

10 Bedrijfsgebouwen

10.1	Bouwvoorbereidingen	10-3
10.1.1	Omgevingsvergunning	10-3
10.1.2	Bouwbegeleiding	10-5
10.2	Bouwmaterialen.....	10-5
10.2.1	Hout.....	10-5
10.2.2	Plaatmateriaal	10-6
10.2.3	Steenachtige materialen.....	10-6
10.2.4	Beton	10-8
10.2.5	Isolatie	10-11
10.3	Voeropslag.....	10-12
10.3.1	Kuilplaten	10-12
10.3.2	Sleufsilos	10-13
10.3.3	Repareren van aangetaste betonvloeren	10-13
10.3.4	Opslag van krachtvoer	10-13
10.4	Verhardingen	10-14
10.4.1	Toegangsweg en erfverharding.....	10-14
10.4.2	Bedrijfsweg	10-15
10.4.3	Reinigingsplaats voor werktuigen/veewagens	10-15
10.5	Mestopslag	10-15
10.5.1	Beklede grondput.....	10-17
10.5.2	Mestkelder	10-17
10.5.3	Bovengrondse silo	10-18
10.5.4	Mestzak	10-18
10.5.5	Afdekkingen	10-19
10.5.6	Opslag van vaste mest.....	10-19
10.6	Huisvesting van melkvee.....	10-20
10.6.1	Ligboxenstal	10-20
10.6.2	Bijruimten.....	10-22
10.6.3	Potstal	10-23
10.6.4	Hellingstal.....	10-23
10.6.5	Ammoniakemissie	10-23
10.7	Onderzoek huisvesting melkvee	10-24
10.7.1	Moderne huisvesting melkvee	10-24
10.7.2	Schuimvorming op mest.....	10-24
10.7.3	Vrijloopstallen.....	10-25
10.7.4	Effect mestmixen op emissies	10-25
10.7.5	Effect mestschuiven en spoelen op ammoniakemissie	10-26
10.7.6	Sturen op mestkwaliteit	10-26
10.7.7	Mestscheiding in melkveestallen	10-27
10.8	Huisvesting van jongvee	10-27
10.9	Alternatieve dakconstructies.....	10-28
10.10	Ventilatie en verlichting	10-29
10.10.1	Natuurlijke ventilatie.....	10-29
10.10.2	Mechanische ventilatie	10-30
10.10.3	Verlichting.....	10-31
10.11	Watervoorziening.....	10-32
10.12	Maatlat duurzame melkveehouderij	10-33

Dit hoofdstuk beschrijft als eerste de wetgeving waaraan voldaan moet worden bij het bouwen of verbouwen van agrarische gebouwen. In de volgende paragraaf volgt een opsomming van diverse bouwmaterialen. Naast de bouw van verschillende typen stallen met mestopslagen onder of buiten het gebouw, zijn ook voeropslagen en infrastructuur nodig op een agrarisch bedrijf. Voor de koe is licht en frisse lucht erg belangrijk, dit hoeft niet ten koste van de financiën te gaan. Een afwijkende dakconstructie kan hier misschien uitkomst bieden. En als laatste komt de vochtvoorziening van het dier aan bod.

10.1 Bouwvoorbereidingen

10.1.1 Omgevingsvergunning

Met de omgevingsvergunning is de aanvraag voor vergunningen om te kunnen bouwen simpeler geworden. Voorheen moest u nog voor verschillende vergunningen, zoals bouwvergunningen en milieuvergunningen, bij verschillende overheidsinstanties zijn. Al die vergunningen zijn gebundeld in één vergunning: de omgevingsvergunning.

De vergunningen voor bouwen, wonen, monumenten, ruimte, natuur en milieu zijn opgenomen in de omgevingsvergunning. Dat zijn onder andere de:

- milieuvergunningen;
- bouwvergunningen;
- sloopvergunningen;
- monumentenvergunning;
- huisvestingsvergunning;
- gebruiksvergunning;
- afvalbeschikking.

In de omgevingsvergunning zijn ook wetten gebundeld van verschillende ministeries en verordeningen van provincies, gemeenten en waterschappen. Naast de verschillende vergunningen zijn ook de ontheffingen en andere zogenaamde toestemmingsvereisten (zaken die in orde moeten zijn voor u kunt verbouwen) zo veel mogelijk samengevoegd in de omgevingsvergunning. Ook voor het in beroep gaan tegen een besluit over de vergunningverlening geldt één beroepsprocedure. Alle aanvragen dient u in bij één loket. Het loket is meestal bij de gemeente, omdat de plaats van de activiteit waarvoor een vergunning wordt aangevraagd bepalend is. In sommige gevallen kan de provincie het bevoegd gezag zijn. De wet die invoering van de omgevingsvergunning regelt, heet de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo). Bij een uitgebreid project komen vaak meerdere aspecten om de hoek kijken. Daarbij valt te denken aan slopen, bomen kappen, bouwen buiten het bouwblok van het bestemmingsplan, milieuwetgeving, de Natuurbeschermingswet en het aanvragen van het onderdeel bouw.

Voor meer informatie over de omgevingsvergunning kunt u terecht bij uw eigen gemeente.

Bedrijfsmatig dieren houden

Om bedrijfsmatig dieren te houden, moet men een omgevingsvergunning bezitten. Deze vergunning kan men aanvragen bij het bevoegd gezag.

Het bevoegd gezag beoordeelt de aanvraag en toetst daarbij aan een aantal milieuriichtlijnen en -wetten en algemene maatregelen van bestuur die betrekking hebben op bescherming van het milieu en die van toepassing zijn op de landbouw. Hierbij geldt de eis om de Best Beschikbare Technieken (BBT) toe te passen. Dit houdt in dat de grootst mogelijke bescherming moet worden geboden, tenzij dat redelijkerwijs niet kan.

Onderdelen van een omgevingsvergunning zijn onder andere:

- ammoniakemissie berekend aan de hand van aantal dieren en stalsysteem. Bedrijven moeten daarbij voldoen aan 'Besluit emissiearme huisvesting' en de IPPC-beleidslijn;
- geuremissie berekend aan de hand van aantal dieren, stalsysteem, vastgestelde geurnormen en in de omgeving aanwezige gevoelige objecten. Aan de hand van modelberekeningen met V-stacks dient de geurhinder op de gevoelige objecten te worden bepaald;
- bijdrage aan concentratie fijn stof op plaatsen waar personen kunnen verblijven;
- geluidshinder: een akoestisch onderzoek waarin aan de hand van de aanwezige geluidsbronnen wordt bepaald of er geen sprake is van overschrijding van de geluidsnormen;

Deze onderdelen zijn dwingend vastgelegd in regelgeving. Ook wordt aandacht besteed aan het voorkomen van last door ongedierte en bodemverontreiniging en aan het terugdringen van energie- en grondstoffengebruik en beperking van afvalstromen. Om dit te monitoren moet bijvoorbeeld het gebruik van aardgas, elektriciteit en water worden bijgehouden. In een aantal gevallen zal een milieueffectrapport (MER) moeten worden opgesteld.

Voor activiteiten die mogelijk schadelijk zijn voor beschermde natuur is soms ook een natuurbeschermingswetvergunning nodig (Nb-wetvergunning). Toegestane activiteiten hangen af van de effecten op de stikstofdepositie op (zeer) kwetsbare natuur. Dat moet inzichtelijk gemaakt worden aan de hand van modelberekeningen. De provincie is bevoegd gezag voor de Nb-wet. Meer informatie over de Omgevingsvergunning en de Nb-wetvergunning is te vinden op de site van [Kenniscentrum InfoMil](#).

Procedure aanvraag

De aanvraag van een omgevingsvergunning gaat via het 'Omgevingsloket online' (www.omgevingsloket.nl). Het is een instrument om digitaal vergunningaanvragen te kunnen indienen en behandelen. Ook kan met Omgevingsloket online een vergunningcheck worden gedaan om te zien of een vergunning of melding nodig is.

De aanvraag geschiedt aan de gemeente. Het tijdspad van de vergunningverlening is afhankelijk van de omvang en complexiteit van het project. Soms kan worden volstaan met de korte procedure als er bijvoorbeeld geen grote ingrijpende wijzigingen zijn en geen verandering van emissies met een nadelig effect op de omgeving zijn te verwachten. Tijdens deze procedure is geen ter inzageprocedure nodig, waardoor de doorlooptijd beperkt kan blijven tot maximaal 8 weken.

Als er grote ingrijpende veranderingen gepland zijn zoals bijvoorbeeld een uitbreiding in het aantal dieren, is de uitgebreide procedure van toepassing. Vanwege de inspraakmogelijkheden die moeten worden geboden duurt deze procedure 26 weken en kan eenmalig worden verlengd met 6 weken tot maximaal 32 weken.

Gaat u een bedrijf beginnen of veranderen dat mogelijk het milieu belast? Dan heeft u misschien een omgevingsvergunning voor milieu nodig. Op www.aimonline.nl, de Activiteitenbesluit Internet Module (AIM), kunt u nagaan of u een milieuvergunning nodig heeft of een melding Activiteitenbesluit moet doen. Verder kunt u met de module:

- inzicht krijgen in milieuregels en maatregelen;
- checken welke vergunning u nodig heeft (omgevingsvergunning milieu, omgevingsvergunning beperkte milieutoets, watervergunning, watermelding en/of online een melding Activiteitenbesluit indienen).

Meer informatie is te vinden op de site van [Kenniscentrum InfoMil](http:// Kenniscentrum InfoMil).

Intrekken van vergunning

Gemeentes mogen een vergunning intrekken bij de volgende situaties:

- indien in de afgelopen 3 jaar geen gebruik is gemaakt van de vergunning;
- als het bedrijf is beëindigd;
- bij onacceptabele milieuschade.

Wanneer is de provincie bevoegd gezag?

Voor IPPC-bedrijven geldt dat bij opslag van meer dan 1.000 m³ aan van buiten de inrichting afkomstige afvalstoffen, het verbruiken van meer dan 15.000 ton aan afvalproducten per jaar, of bij het mengen / thermisch behandelen van buiten de inrichting afkomstige afvalstoffen niet de gemeente, maar de provincie het bevoegd gezag is. Ook bij het verbranden van afvalstoffen van buiten de inrichting is de provincie het bevoegd gezag. Voor niet IPPC-bedrijven moet de gemeente een verklaring van geen bedenkingen vragen aan de provincie.

Mestverwerkingsinstallaties

Mestverwerking valt onder de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) en is een vergunningplichtige activiteit. Voor de vergunningsverlening hiervan is de Richtlijn mestverwerkingsinstallaties opgesteld (www.infomil.nl). Deze richtlijn bevat het toetsingskader voor kleinschalige centrale mestverwerkingsinstallaties en installaties op boerderijniveau. De Richtlijn geeft een definitie van mestbewerking en mestverwerking. Dit onderscheid is van belang, omdat het beoordelingskader voor mestverwerking en mestbewerking verschillend is. Mestverwerking valt onder de Richtlijn, mestbewerking niet; hierop is de Wabo van toepassing.

Programma Aanpak Stikstof

In het (voormalig) Programma Aanpak Stikstof (PAS) werkten overheden, natuurorganisaties en ondernemers samen aan ruimte voor economische ontwikkelingen, sterkere natuur en minder stikstof gebruik.

In de Wet natuurbescherming staat, dat nieuwe economische activiteiten of uitbreidingen van bestaande activiteiten moeten worden getoetst op hun effect op Natura 2000-gebieden. Economische activiteiten kunnen leiden tot een verhoging van de hoeveelheid stikstof in natuurgebieden. Sommige beschermde plantensoorten groeien alleen in voedselarme omstandigheden. Stikstof zorgt voor voedselrijkere grond, waardoor deze beschermde soorten kunnen verdwijnen en ook de diversiteit van plantensoorten achteruitgaat. Hierdoor is er lange tijd vaak geen toestemming gegeven om in de buurt van Natura 2000-gebieden iets te ondernemen wat stikstof veroorzaakt.

Op landelijk niveau daalt de neerslag van stikstof al langere tijd, maar het was moeilijk te bewijzen dat een afzonderlijke activiteit geen kwaad kan voor de natuur. Daarom zijn er aanbevelingen gedaan om dit probleem op te lossen met een programmatische benadering. Hieruit ontstond het PAS, dat op 1 juli 2015 van start is gegaan.

Als een activiteit op basis van het PAS toestemming krijgt, betekent dit dat de activiteit de natuur in het betreffende Natura 2000-gebied niet bedreigt. De initiatiefnemer hoeft dan geen aanvullende onderbouwing te geven. Een ander voordeel van het PAS is dat er minder administratieve lasten zijn.

Op 29 mei 2019 heeft de Raad van State geoordeeld dat het [PAS niet als basis voor toestemming voor activiteiten mag worden gebruikt](#). Actuele informatie over het PAS kunt u vinden op www.bij12.nl/actueel/nieuws.

10.1.2 Bouwbegeleiding

Ingrijpende verbouwingen en nieuwbouw vragen hoge investeringen. De voorbereiding moet daarom zorgvuldig gebeuren. Voordat een aannemer een bouwopdracht krijgt, moet de stal op papier volledig zijn uitgewerkt. Ook is een vrijblijvende begroting vereist. Bouwen is bij grotere projecten in de landbouw een ingrijpend en veelomvattend proces, waarbij professionele bouwbegeleiding noodzakelijk is geworden. Een professionele bouwbegeleider is deskundig op vele terreinen, zowel op landbouwkundig als op bouwkundig gebied. Denk ook aan een bedrijfseconomische begroting: hiervoor kunnen plannersmakers terecht bij de accountantsbureaus.

Een bouwbegeleider kan zijn:

- Een agrarisch architectenbureau.
- Een team van de eigen landbouworganisatie.
- Het bouw- en adviesbureau.
- Een adviesbureau van een veevoederfirma.

Behalve volledige tekeningen is een goed bestek noodzakelijk. In een bestek wordt het te bouwen project beschreven, evenals de voorwaarden hierbij van toepassing zijn (bijvoorbeeld Uniforme Administratieve Voorwaarden 1989). In de werkbeschrijving moeten alle werkzaamheden beschreven staan, van peil uitzetten tot elektrische installatie. Zo is voor veehouder en aannemer duidelijk wat en hoe er gebouwd wordt en wie waarvoor verantwoordelijk is. Tevens worden in een bestek de kwaliteitseisen vastgelegd.

10.2 Bouwmaterialen

In deze paragraaf worden de meest gebruikte bouwmaterialen onder de loep genomen. Per materiaal is er aandacht voor afmetingen en kenmerken.

10.2.1 Hout

De meest gebruikte houtsoort is Europees naaldhout, zoals vuren en grenen. Voor speciale toepassingen gebruikt men soms (tropisch) hardhout. Naaldhout wordt in standaardmaten gezaagd, zowel in dikte als in lengte. Daarnaast is er ongeschaafd en geschaafd hout in gebruik. Een geschaafde balk is altijd 4 mm (2 x 2 mm) dunner dan een ongeschaafde balk. Hout is leverbaar in standaardlengten vanaf 180 cm tot 600 cm, opklimmend in stappen van 30 cm. Tabel 10.1 geeft een overzicht van de belangrijkste maten van ongeschaafd en geschaafd Europees naaldhout. In het kader van duurzaam bouwen kunnen veehouders gebruik maken van duurzaam geproduceerd hout met het [FSC-keurmerk](#).

