



Dichtheid van natte graskuilen

Droge stofgehalte lager dan 25%

Herman van Schooten, Bob Fabri (Eurofins Agro)

Openbaar
Rapport 1400



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Dichtheid van natte graskuilen

Droge stofgehalte lager dan 25%

Herman van Schooten¹, Bob Fabri²

1 Wageningen Livestock Research

2 Eurofins Agro

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Livestock Research en Eurofins Agro en gesubsidieerd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoek thema 'A1 Verminderen fossiele nutriënten en emissies naar bodem, water en lucht' (projectnummer BO-43-101-056).

Wageningen Livestock Research
Wageningen, december 2022

Openbaar
Rapport 1400

Samenvatting NL

Voor de berekening van de hoeveelheid graskuil t.b.v. de bedrijfsspecifieke excretie van melkvee wordt voor het inschatten van de kuildichtheid gebruik gemaakt van de dichtheidstabel in het Handboek Melkveehouderij. De huidige waarden bleken niet geldig voor natte graskuilen met een gehalte aan droge stof (ds) lager dan 25%. Daarom is er onderzoek gedaan aan de dichtheid van 16 natte graskuilen met een droge stofgehalte tussen de 15 en 21%. De gemiddelde dichtheid was ca. 55 kg ds/m³ lager dan die van de klasse <35% ds in de huidige tabel. Er werd geen effect gevonden van kuiltype (rijkuil of sleufsilos), kuilhoogte en afdekkingsmethode (met of zonder gronddek) op de dichtheid. Er werd een lineair verband gevonden tussen het droge stofgehalte en de dichtheid:

Dichtheid (kg ds/m³) = -32,4 + 1,02 x droge stofgehalte (g/kg). Aanbevolen wordt om de huidige dichtheidstabel in het Handboek Melkveehouderij aan te vullen met een klasse <22% ds, waarin deze relatie wordt toegepast. Zodat ook de handreiking bedrijfsspecifieke excretie met de juiste dichtheden van natte graskuilen werkt.

Summary EN

To calculate the amount of grass silage for Farm Specific Excretion for dairy cattle, the density table in the 'Handboek melkveehouderij' is used to estimate the silage density. The current values of this density table turned out not to be valid for low dry matter silages that have dry matter contents lower than 25%.

Therefore research has been carried out on the density of 16 low dry matter silages varying between 15 and 21% in dry matter (dm) content. The average density was approx. 55 kg dm/m³ lower than the average density of the <35% dry matter class in the current table. No effect of silo type (stack silo or bunker silo), silo height and covering method (with or without soil layer) on silage density was found.

The following equation for silage density as a function of dry matter content was found:

Density (kg dm/m³) = -32,4 + 1,02 x dry matter content (g/kg). It is recommended to adjust the current density table in the 'Handboek melkveehouderij' with an extra category <22% DM, in which this equation is applied. This will also mean that the document describing the Farm Specific Excretion applies the correct densities for low dry matter silages.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/582167> of op www.wur.nl/livestock-research (onder Wageningen Livestock Research publicaties).



Dit werk valt onder een Creative Commons Naamsvermelding-Niet Commercieel 4.0 Internationaal-licentie.

© Wageningen Livestock Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2022

De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

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

Wageningen Livestock Research is NEN-EN-ISO 9001:2015 gecertificeerd.

Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
2	Materiaal en methoden	10
	2.1 Selectie kuilen	10
	2.2 Dichtheidsbepaling	10
	2.2.1 Volume en gewicht	10
	2.2.2 Droge stofgehalte en samenstelling	11
	2.2.3 Berekening dichtheid	11
3	Resultaten en discussie	12
	3.1 Kuilvorm, dichtheid en samenstelling	12
	3.2 Effect kuilfactoren op dichtheid	13
	3.3 Resultaten in vergelijking met de huidige tabelwaarden	14
4	Conclusies en aanbeveling	16
	4.1 Conclusies	16
	4.2 Aanbeveling	16
	Literatuur	18
	Bijlage 1 Resultaten per kuilblok	19



Woord vooraf

Het jaar 2021 was een groeizaam jaar. Het voorjaar was kouder dan normaal en in de maand mei viel vaak en veel neerslag. Hierdoor was het lastig om kuilgras voldoende voor te drogen. In de praktijk kwamen daardoor regelmatig voorjaars graskuilen voor die minder dan 25% droge stof bevatten. Gaandeweg 2021 kwamen vanuit de praktijk regelmatig signalen dat de dichtheid van die graskuilen, bepaald met de bestaande tabelwaarden werd overschat. De berekende hoeveelheid droge stof die dan beschikbaar is om te voeren week erg ver af van de werkelijkheid. Dit betekende dat ook bij de bedrijfsspecifieke excretie en de Kringloopwijzer de hoeveelheid graskuil in het rantsoen bij 'natte graskuilen', niet goed in te schatten was. Daarom is in opdracht van het ministerie van LNV een onderzoek verricht naar de dichtheid van graskuilen die minder dan 25% droge stof bevatten. Met deze onderzoeksresultaten kan de beschikbare hoeveelheid droge stof van 'natte graskuilen' beter ingeschat worden. Het onderzoeksresultaat wordt aangeboden aan het ministerie van LNV en de werkgroep bedrijfsspecifieke excretie (BEX), zodat deze ook meegenomen kan worden in de handreiking bedrijfsspecifieke excretie van 2023 en daarmee bij het invullen van de Kringloopwijzer van 2023.

In dit onderzoek hebben Wageningen Livestock Research en Eurofins Agro succesvol samengewerkt. Eurofins Agro heeft contact gezocht met veehouders die beschikking hadden over natte graskuilen en vervolgens de metingen aan de kuilen uitgevoerd. Wij zijn dank verschuldigd aan Eurofins Agro en aan de betrokken veehouders voor de samenwerking in het project.

Namens het onderzoeksteam,

Michel de Haan, projectleider.



Samenvatting

Voor het inschatten van de hoeveelheid kuilgras ten behoeve van de bedrijfsspecifieke excretie van melkvee wordt het volume van de kuil vermenigvuldigd met de dichtheid. Voor de dichtheid wordt in de Handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkvee verwezen naar tabelwaarden in het Handboek Melkveehouderij. De tabelwaarden zijn gebaseerd op datasets van verschillende onderzoeken met een range in droge stofgehalte van 25 tot 70%. De tabelwaarden zijn dus niet geldig voor graskuilen waarvan het droge stofgehalte lager is dan 25%. Om de tabel aan te vullen met waarden die beter aansluiten bij dergelijke natte graskuilen is er onderzoek gedaan naar de dichtheid van 16 graskuilen met een droge stofgehalte lager dan 25%. Daartoe zijn per kuil een aantal blokken, die samen een halve segment vormen, uitgesneden. Per blok is het volume en gewicht gemeten en is een monster genomen voor bepalingen van het droge stofgehalte en voederwaardesamenstelling.

