 12/6,75).

## Invloed op vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie

Het effect van gebruik van kokosvezels op de vochtbalans en NH<sub>3</sub>-emissie is nog onbekend. Onderzoek is gewenst.

## Potentiële risico's op verontreinigingen

Omdat kokosvezels een natuurlijk product is, zijn er geen verontreinigingen te verwachten. Onderzoek is gewenst.

## Effect op uiergezondheid en melkqualiteit

Onbekend. Onderzoek is gewenst.

## Beloopbaarheid

Onderzoek is gewenst.

## Afvalstoffenwet

Valt waarschijnlijk niet onder de afvalstoffenwet.

Onderzoek gewenst.

## Eindoordeel

Kokosvezels zijn mogelijk geschikt als toevoeging bij ander bodemmateriaal, omdat het de stevigheid en daardoor de draagkracht van de bodem kan verbeteren. Het verbetert bijvoorbeeld de draagkracht van paardenbodem met zand.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Cacaodoppen

Zeoliet

Kokosvezels

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



# Totaal beoordeling



Criteria	Beoordelingscategorien																							
	1 Bodem- en slootmaterialen					2 Plantaardige materialen					3 Industriële bijproducten					4 Dierlijke bijproducten					5 Additieven			
	Veenmosveen	Kokosvezelmix	Baggerspecie	Zand	Perliet	2a Natuur / gewassen					2b Tuinbouw		2c Bos		2d Gecomposeerd materiaal		3 Industriële bijproducten		4 Dierlijke bijproducten		5 Additieven			
						Tarwestro	Natuur-/bermgrass	Olifantsgrass	Riet	Tuinbouwfal	Tuinbouwgrond	Houtsnippers	Houtvezel	Compost	Koffiedik	Koffiepulp	Dikke fractie mest	Wormenhumus	Cacaodoppen	Zeoliet	Kokosvezels			
Absorberen	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Composteren	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Beschikbaarheid	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Verbruik per melk koe	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Waardetoevoeging	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Potentiële risico's	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Effect op vochtbalans	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Effect op melkkwaliteit	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Effect op NH <sub>3</sub> -emissie	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Effect op uiergezondheid	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
Beloopbaarheid	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
<b>Eindoordeel</b>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	

## Beoordeling

- Goed
- Twijfelachtig
- Onvoldoende
- Geen informatie

- Gebaseerd op onderzoek (omcirkeld)
- Inschatting (niet omcirkeld)

Leeswijzer

Criteria

Bodem en slootmateriaal

Plantaardig materiaal

Industriële bijproducten

Dierlijke bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel op titelpagina



# Conclusies en perspectief

De meest perspectiefvolle bodemmaterialen als bodem in een vrijlooptal lijken de plantaardige materialen als stro, natuur/bermgras, olifantsgras, riet en hout-snippers. Deze materialen zijn geschikt om vocht te absorberen en om te composteren met de mest in de vrijlooptal. Composteren van organisch materialen buiten de stal en vervolgens als bodemmateriaal gebruiken is niet toegestaan vanwege de risico's van XTAS, sporen van (extreme) thermofiele aerobe bacteriën die de houdbaarheid van bepaalde zuivelproducten kunnen beperken. Perliet lijkt ook een geschikt materiaal, echter er is onzekerheid over de brede beschikbaarheid van het materiaal. Ook kan gedacht worden aan een mengsel van materialen waarbij additieven zoals zeoliet de ammoniakemissie kunnen beperken en de vochtopname verhogen. Ook een combinatie van verschillende bodemmaterialen is mogelijk doordat bijvoorbeeld een relatief duur materiaal (zoals houtvezel, cacaodoppen of kokosvezels) wel kan zorgen voor extra stevigheid en luchtigheid van de bodem.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



# Nawoord

Het onderzoek naar vrijloopstallen is vanaf 2008 een traject geweest van vallen en opstaan. Dat past bij innoveren. Melkveehouders zijn geïnspireerd geraakt door stalconcepten met minder beton en ijzer. Veel ruimte voor de dieren en andere mest sprak ze aan. Ca. 50 melkveehouders hebben in de periode 2009 tot 2015 een vrijloopstal gebouwd met een innovatieve bodem en soms ook een innovatieve bovenbouw. Goede ervaringen zijn er met het composteren van houtsnippers, echter het vergt wel goed management. Ook hadden de melkveehouders die compost gebruikten goede ervaringen, maar helaas vanaf 2013 werden de risico's voor de melk kwaliteit zichtbaar. Daarmee werd het innovatietraject rond compost als bodemmateriaal afgesloten.