Tabel 10.1 Standaardmaten van ongeschaafd en (geschaafd) Europees naaldhout¹

Dikte (mm)	Breedte (mm)										
	38 (34)	50 (45)	63 (58)	75 (70)	100 (95)	125 (120)	150 (145)	160 (156)	175 (170)	200 (195)	225 (220)
16 (12)					X	X					
19 (15)					X	X					
22 (18,5)					X	X	X		X	X	
25 (21)						X					
32 (28)	H	H		H	X	X	X		X	X	X
38 (34)		H			X	X	X		X	X	X
44 (40)		H		H	X	X	X		X	X	X
50 (44)		H	H	H	X	X	X		X	X	X
63 (58)			H	H	X	X	X	X	X	X	X
75 (70)				H	X	X	X		X	X	X
95 (90)					X	X	X				
100 (95)					X	X	X			X	X

Bron: [Naaldhout in de bouw](#)

¹ H= Herzaagmaat; X= Gangbare handelsmaat

10.2.2 Plaatmateriaal

Veel hout wordt verwerkt tot plaatmateriaal. De hardheid van de platen hangt af van de houtsoort en de verwerking, en varieert van zacht tot watervast en zeer hard. Ook kan hout worden gecombineerd met kunststoffen. Daarnaast zijn gegolfde platen leverbaar van verschillende materialen.

Vlakke platen

Tabel 10.2 geeft een overzicht van de meest gebruikte vlakke plaatmaterialen met de standaardafmetingen.

Tabel 10.2 Overzicht van vlakke plaatmaterialen

Materiaal	Breedte x lengte (cm)			Dikte (mm)
Vezelboard	124 x 252	124 x 307		6 - 8 - 10
Vezelcement	125 x 250	125 x 305	120 x 240	10 - 12 - 16 - 18 - 22
Hardboard	122 x 061 tot	122 x 366	(oplopend met 30,5 cm)	3,2 - 5
Superhardboard	120 x 244	120 x 274	122 x 305	2,5 - 3,2 - 4,8
Multiplex	122 x 244	122 x 250	122 x 305	6 - 8 - 10 - 12,5 - 16
	153 x 244	153 x 274	153 x 305	19 - 22 - 25 - 28 - 32 - 36
Betontriplex	122 x 250			4 - 12 - 15 - 18
Reko-board glad	150 x 300			6 - 9 - 12 - 15 - 18
Idem geprofileerd	122 x 244			6 - 9 - 12
Trespa Volkern	128 x 305	186 x 255	162 x 305	2 tot 30
	153 x 305	186 x 275		

Gegolfde platen

Golfplaten worden veel gebruikt voor dakbedekking en gevelbekleding. De belangrijkste gegolfde platen en maten zijn:

- *Vezelcement*. Werkende breedte van 1.050 mm. Golfhoogte 51 mm. Plaatdikte 6,5 mm. Standaardlengten: 1.220, 1.520, 1.830, 2.135, 2.440 en 3.050 mm. Vezelcement golfplaten wegen ongeveer 17 kg per vierkante meter. Leg deze platen volgens voorschrift van de fabrikant.
- *Aluminium*. Verkrijgbaar in vele profielsoorten. Werkende breedte is 750, 900 en 1.000 mm. De platen zijn verkrijgbaar tot maximaal 11 meter lengte. De dikte varieert van 0,5 tot 1,2 mm bij een soortelijk gewicht van 1,7 tot 4,8 kg per vierkante meter. Niet in contact brengen met metselspecie, onbehandeld staal, koper of lood in verband met aantasting.
- *Staal*. Leverbaar in veel golfprofielen en in dakpanprofielen. Gangbare plaatbreedten zijn 700, 800, 900 en 1000 mm. Staalplaten zijn verkrijgbaar tot lengten van 12 meter. De platen zijn, al of niet verzinkt, in diverse kleuren en coatings verkrijgbaar.
- *Kunststof*. Voor vezelcement, aluminium en stalen golfplaten zijn bijpassende kunststofplaten verkrijgbaar. Gewapende polyesterplaten zijn sterk, maar verkleuren snel. PVC-platen blijven helder, maar zijn minder sterk en zetten meer uit. Polycarbonaat wordt veel gebruikt als dubbelwandige gegolfde plaat.

10.2.3 Steenachtige materialen

Baksteen en beton zijn geschikte materialen voor het bouwen van bedrijfsruimten.

Baksteen

Het buitenblad van een buitenmuur wordt meestal gemetseld met bakstenen. Deze zijn verkrijgbaar in vele soorten wat betreft maat, hardheid, vorm en kleur. Baksteen wordt op monster gekocht. Voor binnenbladen, binnenmuren en keldermuren zijn meestal andere steensoorten in gebruik, zoals kalkzandsteen of betonsteen. Om een relatief hoge isolatiewaarde te bereiken gebruiken bouwers soms gasbeton.

Maten van stenen worden vaak aangeduid met een riviernaam. De bekendste staan in tabel 10.3.

Tabel 10.3 Maten van enkele bekende bakstenen

	Lengte	x	Dikte	x	Breedte (in mm)
Waalformaat	214	x	55	x	105
Amstelformaat	214	x	72	x	105
Maasformaat	214	x	82	x	105

Voorbeeld: het aantal stenen van Waalformaat in een vierkante meter muur bedraagt 72 in een halfsteens muur, en 144 in een steensmuur of een spouwmuur. De meest gangbare maten staan weergegeven in tabel 10.4.

Tabel 10.4 Gangbare steenmaten

Steensoort	Lengte (mm)	Dikte (mm)	Breedte (mm)
Bakstenen	208 - 220	101 - 107	52 - 56
<i>Kalkzandsteen:</i>			
- metselstenen	214	55, 72, 82	102
	214	72, 82	150
- metselblokken (M-blokken)	327	157, 240	100
	327	157	150
	327	157	214
	214	157	327
- lijmblokken (L-blokken)	437	298	69
	437	198, 298	100
	437	198, 298	120
	327	198	150
	437	298	150
	327	148	214
	437	298	298
- elementen (E-blokken)	897	598	100, 120, 150, 214, 240, 265, 300
Grindbetonblokken	290	190	90, 140, 190, 240
Lichtbetonblokken	290	190	90, 140, 190, 240
Gasbetonblokken	600	250	70, 100, 150, 200, 250, 300
	300	250	200, 250, 300

Stenen worden gemetseld met behulp van een metselmortel. De soort mortel hangt af van de functie van het metselwerk en de soort steen die wordt toegepast. De tabellen 10.5 en 10.6 geven een overzicht van metselmortels voor baksteen en kalkzandsteen.

Metselmortel

Voor de samenstelling van de metselmortel wordt geadviseerd mortel toepassingstype A overeenkomstig NEN - EN 998-2 en BRL 1905 toe te passen en bij voorkeur gebruik te maken van een geprefabriceerde mortel.

Voor een gedetailleerd morteladvies dient de leverancier van de mortel geraadpleegd te worden, die zijn advies zal afstemmen op de eigenschappen van de te verwerken baksteen.

De mortelkwaliteit volgens NEN - EN 998-2 (M 5 - M 15) dient in overleg met de constructeur te worden bepaald.

Voor een goede uitvoering van metselwerk is de vochtconditie van de stenen op het tijdstip van verwerken van belang. De leverancier van de mortel zal daarom in zijn verwerkingsvoorschrift nadere eisen stellen aan het klimatiseren van de bakstenen. Voor veel sorteringen geldt de regel winddroog (d.w.z. van binnen nat en van buiten droog) verwerken. Het klimatiseren van bakstenen is noodzakelijk om de vereiste hechtsterkte tussen baksteen en mortel te bereiken.

Tabel 10.5 Metselmortels voor baksteen

Toepassing	Soort metselwerk	Volumedelen			
		Cement	Kalk	Zand	Fijnzand
Kelders	Bestand tegen waterdruk	1	-	2	-
Kelders boven grondwater	Waterdicht	2	-	5	-
Kolommen, muurdammen e.d.	Belasting > 1.400 kPa	2	-	5	-
Idem	Idem	6	1	20	-
Massieve buitenwanden (niet vallend onder bovenstaande)		4	3	19	-
Fundamentmuren, dragende en niet-dragende wanden		4	3	22	-
Voegwerk		3	4	-	18
Voegwerk		-	1	-	3

Tabel 10.6 Metselmortels voor kalkzandsteen

Toepassing	Zomerwerk			Winterwerk beneden +5°C		
	Cement	Luchtkalk	Zand	Cement	Luchtkalk	Zand
Opgaande binnenmuren	1	2	9	1	1	6
Opgaande buitenmuren	1	1	6	2	1	9
Kelders en trasmuren (klinkers)	1	1	6	1	1	6
Waterdichte kelders (klinkers)	8	1	18	8	1	18

10.2.4 Beton

Afhankelijk van de toepassing moet de vereiste betonkwaliteit worden vastgesteld. De kwaliteit wordt uitgedrukt in een sterkteklasse, een milieuklasse en een consistentieklasse.

De *sterkteklasse*, volgens (Europese) NEN-EN-206-1 en (aanvullende Nederlandse) NEN 8005, wordt uitgedrukt in een C-waarde: C 12/15, C 20/25, C 28/35, C 35/45, C 45/55, C 53/65, C 60/75 en C 70/85.

Als voorbeeld de betekenis van C 12/15: C = Concrete (beton); 12 = karakteristieke cilinderdruksterkte in N/mm²; 15 = karakteristieke kubusdruksterkte in N/mm².

De *milieuklasse* zegt iets over de duurzaamheid van beton. Bij milieuklassen is een indeling gemaakt. Deze klassen zijn afhankelijk van de omstandigheden waaraan het beton wordt blootgesteld. Tabel 10.7 geeft een overzicht van de milieuklassen.

Tabel 10.7 Indeling milieuklasse beton volgens NEN-EN-206-1

Aantasting	Onderverdeling	Klasse	Omgeving
Geen aantasting	XO Geen risico op corrosie of aantasting	XO	voor beton zonder wapening of ingesloten metalen, behalve bij vorst, dooi of chemische aantasting.
Aantasting wapening	XC Corrosie ingeleid door carbonatatie	XC1	droog of blijvend nat.
		XC2	nat, zelden droog.
		XC3	matige vochtigheid.
		XC4	wisselend nat en droog.
	XD Corrosie ingeleid door chloriden niet afkomstig uit zeewater	XD1	matige vochtigheid.
		XD2	nat, zelden droog.
		XD3	wisselend nat en droog.
	XS Corrosie ingeleid door chloriden	XS1	zouthoudende lucht.
		XS2	blijvend onder zeewater.
		XS3	getijde-, spat- en stuifzone.
Aantasting beton	XF Aantasting door vorst/dooiwisseling met of zonder dooizouten	XF1	niet-volledig verzadigd met water, zonder dooizouten.
		XF2	niet-volledig verzadigd met water, met dooizouten.
		XF3	verzadigd met water, zonder dooizouten.
		XF4	verzadigd met water, met dooizouten of zeewater.
	XA Chemische aantasting	XA1	zwak agressieve omgeving.
		XA2	matig agressieve omgeving.
		XA3	sterk agressieve omgeving.

De verwerkbaarheid van beton wordt uitgedrukt in een *consistentieklasse*, afhankelijk van de verdichtingsmaat (C), de zetmaat (S) en de schudmaat (F). Bij sommige betonsamenstellingen moet een superplastificeerder worden toegepast voor de gewenste verwerkbaarheid.

Grote hoeveelheden beton zijn in het algemeen leverbaar door betonmortelcentrales.

Geef bij een bestelling aan:

- Welke sterkteklasse gewenst is.
- Aan welk milieu het beton blootstaat (milieuklasse).
- Welke consistentieklasse nodig is voor de verwerking.

Veel betonmortelcentrales zijn gecertificeerd en hebben een KOMO-certificaat. Dit certificaat garandeert dat productieproces, product en dienst van de betonmortelcentrale voldoen aan de hiervoor geldende Nederlandse en Europese Normen (NEN). Dit betekent dat de betonmortel in de mortelwagen voldoet aan de vermelde kwaliteiten op de leveringsbon. Het behoud van de kwaliteit staat of valt vervolgens met de verwerking van de mortel. Door een slechte verwerking en nabehandeling kan de kwaliteit sterk teruglopen. Kleine hoeveelheden beton kunnen gebruikers zelf samenstellen volgens de aanwijzingen om tabel 10.8.

Tabel 10.8 Mengverhoudingen voor betonmortels

Toepassing	Bestanddelen	Maatdelen	Hoeveelheid
Werkvloeren	Portlandcement	1	50 kg
	Rivierzand	3	120 liter
	Grind	5	200 liter
Bodemafsluiting	Portlandcement	1	50 kg
	Rivierzand	2	80 liter
	Grind	4	160 liter
Vloeren, balken e.d.	Portlandcement	1	50 kg
	Rivierzand	2	80 liter
	Grind	3	120 liter
Waterdicht werk e.d.	Portlandcement	1	50 kg
	Rivierzand	1,25	50 liter
	Fijn zand	0,25	10 liter
	Grind	2,5	100 liter

Schuimbeton

Schuimbeton is een zeer licht beton, dat wordt samengesteld uit water, cement, fijn toeslagmateriaal en schuim. Voor het fijne toeslagmateriaal is er keus tussen fijn zand kalksteenmergel of vliegias.

Schuimbeton is een interessant materiaal vanwege de volgende eigenschappen:

- Een gering eigen gewicht.
- Een goede thermische isolatie.
- Steenachtig, dus duurzaam ongevoelig voor vocht. Kan niet rotten.
- Eenvoudig te verwerken als dunne, vloeibare specie.
- Na uitharding met eenvoudige gereedschappen te bewerken.

Schuimbeton is veel goedkoper dan 'gewoon' beton, omdat er voor een kubieke meter minder grondstoffen nodig zijn en het ter plekke wordt aangemaakt en verwerkt. De dichtheid van schuimbeton ligt tussen de 400 en 1.600 kg/m³. De dichtheid van normaal grindbeton is 2.400 kg/m³. De druksterkte is beduidend lager dan die van gewoon beton. Toepassingen van schuimbeton in de agrarische sector zijn: lichtgewicht funderingen voor plattelands- en kavelwegen, afdekking van mestbassins en fundering van kassen.

Andere toepassingsmogelijkheden zijn bijvoorbeeld gekleurd beton, hoogvloeibaar beton en vezelversterkt beton.

Cement

Een belangrijk element van beton is cement. De vijf bekendste cementsoorten die voldoen aan de geldende cementnormen NEN 3550 zijn:

- portlandcement (CEM I)
- portlandvliegascement (CEM II)
- hoogovencement (CEM III)
- puzzolaancement (CEM IV)
- composietcement (CEM V)

Vanaf CEM II wordt de aanduiding van de cementsoort aangevuld met een letter A, B of C om het percentage hoofdbestanddeel aan te geven. Daarna volgt er nog een letter om het tweede of eventueel derde hoofdbestanddeel aan te duiden.

Portlandvliegascement is een samenstelling van portlandcement (minimaal 65 procent) met vliegas (maximaal 35 procent). Hoogovencement is samengesteld uit portlandcement (minimaal 20 procent) en hoogovenslakken (maximaal 80 procent). Hierin zit minder gebonden kalk dan in portlandcement en dat maakt het materiaal beter bestand tegen een agressief milieu, zoals zeewater en veenwater.

