



Verwerken niet houtige biomassa

G. Holshof, J.R. Van der Schoot, D. Durksz, H.A. van Schooten



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN **UR**

Verwerken niet houtige biomassa

G. Holshof, J.R. Van der Schoot, D. Durksz, H.A. van Schooten

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen UR Livestock Research, in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek thema 'Verwerken niet houtige biomassa' (projectnummer BO-11-012-007)

Wageningen UR Livestock Research
Wageningen, november 2014

Livestock Research Report 774



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

G. Holshof, J.R. van der Schoot, D. Durksz, H.A. van Schooten, 2014. Verwerken niet houtige biomassa. Wageningen, Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Report 774. 57 blz.

© 2014 Wageningen UR Livestock Research, Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, E info.livestockresearch@wur.nl, www.wageningenUR.nl/livestockresearch. Livestock Research is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

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

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 onderzoeksoopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponneerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Inhoud

	Woord vooraf	5
1	Inleiding	7
2	Materiaal & afvoerende partijen (leveranciers)	8
	2.1 Wegbeheerders	8
	2.2 Gemeenten	8
	2.3 Waterschappen	8
	2.4 Natuurbeheerders	9
	2.5 Verschillen in maaisel	9
3	Potentiele bestemming	10
	3.1 Veevoer	10
	3.2 Cellulose (papier) en vezelgebruik	10
	3.3 Compostering/bodemverbeteraar	11
	3.4 Raffinage	11
	3.5 Vergisten (biovergisting)	11
4	Oogst	12
5	Opslag	14
6	Gesprekken met diverse partijen in de keten	15
7	Samenvatting schematisch	17
8	Technische informatie over het oogsten en bewaren van biomassa	19
	8.1 Veldbewerkingen bij oogst	19
	8.1.1 Maaien	19
	8.1.2 Maaikwaliteit	20
	8.1.3 Type machine en benodigd vermogen	21
	8.1.4 Maaien/ kneuzen en schudden	22
	8.1.5 Capaciteiten en werktijden voor maaien, schudden of wiersen	24
	8.2 Inkuilen van voorgedroogd gras	25
	8.2.1 Werktuigen	25
	8.2.2 Werkmethoden	26
	8.2.3 Ronde en vierkante balen	28
	8.3 Machines voor het uithalen van ingekuilde silage	29
	8.4 Kuilplaten en silo's	30
	8.4.1 Het bouwen van kuilplaten en sleufsilos	30
	8.4.2 Bouwkundige aspecten	31
	8.4.3 Doelmatig gebruik van kuilplaat en sleufsilos	36
	8.4.4 Richtlijnen voor goed vullen	38
	8.4.5 Afdekken	40
9	Literatuur	44
	Bijlage 1 Staatsbosbeheer Balloo	45
	Bijlage 2 Staatsbosbeheer Weerribben	50

Bijlage 3	Gemeente Noordoostpolder	52
Bijlage 4	Rijkswaterstaat	53
Bijlage 5	Gemeente Utrecht	54
Bijlage 6	Composteerder van Werven	56
Bijlage 7	Provincie Groningen	57

Woord vooraf

De zoektocht naar geschikte toepassingen van allerlei afvalstromen gaat door. Ook grasachtige biomassa ofwel maaisel van diverse terreinen kan een hogere waarde krijgen door het als grondstof te gebruiken voor een veelheid aan toepassingen. In dit rapport worden de leverende partijen van niet-houtige biomassa beschreven en mogelijke bestemmingen met bijbehorende kwaliteitseisen. En met name hoe dit in de keten van oogst, bewaring en transport kan worden uitgevoerd.

Deze studie is begeleid door Frank van Hedel (Staatsbosbeheer) en Peter van der Knaap (ministerie van Economische Zaken). Vanaf deze plaats willen wij hen hiervoor bedanken. Ook gaat een woord van dank uit naar de beheerders en uitvoerders die we hebben gesproken om zicht te krijgen op hoe zij omgaan met hun terreinen en hun maaisel.

De auteurs



1 Inleiding

Bij de zoektocht naar energiebronnen die ter vervanging van de fossiele energiebronnen kunnen dienen, komt met enige regelmaat de gras(achtige) biomassa naar voren die op niet-landbouwgronden groeit. Te denken aan biomassa van terreinen van natuur behorende organisaties, Maar ook in wegbermen van gemeentelijke, provinciale of landelijke wegen, op plantsoenen, sportterreinen en watergangen groeit biomassa dat in potentie geschikt is als energiedrager. Instanties die deze grondoppervlaktes beheren en/of onderhouden moeten deze biomassa afvoeren. In het verleden werd dit materiaal beschouwd als afvalproduct en moe(s)t er betaald worden om het af te voeren. Soms is het materiaal geschikt (te maken) als veevoer. Vaak ook niet en moet een andere bestemming gezocht worden. Tijden veranderen en wat eerst als afval gezien werd, kan nu als grondstof dienen. Aan grondstoffen worden echter wel (andere) eisen gesteld dan aan afval, eisen die eerder niet in beeld waren. De kwaliteit van het product maakt of het geschikt is als grondstof. Binnen de kaders van de producerende partij (bijvoorbeeld een natuurorganisatie) past waarschijnlijk niet elke vorm van grondstofproductie, maar met maaimanagement (leeftijd gewas) voorbereiding (drogen), goed opslaan en in uitzonderlijke situaties misschien zelfs wel bemesten, kan het product interessanter worden voor afnemende partijen.

Veranderende eisen aan de grondstof vraagt bij de leverende partijen een omslag in denken, waarbij de doelstelling van die partij niet uit het oog verloren mag worden. Natuurdoelstellingen zijn boven gesteld aan de eisen aan die van de grondstof. Toch kan vaak met een eenvoudige wijziging wel of beter aan die eisen voldaan worden.

Het besef groeit bij de partijen dat met invulling van de eisen de biomassa een hogere waarde kan krijgen, waardoor het 'kostenpost' afval een 'opbrengstenpost' van grondstoffen kan worden.

In deze notitie wordt gekeken naar de partijen die niet houtige biomassa af kunnen voeren, aan welke kwaliteitseisen het product moet voldoen om als grondstof te kunnen dienen en hoe dit in de keten van oogst, bewaring en transport kan worden uitgevoerd.

2 Materiaal & afvoerende partijen (leveranciers)

Er bestaat diversiteit in leveranciers van niet-houtige biomassa. De volgende partijen zijn leveranciers van maaisel:

- Wegbeheerders/Rijkswaterstaat (wegbermen, bermen snelwegen, slootkanten)
- Gemeenten (bermen, slootkanten, parken/plantsoenen)
- Waterschappen (watergangen)
- Natuurbeheerders (natuurterreinen).

Elk van de bovengenoemde partijen hebben hun eigen doelstellingen bij het beheer.

2.1 Wegbeheerders

Een belangrijke functie van een berm is een draagkrachtige zode, voor het geval voertuigen naast de weg terecht komen. Wegbeheerders zullen daarnaast moeten toezien dat de begroeiing langs wegkanten/bermen geen belemmering vormt voor het verkeer. Uitzicht zal gegarandeerd moeten zijn, maar ook de borden/leestekens/reflectoren moeten goed leesbaar blijven. Dit geldt ook voor gemeenten, waar zij regie hebben over wegbermenbeheer. Naast het functionele beheer, zijn hier ook de uitvoeringsaspecten van belang. Het maaien van wegbermen e.d. gebeurt in een situatie, waarbij het langsrijdende verkeer niet wordt stilgelegd. Er zijn dus risico's aan verbonden. In dit kader kan dat betekenen dat het maaien op bepaalde uren plaatsvindt waardoor de kwaliteit van het gemaaide materiaal niet passend is voor het toekomstige eindproduct. Om de kosten te beperken zoeken deze beheerders naar een evenwicht tussen het aantal keren maaien en de veiligheid van de weggebruiker, dus de maaifrequentie en tijd zal afhangen van de groeisnelheid van het gewas (hoe snel treden (uit)zicht belemmerende omstandigheden op). Het tijdstip van maaien, met name de eerste keer, wordt mede bepaald door natuurdoelstellingen. Maaien na de bloei van veel planten heeft de voorkeur.

Wegbeheerders kiezen nu als maaivorm: klepelen en laten liggen, of maaien (soms voordrogen) en afvoeren. Product wordt vaak gestort of gecomposteerd. Soms wordt er veevoer van gemaakt.

2.2 Gemeenten

Voor zover het beheer van wegbermen betreft, gelden voor gemeenten de zelfde uitvoeringsaspecten als in de vorige alinea zijn beschreven. Naast wegbermen hebben gemeenten ook sloten (zie hiervoor volgende alinea) en parken/plantsoenen onder beheer. Parken en plantsoen vervullen een rol van aankleding, leefplezier, recreatie en natuur. Vaak worden de gazons en speelvelden kort gehouden door deze regelmatig te maaien en het maaisel te laten liggen. Kostentechnisch is dit gunstig, immers door kort te maaien is er weinig massa en zal de gemaaide massa snel verteren. Bovendien worden geen nutriënten afgevoerd, waardoor deze in de kringloop blijven en er nauwelijks hoeft te worden bijbemest. Natuurgrasvelden voor niet recreatieve doeleinden worden minder vaak gemaaid en wordt het maaisel afgevoerd om het terrein te verschrallen.

2.3 Waterschappen

Waterschappen onderhouden de watergangen (voor zover deze onder haar verantwoordelijkheid valt). Watergangen dienen voor afvoer van overtollig water, maar ook voor tijdelijke opslag en ter voorkomen van zowel vernatting als verdroging. Om een goede doorstroming te bevorderen worden de taluds regelmatig gemaaid. Soms alleen geklepeld, waarbij het maaisel blijft liggen, maar soms ook afgevoerd. Ook de watergang zelf wordt eens in de zoveel tijd schoongemaakt om de

doorstroming te verbeteren en de opslagcapaciteit te behouden: het uitbaggeren. Daarnaast zijn er in een aantal gevallen ook kaden langs de watergang, die de nodig zijn voor de bereikbaarheid. Deze kaden zijn ook in onderhoud bij het waterschap en zullen ook gemaaid worden. Omdat slechts de waterdoorstroming het doel is en geen andere zaken spelen, zal het aantal maaibeurten beperkt zijn, om de kosten-baten verhouding op het gewenste niveau te houden.

2.4 Natuurbeheerders

Natuurbeheerders hebben, in tegenstelling tot de voorgaande groepen beheerders, een duidelijk doel ten aanzien van de vegetatie. Is bij de andere beheerders het gegroeide gewas een 'toevallig' bijproduct van de omstandigheden, bij natuurbeheerders hoort meestal een vorm van beheer die tot doel heeft dat zich bepaalde vegetatie zal ontwikkelen, hetzij voor fauna, hetzij met botanische doelstellingen. De omstandigheden worden daarbij soms ook aangepast, waarbij gedacht moet worden aan peilaanpassingen (slootpeil, grondwater). Omdat op deze terreinen de doelstellingen min of meer leidend zijn, zal de ruimte in beheer en de kwaliteit van het eindproduct mogelijk niet zo ruim/groot zijn als bij de andere beheerders.

2.5 Verschillen in maaisel

Als gevolg van verschil in (natuurlijke) omstandigheden en verschil in beheer(doelstellingen) is het af te voeren materiaal bij de verschillende partijen uiteraard ook verschillend. Globaal zijn de volgende materialen te onderscheiden:

- Kort gras, redelijk bemest (parken, plantsoenen)
- Middenlang gras en kruiden (wegbermen 5-6 keer gemaaid worden: bij klepelen wordt dit lange materiaal fijn gehakseld; natuurterreinen waar versneld verschrallingsbeheer wordt toegepast)
- Lang gras en kruiden (wegbermen 2-3 keer per seizoen gemaaid, natuur met extensief beheer, weidevogelland in juni)
- Lang gras en licht houtige opstanden (extensief natuurterrein, slootkanten, waterkanten, kaden).

Het materiaal kan dus verdeeld worden in:

- Kort, jong gras met een laag C gehalte, weinig celwanden en relatief hoog N en suikergehalte afkomstig van redelijk rijke gronden (A)
- Kort jong gras met laag N, weinig celwanden en laag C gehalte, afkomstig van jong gemaaid gras van arme onbemeste gronden (B)
- Kort gras met laag N en hoog aandeel celwanden, maar verkort door maaimethode (C)
- Lang gras met laag N en hoog aandeel celwanden (D).

3 Potentiele bestemming

De vraag is welk materiaal voor welke afnemende partij geschikt is of interessant te maken is. Er zijn diverse mogelijkheden voor het hergebruik van maaisel. De volgende toepassingen van maaisel zijn reeds genoemd in het rapport 'Toepassingsmogelijkheden voor natuur- en bermmaaisel' (Strijker et. al 2013):

- Veevoer
- Cellulose (papier)
- Vezelgebruik voor andere doeleinden (plaatmateriaal)
- Compostering/bodemverbeteraar
- Raffinage (hoogwaardig eiwit)
- Vergisting.

Voor elk van deze toepassingen geldt dat de samenstelling van het maaisel moet zijn (of worden) afgestemd op deze toepassing.

3.1 Veevoer

De toepassing van maaisel als veevoer wordt al toegepast. Gras/hooi van percelen met uitgestelde maaidatum komt vaak al beschikbaar als veevoer, voor zowel rundvee als voor paarden. De eisen variëren enigszins, maar het gras dient in elk geval vrij te zijn van (zwerf)afval. Verder is de aanwezigheid van schadelijke planten ook ongewenst, bijvoorbeeld Jacobskruiskruid. In de melkveehouderij kan een deel van het rantsoen makkelijk worden ingevuld met gras uit natuurgebieden of semi-natuurgebieden (Van Duinkerken et. al.). De voederwaarde in de vorm van eiwit en energie is daarbij niet de belangrijkste doelstelling; met name de vezelrijkheid werkt positief op de totale opname en benutting van het gehele rantsoen. Wel moet het product smakelijk zijn. Dit betekent dat extra aandacht nodig is voor het gehele proces van maaien, via oogsten naar bewaring. In 2015 wordt de melkquotering opgeheven, maar blijven mestnormen bestaan. Mogelijk komt er dan extra vraag naar ruwvoer. Dit zou kunnen betekenen dat ook gras van andere leveranciers in beeld komt, bijvoorbeeld van wegbermen. Dit gras is niet gebonden aan de striktere regels van de natuurbeheerders en kan dus ook in een ander stadium gemaaid worden en eventueel zelfs bemest. Wel moet hier extra aandacht worden gegeven aan verontreinigingen met zwerfvuil. Ook hier is (wordt) de weg van maaien-oogst-bewaring belangrijk.

Maaisel uit watergangen is minder geschikt als veevoer, omdat de plantensoorten niet goed passen in een rantsoen (te grof en niet smakelijk, bijvoorbeeld rietachtigen).

3.2 Cellulose (papier) en vezelgebruik

Op kleine schaal is al papier gemaakt van niet houtige biomassa. Het papier is echter (nog) niet blank en het proces zal verder ontwikkeld moeten worden, om op grote schaal aantrekkelijk te worden, maar de mogelijkheden zijn er. Omdat het om cellulose gaat, is een hoog aandeel ruwe celstof van belang. Dit betekent dat maaisel als grondstof voor deze producten in een ouder stadium geoogst moet worden en meer celwanden dan celinhoud moet bevatten (dus relatief lage bemesting). Veel producenten kunnen op basis van deze uitgangspunten waarschijnlijk maaisel produceren dat aan deze eisen voldoet. Bij wegbeheerders zal het tijdstip van maaien afhangen van de mate waarin borden en dergelijke niet meer te lezen zijn en uitzichten worden belemmerd, maar in de praktijk zal hier enige ruimte zijn ten aanzien van het maaitijdstip. Voor dit gebruik kan het gras prima 's morgens gemaaid worden. Omdat het aandeel celwanden relatief hoog is, is het droge stofgehalte ook vaak hoger en wordt het een luchtig product. Bij maaien moet het product lang blijven, dus geen gebruik maken van kneusinstallaties op de maaier. Drogen is uiteraard gewenst, maar te veel bewerkingen gaat ten koste van de kwaliteit van de vezels. Het product kan zowel als hooi (droog) als als kuil (in plastic) worden bewaard. Bij oogst moet het product niet worden verhakseld (dus snijden).

3.3 Compostering/bodemverbeteraar

Deze vorm van gebruik is algemener bekend en is ook een veel gebruikte methode. Vaak werd het maaisel afgevoerd tegen betaling en kreeg de composteerder zijn uitgangsmateriaal voor niets of tegen een kleine vergoeding. Nu het aantal mogelijkheden van het gebruik van maaisel toenemen, wordt de vraag groter en daardoor kan maaisel nu echt als (betaalde) grondstof worden aangeboden. Voor compostering zijn de eisen wat ruimer dan voor andere toepassingen. Zo kan het materiaal nat en rechtstreeks worden aangeleverd, hoewel ook composteerbedrijven graag een geregelde en vlakke aanvoer willen zien. Gras met een hoog eiwitgehalte en weinig celwanden composteert moeilijker, dus onbemest, ouder gras is een prima basisproduct. Het materiaal kan zowel lang als verhakseld worden aangeleverd.

3.4 Raffinage

Hoewel dit proces nog in ontwikkeling is, levert dit wel de grootste meerwaarde op. De eindproducten zijn hoogwaardig en kunnen direct toegepast worden of als grondstof dienen voor andere hoogwaardige eindproducten bijvoorbeeld in de humane voeding. De eisen die aan het materiaal gesteld worden, zijn dan ook hoger dan die bij de andere toepassingen. In dit proces gaat het vooral om de celinhoud. Het gaat hierbij dus vooral om een wat jonger, rijker gewas, met name eiwitrijk. Wegbermen en plantsoen/parken zouden hier goede leveranciers kunnen zijn, maar ook uit natuurgebieden kan bij voldoende meerwaarde, basismateriaal 'gewonnen' worden, nl. in de fase van versneld verschralen (= jong en vaak maaien). Nu is het nog te duur om vaak te maaien en jong af te voeren, maar wanneer het product meer zou opbrengen kan dit tot de mogelijkheden behoren. Voor wegbermen, kan bij voldoende perspectief zelfs worden overwogen deze te bemesten. Om de celinhoud te sparen, lijkt vers en niet verhakseld de beste methode van aanvoer, maar voordrogen, zonder te veel te verkleinen is ook een goede optie.

