

Mechanisatie geitenhouderij:

Trekkers
Verspreiden vaste mest
Graslandvernieuwing
Voederwinning
Ruwvoerverwerking
Weeginstallaties
Loonwerk of eigen mechanisatie
Verkeersvoorschriften

In dit hoofdstuk schenken we aandacht aan de trekker, een veel gebruikt hulpmiddel op geitenbedrijven. Daarnaast worden de meest voorkomende werktuigen besproken en de accessoires. Ook wordt ingegaan op de verkeersvoorschriften en het aanvragen van ontheffingen.

4.1 Trekkers

Veel aspecten van de bedrijfssituatie spelen een belangrijke rol bij de uiteindelijke keuze voor het aanschaffen van een trekker: bedrijfsgrootte, verkaveling, perceelsgrootte en afstand tot de bedrijfsgebouwen, loonwerk of eigen mechanisatie enzovoort.

In deze paragraaf wordt ingegaan op de totstandkoming van de keuze van een trekker, de bijbehorende technische gegevens en de landbouwkundige interpretatie hiervan.

Motor

De motor van de trekker vormt één geheel met het frame van de trekker. Nieuwe trekkers worden tegenwoordig echter ook gebouwd met een frame waarin de motor is ingebouwd. De motor zorgt voor de aandrijving van de trekker. Voor een goede keus zijn een aantal begrippen van belang.

Vermogen

Het motorvermogen wordt uitgedrukt in kiloWatt (kW). Vanaf 1 januari 1978 is het wettelijk verplicht om voor vermogen de eenheid kW te hanteren in plaats van paardenkracht (pk). Voor een omrekening van kW naar pk is tabel 4.1 een leidraad.

Tabel 4.1 Omrekening kW naar pk¹

kW	pk	kW	pk	kW	pk	kW	pk
5	6,80	45	74,75	105	142,70	160	217,44
10	13,59	60	81,54	110	149,49	170	231,03
15	20,39	65	88,34	115	156,29	180	244,64
20	27,18	70	95,13	120	163,08	190	258,21
25	33,98	75	100,93	125	169,88	200	271,80
30	40,77	80	108,72	130	176,67	250	339,75
35	47,57	85	115,52	135	183,47	300	407,70
40	54,36	90	122,33	140	190,26	350	474,65
45	61,16	95	129,11	145	197,06		
40	67,95	100	135,90	150	203,85		

¹ Omrekening van kW naar pk: kW x 1,359
Omgekeerd, van pk naar kW: pk x 0,735



Voor de gebruiker is het soort vermogen belangrijk. Meestal worden verschillende vermogens gegeven, namelijk aftakas- en/of motorvermogen. Om trekkers met elkaar te vergelijken kan het beste het aftakasvermogen worden gebruikt. Het nominale toerental is het toerental waarbij het maximale vermogen wordt bereikt, en de reguleur net niet werkt. Belangrijker echter is het vermogen bij de gestandaardiseerde aftakastoerentallen (540, 750 en 1000 toeren/ minuut). In de veehouderij is de 540-toeren aftakas de belangrijkste waarmee rekening gehouden moet worden.

Koppel

De koppelkromme geeft belangrijke informatie over het motorgedrag. Het koppel geeft de trek-racht van de trekker aan en wordt uitgedrukt in Newtonmeter (Nm). Het maximum koppel ligt bij een lager toerental dan het maximum vermogen. Hierdoor zal de trekker bij een dalend toerental eerst nog in trekkracht toenemen. Bij niet-aftakas gebonden werkzaamheden betekent dit dat bij toerendaling niet direct teruggeschakeld hoeft te worden. De relatie tussen stijging van het koppel en de daarbij behorende toerendaling wordt de stijgingsfactor genoemd. Dit is een verhoudings-getal dat de weerstand van de motor tegen korte piekbelasting weergeeft. Bij de beoordeling van de stijgingsfactor moet echter goed de mate van stijging van het koppel alsook de hoeveelheid toerendaling worden beschouwd. In het algemeen geldt dat bij een koppelstijging van 15% en een hierbij behorende toerendaling van 40% de motor voldoende interne weerstand heeft tegen een korte piekbelasting. Dus bij een stijgingsfactor van 0,375 of hoger kan globaal gezegd worden dat de motor voldoende interne weerstand heeft. Hoe hoger de stijgingsfactor, des te beter is de motor bestand tegen een korte piekbelasting. Als de koppelkromme vlakloopt heeft de motor minder weerstand tegen een afwijking van het ingestelde toerental. Het maximum koppel wordt dan snel bereikt en de motor zal smoren als er niet op tijd wordt teruggeschakeld. In figuur 4.1 staat welke interpretaties bij verschillende toerendalingen en koppelstijgingen wel of niet goed zijn. In tabel 4.2 zijn van de trekkers uit figuur 16.1 de motorkarakteristieken weergegeven.

Tabel 4.2 Motorkarakteristieken van de vijf trekkers uit figuur 4.1

Trekker	A	B	C	D	E
Maximum vermogen (kW) -bijbehorend toerental (omw./minuut)	42	44	46	44	41
-bijbehorend koppel (Nm)	2175	2200	2100	2130	2180
Maximum koppel (Nm) -bijbehorend toerental (omw./minuut)	189	191	209	197	179
Maximum koppel (Nm) -bijbehorend toerental (omw./minuut)	224	199	254	226	202
Stijgingsfactor	0,56	0,14	0,50	0,55	0,36

Bron: Landbouwmechanisatie

Aftakas

Veel trekkers hebben één aftakasstomp, die op meerdere toerentallen is te schakelen. Daarnaast zijn er trekkers die meerdere stompen hebben, één voor elk toerental. Ze werken allemaal hetzelfde. Bij het overbrengen van grotere vermogens (60 kW en meer) is het aan te bevelen om een 1000-toeren aftakas te gebruiken. Deze kan het grotere vermogen makkelijker overbrengen dan een 540-toeren aftakas. Wanneer de aftakas 540 toeren moet draaien moet de motor ook veel toeren maken. Voor een aantal werkzaamheden die niet zoveel vermogen vragen, is het mogelijk om minder motortoeren te maken. Door het gebruik van de 750- of 1000-toeren aftakas en minder motortoeren kan het aftakastoerental toch weer op 540 toeren/minuut worden gebracht. Dit kan tot behoorlijke brandstofbesparing leiden. Het is dan wel belangrijk dat er niet plotseling extra gas wordt gegeven. Een geluids- en/of lichtsignalering moet in dat geval altijd op de trekker aanwezig zijn. Werkzaamheden waar dit voor geldt, zijn onder andere grasschudden en wiersen.

Hydrauliek

De hydrauliek van de trekker is een veel gebruikt instrument in de veehouderij, onder andere voor de verwerking van het voer (kuilvoersnijder). De voerverwerking stelt de hoogste eisen aan de hydraulische installatie van de trekker. Dit betekent dat de hydrauliek een olieopbrengst moet hebben van minimaal 30 liter per minuut en een druk van 175 bar.

Er moet onderscheid worden gemaakt tussen een open en een gesloten hydraulisch systeem. Bij het open systeem wordt de olie continu rondgepompt, ook als er geen olie wordt gevraagd. De olie is dus continu in beweging. Wanneer er geen olie wordt gevraagd, staat het circuit niet onder druk. Bij het gesloten systeem wordt gebruik gemaakt van een oliepomp met een variabel slag-volume. Dit betekent dat afhankelijk van de hoeveelheid gevraagde olie, de pomp olie levert. Het hele systeem staat continu onder druk, waardoor er sneller wordt gereageerd op opening van een regelschuif.

De werkdruk (in bar) geeft samen met de pompcapaciteit aan, tot welke prestatie het hydraulische systeem in staat is. Het vermogen van de hydraulische installatie wordt berekend door de formule: $P = 0,1 \times \text{druk} \times \text{debiet}$ ($0,1 \times \text{bar} \times \text{l/sec.}$). Bij een druk van 175 bar en een pompcapaciteit van 36 l/min (= 0,6 l/sec) is het hydraulisch vermogen (P): $0,1 \times 175 \times 0,6 = 10,5 \text{ kW}$. Als bij een druk van 175 bar een cilinder met een zuigerdoorsnede van 8 cm omhoog moet worden gedrukt dan zal de kracht die op de zuiger worden uitgeoefend met de formule: $N = ? \times r^2 \times \text{Pa}$. Uitgewerkt wordt dit: $N = 3,14 \times 4^2 \times 175 = 8796 \text{ daN}$ (1 daN=1kgf).

Bij het gebruik van het hydraulisch systeem voor uitwendige functies wordt olie uit de achterbrug en/of eindaandrijving betrokken. Vaak zal dit in stationaire toestand plaatsvinden; dit is een situatie waarbij aan smering minder aandacht behoeft te worden geschonken. Als men echter na het heffen van de laadbak van een kipwagen de olieslang afkoppelt en vervolgens de trekker voor iets anders inzet, dan is er voor lange tijd een aanzienlijke hoeveelheid olie niet beschikbaar voor de functies in de trekker.

