



Brochure 774b

## Oogsten

Verwerken van niet houtige biomassa

Maart 2014



**LIVESTOCK RESEARCH**  
**WAGENINGEN UR**

### **Colofon**

#### **Uitgever**

Wageningen UR Livestock Research  
Postbus 65, 8200 AB Lelystad  
Telefoon 0320 - 238238  
Fax 0320 - 238050  
E-mail [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl)  
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

#### **Redactie**

Communication Services

#### **Copyright**

© Wageningen UR Livestock Research,  
onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig  
Onderzoek, 2014  
Overname van de inhoud is toegestaan,  
mits met duidelijke bronvermelding.

#### **Aansprakelijkheid**

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

Wageningen UR Livestock Research en Central  
Veterinary Institute, beiden onderdeel van  
Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek  
vormen samen met het Departement  
Dierwetenschappen van Wageningen University  
de Animal Sciences Group van Wageningen UR  
(University & Research centre).



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

### **Referaat**

ISSN 1570 - 8616

### **Auteur(s)**

Gertjan Holshof  
Herman van Schooten  
Jan Rinze van der Schoot  
Durk Durksz

### **Titel**

Maaien van niet houtige biomassa

### **Trefwoorden**

Inkuilen, opraapwagen, ronde balen,  
vierkante balen

**Het maken van deze brochures is  
gefinancierd door het ministerie van  
Economische Zaken**



Ministerie van Economische Zaken

# Technische informatie over het oogsten van niet houtige biomassa

In deze brochure wordt praktisch beschreven waar bij het oogsten van gras op moet worden gelet.

Deze brochure is onderdeel van een aantal brochures met informatie hoe om te gaan met het oogsten en verwerken van niet houtige biomassa, die niet wordt gebruikt als veevoer. De basisprincipes van oogst en bewaring zijn grotendeels gelijk aan die in de veehouderij. In de veehouderij is veel bekend over dit onderwerp en zijn in het verleden artikelen, boekwerken, en zgn. vluchtschriften gemaakt met handige tips. Op basis van deze vluchtschriften is deze brochure gemaakt, maar dan toegespitst op een ander gebruik van het eindproduct en een andere doelgroep. De technieken en machines die hierin zijn komen veelal uit de landbouw.

## Inkuilen van voorgedroogd gras

In dit onderdeel worden de belangrijkste methoden voor het inkuilen van voorgedroogd gras in rijkuilen en sleufsilo's besproken. Om het inkuilen snel en goed te kunnen uitvoeren is het van belang dat de plaats van opslag goed bereikbaar is. Ook is verharding rondom de opslagplaatsen en onder rijkuilen gewenst en vaak noodzakelijk.

### 1 Werktuigen

Bij het inkuilen kunnen worden gebruikt: opraapwagens, opraapsnijwagens, opraap-doseerwagens, silagewagens, kipwagens, veldhakselaars, kuilverdelers, grasvorken en laadschoppen.



Foto. Maken van wiersen

## 1.1 Opraapwagen, opraapsnijwagen, opraapdoseerwagen

Het verschil tussen een opraapwagen en een opraapsnijwagen zit meestal in het opvoersysteem en het aantal messen. Bij een opraapdoseerwagen kunnen bovendien loswalsen en een dwarsafvoerband worden gemonteerd.

Bij de opraapwagen wordt overwegend de eendelige, gestuurde toevoerhark toegepast, terwijl het aantal messen drie tot negen bedraagt. Dit systeem geeft de grootste piekbelasting in de aandrijving. Bij de meerdelige, gestuurde toevoerhark, het schuifstangstelsel en de kettingtransporteur is de belasting van de aandrijving regelmatig.

Bij de opraapsnijwagen en de opraapdoseerwagen wordt als opvoersysteem meestal de kettingtransporteur toegepast. Dit systeem is belangrijk verbeterd door de toepassing van zes rijen meenemers in plaats van drie rijen. Hierdoor is de laadcapaciteit sterk toegenomen.

Een gunstige invloed op de regelmaat van invoer en de capaciteit wordt ook verkregen door het toepassen van een snijwals en het rotorinvoersysteem.

De laadcapaciteit wordt overigens sterk bepaald door de hoeveelheid gras (kg) per meter wiens en de rijsnelheid.

Bij een opraapsnijwagen en opraapdoseerwagen kunnen meer messen worden gemonteerd; in aantal variërend bij de verschillende merken van elf tot eenenveertig stuks.