3.5 Vergisten (biovergisting)

Maaisel kan vergist worden, maar is eigenlijk niet de meest geschikte grondstof voor een vergister, omdat het rendement laag is. In het algemeen is de energie-inhoud van gras wat aan de lage kant om als enige grondstof voor een vergister te kunnen dienen, maar bijmengen met maaisel kan een optie zijn. Hoewel materiaal dat rijk(er) is aan suikers (onbemest gras bevat meer suikers en een lager eiwitgehalte dan bemest gras) waarschijnlijk de voorkeur heeft, zijn de eisen aan maaisel voor bijmengen redelijk ruim. Het gewas kan zowel vers als voorgedroogd worden aangevoerd. Hoewel verhakseld de voorkeur heeft, kan ook fijn gesneden materiaal als grondstof dienen.

4 Oogst

Het tijdstip van oogst bepaald voor een deel de kwaliteit van het uitgangsmateriaal. In de meeste gevallen gaat het bij dit soort maaisels om een product van onbemest terrein. De groei is dus langzamer in vergelijking met graslanden in de veehouderij, die wel bemest worden. Toch gelden hier in principe de zelfde 'regels': een jonger gewas (in groeidagen) heeft een rijkere celinhoud en minder houtachtige celwanden dan een ouder gewas. Wanneer een jong gewas gewenst is door de afnemer, betekent dit voor de meeste producenten een groeiduur van rond de 4-6 weken. Het blijft een compromis tussen de hoeveelheid te winnen biomassa en de kosten van het oogsten en afvoeren. Een gewas van 3 weken is uiteraard rijker dan een gewas van 6 weken, maar per oppervlakte eenheid staat er minder massa.

Wanneer het vooral om houtige celwanden gaat, is een groeiduur van 6-12 weken ook prima, met name in de eerste snede. Hoe zwaarder het gewas bij oogst, hoe moeilijker het droogt en hoe langer het duurt voor er hergroei plaats vindt (hergroei-afbreking).

's Avonds maaien levert een iets rijker gewas op (meer suikers), hoewel hiervan geen al te hoge verwachtingen mogen worden gewekt, immers na maaien gaat de ademhaling (= verbranding) nog enige tijd door. Het verschil in suikeropbrengst betreft ook niet veel kilo's.

Het maaien kan op 2 manieren plaats vinden, waarbij de lengte van het maaisel wordt beïnvloed door de maaimethode. De standaard cyclomaaier of schotelmaaier, geeft een lang gewas op het zwad, dat niet verdeeld is. Door een maaier met een opgebouwde kneusinstallatie worden de celwanden beschadigd en wordt het product beter verspreid. Beide principes versnellen het droogproces. Het maaien moet altijd met scherpe messen worden uitgevoerd: botte messen geven een rafelige stoppel en minder hergroei, maar vraagt ook meer vermogen en kort dus extra brandstof.

Om het gewas zo snel mogelijk te laten drogen, moet het eigenlijk direct na maaien verspreid worden (schudden). Veel wegbermbeheerders laten deze handeling vaak achterwege, omdat dit een extra inzet van een machine vraagt en tijd/geld kost. Toch is goed drogen essentieel voor een goed bewaarproces. Wanneer het gras langer moet worden opgeslagen is een droge stofgehalte rond de 45% optimaal (marge 40-50%). Droger materiaal vraagt meer tijd en inspanning (zeker bij minder drogend weer) en natter materiaal conserveert slechter en vraagt om een toevoegmiddel. Het percentage van 45% is met name van belang om broei te voorkomen bij het uithalen van het materiaal. Als bij andere toepassingen dan voer broei minder een probleem is kan van het optimale percentage van 45% worden afgeweken.

Bij goed drogend weer (zon en wind en een lage luchtvochtigheid) kan een gewas in 1-2 dagen een drogestofpercentage van 45% hebben bereikt en bij goede omstandigheden is dit zelfs mogelijk met minimaal schudden (1 keer). Dit betekent in de praktijk: dag 1 maaien en schudden, dag 2 eventueel schudden, harken en oogsten. Dit vraagt veel meer planning dan tot nu toe vaak gebruikelijk is. Nu wordt vaak gemaaid, wanneer dat in het werkschema past en het zelfde geldt voor de oogst. Vaak zijn maaitijdstip en oogsttijdstip ook niet op elkaar afgestemd en blijft het materiaal (onnodig) lang op het veld/berm liggen, met de nodige kwaliteitsverlies tot gevolg. Bij het storten van maaisel is dit in het algemeen niet zo'n probleem, maar bij afnemers die hogere eisen stellen aan het materiaal worden deze zaken wel belangrijk en vraagt het gehele maai-oogstproces veel meer aandacht en planning dan men gewend was.

Na het drogen moet het materiaal weer bij elkaar gebracht worden om te kunnen oogsten. Hiervoor kan een (zwad)hark worden gebruikt. Deze harken zijn in diverse werkbreedtes beschikbaar. De werkbreedte bepaald de capaciteit, maar bij bijvoorbeeld wegbermen en andere plaatsen met een beperkte breedte van de gemaaide strook en/of veel obstakels zijn brede harken niet goed bruikbaar en is het veel makkelijker werken met kleinere harken. Wel is het beter om zo veel mogelijk materiaal op 1 wiers te brengen, zodat de oogstmachine effectief materiaal kan verzamelen en niet onnodig veel meters moet maken. Bij het maken van balen is een homogene wiers ook belangrijk om het materiaal zo egaal mogelijk in de perskamer te krijgen.

Voor oogst van gras zijn de volgende machines mogelijk:

- Klepelhakselaar (klepelt (maait) vers materiaal en verkort het gras enigszins en blaast dit in een opvangcontainer of wagen in 1 werkgang)
- Veldhakselaar : maait niet, maar hakselt het (voorgedroogde) materiaal fijn en blaast dit in een container of volgwagen
- Opraap(snij)wagen: laadt het gemaaide en gedroogde gras en snijdt dit eventueel kort (afhankelijk van het aantal messen) bij de invoer
- Balenpers: perst ronde of vierkante balen (ook eventueel met snijinrichting geladen) die direct of naderhand in plastic (kunnen) worden gewikkeld.

Bij sommige speciale klepelaars of hakselaars (aangepast voor bijvoorbeeld natte gebieden) zit de container direct verbonden aan de hakselaar. Het principe waarbij de lader/oogster aan het transportmiddel vast zit geldt ook voor de opraapwagen. Bij vervoer over grote afstanden betekent dit dat de daadwerkelijke oogst stil ligt tijdens het transport; immers het opraap/laad mechanisme gaat mee tijdens het transport. Wanneer materiaal over grote afstand vervoerd moet worden is deze vorm minder geschikt. Bij de veldhakselaar en balenpers kan de daadwerkelijke oogst min of meer worden losgekoppeld van het transport. Zeker bij het maken van balen is dit aan de orde. De balen kunnen zelfs enige tijd blijven liggen alvorens ze op transport te zetten. Wel is het van belang dat de balen gelijk na het persen in plastic gewikkeld worden.

5 Opslag

De oogst van bepaalde bermen en velden vindt slechts een paar keer per jaar plaats, terwijl veel afnemers te maken hebben met een proces waarbij continue aanvoer gewenst is. Dit betekent dat het maaisel tijdelijk moet worden opgeslagen. Nat, los gestort materiaal leent zich daar niet goed voor. De kwaliteit holt achteruit bij opslag en er treden grote verliezen op. Bovendien is nat materiaal zwaar; er wordt veel water getransporteerd. Bij vervoer en opslag is het dus beter om droger materiaal aan te voeren.

In principe kan voor opslag de zelfde systemen worden gebruikt als in de veehouderij gangbaar zijn:

- Sleufsilo's
- Rijkuielen
- Ronde of vierkante balen.

Afhankelijk van de mogelijkheden, kan de opslag dicht bij het te maaien areaal bevinden (en dan in eigendom/beheer van de producent zijn), dan wel juist bij de afnemer liggen. In het eerste geval zou de producent alleen verantwoordelijk zijn voor de oogst en eigen opslag en kan een afnemer het materiaal bij de producent af halen, maar de producent kan ook zelf (volledig losgekoppeld van het oogstproces) het product, eventueel in gevraagde hoeveelheden, bij de afnemer brengen.

6 Gesprekken met diverse partijen in de keten

Om zicht te krijgen op hoe in een groot deel van de keten momenteel met grasachtige biomassa wordt omgegaan zijn in dit project met diverse aanbieder en verwerkers gesprekken gevoerd en zijn een aantal natuurterreinen bezocht om het oogstproces te bekijken. Zowel met beheerders van natuurterreinen, recreatieterreinen en wegbermen als met een aantal verwerkers van biomassa. In de bijlage staan de verslagen van de diverse bezoeken weergegeven. Gesproken is met Staatsbosbeheer (Balloo en Weerribben), gemeente Noordoostpolder, gemeente Utrecht, provincie Groningen, Rijkswaterstaat, composteerder van Werven en Agterberg.

Duidelijk is de alle beheerders en uitvoerders die we hebben gesproken heel bewust met hun terreinen omgaan. Soms is de beoogde kwaliteit van de terrein heel goed omschreven, maar vaak is het ook aan de betreffende verantwoordelijke persoon hoe hij/zij dit invult. Voorop staat het hoofddoel b.v. natuur, recreatie en veiligheid (bermen en dijken) of een combinatie daarvan. Het beheer wordt soms geheel in eigen beheer uitgevoerd, maar vaak deels of zelfs geheel uitbesteedt. In onderhoudscontracten wordt de het onderhoud aan de diverse terreinen en de kwaliteit van het werk, alsmede uiteraard de prijs van het onderhoud vastgelegd. Het afvoeren en opslaan van het maaisel wordt soms in eigen beheer gedaan, maar meestal door de uitvoerder. De uitvoerder is daarmee dan ook 'eigenaar' van het materiaal. As het materiaal wordt gecomposteerd vraagt de aannemer/composteerder daarvoor een vergoeding. De kosten die de uitvoerder maakt voor het afvoeren van het maaisel of juist de mogelijkheden die de uitvoerder ziet het verwerken van het materiaal te verwaarden is verdisconteerd in de prijs. In een aantal gevallen hebben de terreinbeheerders de afzet in eigen hand genomen. Staatsbosbeheer krijgt in Noord Nederland bijvoorbeeld geld toe voor het leveren van de biomassa voor vergisting.

Het maaimoment wordt bepaald door het gebruiksdoel van het terrein. Natuurterreinen en grote delen van bermen worden vaak pas gemaaid na de bloei van veel planten. Gazons en sportvelden worden uiteraard veel eerder en vaker gemaaid. Bij het maaien en afvoeren zijn aspecten als kosten en veiligheid belangrijk. In het proces van maaien, drogen en opslaan staat de kwaliteit van het maaisel niet voorop. Voor zwerfvuil is vaak wel aandacht en is afhankelijk van de toepassing wel of niet een probleem. Zand of grond in het maaisel is een ander lastig probleem. Een ander aspect is dat door direct maaien en afvoeren zaden en beestjes geen kans krijgen uit het maaisel te vallen.

Om de waarde van het materiaal te vergroten is bij het oogsten (verkleinen materiaal), het drogen naar een drogestofgehalte van 40-50% en een goede opslag winst te behalen. Met name het drogen vergt wel extra bewerkingen op de terreinen. Logistiek ligt daar een uitdaging en wordt interessanter bij korte aanvoerlijnen. Aandachtspunten van het drogen zijn de kosten en de extra bewerkingen met bijvoorbeeld kans op schade aan de zode. In het natuurgebied als de Weerribben blijft op de natte natuurterreinen het materiaal na het maaien liggen en wordt later bijeen geharkt en verbrand. Drogen en afvoeren is technisch wellicht wel mogelijk, maar kost veel inspanning en ook aangepaste machines.

Bij het opslaan van het materiaal (inkuilen) is direct (dagelijks) goed afdichten essentieel. Met het goed drogen en opslaan van het materiaal worden uiteraard extra kosten gemaakt, maar daarmee gaat de waarde van het product wel omhoog. Uiteindelijk gaat het om het saldo van kosten en opbrengsten.

Door regelgeving is het op dit moment niet mogelijk langdurige contracten (maaibestekken, prestatiecontracten) af te sluiten. Dit maakt het minder interessant voor aannemers om te investeren in machines, laat staan te investeren in b.v. een biomassacentrale.

Prestatiecontracten kunnen alleen voor het uitvoerende deel van het werk zijn, waarbij het product dus van de opdrachtgever blijft. Dit lijkt interessanter te zijn voor aanbieders van grote hoeveelheden materiaal. Meestal is het product nu voor de uitvoerder. In beide constructies is het uitbetalingssysteem van belang voor de productkwaliteit en kan sturend zijn voor het hele proces van oogsten en opslaan. Wordt alleen uitbetaald per ton product of m³ product of juist op kwaliteit, b.v. ds-gehalte, zandfractie of op bijvoorbeeld zelfs op de uiteindelijke gasproductie. Een eventuele aanpassing van het beheer om een bepaalde kwaliteit eindproduct te halen wordt daarmee interessanter.

Zoals aangegeven zijn er met name wat betreft de aspecten maaien, drogen en opslag nog vragen en verbeterpunten bij de beheerders en de uitvoerders. In de volgende hoofdstukken wordt daarop verder ingegaan.

7 Samenvatting schematisch

In onderstaande matrix is overzichtelijk weergegeven welke producenten welk product kunnen produceren. In de tweede stap wordt vervolgens verwezen naar de onderliggende 'adviezen'.

Tabel 1

Matrix met Producenten en Producten.

Plaats:	Wegbermen	Plantsoenen	Natuurterreinen/ natuurbermen	Watergangen/ kaden
Product\Producent	Rijkswaterstaat Provincies, Gemeenten	Gemeenten	Natuurbeheerders Gemeenten	Waterschappen Gemeenten Rijkswaterstaat Provincies
Veevoer	++ *	---	+ / ++	--
Raffinage	++	++	+ / ++	+
Papier/cellulose	++	--	+++	++
Compost	+++	+	+++	++
Energie	++	-	+++	+

Hoe meer +++ hoe beter geschikt. - is ongeschikt

* Let op voor verontreinigingen

In de volgende matrix wordt aangegeven wat de technische randvoorwaarden zijn voor de genoemde producten. De randvoorwaarden betreffen de groeiduur (oogstmoment), oogstmethode/opslag, kosten.

Tabel 2

Matrix met de technische randvoorwaarden van verschillende producten.

Product\ proces	Groei/oogst momenten	Bemesten N	Maaien/ kneuzen	Oogst: snijden/ hakselen	Opslag (incl ds%)	Kosten (+ is meer kosten) ¹⁾
Veevoer	maximaal 6 weken (3-4)	0-70 kg N/ha/sne de	maaien of kneuzen	snijden of hakselen	kuil, balen (40- 60%)	++
Raffinage	maximaal 3 weken (6-7)	0-80 kg N/ha/sne de	maaien of kneuzen	voorkeur: hakselen	kuil (30-45%) of vers	+++
Papier/ cellulose	minimaal 6 weken (1-3) ²⁾	0	maaien	snijden	kuil, balen (30- 80%) broeigevoelig	+
Compost	geen voorkeur	0	maaien	snijden of hakselen	vers, kuil, balen (30-50%)	+
Energie (vergisting)	maximaal 6 weken (1-3) ²⁾	0	maaien	hakselen	vers, kuil, balen (30-60%)	+
Bouwmate riaal	minimaal 6 weken	0	maaien	geen behandeling	vers, kuil, balen (ds% ?)	?
Energie (verbranden , of briketten maken	minimaal 6 weken	0	maaien of kneuzen	hakselen	gedroogd tot 65-85%.	?

¹⁾ Hangt vooral af van afstand waar over getransporteerd moet worden; hier alleen de kosten t/m opslag exclusief transport

²⁾ Tussen haakjes: aantal oogstmomenten per jaar

Tabel 3

Leeswijzer met achtergrondinformatie (Ctrl_klik).

	Maaien goede draagkracht	Maaien slechte draagkracht	drogen	oogst	opslag
Veevoer	cirkelmaaier (8.1.1.c) maaikwaliteit (8.1.2)		Kneuzen (8.1.4) Schudden (8.1.4.2)	Opraapwagen (8.2.1.1) Hakselaar (8.2.2.4) balenpers (8.2.3)	
Raffinage			Kneuzen (8.1.4) Schudden (8.1.4.2)	Opraapwagen (8.2.1.1) Hakselaar (8.2.2.4) balenpers (8.2.3)	
Papier	cirkelmaaier (8.1.1.c) maaikwaliteit (8.1.2)	maaier (8.1.1.a) maaikwaliteit (8.1.2)	Schudden	Opraapwagen (8.2.1.1) balenpers	
Compost	klepelmaaier of cirkelmaaier (8.1.1.c) maaikwaliteit (8.1.2)		Kneuzen (8.1.4) Schudden (8.1.4.2)	Hakselaar (8.2.2.4) balenpers (8.2.3)	
Vergisten	Cirkelmaaier (8.1.1.c) of klepelmaaier (8.1.1.b) maaikwaliteit (8.1.2)		Kneuzen (8.1.4) schudden (8.1.4.2)	Opraapwagen (8.2.1.1) Hakselaar (8.2.2.4) balenpers (8.2.3)	

8 Technische informatie over het oogsten en bewaren van biomassa

In dit hoofdstuk wordt praktisch beschreven hoe om te gaan met het oogsten en verwerken van niet houtige biomassa, die niet wordt gebruikt als veevoer. Echter 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 zogenaamde vluchtschriften gemaakt met handige tips. Op basis van deze vluchtschriften is deze notitie gemaakt, maar dan toegespitst op een ander gebruik van het eindproduct en een andere doelgroep. De technieken en machines die hierin zijn beschreven komen uit de landbouw.

Aspecten als de kwaliteit uitgangsmateriaal (productie/groei en chemische samenstelling) en producttoepassingen en kwaliteit zijn al in eerdere hoofdstukken aan de orde gekomen.

Aan de orde komen:

- Veldbewerkingen bij oogst
- Inkuilmethoden en opslag
- Uithalen product (staat er nog niet in).

8.1 Veldbewerkingen bij oogst

8.1.1 Maaien

De eerste stap bij oogst is het maaien. Indien het gewas niet direct bij het maaien wordt opgevangen en getransporteerd (maai-kneuzer die product gelijk in volgwagen blaast) zijn de volgende hoofdsystemen te onderscheiden:

- enkele messenbalk
- dubbele messenbalk
- klepelmaaier
- cirkelmaaier (al dan niet met kneusinrichting).