Cement is in te delen in een aantal sterkteklassen, die de druksterkte na 28 dagen weergeven in N/mm²:

- klasse 32,5: gewoon cement
- klasse 42,5: hoge aanvangssterkte, snel hardend
- klasse 52,5: hoge aanvangssterkte, zeer snel hardend.

M³-gewichten van een aantal bouwmaterialen en grondstoffen zijn:

- cement: circa 1.250 kg (één zak cement van 20 liter = 25 kg)
- rivierzand: circa 1.600 kg
- grind: circa 1.600 kg
- beton: 2.200 - 2.400 kg

Stel met behulp van berekeningen vast of in beton krimpwapening of constructieve wapening moet worden toegepast. Onder bepaalde omstandigheden is ongewapend beton toepasbaar.

De meest gebruikte maten (in mm) van bouwstaalnetten zijn:

- maaswijdte: 50 x 50, 75 x 75, 100 x 100, 150 x 150 en 200 x 200
- draaddikte: 4 - 5 - 6 - 8
- netten: 2.000 x 5.000, 2.500 x 6.000

Richtlijnen voor het maken van een goede betonvloer

- Stort de betonspecie op een plasticfolie of op een werkvloer.
- Stel kantlatten om af te reien.
- Geef bij het bestellen van betonspecie de vereiste kwaliteit op volgens de *Leidraad voor de toepassing van betonmortel in land- en tuinbouw*.
- Voeg nooit extra water aan de mortel toe. Gebruik eventueel mortel met een zeer lage zetmaat, met toevoeging van een superplastificeerder.
- Verdicht de betonspecie met een trilbalk of trilnaald.
- Rei na gebruik van een trilnaald de vloer af met een balk.
- Schuur na opstijven de vloer dicht met een houten schuurbord of een mechanisch schuurapparaat. Bij gebruik van een schuurbord ontstaat een stroeve vloer.
- Komt er nog water naar de oppervlakte en worden er hoge eisen gesteld aan de vloer? Strooi dan de enigszins opgesteven beton in met een droog mengsel van 1 deel cement en 3 delen zand (nooit alleen zand) en schuur de vloer dicht met een houten spaan of een mechanisch schuurapparaat.
- Bewerk de vloer na met een stalen spaan als deze vlak moet zijn.
- Bescherm de vloer na het storten minstens een week, en beter enkele weken, tegen uitdrogen door af te dekken met plastic folie of door te bespuiten met een curing compound. Doe dit zowel in de winter als in de zomer.
- Bescherm pas gestort beton tegen vorst.

Meer informatie over betontoepassingen in de agrarische sector is onder andere te vinden bij [Cement en Beton Centrum](#) > [Agrabeton](#).



Bescherm de vloer na het storten minstens een week door af te dekken met plastic folie, zowel in de winter als in de zomer.

10.2.5 Isolatie

In de melkveehouderij krijgen over het algemeen alleen de melkstal, het tanklokaal en de grupstal isolatie.

De belangrijkste isolatie-doelen zijn:

- Het voorkomen van warmteverlies in de winter.
- Het voorkomen van warmte-instraling in de zomer.
- Het voorkomen van condensatie van vocht uit stallucht tegen dak en wand.

Isolerend vermogen

Het isolerend vermogen van een bepaald *materiaal* wordt uitgedrukt in de warmtegeleidingscoëfficiënt (lambda-waarde: λ). Het isolerend vermogen van een *constructie* wordt uitgedrukt in de warmtedoorgangscoefficiënt (U-waarde).

Lambda-waarde = de warmtegeleidingscoëfficiënt is de hoeveelheid warmte in Watt die door een materiaal gaat met een dikte van 1 meter bij een temperatuurverschil van 1 graad.

U-waarde = de warmtedoorgangscoefficiënt is de hoeveelheid warmte in Watt die door 1 vierkante meter van een constructie gaat bij een temperatuurverschil van 1 graad.

Een goede isolatie betekent dus een lage lambda-waarde en een lage U-waarde. Tabel 10.9 geeft een overzicht van lambda-waarden van een aantal bouw- en isolatiematerialen.

Tabel 10.9 Lambda-waarden van een aantal bouw- en isolatiematerialen

Materiaal	Lambda-waarde (W/m K)
Baksteen	1,00
Kalkzandsteen	1,20
Gewapend beton	2,00
Schuimbeton (400 - 600 kg/m ³)	0,10
Vezelgebondencementplaten	1,20
Gasbeton (650 kg/m ³)	0,31
Hout (zacht)	0,19
Hout (hard)	0,28
<i>Polystyreenschuim</i>	
- geëxtrudeerd	0,030
- geëxpandeerd	0,035
Polyurethaanschuim	0,028
Phenol-hardschuim	0,020
Minerale wol - dekens en lichte platen	0,040
Minerale wol - overige platen	0,035

Met behulp van de lambda-waarden van materialen zijn de U-waarden van wand- en dakconstructies te berekenen.

Tabel 10.10 geeft een overzicht van berekende U-waarden van veel toegepaste wand- dak- en plafondconstructies.

Tabel 10.10 U-waarden van een aantal wand-, dak- en plafondconstructies

Constructie	Dikte (mm)	U-waarde (W/m ² K)
Halfsteensmuur van baksteen	110	3,50
Spouwmuur baksteen-spouw-kalkzandsteen	270	1,90
Idem met 30 mm minerale wol	290	0,72
Idem met 40 mm minerale wol	290	0,60
Spouwmuur baksteen-spouw-100 mm gasbeton	270	1,30
Spouwmuur baksteen-spouw-150 mm gasbeton	320	1,10
Gasbeton (afgepleisterd)	200	1,20
Hout-40 mm mineraal wol-vezelcementplaat	130	0,70
Vezelcement golfplaat + 60 mm minerale wol		0,49
Vezelcement golfplaat + 50 mm polystyreenschuim		0,57
Vezelcement golfplaat + 30 mm polyurethaanschuim		0,72
Vezelcement golfplaat + 40 mm polyurethaanschuim		0,57
Vezelcement golfplaat + 50 mm polyurethaanschuim		0,47

Brandgedrag

Breng isolatiemateriaal zodanig aan dat eventueel in de constructie doordringende waterdamp wordt weggeventileerd. Voor bepaalde toepassingen gelden extra eisen aan het brandgedrag van bouwmaterialen. Materialen kunnen volgens standaardnormen worden getest op brandvoortplanting (Klasse 1 t/m 5) en rookontwikkeling (zwakke tot zeer sterke rookontwikkeling). Elk materiaal heeft zijn eigen klasse volgens NEN-norm en zijn eigen rookgetal. Waarschuwing: het aanbrengen van een cachering kan een sterk afwijkend brandgedrag tot gevolg hebben. Naast het rookgetal en de voortplantingsklasse kunnen bij brand ook het 'druipen' en het vrijkomen van stoffen een rol spelen. Een overzicht van isolatiematerialen met klasse en rookgetal staat in tabel 10.11.

Tabel 10.11 Isolatiematerialen en brandgedrag

Isolatiemateriaal	Klasse	Rookgetal
Geëxpandeerd polystyreen	3 - 4	130
Geëxpandeerd polystyreen vlamdovend	1 - 2	130
Geëxtrudeerd polystyreen	1 - 2	135
Polyurethaan	3	> 150
Polyisocyanuraat	2	> 150
Phenol-resolschuim	1	< 50
Glaswol	1 - 2	< 50
Steenwol	1 - 2	< 50

Sinds 1 april 2014 is dankzij het actieplan stalbranden een aparte subcategorie opgenomen voor het bedrijfsmatig houden van dieren, met strengere eisen. Zie de [website van NEN](#). Daarmee zijn de voorschriften beter toegesneden op beperking en uitbreiding van brand bij veestallen. Zo moet bij nieuwbouw de technische ruimte minimaal 60 minuten brandwerend zijn. Daarnaast moeten bij nieuwbouw de constructiematerialen en aankleding van stallen minimaal voldoen aan brandklasse B, waardoor een beginnende brand minder snel om zich heen kan grijpen. De belangrijkste brandoorzaken zoals kortsluiting en brandbare wand- en plafondbekleding worden aangepakt.

Mede naar aanleiding van een aantal grote stalbranden wordt via NEN-normering getracht de brandveiligheid van (grote) veestallen te verbeteren. Zie bijvoorbeeld [Grote brandcompartimenten: brandveiligheid dierenverblijven](#).

Meer informatie over de brandveiligheid van isolatiematerialen onder andere op www.rijksoverheid.nl > [Onderwerpen](#) > [Bouwen en wonen](#).

Veel isolatiematerialen worden als plaatmateriaal geleverd. De standaardmaten van een aantal isolatiematerialen staan vermeld in tabel 10.12.

Tabel 10.12 Standaardmaten van isolatieplaten

Isolatiemateriaal	Lengte (mm)	Breedte (mm)	Dikte (mm)
Minerale wol	1.200 - 2.400	600 en 1.200	50 - 120
Polystyreenschuim geëxpandeerd	2.400 - 8.000	1.200	50 - 100
Polystyreenschuim geëxtrudeerd	1.250 en 2.500	600	30 - 120
Polyurethaanschuim	Tot 10.000	1.200	30 - 150

10.3 Voeropslag

De wijze van opslaan van ruwvoer is afhankelijk van de bedrijfsgrootte, de hoeveelheid product, de voersnelheid en de wijze van voeding. Ruwvoer kan worden opgeslagen:

- Op een aantal kuilplaten.
- Op één grote kuilplaat.
- In enkele sleufsilos.
- Kuilplaat(en) en sleufsilos.

Op grond van de Wet bodembescherming is een onverharde ruwvoeropslag niet toegestaan. Perssappen moeten worden opgevangen.

10.3.1 Kuilplaten

Kuilplaten zijn geschikt voor de opslag van kuilgras. Deze verharding kan bestaan uit gestort beton, prefab betonmateriaal of asfalt. Aan de kwaliteit van het materiaal, het afschot, de maatvoering en dergelijke worden eisen gesteld. De belangrijkste staan in onderstaand overzicht. In het Activiteitenbesluit Milieubeheer staan eisen beschreven waaraan kuilopslagen moeten voldoen.

- Minimale breedte 6 m
- Maximale breedte 9 m
- Extra breedte voor vastleggen folie 2 x 0,40 m
- Ruimte tussen kuilen zonder gronddek 2 m
- Ruimte tussen kuilen met gronddek min. 4 m
- Afschot in lengterichting 1%
- Betonkwaliteit:
 - bij voorkeur C 20/25 of C 28/35
 - milieuklasse XA2 voor gras, XA3 voor snijmaïs
- Voorterrein:
 - breedte 8 - 10 m
 - afschot 1%
- Perssapputje 2 - 3 m³
- Extra lengte voor kuiloprit 3 m

10.3.2 Sleufsilos

Sleufsilos zijn vaak in gebruik voor opslag van snijmaïs, kuilgras en natte producten.

De wand van een sleufsilos kan worden uitgevoerd als:

- Een aarden wal, bekleed met prefab betonplaten.
- Gewapende prefab betonelementen.
- Ter plaatse gestort beton.
- Metselwerk van betonblokken met wapening.
- Metselwerk van klinkers met spouwvulling.

Een aantal eisen voor een sleufsilos:

- Minimale breedte 6 m
- Maximale breedte 10 m
- Ruimte tussen sleufsilos 0 - 2 m
- Wandhoogte 1 - 1,50 m
- Afschot in lengterichting 1%
- Voorterrein:
 - breedte 8 - 10 m
 - afschot 1%
- Betonkwaliteit:
 - bij voorkeur C 20/25 of C 28/35
 - milieuklasse XA2 voor gras, XA3 voor snijmaïs
- Perssapputje 2 - 3 m³
- Extra lengte voor kuiloprit 3 m

Meer informatie over de opslag van kuilvoer onder andere bij [Cement en Beton Centrum](#) > [Agrabeton](#).

10.3.3 Repareren van aangetaste betonvloeren

Zuren uit ingekuilde producten tasten betonvloeren aan. Vooral door een slechte afwerking van betonvloeren komt dit veelvuldig voor. Oorzaken kunnen zijn: een te lage betonkwaliteit, het beton is onvoldoende verdicht, te veel watergebruik, het beton is slecht of niet nabehandeld, of het beton is uitgedroogd.

Er zijn enkele mogelijkheden om een aangetaste betonvloer te repareren:

- Een deklaag van 8 tot 10 cm beton aanbrengen en deze laag goed nabehandelen.
- Een laag gietasfalt of zuurbestendig dichtasfaltbeton aanbrengen.
- Rubberen matten op rol (oude transportbanden) aanbrengen.
- Een laag van 2 cm zand-cementspecie aanbrengen op een goed geprepareerde ondergrond.
- Een gietvloer met kunststof aanbrengen.
- De betonvloer impregneren met een impregneermiddel.

10.3.4 Opslag van krachtvoer

Krachtvoer wordt opgeslagen in silos. Binnensilos worden gemaakt van hout met vochtbestendige plaatmaterialen. Buitensilos moeten bij voorkeur zijn gemaakt van staal (thermisch verzinkt) of kunststof (polyester). Silos worden pneumatisch gevuld. Daarom moet er altijd een ontluuchtingsbuis aanwezig zijn. Door het pneumatisch vullen kunnen silos elektrisch geladen raken. Zorg daarom voor een deugdelijke aarding van met name de vulleidingen!

10.4 Verhardingen

Verhardingen zijn de toegangsweg, de erfverharding en de bedrijfswegen. Een toegangsweg is de verbinding tussen de openbare weg en het erf, de erfverharding is de verharding rond de bedrijfsgebouwen, en de bedrijfsweg is de verbindingsweg tussen een perceel land en de bedrijfsgebouwen. De toegangsweg en de erfverharding moeten berekend zijn op de verkeersintensiteit en aslasten van plattelandswegen. Voor bedrijfswegen gelden andere normen, omdat deze alleen in gebruik zijn voor intern verkeer. Voor goed intern transport dient een bedrijfsweg minimaal 3 meter breed te zijn. Aan het gebruik van erf of aan onderdelen daarvan worden eisen gesteld die zijn opgenomen in het Activiteitenbesluit Milieubeheer.

10.4.1 Toegangsweg en erfverharding

Eisen waaraan een toegangsweg en erfverharding moeten voldoen:

- Berekend zijn op aslasten van 15 tot 25 ton.
- Een lange levensduur hebben en weinig onderhoud vragen.
- Stroef en toch gemakkelijk te reinigen zijn.
- Bestand zijn tegen mest (en plaatselijk olie).
- Bruikbaar zijn tijdens opdooi.
- Een goede afwatering hebben.

Materialen die zeer geschikt zijn als verharding voor toegangsweg en erfverharding zijn:

- *Ter plaatse gestort beton*. Dit materiaal verdient de voorkeur door de blijvende stroefheid. Het wordt niet aangetast door mest en olie en het vraagt weinig onderhoud. Een goede ondergrond van zand of puin is noodzakelijk.
- *Betonplaten*. Deze zijn in diverse maten leverbaar. Ze hebben vaak een hogere betonkwaliteit dan gestort beton. Als tijdelijke verharding zijn ze zeer geschikt, omdat ze verplaatsbaar zijn. Zorg wel voor een goede ondergrond van zand of puin.
- *Klinkers*. Deze vragen meer onderhoud, voornamelijk in de vorm van herbestraten. Maar met een goede fundering zijn veel problemen te voorkomen. Profielstenen grijpen in elkaar en zullen minder snel verreden worden. Klinkers zijn verplaatsbaar en herstraatbaar.
- *Asfalt*. Dit materiaal vraagt altijd een stevige fundering om rijsporen en scheuren te voorkomen. Het vraagt ook meer onderhoud dan beton. Om de tien jaar moet een nieuwe toplaag worden aangebracht. Laat asfalt leggen door een erkende wegenbouwer/ asfalteur. Dat voorkomt teleurstellingen.