Uit de resultaten kwamen de volgende conclusies en aanbevelingen naar voren:

Conclusies

- Het droge stofgehalte van de onderzochte kuilen varieerde van ca. 15 tot 21%. De gemiddelde dichtheid was met 152 kg ds/m³ ca. 55 kg ds/m³ lager dan die van de klasse <35% ds in de huidige tabel.
- In tegenstelling tot de huidige tabelwaarden, werd er binnen de kuilen van dit onderzoek geen significant effect gevonden van kuiltype (rijkuil of sleufsilosilo), kuilhoogte en afdekkingsmethode (met of zonder gronddek) op de dichtheid.
- Binnen de kuilen van dit onderzoek had het droge stofgehalte wel een significant effect op de dichtheid. Uit de regressieanalyse kwam het volgende lineaire verband:

$$\text{Dichtheid (kg ds/m}^3\text{)} = -32,4 + 1,02 \times \text{droge stofgehalte (g/kg)}$$

Aanbevelingen

Aanbevolen wordt om de aan de huidige dichtheidstabel in het Handboek voor de melkveehouderij een klasse <22% ds toe te voegen, waarin de relatie tussen het droge stofgehalte en de dichtheid uit dit onderzoek wordt toegepast. In tabel 6 is de aangepaste dichtheidstabel voor graskuil weergegeven.

Tabel 6 M³-gewichten van graskuil¹ (gemiddelde hoeveelheid droge stof in kg/m³).

Stapelhoogte	< 1,30 m		1,30 – 1,80 m		> 1,80 m		Spreiding (%) ³
Opslag in:	Rijkuil	Sleufsilosilo	Rijkuil	Sleufsilosilo	Rijkuil	Sleufsilosilo	
Graskuil							
< 22% ds	Hoeveelheid droge stof in kg/m ³ = -32,4 + 1,02 x droge stofgehalte (g/kg)						
<i>Zonder gronddek²</i>							
22-35% ds	175	185	195	205	210	220	± 15
> 35% ds	195	205	205	215	215	225	± 15
<i>Met gronddek²</i>							
22-35% ds	205	210	215	220	225	230	± 10
> 35% ds	215	220	225	230	235	240	± 10

¹ De m³-gewichten hebben betrekking op geconserveerd en bezakt ruwvoer.

² Ongehakseld. Voor gehakseld gras moeten de vermelde gegevens met circa 10 procent worden verhoogd.

³ Dit betreft een normale spreiding. Bij meer extreme omstandigheden is de spreiding groter.

Naast bovenstaande aanpassing van de dichtheidstabel in het Handboek Melkveehouderij wordt aanbevolen om nader onderzoek te doen naar de mogelijkheid om met behulp van verschillende bestaande/oude onderzoeksresultaten, aangevuld met nieuw onderzoek, lineaire verbanden te vinden tussen het droge stofgehalte en de dichtheid over het hele droge stofgehalte traject.



1 Inleiding

In het voorjaar van 2021 zijn vrij veel natte graskuilen geogst met een droge stofgehalte van lager dan 25%. Voor het berekenen van de bedrijfsspecifieke excretie voor melkvee (RVO, 2021) is het nodig om de hoeveelheid geogste droge stof in beeld te brengen. Dit gaat via het opmeten van de kuilen voor het bepalen van het volume en een tabel met dichtheden per volume-eenheid. Dus volume van een graskuil vermenigvuldigd met de dichtheid leidt tot de hoeveelheid droge stof in een graskuil. In de Handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkvee (Rijksdienst voor ondernemend Nederland, 2021) wordt voor de kuildichtheid verwezen naar de tabelwaarden in het Handboek Melkveehouderij, hoofdstuk 5 (zie tabel 1). Deze zijn gebaseerd op een tabel in een publicatie van Van Dijk (1995). De tabelwaarden zijn in 2007 op basis van onderzoek van Van Schooten en Van Dongen (2007) geactualiseerd en op basis van onderzoek van Zom et al. (2015) nog eens bevestigd. Vanuit de praktijk kwamen echter diverse signalen dat de hoeveelheid droge stof van natte graskuilen niet goed werd ingeschat met behulp van deze tabelwaarden.

Tabel 1 M^3 -gewichten van graskuil¹ (gemiddelde hoeveelheid droge stof in kg/m^3).

Stapelhoogte	< 1,30 m		1,30 – 1,80 m		> 1,80 m		Spreiding (%) ³
Opslag in:	Rijkuil	Sleufsilos	Rijkuil	Sleufsilos	Rijkuil	Sleufsilos	
Graskuil²							
<i>Zonder gronddek</i>							
< 35% ds	175	185	195	205	210	220	± 15
> 35% ds	195	205	205	215	215	225	± 15
<i>Met gronddek</i>							
< 35% ds	205	210	215	220	225	230	± 10
> 35% ds	215	220	225	230	235	240	± 10

¹ De m^3 -gewichten hebben betrekking op geconserveerd en bezakt ruwvoer.

² Ongehakseld. Voor gehakseld gras moeten de vermelde gegevens met circa 10 procent worden verhoogd.

³ Dit betreft een normale spreiding. Bij meer extreme omstandigheden is de spreiding groter.

De tabelwaarden met dichtheden voor omrekening van volume naar hoeveelheid droge stof zijn alleen geldig binnen de grenzen van de onderliggende datasets in deze rapporten. Voor het droge stofgehalte van graskuilen lagen deze tussen de 25 en 70%. Uit eerder onderzoek is gebleken dat de kuildichtheid onder andere afhankelijk is van het droge stofgehalte. De tabel onderscheidt voor graskuilen echter maar twee droge stof klassen, nl. lager dan 35% en hoger dan 35%. De droge stofgehalten van veel voorjaarskuilen in 2021 waren lager dan 25%, en lagen daarmee buiten de range van de dataset waarop de tabel is gebaseerd. Voor deze graskuilen kunnen de tabelwaarden dus eigenlijk niet gebruikt worden omdat die niet gebaseerd zijn op gegevens van natte graskuilen. Voor de bepaling van de hoeveelheid geogste droge stof van natte graskuilen is dus geen goede wetenschappelijke onderbouwing. Daarom is het zinvol om de dataset, die ten grondslag ligt aan de tabelwaarden met dichtheden om samen met gemeten volume de hoeveelheid droge stof te berekenen, uit te breiden met gegevens van nattere graskuilen met de droge stofgehalte lager dan 25%. Uiteindelijk kan hiermee de hoeveelheid gebruikte graskuil in het rantsoen (t.b.v. BEX) beter berekend worden dan met de huidige tabelwaarden.

Het doel van dit onderzoek is om dichtheden te bepalen ($kg\ ds/m^3$) van graskuilen waarvan het gehalte aan droge stof lager is dan 25%. Hiermee is het aandeel graskuil in het rantsoen (bij de berekening van de BEX, de Kringloopwijze, maar ook bij de nationale CBS statistieken) beter in te schatten dan met de huidige tabelwaarden.