8.1.1.a

Maaiers met een messenbalk knippen het gras af. Deze maaiers hebben vaak een geringe werkbreedte (70 cm tot 1.5 meter) en worden vaak gebruikt met een tweewieler of aan de zijkant van een trekker. In de landbouw worden ze door hun beperkte capaciteit nauwelijks meer toegepast. Bij het oogsten van riet of in erg natte terreinen waar met tweewielers wordt gewerkt zijn het prima machines, vooral omdat ze licht zijn. Ook kunnen ze goed worden toegepast op moeilijk bereikbare terreinen en op steile terreinen als kaden en dijken. Een dubbele messenbalk geeft een beter maaibeeld en heeft minder last van stropen. Wel dient het mes(sen) goed scherp te zijn, anders ontstaat een rafelig maaibeeld en blijven er rijtjes gras staan. Er bestaan tegenwoordig ook speciale messenbalk maaiers voor schuine terreinen met kunststof spikes. Ook is de aandrijving als hydrostatische aandrijving leverbaar, waardoor de machine veel minder zal trillen. Voor natte terreinen met weinig draagkracht kan de machine die de maaier draagt ook met rupsbanden voorzien zijn. Zo kan ook in die terreinen een hogere capaciteit gehaald worden zonder dat de machine wegzakt of te veel sporen achterlaat.

8.1.1.b

Klepelmaaiers slaan het gras van de stoppel af. De klepels hangen in ruststand verticaal aan een snel ronddraaiende rol. Het gras wordt met deze maaimethode min of meer verpulverd. De maaier is erg robuust en kan grof materiaal goed aan en is weinig gevoelig voor storingen. Dit type maaier wordt ook vaak toegepast bij systemen die het gras via een cycloon/luchtwerveling in een volgwagen/container blazen. Het materiaal raakt wel makkelijk verontreinigd met grond. Ook is de werkbreedte bij deze machines beperkt. Voordeel is dat deze machines hydraulisch aangedreven

kunnen worden en daardoor ook aan een beweegbare arm bevestigd kunnen worden om bijvoorbeeld taluds te maaien.

8.1.1.c

Cirkelmaaiers kunnen weer worden onderverdeeld in sub-groepen:

- Boven aangedreven trommels, met aan de onderkant scharnierend bevestigde mesjes. De trommels draaien gepaard tegen elkaar in, waarbij het zwad tussen de trommels door naar achteren wordt gevoerd. De machines bestaan uit 2 of 4 trommels. Het zijn redelijk zware machines.
- Onder aangedreven schijven, voorzien van mesjes. De schijven zijn kleine en lichter dan de trommels. Het zwad glijdt over de schijven naar achteren en is breder en dunner dan het zwad bij trommels, maar er vormt zich niet een heel brede deken van gras (er is nog in lichte mate enkele zwaden te zien).
- Combinatiemaaiers: aan de buitenkant een trommel en daar tussen meerdere schijven, waarbij trommel en schijf apart worden aangedreven.
- Er is geen algemene voorkeur voor een machine met trommels of met schijven. Machines met een grotere werkbreedte hebben in elk geval al schijven. Het maaien van een zwaar gewas met een trommelmaaier geeft een zwaarder zwad dat minder laat schudden met en (ouderwetse) trommelschudder, omdat dit vaak verstopping geeft, maar de tegenwoordige cirkelschudders kennen dit probleem niet. Bij sterk gerende percelen (taps toelopend) of percelen op smalle akkers (greppelland) treden bij volledige schijvenmaaiers soms verstoppingen op bij binnen en buitenschoen.

Alle cirkelmaaiers kunnen worden uitgerust met een kneusinrichting. Deze inrichting kneust/beschadigt de celwanden/waslaag, waardoor het droogproces versneld wordt. Ook komt het zwad beter verspreid op het land (groter droogoppervlak). Een maaier met kneusinrichting vraagt meer trekkracht en dus meer brandstof per gemaaide eenheid.

8.1.2 Maaiqualiteit

Voor een beter maairesultaat moet niet over het ongemaaide gewas worden gereden. Achtermaaiers werken daarom in verstek achter de trekker. Alleen bij het 'losmaaien' (eerste rondgang) moet je door het niet gemaaide gewas rijden. Met een frontmaaier heb je dat probleem niet. Werktuigendragers hebben de (brede) maaiers aan de voorkant. Bij gecombineerde front- en achtermaaier kun je ook een grote werkbreedte halen. Bij deze combinatie moeten de werkbreedte van de voor en achtermaaier(s) wel op elkaar worden afgesteld (minimale overlap, maar wel moet alles 'geraakt' worden). De meest (cirkel)maaiers zijn bevestigd aan de hefinrichting van de trekker. De grotere maai/kneuzers zijn echter ook in getrokken uitvoering.

De maaiqualiteit wordt zowel door de technische staat van de gebruikte machine(s) als de afstelling bepaald. De volgende punten zijn daarbij van belang:

- Lengte van de stoppel
- Vlakstelling maaier
- Scherpheid van de messen
- Rijsnelheid en toerental.

8.1.2.1 Stoppellengte

De hoogte wordt bepaald door de afstand van de messen tot de bodem. Een ideale stoppellingte voor productiegroenland is 5-6 cm. Kortere maaien geeft hergroei vertraging, omdat de groeipunten moeten herstellen. Dit geeft andere kruiden en grassen een kans om te ontwikkelen. Bij natuurbeheer kan kortere maaien juist ook een tactische overweging zijn, wanneer bijvoorbeeld de overheersende (gras)soort wat moet worden teruggedrongen en andere soorten een kans moeten krijgen. Nadeel van kortere maaien is de grotere kans op verontreiniging met grond en daardoor het sneller slijten van de messen. Ook zal de kwaliteit van het geoogste gras lager zijn.

Algemene zaken die de maaikwaliteit verbeteren zijn:

- Vlak liggend land, indien niet goed mogelijk, is het raadzaam om bij ongelijk liggend land de werkbreedte van de maaier aan te passen (lees kleinere werkbreedte)
- Stel de hoogte goed af
- Voorkom veel verontreiniging met zand (molshopen vlakken/slepen, eventueel mollen bestrijden)
- Maai bij voldoende draagkracht, om stuk rijden van de zode te voorkomen.

8.1.2.2 Afstelling

De topstang is niet bedoeld om de machine op maaihogte te zetten, maar wel voor de vlakstelling (horizontaal). Een machine die teveel voorover staat (te korte topstang bij achtermaaiers, te lange topstang bij frontmaaiers) geeft een te korte stoppel midden voor de trommels of schijven. Als de machine achterover staat wordt het gras 2x geknipt en krijgen we een soort haksel-effect (korte stukjes gras). De maaihogte bij nieuwere maaiers kan meestal traploos worden ingesteld. Bij sommige machines moet de maaihogte worden afgesteld door vulringen aan te brengen of te verwijderen tussen de trommel en de onderliggende schotel.

8.1.2.3 Rijsnelheid en toerental aftakas

Hoewel de snelheden toenemen met het toenemen van het vermogen van de trekker, moet bij een groot trekkervermogen (ten opzichte van de gebruikte maaiparaatuur) worden voorkomen dat te snel wordt gemaaid. Zeker op minder vlakke terreinen kan dan een onregelmatige rafelige stoppel ontstaan. Hoewel in de praktijk snelheden boven de 15 km/u worden gereden is het aan te raden om tussen de 8 en de 12 km/u te rijden bij het maaien. De rijsnelheid is afhankelijk van de zwaarte van het gewas: bij een erg zwaar gewas, bijvoorbeeld maaien ver in juni, zal nog langzamer moeten worden gereden, terwijl bij lichtere sneden later in het jaar sneller kan worden gereden, Elk mesje zal een zeker lengte moeten maaien. Deze lengte hangt af van de rijsnelheid, het toerental en het aantal mesjes per trommel of per schijf. In het volgende voorbeeld wordt de invloed van de rijsnelheid op de snijlengte verklaard:

- toerental maaier: 2000 omwentelingen/min
- mesjes per trommel: 3
- rijsnelheid: 9 km/u = 150 meter/min.

De afgemaaide lengte per mesje is dan: $150/6000 \cdot (3 \cdot 2000) = 2,5$ cm.

Wanneer de snelheid wordt verhoogt naar 12 km/u wordt de snijlengte (indien de rest van de gegevens gelijk blijft) 3,33 cm per mesje. Bij een hogere snelheid neemt de snijlengte per mesje dus toe. Bij te hoge snelheden wordt de snijlengte te groot voor een individueel mesje. Er ontstaat dan op de scheiding van twee naar elkaar toedraaiende maaielementen vaak een strook met een te lange stoppel. Dit effect zie je ook bij een te laag toerental van de aftakas.

8.1.2.4 Mesjes

De mesjes moeten scherp zijn en dit dient regelmatig te worden gecontroleerd. Botte messen geven een rafelige, langere stoppel, maar vragen ook meer vermogen en dus extra brandstof. De messen kunnen slechts beperkt (maximaal 1x) geslepen worden en dienen daarna te worden vervangen. De messen slijten nl. door het gebruik, zowel op de plek waar ze bevestigd zijn als in omvang. Door het ronder en korter worden van de messen kan onbalans ontstaan, waardoor er meer trillingen ontstaan en meer slijtage aan de maaier. Dit betekent dat alle messen per trommel of schijf in 1x vervangen moeten worden.

8.1.3 Type machine en benodigd vermogen

In de landbouw wordt de capaciteit (lees: werkbreedte) veelal bepaald door de bedrijfsgrootte en de oppervlakte die in 1 keer kan worden ingekuuld. Tot nu toe was bij het beheer van wegbermen, kaden en natuurgebieden de capaciteit van ondergeschikt belang. Er werd en wordt gemaaid volgens een vast schema, hetzij gekoppeld aan natuurdoelstellingen, hetzij aan de planning. Wanneer echter de tijd waarin gemaaid kan worden, in verband met verdere bewerkingen en de kwaliteit van het eindproduct korter wordt, zal meer aandacht komen voor de capaciteit.

Wanneer het gemaaide gewas als product voor verdere verwerkingen gebruikt gaat worden, zijn de factoren die in de landbouw spelen ook hier van belang. Het is gewenst dat de spoorbreedte van de

trekker en de werkbreedte van de maaier bij elkaar passen. De trekker mag bij het maaien (en bij de eerste keer schudden) niet over het staande (dan wel pas gemaaide) gewas rijden. Hiervoor zijn soms aanpassingen aan de maaier mogelijk, zoals zwadverleggers of een verandering aan het aankoppelpunt. De breedte van de trekkerbanden speelt ook een rol. Bredere banden vragen een grotere werkbreedte van de maaier. Bij banden van 42 cm breed is al een werkbreedte van 1,85 meter nodig.

In de volgende tabel zijn richtlijnen gegeven voor het trekkervermogen bij verschillende maaibreedtes:

Tabel 4

Trekkervermogen bij verschillende maaibreedtes.

Werkbreedte (meter)	Benodigd aftakas vermogen bij 540 omw/min
Tot 1,35	15 – 20 kW
1,35 – 1,65	20 – 30 kW
1,65 – 1,85	30 – 35 kW
1,85 – 2,10	35 – 40 kW
2,10 – 2,40	40 – 50 kW

8.1.4 Maaien/ kneuzen en schudden

Het doel van zowel het kneuzen tijdens het maaien als het schudden is het verkorten van de droogtijd op het veld. Uit landbouwkundig onderzoek is gebleken dat kneuzen tijdens het maaien, of direct schudden na het maaien bij goed drogend weer een zeer gunstige invloed heeft op de droogsnelheid. Daarnaast blijkt uit zowel nationaal als internationaal onderzoek dat bij maaien/kneuzen/schudden in 1 werkgang in vergelijking met eerst maaien en drie uur later schudden, gemiddeld 3,1 uur eerder een droge-stofgehalte van 40% en zelfs 2,6 uur eerder een droge-stofgehalte van 50% bereikt wordt. Dit betekent in de praktijk vaak veldperiode die een halve dag korter kan zijn, waardoor het risico van het weer verkleint wordt en de kwaliteit op peil blijft.

Een ander bijkomend voordeel van het zo snel mogelijk schudden, liefst als combi maaien/kneuzen in 1 werkgang, is dat bij goed drogend weer 1 keer extra schudden kan vervallen. Ook kan na maaien met kneusinstallatie de eerste keer sneller worden gereden bij het schudden, omdat het gewas al verspreid op het veld ligt. De gecombineerde werking van maaien/kneuzen leidt volgens onderzoek niet tot extra veldverliezen of brokkelverliezen. Ook wordt het product niet extra verontreinigd met grond. Wel vraagt een gecombineerde maaier/kneuzer meer trekkervermogen. Dit is bij een werkbreedte van 1,65 meter al 9-15 kW extra. Ook is een gecombineerde maaier/kneuzer bij aanschaf duurder dan alleen een maaier. Het gebruik van maaier/kneuzer combinaties is om deze redenen daarom waarschijnlijk niet gebruikelijk bij het maaien van wegbermen en natuurterreinen.

8.1.4.1 Veiligheid

Aan het werken met cirkelmaaiers zijn gevaren verbonden. Een van de gevaren is dat in de te maaien percelen harde voorwerpen liggen zoals metaal, steen en dergelijke. Bij gebruik van deze machines kunnen deze voorwerpen worden weggeslingerd met snelheden van vaak meer dan 70 m/sec of 250 km/uur: Dit betekent niet alleen gevaar voor degene die de machine bedient, maar vooral ook voor andere personen.

Andere gevaren zijn losbrekende messen en overige machine onderdelen alsmede rechtstreekse aanraking van draaiende delen. Boven de maaielementen moet een zoveel mogelijk gesloten, stevige kap zijn aangebracht die tot buiten de maaicirkels reikt.

8.1.4.2 Schudden

Verkorting van de veldperiode bij de voederwinning is van groot belang. Naarmate de veldperiode korter is nemen het weerrisico en de verliezen op het veld af en komt de volgende snede eerder beschikbaar. Het gras moet daarom direct na het maaien worden geschud en deze bewerking kan afhankelijk van het drogestof percentage bij maaien en de grofheid van het gras bij droog een keer per dag worden herhaald. De werkbreedte van de schudder moet zijn afgestemd op de oppervlakte die per keer wordt gemaaid.

Wanneer weer vanuit gaan dat het schudden niet langer dan tweeënehalf uur per keer mag duren en de rijsnelheid 8 km/h bedraagt, is de gewenste werkbreedte van de schudder als volgt:

Tabel 5

Gewenste werkbreedte van schudder.

Te maaien oppervlakte per keer	Gewenste werkbreedte van de schudder
Ca. 2 ha	Ca. 3 m
Ca. 4 ha	Ca. 4,5 m
Ca. 8 ha	Ca. 6 m
Ca. 10 ha	Ca. 7 m

Ook voor het schudden geldt dat de kwaliteit van het werk in belangrijke mate wordt bepaald door de wijze van gebruik van de machine. Om met de schudden goed werk te leveren moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan:

bij de eerste keer schudden en bij het verspreiden van wiersen moet een rijsnelheid van 4 tot 6 km/h bij 500-540 omw/min van de aftakas worden aangehouden. Bij een te grote snelheid ontstaan hopen, die bij de volgende bewerkingen niet goed worden verspreid. Dat heeft onregelmatig drogen tot gevolg met kans op boterzuur en schimmel in de kuil.

Als gemaaid is met een maaier met schud-kneusinrichting kan bij de eerste keer schudden sneller worden gereden zonder afbreuk te doen aan de kwaliteit van het werk. Naarmate het gewas droger is, moet men er minder intensief in werken, omdat de kans op verlies (afbrokkelen van het gras) dan groter is. Dit is te bereiken door het aftakastoeental van de trekker te verlagen en een hogere versnelling te kiezen. Afhankelijk van het droge-stofgehalte van het gras wordt een rijsnelheid van 6-10 km/h aanbevolen bij een aftakastoeental van 450-540 omw/min. Boven de 60% drogestof is het beter het schudden achterwege te laten en wiersjes te maken, die zo nodig nog een keer worden gekeerd.

Beveiliging aan de tanden is aan te raden, dit om te voorkomen dat afgebroken tanden op de grond vallen en in het gras terecht komen en schade veroorzaken aan de messen van de opraapwagen, hakselaar of pers. Hoewel veel oogstapparatuur tegenwoordig is uitgerust met een metaaldetector, is een dergelijks beveiliging wenselijk. Met een stukje staaldraad of een houder van staal of kunststof worden twee tanden net onder of door de krul (winding) met elkaar verbonden.

Er is keuze uit: cirkelschudders, cirkelharkschudders en trommelschudders.

8.1.4.3 Cirkelschudders

Met een cirkelschudder kan alleen worden geschud. Daarnaast is een harkmachine nodig om het materiaal bijeen te halen. Er is een grote variatie in werkbreedte (3,00 tot ruim 20,00 m). Vooral de typen met een werkbreedte van 5,00 m en meer staan sterk in de belangstelling. Belangrijk is ook dat ze bij het schudden langs de afrastering, sloten en greppels schuin op de voortbewegingsrichting gezet kunnen worden. In combinatie met een laag toerental van de aftakas wordt daardoor voorkomen dat het gras in de sloot of greppel of op de afrastering terecht komt. Voor bermen en kaden zijn de bredere types niet geschikt.

8.1.4.4 Cirkelharkschudders

Cirkelharkschudders zijn gecombineerde machines waarmee geschud en wiersen gemaakt kunnen worden. De werkbreedte van deze gecombineerde machines is vaak beperkt. In de veehouderij neemt het gebruik van deze combinatie werktuigen sterk af, maar bij smalle percelen of smalle bermen zijn deze machines wel toepasbaar.

De zijwaartse verplaatsing van het materiaal kan bij sommige machines door borden worden begrensd (sloot- en greppelkanten). Machines met een werkbreedte van 3 m komen in aanmerking voor bedrijven tot 15 ha. De cirkelharkschudders kunnen in drie groepen worden ingedeeld:

De elementen draaien tegen elkaar in en bij het schudden en het wiersen is de werkbreedte gelijk. Door de middelpuntvliedende kracht werken de tanden in een horizontaal vlak over het land. Door de geringe werkbreedte van 3 m worden in het algemeen dunne wiersen gemaakt. Deze machines zijn weinig windgevoelig. De elementen draaien tegen elkaar in bij het wiersen en het schudden. De

tanden worden gestuurd. Door uitschuiven van het frame is de werkbreedte bij het wiersen groter dan bij het schudden. Hierbij wordt het gras onder het zwad niet losgemaakt. Bij niet uitschuiven van het frame is de werkbreedte bij het schudden en wiersen gelijk en wordt ook het gras onder het zwad losgemaakt.