Hefinrichting

De hefinrichting van de trekker moet zijn afgestemd op het werk dat ermee gedaan gaat worden. Het zwaarste werk op een veehouderijbedrijf is in dit geval meestal kuiluthalen met een kuilvoersnijder of kuiluthaaldoseerbak. In een trekkertest wordt het hefvermogen op twee manieren gemeten: tussen de kogels en aan een meetraam. Deze laatste bepaling is op 61 cm achter de kogels. Voor de praktijk is de meting aan het meetraam het belangrijkste.

Werktuigen hangen immers ook een stukje achter de trekker. In tabel 4.3 is te zien hoe de verdeling van de hefkrachten van een trekker kan zijn. In de tabel is de reeks hefkrachten tussen de kogels en in het meetraam weergegeven van een trekker. Belangrijk voor de praktijk is de hefkracht in het meetraam door het hele traject. Dit is de laagste waarde in de hele serie gemeten hefkrachten. In het voorbeeld is dit 11300 N voor het meetraam en 13080 N tussen de kogels. Als de trekker daarbij van voren van de grond komt, moet de waarde gecorrigeerd worden. In dit geval is de werkelijke hefkracht door het hele traject in het meetraam 9200 N. Niet iedere trekkerfabrikant geeft dezelfde waarde aan in de technische gegevens van de trekker. Land-

bouwkundig gezien is alleen de hefkracht in het meetraam door het hele traject van belang.

Voor het bestuurbaar blijven van de trekker is het belangrijk dat er voldoende druk op de vooras van de trekker rust, enkele honderden kilogrammen. Hierdoor is het soms noodzakelijk om te werken met extra gewichten aan de neus van de trekker. Om extra hefkracht te verkrijgen is het mogelijk om één of twee extra hefcilinders te (laten) monteren.

Tabel 4.3 Verloop van hefkrachten bij metingen

Hoogte (in mm) ¹	Hefkracht (N)	
	tussen de kogels	in meetraam ²
-382	-	16 840
-300	-	15 160
-203	13 080	-
-200	13 120	14 190
-100	14 270	13 740
014 910	13 520	
+100	15 190	12 860
+200	15 850	11 790
+235	-	11 300
+300	16 180	-
+380	15 470	-

¹ Hoogte (in mm) van de kogels ten opzichte van de horizontale stand van de trekstangen.

² Trekker komt bij een hefkracht van 9200 N van voren omhoog bij maximale voorasbelasting.

Vierwielaandrijving

Vierwielaandrijving komt in de veehouderij steeds vaker voor. Bij gebruik hiervan leveren alle trekkerwielen trekkracht. Het totale gewicht van de trekker wordt op deze manier benut. Door de zwaardere vooras is de gewichtsverdeling gunstiger. De extra trekkracht van een vierwielaan gedreven trekker komt onder andere door de voorloop van de voorwielen. Op verharde wegen is het dan ook belangrijk dat de vierwielaandrijving wordt uitgeschakeld, om extra slijtage aan de banden en aan de aandrijving te voorkomen.

Op veehouderijbedrijven waar veel met een frontmaaier wordt gewerkt, is vierwielaandrijving aan te bevelen vanwege de zwaardere vooras. De vooras van een tweewielaangedreven trekker heeft in dat geval erg veel te lijden. Ook als er veel met een voorlader gewerkt wordt, is vierwiel-aandrijving aan te bevelen boven tweewielaandrijving vanwege de zwaardere vooras. Als de loopinrichting van de voorwielen wordt omgedraaid kan achteruit een grotere kracht worden geleverd.

4.1.1 Transmissie

Trekkers beschikken standaard over een groot aantal versnellingen. Deze kunnen worden uit-gebreid door een andere versnellingsbak te laten monteren. Op deze manier is het bijvoorbeeld mogelijk om een aantal extra versnellingen te krijgen in een bepaald snelheidsgebied. In de veehouderij is het belangrijk dat er voldoende versnellingen aanwezig zijn in het gebied van 5 - 12 km/h. Daarom is het belangrijk dat de versnellingen niet te dicht bij elkaar liggen of veel overlap vertonen, want dan gaat het effect van veel versnellingen alsnog verloren. Het gevolg van te weinig versnellingen is dat er een te groot snelheidsverschil zit tussen de versnellingen, waardoor tijdens een werkzaamheid (bijvoorbeeld maaien), of te snel of te langzaam moet worden ge-reden. Bij te snel rijden zal de kwaliteit van het werk minder worden (slecht maairesultaat) of de capaciteit vermindert sterk bij te langzaam rijden. Aan de transmissie van een trekker dient dan ook de nodige aandacht te worden besteed. In de landbouw kennen we de schakelbakken die na ont koppeling geschakeld worden. Deze schakelbakken zijn door synchronisatie verbeterd.

Wanneer er veel met een voorlader aan de trekker wordt gewerkt, is het aan te bevelen om de trekker te voorzien van een omkeerschakeling. Er kan dan van vooruit naar achteruit worden ge-schakeld zonder dat de trekker eerst volledig stil hoeft te staan. De versnellingsbakken van trek-kers zijn tegenwoordig gesynchroniseerd, dat wil zeggen dat er onder het rijden gewoon kan worden geschakeld (zowel opschakelen als terugschakelen). Deze synchronisatie is bij de meeste trekkermerken alleen voor de "normale" versnellingen. De groepen zijn niet altijd gesynchroniseerd.

4.1.2 Automatisering

Electronische hefregeling

Op steeds meer trekkers is de electronische bediende hefinrichting standaard. Electronica heeft als voordeel dat het minder aan slijtage onderhevig is en dat de bediening niet meer aan een vaste plaats gebonden is. Op basis van ingestelde regelwaarden regelt de computer de diepteregeling van de hefarmen. De electronische regeling gebruikt daarvoor gemeten waarden van de trekkracht en de positie van de hefarmen. In de nieuwere systemen kan de diepteregeling ook afhankelijk worden gemaakt van het percentage wielslip. Dit is mogelijk als de trekker is uitgerust met radarsnelheidsmeting.

Automatische regelingen

Een andere vorm van electronica zijn de automatische regelingen. Deze systemen nemen handelingen van de bestuurder over of voorkomen onveilige werksituaties. De systemen regelen zaken als:

- in- en uitschakelen differentieel
- in- en uitschakelen vierwielaandrijving
- electronisch bewaken van de versnellingsbak
- controle van het hydraulische systeem
- controle van de motor
- spuitcomputer voor het koppelen van snelheid en debiet

4.1.3 Brandstofverbruik

Grote verschillen in brandstofverbruik tussen trekkers zijn vaak terug te voeren op onder andere slecht onderhoud en een verkeerde afstelling. We geven een aantal tips om het brandstofverbruik tot een minimum te beperken:

- Controleer, reinig of vervang regelmatig de lucht-, brandstof- en oliefilters.
- Ververs de olie van de motor, de transmissie en het hydraulisch systeem op het voorgeschreven tijdstip.
- Gebruik werktuigen die bij de trekker passen en in goede staat van onderhoud verkeren.
- Zorg voor een goede afstelling van de gebruikte werktuigen. Een goed afgestelde ploeg geeft een brandstofbesparing van 10% ten opzichte van een verkeerd afgestelde ploeg.
- Gebruik een optimale bandenspanning. Een te lage of te hoge spanning veroorzaken vollopen van de banden en daardoor extra slip.
- Differentieelsloten in achter- en/of vooras zijn effectieve hulpmiddelen ter beperking van slip.
- Maak gebruik van de mogelijkheden van gewichtsoverdracht en gebruik daarbij, indien mogelijk, frontgewichten.
- Werk niet met vol gas, maar kies een lager toerental en een hogere versnelling. Het maximum vermogen wordt meestal bereikt bij 80% van het maximum toerental.

4.2 Verspreiden vaste mest

De meest gebruikte typen strooiers voor het verspreiden van vaste mest zijn:

- Loswagens met strooihaspels
- Loswagens met doseerwalsen en horizontale strooischijven
- Zijwaarts lossende cilindervormige bak met roterende as en kettingen

Bij loswagens met een spreidmechanisme aan de achterzijde wordt de mest door twee of meer bodemkettingen met meenemers naar de achterzijde van de wagen gebracht. De snelheid van de bodemketting, de rijsnelheid en de werkbreedte bepalen de dosering per hectare. Bij horizontale strooihaspels of strooiwalsen wordt de mest maar iets breder verspreid dan de wagen: circa 2 meter. Verticale strooihaspels verspreiden de mest vanaf de achterzijde van de loswagen over een breedte van 6 tot 8 meter. Voor een regelmatige verdeling moeten de strooibanen elkaar overlappen. Stalmeststrooiers met doseerwalsen en strooischijven hebben een spreidbreedte van 8 tot 18 meter. De doseerwalsen verkleinen de grove mestbrokken zodat de mest via de strooischijven fijn wordt verdeeld.

4.2.1 Onderwerken mest op bouw- en maïsland

Volgens wettelijke voorschriften moet mest op bouwland direct worden ondergewerkt om de ammoniakemissie zoveel mogelijk te beperken. Naarmate de tijdsduur tussen verspreiden en onderwerken toeneemt, stijgt de emissie (zie tabel 4.4).