Het gesneden materiaal dat men door de toepassing van veel messen krijgt heeft de volgende voordelen:

- het laat zich gemakkelijk verdelen, zowel in handwerk als met een werktuig;
- het laat zich beter vastrijden en veert minder op, waardoor minder lucht in de kuil en een grotere kans op een goede conservering;
- door het snijden en doseren worden natte plukken op de kuil enigszins verdeeld en ontstaat een homogener product, wat gunstig is voor de conservering.

Als nadelen van veel messen moeten worden genoemd de hogere prijs en de grotere kans op schade door vreemde voorwerpen.

## 1.2 Banden

In standaarduitvoering zijn de opraapwagens vaak uitgerust met te kleine banden, bijv. 10-15 en 11,5-15. Deze banden hebben bij een lage spanning een te gering draagvermogen of worden met een hoge spanning - meer koordlagen - gebruikt waardoor meer insporing ontstaat. Een lage spanning, bijv. 1,5 bar, is nodig om insporen te voorkomen of te beperken. Banden met een bandbreedte van 35-40 cm verdienen de voorkeur, zoals bijv. de bandenmaten 15/55-17 en 400-15,5.

Het draagvermogen van deze banden is bij een spanning van:

	1,50 bar	2,00 bar
Een-assig	3000 kg	3500 kg
Niet gestuurde tandem	4500 kg	5250 kg
Gestuurde tandem	6000 kg	7000 kg

Op weinig draagkrachtige gronden moeten grote wagens worden uitgerust met een tandemstel. Daarbij moet men er rekening mee houden dat bij een niet-gestuurde tandem het totale draagvermogen van de wagen niet vier maar drie keer het draagvermogen per band bedraagt om schade aan de banden door te grote wringingskrachten te voorkomen.



Foto. Opraapwagen met rupsbanden.

## 2 Werkmethoden

Bij het inkuilen van voorgedroogd gras in rijkuilen en sleufsilos kunnen verschillende werkmethoden worden toegepast. Wanneer we ervan uitgaan dat het verdelen in handwerk op de kuil zwaar en onaangenaam werk is, kunnen we ons beperken tot de methoden waarbij het verdelen en vastrijden mechanisch worden uitgevoerd.

Voor het rijdend lossen op de kuil zijn de volgende punten van belang:

- de bodemvrijheid van de opraper moet minstens 50 cm bedragen. Meestal wordt dit bereikt met een hydraulisch bediende knikdissel, waardoor de opraper voldoende omhoog kan worden gehaald;
- de op- en afrit mogen niet te steil zijn;
- de inhoud van de wagen moet zo regelmatig mogelijk over de gehele lengte van

- de kuil worden gelost;
- het geloste materiaal moet goed en gelijkmatig worden verdeeld en vastgereden. Het vastrijden moet langzaam rijdend geschieden met een zware of verzwaarde trekker, voor zien van een veiligheidscabine, -frame of beugel en dubbellucht;
- de zijkanten van de rijkuil moeten steeds worden ingehouden, opdat die ook goed kunnen worden vastgereden en om een goede afdekking te krijgen;
- bij sleufsilos moeten de kanten tegen de wand iets hoger worden gehouden om deze goed te kunnen vastrijden; (hol i.p.v. bol)
- bij gebruik van een grasvork moet de trekker met neusgewichten worden verzwaard om steigeren te voorkomen.

## **2.1 Opraapwagen (of opraapsnijwagen) - kuilverdeler**

Bij deze methode wordt de wagen rijdend op de kuil gelost en het gras verdeeld met een kuilverdeler. De kuilverdeler wordt gemonteerd aan de hefinrichting van de trekker en aangedreven door de aftakas. Hierdoor komt het handwerk grotendeels te vervallen. Verdelen en vastrijden kunnen nu door één man worden uitgevoerd. Dit gaat beter en gemakkelijker naarmate er meer messen worden gebruikt.

Loonwerkers gebruiken overwegend een kuilverdeler met twee elementen, terwijl de individuele boer vaak vanwege de lagere prijs een kuilverdeler met één element gebruikt.