2 Materiaal en methoden

2.1 Selectie kuilen

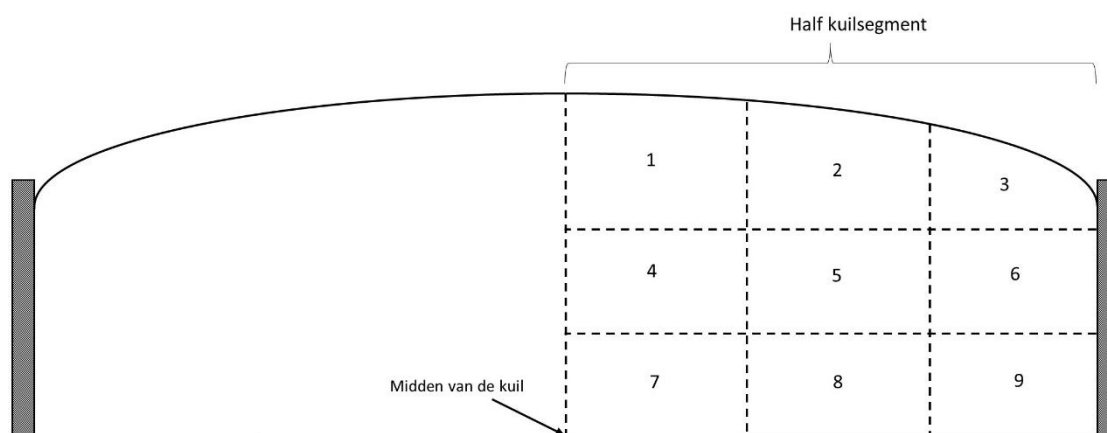
Op basis van kuilanalyses in de dataset van Eurofins Agro zijn totaal 16 graskuilen geselecteerd met een droge stofgehalte van lager dan 25%. Om praktische redenen, o.a. beperken van de reistijd, zijn kuilen geselecteerd in Oost-Nederland (Achterhoek en Twente).

Om een goede afspiegeling van in de praktijk aanwezige kuilen te krijgen, werden kuilen geselecteerd met verschillende afdekking (grond of beschermzeil), kuiltype (rijkuil of sleufsilos) en verschillende kuilhoogtes.

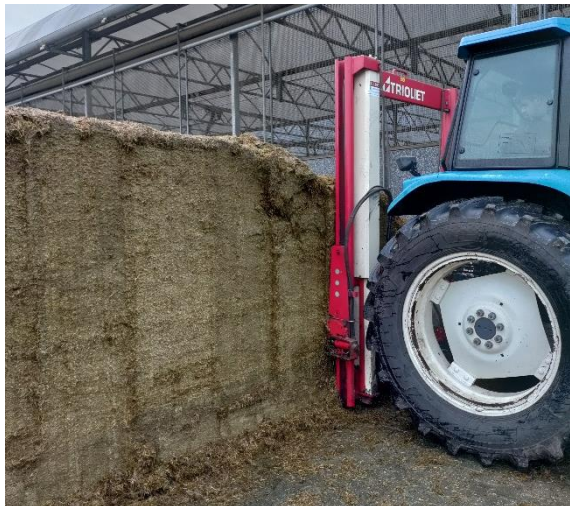
2.2 Dichtheidsbepaling

2.2.1 Volume en gewicht

Van elke kuil werden een aantal blokken uitgesneden, die samen een half segment vormden (zie figuur 1). Hiertoe werd eerst het midden van de kuil bepaald. Het aantal blokken was afhankelijk van de kuilgrootte en varieerde van twee tot negen. De blokken werden machinaal uitgesneden met een blokkensnijder en in een enkel geval met een kuilhapper (zie figuur 2). Per blok werden de breedte, hoogte en diepte nauwkeurig gemeten. Het gewicht van de blokken werd gemeten met een mobiele weegbalkjes (zie figuur 3). Om het volume van het halve segment nauwkeurig te kunnen berekenen werden aanvullend binnen het halve segment van de kuil elke 0,5m hoogtemetingen gedaan.



Figuur 1 Schematische weergave kuilsegment en blokken.



Figuur 2 De blokken werden uitgesneden met een blokkensnijder (links) of kuilhapper (rechts).



Figuur 3 Het gewicht van de blokken werd gemeten met een mobiele weegbalkjes.

2.2.2 Droge stofgehalte en samenstelling

Bij iedere kuil werden per blok vijf plukmonsters genomen op de hoek tegenover het snijvlak en het dichtst bij het midden van de kuil. De vijf plukmonster werden evenredig verdeeld genomen over de hoogte van die blokhoek. Vervolgens werden de vijf plukmonsters samengevoegd voor het bepalen van het gehalte aan droge stof (ds) en de voederwaardesamenstelling in het laboratorium van Eurofins Agro.

2.2.3 Berekening dichtheid

De dichtheid per blok werd berekend uit de hoeveelheid droge stof en de inhoud van het blok. De hoeveelheid droge stof werd berekend met behulp van het blokgewicht en het droge stofgehalte van het monster. De inhoud werd berekend via de gemiddelde breedte-, hoogte- en dieptematen van het blok. Met name bij kantblokken kan de hoogtelijn rond lopen. Een gemiddelde hoogte kan bij deze blokken een afwijkend volume geven. Daarom werd bij deze blokken de oppervlakte (breedte x hoogte) van het snijvlak en daarmee het volume nauwkeuriger berekend met behulp van extra hoogtemetingen (zie paragraaf 2.2.1) en integraalberekeningen. De dichtheid van een segment werd berekend als een gewogen gemiddelde van de blokken, waarbij de oppervlakten van de blokken van het snijvlak als wegingsfactoren werden genomen.

3 Resultaten en discussie

3.1 Kuilvorm, dichtheid en samenstelling

In tabel 2 staan per kuil de kuilvorm en dichtheid weergegeven en in tabel 3 de conservering en voederwaardesamenstelling. In bijlage 1 staan de gegevens per blok. In negen van de totaal 16 kuilen was het gras ingekuild in een rijkuil en in zeven kuilen was het gras ingekuild in een sleufsilosilo. Binnen de rijkuilen was het folie bij zeven kuilen afgedekt met een gronddek en bij twee met een beschermzeil. Binnen de sleufsilosilos waren dit resp. vier en drie kuilen. De kuilhoogte varieerde van 1,1 tot 2,4m. Voor de indeling naar hoogteklasse is de indeling van de huidige dichtheidstabel aangehouden.

Het droge stofgehalte van de verschillende kuilen varieerde van 14,5 tot 20,9%. De dichtheid van de kuilen was gemiddeld 152 kg ds/m³ en varieerde van 110 tot 188 kg ds/m³. Daarmee waren deze duidelijk lager dan de dichtheden van de huidige tabel in de klasse < 35% droge stof. Die is gemiddeld 208 kg ds/m³ en varieert van 175 tot 230 kg ds/m³ (zie tabel 1).

Tabel 2 Kuilvorm en dichtheid per kuil.

