



**Juiste bepaling van kuildichtheden t.b.v.  
voorraadberekening  
voor BEX en BEP**  
Samenvatting van het onderzoek



Herman van Schooten, Wageningen UR Livestock Research  
Gerard Abbink, BlggAgroXpertus

December 2014



## **Inhoudsopgave**

|     |                                                     |   |
|-----|-----------------------------------------------------|---|
| 1   | Inleiding                                           | 4 |
| 2   | Uitvoering onderzoek                                | 5 |
| 3   | Resultaten                                          | 6 |
| 3.1 | Graskuil in ronde en rechthoekige balen             | 6 |
| 3.2 | Graskuil in rijkuilen en sleufsilos                 | 7 |
| 3.3 | Snijmaïskuil in sleufsilos                          | 8 |
| 4   | Conclusies en aanbevelingen                         | 9 |
| 4.1 | Graskuil in ronde en rechthoekige balen             | 9 |
| 4.2 | Graskuil en snijmaïskuil in rijkuilen en sleufsilos | 9 |
| 4.3 | Kuilen met afwijkende dichtheden                    | 9 |

## **1 Inleiding**

De Bedrijfsspecifieke Excretie (BEX) van stikstof en fosfaat en de Bedrijfsspecifieke gebruiksnorm fosfaat (BEP) kunnen alleen goed worden berekend met een nauwkeurige en robuuste schatting van de hoeveelheden geproduceerd, aangevoerd en verbruikt ruwvoer. De hoeveelheid ruwvoer wordt bepaald op basis van het gemeten volume, vermenigvuldigd met tabelwaarden voor de dichtheid uitgedrukt in kg drogestof per m<sup>3</sup> ([www.handboekmelkveehouderij.nl](http://www.handboekmelkveehouderij.nl)). Uit een eerste verkenning van bestaande onderzoeksresultaten is gebleken dat de werkelijke gemeten dichtheid van de individuele kuilen kan afwijken van deze tabelwaarden en dat het wellicht mogelijk is om tot een betere schatting van de kuildichtheden te komen op basis van de chemische samenstelling en verteerbaarheid in combinatie met de afmetingen van de kuil. Voorwaarde daarbij is wel dat er variabelen gebruikt moeten worden die wettelijk geborgd kunnen worden. Daarom is er een onderzoek uitgevoerd door Blgg AgroXpertus en Wageningen UR Livestock Research, samen met loonwerkers en melkveehouders waarbij de werkelijke ruwvoervoorraden van verschillende praktijkkuilen in kaart zijn gebracht door het wegen van het gewas tijdens het inkuilen. Doelstelling van dit onderzoek is het ontwikkelen van een nauwkeuriger methode voor dichtheidsbepaling van kuilen in de praktijk. Het onderzoek werd gefinancierd door Productschap Zuivel.

## 2 Uitvoering onderzoek

In het onderzoek zijn 108 ronde en rechthoekige balen met ingekuild gras, 104 partijen ingekuild gras in rijkuilen en sleufsilos en 42 partijen snijmaïs in sleufsilos meegenomen. In tabel 1 zijn enkele gegevens over de droge stofgehalten en de dichtheden van de onderzochte balen en kuilen weergegeven.

**Tabel 1** Gemiddelde, minimum en maximum drogestofgehalte en dichtheid van de onderzochte balen en kuilen

| Gewas        | Kuilvorm           | Aantal | Ds-gehalte (%) |      |      | Dichtheid (kg ds/m <sup>3</sup> ) |     |     |
|--------------|--------------------|--------|----------------|------|------|-----------------------------------|-----|-----|
|              |                    |        | Gem            | Min  | Max  | Gem                               | Min | Max |
| Graskuil     | Ronde balen        | 54     | 44.7           | 28.0 | 84.3 | 187                               | 122 | 284 |
|              | Rechthoekige balen | 54     | 57.7           | 27.6 | 86.6 | 193                               | 136 | 282 |
| Graskuil     | Rijkuilen          | 55     | 43.4           | 21.4 | 63.6 | 227                               | 174 | 270 |
|              | Sleufsilos         | 49     | 41.0           | 20.0 | 60.6 | 234                               | 189 | 272 |
| Snijmaïskuil | Sleufsilos         | 42     | 34.9           | 29.7 | 40.8 | 253                               | 207 | 346 |

De ronde en rechthoekige balen zijn per baal gewogen. De hoeveelheid product van de rijkuilen en sleufsilos is gewogen met behulp van weegwagens en in sommige gevallen met behulp van een weegbrug. In totaal hebben dertien loonbedrijven, samen met hun klanten deelgenomen aan het onderzoek.