Tabel 4.4 Reductie ammoniakemissie bij toenemende tijdsduur tussen verspreiden en onderwerken van mest met ploeg op zandgrond

Tijdsduur tussen verspreiden en onderwerken (uur)	Reductiepercentage ammoniakemissie (%)
0, direct onderwerken	97
3	82
6	61

Bron : IMAG-DLO, 1988

Voor het onderwerken van mest kunnen verschillende werktuigen worden gebruikt. Het IMAG heeft bij deze technieken emissiemetingen verricht. Een samenvatting van de resultaten staat vermeld in tabel 4.4.

Tabel 4.5 Gemiddelde ammoniakemissie bij verschillende methoden van direct onderwerken op bouwland

Methode	Ammoniakemissie (%) ¹	Emissiereductie (%)
Bovengronds breedwerpig	20 - 100	-
Mestinjecteur	0	95 - 100
Ploeg	0 - 5	90 - 98
Schijveneg	3 - 9	80 - 92 ²
Cultivatoren	20 - 35	40 - 87
Aangedreven grondbewerkingswerktuigen	6 - 15	70 - 90

Bron: IMAG/TNO 1988-1990

¹ In percentage van totale hoeveelheid ammoniakstikstof in de mest

² Tunnelmeting 1989 zandgrond Heino

Mestinjectie geeft in alle situaties de laagste ammoniakemissie. De mest wordt in één werkgang uitgereden en direct in de grond gebracht. Hierdoor heeft de techniek een lage arbeidsbehoefte. Het vraagt echter een hogere investering en meer trekkracht dan de andere technieken. Ook on-derploegen geeft een nagenoeg totale bedekking van de mest. Alleen in de periode tussen ver-preiden en onderploegen kan nog ammoniak vervluchtigen. Een intensieve menging van de mest met vochtige grond door bijvoorbeeld een rotorkoepel of -frees geeft een aanzienlijke emissie-reductie, maar de capaciteit is beperkt. Op lichte grondsoorten die makkelijk verkruiden, zijn cultivatoren geschikt om kleine mestgiften onder te werken. De mate waarin de emissie wordt verminderd is afhankelijk van de combinatie van grondsoort, grondstructuur, soort werktuig en de wijze van gebruik van het werktuig. Om de ammoniakstikstof goed te kunnen binden is het van belang dat de mest in aanraking komt met vochtige grond. Dit betekent dat in een droog voor-jaar de mest voldoende diep moet worden ondergewerkt. Hierdoor zijn een groot aantal combi-naties van werktuiggebruik mogelijk. Tabel 4.6 geeft een grove indicatie van capaciteit, inves-teringen en kosten.

Tabel 4.6 Indicatie van capaciteit, investeringen en kosten van verschillende methoden van emissiearme aanwending op gemengd veehouderijbedrijf¹

Werktuig	Eigen Mechanisatie			Loonwerk		
	Investe- ring (€)	Capaciteit per uur	Kosten (€/m ³)	Investe- ring(€)	Capaciteit per uur	Kosten (€/m ³)
Bovengrondse aanwending						
6 m ³ , 55 kW trekker	22.000	15-18 m ³	4-5			
10 m ³ , 75 kW trekker				35.000	25-35 m ³	3-4
Inwerken cultivator						
3 m, 45 kW trekker	4000	1,4-1,6 ha	0,5-1			
6 m, 65 kW trekker				18.000	2,3-2,7 ha	0,5-1
Mestinjectie						
6 m ³ , 3 m, 60 kW trekker	40.000	15-18 m ³	10-14			
10 m ³ , 5 m, 100 KW trekker			100.000	25-35 m ³	4-6	

¹ Een veehouderijbedrijf met 400 m³ mest op maïsland en 800 m³ mest op grasland. Mestgift maïsland 50 m³ per hectare.

4.3 Graslandvernieuwing

Voor graslandvernieuwing kunnen twee methoden worden toegepast :
Herinzaaien en doorzaaien.

4.3.1 Herinzaaien

Bij herinzaai wordt de oude zode vernietigd, een nieuw zaaibed gemaakt en daarna gezaaid. Voor de zaaibedbereiding kan eventueel het land worden geëgaliseerd. Grondbewerking en zaaitechniek zijn gericht op een juiste bodemstructuur met een optimale vochtvoorziening, een snelle opkomst van het gras en op een minimale onkruidontwikkeling.

Zaifrees

De zaifrees is een combinatie van een overtopfrees en een zaaimachine, waarmee in één bewerking grasland opnieuw wordt ingezaaid. De zode wordt tot een diepte van circa 10 cm kapot gefreesd. De losgefreesde grond dekt de zodenresten af. Het zaad wordt bovenop de losse grond verspreid en met schijven in de grond gedrukt. De bodemstructuur van losgefreesde en onbewerkte grond is erg verschillend. De bovenlaag is veel losser dan de ondergrond. Dit veroorzaakt een slechte waterafvoer bij neerslag en een slechte vochtvoorziening van de toplaag bij droogte. Onder droge omstandigheden valt de opkomst van het gras vaak tegen.

Bewerkingen bij directe herinzaai

Meestal worden bij herinzaai van grasland de volgende bewerkingen na elkaar uitgevoerd:

- Het stuk maken van de oude zode
- Ploegen of spitten van de bouwvoor
- Egaliseren
- Loswoelen van verdichte grondlagen
- Zaaibedbereiding
- Inzaaien

Stuk maken oude zode

Vernietigen van de oude zode beperkt de vorming van storende lagen na het ploegen. De zode moet tot een diepte van maximaal 5 cm geheel worden losgemaakt in stukjes met een grootte van maximaal 5 cm. De bladenfrees is hiervoor het meest geschikt. Ook met een hakenfrees, een tandenfrees of aangedreven messeneggen is een aanvaardbaar resultaat te halen. Met niet-aangedreven messeneggen moet een perceel meerdere keren worden bewerkt om de zode voldoende stuk te maken.

Ploegen of spitten

Ploegen heeft de voorkeur als de grond goed bewerkbaar is en egaliseren nodig blijkt. Meestal is een ploegdiepte van 25 cm voldoende. Dieper ploegen veroorzaakt sneller een verschraling van de bovengrond. Voordelen van ploegen zijn:

- Zaden en resten van slechte grassen en onkruid worden diep ondergewerkt, waardoor de kans op ontkieming en opnieuw uitlopen beperkt is;
- Er wordt relatief vochtige grond bovengebracht. Dit bevordert een vlotte kieming van het graszaad.

De oude zode moet goed ondergeploegd worden. Voor het ploegen van grasland moet de ploeg uitgerust zijn met lange risters, schijfkouters en voorscharen. Door de ploegscharen te voorzien van ondergronders kunnen eventuele verdichte lagen onder de ploegzool worden losgemaakt tijdens het ploegen. Een vorenpakker is geschikt om gelijktijdig met het ploegen de grond weer aan te drukken. Dit verbetert de vochtvoorziening en verhoogt de stevigheid van de ondergrond. Een stevige ondergrond vermindert de insporing van trekkerwielen bij het inzaaien, zodat het land vlakker blijft. Om de grond voldoende aan te drukken, moet de vorenpakker voldoende gewicht hebben. Een vorenpakker met een dubbele rij ringen met een diameter van 70 cm is geschikt. De tophoek van de ringen bepaalt de dieptewerking. Voor zandgrond is een combinatie met een rij ringen met een tophoek van 30° en een rij met een tophoek van 45° geschikt om zowel de boven- als de ondergrond aan te drukken. Op zwaardere gronden is een kleinere tophoek gewenst. Bij spitten wordt de grond tot een diepte van 25-35 cm losgemaakt. De spitmachine mengt de zode door de grond. Hierdoor blijven meer zoderesten en onkruidzaden aan de oppervlakte. Dit kan problemen opleveren bij het zaaien en noodzaken tot extra onkruidbestrijding. Op bepaalde veengronden is graslandverbetering met een spitmachine als enige methode goed mogelijk, mits er snel weer wordt ingezaaid.

Egaliseren

Vlot werken bij de voederwinning en de graslandverzorging vraagt vlak land. Op klei en veengrond worden de percelen soms iets bol gelegd voor een snelle waterafvoer. Kilverborden zijn uitstekend geschikt voor egalisatie. De werkbreedte varieert van 2 tot 5 m, het benodigd vermogen van 60 tot 200 kW. Bij veel grondtransport heeft een kilverdozer de voorkeur. Hiermee kan men op hoge delen tot maximaal 4 m³ grond afschrapen, opnemen en naar een laag deel transporteren. Laserapparatuur is een goed hulpmiddel om een juiste vlaklegging en afschot van het perceel te krijgen.

Loswoelen verdichte lagen

Bij egalisatie wordt de ondergrond dichtgereden. Ook kunnen onder de ploegvoor verdichte lagen in de grond voorkomen die de beworteling en een goede vochtvoorziening belemmeren. Met woelers of vastetandcultivatoren kunnen de verdichte lagen worden opgebroken. De breedte van de woелеlementen en de oploophoek van de beitels moeten afgestemd zijn op de grondsoort. Lichte zandgrond vraagt bredere beitels dan zwaardere grond. De grond moet zo ondiep mogelijk worden bewerkt om een goede structuur onder de verdichte laag niet te verstoren.