Kuil	Kuiltype	Afdekking	Max. kuilhoogte (m)	Hoogteklasse ¹⁾	Segmentinhoud (m ³)	Gewicht vers (kg)	Dichtheid vers (kg/m ³)	Gewicht droog (kg)	Ds-gehalte (%)	Dichtheid droog (kg ds/m ³)
A	Sleufsilosilo	Beschermdoek	1,2	Laag	2,88	2445	849	471	19,2	163
B	Rijkuil	Gronddek	1,3	Laag	2,41	1808	749	343	18,8	143
C	Sleufsilosilo	Beschermdoek	2,2	hoog	7,82	6028	771	1028	16,9	133
D	Rijkuil	Gronddek	1,6	midden	3,76	3228	859	544	16,9	145
E	Sleufsilosilo	Gronddek	1,7	midden	4,81	4573	950	920	20,2	184
F	Rijkuil	Gronddek	1,5	midden	3,68	3536	961	690	19,4	188
G	Sleufsilosilo	Gronddek	2,4	hoog	4,60	3651	794	644	17,8	142
H	Rijkuil	Gronddek	1,1	Laag	2,69	2281	848	421	18,4	157
J	Rijkuil	Gronddek	1,4	midden	3,11	2875	924	542	18,9	174
K	Rijkuil	Gronddek	1,4	midden	2,90	2412	832	436	18,0	150
L	Rijkuil	Gronddek	1,3	Laag	2,15	1584	738	330	20,9	155
M	Sleufsilosilo	Beschermdoek	1,8	hoog	5,45	5070	930	736	14,5	135
N	Rijkuil	Beschermdoek	1,5	midden	3,57	2707	759	464	17,1	130
O	Rijkuil	Beschermdoek	1,2	Laag	3,24	2336	721	367	15,3	110
P	Sleufsilosilo	Gronddek	2,4	hoog	5,69	5506	968	1070	19,5	188
R	Sleufsilosilo	Gronddek	2,0	hoog	7,80	6406	821	1060	16,5	136

¹⁾ Laag = <1,30m Midden=1,30-1,80m Hoog=>1,80m

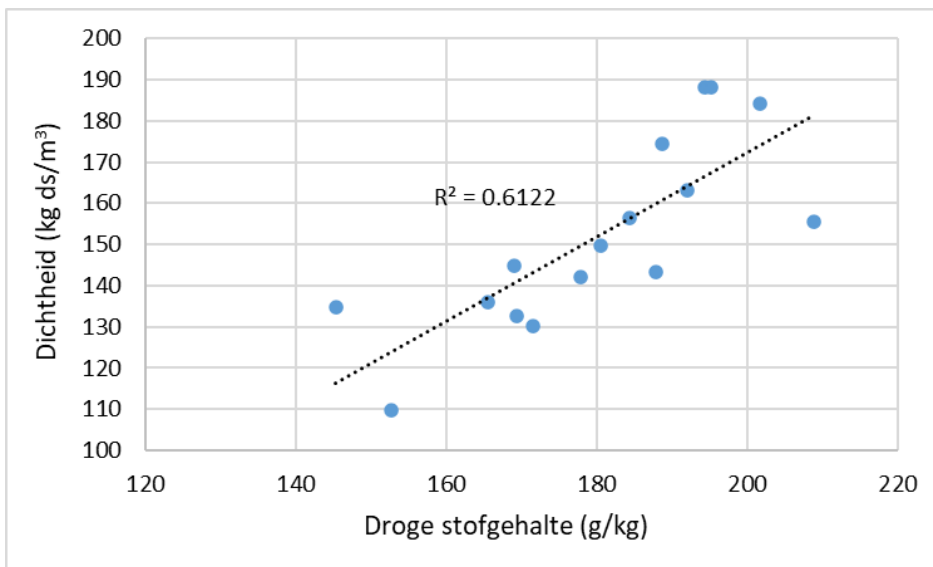
Met een gemiddelde pH van 4,7 en een gemiddelde NH₃-fractie van 18 waren de kuilen gemiddeld matig geconserveerd (tabel 3). De conservering van de kuilen varieerde van redelijk goed (kuil P) tot erg slecht (kuil A). De spreiding in de voederwaarde was beperkt. De VEM-waarde varieerde van 855 tot 970 en de DVE-waarde van 47 tot 60 per kg droge stof. Het ruw eiwitgehalte varieerde van 120 tot 180 g per kg droge stof.

Tabel 3 Conservering en voederwaardesamenstelling per kuil.

Kuil	Ds-gehalte (%)	pH	NH3-fractie	VCOS (%)	Per kg droge stof										
					Ruw eiwit (g)	Ruwe celst (g)	Ruw as (g)	Suiker (g)	Ruw vet (g)	NDF (g)	ADF (g)	ADL (g)	VEM	DVE	OEB
A	19,3	5,0	26	81,2	150	276	132	12	56	464	283	14	966	59	74
B	19,0	5,0	17	74,4	161	293	135	23	51	501	311	29	858	49	81
C	17,1	4,7	18	76,0	138	296	93	23	52	534	325	26	923	52	41
D	16,9	5,0	14	76,7	120	321	100	23	49	571	361	28	926	52	22
E	20,1	4,7	17	77,5	163	290	115	16	53	510	308	23	925	58	73
F	19,5	4,8	17	77,5	167	295	85	17	58	537	340	26	959	60	75
G	17,6	5,2	20	75,5	169	295	106	22	56	516	321	26	907	53	83
H	18,4	4,7	22	78,0	149	273	132	21	52	487	308	24	910	55	71
J	18,9	4,8	19	77,2	175	257	119	22	46	448	285	27	924	56	95
K	18,1	4,7	18	78,6	160	273	94	17	56	489	296	20	970	59	74
L	20,8	3,9	10	74,2	148	248	101	15	46	475	277	24	888	53	45
M	14,5	5,0	17	74,9	155	313	89	25	56	551	353	31	909	52	70
N	17,1	5,0	22	73,8	153	286	123	26	54	514	318	27	867	48	74
O	15,7	4,9	20	75,7	175	264	110	21	51	476	287	23	904	51	105
P	19,4	3,9	9	77,4	180	203	199	10	42	396	235	17	855	47	83
R	16,6	4,6	15	76,4	166	278	98	19	55	491	299	24	932	54	78

3.2 Effect kuilfactoren op dichtheid

In de huidige dichtheidstabel wordt onderscheid gemaakt in kuiltype (rijkuil en sleufsilos), kuilhoogte (<1,30 m, 1,30-1,80m en >1,80m) en afdekkingsmethode (met en zonder gronddek). Door middel van variantieanalyse met behulp van de ANOVA procedure van het statistische pakket Genstat (Genstat Nineteenth Edition, 2018) werd getoetst of deze factoren ook effect hadden op de kuildichtheid van de kuilen in dit onderzoek. De resultaten staan in tabel 3. Hieruit blijkt dat de factoren Kuiltype en Kuilhoogte geen significant effect hadden op de dichtheid, maar de afdekkingsmethode wel. De gemiddelde dichtheid van de kuilen met gronddek was 25 kg ds/m³ hoger dan die van de kuilen zonder gronddek. Uit verschillende onderzoeken is gebleken dat het droge stofgehalte een belangrijke factor is die van invloed is op de kuildichtheid. Bij natter kuilen neemt dichtheid (kg ds/m³) toe naarmate droge stofgehalte hoger is (Van dijk, 1995 en Buxton et al., 2003). Ook in voorliggend onderzoek was er een behoorlijk sterke relatie (R² 0,61) tussen het droge stofgehalte en de kuildichtheid (zie figuur 4).



Figuur 3 Relatie tussen het droge stofgehalte en de kuildichtheid.