De elementen draaien bij het schudden tegen elkaar in. Bij het wiersen wordt de draairichting van het linker element veranderd, daarna worden de elementen schuin achter elkaar geplaatst en draaien dan beide linksom. Daardoor is het mogelijk ook in een dun gewas een dikke wiers te maken. Vooral na de eerste snede (latere sneden zijn vaak lichter) en bij het maken van wiersen voor een grootpakpers is dit belangrijk.

8.1.4.5 Trommelschudders

Zwaden van een maaier met twee trommels en een werkbreedte van 1,85 m en meer laten zich minder goed schudden met een trommelschudder. Dit geldt vooral bij een zwaar gewas. Voor percelen met sloten en greppels verdienen trommelschudders waarvan de wielen afzonderlijk in hoogte versteld kunnen worden, de voorkeur. Op ongelijk land is het noodzakelijk dat de haspelas recht boven de wielas ligt. Door de geringe werkbreedte was de belangstelling voor trommelschudders verdwenen. In de jaren tachtig zijn wel trommelschudders met een werkbreedte van ruim 4 m en zelfs van ruim 5 m op de markt gekomen, maar veel opgang hebben deze schudders ook niet gemaakt. Met name een zware snede geeft makkelijk verstopping. Om goed te schudden moet ook met een trommelschudder de eerste keer langzaam gereden worden en voor deze brede schudders moet het land vlak liggen. Uit onderzoek is nooit gebleken dat de droogsnelheid groter is dan van een cirkelschudder. Omdat zowel in natuurterreinen als langs wegen maar een paar keer per jaar gemaaid wordt en met name de eerste snede vaak zwaar is, is een trommelschudder hier niet zo geschikt.

8.1.4.6 Harken

Voor alle machines geldt dat ze zodanig moeten worden afgesteld dat er regelmatig gevormde wiersen worden gemaakt, het product niet met grond wordt verontreinigd en het land goed wordt schoongeharkt. Behalve de afstelling is ook de rijsnelheid van invloed op deze punten. Regelmatig gevormde wiersen zijn van groot belang voor het werktuig dat de wiers moet opnemen (regelmatige invoer en daardoor een grotere capaciteit).

Voor het harken heeft men de keuze uit:

- machines met harkborden die worden aangedreven door aanraking met de grond; werkbreedte 2,25-3,00 m (Acrobaat) of 4-7 m (Sprintmaster). In het algemeen wordt met deze werktuigen vrij hard gereden.
- cirkelharken met een of twee elementen (werkbreedte 2,80-4,20 m) aangedreven door de aftakas. Om met deze machines mooie luchtige wiersen te maken moet niet sneller dan 7 a 8 km/h worden gereden; tegenwoordig ook met vier elementen en werkbreedtes tot meer dan 15 meter.
- cirkelharkschudders (werkbreedte 2,80-10 m en breder), waarvan de elementen worden aangedreven door de aftakas.

Voor harkmachines geldt dat de opgegeven werkbreedte inclusief de breedte van de wiers is. Wil men alles goed losmaken, ook onder de wiers, dan is de werkelijke werkbreedte 70-80 m (breedte van de wiers) minder.

8.1.5 Capaciteiten en werktijden voor maaien, schudden of wiersen

Om een goed product op te kunnen leveren moeten bewerkingen op elkaar worden afgestemd. Het heeft geen zin om vele meters wegberm of hectaren natuurterrein alleen te maaien, wanneer vervolgens geen capaciteit genoeg voor handen is om alles te drogen en te oogsten zonder dat de veldperiode te lang wordt. De gegeven cijfers zijn slechts ter indicatie en ter illustratie en geven vooral weer dat de bewerkingen en de daarbij behorende machines qua capaciteit op elkaar dienen te worden afgestemd.

Bij de keuze van een werktuig en/of de werkorganisatie op een bedrijf spelen de haalbare capaciteit en de beschikbare tijd een rol. In de tabel zijn van maaien, schudden en wiersen de te behalen oppervlaktecapaciteiten weergegeven. Er zijn meerdere waarden opgenomen voor de werkbreedte en de perceelsgrootte (2 ha = 200 x 100m en 6 ha 300 x 200m). Afstand erf - perceel is 500 m.

Tabel 6

Werkbreedte en perceelsgrootte.

Effectieve werkbreedte (m)	Werk- snelheid (km/u)	Capaciteit (ha/u) bruto		Zuivere werktijd* (u/ha)	
		2	6	2	6
Perceelsgrootte	(ha)				
1,2	8	0,6	0,7	1,6	1,4
1,5	8	0,8	0,9	1,3	1,2
2,0	8	1,0	1,2	1,0	0,9
2,5	8	1,3	1,4	0,8	0,7
3,0	8	1,5	1,7	0,7	0,6
4,0	8	1,8	2,1	0,6	0,5
5,0	8	2,2	2,6	0,5	0,4
6,0	8	2,4	3,0	0,4	0,3

* De zuivere werktijd (uren per ha) is de tijd die nodig is om het werk op het perceel uit te voeren. In deze tijd is 15% toeslag voor rust en persoonlijke verzorging opgenomen.

8.2 Inkuilen van voorgedroogd gras

In dit onderdeel worden de belangrijkste methoden voor het inkuilen van voorgedroogd gras in rijkuilen en sleufsilos 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.

8.2.1 Werktuigen

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

8.2.1.1 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 wiers en de rijnsnelheid.

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.

8.2.1.2 Banden

In standaarduitvoering zijn de opraapwagens vaak uitgerust met te kleine banden, bijvoorbeeld 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, bijvoorbeeld 1,5 bar, is nodig om insporen te voorkomen of te beperken. Banden met een bandbreedte van 35-40 cm verdienen de voorkeur, zoals bijvoorbeeld de bandenmaten 15/55-17 en 400-15,5.

Tabel 7

Het draagvermogen van banden.

Spanning	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.

8.2.2 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 bodenvrijheid 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.

8.2.2.1 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.

8.2.2.2 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.

8.2.2.3 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, bijvoorbeeld 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 inkuilen 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 wegbermmateriaal 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 zijkanten. Steile zijkanten zijn ongunstig omdat deze niet goed aangedrukt kunnen worden en moeilijk met grond zijn af te dekken.

8.2.2.4 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 droge-stoftraject 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 m³. 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.

8.2.2.5 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 kmlu.

Tabel 8

Taaktijden bij inkuilen

Omschrijving werkmethode	Wageninhoud drogestof (t)	Afstand perceel-opslag (km)	Capaciteit (ha/h) netto	Zuivere werktijd (h/ha)
RIJKUILEN EN SLEUFSILO'S				
Opraapwagens rijdend over de kuil lossen (1 man) en vast rijden (1 man)	1,0	0,5 1,5	0,66 0,47	1,5 2,2
Opraap- of opraapsnijwagen rijdend over de kuil lossen (1 man), mechanisch verdelen en vastrijden (1 man) of	1,0	0,5	0,64	1,6
Opraap- of opraapsnijwagen voor de kuil lossen (1 man), inbrengen met grasvork en vastrijden (1 man) of		1,5	0,45	2,2
Opraapdoseerwagen spreidend over de kuil lossen (1 man) en vastrijden (1 man)				

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.

8.2.3 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.

8.2.3.1 Praktische tips bij het maken van gewikkelde balen

Het gras moet minstens gedroogd worden tot 30-35% droge stof gehalte om perssapp verliezen 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 snijmessen. 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 pers-wikkelcombinaties 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 gerekend aangezien dit achteraf meer risico geeft op scheuren.

8.2.3.2 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.

8.2.3.3 Voor- en nadelen van gewikkelde balen

Voordelen:

- kleine hoeveelheden gras kunnen ingekuuld 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.

8.2.3.4 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.

8.2.3.5 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.

8.3 Machines voor het uithalen van ingekuilde silage

Nadat het maaisel is ingekuuld om het op te slaan voor later transport of direct opgeslagen bij de eindgebruiker, moet het materiaal ook weer worden uitgehaald. Na een week of 6 is ingekuilde silage voldoende stabiel om te kunnen worden geopend voor gebruik of her-transport.

In de veehouderij wordt grassilage toegepast als veevoer. Voeren vindt dagelijks plaats, dus opslag dicht bij de stal is gewenst.

Wanneer later aangevoerd wordt, bijvoorbeeld omdat de aanbieder de silage heeft opgeslagen op eigen terrein en pas in de loop van tijd zal verkopen aan een afnemer, kan de opslag het beste in één keer worden geladen, getransporteerd en op de plaats van bestemming opnieuw worden ingekuild. Bij uithalen is een voldoende uithaalsnelheid gewenst, omdat anders mogelijk broei ontstaat. Vlakke strakke snijvlakken bij uithalen geven minder broei dan afgebrokkelde kanten, met veel los materiaal.

De volgende machines kunnen worden gebruikt voor het uithalen:

- Kuilvoersnijder: voordeel: vlakke snijvlakken, nadeel: lage capaciteit: eventueel kunne een aantal blokken worden gesneden om deze later op een wagen te transporteren. Materiaal blijft compact. Een kuilvoersnijder met een zaagframe die aan 3 zijden zaagt heeft de voorkeur.
- Shovel: voordeel is een grote laadcapaciteit, nadeel is het erg losse product. Deze methode is goed te gebruiken wanneer veel materiaal snel wordt gebruikt, bijvoorbeeld bij hertransport of een situatie waarbij een partij en één keer nodig is.
- Kraan: voordeel: makkelijk laden van hogere transportwagens, voor meerder doeleinden in te zetten. Nadeel: relatief lage laadcapaciteit en los product.
- Voorlader: als kraan en iets minder goed te manoeuvreren.

De silage kan geladen worden in voer(meng) wagens, met name bij gebruik als veevoer. Deze wagens kunne het product geleidelijk lossen (en eventueel mengen), d.m.v. een bodemketting en loswalsen. Wanneer een geleidelijk lossen niet noodzakelijk is, kunnen (kiep)containers of kiepbare vrachtwagens worden toegepast.

8.4 Kuilplaten en silo's

8.4.1 Het bouwen van kuilplaten en sleufsilos

Een verharde opslagplaats heeft voordelen zowel bij het inkuilen als bij het uithalen en beperkt ook het verlies. De opslag moet aansluiten op een voorterrein en/of op de erfverharding. Kuilopslag zonder verharding geeft veel verontreiniging van het materiaal met grond en extra slijtage van de werktuigen.

8.4.1.1 Wijze van opslag

Het meeste kuilvoer wordt in rijkuilen en sleufsilos opgeslagen. Deze horizontale ruwvoeropslag kan plaatsvinden:

- op een aantal aparte kuilplaten
- op een grote kuilplaat voor alle kuilen
- in één of meer sleufsilos.

Door op de juiste wijze gebruik te maken van een opslagsysteem of van een combinatie van opslagruimten, kan op het benodigde grondoppervlak behoorlijk worden bespaard; dit zal de bewaring en de werkomstandigheden verbeteren.

8.4.1.2 Voorterrein gewenst

Voor een volledige benutting van de voeropslag en voor het vlot kunnen werken is een verhard voorterrein nodig. Afhankelijk van de situatie kan de opslagplaats met de aan/afvoerweg of erfverharding worden gecombineerd. De breedte van het voorterrein is afhankelijk van de te gebruiken werktuigen en de werkwijze bij het inkuilen en uithalen. Als minimum breedte wordt 6-8 m aangehouden. Op de overgang voorterrein/voeropslag is een goede waterafvoer, eventueel in combinatie met die van de voeropslag, nodig.

8.4.1.3 Aparte kuilplaten

Kuilvoer kan opgeslagen worden op onverharde grond en met een plastic folie en een laagje grond worden afgedekt. Deze wijze van inkuilen en afdekken vraagt mede door de op- en afritten behoorlijk wat ruimte vóór en achter de kuilhopen.

Gezien de bezwaren met onverharde rijkuilen, vooral in regenperioden, worden voor de voeropslag

wel lange betonplaten gemaakt van 6-8 m breed met een tussenruimte van min. 3,50 m. Het inkuielen geschiedt meestal op dezelfde wijze als bij rijkuielen nl. over de kuil lossend. De geul naast de kuil, ontstaan door uitgraven van de op de kuil gebrachte grond, dient dan als waterafvoer.

Door het ruwvoer op de kuilplaat of op het verharde voorterrein te lossen en daarna b.v. met een grasvork, gemonteerd aan de hefinrichting, goed op te zetten, te verdelen en te verdichten, wordt een hogere en daardoor kortere kuil verkregen. Elke partij wordt hierbij direct op de gewenste hoogte gebracht. Voor het eventueel bijkuielen worden de partijen tegen elkaar geplaatst. Deze werkwijze betekent: geen afritten en een behoorlijke besparing aan oppervlak en afdekfolie.

Als men de kuilen nog met grond wil afdekken, zal de ruimte tussen de kuilplaten minstens 3,50 m moeten zijn. Bij de wat hogere kuilen en in klei- en veen gebieden is het moeilijk een volledige afdeklaag van zand toe te passen. Een afdekking met uitsluitend plastic (2 lagen) is dan noodzakelijk. Bij deze wijze van afdekken kan de ruimte tussen de kuilplaten geringer zijn, bv. 2,00 m. Voor het vastleggen van de afdekfolie op de verharding verdient het aanbeveling de kuilplaat ter weerszijden van de kuil ongeveer 40 cm breder te maken. Dit verhoogt wel de bouwkosten maar het bewaar risico is kleiner omdat ongedierte moeilijker in de kuil kan komen.

De overblijvende ruimte tussen de platen wordt iets verlaagd aangehouden en eventueel van drainage voorzien. Bij minder doorlatende grond kan in de overblijvende strook een iets hol en op afschot liggende klinkerbestrating worden gelegd. Kuilopslag op onverharde grond wordt afgeraden.

8.4.1.4 Een grote kuilplaat kan voordelen hebben

Gezien de mogelijkheid van wateroverlast tussen de kuilplaten en/of het niet meer gebruiken van grond als afdek materiaal, kunnen de kuilplaten ook als één grote kuilplaat met voldoende waterafvoer naar het voorterrein worden uitgevoerd. Deze uitvoering heeft ten opzichte van de aparte kuilplaten enkele voor- delen:

- de kuilafmetingen zijn flexibeler
- meer manoeuvreerruimte
- de kans op vervuiling is kleiner
- de kans op wateroverlast is kleiner.

De bouwkosten van een dergelijke grote plaat zijn wel iets hoger, maar zij vallen bij een slechte bodem- gesteldheid of door de te maken voorzieningen vanwege de ondoorlatendheid van de ruimte tussen de aparte kuilplaten nog wel eens mee.

8.4.1.5 Sleufsilos

In sleufsilos is het kuilvoer gemakkelijker en ook veiliger tot grotere hoogte te stapelen dan op kuilplaten. Bovendien wordt een besparing bereikt op het benodigde grondoppervlak en op afdekfolie. Als silobreedte wordt minstens 7 m en hoogstens 10 m aangehouden. Een wandhoogte van 1,00-1,20 m is meestal voldoende, maar een hogere wandhoogte is op zichzelf geen probleem mits de voersnelheid voldoende blijft om broeit voor te blijven. De bezakte hoogte van het kuilvoer in de silo ligt gemiddeld 30-50 cm boven de wandhoogte. De bouwkosten van een sleufsilos zijn sterk afhankelijk van het type en de afmetingen.

Voor het vullen van de sleufsilos wordt ook gebruik gemaakt van een grasvork of een laadschop. Het goed afdekken vraagt, vooral bij het tussentijds bijvullen, iets meer werk dan bij kuilplaten.

8.4.2 Bouwkundige aspecten

Voor het maken van kuilplaten en/of sleufsilos zijn o.a. de volgende punten van belang.

8.4.2.1 Vloerbelasting door werktuigen en ruwvoer

Met bij het verwerken van het ruwvoer gebruikte trekkers of laadschoppen wordt als vloerbelasting gerekend op een aslast van 100 kN = 10 ton. Wagens in kipstand kunnen zelfs een aslast geven van 15 ton. In gebieden met een slappe ondergrond kunnen wanneer een goede heifundering ontbreekt ernstige verzakkingen optreden als gevolg van langdurige belasting van het kuilvoer in een gedeelte van de opslag. Het afschot in de vloer kan dan geheel verkeerd komen te liggen. In twijfelgevallen omtrent de gewenste fundering zal een sondering en grondonderzoek vooraf wenselijk zijn.

8.4.2.2 Wandbelasting in sleufsilos

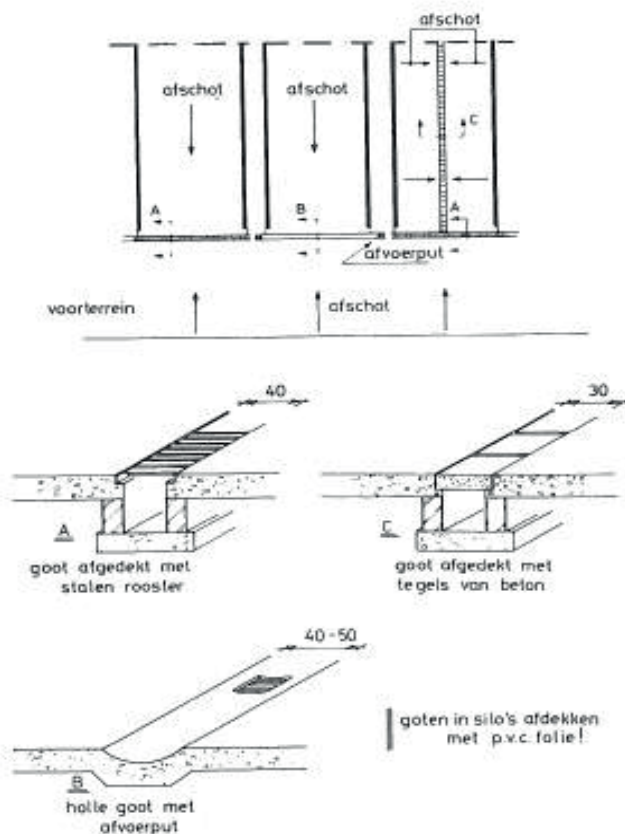
Bij het inkuielen tegen verticaal of iets schuin geplaatste wanden oefent het kuilvoer een zijdelingse druk uit op de wanden, maar de grootste druk ontstaat tijdens het vullen en het verdichten van het

kuilvoer met een zware trekker of laadschop. De gemiddelde wanddruk hangt af van het ingekuilde product en het gebruikte werktuig en loopt uiteen van 800 tot meer dan 1000 kg per m² wandoppervlak. Plaatselijk kan de druk nog veel lager zijn. Een slechte en vooral hoge wandconstructie kan dan gevaarlijk zijn.