Het volgende overzicht bevat een aantal eisen waaraan een toegangsweg en het erf moet voldoen.

Beton

Betonkwaliteit bij handmatig verwerken	C 20/25
Betonkwaliteit bij machinematig verwerken	C 28/35
Milieuklasse	XF4
Krimpvoegen	0,8 - 1,2 x wegbreedte

Betondikte en wapening bij 10 ton aslast en betonkwaliteit C 20/25:

- Veengrond en slappe klei	Betondikte	180 - 220 mm
	Krimpnet wapening	6 . 125 . 125
- Kleigrond	Betondikte	160 - 180 mm
	Krimpnet wapening	5 . 80 . 80
- Zandgrond	Betondikte	140 - 160 mm
	Krimpnet wapening	5 . 100 . 100
Afschot naar zijkant		1 cm per m

Betonklinkers

Aantal	50 - 52 per m ²
Minimale dikte	8 cm
Afschot naar zijkant	1 cm per m

Asfalt op zandbed

Onderlaag	90 mm grindasfalt
Toplaag	30 mm dichtasfalt
Asfalt op steenpuinlaag	70 mm grindasfalt
Afschot naar zijkant	1 cm per m

10.4.2 Bedrijfsweg

Een goede bedrijfsweg is noodzakelijk om het interne transport zo goed mogelijk te laten verlopen. Hieronder valt ook het verkeer van koeien tussen stal en weide. De minimale breedte van een bedrijfsweg is 3 meter. De afstand tussen bedrijfsweg en een sloot moet minimaal één meter zijn. Omdat een bedrijfsweg in een periode van opdooi niet in gebruik is, wordt de verharding in de regel na uitvlakken van het maaiveld of uitgraven van de aanlegstrook aangebracht: direct op de bestaande bodem, zonder een droog zandbed. Breng wel om de drie meter een krimpvoeg aan. De sterkteklasse van het beton moet C 28/35 zijn, met milieuklasse XF3. Bedrijfswegen worden ook aangelegd met prefab betonplaten. Dit kunnen gesloten of open platen (zogenoemde groenspoorplaten) zijn. Kies de afmetingen zodanig dat gebruikers midden over de plaat kunnen rijden. Ook kunststof groenspoorplaten zijn een mogelijkheid. Eisen ten aanzien van het milieu zijn opgenomen in het Activiteitenbesluit Milieubeheer.

10.4.3 Reinigingsplaats voor werktuigen/veewagens

Melkveebedrijven dienen te beschikken over een eenvoudige reinigings- of ontsmettingsplaats zoals omschreven in [Bijlage 9](#) van de 'Regeling preventie, bestrijding en monitoring van besmettelijke dierziekten en zoönosen en TSE's'. Ook het Activiteitenbesluit Milieubeheer stelt eisen aan de spoelplaats. Belangrijkste eisen zijn dat de reinigingsplaats verhard moet zijn, voldoende lang voor de hele lengte van een voertuig en zodanig aangelegd dat het spoelwater niet in het oppervlakte- of grondwater terecht kan komen. Het volgende overzicht geeft een aantal uitvoeringsopties voor een reinigingsplaats voor machines en werktuigen weer.

- Plaatlengte min. 10 m
- Plaatbreedte min. 6 m
- Bezinkput 1,25 x 1,25 x 1,50¹
- Afschot plaat² 1 - 1,5 cm per m
- Beton sterkteklasse min. C 28/35
- Milieuklasse XA3

¹ De overloop van de bezinkput moet aangesloten zijn op een opslag, bijvoorbeeld de mestopslag. Er moet een voorziening aanwezig zijn voor het afvoeren van regenwater naar het oppervlaktewater.

² Het reinigingswater moet worden opgevangen in een afvoergoot met een aansluiting op een bezinkput of kelder.

10.5 Mestopslag

De mestproductie van melkkoeien staat in nauw verband met de voeropname, de samenstelling van het rantsoen, het graslandgebruikstelsel en melkproductieniveau. In tabel 10.13 is voor een aantal graslandgebruikssystemen de mestproductie per koe per jaar weergegeven bij een melkproductie van 6.000 tot 10.000 kg per koe per jaar en bij rantsoenen met alleen graskuil en 50 procent graskuil en 50 procent snijmaïs.

Let op: in de genoemde tabel wordt alleen de hoeveelheid mest weergegeven die in de opslag terecht komt. Voor het berekenen van de werkelijke mestproductie moet hier de hoeveelheid die in de weide terechtkomt, nog bij worden opgeteld (dit geldt uiteraard niet voor zomerstalvoeding en summerfeeding).

De graslandgebruikssystemen zijn:

- Onbeperkt weiden: dag en nacht weiden.
- Beperkt weiden: overdag weiden en 's nachts opstallen.
- Zomerstalvoeding: dag en nacht opstallen en voeren met vers gras.
- Summerfeeding: dag en nacht opstallen en voeren met geconserveerd ruwvoer.

Tabel 10.13 Mestproductie per gemiddeld aanwezig dier in opslag¹ (m³/jaar)

	Rantsoen stalperiode	
	100% graskuil	50% graskuil, 50% snijmais
Melk- en kalfkoeien		
<i>Onbeperkt weiden</i>		
6.000 kg melk/koe	15,0	13,4
7.000 kg melk/koe	16,0	14,6
8.000 kg melk/koe	17,4	16,5
9.000 kg melk/koe	19,0	17,6
10.000 kg melk/koe	20,5	19,0
<i>Beperkt weiden</i>		
6.000 kg melk/koe	17,7	16,4
7.000 kg melk/koe	19,2	17,7
8.000 kg melk/koe	20,8	19,4
9.000 kg melk/koe	22,6	21,2
10.000 kg melk/koe	24,3	22,9
<i>Zomerstalvoeren</i>		
6.000 kg melk/koe	20,5	18,8
7.000 kg melk/koe	21,8	19,9
8.000 kg melk/koe	23,7	21,8
9.000 kg melk/koe	25,8	24,0
10.000 kg melk/koe	28,0	26,2
<i>Summerfeeding</i>		
6.000 kg melk/koe	22,2	19,3
7.000 kg melk/koe	23,5	20,9
8.000 kg melk/koe	25,5	22,9
9.000 kg melk/koe	27,7	25,1
10.000 kg melk/koe	29,9	27,3
Jongvee		
<i>Onbeperkt weiden of uitscharen</i>		
Pinken	6,7	5,5
Kalveren	4,2	3,6
Fokstieren 1 jaar en ouder	11,2	7,2
<i>Summerfeeding</i>		
Pinken	13,9	11,3
Kalveren	6,3	5,4
Fokstieren 1 jaar en ouder	19,3	13,3

¹ Exclusief spoelwater, reinigingswater en voerresten

Bron: [KWIN-Veehouderij](#) 2019-2020

Reinigings- en spoelwater

De hoeveelheid reinigings- en spoelwater is afhankelijk van de uitrusting van de melkinstallatie en de lengte en de dikte van de melkleidingen. De hoeveelheid varieert van 8 tot 12 liter water per melkkoe per dag. Bij een automatisch melksysteem is de hoeveelheid reinigings- en spoelwater ongeveer 15 liter per melkkoe per dag.

Berekening van opslagruimte

Veehouders moeten voldoende opslagcapaciteit hebben voor de productie van mest op het bedrijf in de periode van 1 augustus tot 1 maart. Is er niet voldoende opslagcapaciteit, dan kan een veehouder de mest afvoeren. De mest wordt dan ergens anders verwerkt of opgeslagen. Hoe u de minimale opslagcapaciteit berekent en wat u moet doen als u te weinig capaciteit heeft, leest u op [mijn.rvo.nl](#) > [Minimale mestopslagcapaciteit berekenen](#).

De benodigde hoeveelheid opslagruimte voor dierlijke meststoffen wordt berekend door het aantal dieren dat op grond van de milieuv vergunning in de bij het bedrijf behorende stallen kan worden gehouden te vermenigvuldigen met de forfaitaire productienormen van de betrokken diersoort(en) en diercategorie (zoals vastgelegd bij ministeriële regeling, uitgedrukt in kubieke meters per dier). Bij langere bewaarperioden valt voor extra mestopslag buiten de stal te kiezen.

De verschillende mogelijkheden voor opslag buiten de stal zijn:

- Een beklede grondput (zogenoemd foliebassin).
- Een ondergrondse put van beton of metselwerk (bijvoorbeeld onder een sleufsilos).
- Een bovengrondse silo van beton, staal of hout.
- Een bovengrondse flexibele/verplaatsbare silo.
- Een mestzak.

De regelgeving op het gebied van opslaan van drijfmest of digestaat is beschreven in de Activiteitenregeling milieubeheer (artikel 3.66-3.70) en het Activiteitenbesluit milieubeheer (artikel 3.50-3.52). Dit geldt voor alle nieuwe mestbassins. In het Activiteitenbesluit zijn ook overgangsrecht voor bestaande situaties beschreven. Daarom blijven de oude amvb's nog wel van belang. Bij mestbassins met een oppervlak van meer dan 750 m² (exclusief ondergrondse opslag) of meer dan 2500 m³ moeten de eisen opgenomen worden in de omgevingsvergunning milieu.

Sinds 1 januari 2013 mogen mestbassins alleen nog gekeurd worden door erkende bedrijven. De bouwkundige eisen staan beschreven in de Nationale beoordelingsrichtlijn Mestbassins en afdekkingen mestbassins (BRL2342). Voor mestbassins en afdekkingen gelden referentieperioden. Een referentieperiode is een tijdsbestek waarin mestbassins en afdekkingen moeten blijven voldoen aan de gestelde eisen.

De referentieperiode bedraagt tenminste:

- 20 Jaar voor betonnen, metalen, houten en gemetselde constructies.
- 10 Jaar voor folieconstructies voor binnenafdichtingsfolies.
- 10 Jaar voor overige constructies.
- 5 Jaar voor een kruinslab van een foliebassin.

Op de site van [Kenniscentrum InfoMil](#) staat meer informatie over [Opslaan van mest](#) gegeven.

10.5.1 Beklede grondput

Een beklede grondput is een goedkope vorm van mestopslag. Zo'n put is alleen toepasbaar in gebieden met een lage grondwaterstand. Als bekledingsmateriaal wordt kunststoffolie gebruikt. Mest mixen moet zodanig gebeuren dat de folie niet wordt beschadigd. Er gelden regels voor de veiligheid rond een foliebassin.

10.5.2 Mestkelder

Mestkelders worden uitgevoerd in beton of metselwerk (betonsteen, kalkzandsteen, baksteen). Smeer de grondkerende wanden van gemetselde kelders altijd aan de binnenzijde aan met een vloeiendvaste mortel. De buitenzijde moet worden aangesmeerd tot het niveau van de gemiddeld hoogste grondwaterstand. Afdekte betonsilo's moeten betonkwaliteit C 28/35, milieuklasse XA3 hebben (zeer agressief). De dikte van de wanden is af te lezen uit de tabellen 10.14 tot en met 10.17.

Tabel 10.14 Minimaal vereiste dikte van grondkerende wanden (in mm) van ongewapend beton, milieuklasse XA2, bij verschillende grondwaterstanden (GWS) in meters onder maaiveld, grondsoort, diepten, wel of geen wielbelasting en sterkteklassen

Sterkteklasse	Grondsoort	Verkeer naast de kelder	Wandhoogte	GWS (m-mv)	C 20/25				C 28/35			
					Zand		Klei		Zand		Klei	
					Niet	Wel	Niet	Wel	Niet	Wel	Niet	Wel
1,50 m				0,25	180	255	190	275	165	235	175	250
				0,75	160	240	170	260	145	220	155	240
				1	150	235	165	255	135	215	150	235
				1,25	145	235	160	255	135	210	145	235
				1,5	145	230	160	255	130	210	145	235
1,75 m				0,25	230	310	240	335	210	285	220	305
				0,5	215	300	230	325	200	275	210	295
				0,75	205	290	220	315	185	265	200	290
				1	195	285	210	310	175	260	190	285
				1,25	185	280	205	305	170	255	185	285
2,00 m				1,50 - 0,75	85	280	200	305	170	255	185	280
				0,25	285	370	295	395	260	340	270	360
				0,5	270	360	280	385	245	330	260	350
				0,75	255	350	270	375	230	320	250	345
				1	240	340	260	370	220	310	240	335
				1,25	235	335	255	365	215	305	230	330
				1,5	225	335	255	365	210	300	225	330
				1,75 - 2,00	225	325	245	360	205	300	225	330

Bron: [Betonvereniging](#)

Tabel 10.15 Wanddikte van tussenwanden van ongewapend beton (in mm) bij verschillende hoogteverschillen van mestniveaus en sterkteklassen

Wandhoogte Sterkteklasse	Hoogteverschil max. 0,70 m		Hoogteverschil volle wand	
	C 20/25	C 28/35	C 20/25	C 28/35
1,50 m	130	140	150	165
1,75 m	155	170	190	205
2,00 m	180	195	230	250
2,25 m	200	220	275	300

Bron: [Betonvereniging](#)**Tabel 10.16** Wanddikte (in mm) van grondkerende wanden in verlijmde kalkzandsteenblokken of -elementen bij verschillende diepten, met of zonder wielbelasting en bij verschillende grondwaterstanden (GWS)

GWS in % van kelderhoogte Verkeer naast de kelder Hoogte in m	100		75		50		25		0	
	Wel	Niet	Wel	Niet	Wel	Niet	Wel	Niet	Wel	Niet
0,90	150	120	120	100	120	100	100	100	100	100
1,20	214	214	214	150	214	120	214	120	214	120
1,50	300	214	300	214	240	214	240	214	240	214
1,80	-	300	-	240	-	214	300	214	300	214
2,00	-	-	-	300	-	300	-	240	-	240

Bron: o.a. [Calduran](#) > [Handboek Stallenbouw](#)**Tabel 10.17** Wanddikte (in mm) van tussenwanden van verlijmde kalkzandsteenblokken of -elementen bij verschillende mestniveaoverschillen

Hoogte	Hoogteverschil max. 0,70 m	Hoogteverschil volle wand
0,90	100	100
1,20	150	150
1,50	214	214
1,80	214	300
2,00	240	300
2,40	300	-

Bron: o.a. [Calduran](#) > [Handboek Stallenbouw](#)

Tabellen 10.14 tot en met 10.17 geven de minimaal vereiste dikten aan. In de praktijk kunnen de wanden zwaarder uitvallen door standaard handelsmaten en door de minimale vereiste oplegging van roosters en boxvloer van elk 10 cm. Een wand moet dus minimaal 200 mm dik zijn.

Voorbeeld

De wand van een kelder met een grondkerende wand van verlijmde kalkzandsteenelementen met een hoogte van 1,50 meter, voor 25 procent in het grondwater en geen verkeer langs de kelderwand, moet een wanddikte hebben van minimaal 214 mm. Dezelfde kelder zal in beton een dikte moeten hebben van minimaal 150 mm. In verband met opleggingen en muren moet de wand dus minimaal 200 mm zijn.