Het aantal onderzochte kuilen was met 16 klein. Daarom werd onderzocht of de invloeden van de afzonderlijke drie factoren, kuiltype, kuilhoogte en afdekkingsmethode op de kuildichtheid verstrengeld waren met de invloed van het droge stofgehalte. Daarvoor werd getoetst of het gemiddelde droge stofgehalte van de klassen binnen de drie kuilfactoren significant verschilden. Hieruit bleek dat het gemiddelde droge stofgehalte van de kuilen met gronddek significant hoger was dan die van de kuilen zonder gronddek (zie tabel 4). De effecten van de factoren "droge stofgehalte" en "afdekkingsmethode" op de kuildichtheid waren in dit onderzoek dus verstrengeld.

Tabel 4 Effect van kuiltype, kuilhoogte en afdekkingsmethode op kuildichtheid en relatie met ds-gehalte.

Factor	Klasse	Dichtheid (kg ds/m ³)			Ds-gehalte (g/kg)		
		Gemiddeld	F-prob	Lsd	Gemiddeld	F-prob	Lsd
Kuiltype	Rijkuil	150	0,695	25,7	183	0,602	18,7
	Sleufsilos	155			178		
Hoogte	Laag	146	0,383	30,1	186	0,278	21,5
	Midden	163			184		
	Hoog	146			170		
Afdekking	Zonder gronddek	135	0,033	23,4	167	0,028	16,9
	Met gronddek	160			187		

Vervolgens is met behulp van meervoudige lineaire regressieanalyse gekeken wat het effect van deze beide factoren is wanneer ze samen als verklarende variabele in het regressiemodel worden gezet. Het resultaat staat in tabel 5. Hieruit blijkt dat het droge stofgehalte een significante invloed heeft op de dichtheid en dat de afdekkingsmethode naast het droge stofgehalte geen significante invloed meer heeft.

Dit betekent dat een model gemaakt kan worden met alleen het droge stofgehalte als verklarende variabele voor de kuildichtheid. Dit leverde de volgende formule op:

$$\text{Dichtheid (kg ds/m}^3\text{)} = -32,4 + 1,02 \times \text{droge stofgehalte (g/kg)}$$

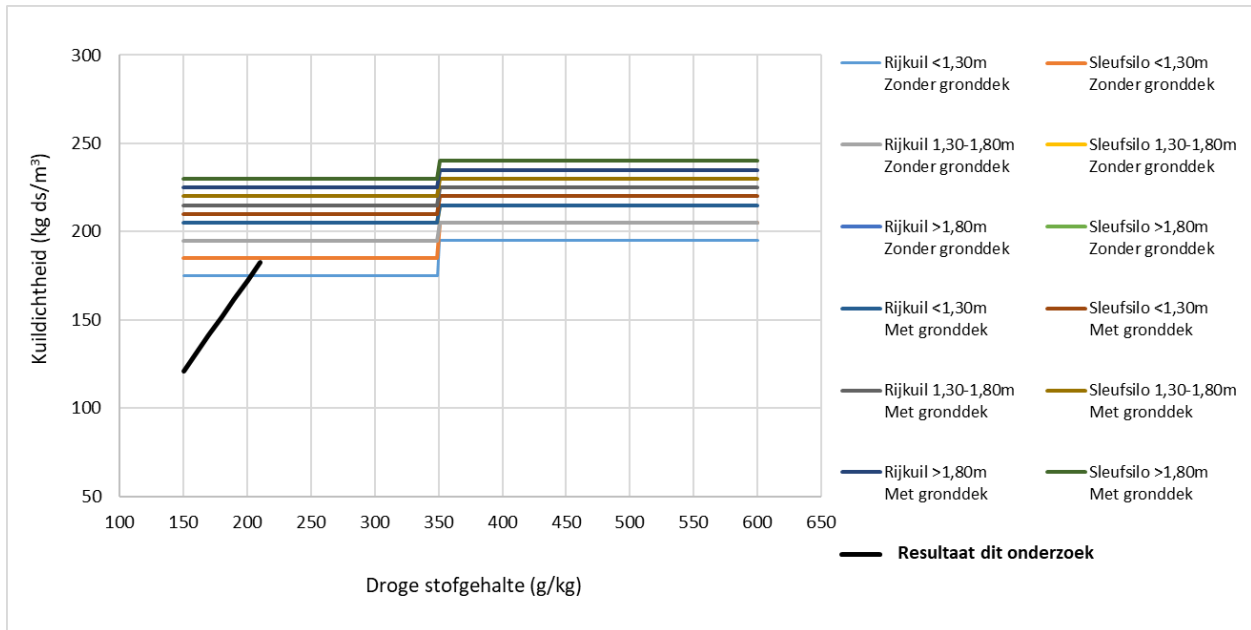
Tabel 5 Regressieanalyse van effect van droge stofgehalte en afdekking op kuildichtheid.

Parameter	Regr. coëff.	t-prob
Constant	-16,1	0,748
Droge stofgehalte (g/kg)	0,901	0,008
Afdekking	8,3	0,43

3.3 Resultaten in vergelijking met de huidige tabelwaarden

In de huidige dichtheidstabel voor graskuilen wordt onderscheid gemaakt tussen een aantal kuilfactoren, namelijk kuiltype, kuilhoogte en afdekkingsmethode (zie tabel 1). Voor de relatie van de dichtheid met het droge stofgehalte wordt onderscheid gemaakt in maar twee ds-klassen, nl < 35% ds en > 35% ds. In figuur 4 is de relatie tussen het droge stofgehalte en de dichtheden van de huidige tabel grafisch weergegeven. Daarnaast is de relatie tussen het droge stofgehalte en de dichtheid van de natte kuilen uit dit onderzoek weergegeven. Hieruit blijkt dat met de huidige waarden de dichtheid van natte kuilen met een ds-gehalte lager dan 21% in meer of minder mate overschat wordt, afhankelijk van kuiltype, kuilhoogte en afdekkingsmethode en dat de overschatting toeneemt naarmate het droge stofgehalte lager is. Het is dus zinvol om de huidige tabelwaarden voor kuilen met een ds-gehalte lager dan 21% te vervangen door de resultaten uit dit onderzoek. I.t.t de huidige tabelwaarden kon er in dit onderzoek geen onderscheid worden gemaakt in dichtheid tussen de verschillende kuilfactoren.

Dit heeft tot gevolg dat de overgang bij 21% droge stof verschillend verloopt voor de verschillende combinaties van kuilfactoren. De droogste kuil in dit onderzoek had een droge stofgehalte van 21%. Wanneer de overgang van de nieuwe dichtheidswaarden naar huidige tabelwaarden bij 21% droge stof wordt gelegd dan zou de dichtheid van kuilen in de categorie "Rijkui, <1,30m, zonder gronddek" met een droge stofgehalte tussen 21 en 35% ca 10 kg ds/m³ ingeschat worden dan die met een droge stofgehalte van 21%. Daarom is het logischer om de waarden van de huidige tabel te vervangen door de nieuwe waarden tot snijpunt van de relatielijn tussen het droge stofgehalte en de dichtheid uit dit onderzoek met de lijn met de laagste huidige waarden (Rijkui <1,30m Zonder gronddek). Dit snijpunt ligt bij 20,3% ds.



Figuur 4 Relatie tussen het droge stofgehalte en de kuildichtheid volgens de huidige dichtheidstabel en die van dit onderzoek.