Zaai-bedbereiding

Een goed zaai-bed voor graszaad is vlak, voldoende vast en oppervlakkig (enkele centimeters) en fijn verkruid. Op lichte en slempegevoelige grond mag de grond niet te fijn verkruid worden om dichtslaan van de toplaag te vermijden. Voor zandgrond zijn cultivatorcombinaties geschikt. Op kleigrond heeft een aangedreven rotorkoepel of schudeg de voorkeur. Ook een grondverkruidelaar is goed toepasbaar. Bij de zaai-bedbereiding moeten trekkers zijn voorzien van brede lagedrukbanden of dubbellucht om insporing te vermijden.

Zaaien

De kans op een goede opkomst, ook bij droog weer, is het grootst wanneer het zaad 2 á 3 cm in de stevige, vochthoudende ondergrond wordt gebracht. Een zaaimachine met 30 - 36 pijpen op een werkbreedte van 3 m en voorzien van zaikouters is hiervoor het meest geschikt. Breedzaikouters en schijfkouters verdelen het graszaad over een strook van 5 - 7 cm. De betere verdeling van het zaad zorgt ervoor dat de graszode sneller dichtgroeit. Met een zaai combinatie wordt in één werkgang het zaai bed gemaakt en het graszaad gezaaid. Meestal is de zaaimachine gemonteerd op een zaai bed bereidingswerktuig zoals een frees, een rotorkoepel of een cultivator. Om insporing tijdens het zaaien te beperken dient de trekker te zijn voorzien van brede lagedrukbanden en een voorziening om de grond tussen de trekkerwielen aan te drukken.

4.3.2 Doorzaaien

Bij doorzaaien wordt de oude zode doodgespoten, overmatige grasresten verwijderd en het graszaad met een doorzaaimachine in de grond gebracht. Doorzaaien van grasland wordt hoofdzakelijk toegepast op moeilijk bewerkbare gronden zoals zware klei en veengrond en op percelen met een holle stand. De doorzaaimachine is voorzien van schijven of snijkouters die sleufjes van enkele centimeters diep in de zode maken. De onderlinge afstand van de sleufjes bedraagt 5, 7½ of 10 centimeter. Na het inbrengen van het zaad worden de sleufjes weer dichtgedrukt. Aan een tijdige onkruidbestrijding en nazorg moet veel aandacht worden besteed. Een goede opkomst is sterk afhankelijk van de vochtvoorziening.

4.4 Voederwinning

Bij de voederwinning wordt onderscheid gemaakt tussen de veldbewerking en het inkuilen. De veldbewerking wordt meestal door de boer zelf uitgevoerd, terwijl het inkuilen in veel gevallen door de loonwerker wordt gedaan.

Veldbewerkingen

Voor de veldbewerking worden verschillende werktuigen gebruikt. Eerst moet men het gras maaien (meestal met een trommel- of schijvenmaaier, vaak uitgerust met een kneuzer), daarna schudden, en vervolgens wordt het gewas in wiersen gelegd.

Maaiwerktuigen

Cirkelmaaiers (aanbouw of getrokken) kunnen worden onderverdeeld in:

- machines met trommels en bovenaandrijving
- machines met schijven en onderaandrijving

De werkbreedte van de maaier en de schudder moeten bij elkaar passen, zodat tijdens het maaien en bij de eerste keer schudden niet over het gemaaid gras wordt gereden. Voor de aandrijving van een cirkelmaaier/kneuzer is per meter werkbreedte 20 - 22 kW aftakasvermogen nodig. In tabel 4.7 is voor een aantal werkbreedten het benodigde aftakasvermogen weergegeven. De capaciteit van de maaier moet afgestemd zijn op de gemiddelde oppervlakte die per par-tij wordt gemaaid. Tabel 4.8 geeft een richtlijn voor de gemiddelde maaicapaciteit bij verschillende werkbreedten en rijsnelheden.

Tabel 4.7 Werkbreedte en benodigde aftakasvermogen bij cirkelmaaiers inclusief kneuzers¹

Werkbreedte (m)	Benodigd aftakasvermogen (kW)
1,85	40 - 50
2,10 - 2,45	55 - 70
2,75 - 3,20	70 - 90
4,50	90 - 120

¹ Uitgangspunt is een drogestofopbrengst van 3400 kg/ha en een rijsnelheid van 10 km/h.

Tabel 4.8 Capaciteit (ha/uur) bij maaien met verschillende werkbreedten en bij verschillende rijsnelheden

Rijsnelheid (km/uur)	Werkbreedte (m)										
	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	4,8	6,0	7,5
6,0	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	2,4	3,1	4,0
7,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,9	3,6	4,4
8,0	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,2	3,3	4,1	4,9
9,0	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	3,7	4,6	5,5
10,0	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	4,1	5,1	6,0
12,0	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	4,7	5,9	7,1

Bron : Landbouwmechanisatie, IMAG-DLO

In de praktijk blijkt er een verschil in benodigd vermogen te zijn tussen schijvenmaaiers/kneuzers en trommelmaaiers/kneuzers met dezelfde werkbreedte. Bij de schijvenmaaiers/kneuzers gaat het gemaaid gewas over de balk naar de brede kneuzer. Doordat het gewaspakket breder en dunner is, vraagt dit minder vermogen. Zonder kneuzer vervalt dit verschil.

Bij de afstelling van de maaier moet aandacht worden besteed aan:

- Stoppellengte 5 á 6 cm. Bij trommelmaaiers kan de maaihoogteverstelling via vulringen, glijshotels met mesjes of traploos veresteld worden. Bij schijvenmaaiers gebeurt de hoogteverstelling door de topstang te verstellen en de maaier meer of minder voorover te plaatsen.
- De topstang is bedoeld voor de vlakstelling.
- Een rijsnelheid van maximaal 8 á 10 km/h, in zware gewassen 5 á 7 km/uur, aanhouden.
- De mesjes moeten scherp zijn. Botte mesjes snijden slechter en de maaier vraagt meer vermogen.

Cirkelmaaier met kneuzer

De voordelen van het maaien met een maaier/kneuzer ten opzichte van alleen een maaier zijn:

- Bij gunstig weer is inkuilen op dezelfde dag of één dag na het maaien mogelijk, mits na het maaien twee á drie keer wordt geschud. Kneuzen spaart een keer schudden uit;
- Bij de eerste keer schudden kan sneller worden gereden namelijk 7 km/uur. Zonder kneuzer moet bij de eerste keer schudden een snelheid aangehouden worden van 5 km/uur.

De nadelen zijn:

- Er is aanzienlijk meer vermogen nodig: bij 1,85 m werkbreedte circa 10 kW extra vermogen;
- De prijs is beduidend hoger.

Intensief kneuzers

We kennen deze als één- of twee-fasensysteem. Bij het twee-fasensysteem hangt de kneuzer achter en de maaier voorop de trekker. Het één fasesysteem is vergelijkbaar met de opbouw van conventionele kneuzers op maaiers. De werking berust op het intensief beschadigen van de was-laag en bladmoes en het knikken van de stengeldelen. Door de beschadigingen droogt het gewas sneller. Het systeem is ontwikkeld als ééndag-inkuilmethode, maar is ook goed te gebruiken in combinatie met schudden. Intensief kneuzen vraagt meer vermogen dan een conventionele kneuzer.

Schudwerktuigen

Cirkelschudders zijn er in vier, zes, acht of tien elementen. Voor een goed resultaat is het belangrijk dat voor elke twee tegen elkaar indraaiende elementen een maaizwad komt. Bij werktuigen met vier en acht elementen is het dan niet te voorkomen dat met de trekkerwielen over het pas gemaaide zwad wordt gereden. Hierdoor worden deze zwaden minder goed opgenomen door de schudder. Trommelschudders worden nagenoeg niet meer gebruikt.

Werkbreedte

De werkbreedte van de schudder kan op twee manieren worden bepaald, namelijk afgestemd op de maaier of afgestemd op de maximaal gemaaide oppervlakte per keer maaien. Het beste kan de schudder worden afgestemd op de gebruikte maaier. Er moet dan voor elke twee tegen elkaar in draaiende elementen een maaizwad komen. Aangezien er ook niet op het pas gemaaide zwad mag worden gereden moeten er bij voorkeur drie zwaden tegelijk worden meegenomen. Dit betekent een schudder met zes elementen. Een vuistregel voor de schudderbreedte is hierbij:

Schudderbreedte = 3 x de maaierbreedte

Een andere methode om de schudderbreedte te bepalen is wanneer uitgegaan wordt van niet langer schudden dan 2,5 uur per keer en een rijsnelheid van 8 km/h. De schudderbreedte is dan zoals aangegeven in tabel 4.9. De eerste manier om de schudderbreedte te bepalen verdient de voorkeur. Hierbij wordt uitgegaan van de gebruikte maaier. De kans dat er op het zwad gereden wordt is dan klein.