8.4.2.3 Aanlegdiepte en afschot vloer

Door de fundering op een voldoende aanlegdiepte aan te brengen of op een goed gedraineerd en verdicht zandbed, kan vorstschade worden beperkt. Een op een vaste ondergrond (op staal) gefundeerde vloer krijgt een randstrook tot 25 cm diep.

Waterschade in de onderste laag kuilvoer wordt voorkomen door de vloer boven het maaiveld te leggen, voldoende afschot in de vloer aan te brengen en te zorgen voor een goede waterafvoer. Als afschot in betonvloeren wordt ongeveer 1½ % (1½ cm per m¹) aangehouden; voor vloeren van klinkers, tegels, etc. een iets hoger percentage. Van waterafvoer in en bij een sleufsilos zijn diverse mogelijkheden in figuur 1 weergegeven.



Figuur 1. Drie mogelijkheden van waterafvoer bij sleufsilos.

8.4.2.4 Verticale en schuine wanden van sleufsilos

Gestorte en gemetselde wanden en sommige wanden van prefab-elementen worden verticaal geplaatst. De meeste prefab-elementen worden iets schuin (± 15 cm per m¹ hoogte) geplaatst tegen stalen jukken of steunberen van beton, al dan niet nog voorzien van een aarden wal. Elementen die tegen een aarden wal steunen worden gedeeltelijk ingegraven.

Bij deze wanduitvoeringen laat het voer langs de kant zich goed verdichten. Om beschadiging van de wand en/of van de langs de wand hangende folie te voorkomen moet de silo tot de rand iets hol worden gevuld. Boven de rand uitgekomen dient de silo verder bol gevuld en afgewerkt te worden. Voor het verkrijgen van een luchtdichte silo afdekking en ter voorkoming van wateroverlast op de gevulde silo, verdient het direct tegen elkaar plaatsen van de silo's geen aanbeveling. Dit kan wel als er een voldoende drainage tussen de silo's aanwezig is.

8.4.2.5 Zuurbestendigheid van materialen

In verband met de zuurgraad van het kuilvoer, vooral van snijmaïs, worden de betonvloeren en in mindere mate de wanden na enige jaren behoorlijk aangetast. Het zuurbestendig maken van de vloer en wanden kan het beste plaatsvinden door om de 2 jaar deze na reiniging te behandelen met silolak op basis van asfaltbitumen.

8.4.2.6 Uitvoering kuilplaten

Op een **vaste ondergrond**: op een redelijk draagkrachtige ondergrond komen de volgende materialen en constructies voor het maken van een vloer in aanmerking: gestort beton, betonelementen, tegels, klinkers en asfalt. De voorkeur gaat uit naar ter plaatse gestort beton en betonelementen.

Op een **slappe ondergrond**: op een dergelijke ondergrond is de vloeruitvoering onderhevig aan zettingen. Daarom wordt de gestorte (gewapende) betonplaat meestal voorzien van een paalfundering. Deze uitvoering vraagt echter een hoge investering. Met het leggen van grote betonelementen op een fundering van licht materiaal is men goedkoper uit, maar men moet rekening houden met het regelmatig herleggen van de elementen. Er worden daarom proeven genomen met diverse lichte materialen, al dan niet in combinatie met voorgespannen betonelementen.

8.4.2.7 Materialen van de vloeren

Gestort beton: Gewapend beton met een dikte van minstens 12 cm wordt voorzien van een bouwstaalmaat van Ø 6.150.150. Waar zware werktuigen worden gebruikt wordt de vloer 15 cm dik. Om scheurvorming te voorkomen worden in een groot betonoppervlak schijnvoegen gemaakt van b.v. strookjes hardboard van 5 cm hoog. Als betonkwaliteit wordt minimaal B 22⁵ aangehouden. Door toevoeging van een super plastificeerder is een specie met lage zetmaat gemakkelijker met eenvoudige apparatuur tot een hogere kwaliteit b.v. 37⁵ te verwerken. Om water onttrekking aan de betonspecie te voorkomen is het gewenst het zandbed af te dekken met plasticfolie.

Een goede behandeling van de vloer is nodig om een dicht, slijtvast en stroef oppervlak te verkrijgen. Voor verdichting voldoet een trilbak goed. Met een bezem kan het enigszins opgestijfde oppervlak wat stroef worden gemaakt. Om te voorkomen dat het in de specie aanwezige water vroegtijdig verdampt, waardoor de betonkwaliteit terugloopt, moet de verse betonverharding altijd worden na behandeld. Dit kan bijvoorbeeld door het afsproeien met een paraffine-emulsie, het afdekken met een plastic folie of door het oppervlak gedurende een week constant nat te houden.

Betonelementen: Grote betonelementen zijn de laatste jaren in vele uitvoeringen en maten in de handel verkrijgbaar en ze zijn over het algemeen van goede kwaliteit. De elementen zijn ongeveer 12 cm dik en voorzien van een wapening. Het volgen van de fabrieksvoorschriften wat betreft het leggen en het vragen van fabrieksgarantie ten aanzien van de toelaatbare belasting zijn wenselijk. Vellingkanten (afgeschuinde randen) random het element hebben het voordeel dat bij het iets nazakken het gebruik van een kuilvoersnijvork nog niet bezwaarlijk is. Het leggen van elementen kan in eigen beheer worden uitgevoerd.

Tegels of klinkers: Deze materialen van minstens 8 cm dik worden op een goede ondergrond nog wel gebruikt, maar door het berijden met zware transportmiddelen kunnen er spoedig oneffenheden optreden waardoor de waterafvoer stagneert. Herbestraten is dan noodzakelijk.

Asfalt: Aan de fundering onder een asfaltverharding moet meer aandacht worden besteed dan bij gewapend beton. Meestal worden eerst puin, hoogovenslakken e.d. aangebracht. De laagdikte hiervan is afhankelijk van de bodemgesteldheid. Vervolgens wordt 9 cm grindzandasfalt aangebracht met daarop als afwerklaag 3 cm dicht asfaltbeton.

Een asfaltverharding is beter bestand tegen aantasting door zuren dan beton, maar mechanische beschadiging en aantasting door opdrogende mestflatten kunnen eerder voorkomen.

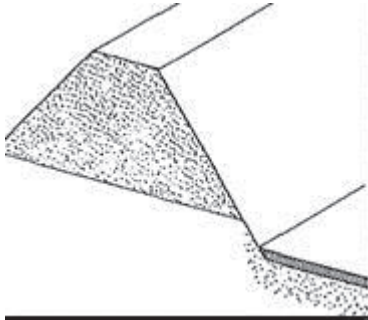
8.4.2.8 Uitvoering sleuvsilo's

Vloeren: Vloeren in sleuvsilo's kunnen in principe op dezelfde wijze worden uitgevoerd als bij de kuilplaten. Bij verticale wanden die drukvast moeten zijn en ingeklemd worden in de vloer, is een

gewapende betonvloer vereist. Wanden gemaakt van betonelementen worden op of naast de vloer gesteld; hierbij komen ook andere vloeruitvoeringen in aanmerking.

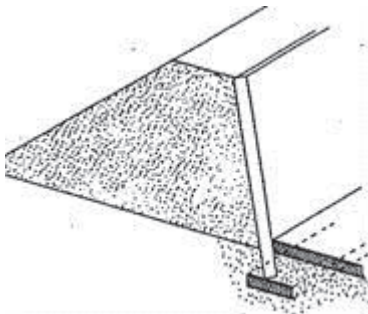
Wanden: De wanden moeten bestand zijn tegen een grote zijdelingse druk. Een achterwand in de silo geeft een goede afsluiting maar verhoogt de bouwkosten. De bovenrand van de silowanden moet iets rond en glad worden afgewerkt. Scherpe randen beschadigen gemakkelijk de folie. Een watergootje bovenin de bredere wanden voor het vastleggen van de folie is weinig zinvol.

Aarden wal



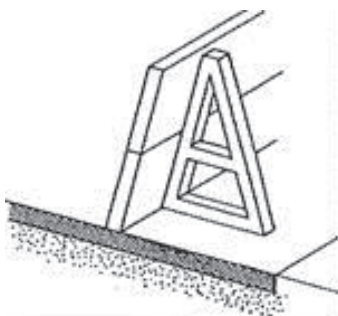
Figuur 2. Aarden wal (tek. C.B.I. 3382).

De eenvoudigste vorm van de sleufsilo is een verharding tussen twee aarden wallen (figuur 2). Op hoog gelegen gronden kan de weggeschoven grond als wallen worden opgezet. De silovloer komt daardoor lager dan het maaiveld te liggen, zodat de waterafvoer extra aandacht moet hebben. Men kan de vloer ook op het maaiveld leggen en de wallen maken van aangevoerde grond. De aarden wallen worden, indien mogelijk, met een helling van ongeveer 30 cm per meter hoogte, schuin afgewerkt. Dit is afhankelijk van de grondsoort of het gebruik van graszoden. Om vervuiling van het voer te beperken worden de wallen bekleed met folie. De wallen zullen regelmatig moeten worden bijgewerkt. Te schuine wanden zijn bij het uithalen met een kuilvoersnijvork of frees bezwaarlijk.



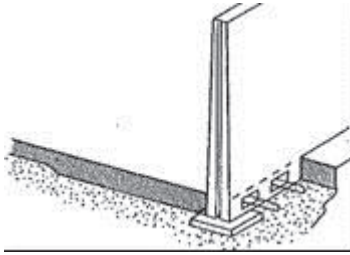
Figuur 3. Aarden wal met betonplaten (tek C.B.I. 3383).

Aarden wal met betonplaten (figuur 3). Tegen de aarden wal worden naast of in een sparing in de vloer betonelementen of ter plaatse gestorte betonplaten gesteld. Hiermee wordt een goedkope opslagruimte verkregen. In de regel moeten de elementen na het eerste jaar worden bijgesteld.



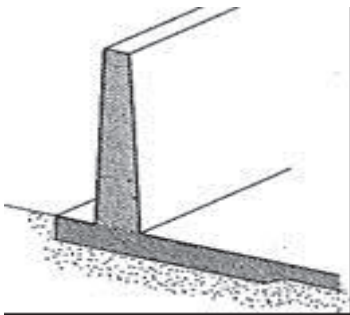
Figuur 4. Betonplaten tegen prefab steunen (tek. C.B.I. 3384).

Betonplaten tegen prefabsteunen (figuur 4). Deze betonelementen, in verschillende lengten en breedten leverbaar, worden tegen op of in de vloer verankerde stalen jukken of betonsteunberen bevestigd. Vanwege de constructie wordt de wand iets schuin (± 15 cm per m^{-1} hoogte) naar buiten geplaatst. De naden tussen de elementen en bij de vloer moeten met een pasta, kit of bitumenband goed lucht- en waterdicht worden afgesloten. Zo nodig kan tegen de buitenkant van de wand nog een aarden wal worden aangebracht.



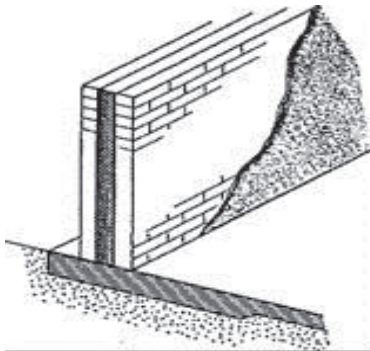
Figuur 5. Verticale prefabwand (tek. C.B.I. 3385).

Verticale prefabwand (figuur 5). Deze wandelementen van ongeveer 1.00 tot 4 m breed en in verschillende hoogten leverbaar worden met het bijgeleverde wapeningsstaal in de gewapende betonvloer ingeklemd. Voor lage silo's is dit een dure constructie.



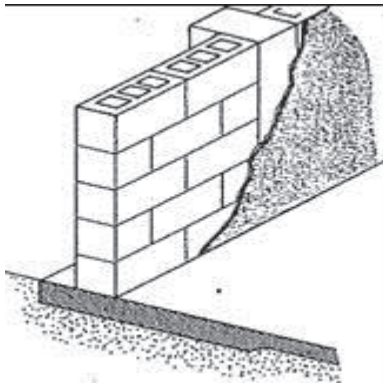
Figuur 6. Gewapende betonwanden (tek. C.B.I. 3386).

Gewapende betonwanden (figuur 6). Verscheidene bouw- en toeleveringsbedrijven beschikken over een standaardbekisting waarin wanden van gewapend beton ter plaatse kunnen worden gestort. Door het ontbreken van naden zijn deze wanden water- en luchtdicht.



Figuur 7. Spouwmuur met gewapend beton (tek. C.B.I. 3387).

Spouwmuur met gewapend beton (figuur 7). De spouwmuur dient hierbij eigenlijk als een blijvende bekisting; het geheel is dan ook een dure uitvoering. De breedte van de spouw is 10 cm en voorzien van een wapening $\text{Ø } 5^5 \cdot 100 \cdot 100$, die in de vloer is verankerd. Door het schone metselwerk aan de buitenzijde is het een esthetisch fraaie opslagruimte. De binnenwand wordt van een stuc laag voorzien die behandeld wordt met silolak.



Figuur 8. Gewapend metselwerk met steunberen (tek. C.B.I. 3474).

Gewapend metselwerk met steunberen (figuur 8). Tussen of vóór de steunberen komen gemetselde wanden van beton- of kalkzandsteenblokken. In de horizontale voegen komt de wapening, die voldoende dekking moet hebben. De steunberen worden van een verticale wapening voorzien die in de vloer is verankerd. De binnenzijde van de wand wordt ook hier van een stuclaag voorzien en behandeld met silolak.

8.4.3 Doelmatig gebruik van kuilplaat en sleufsilos

Er is veel geld te besparen met een optimale benutting van het ruwvoer. Zorg daarom voor een optimale opslag en dat de bewaring van het ruwvoer/biomassa niets te wensen overlaten.

8.4.3.1 Voorwaarden

Bij inkuilen van een goed product is onder de volgende voorwaarden een goede bewaring met geringe verliezen mogelijk.

- Elke partij ruwvoer snel inkuilen (zo mogelijk in een dag), goed vastrijden en direct (dagelijks) luchtdicht afdekken.
- De plastic zeilen en silowanden moeten lucht- en waterdicht zijn en blijven.
- Voorkom broei, vooral door goed inkuilen en bewaren en een ruime voer/uithaalsnelheid. De afmetingen van de rijkuil/sleufsilos spelen hierbij een grote rol.

8.4.3.2 Voor- en nadelen

Rijkuilen en sleufsilos hebben beide zowel voor- als nadelen. De bedrijfsomstandigheden bepalen meestal welk systeem het beste past. Bij rijkuilen zijn niet altijd direct investeringen voor verharding nodig. Ook de plaats en de afmetingen van de rijkuilen zijn minder definitief dan bij sleufsilos. Door opslag in meerdere rijkuilen is er bij het voeren nog keuze tussen de partijen.

Opslag in rijkuilen vraagt echter meer oppervlakte en plastic. In sleufsilos is het kuilvoer gemakkelijker en veiliger hoger te stapelen. Dit geeft een besparing op ruimte en plasticfolie. Bij sleufsilos kan men circa anderhalf maal zoveel kuilvoer per m² grondvlak opslaan als bij rijkuilen. Het afdekken vraagt echter vooral bij tussentijds bijvullen wat meer werk en zorg dan bij rijkuilen. Sleufsilos zijn dan ook beter geschikt voor een grote hoeveelheid silage die in één keer kan worden ingekuild. Bij opslag in sleufsilos is er vaak minder keuze tussen de partijen dan bij rijkuilen. De jaarlijkse kosten van sleufsilos zijn per ton droge stof meestal iets hoger dan bij rijkuilen op een verharding, maar de bewaarverliezen zijn geringer. De kosten zijn echter sterk afhankelijk van het type en de grootte van de sleufsilos en het gebruikte materiaal.

8.4.3.3 Berekening benodigde opslagruimte

De benodigde opslagruimte is afhankelijk van de hoeveelheid ruwvoer, de wijze van opslag en het gewicht per m³ voer. Het m³ gewicht van kuilvoer hangt vooral af van het systeem van opslag (rijkuilen of sleufsilos), de stapelhoogte, de mate van vastrijden, de bedekking (wel of geen grond) en de aard van het product (droog-nat, fijn-grof, kort-lang). Per situatie en per kuil of silo kunnen de omstandigheden en dus de dichtheid in het kuilvoer sterk verschillen. Met de normen uit tabel 9 is te berekenen hoeveel m³ aan opslagruimte er netto nodig is. Omdat kuilvoer tijdens de bewaring bezakt, is er bij het inkuilen meer ruimte (hoogte) nodig. Bij rijkuilen moet men tevens rekening houden met het ruimteverlies door de schuine zijanten en de op- en afritten. Bij sleufsilos gaat het er vooral om

hoeveel kuilvoer men bij normale omstandigheden boven de silowanden kan opslaan (zie tabel 11 en 12).

Tabel 9

Gemiddelde gewichten, uitgedrukt in kg droge stof per m³ grassilage.

rand	Stapelhoogte						Spreiding ²⁾
	Tot 1.30 meter		1.30-1.80 meter		hoger dan 1.80 meter		Kg ds/m ³
	rijkuil	sleufsilos	rijkuil	sleufsilos	rijkuil	sleufsilos	
Voordroogkuil met minimaal 35% ds ¹⁾							
zonder gronddek	160	170	170	180	180	190	-25 tot +25
met gronddek	180	185	190	195	200	205	-20 tot +20

¹⁾ Ongehakseld; bij gehakseld materiaal ca. 10% hoger

²⁾ Bij meer extreme omstandigheden is de spreiding veel groter

³⁾ Bij hogere silo's stijgt het gewicht per m³ fors en kan oplopen tot circa 300 kgds

8.4.3.4 Zorg voor de juiste afmetingen

Voor elke situatiemoet men nagaan welke afmetingen (lengte, breedte, hoogte) het beste passen.