Bij de berekening van de hoeveelheid aangelegd kuilgras in de Handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkvee wordt voor de inschatting van de dichtheid gewerkt met tabelwaarden. In de huidige tabel betekent dit voor de relatie van de dichtheid met het droge stofgehalte dat er binnen de klassen < 35% ds en > 35% ds met een constante dichtheid wordt gewerkt en dat er bij de overgang tussen de beide klassen een sprong wordt gemaakt van 10 tot 20 kg ds/m³ (zie figuur 4). Deze werkwijze met staffels geeft eigenlijk geen logische relatie weer tussen het droge stofgehalte en de dichtheid. Het zou logischer zijn om te werken met een lineair verband te vinden tussen het droge stofgehalte en de dichtheid over het hele droge stofgehalte traject. Op dit moment ontbreken echter voldoende goede onderzoeksresultaten om deze lineaire verbanden te kunnen bepalen.

4 Conclusies en aanbeveling

In dit onderzoek werd de dichtheid van 16 natte graskuilen bepaald door middel van het wegen en meten van een aantal blokken per kuil die samen een half segment vormden. Het doel was om de huidige waarden van de dichtheidstabel in het Handboek Melkveehouderij te toetsen en zo nodig aan te vullen met dichtheden van kuilen met een droge stofgehalte lager dan 25%. Deze tabel wordt gebruikt in de Handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkvee om de aangelegde hoeveelheid graskuil te bepalen. Door deze aanvulling kunnen de hoeveelheden droge stof van natte graskuilen beter ingeschat worden. Hieronder worden de conclusies en aanbevelingen uit het onderzoek beschreven.

4.1 Conclusies

- Het droge stofgehalte van de onderzochte kuilen varieerde van ca. 15 tot 21%. De gemiddelde dichtheid was 152 kg ds/m³ en varieerde van 110 tot 188 kg ds/m³. Daarmee waren de dichtheden van deze natte kuilen gemiddeld duidelijk lager dan van de klasse < 35% van de huidige tabel. Die is gemiddeld 208 kg ds/m³ en varieert van 175 tot 230 kg ds/m³.
- In de huidige tabel wordt voor de dichtheid naast twee droge stofgehalte klassen (< en > 35%ds) onderscheid gemaakt in kuiltype (rijkuil en sleufsilos), kuilhoogte (<1,30 m, 1,30-1,80m en >1,80m) en afdekkingsmethode (met en zonder gronddek). Binnen de kuilen van dit onderzoek werd geen significant effect gevonden van kuiltype, kuilhoogte en afdekkingsmethode op de dichtheid.
- Binnen de kuilen van dit onderzoek had het droge stofgehalte wel een significant effect op de dichtheid. Uit de regressieanalyse kwam het volgende lineaire verband:

$$\text{Dichtheid (kg ds/m}^3\text{)} = -32,4 + 1,02 \times \text{droge stofgehalte (g/kg)}$$

4.2 Aanbeveling

Aanbevolen wordt om de aan de huidige dichtheidstabel in het Handboek Melkveehouderij een klasse <21% ds toe te voegen, waarin de relatie tussen het droge stofgehalte en de dichtheid die in dit onderzoek is gevonden wordt toegepast. In tabel 6 is de aangepaste dichtheidstabel voor graskuil weergegeven. In figuur 4 zijn de dichtheden van de aangepaste dichtheidstabel grafisch weergegeven. De Handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkvee kan verwijzen naar de actuele tabel in het handboek en/of zelf de aangepaste tabel opnemen in de bijlage.

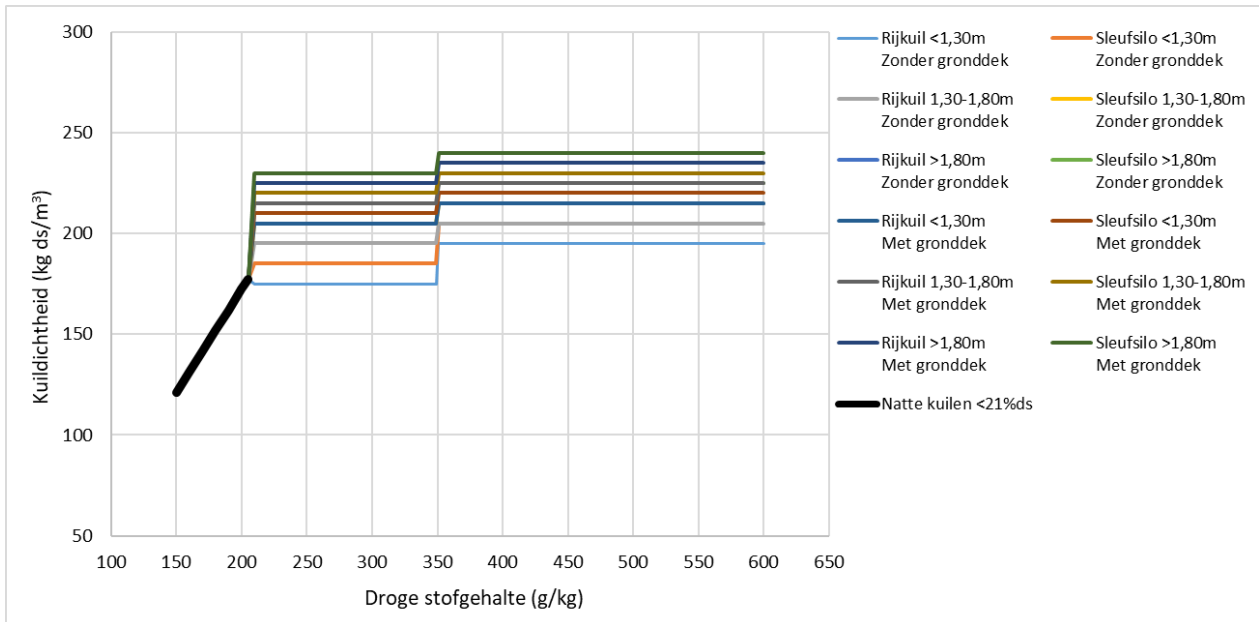
Tabel 6 M³-gewichten van graskuil¹ (gemiddelde hoeveelheid droge stof in kg/m³).

Stapelhoogte	< 1,30 m		1,30 – 1,80 m		> 1,80 m		Spreiding (%) ³
	Rijkuil	Sleufsilos	Rijkuil	Sleufsilos	Rijkuil	Sleufsilos	
Opslag in:	Rijkuil	Sleufsilos	Rijkuil	Sleufsilos	Rijkuil	Sleufsilos	Spreiding (%) ³
Graskuil							
< 21% ds	Hoeveelheid droge stof in kg/m ³ = -32,4 + 1,02 x droge stofgehalte (g/kg)						
<i>Zonder gronddek²</i>							
20-35% ds	175	185	195	205	210	220	± 15
> 35% ds	195	205	205	215	215	225	± 15
<i>Met gronddek²</i>							
22-35% ds	205	210	215	220	225	230	± 10
> 35% ds	215	220	225	230	235	240	± 10

¹ De m³-gewichten hebben betrekking op geconserveerd en bezakt ruwvoer.

² Ongehakseld. Voor gehakseld gras moeten de vermelde gegevens met circa 10 procent worden verhoogd.

³ Dit betreft een normale spreiding. Bij meer extreme omstandigheden is de spreiding groter.