## **2.2 Opraapdoseerwagen**

Bij de opraapdoseerwagen zijn een groot aantal messen in het opvoersysteem gemonteerd, waardoor het materiaal behoorlijk wordt verkort. Daardoor is het mogelijk met twee of drie loswalsen aan de achterzijde het product mooi verdeeld op de kuil te brengen. Doseerwalsen hebben een homogeniserende invloed. Uit onderzoek is gebleken dat hierdoor bij hetzelfde drogestofgehalte het aantal sporen van boterzuur bacteriën duidelijk lager is dan in lang gras.

Naverdelen is vrijwel niet meer nodig. Het nawerk beperkt zich tot het vastrijden en het opzetten van de kanten. Om dat goed te kunnen uitvoeren moet de laag niet te dik zijn. Omdat het product mooi wordt verdeeld, kan het ook goed worden vastgereden. Bij het inkuilen wordt de dwarsafvoerband verwijderd (een afvoerband is bij oogst van berm en natuurgras niet nodig). Bij het inkuilen van gras moeten alle messen worden gebruikt.

Nadelen van het rijdend lossen (methode 1 en 2) over de kuil zijn:

- door de lange op- en afritten is er voor rijkuilen een vrij grote oppervlakte nodig;
- voor het over de kuil rijden is een vrij zware trekker nodig, terwijl de wagen meer te lijden heeft dan wanneer vóór de kuil wordt gelost.

## **2.3 Opraapwagen, opraapsnijwagen of opraapdoseerwagen - grasvork - laadschop**

Bij deze methode wordt het gras gelost bij de kuilhoop of in de sleufsilos, bij voorkeur op een verharde plaat. Lossen op onverhard terrein, bijv. grasland, is ook mogelijk, maar dan moet de grond wel droog en vlak zijn. Daarna wordt het gras opgenomen met de grasvork, gemonteerd aan de hefinrichting of aan de voorlader. Om per keer voldoende te kunnen meenemen moet de grasvork 2,60 m breed zijn en 1,60 m lange tanden hebben. De trekker wordt achterwaarts de kuil op gereden of vooruit

wanneer de grasvork aan de voorlader is gemonteerd. Om een vaste pakking van de kuil te krijgen verdient het aanbeveling met de volle vork van beneden naar boven te rijden en weer terug en dat na elke wagen te herhalen. Daarna wordt het gras, bij voorkeur achterwaarts de kuil oprijdend, met een hydraulisch bediend afschuifbord van de vork geschoven, zodat een niet te dikke laag ontstaat.

Er komt steeds meer belangstelling voor in-kuilen met de grasvork. Bij gebruik van een doseerwagen - die bij deze methode voor de kuil gelost wordt - moeten de loswalsen en de dwarsafvoerband snel en gemakkelijk verwijderd kunnen worden om sneller te kunnen lossen. N.B.: voor toepassing bij oogst van wegberm-materiaal of gras uit natuurgebieden is een doseerwagen zonder afvoerband prima toepasbaar.

Voordelen van inkuilen met een grasvork (of shovel) zijn:

- één persoon kan het gras op de rijkuil brengen, verdelen en vastrijden en het afwerken van de kanten verzorgen;
- de kuil kan hoger worden opgezet (2-2,5 m), waardoor voor de opslag minder oppervlakte en minder plastic nodig zijn;
- de kuil kan op een plaats worden gezet waar het niet mogelijk is met de opraapwagen over de kuil te rijden;
- door de partijen tegen en achter elkaar te zetten is bijvullen steeds mogelijk;
- tijdens het inkuilen is voorraadvorming mogelijk. In verband met de organisatie van het werk is dit erg belangrijk;
- de wagen wordt snel gelost, waardoor de capaciteit toeneemt;
- het risico van kantelen van de wagen op de kuil is niet aanwezig.

De laatste jaren wordt voor het verdelen en vastrijden van het kuilgras door loonwerkers een laadschop gebruikt. Voor het verwerken van gras moet de vork worden uitgerust met vier zware ijzeren tanden van 50 mm dik. De tanden worden op de vork geschroefd en steken 70 cm buiten de vork uit. Soms is de laadschop vóór uitgerust met dubbele wielen. Bij deze methode worden twee of drie wagens gebruikt die op of achterwaarts tegen de kuil worden gelost. Als geen of slechts weinig messen in de opraapwagen zijn gemonteerd, mist men bij deze methode de homogeniserende werking. Ook kan een goede en gelijkmatige verdeling in het gedrang komen. Bij gebruik van een laadschop wordt de kuil meestal hoger opgezet met vaak (te) steile zijkanen. Steile zijkanen zijn ongunstig omdat deze niet goed aangedrukt kunnen worden en moeilijk met grond zijn af te dekken.