Daarbij spelen vooral de volgende punten een rol:

- Voldoende voer/uithaalsnelheid om broei tegen te gaan. Zie de richtlijnen in tabel 10.
- Lengte en breedte van de beschikbare plastic zeilen. Ze zijn meestal 50 m lang en 8, 9, 10, 12, 14 en 16 m breed. Bij het inkuilen moet de omvang van de kuil of silo zodanig zijn dat er nog voldoende ruimte is om het plastic met een zandkraag vast te leggen.
- Bij grote hoeveelheden kuilvoer krijgt men de beste benutting van de ruimte en de laagste kosten met naar verhouding lange, brede en hoge rijkuilen en sleufsilos.
- Een sleufsilos dient minstens 20 m lang en 7 m breed te zijn. Kleinere silo's zijn (te) duur terwijl bij grotere het afdekken veelal moeilijkheden oplevert. Een sleufsilos moet goed volgemaakt worden. De wanden moeten daarom niet te laag zijn. Een wandhoogte van 100-120 cm is minimaal.
- Na het inkuilen treedt er altijd enige bezakking op. Kuilgras zakt meestal meer na dan snijmais. Globaal kan men rekenen met een bezakking van 10-15% van de hoogte bij een afdekking zonder grond en met 20-25% bij een afdekking met grond.
- Ook van belang is de werkhogte van de apparatuur om het kuilvoer uit te halen, vooral bij gebruik van een kuilsnijvork.

Tabel 10

Minimale uithaalsnelheid opslag ivm voorkomen van broei.

afdekking	Snelheid (m per week)
Met gronddek	1,50 of meer
Zonder gronddek	2,00 of meer

Onder gunstige omstandigheden zoals goede bewaring, koud weer, gebruik van kuilsnijvork, kan de voersnelheid iets lager zijn zonder dat er broei optreedt.

8.4.3.5 Kuilvoer per strekkende meter

Bij een normaal gevulde sleufsilos is de hoogte (na bezakking) in het midden meestal 60 à 70 cm hoger dan de wand. Deze hoogte kan echter sterk variëren. In verband met de schuine zijanten boven de silowand en de oprit (en soms ook afrit) is de gemiddelde hoogte ongeveer 30 cm boven de wand. De breedte van het plastic moet ongeveer gelijk zijn aan de breedte van de silo + 2 m. In tabel 11 zijn de hoeveelheden kuilvoer (in m³) vermeld voor enkele veel voorkomende afmetingen van sleufsilos. Door de vorm is het niet eenvoudig bij rijkuilen aan te geven hoeveel voer (in m³) er per strekkende meter kuil kan worden opgeslagen. In tabel 12 zijn daarvoor enkele gegevens vermeld en tevens de benodigde breedte van het plastic.

Tabel 11

Hoeveelheid silage (in m³ per m) in sleufsilos.

Hoogte wand in m	Voerhoogte in m		Hoeveelheid silage (in m ³) per strekkende meter silo bij een breedte van:			
	maximaal	gemiddeld	7 m	8m	9 m	10 m
1,00	Ca. 1,65	1,30	9,1	10,4	11,7	13,0
1,20	Ca. 1,85	1,50	10,5	12,0	13,5	15,0
1,50	Ca. 2,10	1,80	12,6	14,4	16,2	18,0

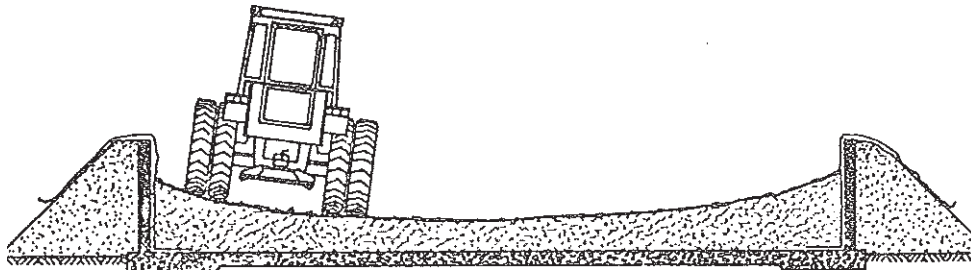
Tabel 12

Hoeveelheid silage in m³ per m en benodigd plastic voor rijkuilen (helling zijkanten zonder gronddek 60° en met gronddek 45°).

Bodembreedte	Gem. hoogte bovenzak	Silage na bezakking	Breedte plastic	Extra lengte voor oprit en schuine achterkant
M	m	m ³ /m	m	m
<i>Zonder gronddek</i>				
6,00	1,00	5,5	8	2,0
6,00	1,25	6,7	9	2,5
7,00	1,25	7,9	10	2,5
7,00	1,50	9,3	10	3,0
8,00	1,80	12,8	12	3,5
<i>Met gronddek</i>				
6,00	1,00	5,0	8	2,0
6,00	1,25	5,9	9	2,5
7,00	1,25	7,2	10	2,5
7,00	1,50	8,3	10	3,0

8.4.4 Richtlijnen voor goed vullen

- Breng het product in dunne lagen aan en rijd het direct goed vast. Een behoorlijk verkort product (kort gesneden of gehakseld) is gemakkelijker en gelijkmatiger te verdelen dan een lang product.
- Zet de rijkuil iets smaller op dan de bedoeling is. De kuil wordt door het vastrijden altijd wat breder.
- Zet bij rijkuilen de zijkanten schuin op om de kuil goed te kunnen afdekken.
- Bij rijkuilen zonder gronddek mag de zijkant steiler (ca. 60°) zijn, dan bij rijkuilen met gronddek (ca. 45°).
- Haal tijdens het opzetten van rijkuilen het losse product langs de zijkanten steeds weg. Daarmee voorkomt u dat de kuil te veel wordt 'uitgereden' en daardoor te breed wordt en de zijkanten te steil.
- Houd bij sleufsilos het kuilvoer langs de wanden altijd iets hoger dan in het midden; dus hol vullen (zie tekening figuur 1). De kanten kunnen dan beter worden vastgereden en de kans op beschadiging van wanden en folie door de trekker wordt kleiner.
- Werk rijkuilen en sleufsilos aan de bovenkant goed rond af. Het plastic kan dan strak over het kuilvoer worden aangebracht en men voorkomt dat er water op de kuil blijft staan.
- Werk de op- en afritten na afloop van het vullen zoveel mogelijk weg. Dit bespaart ruimte en plastic.



Figuur 9. Silo hol vullen.

Bijvullen kan ook

Grote rijkuiten en sleufsilos kunnen vaak niet in een keer en in korte tijd (binnen 2 dagen) worden gevuld. Dat hoeft ook niet. Het bijvullen is praktisch goed mogelijk, mits het kuilvoer tussentijds luchtdicht wordt afgedekt. Het vastleggen van het plastic, met name het gedeelte dat weer open moet, kan het beste gebeuren met een aaneengesloten rij zandslurven. Deze zijn gemakkelijk aan te brengen en ook te verwijderen.

Er zijn twee mogelijkheden om bij te vullen (zie figuren 9 en 10).

A. Partijen in horizontale lagen op elkaar (figuur 10)

- Rijdend over de kuil of sleufsilos lossen (geen achterwand in silo).
- De rijkuil of sleufsilos moet geheel open en weer dicht. Dit geeft extra werk en kans op beschadiging van het plastic en daardoor luchttoetreding.
- Het tussentijds geheel openmaken en weer dichtleggen is bij een sleufsilos bijna onuitvoerbaar.
- De kwaliteit van het voer in de diverse lagen kan erg verschillen. De kans op selectie door het vee en daarmee op voerresten, neemt dan toe.
- Bij de werkwijze moet het bijvullen tot 1 à 2 keer worden beperkt.

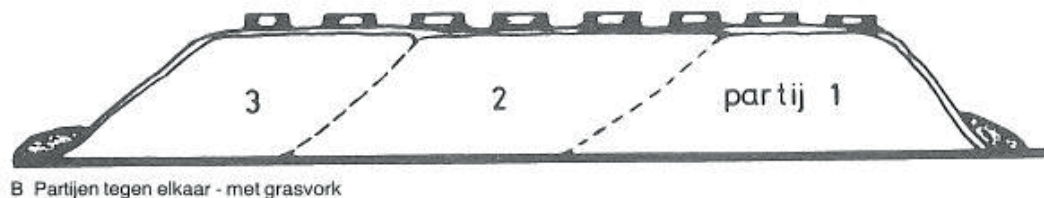


A Horizontale lagen - rijdend lossen

Figuur 10. Laagsgewijs inkuilen.

B. Partijen tegen elkaar (deze manier heeft de voorkeur)

- Elke partij wordt hierbij direct op de gewenste hoogte gebracht.
- Voor het bijvullen behoeft slechts een klein gedeelte van de kuil of silo (de helling) weer opengemaakt te worden.
- Voor deze werkwijze is een grasvork met afschuifbord of een laadschop nodig.
- De partijen blijven min of meer gescheiden. Alleen bij de overgang van de ene naar de andere partij kunnen er verschillen zijn in kwaliteit.
- Er is minder ruimte nodig. Het gras kan namelijk gemakkelijker hoger gestapeld worden en er is maar een korte oprit nodig en geen afrit.
- Het tussentijds afdekken van vooral sleufsilos vraagt extra aandacht.



Figuur 11. Tegen elkaar aan kuilen.

8.4.5 Afdekken

Kuilvoer moet beslist lucht- en waterdicht worden bewaard, anders treden er extra verliezen op door broei, schimmel en rotting. Zorg daarom voor een passende opslag, maar vooral ook voor een goede afdekking. Een goede kwaliteit plastic en een juiste toepassing zijn daarbij van veel belang. Voor het afdekken van kuilvoer worden voornamelijk twee werkwijzen toegepast. Dit betreft plastic voorzien van een gronddek of uitsluitend plastic (met beschermzeil en banden). Het afdekken met een plastic zeil en een volledig gronddek van 10 a 20 cm geeft het minste risico. Op grote en hoge rijkuilen en sleufsilo's en ook in klei- en veengebieden is deze werkwijze moeilijk toe te passen. Het afdekken met 2 lagen plastic is dan een goed bruikbare oplossing.

8.4.5.1 Alle kuilvoer onder plastic

Met plastic is een kuil of een silo snel en op eenvoudige wijze volledig van lucht en water af te sluiten. Daarbij is maar weinig of geen grond meer nodig om de bewaringsverliezen tot een minimum te beperken. Voor goede resultaten zijn de kwaliteit en de dikte van het plastic doorslaggevend. Ook de vorm van de kuil, de wijze van afdekken, de zorgvuldigheid van werken en de regelmatige controle zijn daarbij van belang.

8.4.5.2 Soort plastic en kleur

In de praktijk worden bijna uitsluitend folies van polyethyleen (PE) gebruikt. Andere plasticsoorten zijn minder geschikt of te duur. PE-plastic is te verkrijgen in de kleuren zwart, melkwit, transparant (doorzichtig) en soms groen. Doorzichtig plastic is erg gevoelig voor zonlicht en daarom alleen bruikbaar op kuilen met een (volledig) gronddek. Zwart plastic is doorgaans goed bestand tegen zonlicht. Wit en groen plastic moeten speciaal tegen veel zonlicht worden gestabiliseerd, en is daardoor 15 à 20% duurder dan zwart plastic.

Zwart plastic wordt bij zonnig weer wel warmer dan wit plastic, waardoor er soms plaatselijk wat meer condensvocht in de bovenlaag van het kuilvoer kan komen. In droog kuilvoer geeft dit weinig bezwaar, maar in vochtig kuilvoer kan het aanleiding geven tot een dunne vieze laag. Tegenwoordig is echter 80-90% van het kuilgras voordroogkuil.

8.4.5.3 Dikte van plastic

Voor het afdekken van kuilvoer kunnen het beste folies met een dikte van ca. 0,15 mm worden gebruikt. Dunnere zeilen zijn meestal niet voldoende luchtdicht en erg kwetsbaar voor beschadigingen. Op het meeste plastic staat een dikte vermeld, bijv. 0,15, 0,16 of 0,20 mm. Vaak wordt de dikte in micron aangegeven: 150, 160 of 200 μ . In de praktijk blijkt nogal eens dat de folie niet aan de vermelde dikte voldoet. Afwijkingen tot 20% komen voor. De dikte is door een gebruiker moeilijk exact te controleren. Door een rol te wegen kan men wel een indruk krijgen van de werkelijke dikte. Een vierkante meter (m^2) kuilvoerfolie van 0,15 mm weegt 138 gram, dat van 0,16 mm 147 gram en dat van 0,20 mm 192 gram. De vereiste gewichten per rol staan in tabel 5. Is het gewicht duidelijk minder, dan betekent dit dat het plastic niet de juiste dikte heeft.

Tabel 13

Vereiste minimum gewichten in kg per rol plastic, exclusief ca. 2 kg voor verpakking en 'kern'.

Afmetingeper rol	0,15mm	0,16mm	0,20mm
8 x 50 = 400m ²	55,2	58,8	76,8
9 x 50 = 450 m²	62,1	66,2	86,4
10 x 50 = 500m ²	69,0	73,5	96,0
12 x 50 = 600m²	82,8	88,8	115,2

8.4.5.4 Speciale beschermzeilen

De laatste jaren gebruikt men steeds meer speciale afdekzeilen, die als bescherming over de plasticfolie(s) worden gelegd. Sommige van deze zeilen bestaan uit een bandjesweefsel van polyethyleen (PE) of polypropyleen (PP) met daarop soms een PE-bekleding. Daarnaast zijn er diverse fijnmazige PE-draadweefsels in de handel. De prijzen van beschermzeilen variëren van ca. 4,- tot 5,- per m² (inclusief B.T.W.). Bij een goed gebruik kunnen deze zeilen 4-5 jaar en soms veel langer worden gebruikt. Ze kunnen goede diensten bewijzen op bedrijven met grote kuilen of sleuvsilo's, waarop men geen gronddek kan of wil gebruiken en waar nogal eens kans is op schade, bijvoorbeeld door vogels, handen, katten, ongedierte en wind.

8.4.5.5 Kwaliteit plastic erg belangrijk

Het plastic moet er voor zorgen dat het kuilvoer voor lange tijd lucht- en waterdicht blijft afgesloten. Een goede kwaliteit plastic en een juiste toepassing zijn daarom van veel belang. De kwaliteit dient zodanig te zijn dat het plastic voldoende sterk en luchtdicht is en niet snel verouderd. Een goede folie is ook glad en gelijkmatig ingekleurd. In de praktijk en uit onderzoek is gebleken dat er grote verschillen in kwaliteit voorkomen. De afwijkingen hebben vooral betrekking op de snelheid van verouderen en op de dikte. In de praktijk is het soms moeilijk te beoordelen of het plastic goed of minder goed is.

Sinds 1982 is er een onafhankelijk KOMO-keurmerk voor kuilvoerfolies. In overleg met diverse instanties zijn eisen opgesteld waaraan plastic voor kuilvoer minimaal moet voldoen. Goedgekeurde folies zijn voorzien van het KOMO-keurmerk. Bij diverse wederverkopers zijn folies met een KOMO-keurmerk verkrijgbaar. Folies zonder KOMO-keurmerk hoeven niet slecht te zijn, maar geven toch minder zekerheid. Sommige firma's hebben een eigen kwaliteitsmerk.

Goed plastic is wel iets duurder. Dit komt vooral door het gebruik van betere grondstoffen en doordat meer grondstof nodig is om de juiste dikte te realiseren. Gezien de grote waarde aan ruwvoer die onder plastic wordt bewaard zijn extra geld voor goed plastic en extra zorg aan het afdekken beslist verantwoord. Goedkoop kan ook hierbij duurkoop zijn!

8.4.5.6 Twee mogelijkheden van afdekken

Voor het afdekken van kuilvoer in rijkuilen en sleuvsilo's worden voornamelijk twee werkwijzen toegepast:

- Plastic en gronddek
- Uitsluitend plastic.

8.4.5.7 Afdekken met plastic en gronddek

De veiligste manier is het afdekken van de kuil of sleuvsilo met een plastic zeil met daarop een gronddek van 10 à 20 cm. Het plastic zorgt daarbij voor de lucht- en waterdichte afsluiting en het gronddek voor de bescherming van het plastic tegen beschadiging door onder andere honden, katten, vogels en wind. Het gronddek drukt tevens het kuilvoer dichter in elkaar, waardoor de kans op broei bij het voeren minder is. Bij het opzetten en het afdekken van rijkuilen zijn vooral de volgende punten van belang:

- Maak de kuil op een droge plaats en leg eventueel vooraf een 'gebruikt' zeil op de grond als er geen verharding is.
- Zet de zijkanten van de kuil schuin op, omdat anders de kuil moeilijk volledig met grond is te bedekken.
- Maak de afmetingen van de kuil zodanig dat er in de winter per week minstens 1,50 m van de kuil wordt vervoerd om broei te voorkomen.
- Werk de kuil van boven rand af, voorkom te platte kuilen.
- Sluit de kuil direct met een PE-zeil van minstens 0,15 mm dik luchtdicht af.

- Het plastic zeil moet voldoende breed zijn om het direct aan de zijkanten van de kuil goed te kunnen vastleggen of ingraven.
- Leg het plastic random de kuil vast met zand. Kluitige grand of graszoden geven geen goede afsluiting.
- Bescherm het plastic volledig met een gronddek van 10-20 cm. Een dikker gronddek is niet nodig. Bovendien kost het in de winter meer moeite om dit er weer af te halen.
- Breng grond voorzichtig op het plastic om beschadiging te voorkomen.
- Andere afdekmaterialen zoals mest, blootsel e.d. zijn minder geschikt. Zij geven wel enige bescherming aan het plastic, maar trekken ook ongedierte aan.

8.4.5.8 Afdekken met alleen plastic

Op grote, hoge rijkuilen en sleufsilos en ook in klei- en veengebieden is het moeilijk een volledig gronddek op het plastic aan te brengen. In deze situaties is het afdekken van het kuilvoer met uitsluitend plastic een goed bruikbare oplossing. Daarbij heeft men de keuze uit de volgende mogelijkheden.

A. Afdekken met twee PE-zeil/en (geen doorzichtig) van minimaal 0,15 mm over elkaar.

Het afdekken met slechts een PE-zeil van minimaal 0,15 mm is erg riskant en leidt vaak tot mislukking.

B. Afdekken met een PE-zeil van minimaal 0,15 mm met daarop een beschermzeil dat meerdere jaren wordt gebruikt.

Bij gebruik van een fijnmazig (open) beschermzeil en bij kuilen die meerdere keren worden bijgevuld is het wenselijk twee PE-folies onder het beschermzeil te leggen. Het tweede (bovenste) PE-zeil mag dan wel een (goed) gebruikt zeil zijn.

Het gebruik van een beschermzeil kan vooral een goede oplossing zijn bij grote rijkuilen of sleufsilos. Dit is zeker het geval als er vaak problemen zijn met beschadigingen door onder andere honden, katten, vogels (vooral bij snijmaïs) en wind.

Bij het afdekken van rijkuilen met uitsluitend plastic dient men vooral op de volgende punten te letten.