10.5.3 Bovengrondse silo

Bovengrondse silo's zijn ronde silo's van beton, staal of hout. Betonsilo's zijn gemaakt van gestort beton of prefab elementen. Hiervoor geldt een betonkwaliteit van minimaal C 28/35, milieuklasse XA3. Voor houtconstructies moet hout van duurzaamheidsklasse II worden gebruikt. Stalen silo's zijn gemaakt van plaatstaal dat is geëmailleerd, gecoat of verzinkt. Een ontwikkeling van de laatste jaren is de flexibele silo. Deze bestaat uit een gegalvaniseerd stalen netwerk met kunststofbeplating aan de binnenzijde, met daarin een kunststof binnenhoes. Het ontwerp van de silo voldoet aan de beoordelingsrichtlijn 2342. Die is te vinden op de site van [Kenniscentrum InfoMil](#).

10.5.4 Mestzak

De mestzak is een flexibele, kunststof mestopslag met afdekking. Een mestzak is verplaatsbaar en daarom geschikt voor bedrijven die op korte termijn worden beëindigd. Door het lage eigen gewicht van de mestzak is deze manier van mestopslag geschikt voor slecht dragende gronden. Voor tijdelijke opslag is de oprolbare mestzak in gebruik. Tabel 10.18 geeft een vergelijkend overzicht van diverse mestopslagmogelijkheden.

Tabel 10.18 Vergelijking van diverse mestopslagmogelijkheden

Punt van vergelijking	Foliebassin	Mestzak	Kelder	Silo			
				Hout	Beton	Staal	Flexibel
Benodigde oppervlakte	--	-	+	++	++	++	++
Invloed grondwater	--	0	++	0	-	-	-
Afdekken	-	0	++	+	+	+	+
Levensduur	--	-	++	+	+	+	-
Onderhoud	-	-	++	-	+	+	+
Mixmogelijkheden	-	-	+	+	+	+	-
Verplaatsbaarheid	-	++	-	+	-	+	++
Uitbreidingsmogelijkheid	+	-	-	-	-	+	-
Opsporen lekkages	-	-	-	+	+	+	+
Investering	+	+	--	-	-	-	+

++ = zeer gunstig

+ = gunstig

- = ongunstig

-- = zeer ongunstig

0 = niet relevant

10.5.5 Afdekkingen

In het kader van de Activiteitenregeling milieubeheer moeten (nieuwe) mestopslagen die niet onder een gebouw liggen, worden afgedekt. Afdekkingen moeten een ammoniakreductie opleveren van minstens 75 procent.

(Delen van) afdekkingen moeten blijven voldoen aan een van tevoren vastgestelde referentieperiode.

Deze referentieperiode bedraagt tenminste:

- 20 Jaar voor een betonnen, metalen en houten afdekking.
- 10 Jaar voor een folieconstructie.
- 10 Jaar voor een afdekking met vlakke of gegolfde platen van vezelcement of kunststof.
- 10 Jaar voor overige typen afdekkingen.

Er zijn verschillende manieren om een mestbassin af te dekken:

- Met een drijvende afdekking (folie met drijflichamen, schuimbeton).
- Met een spankap-doekconstructie.
- Met golfplaten op liggers (vezelcement, aluminium, polyethyleen).
- Met zelfdragend gewapend polyester.
- Met een betondek (prefab of gestort).

Bij mestvergisters wordt gebruik gemaakt van een gasdichte afdekking:

- Enkelvoudig gasmembraam: het membraam bolt op door de druk en wordt met een net begrensd en beschermd tegen schade die kan ontstaan door harde wind.
- Dubbel gasmembraam waar door middel van luchtdruk de twee lagen ontstaan, deze zijn minder windgevoelig.

Onder een niet-drijvende afdekking ontstaat een agressief milieu. De wanden en de afdekking moeten hiertegen bestand zijn. Een drijvende afdekking geeft een minder agressief milieu.

10.5.6 Opslag van vaste mest

Vaste mest moet worden opgeslagen op een vloeistofdichte mestplaat. Bij uitrijden van alle mest op eigen grond is een opslag nodig voor minimaal 6 maanden en vanaf 2012 7 maanden.

Voor het berekenen van de grootte van de mestplaat en de mestkelder bestaan de volgende richtlijnen:

- Vaste mest rundvee: 4 vierkante meter mestplaat per koe per stalperiode (180 dagen).
- Gier en mestwater: 5 kubieke meter mestkelder per koe per stalperiode (180 dagen).



Vaste mest moet worden opgeslagen op een vloeistofdichte mestplaat.

De mestplaat moet voorzien zijn van minimaal drie wanden met een hoogte van minstens 0,5 meter. Volgens artikel 13 van de Wet bodembescherming en het Lozingenbesluit moet een voorziening worden getroffen voor opvang van lekvocht. Een opvangputje van 2 tot 3 kubieke meter is voldoende. Vaste mestopslagen zijn gemaakt van gestort beton of van prefab elementen. Hier geldt voor de vloer en de wanden een betonkwaliteit van minimaal C 20/25, milieuklasse XA2. Het afschot moet minimaal 10 mm per meter zijn.

10.6 Huisvesting van melkvee

De keuze van het staltype voor melkvee is een van de eerste vragen bij nieuwbouw. Factoren die daarbij een belangrijke rol spelen zijn:

- Het aantal melkkoeien.
- Het voersysteem: (a) groepsvoeding: vreetplaats per dier, (b) voorraadvoeding: meer dan één dier per vreetplaats, (c) zelfvoeding: vreten uit een sleufsilos of (d) automatisch melken of automatisch voeren.
- De investeringsruimte.

10.6.1 Ligboxenstal

De oppervlakte van het gebouw bepaalt voor een belangrijk deel de bouwkosten van een ligboxenstal. En deze is weer afhankelijk van het aantal koeien, het melksysteem en de benodigde oppervlakte per koe. Tabel 10.19 geeft een overzicht van de oppervlakte per koe in vierkante meters bij een aantal typen ligboxenstallen. Beschouw deze getallen als richtlijnen. In de praktijk komen veel overige varianten van stalindeling voor.

Tabel 10.19 Oppervlakte per koe bij diverse typen ligboxenstallen (inclusief bijruimten, exclusief jongvee)

Staltype	Oppervlakte per koe (m ²)	
	80 ligboxen	100 ligboxen
2+1 (doorlopende voergang)	10,4	
2+1 (geblokkeerde voergang)	9,8	
3+0	10,0	
2+2	10,0	9,7
3+1	10,0	9,3
5+0	8,1 ¹	7,4 ¹
n+0 (met dwarsrijen)	8,4 ¹	8,1 ¹

¹ Stal met voorraadvoeding

Ligplaats

De zwevende ligbox heeft de R-ligbox en de Engelse ligbox volledig verdrongen. De bewegingsvrijheid van de eerste is groter en de dieren liggen comfortabeler. Een variant is de veiligheids-ligboxafdeling. Een ligplaats moet voldoen aan een aantal criteria.

De belangrijkste zijn:

- Afstand achterrand tot boxafscheiding: 0,25 meter.
- Afstand schoftboom tot ligbed: 1,15-1,20 meter.
- Afstand kopboom tot ligbed: 0,90 meter.
- Afstand schoftboom tot achterrand ligbed: 2,00 tot 2,10 meter.
- Boxbreedte: minimaal 1,15 meter.
- Boxlengte aan buitenwand: minimaal 2,65 meter.
- Boxlengte in binnenrij: minimaal 2,35 meter.
- Dubbele boxenrij minimaal: minimaal 4,40 meter.
- Hoogte van ligbed ten opzichte van roostervloer: 0,15 tot 0,20 meter.
- Afschot van ligbed richting loopruimte: 2 tot 4 procent.

Deze maten gelden voor HF dieren van gemiddelde grootte. Wanneer op het bedrijf gemiddeld grotere koeien aanwezig zijn of wanneer de spreiding groot is moeten deze maten aangepast worden. Ook bij een ander rundveeras moeten de maten afgestemd worden op de werkelijke omvang van de dieren.

Looppaden in boxenstal

De breedte van de looppaden is afhankelijk van het gebruik. Richtlijnen bij looppaden voor volwassen vee staan in tabel 10.20.

Tabel 10.20 Breedte van loopruimte

	Minimum (m)	Advies (m)
Voerhek – muur	3,00	3,50 - 4,00
Voerhek – ligboxen	3,00	3,50 - 4,00
Voerhek – ligboxen (3 rijige stal of meer)	3,50	4,00 - 4,50
Ligboxen – ligboxen	2,50	3,00 - 3,50
Doorgang vreetgedeelte – liggedeelte	2,00	2,20 - 2,70
Doorgang met drinkbak	2,50	3,00 - 3,50

In ligboxenstallen waren lange tijd twee typen vloeren gangbaar: de roostervloer en de dichte vloer. Inmiddels is er door de beperking van de ammoniakemissie een grote verscheidenheid aan vloertypen ontstaan. Hierna wordt op de bestaande en enkele nieuwe vloertypen ingegaan.

Voerplaats

Het ideale beeld is voor ieder dier een plaats. Bij voorraadvoeding is één vreetplek per twee koeien genoeg. Aanbevolen hoogte van de nekbuis is 1,50 m boven roostervloer. De onderste buis moet op 50 cm hoogte gemonteerd zijn. De aanbevolen afstand tussen beide buizen moet minimaal 1 meter zijn. De vreetbreedte moet minimaal 75 cm zijn.

Roostervloer

De roostervloer heeft als voordeel dat mest en urine op een efficiënte manier worden afgevoerd. Beloopbaarheid en hygiëne zijn goed dankzij de spleten. Om de hygiëne van de vloer te verbeteren wordt een roosterschuif of een mestrobot toegepast.

Dichte vloeren

Door het ontbreken van kelderemissie geeft een dichte vloer - bij een vergelijkbaar loopoppervlak per dier - minder ammoniakemissie dan een roostervloer. Vrijwel alle emissiearme vloeren gaan uit van dit principe. Soms worden de spleten tussen de vloerelementen afgedicht met flappen of kleppen. Dit type vloeren is voorzien van profilering in verschillende uitvoeringen om de beloopbaarheid (grip) te verhogen. Het schoonschuiven van deze vloeren verdient erg veel aandacht.

Rubberen vloer

Het toepassen van een zachte toplaag zorgt ervoor dat de klauwen wegzakken in het oppervlak. Zo ontstaat meer grip op de onderlaag. Als materiaal wordt rubber gebruikt.

Gietasfalt

Gietasfalt is een sterke en duurzame toplaag voor een vloer. De beloopbaarheid is goed. Verder is de laag bestand tegen chemicaliën en is hij snel aan te brengen.

Een overzicht van de beschikbare emissiearme vloeren en bijbehorende emissiefactoren wordt gegeven in paragraaf 10.6.5.

10.6.2 Bijruimten

Met een goede preventieve gezondheidszorg zijn ziekte, vroegtijdige uitstoot en sterfte onder het vee te beperken. Tref daarom goede voorzieningen voor zieke en afkalfende dieren: een afzonderingsstal, een afkalfstal en een ziekenstal. Het aantal benodigde plaatsen is afhankelijk van het aantal aanwezige melkkoeien.

Als richtlijn gelden de volgende percentages van het aantal aanwezige koeien:

- afzonderingsstal: 4 procent
- afkalfstal: 3 procent
- ziekenstal: 3 procent

Voor kleine aantallen koeien is een combinatie van de bijruimten te maken. Hiervoor gelden de volgende percentages:

- afzonderings- en ziekenstal: 3 tot 4 procent
- afkalfstal: 3 procent

Afzonderingsstal of separatierruimte

Deze stal is bedoeld om dieren met een afwijking, zoals mastitis of klauwaandoening, een behandeling te geven en na korte tijd weer in de koppel te laten. Ook tochtige dieren zijn op deze wijze makkelijk af te zonderen. Situeer de afzonderingsstal daarom zo dicht mogelijk bij de uitloop van de melkstal, bijvoorbeeld aan de terugloopgang. Een vangbeugel of een aangepast zelfsluitend voerhek kan dienstdoen als vastzetsysteem.

Afkalfstal

Wanneer de afkalfstal aan de voergang ligt, worden de dieren hier enkele dagen voor het afkalven geplaatst. Ze blijven hier tot circa 24 uur na het afkomen van de nageboorte. Bovendien moet het dier goed gezond zijn voor het weer in de koppel komt. Na iedere geboorte moet de stand in de afkalfstal worden gereinigd en gedesinfecteerd. Als vastzetsysteem zijn er nekbeugels met halsriem, hangkettingen of vangbeugels. Een afkalfstal moet minimaal 4 meter diep zijn: er blijft dan voldoende ruimte achter de dieren over om hulp te geven bij het afkalven. Ook worden aparte strohokken gebruikt. De grootte van een afkalfstal is minimaal 10 vierkante meter.

Transitiestal

Grotere bedrijven huisvesten droge koeien in de laatste fase van de droogstand tot kalven meer en meer in een groepsstrohok. De koeien worden 10-14 dagen voor afkalven in de transitiestal geplaatst. In deze stal blijven ze nog enkele dagen tot enkele weken na afkalven. Het is gewenst dat de koeien vanuit de transitiestal naar de melkstal kunnen worden gebracht. De grootte van de transitiestal dient te worden afgestemd op de bedrijfsgrootte en is minimaal 8 vierkante meter per koe.

Ziekenstal

Zieke dieren afzonderen en enige tijd verzorgen moet zonder bezwaar van extra arbeid kunnen plaatsvinden. Evenals bij de afkalfstal verdient het aanbeveling de ziekenstal bij de melkstal en aan de voergang te situeren. Zorg voor een ziekenstal die goed te reinigen en te ontsmetten is.

Maatvoering en inrichting van bijruimten

Afzonderings-, afkalf- en ziekenstallen kunnen worden uitgevoerd als box, waarin de dieren los lopen of als ruimte waarin ze worden aangebonden. Een box voor loslopende dieren moet een afmeting van 3 x 4 meter hebben. Zorg ook voor een goede gierafvoer.

Doet een grupstal dienst als afzonderings-, afkalf- of ziekenstal? Houd dan de volgende maten aan:

- standlengte: 1,60 meter
- standbreedte: 1,20 meter
- drijfmestgrup: 0,80 meter breed en minimaal 0,80 meter diep
- mestgangbreedte: 1,60 meter

10.6.3 Potstal

De potstal is een zeer oud staltype. Voor melkvee moet deze stal deels zijn voorzien van een roostervloer. Voor de maatvoering en inrichting van een potstal voor melkvee geldt een aantal normen. De belangrijkste staan in het volgende overzicht. Hierbij is uitgegaan van groepsvoeding.