Figuur 4 Relatie tussen het droge stofgehalte en de kuildichtheid volgens de aangepaste dichtheidstabel.

In de huidige tabel zitten trapsgewijze overgangen in de relatie tussen het droge stofgehalte en de kuildichtheid (zie figuur 4). Daarom wordt aanbevolen om nader onderzoek te doen naar de mogelijkheid om met behulp van verschillende bestaande onderzoeksresultaten, aangevuld met nieuw onderzoek, nieuwe regressie formules af te leiden. Hiermee kunnen dan op basis van het droge stofgehalte de dichtheid van graskuilen over het gehele droge stofgehalte traject worden geschat, zonder het nadeel van trapsgewijze overgangen.

Literatuur

- Buxton, D.R., R.E. Muck en J.H. Harrison, 2003. Silage Science and Technology. Number 42 in the series Agronomy. American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA: 927 pp.
- Dijk, H. van, 1995. Voederwinning, conservering en bewaring. Publikatie R11. Informatie en Kennis Centrum Landbouw, Lelystad.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2021. Handreiking bedrijfsspecifieke excretie melkvee, Versie per 14 mei 2021. <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2021/05/210527-Handreiking-BEX-2021-v1.pdf>.
- Schooten, H.A. van, en C.A. van Dongen. 2007. Dichtheidsbepaling maïs- en graskuilen met boormonsters. Animal Sciences Group Wageningen UR, Rapport 64.
- Wageningen Livestock Research, 2020. Handboek Melkveehouderij, www.handboekmelkveehouderij.nl.
- Zom, R.L.M., G.W. Abbink en H.A. van Schooten. 2015. Onderzoek naar betere schatting van de dichtheid van gras- en maiskuilen. Wageningen Livestock Research, Rapport 872.

Bijlage 1 Resultaten per kuilblok

Kuil	Bloknr.	Kuiltipe	Afdekking	Max. kuilhoogte (m)	Blokbreedte (m)	Blokdikte (m)	Blokinhoud (m ³)	Gewicht vers (kg)	Dichtheid vers (kg/m ³)	Gewicht droog (kg)	Dichtheid droog (kg ds/m ³)	Ds-gehalte (%)	pH	NH3-fractie	VCOS (%)	Per kg droge stof										
																Ruw eiwit(g)	Ruwe celst(g)	Ruw as(g)	Suiker(g)	Ruw vet(g)	NDF(g)	ADF(g)	ADL(g)	VEM	DVE	OEB
A	1	Sleufsilo	Beschermdoek	1.2	1.9	0.75	1.58	1300	823	242	153	18.6	5.6	34	81.7	153	295	131	11	61	485	294	14	980	59	100
A	2	Sleufsilo	Beschermdoek	1.2	1.2	0.8	1.30	1145	881	229	176	20.0	4.4	17	80.6	147	255	134	14	51	442	272	15	952	58	46
B	1	Rijkuil	Gronddek	1.3	1.55	0.63	1.17	648	552	122	104	18.8	5	17	74.5	171	296	118	21	55	501	316	30	880	51	91
B	2	Rijkuil	Gronddek	1.3	1.7	0.52	0.89	866	974	168	189	19.4	5	17	73.6	151	290	163	22	50	495	307	30	819	44	73
B	3	Rijkuil	Gronddek	1.3	1.55	0.46	0.35	294	842	53	152	18.1	4.9	17	76.8	167	295	88	32	48	522	310	24	929	57	81
C	1	Sleufsilo	Beschermdoek	2.2	1.9	0.75	2.41	1796	746	300	125	16.7	4.7	23	76.6	138	293	93	21	50	527	321	26	928	53	51
C	2	Sleufsilo	Beschermdoek	2.2	1.9	0.8	2.67	1871	702	312	117	16.7	4.7	15	76.1	137	307	82	24	54	558	336	26	936	52	33
C	3	Sleufsilo	Beschermdoek	2.2	1.9	0.75	1.78	1427	801	215	121	15.1	5	20	73.8	136	303	106	27	54	541	334	28	881	46	49
C	4	Sleufsilo	Beschermdoek	2.2	1.9	0.7	0.55	593	1087	133	243	22.4	4.3	14	78.0	137	283	101	18	51	503	307	24	945	57	27
C	5	Sleufsilo	Beschermdoek	2.2	1.9	0.7	0.42	341	820	68	162	19.8	4.3	15	76.4	147	269	91	17	49	497	302	24	930	56	42
D	1	Rijkuil	Gronddek	1.6	1.8	0.75	0.82	670	820	121	148	18.1	4.8	17	75.0	145	288	114	29	46	533	334	29	884	52	57
D	2	Rijkuil	Gronddek	1.6	1.2	0.7	1.32	1080	821	189	144	17.5	4.7	13	78.8	112	331	86	15	49	576	367	26	975	56	7
D	3	Rijkuil	Gronddek	1.6	1	0.7	1.12	1032	921	164	147	15.9	5.3	13	75.6	112	327	111	24	50	579	366	28	897	48	15
D	4	Rijkuil	Gronddek	1.6	1	0.7	0.50	446	886	70	139	15.7	5.4	17	76.3	116	339	89	28	49	603	380	32	932	52	22
E	1	Sleufsilo	Gronddek	1.7	1.75	0.7	1.37	1395	1022	265	194	19.0	4.9	17	75.9	168	288	133	10	55	509	317	25	887	53	84
E	2	Sleufsilo	Gronddek	1.7	1.4	0.7	1.61	1469	914	310	193	21.1	4.4	16	79.0	159	287	113	20	51	492	298	21	947	61	63
E	3	Sleufsilo	Gronddek	1.7	1.35	0.7	1.84	1709	927	345	187	20.2	4.8	17	77.3	163	293	103	18	53	526	311	22	934	59	72
F	1	Rijkuil	Gronddek	1.5	1.7	0.75	0.96	1043	1086	221	230	21.2	4.6	15	77.6	178	281	82	15	55	503	332	25	970	62	81
F	2	Rijkuil	Gronddek	1.5	1.25	0.82	1.52	1395	917	293	193	21.0	4.8	18	77.9	172	295	83	21	62	539	337	25	968	62	82
F	3	Rijkuil	Gronddek	1.5	1.45	0.8	1.20	1098	915	176	146	16.0	5.1	18	76.6	144	314	94	11	54	577	355	29	930	55	55

Bijlage 1 Resultaten per kuilblok (vervolg)