Tabel 4.9 Schudderbreedte afhankelijk van te maaien oppervlakte per keer maaien

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

Gebruik schudders

- Direct na het maaien schudden en bij droog weer tenminste □□n keer per dag herhalen.
- Bij de eerste keer schudden en bij het spreiden van wiersen 4 tot 6 km/h rijden bij 500 - 540 omwentelingen per minuut van de aftakas.
- Juiste afstelling van de schudder: bij lang gras een grote schudhoek, bij kort gras een kleine schudhoek.
- Bij de eerste keer schudden na maaien met een maaikneuzer niet sneller rijden dan 7 km/h.
- Afhankelijk van het drogestofgehalte van het gras wordt bij de tweede, derde, enzovoort keer schudden een snelheid van 6 - 10 km/h aanbevolen bij 450 - 540 omw./min.
- Naarmate het gewas droger is moet men minder intensief werken door het aftakstoerental te verlagen en/of een hogere versnelling te kiezen.

In tabel 4.10 is de capaciteit van verschillende werkbreedtes bij verschillende rijnsnelheden gegeven.

Tabel 4.10 Capaciteit (ha/uur) van schudders met verschillende werkbreedten bij verschillende rijnsnelheden

Rijnsnelheid (km/uur)	Werkbreedte (m)							
	3,0	3,6	4,8	5,4	6,0	6,6	7,2	8,4
5,0	1,3	1,5	2,0	2,3	2,6	2,8	3,1	3,6
5,5	1,4	1,7	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,9
6,0	1,5	1,8	2,4	2,8	3,1	3,4	3,7	4,3
6,5	1,7	2,0	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,6
7,0	1,8	2,1	2,9	3,2	3,6	3,9	4,3	5,0
8,0	1,9	2,2	3,1	3,4	3,8	4,1	4,6	5,3

Bron : Landbouwmechanisatie, IMAG-DLO

Harkmachines

Harkmachines moeten in staat zijn wiersen te maken die aan de volgende eisen voldoen:

- Regelmatig van vorm en niet in elkaar gedraaid (wordt mede bepaald door de eerste keer goed schudden);
- Niet verontreinigd met mest, stukjes zode of grond;
- Bij voorkeur afstemmen op de opraapparaatuur: bij een hakselaar grote wiersen en de wiersen op grote afstand in verband met de manoeuvreerruimte; bij een opraapwagen niet te brede wiersen in verband met de breedte van de pick-up.

Men heeft de keuze uit de volgende machines met bijbehorende werkbreedte (inclusief de breedte van het zwad):

- Cirkelharken met één of twee elementen, en een werkbreedte van 2,70 - 7,40 m. Sommige harken hebben een variabele werkbreedte. Dit is om de breedte van de dikte van de wiers te kunnen variëren. Door de hark een grotere werkbreedte te geven is het mogelijk om toch een volle wiers te maken (variabele werkbreedte, in verband met breedte van de wiers).
- Werktuigen met trommels, harkborden of een rondgaande ketting met meenemers met een werkbreedte van 5 - 6 m.
- Werktuigen met harkborden die worden aangedreven door aanraking met de grond met een werkbreedte van 2,5 - 4,5 m.

Om een hoge capaciteit te kunnen halen kan een dubbele hark worden ingezet. Deze werktuigen zijn duur. Wanneer een dubbele hark met zijafleg wordt gebruikt kan ook bij minder zwaar gewas een goede brede wiers worden gemaakt. Dit is vooral van belang wanneer de loonwerker met een hakselaar komt. Tabel 4.11 geeft een indruk van de capaciteit van harken bij verschillende werkbreedtes.

Tabel 4.11 Capaciteit (ha/uur) van harken met verschillende werkbreedten en bij verschillende rijsnelheden

Rijsnelheid (km/uur)	Werkbreedte (m)							
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0
4,0	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	2,0	2,4	2,7
6,0	1,5	1,8	2,0	2,3	2,6	3,1	3,6	4,1
8,0	2,1	2,4	2,7	3,1	3,4	4,1	4,8	5,4
10,0	2,6	3,0	3,4	3,8	4,3	5,1	6,0	6,8

Bron : Landbouwmechanisatie / IMAG-DLO

4.4.1 Inkuilen voorgedroogd gras

Werkmethode

Inkuilen van voorgedroogd gras kan de boer zelf doen of hij kan de loonwerker laten komen, waardoor hij zelf meer tijd heeft om het veldwerk goed af te ronden. In tabel 4.12 zijn de in-kuilmethoden genoemd.

Tabel 4.12 Inkuilmethoden

Inkuilmethode	Netto capaciteit (ha/uur)
Opraapsnij- of doseerwagen(s)	1 - 3
Zelfrijdende veldhakselaar	2 - 5
Grootpakpers	2 - 3
Oprolpers	1 - 1,5

Voor rijdend lossen op de kuil met een opraapsnij- of opraapdoseerwagen moet de bodemvrijheid van de opraper minstens 50 cm bedragen. Een nadeel hiervan is dat er lange op- en afritten en een zware trekker nodig zijn.

Bij rijkuilen en sleufsilos is van belang dat:

- De wageninhoud regelmatig over de gehele lengte wordt gelost en/of verdeeld;
- Eventueel twee wagens naast elkaar gelost kunnen worden (minder zijwaarts te verdelen);
- Het materiaal goed wordt verdeeld en vastgereden;
- De zijkanten van de rijkuil steeds worden ingehouden voor goed vastrijden en afdekken;
- Bij sleufsilos de kanten tegen de wand iets hoger worden gehouden om deze goed te kunnen vastrijden binnen de wanden;
- De kuil hoger kan worden opgezet bij gebruik van een grasvork met hydraulische afschuifbord;
- De trekker wordt voorzien van neusgewichten.

Kort gesneden materiaal van de opraapsnij- of opraapdoseerwagen laat zich gemakkelijk verdelen en vastrijden. Met name door het doseren worden natte plukken enigszins verdeeld, waardoor een homogener product ontstaat.

Hakselen

Hakselen heeft een nog betere homogeniserende werking, wat gunstig is voor de conservering: minder sporen van boterzuurbacteriën. Ook is het gras gemakkelijk en beter te verdichten. Een gehakseld product kan met alle werktuigen voor mechanisch voeren worden verwerkt.

Grootpakpers

Bij de grootpakpers wordt gebruik gemaakt van de pers zelf voor de werkzaamheden op het land en een laadschop met klauwvork voor laden, transporteren en stapelen. Grote pakken worden tot rechthoekige stapels opgestapeld en afgedekt met twee lagen plastic en zo mogelijk een beschermzeil of een laag grond of individueel gewikkeld in folie. Afzonderlijke stapels, die in 2 á 3 weken worden opgevoerd, hebben de voorkeur boven één grote stapel met plastic tussenschotten.

Voordelen van het grootpakperssysteem zijn:

- Per transport met twee wagens kan veel worden meegenomen;
- Bij grotere transportafstanden is het goedkoper dan andere systemen;
- Aanrijden van de kuil komt te vervallen, geen kantelgevaar;
- De capaciteit is hoog: 3 ha/uur bij 3 ton droge stof per hectare. Meestal is dit een tweemansmethode;
- Beperkte ruimte nodig voor opslag, stapelbaarheid en hoge dichtheid van de kuil;
- Inkuilen van kleine partijen is goed mogelijk;
- Uithalen van de pakken gaat sneller dan het snijden en uithalen met een kuilsnijvork.

Nadelen zijn:

- Het bewaarrisico is aanmerkelijk groter dan bij de rijkuil en sleufsilos. Het drogestofgehalte moet minimaal 45% zijn, omdat de pers geen homogeniserende werking heeft. Anders is er meer kans op boterzuurvorming;
- Nat materiaal moeilijk te verwerken;
- Stretchfolie (nog) niet recyclebaar.

Oprolpers

Met de introductie van persen met een snijrichting en van het wikkelen van de rondbalen in folie heeft de oprolpers zijn intrede gedaan bij het inkuilen.

Voordelen van een oprolpers met wikkelaar zijn:

- De pers is relatief licht en gunstig geprijsd;
- Het persen en wikkelen kan organisatorisch losgekoppeld worden van het transport;
- Het is gemakkelijk om kleine oppervlakten in te kuilen.

4.4.2 Zomerstalvoeding

Motieven voor het zowel 's nachts als overdag binnenhouden van de melkkoeien zijn:

- Intensiever gebruik van het grasland en geen beweidingsverliezen;
- Kunnen melken in de doorlooptmelkstal bij een minder goede verkaveling.

Aandachtspunten voor zomerstalvoeding zijn:

- Verontreiniging van het gras met grond moet voorkomen worden: geen molshopen, vlak land, goede afstelling maaier;
- Gewenste stopplengte in de zomer is 5 □ 6 cm en in de herfst 6 □ 7 cm;
- Insporing moet worden beperkt door juiste bandenkeuze (grote diameter en breedte) en lage bandenspanning (1 bar). De opraapwagens kan worden voorzien van een twee-assig onderstel;
- Maaier moet breder zijn dan de spoorbreedte van de combinatie.

Maaiparaatuur

Er is keuze tussen een dubbele messenbalk of een cirkelmaaier.