## **2.4 Veldhakselaar - kipwagen - grasvork (laadschop)**

Veel loonwerkers hebben voor de oogst van snijmaïs een zelfrijdende hakselaar. Deze wordt ook gebruikt voor de oogst van gras. In het verleden was hakselen nog niet zo populair, omdat de hakselaar vaak werd beschadigd door (de invoer van) metalen voorwerpen (tanden van schud- en harkmachines, afrasteringspalen e.d.) in de wiersen waardoor voor duizenden euro's schade aan de hakselaar werd veroorzaakt. Thans worden veldhakselaars uitgerust met een metaaldetector, waardoor schade aan de hakselaar wordt voorkomen.

Uit onderzoek is gebleken dat hakselen een homogeniserende werking heeft, wat gunstig is voor de conservering. Dit kan speciaal van belang zijn in het drogestoftraject van 35-40%. Boven 40% droge stof is het minder belangrijk. Een gehakseld product biedt meer mogelijkheden bij het mechaniseren van het uithalen dan lang materiaal.

Voorgedroogd gras is erg volumineus. Daarom horen bij een hakselaar kipwagens met een inhoud van minimaal 20 m<sup>3</sup>. Ook silagewagens van deze inhoud zijn goed

bruikbaar. Voor het inbrengen en/of vastrijden kan gebruik worden gemaakt van een zware met grasvork of van een laadschop.



Foto. Grashakselaar.

## 2.5 Capaciteiten en werktijden voor het inkuilen van gras

Bij de keuze van een werktuig en/of de werkorganisatie op een bedrijf spelen haalbare capaciteiten en beschikbare tijd een rol. In de volgende tabel zijn voor het inkuilen van gras te behalen oppervlaktecapaciteiten weergegeven. De netto capaciteit is hierbij afgeleid van de zuivere werktijd. De tabel geeft eveneens de zuivere werktijden.

Er is uitgegaan van twee afstanden perceel-opslag (0,5 en 1,5 km) en 1,0 ton drogestof per wagen (= 2,2 ton product van 45% drogestof).

Andere belangrijke uitgangspunten zijn: perceelsgrootte: 2 ha (200 x 100m);

opbrengst: 3,5 ton drogestof per ha (7,8 ton product van 45% drogestof);

Werk snelheid tijdens het laden: 5,0 km/h; gemiddelde transportsnelheid op perceel en weg/kavelpad: 6,0 en 12,0 km/u.



**Tabel 1 Taaktijden bij inkuilen**

Omschrijving werkmethode	Wageninhoud drogestof (t)	Afstand	Capaciteit	Zuivere
		perceel- opslag (km)	(ha/h) Netto	werktijd (h/ha)
<b>RIJKUILEN EN SLEUFSILO'S:</b>				
Opraapwagens rijdend over de kuillossen (1 man), verdelen in handwerk (1 man) en vastrijden (1 man)	1,0	0,5	0,66	1,5
		1,5	0,47	2,2
Opraap- of opraapsnijwagens rijdend over de kuillossen (1 man), mechanisch verdelen en vastrijden (1 man) of Opraap- of opraapsnijwagens voor de kuillossen (1 man), inbrengen met grasvork en vastrijden (1 man) of Opraapdoseerwagens spreidend over de kuillossen (1 man) en vastrijden (1 man)	1,0	0,5	0,64	1,6
		1,5	0,45	2,2

*Netto capaciteiten en zuivere werktijden voor het inkuilen van gras.*

*De zuivere werktijd (uren per ha) voor de bewerkingsketen (laden-transporteren-lossen) is de tijd, die nodig is om het feitelijke werk uit te voeren. In deze tijd is een kleine toeslag (10-15%) voor rust en persoonlijke verzorging opgenomen.*

*Zuivere werktijden zijn berekend via de IMAG-Dataservice.*

### 3 Ronde en vierkante balen

Grootpakpersen kunnen worden ingezet voor het persen van hooi en voorgedroogd gras. Opgemerkt moet worden dat bij voorgedroogd gras het droge stofgehalte bij voorkeur 45% of hoger moet zijn. Voor een gelijkmatige verdichting van de balen moet er een goed zwad gemaakt worden van ongeveer 1,50 m breedte.