- Leg de kuil op een droge plaats aan, bij voorkeur op verharding.
- Zet de zijkanten van de kuil iets steiler op dan bij kuilen met grondbedekking. Werk de kuil van boven rand af.
- Maak de afmetingen van de kuil zodanig dat er in de winter per week minstens 2,00 m van de kuil wordt vervoerd om broei te voorkomen.
- Trek het plastic strak over de kuil en leg het vast met een kraag zand.
- Trek na één of enkele dagen het eerste zeil nogmaals strak en breng vervolgens het tweede zeil aan. Het strak spannen van dat plastic gaat het beste bij zonnig, warm weer. Leg het tweede zeil ook weer vast met een flinke kraag zand.
- Houd het plastic strak op de kuil om beschadiging door wind te voorkomen of te beperken. Dit kan door het plastic regelmatig strak te trekken en vervolgens Trevira banden, verzaaid met zakken zand of autobanden aan te brengen, of door autobanden op de kuil te leggen.
- Controleer het plastic regelmatig op beschadigingen en herstel deze direct met speciaal zelfklevend plakband.

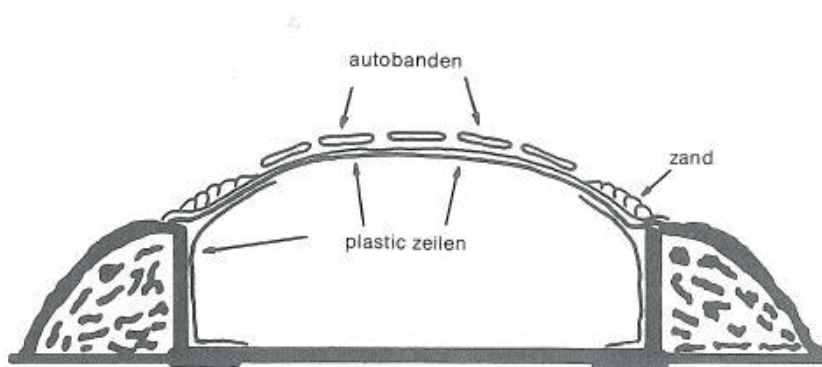
8.4.5.9 Extra zorg voor sleufsilos

Sleufsilos met rechte wanden, zonder grondwal erachter, zijn niet zo gemakkelijk af te dekken. Zeker bij sleufsilos met gras is het vanwege het bijvullen en het ongelijkmatig bezakken niet eenvoudig om langs de wand een goede lucht- en waterdichte aansluiting te maken. Vooral de afvoer van regenwater levert nogal eens problemen op. Een sleufsilos moet daarom goed en gelijkmatig vol worden gemaakt. Bij het vullen moet men in het begin zorgen dat er voldoende product langs de wanden komt ('hol' vullen) en dat dit goed wordt vastgereden. Dit voorkomt dat er een sterke bezakking langs de wanden optreedt. Tevens dient de stapelhoogte achter in de silos groter te zijn dan voorin. Plastic met daarop een dunne laag zand heeft ook bij sleufsilos de voorkeur. In klei-veengebieden en bij hoge, grote silos is dit moeilijk.

Bij het afdekken met uitsluitend plastic zeilen zijn goede ervaringen opgedaan met de volgende werkwijze (zie figuur 12):

- Vóór het inkuilen hangt men langs de wanden stroken plastic, die na het vullen minstens twee meter boven op het kuilvoer komen. Daarna legt men nog twee PE-zeilen of een PE-zeil plus een beschermzeil boven op de silos. Op deze manier heeft men een betere afdichting langs de bovenkant van de wanden dan met alleen twee zeilen boven op het kuilvoer.

- De beide plastic zeilen legt men vervolgens tegen de binnenkant van de silowand vast met een rand zand. Dit geeft een goede aansluiting met de wand en tevens een belasting op het kuilvoer langs de wand dat vaak onvoldoende is vastgereden.
- Het plastic zeil boven op de kuil bedekt men met enkele autobanden om schade door wind te voorkomen.



Figuur 12. Afdekken sleufsilos met plastic.

8.4.5.10 Kuilvoer tussentijds goed afdekken

De bewaring van kuilvoer gebeurt steeds meer op kuilplaten en in sleufsilos. De omvang van deze opslagsystemen is meestal zo groot dat zij -vooral bij gras- in meerdere keren moeten worden gevuld. Dit bijvullen is goed mogelijk mits het kuilvoer tussentijds luchtdicht wordt afgedekt. Het plastic in sleuf- silos en ook van rijkuilen kan bij tussentijds afdekken goed worden vastgelegd met een aaneengesloten rij zandslurven. Deze hebben een doorsnede van ca. 15 cm en zijn ongeveer 1.40 m lang. De zandslurven zijn gemakkelijk aan te brengen en te verwijderen. Ook voor het vastleggen van beschermzeilen zijn zandslurven erg geschikt. Tevens kunnen ze worden gebruikt om bij sleufsilos en kuilen zonder gronddek het optreden van broei tijdens het vervoederen te beperken. Een rij zandslurven vlak achter het snijvlak, dwars over de kuil vermindert het indringen van lucht in het kuilvoer.

8.4.5.11 Plastic na gebruik opruimen

Plastic voor het afdekken van kuilvoer is meestal maar een keer te gebruiken. Tijdens de periode van vervoeding van de kuil wordt regelmatig een stuk van het plastic afgesneden om het uithalen van kuilvoer en het weer afdekken van de kuil te vergemakkelijken. Het is een goede zaak dit gebruikte plastic direct op te ruimen. Daarmee voorkomt men dat erf en landerijen worden ontsierd of watergangen verstopt raken door stukken plastic. Goede stukken gebruikt plastic zijn onder andere nog te benutten als scheidingslaag onder de kuil om het kuilvoer tegen opstijgend bodemvocht te beschermen, als tweede zeil onder een beschermzeil of als stroken langs de wanden van sleufsilos. Op diverse plaatsen wordt reeds het gebruikte plastic ingezameld, waarna het verwerkt wordt tot allerlei producten: o.a. emmers, potten, zakken.

9 Literatuur

- R.R.C. Bakker ,P.A.I. Ehlert ,W. Elbersen ,J.J. de Jong ,K. Zwart, Alterra rapport.
Toepassingsmogelijkheden voor natuur- en bermmaaisel, Spijker, J.H., (red.) (in prep, 2013).
- Duinkerken, G. van, G.J. Rimmelink, H. Valk, K.M. van Houwelingen en K. Hettinga, 2005.
Beheersgraskuil als voeder voor melkgevende koeien. Lelystad, Animal Sciences Group,
PraktijkRapport Rundvee 77, 19 p.

Bijlage 1 Staatsbosbeheer Balloo

Onderwerp: Projectbezoek maaien droog natuurterrein van Staatsbosbeheer op 29 augustus 2013

Het maaien en inkuilen van de drogere terreinen wordt door SBB in eigen beheer uitgevoerd. Er wordt goed nagedacht over de kwaliteit van het geoogste materiaal. Met name de omslag in denken van 't spul mot weg' naar 'ons natuurgras is een waardevolle grondstof voor bijvoorbeeld energieproductie' is een hele belangrijke.

Enkele aanbevelingen:

De tijd die tussen het maaien en wiersen en later tussen het wiersen en oprapen zit, zo kiezen dat het gras een drogestof% heeft van 35-45% heeft. Vaak is slechts enkele uren laten drogen nodig. Soms is het materiaal echt te nat voor een goede conservering (zie foto's 1 en 2).

Conserveren is een strijd tussen de 'goede' bacterien (melkzuurbacterien) en de 'slechte' (boterzuur en azijnzuur). Melkzuurbacterien doen het goed onder zuurstofloze omstandigheden. Dus heel goed aanrijden, de shovelchauffer heeft veel verstand van verdelen, maar het aanrijden moet intensiever. Hierdoor wordt er meer lucht uit het gras geperst en zal de conservering beter verlopen. Bovendien moet de kuilhoop elke avond luchtdicht afgedekt worden. Dit om te voorkomen dat er steeds weer lucht (met zuurstof) in de kuil komt en het conserveringsproces niet goed verloopt. Bij de kuil die eerder deze week aan de bult gebracht is, was dat niet gedaan en die was nu al te warm en schimmelde al (zie foto 3). Elke avond afdekken en de andere ochtend open halen kost tijd, maar is wel noodzakelijk voor een goede conservering. Laat na het open halen de bovenlaag even een half uurtje opdrogen, deze is meestal door condens iets vochtig geworden.

Verder: maai met scherpe messen. Dit bespaart brandstof. Nieuwe mesjes kosten beduidend minder dan de extra brandstofkosten.



Foto 1



Foto 2



Foto 3

2^e Bezoek Staatsbosbeheer te Balloo

Onderwerp: Bezichtigen maaien nat natuurterrein met rupsvoertuigen en inkuilen van het maaisel op 3 oktober 2013

Het moment van maaien wordt bepaald door natuurdoelstelling. Daar worden ze op afgerekend. Zo mag er niet eerder gemaaid worden dan wanneer de planten zaad gevormd hebben. Alle terreinen worden één keer gemaaid. De periode van maaien ligt tussen half juli en november.

De drogere percelen worden in eigen beheer (met trekkers) gemaaid (ca. 200 ha). Het maaien van de nattere percelen (ca. 400 ha) wordt uitbesteed en gemaaid en opgeraapt met rupsvoertuigen. In vergelijking met andere natuurgebieden in Nederland hebben zij in Drenthe een groot oppervlakte te maaien, wat het gemakkelijker maakt om zelf te investeren in machines. Door die grotere oppervlakte staan ze in de aanbesteding sterker (kunnen eisen stellen) en is het voor aannemers ook aantrekkelijk te investeren in materiaal. Ze werken met een drietal aannemers die zich hebben gespecialiseerd in het maaien van de natte graslanden. Speciaal daarvoor zijn machines ontwikkeld die vrij uniek zijn. Dit jaar lopen de contracten af. Er wordt dit najaar onderhandeld over nieuwe contracten.

Het gras moet worden afgevoerd om de percelen zoveel mogelijk te verschralen. Maaisel wordt afgezet naar vergister. Dat levert geld op. Voorheen werd groot deel gecomposteerd en dat kostte geld. Een klein deel gaat direct naar vergister, de rest wordt eerst ingekuild. Interessant is als SBB niet op m³ materiaal zou worden afgerekend, maar op gasproductie. Dat zal een goede stimulans richting kwaliteit zijn.

Sinds dit jaar wordt door het plaatsen van messen in de opraapwagen de graslengte verkort naar minder dan 10 cm. Om verstopping bij de vergister in de extruder te voorkomen zou het gras nog korter moeten naar 3-6 of 5-8 cm lengte. Nadeel is het hogere brandstofgebruik bij het maaien. Aannemers willen daar niet altijd aan.

Materiaal wat wordt ingekuild heeft relatief lage, 'voederwaarde' en is behoorlijk heterogeen. Het varieert van groen relatief jong materiaal tot zeer grof dood materiaal. In de nazomer met goed drogend weer lukt het vrij gemakkelijk een ds% van 35-40% te halen. In oktober is dat veel lastiger. Gras wordt na maaien ook vrijwel direct daarna opgeraapt vanwege met name logistieke overwegingen.

Trekker en opraapwagen hebben samen een rups oppervlakte van ca. 45 m². Dat geeft een zeer lage bodemdruk. Nadeel is dat rupstrekker eerst de wiersen plat rijdt. Samen met oogst onder zeer natte omstandigheden leidt dit tot erg veel ruw as (zand) in kuil. Ze hebben al wel ideeën om de opraapwagen b.v. in verstek te laten lopen. Op de nattere stukken liggen nogal wat greppels, waardoor de opraapwagen soms hele zoden meeneemt. Overigens worden het slechtste materiaal niet ingekuild, maar apart op een hoop gelegd. De beoordeling is aan de aannemers. Daar is SBB niet bij. Dit vergt kennis en goede betrokkenheid van de aannemers. Het gaat soms ook om 'simpele' zaken als met een lege opraapwagen de natste stukken pakken.

De kuil wordt soms aangelegd zonder een verharding. Dit geeft meer kans op zand in de kuil en dat is nadelig voor de vergister. Ook wordt gebruik gemaakt van een ondergrond die gemaakt is door Congreen (www.congreen.com). Hierbij wordt toplaag met een frees gemengd met een stabiliserende additief, waardoor een soort van betonvloer ontstaat. Voordeel is dat de vloer gemakkelijk weer is te verwijderen is. Het aanleggen is niet overal goed gelukt, de laag is te dun en brokkelt af en ontstaan er gaten. Ook aan de randen gevoelig voor afbrokkeling. Dit is erg nadelig omdat er grint in de kuil kan komen en dat is schadelijk voor de installaties.

Ze zijn al goed bezig om te proberen materiaal zo snel mogelijk in te kuilen en tussendoor 's nachts kuil af te dekken. Het lukt nog niet altijd en bij niet iedereen is goed duidelijk wat luchtdicht afdekken betekent. Ze trekken plastic over de kuil en leggen op de randen een aantal zand/grindzakken. Het

goed afdekken met grond kunnen ze niet zelf. Moet door loonwerker gebeuren. Als ze drie dagen werken aan kuil wordt niet elke avond de loonwerker met een kraan erbij gehaald om de kuil goed af te dekken.

Kuilen worden afgedekt met een laag folie plus een gronddek. Afwerking van de kuilen is gemiddeld nogal ruw. Op een kuil was grond aangebracht met stenen waardoor folie op sommige plekken was beschadigd.

Een enkele keer wordt nog met een tussenopslag gewerkt waar het materiaal soms een dag blijft liggen. Het materiaal wordt dan plaatselijk warm, waardoor er extra verliezen ontstaan.

Er wordt aan gedacht om komende winter een praktische voorlichtingsdag te organiseren voor medewerkers een loonbedrijven die het materiaal oogsten. Mogelijk wordt WLR gevraagd om hier wat te komen vertellen over aspecten van inkuilen en conserveren.







Bijlage 2 Staatsbosbeheer Weerribben

Bezoek natuurterrein De Weerribben op 19 september 2013

Tijdens een vaartocht langs verschillende natuurterreinen uitleg over de werkwijze van Staatsbosbeheer in dit specifieke waterrijke gebied

Maaimoment

Is natuurmaaien: natuurgras en riet.

Moment van maaien is de nazomer: augustus, september, oktober. Het maaien staat in dienst van de natuurwaarden. Het materiaal wat gemaaid wordt, bestaat uit natuurgras, riet en jong houtopslag (1 jarig). Product blijft veelal liggen, rot en wordt begin winter weggeharkt of verbrand.

De percelen zijn uitbestedt aan pachters (100-200) middels natuurovereenkomsten.

De optie om materiaal te persen is een dure. Het land is absoluut ongeschikt (te nat) om met de balenpersen te rijden. Technisch zou het persen op pontons kunnen, dus in balen en dan afvoeren.

Andere optie is hakselen (op pontons) om product makkelijker te kunnen vervoeren.

Aan hoogte van vaartuigen en lading zit limiet vanwege al de bruggetjes.





Bijlage 3 Gemeente Noordoostpolder

Overleg Gemeente NOP

Vrijdag 4 oktober is overleg geweest met de gemeente Noordoostpolder over het beheer van de wegbermen en het gebruik van de vrijkomende biomassa.

Beschrijving gebied

De NOP kent een grote (niet bebouwde) oppervlakte met een wegennet met vele kilometers bermen. Een groot deel van de bermen ligt langs zgn. binnenwegen. Verder zijn er een aantal provinciale (doorgaande) N wegen, die onder toezicht en beheer van de Provincie staan. Twee grote doorgaande wegen, de N50 en de A6 vallen onder beheer en toezicht van Rijkswaterstaat. Ook zijn er een aantal grote watergangen, waarvan het beheer bij het waterschap (Zuiderzeeland) ligt. De wegbermen kennen 2 soorten biomassa: niet houtige biomassa (grasachtig) en houtige biomassa (ondergroei, lichte houtopstand). Hoewel dit project zich richt op de niet houtige biomassa, zal kort de houtige biomassa ook even worden aangestipt. Hoewel er gemeentelijk beleid op het beheer van de wegbermen bestaat, blijkt dat de Toezichthouder hier een sterk (positieve) persoonlijke invulling aan kan en wil geven. Onder het volgende kopje zal het huidige beheer nader worden beschreven.

Beheer

De wegbermen van de meeste binnenwegen wordt niet actief door de gemeente uitgevoerd. Het onderhoud/maai-beheer wordt vaak door de direct aanwonende (agrarische) bevolking uitgevoerd. Zij houden de bermen vaak kort (meemaaien met eigen gazon) of maaien in sommige gevallen voor eigen gebruik (veevoer). De gemeente houdt op 'uitzichtspunten' dus daar waar de verkeersveiligheid in het geding is, de bermen kort door ter plekke te maaien (bermmaai-er) of te klepelen, waarbij het product blijft liggen. Het gaat hierbij om een te kleine hoeveelheid, waarbij afvoeren en eventueel vermarkten niet aantrekkelijk is.

Naast deze bermen zijn een aantal bermen botanisch interessant (met name ook ingegeven door de samenstelling van de onderliggende bodem en de ligging t.a.v. gebieden met een hogere natuurwaarde, zoals bijvoorbeeld het Kuinderbos).

Het beheer van deze bermen wordt door de gemeente uitbesteed via een onderhoudscontract.

Loonwerkers/ groenbeheerders kunnen hier op inschrijven, maar het beheer moet aansluiten bij de botanische doelstelling (verschralen met behoud van zaadbank/zaadvorming). Het is aan de externe uitvoerder wat deze met de vrijkomende biomassa doet. De uitvoerder zal deze biomassa met profit proberen te zetten. Tot nu toe gebeurt dit bij composteerder van Werven. Het staat de uitvoerder echter vrij om hier zelf een weg in te zoeken, waarbij hij dan bij inschrijven (scherp inschrijven) deze post kan verdisconteren in de prijs en een grotere kans maakt op het contract. De gemeente doet in deze constructie dus afstand van het materiaal. De uitvoerder maait in deze constructie 1 of 2 keer per jaar en voert het materiaal direct (vers) af.

Op lokaal niveau wordt het maaisel ook toegepast (voorgedroogd) als bodembedekker in een vrijloopstal voor paarden (commerciële paardenhouder t.b.v. vleesproductie). Hiertoe wordt het maaisel eerst voorgedroogd. Deze constructie is vooral succesvol omdat er sprake is van korte aanvoerlijnen, dus logistiek interessant.