Bij een frontmaaier moet de maaibreedte 2,65 m zijn. In een werkgang maaien en laden vraagt een trekker van minimaal 60 kW. Zwadborden en/of -wielen aan de maaier brengen het gras op een smaller zwad. De trekkerwielen zullen het gras dan niet eerst vastrijden, voordat het door de opraapwagen wordt geladen.

Mogelijkheden voor het maaien en voeren van gras voor zomerstalvoeding:

- Maaien, daarna laden met opraap(snij)wagen, lossen op voergang. Met de hand verdelen;
- Idem, echter mechanisch verdelen met een verdeler;
- Maaien met frontmaaier en gelijktijdig laden met opraapdoseerwagen, doseren langs voerhek;
- Met maaikneuzer of maaikneushakselaar laden van voerdoseerwagen, doseren langs voerhek.

4.4.3 Oogst van snijmaïs

Bij het oogsten van de snijmaïs moet de korrel deeg- en harddeegrijp zijn: bij het knippen van korrels tussen duim en wijsvinger treedt geen vocht meer uit. Het drogestofgehalte van het geoogste product moet tenminste 25% bedragen. Dat wil zeggen dat het oogsttijdstip in de regel tussen eind september en eind oktober ligt. Voor een goede kwaliteit is de theoretische haksel-lengte belangrijk. Deze moet circa 6 mm zijn. Bij een drogestofgehalte hoger dan circa 30% is het zinvol om de harde maïskorrels extra te verkleinen.

De volgende voorzieningen in de hakselaar zijn hiervoor toepasbaar (afhankelijk van merk en type hakselaar):

- Een speciale korrelkneuzer
- Een geribde bodemplaat onder de messenkooi of in de werpblazer
- Slaglijsten achter de messen
- Een maalzeef om de messenkooi

De stoppellengete moet circa 15 cm zijn. Kortere geeft de kans op rommel en/of grond in de kuil. Een langere stoppel betekent verlies van product.

Zelfrijdende maïshakselaars

Bij zelfrijdende hakselaars komen verschillende typen voor. Er zijn hakselaars met een vier-, zes- of achtrijige maïsvoorzetsstuk. Ook een rij-onafhankelijk maïsvoorzetsstuk is mogelijk met een breedte van 1,80 tot 6,00 m. Invoersystemen voor hakselaars zijn:

- Ketting
- Ketting in combinatie met een horizontale vijzel
- Invoerrotors

Het snijmechanisme van hakselaars bestaat uit een messenkooi (aantal messen = 10,12 of meerdelig 40-56). Scherp geslepen messen en een goed afgesteld tegenmes zijn noodzakelijk voor een goede kwaliteit van het hakselen. Bij hakselen is een metaaldetector beslist noodzakelijk.

Aanbouwhakselaars

Bij de aanbouwhakselaars zijn er uitvoeringen voor één- of tweerijig hakselen (vooruitrijden) en twee-, drie- of vier-rijighakselen waarbij de trekker voorzien is van een achteruitrijrichting. Met sommige tweerijige machines kan zowel voor- als achteruit (omklappen) worden gereden. Snijmechanismen voor aanbouwhakselaars zijn een messenkooi of messenrad.

4.4 Ruwvoerverwerking

Werktuigen in de hefinrichting stellen hoge eisen aan de olieopbrengst en het hefvermogen van de trekker. Bij aanschaf van een kuiluihaalwerktuig moet hiermee terdege rekening worden gehouden. Voor het mechanisch verwerken van kuilvoer moet het gras bij het inkuilen kort gesneden of gehakseld zijn. Dit voorkomt wikkelen en stropen van het product. Er zijn veel kuiluihaal- en voersystemen. Zij worden in deze paragraaf besproken.

Kuilvoersnijvork

Kuilvoersnijvorken onderscheiden zich van elkaar door verschillende snijsystemen. We onderscheiden kuilvoersnijvorken met een verticaal snijdend mes en die met een horizontaal heen en weer gaand kartelmes, die aan drie zijden tegelijk snijdt (U-snijder). De U-snijder heeft in snijmaïs het voordeel dat een glad afgesneden snijvlak ontstaat (weinig afbrokkeling). Afbrokkelen en morsen (maïs) tijdens transport kan worden beperkt door een mechanisch of hydraulisch werkende beugel op het blok en door extra tanden in de kuilvoersnijder. Wanneer blokken worden gesneden of gezaagd blijft er aan de kuil gladde snijvlakken. Hierdoor zal er in de kuil minder snel broei ontstaan. Door het gewicht van kuilblok en kuilvoersnijder is het mogelijk dat de trekker gaat steigeren. Dit kan worden voorkomen door neusgewichten aan de trekker te bevestigen. Benodigde hefkracht: 1500 kg bij voordroogkuil en 2500 kg bij maïs en nat gras.

Bij het beoordelen van het hefvermogen van de trekker is de hefkracht door het gehele traject op 61 cm achter de kogelkoppen bepalend, behalve wanneer de voorwielen eerder dan bij maximale toegestane voorasbelasting gaan zweven.

Een dubbelwerkende hydraulische cilinder als topstang heeft voordelen bij:

- Het vlakstellen van de tanden van de kuilvoersnijder;
- Het losbreken van het blok kuilvoer;
- Het beperken van morsen door het blok tijdens transport naar voren te laten hellen;
- Het afzetten van het blok. Soms is een mechanische of hydraulische afschuifinrichting aanwezig.

Blokken blokkeren de voergang, waardoor het voeren van andere voersoorten met de trekker onmogelijk is. Voeren in handwerk wordt vaak als bezwaar gevoeld. De U-snijder kan worden uitgerust met een bovenlosser, waarmee alleen kort materiaal kan worden verwerkt. Als het voer niet in voorraad wordt gezet, moet de veehouder elke dag kuil uithalen. Dit kan een nadeel zijn. Als het voer wel in voorraad staat, moeten de blokken aan alle zijden circa 10 cm kleiner worden gesneden, zodat men de blokken naderhand weer in het raam van de U-snijder kan krijgen.

Kuilvoerblokverdeler

Een kuilvoerblokverdeler is een éénassige machine met aan de achterzijde een hydraulisch bediende laadklep en aan de voorzijde een opvoertransporteur of loswals(en) en een dwarsafvoerband. Hiermee worden vooraf gesneden blokken opgepakt en verdeeld voor de geiten. De in voorraad geplaatste blokken moeten op een verharde vlakke plaat staan om ze goed te kunnen opnemen. Een relatief lichte trekker is voldoende, omdat de machine op wielen staat. Een gecombineerde blokkendoseerwagen met een aangebouwde kuilvoersnijder is ook mogelijk.

Voerdoseerbak

Een voerdoseerbak is een werktuig in de hefinrichting van de trekker. Er is een hefvermogen nodig van 2000 kg. Het product wordt uit de kuil losgebroken en voor de geiten verdeeld. Met een voerdoseerbak kan geen voordroogkuil worden gevoerd. Het voeren van maïs, bostel, aard-appelvezels en krachtvoer gaat goed. De voergang moet wel leeg zijn omdat met de trekker voor de geiten langs gereden moet worden. De aandrijving is mechanisch of hydraulisch.

Voerdoseerbakken zijn er in typen met:

- Eén vijzel
- Eén vijzel en een verdeelhaspel (voorkomt brugvorming bij onder andere maïs)
- Twee vijzels (zowel links als rechts lossend)

Kuiluithaldoseerbak/kuilhapper

Een kuilithaldoseerbak is een werktuig in de hefinrichting van de trekker. Door middel van twee of drie dubbelwerkende hydraulische cilinders wordt een snijraam krachtig door de silage gedrukt en in de bak getrokken. De robuust gebouwde kuilhapper met een gesloten snijraam heeft een grote capaciteit. Onderhoud is minimaal, omdat er weinig bewegende delen zijn. Een inlegplaat in combinatie met een hydraulisch afschuifbord maakt het mogelijk om ook losse producten te laden. Vanuit de bak wordt het door een dwarsafvoerketting en verdeelwalsen voor de geiten gereden. De kuilithaldoseerbak heeft een inhoud van 1,5 - 2 m³. Het is een zwaar werktuig. Daarom is een trekker nodig met een minimum hefvermogen van 2400 kg. Omdat zowel de achterklep alsook het eventueel aanwezige zaagmes hydraulisch werken moet de olieopbrengst van de trekker minimaal 35 liter bedragen.

Kuilithaldoseerwagen

Een kuilithaldoseerwagen is een vergrootte versie van de kuilithaldoseerbak die op wielen is gezet. De werking is hetzelfde. Doordat het een getrokken werktuig is kan met een relatief lichte trekker worden gewerkt. Bij de meeste kuilithaldoseerwagens is de olievoorziening op het werktuig zelf aangebracht. Hierdoor hoeft de trekker alleen via de aftakas de oliepomp en eventueel de bodemketting aan te drijven. De inhouden variëren van 2,5 - 5 m³. Een kuilithaldoseerwagen is ook geschikt te maken voor losse producten.

Freesvoerwagen

Dit is een combinatie van een kuilvoerfrees en een voerwagen. Het is een getrokken machine en vraagt daardoor voor de aandrijving een relatief lichte trekker. De machine is geschikt voor gehakselde en gesneden producten.