• Vreetruimte per koe	circa 2-3 m ²
• Vreetbreedte	0,65 m
• Breedte loop-eetruimte	min. 3,00 m
• Trap	
- aantrede	0,40 - 0,50 m
- optrede	0,30 m
- breedte	2 - 3 m
• Aantal	minimaal 2
• Liguimte per koe	circa 6 m ²
• Stroverbruik	8 kg per dag (variatie 6-12)
• Wachtruimte voor de melkstal	1,25 m ² per koe

10.6.4 Hellingstal

De hellingstal is in Nederland vrij onbekend. In Frankrijk en Duitsland is het een gangbaarder stalsysteem, vooral in de vleesveehouderij. Het principe is dat gestrooid wordt op het hoogste punt van het hellende vlak, waarna de dieren het stro naar beneden lopen. Het dan sterk vervuilde stro wordt op het laagste punt met een uitmeststelsel uit de stal gehaald. Bij een hellingstal is het stroverbruik ongeveer 30 procent van het verbruik bij een potstal. De belangrijkste normen voor een hellingstal staan in het volgende overzicht.

• Vreetruimte per koe	circa 1-2 m ²
• Vreetbreedte	0,65 m
• Breedte loop-eetruimte	min. 2,00 m (bij mestgang achter voerhek)
• Liguimte per koe	circa 6 m ²
• Helling	6% (variatie 4% tot 8%)
• Stroverbruik	3 kg per dag (variatie 2,5-4)
• Wachtruimte voor de melkstal	1,25 m ² per koe

10.6.5 Ammoniakemissie

Ammoniak komt bij vergunningverlening voor veehouderijen geregeld aan bod. Hieronder enkele wet- en regelgevingen.

Wet Ammoniak en Veehouderij

De '[Wet ammoniak en veehouderij](#)' (Wav) regelt de bescherming van aangewezen zeer kwetsbare gebieden voor ammoniak via emissieplafonds per veehouderij. In het 'Besluit emissiearme huisvesting' staan emissiegrenswaarden voor een dierenverblijf.

De Wav geldt voor bedrijven die een omgevingsvergunning milieu nodig hebben (de type C-bedrijven). Voor type B-bedrijven staan dezelfde eisen in het 'Activiteitenbesluit'. De voorschriften van het 'Activiteitenbesluit' sluiten nauw aan op de Wav.

De 'Regeling ammoniak en veehouderij' (Rav) hangt onder de Wav. Hierin staan onder andere de emissiefactoren voor ammoniak voor diercategorieën.

Activiteitenbesluit

In het '[Activiteitenbesluit](#)' staan eisen voor ammoniak van agrarische bedrijven. Het gaat om eisen voor het houden van landbouwhuisdieren en mestbassins.

Voor het houden van landbouwhuisdieren zijn er eisen om zeer kwetsbare gebieden te beschermen, eisen aan huisvestingsystemen (stalbeschrijving en luchtwassers) en eisen voor het opslaan van mest. Bij de bescherming van zeer kwetsbare gebieden betreft een verbod om nieuwe dierenverblijven op te richten en verbod tot uitbreiding en wijziging, als de inrichting binnen zo'n zeer kwetsbaar gebied ligt, of in een zone van 250 meter rondom zo'n gebied. Voor bestaande bedrijven geldt overgangsrecht.

Besluit emissiearme huisvesting

Het '[Besluit emissiearme huisvesting](#)' geeft maximale emissiewaarden voor ammoniak en fijnstof. Het bepaalt dat dierenverblijven emissiearm moeten zijn, als die beschikbaar zijn. Het besluit bevat maximale emissiewaarden: alleen huisvestingsystemen met een emissiefactor die lager is dan of gelijk is aan de maximale emissiewaarde, zijn toegestaan. De maximale emissiewaarden (ammoniak/fijnstof) gelden voor melkvee en andere landbouwhuisdieren.

Het 'Besluit emissiearme huisvesting' geldt voor:

- type B-bedrijven (die volledig onder het 'Activiteitenbesluit' vallen);
 - type C-bedrijven (die daarnaast een omgevingsvergunning milieu hebben).
- De regels gelden voor de veehouderijen automatisch (van rechtswege) naast de voorschriften van het Activiteitenbesluit of de omgevingsvergunning milieu. Veehouders moeten zich aan het 'Besluit emissiearme huisvesting' houden zonder dat het bevoegd gezag dit apart hoeft te bepalen.

Regeling ammoniak en veehouderij

De Regeling ammoniak en veehouderij (Rav) is een op de Wet ammoniak en veehouderij gebaseerde ministeriële regeling die de emissiefactoren bevat die nodig zijn om in de vergunde en in de aangevraagde situatie de ammoniakemissie van een veehouderij te kunnen berekenen.

De Rav bevat een lijst met de verschillende stalsystemen per diercategorie en de daarbij behorende emissiefactoren. De lijst wordt regelmatig geactualiseerd. Zie voor de factoren voor de ammoniakemissie vanuit het verblijf van rundvee, inclusief de emissie van de mest die in het verblijf is opgeslagen, op de site van [Kenniscentrum InfoMil](#) > [Rav en huisvestingssystemen](#) > [Huisvestingssystemen en emissiefactoren](#) > [Emissiefactoren diercategorieën](#) > [Hoofdcategorie A: Rundvee](#).

10.7 Onderzoek huisvesting melkvee

[ZuivelNL](#) (voorheen Productschap Zuivel) financiert - vaak samen met andere partijen zoals het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit - een deel van het onderzoek en de kennisoverdracht m.b.t. het huisvesten en houden van melkvee. Onderstaand een aantal onderwerpen.

10.7.1 Moderne huisvesting melkvee

De brochure '[Moderne huisvesting melkvee](#)' is gemaakt voor gebruik door veehouders en op agrarische scholen. De volgende onderwerpen komen aan de orde:

- wet en regelgeving;
- welzijn van de dieren in relatie tot huisvesting;
- erfinrichting;
- de uitvoering van de ligboxenstal;
- het melken;
- diverse stalsystemen.

10.7.2 Schuimvorming op mest

Een aantal rundveebedrijven ondervindt overlast van schuimvorming in de mestkelder. Schuimvorming leidt tot bevuiling van stal en dieren en kan tot ophoping van gevaarlijke gassen leiden, die giftig zijn (zwavelwaterstof, blauwzuurgas) en/of explosief (methaan). In onderzoek naar de oorzaken van deze schuimvorming kon geen relatie worden gelegd met de stalinrichting, de constructie van roosters en mestkelder of met het mestmanagement. Hieruit volgde de veronderstelling dat voeding en mestsamenstelling een rol spelen bij het ontstaan van schuimvorming in de mestkelder.

Twee processen spelen bij schuimvorming een rol: vorming van gas en vorming van oppervlaktespanning-verlagende stoffen. De vorming van gas kan toenemen als de hoeveelheid verteerbare organische stof in de mest toeneemt, wat op kan treden als de dieren de organische stof (zoals zetmeel en voedingsvezel) slecht verteren. Oppervlaktespanning-verlagende stoffen kunnen afkomstig zijn uit het dier (onverteerd vet, eiwit), aan de mest zijn toegevoegd (spolwater, etc.) of ontstaan in de mest door specifieke micro-organismen. Uit het rapport [Invloed van voeding en mestsamenstelling op schuimvorming in rundveemest](#) blijkt echter dat voeding en mestsamenstelling niet van invloed lijken te zijn op schuimvorming in mestkelders van rundveestallen.

In het project [Mestgassen: een onderschat gevaar](#) zijn metingen uitgevoerd in de mestkelder van een melkveestal om inzicht te krijgen in de ontwikkeling van giftige mestgassen ter indicatie van gevaarlijke situaties. De onderzoeksresultaten laten zien dat het mixen van mest na aanvang tot zeer snelle stijgingen in de waterstofsulfide-concentraties boven de mest leidt. Piekwaarden van meer dan 150 ppm blijken veelvuldig voor te komen en voor perioden langer dan 15 minuten verhoogd te zijn. Verder kunnen de concentraties sterk variëren zelfs wanneer de omstandigheden en handelswijze gelijk zijn. Ook tijdens het verpompen van het mest komt het regelmatig voor dat de waterstofsulfide-concentratie boven de 10 ppm uitkomt. En zelfs als de mest niet wordt gemixt of verpompt kunnen concentraties van meer dan 10 ppm voorkomen. Voor een veilige en gezonde werkomgeving is het noodzakelijk passende veiligheidsmaatregelen bij het mixen van mest te nemen. De onderzoeksresultaten staan uitgebreid beschreven in het rapport: '[Mestgassen uit melkveemest: jaarrond metingen van H₂S-concentraties](#)'.

10.7.3 Vrijloopstallen

Veel melkveehouders investeren in nieuwe stallen. Vaak is dat een ligboxenstal. Voordelen van de ligboxenstal zijn de duidelijke scheiding tussen een schoon ligbed en de roosters waarop de koeien lopen en mesten. Maar er zijn ook nadelen, namelijk er is weinig bewegingsruimte bij het liggen en opstaan, de routing is min of meer gestuurd en de betonvloeren zijn hard voor de klauwen.

De *vrijloopstal* is mogelijk een alternatief voor de ligboxenstal. De koeien kunnen er vrij rondlopen en hebben veel bewegingsvrijheid. Aanvankelijk werd in de Verenigde Staten en Israël geëxperimenteerd met stallen zonder ligboxen en diverse soorten bodembedekking. Sinds 2007 wordt dit type stal ook in Nederland toegepast. Naar schatting zijn er ongeveer 50 vrijloopstallen in Nederland. Deze stallen zijn over het algemeen zeer ruim en hebben zachte bodems. Hierbij wordt gewerkt met materialen als compost en houtsnippers (die composteren). Ook kunststof is een optie die in ontwikkeling is. Rondom deze stallen zijn veel vragen over de milieuaspecten (verliezen van stikstof), optimale bodemopbouw, het 'managen' van de diverse bodems, dierenwelzijn en de economische haalbaarheid van vrijloopstallen.

De eerste testen op een drietal proefbedrijven met verschillende bodems en een foliestal op melkveeproefbedrijf Zegveld zijn al snel overgenomen door de praktijk. Ongeveer de helft van de praktijkbedrijven gebruikt(e) compost van een composteringsbedrijf. De andere helft maakt compost in de vrijloopstal door de koeien op een mengsel van mest met houtsnippers te laten lopen en het mengsel te beluchten. De investeringskosten per koe zijn iets lager bij een vrijloopstal als uitgegaan wordt van 10 m² ligbed per koe. De jaarlijkse kosten zijn echter iets hoger door meer kosten voor strooiselmateriaal en energie.

Het gebruik van compost als ondergrond is per 1 januari 2015 verboden. Bodems met compost hebben een te hoge ammoniakemissie en zijn tevens een risico voor de kwaliteit van melk door sporen van Thermofiele Aerobe Sporenvormende bacteriën (TAS).

Kijk voor projectinformatie op www.vrijloopstallen.nl. Het e-book [Vrijloopstallen voor melkvee in de praktijk](#) geeft een overzicht van de ontwikkeling en mogelijkheden van de vrijloopstal. Het e-book [Vloeren met mestscheiding in vrijloopstallen](#) geeft informatie over mestscheiding in vrijloopstallen met doorlatende en hellende vloeren.

In de projecten [Vrijloopstal met houtsnipperbodem](#) en [Vrijloopstal met kunststofvloer](#) worden ammoniakemissiemetingen uitgevoerd om te komen tot een emissiefactor in het kader van de Regeling ammoniak en veehouderij. Emissiemetingen op stalniveau van vrijloopstallen met een composterende *bodem van houtsnippers* zijn uitgevoerd op vier locaties. De ammoniak-, methaan- en lachgasemissie is bepaald per dierplaats per jaar. [Resultaten](#) laten een reductie in de ammoniakemissie zien van 31% maar een stijging in de methaanemissie van 34% en een 14 keer hogere lachgasemissie vergeleken met een referentiesysteem met ligboxen.

In het kader van de vrijloopstallen is lesmateriaal gemaakt voor het MBO over de volgende [ontwikkelingen in huisvesting voor melkvee](#):

- Er worden verschillende ontwerpen van vrijloopstallen behandeld en het [lesmateriaal](#) geeft antwoord op de vraag hoe duurzaam een vrijloopstal is;
- Dierenwelzijn kun je meten aan het dier, hiervoor reikt het materiaal [hulpmiddelen](#) aan;
- Thema's worden [toegelicht](#): ammoniakproblematiek, meten ammoniakemissie in de stal, en oplossingsrichtingen om emissie te verminderen. Daarbij zijn de achterliggende processen uitgelegd

10.7.4 Effect mestmengen op emissies

Om de ammoniakemissie uit melkveestallen te verminderen is al veel energie gestoken in de ontwikkeling van nieuwe vloeren. De invloed van de drijfmest in de kelder is daarbij lange tijd onderbelicht gebleven. Uit eerdere metingen is gebleken dat door frequent mixen de ammoniakemissie uit de kelder mogelijk verminderd kan worden. Op het gebied van milieu en veiligheid zijn positieve resultaten te verwachten van het frequent mixen van drijfmest maar is onduidelijk hoe groot deze effecten zijn en of de methode van mixen een doorslaggevende invloed op deze effecten heeft. In het rapport [Effect van het Aeromix systeem op ammoniakemissie in een melkveestal](#) wordt een perspectiefvol systeem beschreven, niet alleen als mengtechniek voor rundveemest, maar ook om de ammoniak - en mogelijk ook de methaanemissie - uit de melkveehouderij te reduceren.

Aanvullend onderzoek is uitgevoerd in het door [ZuivelNL](#) medegefinancierde project '[Effect mestmixen op emissies](#)'. In vier experimenten, in een periode van drie jaar (2016-2018) uitgevoerd op Dairy Campus, is het effect van frequent mixen van drijfmest op de ammoniakemissie onderzocht. Het mixen van mest is uitgevoerd met twee luchtmixsystemen en een mechanische dompelmixer. De [resultaten](#) laten zien dat in geen van de systemen reductie van de ammoniakemissie werd gemeten ten opzichte van een ongemixte referentie. De aanname dat het voorkomen van korstvorming op de drijfmest in kelders van melkveestallen leidt tot reductie van ammoniakemissie kon niet worden onderbouwd.

10.7.5 Effect mestschuiven en spoelen op ammoniakemissie

Voorjaar 2018 is op Dairy Campus een proef gestart waarin het effect van vaker mestschuiven en spoelen van de vloer op de ammoniakemissie wordt onderzocht. Het uitrijden van met water verdunde mest vermindert de ammoniakemissie. Door verdunning daalt de ammoniumconcentratie. Het is al langer bekend dat dit principe ook in de stal werkt maar door praktische bezwaren (meer mestopslag) wordt deze eenvoudige maatregel nog nauwelijks toegepast. Tijdens het project [Proeftuin Natura 2000 Overijssel](#) bleek dat er in de praktijk wel degelijk belangstelling voor is. Zeker als daarmee twee vliegen in één klap geslagen kunnen worden, namelijk vermindering van emissie in de stal én bij het uitrijden van de mest.

Kijk voor meer informatie over dit project bij [Effect mestschuiven en spoelen op ammoniakemissie](#).



Door vaker mestschuiven en spoelen van de vloer hopen we de ammoniakemissie in de stal én bij het uitrijden van de mest te verminderen.

10.7.6 Sturen op mestkwaliteit

Mest is een belangrijk onderdeel in de samenwerking tussen akkerbouw en (melk)veehouderij. Het is een belangrijke factor in de teelt en het bodembeheer op akkerbouw- en veehouderijbedrijven. Door mestbewerking komen er steeds meer mestsoorten en -producten beschikbaar, soms met grote verschillen in samenstelling. Voor gebruikers van mest is het van belang om uit dit grote aanbod de juiste keuzes te maken gericht op een gezonde en productieve bodem.