Naast de niet houtige biomassa is er ook sprake van (en in toenemende mate, omdat de gemeente streeft naar meer lijnbeplanting) houtige biomassa. Ook deze biomassa wordt door een externe partij beheerd en deze partij wordt daarmee ook eigenaar van deze biomassa. Deze houtige biomassa wordt vooral versnipperd en geperst om als brandstof te dienen (energieleverancier).

Gezien het beleid van uitbesteden en weinig eigen beheer, zal de hoeveelheid biomassa en de werkwijze in de NOP voor wat betreft de gemeente niet direct een grote wijziging ondergaan. Mogelijk kan dit anders worden voor de wegbermen die nu nog niet werkelijk beheerd worden. Indien er potentie is voor het verwaarden van biomassa, waarbij de opbrengsten de kosten gaan overstijgen, wordt het mogelijk interessanter om hier ook actief beleid (en uitvoering) op te zetten.

Bijlage 4 Rijkswaterstaat

Overleg met Rijkswaterstaat vrijdag 11 oktober 2013.

Vrijdag 11 oktober 2013 overleg met Rijkswaterstaat (RWS) over het beheer van grasachtige biomassa die vrijkomt uit terreinen die onder beheer van RWS vallen. Het bezoek betreft globaal het stroomgebied van de IJssel (vanaf de Rijn tot het IJsselmeer) en het Twentekanaal.

Gebied

Rijkswaterstaat heeft haar werkgebied verdeeld in regio's, waarbij in elke regio zowel droge (wegbermen ed) als natte elementen (watergangen, kaden, uiterwaarden) te onderscheiden zijn. Het beheer van deze regio's, maar ook de droge en natte elementen worden gescheiden uitgevoerd (eigen deelverantwoordelijkheid). In principe wordt al het werk uitbesteed (lees: aanbesteed) bij derden. Op de site van RWS is te lezen dat het beleid t.a.v. het onderhoud vanaf 2013 versoberd gaat worden. Veiligheid is het uitgangspunt en randvoorwaarde. Het beheer wordt geminimaliseerd binnen de grenzen van deze veiligheid.

Sinds 3 jaar werkt RWS met gerichte prestatiecontracten met derde partijen die het onderhoud voor hun rekening nemen. Voor het bovengenoemde werkgebied is een onderzoekspilot gestart in samenwerking met de betreffende aannemer(s). Hoe kan het beheer van de IJssel zou efficiënt mogelijk worden uitgevoerd en kan binnen de veiligheidseisen ook een product worden geoogst dat tot meerwaarde leidt. RWS heeft hier zelf verregaande ideeën over en heeft in dit kader ook de vraag neergelegd bij een aantal HAS studenten om de mogelijkheden van het gebruik van biomassa uit het gebied te onderzoeken. In tegenstelling tot de aanpak bij veel gemeenten, geldt het RWS prestatiecontract alleen voor het uitvoerende deel van het onderhoud. Het materiaal is en blijft eigendom van RWS, zodat de meerwaarde ook ten goede komt aan RWS en niet aan de uitvoerende aannemer. Mogelijk kan binnen dit BO project, of een vervolgproject aangehaakt worden bij deze pilot.

Materiaal

De IJssel is een vrij sterk meanderende rivier, waardoor er naast dijken/kaden, op veel plaatsen incurante hoeken zijn en ook overstromgebieden (uiterwaarden). Deels worden deze gebieden uitgegeven aan/ in beheer gegeven van veehouders. Echter wanneer het product biomassa een grote meerwaarde gaat krijgen, kan het in de toekomst zo zijn dat het beheer van de uiterwaarden zal wijzigen, wanneer RWS zelf profijt kan behalen van deze biomassa. Het verbranden/vergisten van grasachtige biomassa wordt niet als optimaal gezien. De toepassingen als grondstof van hoogwaardiger eindproducten (vezels, papier, en in een later stadium grondstoffen voor voeding (ook humaan), bijvoorbeeld na raffinage) wordt als toekomstperspectief gezien.

Naast grasachtige biomassa is er ook houtopstand. Het verwijderen van deze biomassa hangt af van het ontnemen van zicht in de zichtlijn op de vaarroute. Deze houtige biomassa wordt nu vooral toegepast als energieleverancier, maar wordt mogelijk ook interessant als leverancier van vezels/cellulose voor bijvoorbeeld papier.

Vragen

RWS onderstreept de vragen van SBB op het gebied van het gebruik van biomassa. De vragen voor RWS liggen ook op het terrein van de logistiek en het oogsten/opslaan van materiaal, zonder dat de kwaliteit achteruit gaat.

De verwachting is dat RWS een grote leverancier van biomassa kan worden, wanneer dit product een hoogwaardige grondstof wordt. Zeker t.a.v. de wegbermen is hier veel potentie, maar is met name zwerfvuil een probleem. Wanneer grasachtige biomassa een grondstof wordt, waarvoor betaald gaat worden, kan het versoberde onderhoud van RWS wel eens omgezet worden naar een intensiever onderhoud, met als gevolg een betere grondstof (zowel kwalitatief als kwantitatief)

Bijlage 5 Gemeente Utrecht

Verslag gemeente Utrecht dinsdag 22 oktober en donderdag 31 oktober

Overleg met de gemeente Utrecht en een bezoek aan het composteerterrein van de uitvoerder Agterberg.

Organisatie

De gemeente Utrecht is verdeeld in toezichtsgebieden met elk een eigen coördinator / toezichthouder. Met een maaibestek heeft de gemeente invloed op het onderhoud. Het werk zelf wordt uitbesteedt aan o.a. de firma Agterberg. En aantal onderaannemers voor met name snoeiwerk.

Beschrijving gebied en beheer

Onderscheiden grasvelden zijn:

- Trap- en sportvelden, welke ca. 22 keer worden gemaaid. Maaisel blijft liggen. Deel wel naar composteerplaats en (mee)gecomposteerd.
- Grasvelden welke minder intensief worden gebruikt, ca. 16 keer gemaaid. Gras blijft ook liggen.
- Ecologische grasvelden/hooilanden; twee keer maaien (juni en september/oktober) en maaisel afvoeren. Verschrallingsbeleid.
Of eerste keer afvoeren en dan nog twee keer maaien en laten liggen (om de drie weken maaien). Deze grasvelden hebben dan nog een recreatieve functie, b.v. de stadswallen.

De gemeente zet in op biodiversiteit. Met een maaibestek heeft de gemeente invloed op het onderhoud. Het werk zelf wordt uitbesteedt aan o.a. de firma Agterberg. In het maaibestek staan vooral de praktische afspraken, zoals b.v. het aantal maaibeurten.

De toezichthouder heeft direct invloed op het onderhoud. B.v. door het verschuiven van het maaimoment omdat het vorige week te nat was als gevolg van de grote hoeveelheid neerslag. De kwaliteit van het toezicht is deels persoonsafhankelijk. Biodiversiteit als maat voor het succes van b.v. het ecologische beheer is niet verankerd en wordt bepaald door b.v. de kennis van de betreffende toezichthouder.

Maaisel en compostering

Het maaisel van de ecologisch beheerde terreinen wordt door Agterberg vervoerd voor een vastgestelde prijs per ton of m³ naar aantal plekken in/rond Utrecht (waaronder Laan van Maarschalkerweerd).

Op die composteerplekken komt behalve het hooi (ca. 1900 ton) ook al het snoeiafval, slootmaaisel en een beperkte hoeveelheid maaisel van sportvelden (ca. 30 ton)

Het hooi wordt deels ingekuuld en later mee gecomposteerd met de houtige biomassa. Bijmengen van vers gras gaat goed bij een percentage van max 20%.

Het product is daarmee van Agterberg zelf. Het composteren is een interessant proces van omzetten mengen, zeven enz. Bij een temperatuur van ca. 55 C. Er wordt b.v. zand bijgemengd om bomengrond te produceren voor afzet in dezelfde regio.

Zwerfafval is geen punt. Lood en zink is nu geen probleem meer. Voldoet aan normen.

Ecologische kwaliteit

Voor bepaalde terreinen zoals een deel van het Griftpark wordt het onderhoud via Agterberg uitgevoerd door anderen met speciale kennis hoe te maaien om een zo groot mogelijke biodiversiteit te krijgen. Dus wanneer maaien en steeds andere gedeelten voor de variatie. Het monitoren van de kwaliteit is nog wel een probleem. Er is geen nul meting gedaan en verdere monitoring behalve dan 'op het oog' wordt niet gedaan. Op zich is natuurlijk wel bekend dat een beheer van 2 keer maaien (na de bloei) en afvoeren gunstig is. De methode van maaien en afvoeren is van belang. Minder gunstig is b.v. is de methode waarbij het maaisel direct bij maaien wordt afgevoerd (met b.v. een zuiger). Zaden

en beestjes worden dan ook meegenomen. Beter is even laten liggen, drogen, wiersen en oprapen. Nadeel zijn hogere kosten en de kans dat het dan juist weer te lang ligt. Kans op schade aan de zode. De machine van direct maaien en afzuigen is veel zwaarder en beschadigd de zode nog al eens. Is vooral probleem op taluds met kans op erosie.

Vragen

Het effect van het beheer op de ecologische kwaliteit van het beheer zoals hierboven beschreven. De biodiversiteit als maat voor het succes van b.v. het ecologische beheer is niet verankerd en wordt bepaald door b.v. de kennis van de betreffende toezichthouder.

Probleem om te investeren en duurzame projecten op te zetten wordt belemmerd door allerlei regelgeving. Contracten mogen slechts voor enkele jaren worden gesloten. Soms is een contract van 20 jaar nodig om investeringen met grotere zekerheid terug te kunnen verdienen.

Vraag is ook: Wat is de definitie van biomassa?

Regelgeving voor partijen om langjarig samen te werken is nu niet goed mogelijk. B.v. aanvoer partijen voor biomassa met onderhoud en verwerking voor een periode van zeg 20 jaar. Dan loont investeren.

Bijlage 6 Composteerder van Werven

Verslag bespreking Niet houtige biomassa bij van Werven.

Van Werven is een groot afvalverwerkend bedrijf dat daarnaast ook een grondverzet tak heeft. Het bedrijf is de laatste jaren behoorlijk gegroeid en heeft op diverse plaatsen rondom Elburg vestigingen (o.a. Oosterwolde, Harderwijk, Biddinghuizen).

Composteren is een grote tak bij dit bedrijf en het gesprek heeft zich op dit punt toegespitst.

De vragen waren:

- Wat doet van Werven met groene biomassa
- Hoe wordt het verzameld
- Zijn er problemen
- Zijn er speciale (kwaliteits)eisen.

Van Werven is niet alleen niet alleen op directe uitvoering, maar denkt graag actief mee aan duurzame oplossingen. Dit betekent dat er medewerkers speciaal gericht zijn om toekomstige markten te verkennen en zich ook via symposia e.d. op de hoogte houden van ontwikkelingen. De meest renderende en bewezen markt is tot nu toe de compostering van vers (nat) materiaal. Vergisten van gras/bermmaaisel wordt niet als oplossing gezien: stroringgevoelig, laag rendement en wordt binnen dit bedrijf niet verder op gefocust. Met name voor de wat houtige biomassa en massa met meer structuur ziet van Werven toekomst voor verwerking in bijvoorbeeld plaatmateriaal (geperste houtplaten) en mogelijk papier, hoewel deze laatste oplossing nog niet voldoende praktijkrijp is. Grasraffinage wordt op afstand gevolgd, maar zit voor van Werven nog teveel op het ontwikkelspoor. Andere toepassingen zetten wel druk op de composteer-tak.

Het bermmaaisel wordt gemaaid en direct afgevoerd (klepelen) en soms blijft het liggen. In de aanliggende gemeenten worden ook een groot aantal bermen gebruikt voor veevoer (rustig gebied, brede bermen) en door veehouders zelf gemaaid. Transport is een grote kostenpost, zeker nu de rode diesel tot het verleden behoort. Dat is de reden waarom van Werven vele sub-locaties heeft en niet gaat centraliseren.

Vuil/afval in het product is eigenlijk geen probleem. Ten eerste, omdat het gebieden weinig afval kent. Veel grote doorgaande wegen, waar nauwelijks 'gestopt' wordt. Bovendien zijn de bermen vaak erg breed. Het meegenomen vuil komt tijdens het proces 'boven drijven' en kan in 1 of 2 stappen makkelijk verwijderd worden.

Het enige probleem is het hoge zoutgehalte, met name door het zoutgebruik in de afgelopen vier winters. Het hoge zoutgehalte remt het composteerproces. Door de eerste 2 meter niet te maaien voor compost, kan dit probleem al behoorlijk terugschroefd worden.

Op zich is het op dit moment prijstechnisch (nog) niet nodig om het product voor te drogen. Voor het composteerproces levert het niet voldoende meerwaarde en de verwerking wordt nu per ton betaald. Bij een ander uitbetalingssysteem kunnen de grenzen veranderen.

Bijlage 7 Provincie Groningen

Bespreking Niet houtige biomassa bij Provincie Groningen.

De Provincie Groningen werkt aan een handboek 'Groene biomassa'. Om te onderzoeken in hoeverre dit aansluit bij ons project en ook om ervaringen uit te wisselen heeft een gesprek plaatsgevonden met de Provincie Groningen.

Het gesprek ging over 2 zaken:

- Pilotproef met wegbermmaaisel
- Handboek wegbermmaaisel.

De Provincie Groningen heeft ca. 600 km provinciale wegen onder beheer. Op veel bermen vindt ecologisch beheer plaats (verschralen en planten laten bloeien), door te maaien en af te voeren. In 2009 is een proef uitgevoerd i.s.m. Bram Prins (ontvangende veehouder die de biomassa in de vergister gebruikt) en Alterra (Joop Spijker en Philip Ehlert, rapport 2064: <http://groengas.nl/wp-content/uploads/2013/07/2010-08-00-Biogas-uit-Bermmaaisel.pdf>). Het maaien en transport van het bermmaaisel voert de prov. Groningen in eigen beheer uit.

Het ging hierbij om globaal 400 ton vers bermmaaisel. In eerste instantie werd het product lang en in balen aangevoerd. Dit bleek niet goed werkbaar. Later is los geklepeld materiaal aangevoerd. De eerste meter vanaf de wegkant werd niet meegenomen. De onderzoekers hebben niet gekeken naar de productie en de kwaliteit van het gas (..). Wel naar de kwaliteit van het aangevoerde materiaal. Met name de hoge zandfracties leiden tot problemen bij de vergisting.

In 2010 en 2011 is geen pilot uitgevoerd, omdat er geen goede regelgeving/vergunning voor te krijgen was.

In 2012 is wel weer een pilot uitgevoerd, echter met 2 andere veehouders (de vergister van Prins had ernstige problemen). De vergisters lagen op een redelijk te behappen afstand van de te maaien bermen. Geschikte bermen leveren ongeveer 600 ton vers product. Geschikte bermen zijn bermen die goed te maaien zijn (voldoende breed), weinig obstakels kennen (bomen, laanbeplanting), in een relatief 'schoon' gebied liggen. In het kader van de maatschappelijke stage zijn de bermen voor het maaien gescreend en geschoond op/van vuil door leerlingen van in de buurt liggende scholen.

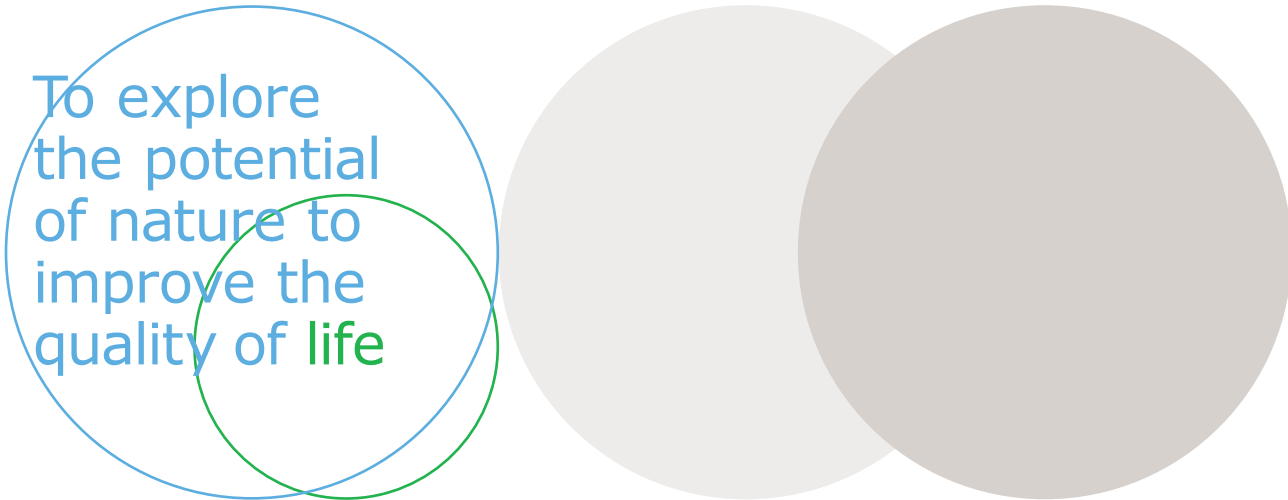
De gebruikte bermen waren relatief schoon, maar ook in 2012 was zand weer het grootste probleem. Voor het vergisten wordt echter wel kritisch gekeken naar aanwezig (zwerf)vuil. Blijkbaar moet het gras voor deze bewerking 'schoner' zijn dan voor composteren (zie verslag van Werven).

In totaal heeft de provincie Groningen 10.000 ton vers maaisel (berm en slootmaaisel). Slootmaaisel lijkt minder geschikt voor de vergister.

Handboek

Het in ontwikkeling zijnde handboek gaat vooral in op de organisatie rondom bermmaaisel (zoals is 'opgehangen' en uitgevoerd in de provincie Groningen) en de regelgeving rondom het afvoeren van bermmaaisel. Daarnaast geeft het rapport een doorkijk naar toekomstige certificering. Wanneer bermmaaisel in andere stromen dan afval gebruikt gaat worden, lijkt certificering noodzakelijk. Door certificering wordt de kwaliteit geborgd. Door borging moet het gehele traject van maaien tot eindproduct in kaart zijn gebracht en dus ook achteraf getraceerd kan worden.

Het handboek gaat niet in op de praktische uitvoering van het maaien en de opslag. Daarmee zou dit handboek en ons projectresultaat elkaar goed kunnen aanvullen.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 338
6700 AH Wageningen
T 0317 480 10 77
E info.livestockresearch@wur.nl
www.wageningenUR.nl/livestockresearch

Livestock Research Rapport 774



Wageningen UR Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