Voerdoseerwagen

Bij de voerdoseerwagen bestaat de verwerking van het product uit het loswalsen door middel van een dwarsafvoerband aan de voorkant of achterkant van het werktuig. Een opraapdoseerwagen is ook bruikbaar, wanneer bij het inkuilen alle messen zijn gebruikt. Een nadeel van de opraapwagen is dat de dwarsafvoerband aan de achterkant van de machine zit. Hierdoor is er tijdens het voeren minder zicht op het werk. Voor het vullen van de voerdoseerwagen of de opraapwagen moet een apart laadwerktuig op het bedrijf aanwezig zijn. Dit laadwerktuig kan zijn:

- Hydraulische kraan
- Hydraulisch bediende kuilsnijvork aan voorlader (kuilhapper)
- Hydraulisch bediende kuilvoervork aan voorlader
- Achterop de wagen gebouwde hydraulische kraan (niet bij opraapdoseerwagen)
- Schranklader, wiellader of verreiker

Voermengwagen

Een voermengwagen mengt het voer tot een min of meer homogeen product. Hierdoor is het voor de geiten moeilijker om te selecteren. Wanneer eenmaal per dag wordt gevoerd is een wageninhoud van 1 m³ per acht B negen dieren voldoende.

Het benodigd vermogen voor aandrijving loopt uiteen van 4-6 kW per m³ inhoud, afhankelijk van de uitvoering. Een wagen met veel mesjes aan de vijzels vraagt meer vermogen dan een wagen met een menghaspel. De wageninhoud varieert van 4 tot 20 m³. Het mengen van gesneden kuilgras met alleen krachtvoer is niet mogelijk. Gesneden kuilgras en snijmaïs laten zich goed mengen in een verhouding van 50% - 50% op drogestofbasis. Voor het vullen van de voermengwagen moet gebruik worden gemaakt van laadapparatuur. Dezelfde laadapparatuur als genoemd bij de voerdoseerwagen komen hiervoor in aanmerking.

De meest gebruikte mengsystemen bestaan uit:

- Twee vijzels en een roersnijvleugel
- Twee snijdende vijzels en een roersnijvleugel
- Drie of vier snijdende vijzels
- Verticale vijzel(s)

Freesvoermengwagen

Dit is eenzelfde wagen als de voermengwagen, met dit verschil dat er voor het laden een frees of een zaagklep achterop is gebouwd voor het vullen. De freesvoermengwagen is daarom duurder dan de gewone voermengwagen, maar kan met één trekker worden geladen en gemengd.

Voermengcontainer/kuiluithaalmengbak

Voor bedrijven waarvoor een voermengwagen niet interessant is en toch gemengd willen voeren, is een voermengcontainer of kuiluithaalmengbak een optie. Er kunnen zowel gesneden ruwvoer als bijproducten tot een homogeen product gemengd worden. Het mengen geschiedt door een dwars in de bak geplaatste menghaspel of door twee horizontaal draaiende kettingen met mee-nemers.

Pakkenuithaal- en verdeelapparatuur

Voor het verwerken van ronde en vierkante balen kan vaak gebruikt worden gemaakt van de apparatuur die hiervoor reeds is beschreven. Specifiek ontwikkeld voor de verwerking van balen zijn onder andere balenklemmen, balensnijders en afwikkelapparatuur.

Laadwerktuigen

Om voerwagens en dergelijke te laden kunnen verschillende laadwerktuigen worden gebruikt:

- Hydraulische kraan
- Hydraulisch bediende kuilsnijvork aan voorlader (kuilhapper)
- Hydraulisch bediende kuilvoervork aan voorlader
- Achterop de wagen gebouwde hydraulische kraan (niet bij opraapdoseerwagen)
- Schranklader, wiellader of verreicher

4.6 Weeginstallaties

We kunnen vier verschillende typen weeginstallaties onderscheiden:

- Elektronische driepuntswegers
- Weegstang
- Hydraulisch weegmechanisme
- Weegsensoren op het werktuig

De keuze voor een bepaald mechanisme is afhankelijk van de gewenste nauwkeurigheid en benodigde mogelijkheden. Wil men bijvoorbeeld alleen maar voer wegen, of ook nog andere producten en/of dieren. Daarnaast speelt de hoogte van de investering vanzelfsprekend ook een rol.

Elektronische driepuntswegers

Diverse fabrikanten leveren driepuntswegers. Deze weeginstallatie hangt in de hef van de trekker. Het werktuig wordt met behulp van een bok aan de weeginstallatie gehangen. Dit bevestigingssysteem maakt het eenvoudig om van werktuig te wisselen, wanneer aan het volgende aan te koppelen werktuig ook een passende bok zit. Het gewicht van het werktuig leest u af op een display in de trekker. De elektronische driepuntsweger werkt het nauwkeurigst van alle weeginstallaties.

Weegstang

De weegstang zit altijd vast aan het werktuig. U kunt deze weeginstallatie dus maar voor één werktuig gebruiken. Het nadeel van de weegstang is, dat hij maar op twee punten weegt. Als de stand van de topstang afwijkend is van de stand bij het ijkken, ontstaan er weegfouten. Via een display is het gewicht af te lezen. De investering voor een weegstang ligt lager dan voor een driepuntsweger.

Hydraulisch weegmechanisme

De werking van een hydraulisch weegsysteem berust op het meten van de oliedruk in een cilinder. Door de gemeten druk te vertalen in kilogrammen kan de gebruiker het gewicht eenvoudig bepalen. Deze methode van wegen is redelijk nauwkeurig, maar de kans op weegfouten is vrij groot. De investering is relatief laag.

Weegsensoren op het werktuig

Op de meeste voerapparatuur zijn weegsensoren op het werktuig verkrijgbaar. De bak van het werktuig steunt dan op weegpennen. De gewichtsbepaling van de inhoud van de bak is nauwkeurig. De investering ligt in dezelfde orde van grootte als voor de driepuntsweginstallatie.

4.7 Loonwerk of eigen mechanisatie

Op het moment dat een werktuig aan vervanging toe is, is het verstandig om u af te vragen het werk door de loonwerker te laten uitvoeren of dat u een nieuw werktuig aanschaft.

Kosten van werktuigen

De jaarlijkse kosten van een machine of werktuig bestaan uit:

- Afschrijvingskosten
- Rentekosten
- Kosten voor onderhoud en verzekering

Afschrijvingskosten

De afschrijvingskosten drukken de jaarlijkse waardevermindering van het werktuig uit. In de landbouw kent men twee verschillende methodes om af te schrijven:

- Met een vast percentage van de aankoopprijs (of vervangingswaarde);
- Met een vast percentage van de boekwaarde (= de waarde waarvoor het werktuig in de boekhouding staat).

In principe maakt het niet uit voor welke methode u kiest, maar als u eenmaal gekozen heeft voor een methode mag u daar niet zomaar van afwijken. De hoogte van de afschrijving wordt bepaald door de levensduur en de restwaarde. De levensduur is de tijd totdat de machine versleten is of de tijd totdat u een nieuwe machine koopt. De levensduur is gebaseerd op verwachting en ervaring uit het verleden. Met de restwaarde houden we rekening omdat de meeste machines een inruilwaarde hebben. In tabel 4.13 leest u welke afschrijvingspercentages bij welke levensduur horen, uitgaande van afschrijving met een vast percentage van de aanschafwaarde en een restwaarde van 10%.

Tabel 4.13 Afschrijvingspercentages in relatie tot de levensduur, uitgaande van een restwaarde van 10% van de vervangingswaarde

Levensduur (jaren)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Afschrijving in % van de VVV	18,0	15,0	12,9	11,3	10,0	9,0	8,2	7,5	6,9	6,4	6,0

De kosten voor afschrijving berekent u door de vervangingswaarde te vermenigvuldigen met het afschrijvingspercentage.

Voorbeeld

Een landbouwwagen heeft een vervangingswaarde van f 5.500,-.

U verwacht dat de restwaarde f 550,- is en dat de wagen tien jaar meegaat. De jaarlijkse afschrijving van deze landbouwwagen is dan $f 5.500,- \times 9\% = f 495,-$.

Rentekosten

De rentekosten zijn een vergoeding voor het geïnvesteerde kapitaal. Wanneer u het geld niet in een werktuig investeert, maar op de bank zet, ontvangt u ook rente. De jaarlijkse rentekosten berekenen we over het gemiddeld geïnvesteerde vermogen. Het zou niet terecht zijn om de rentekosten te berekenen over het volledig geïnvesteerde vermogen, omdat de waarde van het werktuig, en dus ook voor het geïnvesteerde vermogen, lager wordt in de loop der jaren. Het gemiddeld geïnvesteerd vermogen berekent u als volgt: (aanschafwaarde + restwaarde) : 2

Als de restwaarde 10% is, kunt u het gemiddeld geïnvesteerd vermogen als volgt in procenten uitdrukken: $(100 + 10) : 2 = 55\%$.

Door dit percentage met de vervangingswaarde te vermenigvuldigen, krijgt u het gemiddeld geïnvesteerd vermogen.