Kuil	Bloknr.	Kuiltype	Afdekking	Max. kuilhoogte (m)	Blokbreedte (m)	Blokdikte (m)	Blokinhoud (m ³)	Gewicht vers (kg)	Dichtheid vers (kg/m ³)	Gewicht droog (kg)	Dichtheid droog (kg ds/m ³)	Ds-gehalte (%)	pH	NH ₃ -fractie	VCOS (%)	Per kg droge stof										
																Ruw eiwit	Ruwe celst	Ruw as	Suiker	Ruw vet	NDF	ADF	ADL	VEM	DVE	OEB
G	1	Sleufsilo	Gronddek	2.4	1.6	0.5	0.28	285	1018	50	179	17.6	5.2	20	74.9	164	304	103	21	53	524	328	29	896	53	77
G	2	Sleufsilo	Gronddek	2.4	1.2	0.53	0.45	312	701	56	126	18.0	5.1	23	77.4	177	280	119	20	56	502	312	26	923	55	101
G	3	Sleufsilo	Gronddek	2.4	1.12	0.55	0.21	125	591	22	102	17.2	5.5	23	72.6	170	282	123	12	51	500	314	30	846	47	99
G	4	Sleufsilo	Gronddek	2.4	2.4	0.55	0.63	554	878	102	161	18.4	5	19	75.0	165	289	111	22	57	515	327	27	899	52	77
G	5	Sleufsilo	Gronddek	2.4	1.36	0.5	0.48	406	853	65	137	16.1	5.2	23	75.6	176	297	100	16	57	499	321	27	916	53	103
G	6	Sleufsilo	Gronddek	2.4	1.15	0.67	0.46	430	937	67	145	15.5	5.4	21	74.9	189	292	99	24	56	504	308	25	905	51	113
G	7	Sleufsilo	Gronddek	2.4	2.4	0.5	0.95	727	769	134	142	18.4	5.1	17	76.0	163	303	105	25	56	541	327	25	914	54	67
G	8	Sleufsilo	Gronddek	2.4	1.25	0.5	0.63	429	686	87	139	20.2	5.1	18	76.1	160	298	103	22	56	509	319	23	919	56	66
G	9	Sleufsilo	Gronddek	2.4	1.01	0.52	0.53	383	729	62	118	16.2	5.5	20	74.8	166	297	105	23	54	514	321	26	895	51	81
H	1	Rijkuil	Gronddek	1.1	1.75	0.85	0.65	533	814	94	144	17.7	4.5	21	77.9	143	264	119	21	50	495	310	26	924	56	61
H	2	Rijkuil	Gronddek	1.1	1.4	0.85	1.29	1072	832	200	156	18.7	4.7	21	77.7	158	274	117	19	52	489	306	23	922	57	78
H	3	Rijkuil	Gronddek	1.1	1.45	0.8	0.75	676	904	126	168	18.6	5	24	78.6	139	278	165	25	55	479	311	24	881	51	67
J	1	Rijkuil	Gronddek	1.4	1.55	0.7	0.78	777	991	148	188	19.0	4.9	18	76.7	177	252	111	27	46	456	282	27	926	56	94
J	2	Rijkuil	Gronddek	1.4	1.55	0.7	1.47	1290	878	248	168	19.2	4.7	19	77.1	177	251	121	21	46	437	280	28	921	56	98
J	3	Rijkuil	Gronddek	1.4	1.2	0.68	0.86	808	943	147	172	18.2	5	20	78.0	171	272	124	20	46	460	297	27	927	56	93
K	1	Rijkuil	Gronddek	1.4	1.8	0.7	1.11	1031	926	189	170	18.3	4.6	17	77.0	163	280	91	20	55	494	301	24	946	57	77
K	2	Rijkuil	Gronddek	1.4	1.5	0.65	1.79	1381	773	247	138	17.9	4.7	19	79.9	158	267	97	14	57	486	293	17	988	60	72
L	1	Rijkuil	Gronddek	1.3	1.1	0.59	1.05	699	666	144	137	20.6	4	11	72.3	135	246	102	20	43	476	279	24	857	49	36
L	2	Rijkuil	Gronddek	1.3	1.1	0.58	0.49	380	780	78	159	20.4	3.9	7	76.9	162	252	87	11	50	475	280	26	946	59	50
L	3	Rijkuil	Gronddek	1.3	1.65	0.43	0.61	505	827	108	177	21.4	3.9	10	74.7	154	247	110	11	46	473	273	24	887	54	52

Bijlage 1 Resultaten per kuilblok (vervolg)

Kuil	Bloknr.	Kuiltipe	Afdekking	Max. kuilhoogte (m)	Blokbreedte (m)	Blokdikte (m)	Blokinhoud (m ³)	Gewicht vers (kg)	Dichtheid vers (kg/m ³)	Gewicht droog (kg)	Dichtheid droog (kg ds/m ³)	Ds-gehalte (%)	pH	NH3-fractie	VCOS (%)	Per kg droge stof										
																Ruw eiwit	Ruwe celst	Ruw as	Suiker	Ruw vet	NDF	ADF	ADL	VEM	DVE	OEB
M	1	Sleufsilo	Beschermdoek	1.8	1.8	0.8	1.56	1306	837	191	122	14.6	4.9	16	74.7	158	306	88	33	55	540	351	31	909	52	70
M	2	Sleufsilo	Beschermdoek	1.8	1.8	0.8	0.65	698	1077	94	145	13.5	4.9	21	74.2	151	313	88	23	58	554	355	32	898	50	75
M	3	Sleufsilo	Beschermdoek	1.8	1.3	0.8	1.94	1828	944	272	141	14.9	5.1	16	75.1	157	315	91	18	56	559	358	31	911	53	68
M	4	Sleufsilo	Beschermdoek	1.8	1.3	0.85	1.31	1239	946	178	136	14.4	5	19	75.2	152	317	88	28	57	550	348	31	914	52	69
N	1	Rijkuil	Beschermdoek	1.5	1.9	0.72	1.42	1084	764	190	134	17.5	5.1	16	74.1	154	302	116	29	53	523	327	28	872	49	60
N	2	Rijkuil	Beschermdoek	1.5	1.9	0.77	2.15	1623	755	274	128	16.9	4.9	26	73.6	152	275	127	24	55	508	311	26	864	47	84
O	1	Rijkuil	Beschermdoek	1.2	1.65	0.85	1.08	726	673	107	100	14.8	5	23	75.3	182	255	116	21	50	475	282	26	891	47	126
O	2	Rijkuil	Beschermdoek	1.2	1.75	0.85	2.16	1610	746	259	120	16.1	4.9	19	75.9	172	268	107	21	52	477	289	22	910	52	96
P	1	Sleufsilo	Gronddek	2.4	1.7	0.7	1.43	1533	1074	270	189	17.6	4.2	8	74.8	175	211	213	10	42	414	246	20	804	40	82
P	2	Sleufsilo	Gronddek	2.4	1.6	0.7	3.30	3077	933	585	177	19.0	3.8	9	78.3	193	205	166	11	44	398	238	16	907	53	93
P	3	Sleufsilo	Gronddek	2.4	1.6	0.7	0.96	895	930	216	224	24.1	3.8	8	78.1	151	188	269	9	38	369	215	16	777	40	56
R	1	Sleufsilo	Gronddek	2	1.85	0.75	2.48	1880	760	301	122	16.0	4.9	16	72.6	174	281	100	29	56	496	306	30	875	47	95
R	2	Sleufsilo	Gronddek	2	1.75	0.75	2.13	1657	778	283	133	17.1	4.4	14	79.5	151	275	100	13	52	508	298	20	970	59	54
R	3	Sleufsilo	Gronddek	2	1.75	0.75	3.20	2868	898	476	149	16.6	4.6	15	77.0	170	279	95	16	57	478	295	22	945	55	81

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



Wageningen Livestock Research
Postbus 338
6700 AH Wageningen
T 0317 48 39 53
E info.livestockresearch@wur.nl
www.wur.nl/livestock-research

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

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