Een aantal melkveehouders is aan de slag gegaan met alternatieve bodemmaterialen, zoals natuurhooi, stro, riet en perliet. In dit e-book hebben we het perspectief van verschillende materialen proberen te schetsen. Dat is niet makkelijk omdat er nog onvoldoende ervaringen zijn in de praktijk. Op basis van literatuur en lab experimenten is een inschatting gemaakt, voor zover mogelijk is. Wij hopen dat hiermee de ontwikkeling van vrijloopstallen niet stilstaat maar doorgaat.

Namens betrokken onderzoekers van Wageningen UR Livestock Research,

Paul Galama  
Projectleider Vrijloopstallen

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



# Literatuur

AgiHolland, 2014. Waterschap Rivierenland laat maaisel van sloten verwerken tot keurcompost.

CBS, bewerking LEI, 2013. Kengetallen glastuinbouw

Collins, B.L. 2011. Viable Alternative Bedding Materials for Compost Bedded Pack Barns. Kaleidoscope: Vol. 10, Article 6.

Cone, J., 2014. Persoonlijke mededeling, Wageningen UR Livestock Research.

Dieleman, R., 2014. Persoonlijke mededeling. Directeur en co-founder Pectcof B.V.

Driehuis, F., E. Lucas-van den Bos, M.H.J. Wells-Bennik, 2014. Sporen van aërobe sporenvormers in compost en andere beddingmaterialen bij melkveebedrijven met een vrijloop- of ligboxenstal. Nizo-rapport E2014/045, 37 pp.

Donkers, N., 2014. Persoonlijke mededeling. Van Vliet Contrans Wateringen.

Dooren, H.J., P. Galama, M. Smits, W. Ouweltjes, F. Driehuis, S. Bokma, 2012. Bodems voor vrijloopstallen. Wageningen, Wageningen UR Livestock Research, Rapport 411, 80 pp.

Douwe Egberts, Joure. [www.foodclicks.nl](http://www.foodclicks.nl)

Drost, R., 2010. Groen vanaf het begin, nog groener in de toekomst. Ro(o)uting 2, jaargang 1, nummer 6.

Duinkerken, G., G. J. Rimmelink, H. Valk, K.M. van Houwelingen, K. Hettinga, 2005. Beheersgraskuil als voeder voor melkgevende koeien. Animal Sciences Group van Wageningen UR, PraktijkRapport Rundvee 77, 19 pp.

Elbersen, W., B. Janse en J. Koppejan, 2011. De beschikbaarheid van biomassa voor energie in de agro-industrie. Wageningen UR Food & Biobased Research, Rapportnummer 1200, 133 pp.

Harnish, S., 2015. Persoonlijke mededeling.

Jan Bakker Mesthandel, 2014. Persoonlijke mededeling.

Kasper, G.J., 2011. Praktijkonderzoek Miscanthusteelt voor energie. Wageningen, Wageningen UR Livestock Research, Rapport 433, 13 pp.

Kasper, G.J., 2011. Literatuuronderzoek Miscanthusteelt voor energie. Wageningen, Wageningen UR Livestock Research, Rapport 434, 10 pp.

Kasper, G.J. en P. Galama, 2015. Stro als bodem voor vrijloopstallen. Rapport in voorbereiding.

Koppejan, J., W.H. Elbersen, M. Meeusen, P. Bidraban, 2009. Beschikbaarheid van Nederlandse biomassa voor elektriciteit en warmte in 2020. Rapportage in opdracht van SenterNovem, projectnummer 200809, 99 pp.

Radivojevic, D, Zeolite usage on a dairy farm.

Schröder, J.J., F.J. de Buissonjé, G.J. Kasper, N. Verdoes en K. Verloop, 2009. Mestscheiding: relaties tussen techniek, kosten, milieu en landbouwkundige waarde. Plant Research International B.V., Rapport 287, 40 pp.

Smits, M.C.J., K. Blanken, S. Bokma, P. Galama, H.J. van Dooren en G.L. Szanto, 2012. Bodemmaterialen voor vrijloopstallen; eigenschappen in relatie tot compostering en gasvormige emissies bij menging met mest en urine. Wageningen, Wageningen UR Livestock Research, Rapport 608, 45 pp.

Snijders, W., M. Ketelaars, R. Nieuwenhuis en I. van de Linden, 2009. Bagger anders bekeken, beter benut. Toepassing van baggerspecie in gebiedsontwikkelingsprojecten. Waterinnovatie Rijkswaterstaat en Deltares. Uitgever Ando, Den Haag, 30 pp.

Spijker J.H., H.W. Elbersen, J.J. de Jong, C.A. van den Berg en C.M. Niemeijer, 2007. Biomassa voor energie uit de Nederlandse natuur. Een inventarisatie van hoeveelheden, potenties en knelpunten. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1616, 61 pp.

Spijker, J.H., R.R.C. Bakker, P.A.I. Ehlert, H.W. Elbersen, J.J. de Jong en K. Zwart, 2013. Toepassingsmogelijkheden voor natuur- en bermmaaisel. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 2418, 77 pp.