#### 3.1 Praktische tips bij het maken van gewikkelde balen

Het gras moet minstens gedroogd worden tot 30-35% droge stof gehalte om perssapverliezen te minimaliseren en om het aantal balen te beperken is het aan te raden een droger gras in te kuilen, bij voorkeur 45-55% ds. De balen dienen voldoende dicht geperst te zijn om later hun vorm niet te verliezen en zo weinig mogelijk lucht te bevatten. Verder verdient het de aanbeveling dat de pers uitgerust is met snijmesses. Hierdoor wordt het gras verkort en is beter samendrukbaar. Verder heeft dit ook als voordeel dat de baal beter te verdelen is bij het lossen. Om de voederwaarde te maximaliseren kan best binnen de 2 uur na het persen worden gewikkeld. Zo worden ademverliezen en temperatuurstijging (broei en daarmee waardeverlies) voorkomen. Op de markt zijn daarom verschillende perswikkelscombinaties voorhanden zodat persen en wikkelen in één werkgang kunnen gebeuren. Wikkelen met 6 lagen plastic geeft het meest garantie op een goed verpakte baal, hoewel om kosten te besparen in de praktijk dikwijls 4 lagen voorkomen. De stretchfolie mag door de wikkelmachine niet te fel worden gerekt aangezien dit achteraf meer risico geeft op scheuren.



Foto. Ronde balen

### 3.2 Transport en opslag

Gewikkelde balen zijn kwetsbaar en dienen behandeld te worden met aangepaste machines. Op de markt zijn tal van pakkenklemmen ter beschikking die aan de frontlader van de tractor kunnen gekoppeld worden. Vermijd puntige voorwerpen tijdens laden, transport en opslag en wikkel indien mogelijk zo dicht mogelijk bij de opslagplaats.

De opslagplaats dient droog en vlak te zijn. Een verharde ondergrond of plaat verhindert muizen, mollen en ander ongedierte aan de balen te knagen. Stapel de balen maximaal 3 hoog en de ronde balen op hun platte zijde. Hier zitten de meeste lagen plastic en de baal vervormt minder. Eventuele scheuren en gaten dadelijk afdichten met kleefband. Dikwijls is het geen overbodige luxe om een stapel balen af te dekken met een speciaal beschermzeil tegen schade aangericht door vogels en knaagdieren.



Foto. Transport van vierkante balen.

### 3.3 Voor- en nadelen van gewikkelde balen

Voordelen:

- Kleine hoeveelheden gras kunnen ingekuild worden zonder telkens de rijkuil terug te moeten open maken.

Nadelen:

- Hogere kosten van persen en wikkelen
- Meer plasticafval
- Risico's op scheuren van balen
- Schimmelvorming en condenswater in de baal door temperatuurschommelingen tijdens de opslag
- Meer opslagruimte nodig dan met een klassieke rijkuil

### 3.4 Foliekwaliteit

De stretchfolie moet voldoende rekbaar zijn. Deze rekbaarheid is niet alleen van belang bij het wikkelen, maar vooral achteraf. Bij transport en opstapelen durven de balen wel eens vervormen met risico's op scheuren als de plastic niet voldoende meegeeft.

Aangezien de balen lucht - en waterdicht moeten verpakt worden moeten de folielagen voldoende aan elkaar kleven. Naast de kleefbaarheid is ook de overlapping van verschillende lagen van belang. Om de luchtinlaat te minimaliseren wordt een overlap van 25 à 40 centimeter aangeraden. Verder mag de doorsteekbaarheid van de folie niet te hoog zijn zodat drogere en stengelige materialen de folie niet lek prikken.

In de praktijk wordt gebruikt gemaakt van polyethyleen dat UV-bestendig is. Is dit niet het geval dan kan de plastic door het zonlicht worden afgebroken. De dikte bedraagt meestal 0.025 millimeter (een zesde van de normale kuilplastic) en de breedte 75 centimeter.

### **3.5 Samenvattend**

- Gewikkelde balen zijn een goede methode voor het bewaren van ruwvoer.
- Met name vierkante balen hebben een voordeel bij transport over grotere afstanden omdat er veel materiaal per vracht kan worden meegenomen.
- De hogere kostprijs moet afgewogen worden tegen het transportvoordeel en de extra flexibiliteit bij het verwerken van kleinere partijen.
- De conservering is beter naarmate er meer lagen folie worden gewikkeld.
- Gewikkelde balen geven meer plastic afval dan rijkuilen of sleufsilos