Het doel van het project 'Sturen op mestkwaliteit' is de gebruiker van mest te helpen om de organische meststoffen te kiezen die passen bij de specifieke situatie (grondsoort, bouwplan, gewas, bodemconditie) en verschillende toepassingsdoelen (bemesting, bodemstructuur en vochthuishouding, bodemgezondheid en/of koolstofvastlegging). De leverancier en afnemer van mest krijgt inzicht of bewerken van mest door een ander stalsysteem of mechanische scheiding zinvol is. Om de mestmarkt meer vraag gestuurd te maken is een mestwaarderingsstelsel nodig. Daarvoor wordt voor verschillende mestproducten de kwaliteit van de organische stof beoordeeld qua koolstofafbraak en stikstofmineralisatie.

Wageningen University & Research heeft het perspectief van verschillende mestproducten voor zowel akkerbouwers als melkveehouders verkend. Het rapport 'De Maat van Mest' beschrijft de kosten en baten van bewerkte mestproducten zoals strorijke mest, dikke en dunne fracties uit mechanische mestscheiders, en feces- en urinefracties verkregen via scheidende stalvloeren.

Bij de baten gaat het om de organische stof (OS) en de nutriënten stikstof, fosfor en kalium (NPK). De economische waarde daarvan is beoordeeld per ton product en per ha akkerbouw, rekening houdend met bemestingsnormen. De kosten omvatten de kosten voor stro en huisvesting, mechanische scheiding, monsternamen en analyse, en transport en toediening op het land.

Wanneer alleen gekeken wordt naar kunstmestbesparing en kosten dan blijkt dat mestbewerking in veel gevallen niet gunstiger is dan gebruik van onbewerkte rundveedrijfmest. Wanneer ook de organische stof financiële waarde krijgt, wordt ook de dikke fractie na mestscheiding met de vijzelpers, economisch interessant.

Kijk voor meer informatie zoals een [blog](#) bij [Sturen op mestkwaliteit](#).

10.7.7 Mestscheiding in melkveestallen

Het project 'Mestscheiding in melkveestallen' ambieert het verminderen van broeikasgasemissies en ammoniakemissie in bestaande stallen door snellere (primaire) scheiding van feces en urine plus afvoer. Door de apart opgevangen fracties op te waarden en praktische oplossingen aan te bieden draagt het bij aan een verdere verduurzaming van de melkveesector. Hierbij wordt rekening gehouden met welzijn, gezondheid en economie.

Er worden data en kennis van bestaande en vernieuwende systemen op praktijkbedrijven in Nederland en het buitenland verzameld. In de eerste fase (2019) worden de meest kansrijke nieuwe stalaanpassingen en bijbehorende mestketen qua vloer-, mestverwijdering/reinigingstechniek, opslagmethode en aanwendingstechniek geïdentificeerd. Als deze resultaten hoopvol zijn, worden in fase 2 testresultaten verzameld over samenstelling van verschillende mestfracties, emissies, scheidingsrendementen, welzijn, economie en de opwaarderingsopties voor de dikke en dunne fracties. In fase 3 worden deze resultaten verwerkt in een bedrijfsmodel. Dit nog te ontwikkelen bedrijfsmodel geeft inzicht in welke factoren de grootste effecten hebben op economie en milieu in bedrijfsverband, met oog voor zowel sterk grondgebonden melkveebedrijven als ook bedrijven met een mestoverschot. Kijk voor meer informatie over dit project bij [Mestscheiding in melkveestallen](#).

10.8 Huisvesting van jongvee

Het aantal benodigde plaatsen voor verschillende leeftijdsgroepen van jongvee is afhankelijk van twee factoren:

- Het afkalfpatroon. Wanneer er veel koeien in een korte tijd afkalven, zijn er veel eenlingboxen en hokruimten voor de kalveren tot drie maanden nodig. Bij een redelijk gespreid afkalfpatroon geeft tabel 10.21 een norm voor het aantal plaatsen voor jongvee.
- Het aantal aan te houden stuks jongvee. Voor de vervanging van de veestapel is het nodig om jaarlijks ongeveer 35 vaarskalveren per honderd melk- en kalfkoeien aan te houden (aanhoudingspercentage van 35 procent). Regelmatig houden veehouders echter alle vaarskalveren aan (50 procent). Tabel 10.21 geeft een overzicht van het aantal plaatsen bij verschillende leeftijdscategorieën en bij aanhoudingspercentages van 35 en 50 procent.

Tabel 10.21 Benodigde plaatsen voor huisvesting van jongvee bij verschillende aanhoudingspercentages (percentage van het aantal melk- en kalfkoeien)

Aanhoudingspercentage	35%				50%				Huisvestingsvorm
	Hoeveelheid plaatsen bij aantal koeien				Hoeveelheid plaatsen bij aantal koeien				
	40	60	80	100	40	60	80	100	
Leeftijd dieren in maanden									
0 - 0,5	6	9	12	15	6	9	12	15	Eenlingboxen
0,5 - 3	6	9	12	15	8	12	16	20	Strohokken
3 - 6	6	9	12	15	10	15	20	25	Ligboxen
6 - 12	8	12	16	20	12	18	24	30	Ligboxen
12 - 18	8	12	16	20	12	18	24	30	Ligboxen
18 - 22	4	6	8	10	8	12	16	20	Ligboxen

Voor jongvee dat wordt gehouden in eenlingboxen, groepshokken of ligboxen, gelden enkele richtlijnen voor de uitvoering en de inrichting. Een aantal indicatieve maatvoeringen staat in tabel 10.22. Bij toenemende lichaamsmaten voor het jongvee uit de verschillende categorieën moet de maatvoering aangepast worden. Datzelfde geldt voor jongvee van een ander (kleiner) veeras zoals bijvoorbeeld Jersey.

Tabel 10.22 Minimum afmetingen jongveehuisvesting

Huisvesting	Leeftijdscategorieën (maand)					
	0 - 2	0,5 - 3	3 - 6	6 - 12	12 - 18	18 - 22
Eenlingbox						
Boxbreedte (cm)	81 - 85	81	-	-	-	-
Boxlengte (cm)	130 - 150	-	-	-	-	-
Groepshok met stro						
Minimale oppervlak (m ² /dier)	-	1,5	1,7	1,8	-	-
Minimale hokdiepte (cm)	-	300	-	-	-	-
Tweevloerenstal						
Loop-eetruimte roosters (cm)	-	175	200	-	-	-
Ligruimte stro (cm)	-	250	250	-	-	-
Diepte ligruimte (cm)	-	30 - 40	30 - 40	-	-	-
Eetbreedte (cm)	-	50	50	-	-	-
Ligboxenstal						
Ligboxbreedte (cm)	-	60	70	80	90	100 - 110
Ligboxlengte-buitenrij (cm)	-	130	160	180	200	220
Ligboxlengte-binnenrij (cm)	-	130	160	180	190	210
Hoogte schoftboom (cm)	-	-	75	85	95	105
Loop-eetruimte (cm)	-	175	200	220	275	-
Loopruimte tussen twee rijen boxen	-	-	-	175	200	200
Eetbreedte per dier (cm)	-	35	40 - 45	45 - 50	50 - 55	55 - 60
Hoogte drinkbakken (cm)	-	-	60	70	80	100
Hoogte drinknippels (cm)	100	110	-	-	-	-
Spleetbreedte roosters (cm)	-	3	3	3,5	3,5	3,5
Volledig rooster met rubber						
Hokdiepte (cm)	-	-	-	200 - 300	300 - 320	300 - 350
Vloeroppervlak (m ² /dier)	-	1,5	1,7	1,8	1,8	1,8
Grupstal						
Standbreedte (cm)	-	-	-	80	90	100
Standlengte bij open grup (cm)	-	-	-	120	140	150
Standlengte bij drijfmestgrup (cm)	-	-	110	130	140	150

10.9 Alternatieve dakconstructies

Traditioneel worden ligboxenstallen uitgevoerd met een golfplaten zadeldak. Dit is nog steeds de meest toegepaste dakvorm. Er zijn echter meer dakvormen mogelijk. Hieronder volgt een korte beschrijving van de meest voor de hand liggende alternatieven. Een uitgebreider overzicht van deze en andere dakvormen, de ventilatie-eigenschappen en een kostenvergelijking is opgenomen in het [Dakmagazine](#), een uitgave van AgriMedia. Aanvullende informatie is te vinden op www.dakmagazine.nl, waar ook gedrukte exemplaren van het Dakmagazine besteld kunnen worden.

Openfrontstal

Stallen met een dergelijke dakconstructie zijn veelal in gebruik voor jongvee. Openfrontstallen hebben een asymmetrische dakvorm met een dichte nok. Drie zijwanden zijn gesloten, de hoge voorzijde is voor één derde deel open. Voordelen: een lage investering en een gezond klimaat voor met name jonge kalveren.

Luifelstal

De luifelstal lijkt qua bouw veel op de openfrontstal. De voorzijde van de luifelstal is echter helemaal open. Soms wordt voor deze dakvorm gekozen om later bij bedrijfsgroei de stal makkelijk te kunnen uitbreiden. In deze stal en in de openfrontstal zijn maatregelen nodig tegen bevriezing van het drinkwater. Voordelen: een lagere investering en een gezond klimaat.

Foliestal

Een relatief nieuwe dakconstructie voor rundveestallen is de foliestal. Een stalen frame is de basis van deze constructie, die veel wordt toegepast in de kassenbouw. De dakbedekking bestaat uit één of twee lagen kunststoffolie, met daaroverheen een schaduwdoek. Inmiddels zijn er verschillende dakvormen ontstaan die gebaseerd zijn op dit idee zoals de Serrestal en de V-stal. Voordelen zijn: nokhoogte onafhankelijk van stalafmetingen, veel toetreding van daglicht in de stal en een lagere investering.

Zaagtanddakstal

Een andere nog betrekkelijk nieuwe dakvorm is het sheddak of zaagtanddak. De dakdelen hebben de vorm van zaagtanden; een verticale zijde en een hellende zijde. De schuine dakvlakken zijn gericht naar de zuidzijde. Aan de noordzijde ontstaan openingen in het dak, die voor een goede lichtinval en ventilatie zorgen. Deze dakvorm is voor melkveestallen voor het eerst toegepast op het Hightechbedrijf. Het heeft daarna een paar keer navolging gehad maar is niet breed toegepast. Belangrijkste reden daarvoor zijn de tegenvallende bouwkosten. Voordelen zijn: geen directe zoninstraling en veel lichtinlaat. Er is veel luchtverversing mogelijk via dwarsventilatie en de dakopeningen. Ook bij dit daktype is de nokhoogte onafhankelijk van de stalafmetingen.



Het foliedak van het voormalige melkveebedrijf op de Waiboerhoeve.

10.10 Ventilatie en verlichting

Ventileren is noodzakelijk voor de afvoer van gassen en warmte en voor de aanvoer van verse lucht. De hoeveelheid geproduceerde warmte van dieren bepaalt voor het belangrijkste deel de ventilatiebehoefte. Er is keus tussen twee ventilatiesystemen: natuurlijke ventilatie en mechanische ventilatie. Natuurlijke ventilatie verdient de voorkeur vanwege de lagere kosten. Nadeel van natuurlijke ventilatie is dat er minder controle mogelijkheden zijn. Behalve de totale hoeveelheid geventileerde lucht is voor zowel de mechanische als natuurlijke ventilatie de interne luchtverdeling minstens zo belangrijk.

10.10.1 *Natuurlijke ventilatie*

Bij natuurlijke ventilatie bepaalt de grootte van de inlaatopening (in de zijgevel) en van de uitlaatopening (in de nok) en het hoogteverschil tussen inlaat en uitlaat, gegeven de weersomstandigheden (windsnelheid en -richting) de maximale ventilatiecapaciteit. De ventilatiebehoefte is afhankelijk van de warmteproductie en de weersomstandigheden (temperatuur en luchtvochtigheid). De warmteproductie is afhankelijk van het gewicht van het dier, de melkproductie en de dagen in dracht. De mate waarin de geproduceerde warmte overgedragen kan worden aan de stallucht hangt tenslotte af van de luchtbeweging in de stal.

Er zijn twee drijvende krachten achter natuurlijk geventileerde stallen. Dat zijn de warmte- en vochtproductie in de stal (schoorsteeneffect) en de wind in de omgeving (windeffect). Door de warmte- en vochtproductie van de dieren stijgt de lucht op en verlaat via de nok de stal. Voldoende hoogteverschil tussen inlaat en uitlaat is belangrijk voor een goed werkende 'schoorsteen'. De wind buiten de stal zorgt voor extra trek door de nok (venturi-effect) en voor het 'doorwaaien' van de stal (dwarsventilatie).

Grote ventilatieopeningen zijn vooral van belang om hittestress te voorkomen of te beperken bij lage windsnelheden en warm (drukkend) weer. Bij nagenoeg windstil weer moet dan ook de maximale luchtinlaat worden benut. Een ruime nokopening met goede trek is daarbij ook van groot belang. Echter bij hogere windsnelheden kan er voldoende warmte en vocht afgevoerd worden en is remming van de luchtsnelheid in de stal gewenst om tocht en sterke toename van ammoniakemissie te voorkomen. De tabellen 10.23 tot en met 10.26 geven de minimale oppervlakte van de uitlaatopening en de inlaatopening bij melkgevende koeien en jongvee weer. In de praktijk worden deze waarden vrijwel altijd ruimschoots overschreden doordat zeer open stallen worden gebouwd. De aangegeven oppervlakten kunnen dan dienen als richtlijnen bij het bepalen van de stand van de ventilatiegordijnen.

Tabel 10.23 Oppervlak *uitlaat*opening (cm²/koe) bij melkgevende koeien en diverse hoogteverschillen tussen in- en uitlaatopening

Melkproductie (kg/koe/jaar)	Hoogteverschil (m)			
	3	4	5	6
6.000	1.200	1.040	930	850
7.000	1.280	1.110	990	910
8.000	1.370	1.190	1.070	970
9.000	1.455	1.260	1.130	1.030
10.000	1.540	1.330	1.190	1.080

Tabel 10.24 Oppervlak *inlaat*opening (cm²/koe) bij melkgevende koeien en diverse hoogteverschillen tussen in- en uitlaatopening

Melkproductie (kg/koe/jaar)	Hoogteverschil (m)			
	3	4	5	6
6.000	1.800	1.560	1.395	1.275
7.000	1.920	1.665	1.485	1.365
8.000	2.055	1.785	1.605	1.455
9.000	2.180	1.890	1.695	1.545
10.000	2.310	1.995	1.785	1.620

Tabel 10.25 Oppervlak *uitlaat*opening (cm²/dier) bij jongvee en diverse hoogteverschillen tussen in- en uitlaatopening

Leeftijd (maand)	Hoogteverschil (m)			
	3	4	5	6
1	165	145	130	115
3	270	235	210	190
6	465	405	360	330
12	675	585	520	475
18	905	785	700	640
22	1.100	950	850	780

Tabel 10.26 Oppervlak *inlaat*opening (cm²/dier) bij jongvee en diverse hoogteverschillen tussen in- en uitlaatopeningen

Leeftijd (maand)	Hoogteverschil (m)			
	3	4	5	6
1	250	220	195	175
3	400	350	315	285
6	700	600	540	495
12	1.010	875	780	710
18	1.360	1.175	1.050	960
22	1.650	1.425	1.275	1.170

Bij het berekenen van de oppervlakte van de open nok is uitgegaan van een onbelemmerde uitlaat. Wordt de uitlaat voorzien van een kapconstructie, bijvoorbeeld een lichtkoepel, houd dan rekening met een weerstand in die constructie. In dat geval zal het oppervlak van de open nok per dier groter moeten zijn.