Onderhoud en verzekering

De kosten voor onderhoud en verzekering worden in het algemeen vastgesteld op een vast percentage. Uiteraard wisselen de kosten van onderhoud sterk per situatie en per werktuig. Aan een trekker heeft u doorgaans meer onderhoudskosten dan aan bijvoorbeeld een harkkeerder. Denk daarom altijd kritisch na over de hoogte van het bedrag voor onderhoud en verzekering.

Nu we weten hoe we de jaarlijkse kosten van werktuigen kunnen bepalen, is het mogelijk om de afweging te maken voor eigen mechanisatie of loonwerk. Bij de afweging hiervan gaat het om de vraag wat goedkoper is: de jaarlijkse kosten van het eigen werktuig per ha of de kosten van de loonwerker.

Voorbeeld

Een geitenhouder heeft 7,5 ha grasland. Hij maait gemiddeld vier snedes per jaar. Zijn cirkelmaaier is aan vervanging toe. Hij vraagt zich af of hij een andere cirkelmaaier zal aanschaffen of dat hij voortaan de loonwerker laat komen. In de onderstaande tabel ziet u welke opties hij heeft en wat de kosten hiervan zijn.

Tabel 4.14 Kosten per ha van een nieuwe cirkelmaaier, een 2e hands cirkelmaaier en bij maaien in loonwerk

Werktuig	Investering	Totaal jaarlijkse kosten	Kosten per ha	
			Bij 7,5 ha	Bij 12 ha
Cirkelmaaier, 2,40 breed, nieuw	15.000	2.790	93,00	58,13
Cirkelmaaier, 2,40 m breed, 2 ^e hands	6.500	1.985	66,15	41,34
Maaien door loonwerker	0	0	60,00	60,00

Zoals u in tabel 4.14 ziet, kan de geitenhouder bij zijn huidige areaal grasland beter de loonwerker laten maaien, want zelfs bij aanschaf van een tweedehands cirkelmaaier is hij duurder uit.

Stel dat de geitenhouder 12 ha grasland heeft, in dat geval kan hij beter een andere cirkelmaaier kopen, want de jaarlijkse kosten zijn dan lager dan de kosten van de loonwerker.

4.8 Verkeersvoorschriften

Landbouwtrekkers en rijdende werktuigen (zoals hakselaars en maaidorsers bijvoorbeeld) zijn volgens Artikel 1 van de Wegenverkeerswet motorvoertuigen of motorvoertuigen met beperkte snelheid en moeten voldoen aan de eisen die de wet aan motorrijtuigen stelt. Volgens het Voertuigreglement, behorend bij de Wegenverkeerswet van 1994 is een landbouwtrekker een motor-voertuig met twee of meer assen, voornamelijk bestemd voor tractiedoeleinden. Rijdende werktuigen vallen onder de categorie 'motorvoertuigen met beperkte snelheid'. Verkeersregels voor de landbouw zijn vastgelegd in de Wegenverkeerswet (1994), het Reglement Verkeersregels en Verkeerstekens (RVV 1991) en het Voertuigreglement (WVR, 1995).

Vrijstelling gebruik landbouwmotorvoertuigen

Hoewel trekkers en zelfrijdende landbouwmachines volgens de wet behoren tot de categorie motorvoertuigen, zijn ze als bijzondere motorvoertuigen vrijgesteld van vele eisen waaraan personen- en vrachtauto's moeten voldoen. Dit geldt ook voor het gebruik van omgebouwde vrachtauto's in de landbouw. Een boer mag een trekker niet gebruiken voor niet-landbouwdoeleinden, zoals het transporteren van huisraad. Loonwerkers mogen met trekkers en werktuigen over de weg om in opdracht van een landbouwer landbouwwerkzaamheden te verrichten. An-dere bedrijven mogen echter op de weg geen gebruik maken van landbouwtrekkers, zoals leveranciers van kunstmest en mengvoer.

Maximumsnelheid

Met een trekker of een rijdend werktuig mag maximaal 25 km per uur worden gereden. Aanhangwagens moeten dan wel zijn voorzien van bruikbare remmen (behalve eenassige wagentjes die, inclusief leeggewicht, een laadvermogen hebben van 750 kg). Verder moeten trekkers, wagens en machines zijn voorzien van luchtbanden.

Remmen

Trekkers en zelfrijdende machines moeten zijn voorzien van remmen op de wielen van de aan-gedreven as. Op een droge, horizontale weg moet de remvertraging 2,4 m/s² zijn. Dit geldt ook voor de trekker met aanhangers. Aanhangwagens met een massa van meer dan 750 kg moeten met ingang van 1 januari 2005 ook een goedwerkende bedrijfsrem hebben. Aanhangwagens met een massa van 3500 kg moeten zijn voorzien van een goed werkende bedrijfsrem, die gekoppeld is aan de rem van het trekkende voertuig.

Massa, aslast en wiolduk

Voor motorvoertuigen worden eisen gesteld aan de totale massa:

- Trekker: maximaal 14.000 kg
- Motorvoertuig met beperkte snelheid: maximaal 50.000 kg
- Trekker met één of twee aanhangwagens: maximaal 50.000 kg

Ook worden voor voertuigen eisen gesteld aan de aslasten:

- Trekker: maximaal 10.000 kg per as
- Bestuurde as van een trekker: minimaal 20% van de lege massa
- Bestuurde as voertuig met beperkte snelheid: minimaal 20% van de lege massa

De maximale aslast is voor de wet bepalend. Soms gelden ook noch maximale wiellasten:

- Rijdend werktuig op verharde weg: maximale 6000 kg wiellast
- Aanhangwagen op verharde weg: maximaal 5000 kg wiellast
- Trekker op onverharde weg: maximaal 2400 kg wiellast
- Rijdend werktuig op onverharde weg: maximaal 2400 kg wiellast

Dubbellucht geldt als één wiel.

Afmetingen bij machines en werktuigen

Trekkers en rijdende werktuigen mogen met inbegrip van de lading (dus geen aanhangers):

- Niet hoger zijn dan 4 m
- Niet breder zijn dan 3 m
- Niet langer zijn dan 12 m

Wel geldt voor rijdende werktuigen dat ze niet breder mogen zijn dan voor de praktische bruikbaarheid noodzakelijk is.

Aanhangwagens in de landbouw mogen met inbegrip van de lading:

- Niet hoger zijn dan 4 m
- Niet langer zijn dan 12 m
- Niet breder zijn dan 3 m
- Niet breder dan 3,5 m zijn bij transport van los veldgewas

De maximale lengte van een combinatie van trekker of rijdend werktuig met aanhangwagen(s) mag maximaal 18 m zijn. Voor langere of bredere combinaties is ontheffing nodig. Wordt deze verstrekt, dan is het voeren van een geel zwaailicht verplicht.

Lange en uitstekende lading

In principe mag een lading niet meer dan 1 m achter het voertuig uitsteken. Ten opzichte van de achterste as mag de lading niet meer dan 5 m uitsteken. De lading mag ook niet aan de voorzijde van trekkers en aanhangwagens uitsteken. Uitstekende ondeelbare lading moet worden gemarkeerd met een vierkant bord met schuine witte en fluoriserende rode strepen. Bovendien moet in het donker aan de naar achteren uitstekende lading een rode lamp worden bevestigd.

Spiegels en richtingaanwijzers

Trekkers moeten een linker buitenspiegel en knipperende richtingaanwijzers hebben. Motorvoertuigen met beperkte snelheid en een gesloten cabine moeten ook een rechter spiegel hebben. Bij een lengte van meer dan 6 m is ook nog een trottoirspiegel verplicht.

Verlichting

Landbouwtrekkers moeten voorzien zijn van de volgende verlichting:

Achterzijde: twee rode achterlichten
twee rode remlichten
twee rode reflectoren (niet driehoekig)
twee gele richtingaanwijzers
één rode reflector als afgeknotte driehoek

Voorzijde: twee gele/witte stadslichten
twee gele/witte dimlichten
twee gele richtingaanwijzers

Voor motorvoertuigen met beperkte snelheid geldt tevens:

zijrichtingaanwijzers
gele reflectoren aan de zijkant

Aanhangwagens moeten aan de achterzijde voorzien zijn van:

twee rode/gele richtingaanwijzers
twee rode/gele remlichten
twee rode achterlichten
twee rode driehoekige reflectoren
één rode reflector als afgeknotte driehoek

Daarnaast is het verplicht voor aanhangers dat zij voorzien zijn van:

twee witte stadslichten aan de voorzijde als het voertuig breder is dan 1,6 m
twee witte reflectoren aan de voorzijde
niet-driehoekige gele zijreflectoren
markeringslichten als het voertuig breder is dan 2,1 m

NB: In gevaarlijke situaties moet een geel zwaailicht gebruikt worden.

Ontheffingen aanvragen

Als men niet kan voldoen aan de voorschriften van de breedte, wieldruk en dergelijke, kunnen ontheffingen worden aangevraagd bij de wegbeheerder. Voor rijkswegen is dit de Rijksdienst voor het Wegverkeer, voor provinciale wegen bij Gedeputeerde Staten van de provincie en voor de overige wegen bij Burgemeester en Wethouders van de betreffende gemeente. Bij ontheffing is het voeren van een geel zwaailicht verplicht.