Szanto, G.L., Wilde V. de, G.J. Kasper. Technische evaluatie van potentiële bodemmaterialen voor vrijloopstallen, 2015

Van de Wetering, C., 2014. Persoonlijke mededeling, Almkerk.

Verkooyen, 2014. Persoonlijke mededeling, Langeweg

Vollering, G., 2014. Persoonlijke mededeling, directeur bedrijf Vollering, Pijnacker

Zevenbergen, G., 2006. Ook de kleine strooiseltest bewijst: goedkoop strooisel voldoet prima. Veehouderij Techniek, mei 2006, p. 34-37.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina





# Bijlage 1:

## Producten die onder de afvalstoffenwet vallen

Alle tuinbouwproducten die afgevoerd worden van het bedrijf – niet zijnde bedoeld voor productie – is per definitie afval. Dit betekent dat het eerst naar een afvalverwerkingsbedrijf (b.v. Vollering Potgrond BV te Pijnacker, Gerard Vollering) moet worden gebracht om het uit de afvalbranche te halen. Daarna mag het naar alle bedrijven toe met een vergunning.

Voor de afvalstoffen die in de lijst voorkomen, gelden de bepalingen van Richtlijn 75/442/EEG, tenzij artikel 2, lid 1, onder b), van deze Richtlijn van toepassing is.

In art. 2, lid 1, onder b) van Richtlijn 75/442/EEG staat:

### Artikel 2

1. Buiten de werkingssfeer van deze richtlijn vallen de volgende stoffen:
  - a. gasvormige effluenten die in de atmosfeer worden uitgestoten;
  - b. wanneer zij reeds onder andere voorschriften vallen:
    - I. radioactieve afvalstoffen;
    - II. afvalstoffen die ontstaan bij opsporing, winning, behandeling en opslag van delfstoffen, alsmede bij de exploitatie van steengroeven;

- III. kadavers en de volgende landbouwafvalstoffen;
- IV. fecaliën en andere natuurlijke en niet gevaarlijke stoffen die in de landbouw worden gebruikt;
- V. afvalwater, met uitzondering van afvalstoffen in vloeibare toestand;
- VI. afgedankte explosieven.

In Richtlijn 75/442/EEG staat:

In Bijlage 1: categorieën afvalstoffen

In bijlage IIA: verwijderingshandelingen

In bijlage IIB: nuttige toepassingen (onder R3 staan de toepassingen voor een landbouwbedrijf) met inachtneming van artikel 4 (richtlijn 75/442/EEG), hetgeen luidt:

De lidstaten nemen de nodige maatregelen om ervoor te zorgen dat de nuttige toepassing of de verwijdering van de afvalstoffen plaatsvindt zonder gevaar voor de gezondheid van de mens en zonder dat procedés of methoden worden aangewend die nadelige gevolgen voor het milieu kunnen hebben en met name:

- zonder risico voor water, lucht, bodem, fauna en flora;
- zonder geluids- of stankhinder te veroorzaken;
- zonder schade te berokkenen aan natuur- en landschapsschoon.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



De lidstaten nemen voorts de nodige maatregelen om het onbeheerd achterlaten of het ongecontroleerd lozen of verwijderen van afvalstoffen te verbieden.

Ook geldt artikel 10, die namelijk luidt:

Voor de toepassing van artikel 4 moet iedere inrichting of onderneming die de in bijlage II B vermelde handelingen verricht, een vergunning hebben.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

[Direct naar tabel  
op titelpagina](#)



# Colofon

## Auteurs

Gerrit Kasper en Paul Galama

Wageningen UR Livestock Research

oktober 2015

## Redactie en vormgeving

Communication Services, Wageningen UR

ontwerp: [www.8ontwerp.nl](http://www.8ontwerp.nl)

## Foto's

Paul Galama, Shutterstock, KTC De Marke en Wageningen UR

Deze brochure is onderdeel van het project Vrijloopstallen gefinancierd vanuit de PPS Duurzame Zuivelketen. Daarin hebben Ministerie van Economische Zaken en het Productschap Zuivel (PZ) hun bijdrage geleverd.



Wageningen UR Livestock Research

Postbus 65

8200 AB Lelystad

T 0320 23 82 38

[info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl)

[www.wageningenUR.nl/livestockresearch](http://www.wageningenUR.nl/livestockresearch)

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina



## Copyright

© 2015 Wageningen UR Livestock Research, Livestock Research is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.

De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op als onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponneerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

## Aansprakelijkheid

Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Leeswijzer

Criteria

Bodem en  
slootmateriaal

Plantaardig  
materiaal

Industriële  
bijproducten

Dierlijke  
bijproducten

Additieven

Conclusies en perspectief

Nawoord

Literatuur

Direct naar tabel  
op titelpagina