10.10.2 *Mechanische ventilatie*

Als natuurlijke ventilatie niet mogelijk is, kan er mechanisch geventileerd worden. De tabellen 10.27 en 10.28 geven de benodigde ventilatiecapaciteit aan. Bij mechanische ventilatie moet de luchtinlaatopening 2 cm² per m³ te verplaatsen lucht zijn.

Tabel 10.27 Ventilatiecapaciteit bij melkkoeien bij verschillende melkproducties

Melkproductie (kg/koe/jaar)	Benodigde ventilatiecapaciteit (m ³ /koe/uur)
6.000	434
7.000	464
8.000	495
9.000	525
10.000	555

Tabel 10.28 Ventilatiecapaciteit bij jongvee

Leeftijd (maanden)	Gemiddeld gewicht (kg)	Ventilatiecapaciteit (m ³ /uur)
1	60	60
3	100	100
6	175	170
12	305	245
18	425	330
22	500	400

10.10.3 Verlichting

Licht in de stal is belangrijk voor een goede oriëntatie van de dieren en voor de regulatie van de hormoonhuishouding. Een lichtregime van 16 uren licht en 8 uren donker blijkt optimaal te zijn voor melkproductie en vruchtbaarheid. Ook voor controle van de dieren door de veehouder is voldoende licht noodzakelijk. Behalve zonlicht speelt ook kunstverlichting een rol bij verlichting van de stal. Belangrijk is dat de lichtintensiteit tijdens deze lichtperiode voldoende hoog is (200 lux). Voor het realiseren van deze lichtintensiteit dient een verlichtingsplan te worden gemaakt samen met een elektricien. Ledlampen worden het meest gebruikt voor verlichting; andere lichtbronnen zijn zeer beperkt of zelfs niet meer leverbaar. Ledlampen zijn energiezuinig omdat ze voor het afgeven van licht een relatief laag wattage nodig hebben. Ook gaan ledarmaturen langer mee dan andere typen lampen. De aanschafkosten van ledlampen zijn hoger dan die van andere lampen maar ze verdienen zich binnen 5 jaar terug. Eerder werd bij lage stallen veelal gebruik gemaakt van TL-verlichting en werd voor hogere stallen hogedruk verlichting geadviseerd, omdat met dit type lamp minder lichtpunten en minder energie nodig is dan met TL. Zonlicht kan de stal binnenkomen via zijwanden, kop en eindgevels, lichtplaten in het dak en de nok. Lichtplaten in het dak hebben als nadeel dat tijdens warme perioden de temperatuur onder deze platen behoorlijk oploopt.

In de maatlat duurzame veehouderij zijn regelingen opgenomen om het energieverbruik door verlichting te verminderen d.m.v. bewegingsmelders, schemerschakelaars, natuurlijke lichtintrede en energiezuinige hoofdverlichting. De eisen voor deze regeling zijn te vinden op www.maatlatduurzameveehouderij.nl.

In de melkstal

Installeer in een 4V4-melkstal lampen van 3 x 2 TLD-58 Watt met kleurcode 84. Monteer de armaturen in het midden van de melkput op 2,50 tot 3,00 meter boven de putvloer. In een 6V6-melkstal zijn 4 x 2 TLD-58 Watt-armaturen voldoende. In plaats van TLD-58 Watt zijn TLD- 50 Watt hoogfrequent-lampen ook bruikbaar (inclusief bijbehorende armaturen). Voor de melkstal is ook een energiezuinig waterbestendig LED-armatuur voor lage ruimtes beschikbaar.

Op het erf

Als erfverlichting zijn lagedruk-natriumlampen heel geschikt. Deze lampen hebben een grotere verlichtingssterkte dan TL-verlichting. De kleurherkenning is echter veel slechter. Ook halogeenverlichting is geschikt als buitenverlichting. Verder is er ook een waterbestendig LED buitenarmatuur.

N.B. De verlichtingsnormen zijn minimumnormen. Vervuiling van armaturen kan leiden tot een aanzienlijk lagere lichtopbrengst. De lichtverliezen kunnen oplopen tot 50 procent bij ernstig vervuilde lampen. Maak de armaturen daarom regelmatig schoon.

Optimale verlichting en reductie lichtuitstoot naar omgeving

In 2010 is onderzoek gedaan naar de [optimale verlichting van melkveestallen](#). Dit als gevolg van de discussie over toegenomen lichthinder door melkveestallen. Voor de reductie van lichtuitstoot naar de omgeving doen TNO en Wageningen University & Research de volgende suggesties. Daarbij is de keuze voor de te nemen maatregelen natuurlijk afhankelijk van de melkveehouder en zijn/haar omgeving.

- Zorg dat de lamp niet rechtstreeks zichtbaar is vanuit de omgeving, met andere woorden, kijk naar de positie van de lamp.
- Hoewel transparant wit zeil overdag licht doorlaat, heeft het 's avonds een minder gewenst effect: in het donker versterkt het de uitstoot van de lichtuitstraling.
- Probeer rekening te houden met de wensen van de burens bij toepassing van de gewenste lichtperiode.
- Plaats de lampen zodanig dat het licht zoveel mogelijk de stal van binnen verlicht en voorkom juist dat lamplicht naar buiten uitstraalt (rechtstreeks of via het zeil).
- Het plaatsen van erfbeplanting kan uitkomst bieden en is een eenvoudige, goedkope en effectieve oplossing voor het verminderen van de zichtbaarheid.
- Het plaatsen van een lichtdicht (2^e) scherm dat tijdens het belichten in de donkerperiode (gedeeltelijk) dichtgetrokken wordt, kan de uitstoot sterk beperken.
- Het materiaalgebruik in de stal is van invloed op de lichtuitstoot. Hoe minder het materiaal in de stal het licht reflecteert hoe lager de uitstoot. Dit omdat er meer licht geabsorbeerd wordt. In de praktijk betekent dit echter wel dat het lichtniveau in de stal dan afneemt waardoor er meer verlichting nodig is.
- Voor de toeleveranciers liggen er uitdagingen om met oplossingen te komen op het volgende vlak:
 - Het gebruik van lamellen om de lichtuitstoot slechts in een beperkte richting toe te staan kan een oplossing zijn.
 - In de praktijk worden de schermen meestal van beneden naar boven dichtgetrokken in verband met tocht. Ter voorkoming van direct zicht op de laaghangende lampen zou het van boven naar beneden sluiten van het scherm gunstiger zijn.
 - Naar verwachting is er winst te behalen in het ontwerp van de armaturen als het gaat om direct zicht op de lampen.

10.11 Watervoorziening

Melkkoeien hebben dagelijks grote hoeveelheden drinkwater nodig. Een beperking van de wateropname tast het welzijn in ernstige mate aan. Daarom moeten ze altijd onbeperkt toegang hebben tot kwalitatief goed en schoon drinkwater. Geadviseerd wordt om per 20 koeien minimaal één waterbak te realiseren indien grote voorraadbakken worden gebruikt, indien alleen sneldrinkers worden gebruikt dan wordt één bak per 15 koeien aanbevolen.

Een drinkwaterinstallatie moet voldoen aan de eisen die zijn vastgelegd in de Algemene Voorschriften voor drinkwaterinstallaties (AVWI-2002) en NEN 1006: 2002.

Aandachtspunten bij de aanleg van een drinkwaterinstallatie:

- Bij een centraal vlotterbaksysteem moeten de leidingen een diameter hebben van minimaal 50 mm. Zorg voor voldoende drinkbakken. De toegankelijkheid moet voor alle koeien gegarandeerd zijn.
- Het aantal drinkbakken is afhankelijk van het aantal koeien. Hanteer als richtlijn de volgende normen:
 - Zelfdrinkers : 1 bakje per maximaal tien koeien in een ligboxstal
 - Drinkbak (25 - 100 l) : 1 bak per maximaal tien melkkoeien
 - Drinkbak (300 - 600 l) : 1 bak per maximaal twintig melkkoeien
 - Sneldrinker : 1 bak per maximaal vijftien melkkoeien
- Drinkwaterleidingen die rechtstreeks zijn aangesloten op het waterleidingnet, mogen niet in een mestkelder worden gelegd.
- Plaats de drinkbakken bijvoorbeeld in de tussengangen.
- Stijgleidingen naar de drinkbakken moeten worden geïsoleerd.
- Om vorstproblemen te voorkomen kan een rondpompsysteem met of zonder verwarmingselement worden aangelegd.
- Zorg voor een goede afscherming van de vlotter, zodat de dieren er niet mee kunnen spelen.
- De gewenste hoogte van drinkbakken voor melkvee is 105 tot 110 cm boven het vloeroppervlak. Voor jongvee ouder dan zes maanden is dit 80 tot 90 cm. Het water zit ongeveer 10 cm onder de rand.

Voer en vochtopname zijn onderling van elkaar afhankelijk. Voedsel met een hoog vochtgehalte verlaagt de drinkwaterbehoefte. Verder is de vochtopname afhankelijk van de omgevingstemperatuur, melkproductie, lichaamsgewicht en de zoutopname. In hoofdstuk 6 (tabellen 6.9 en 6.18) staat dat de totale vochtbehoefte bij jongvee, afhankelijk van de leeftijd, varieert van 5 – 55 liter per dier per dag en bij melkvee van 30 – 170 liter per koe per dag. Vooral bij melkgevende koeien is de variatie groot. Dit wordt veroorzaakt door de melkproductie en de weersgesteldheid. De drinksnelheid van koeien is 10 tot 20 liter per minuut. Koeien nemen het meeste water op bij een watertemperatuur van 15 tot 20°C en geven de voorkeur aan drinken van een vrij wateroppervlak.

10.12 Maatlat duurzame melkveehouderij

De Maatlat Duurzame Veehouderij (MDV) is een certificatieschema met als doel het stimuleren van investeringen in een duurzame veehouderij. Veestallen met het MDV-certificaat tonen aan dat zij voldoen aan de gestelde duurzaamheidscriteria. Het MDV-certificatieschema bestaat uit concrete maatregelen op het gebied van dierenwelzijn, diergezondheid, energie, fijn stof, ammoniakemissie en bedrijf & omgeving (niveau B). Voor certificering op niveau A zijn bovendien de thema's mest, mineralen & indirecte energie en landschap & natuur vereist. Het behalen van het MDV-certificaat is voorwaarde voor deelname aan overheidsregelingen zoals [MIA en Vamil](#).

Per 1 januari 2020 is het certificatieschema [Maatlat Duurzame Veehouderij versie 13](#) van kracht. Investerings vanaf deze datum moeten voor melding bij de MIA\Vamil regeling voldoen aan deze geactualiseerde MDV-criteria. Het MDV-certificatieschema wordt beheerd door Stichting Milieukeur (SMK).

Volgens de [Monitoring integraal duurzame stallen](#) was per 1 januari 2019 voor rundvee 9,5% van de stallen duurzaam en van de rundvee-dierplaatsen 19,2%. MDV-stallen maken hier onderdeel vanuit.

Thema's

Voor ieder thema is een maatlat opgesteld met keuzemaatregelen waar een puntenwaardering aan toegekend is. Per thema dient een minimaal aantal punten behaald te worden om voor certificatie in aanmerking te komen. Hieronder staat een korte toelichting op deze thema's:

Ammoniakemissie. Stallen dienen voorzien te zijn van een ammoniakemissie reducerend systeem dat de emissie meer reduceert dan wettelijk verplicht wordt gesteld in 'Besluit emissiearme huisvesting'.

Bedrijf & omgeving. Dit thema is uitgewerkt in vier onderwerpen. Landschap is daarvan het belangrijkste. De andere zijn omgevingsgerichtheid, verstoring (geur, geluid, licht) en water.

Brandveiligheid. Bij dit thema zijn de maatregelen gebaseerd op drie uitgangspunten:

- preventie dat stalbrand ontstaat;
- het bestrijden van een stalbrand;
- de impact van een ontstane brand beperken.

Dierenwelzijn. In de stallen dienen maatregelen te zijn getroffen om het welzijn te verbeteren, bij de puntenwaardering voor de maatregelen is uitgegaan van de meerwaarde voor het dier.

Diergezondheid. Bij dit thema zijn de maatregelen gebaseerd op drie uitgangspunten: preventie dat ziekten het bedrijf binnenkomen, verhinderen dat een ziekte zich binnen het bedrijf verspreidt en het verbeteren van de weerstand van het dier in de stal.

Energie. De maatregelen dragen bij om CO₂-uitstoot terug te dringen via energiebesparing en opwekking van duurzame energie ten behoeve van het eigen gebruik.

Fijn stof. De maatregelen zijn gericht op de emissiereductie van fijn stof naar het milieu en het verminderen van fijn stof in de dierverblijven.

Het minimaal aantal te behalen punten voor de thema's dierenwelzijn, diergezondheid en bedrijf en omgeving is afhankelijk van het aantal dieren op het bedrijf. Als een ondernemer een stal laat certificeren wordt, voor de bepaling van de bedrijfsgrootte (aantal dierplaatsen), het gehele bedrijf meegerekend en niet alleen de omvang van de gemelde stal. Het minimum aantal punten op de genoemde maatlaten is gerelateerd aan de bedrijfsgrootte gerekend in nge (Nederlandse grootte-eenheid) en op drie niveaus gedefinieerd (≤ 350 nge; > 350 nge - ≤ 700 nge; > 700 nge).

Energieverbruik verminderen

Wanneer bij het vervangen van apparatuur alle bestaande technieken optimaal worden toegepast, kan het gemiddeld energieverbruik op een melkveehouderijbedrijf halveren. Het is daarom zinvol bij vervanging van apparatuur om niet alleen naar investeringskosten te kijken, maar ook naar de kosten voor energie en onderhoud. De brochure ['Energie besparen in de stal'](#) van CLM laat zien dat er veel mogelijk is.

MDV-Melkveestallen en de Regeling groenprojecten

De criteria voor MDV-melkveestallen voor het niveau van certificaat A zijn een aanvulling op de eerder gepubliceerde criteria melkveestallen. In de Regeling groenprojecten heeft de Nederlandse overheid een verwijzing gemaakt naar de criteria MDV-melkveestallen op niveau A. Een aantal van de keuzemaatregelen voor certificaat B (gekoppeld aan de MIA\Vamil regeling) zijn verplicht om het certificaat A te kunnen behalen. Voorbeelden hiervan zijn weidegang en het gebruik van groene stroom. Daarnaast zijn er bij niveau A aanvullende keuzemaatregelen met een managementkarakter opgenomen. Voor de Regeling groenprojecten is het vereist dat de criteria gedurende de looptijd van 10 jaar gecontroleerd worden.

Het certificatieschema [MDV versie 13](#) is geldig tot en met 31 december 2020. Het recentste certificatieschema en eventuele 'aanvullende besluiten' staan gepubliceerd op www.maatlatduurzameveehouderij.nl. Per 1 januari 2020 kent de Maatlat Duurzame Veehouderij strengere eisen t.a.v. ammoniak- en fijnstofemissie en door extra maatregelen tegen uitstoot van broeikasgassen.