Alle kuilen zijn bemonsterd en geanalyseerd op voederwaardesamenstelling. Verder zijn gegevens over afmetingen, vorm en afmetingen vastgelegd. In eerste instantie is voor elke methode van inkullen (ronde en rechthoekige balen, rijkuilen, sleufsilos) en voersoort (graskuil, snijmaïs) onderzocht welke factoren van invloed zijn op de dichtheid. Vervolgens is met behulp van regressieanalyse een schatting gemaakt van de grootte van de effecten van de factoren op de dichtheid (kg drogestof per m<sup>3</sup> en kg product per m<sup>3</sup>) van graskuil in ronde en rechthoekige balen, rijkuilen en sleufsilos en snijmaïskuil in sleufsilos.

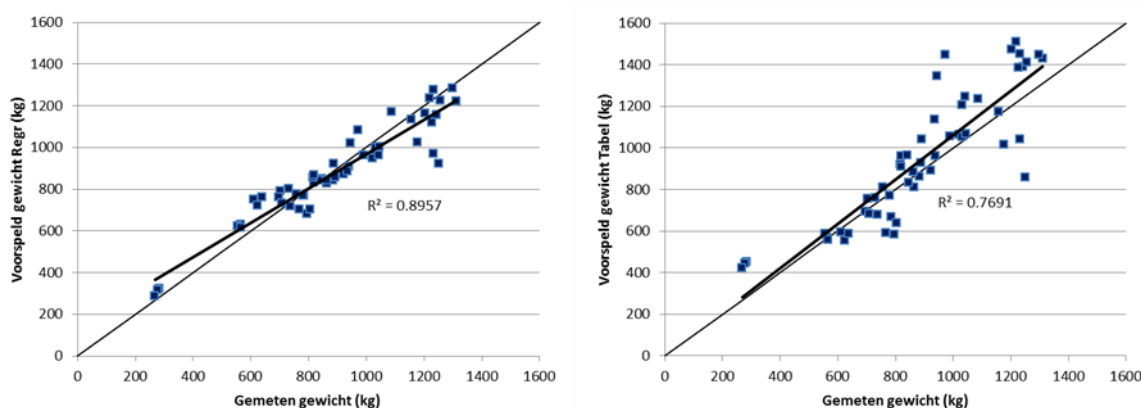
### 3 Resultaten

#### 3.1 Graskuil in ronde en rechthoekige balen

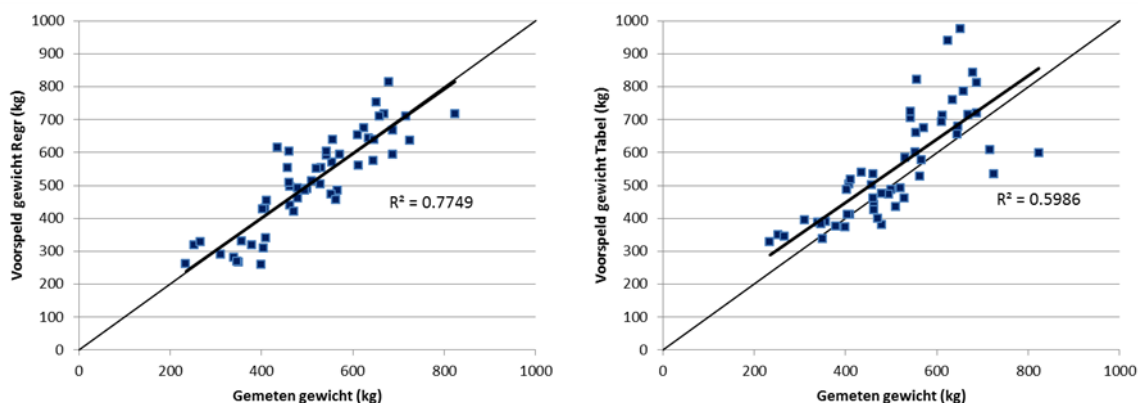
Bij graskuil in ronde en vierkante balen bleken alleen het gehalte aan droge stof, ruwe celstof en NDF van invloed te zijn op de dichtheid. Het gehaltes aan ruwe celstof en NDF zijn echter sterk gecorreleerd. Daarom moet er voor het schatten van de dichtheid gekozen worden voor één van deze beide gehaltes. Uiteindelijk bleek een schatting op basis van het gehalte aan droge stof en ruwe celstof het beste resultaat op te leveren. In het model bleek het baaltype geen significant effect te hebben op de dichtheid zodat de eindformule voor het schatten van de dichtheid voor ronde en rechthoekige balen gelijk was. Deze eindformule was:

$$\text{Dichtheid (kg/m}^3\text{)} = 994.81 - 0.5335 \times \text{Droge stofgehalte (g/kg)} - 1.196 \times \text{Ruwe celstofgehalte (g/kg ds)}$$

Om te kijken of het nieuwe model een betere schatting geeft van de partijvoorraad aan ronde en rechthoekige balen dan de huidige tabelwaarden zijn de schatting van de baalgewichten op basis van zowel het nieuwe model als op basis van de huidige tabelwaarde vergeleken met de gemeten gewichten. Deze beide vergelijkingen zijn weergegeven in figuur 1 en 2. Hieruit blijkt dat het gewicht van de balen beter wordt voorspeld met behulp van het nieuwe regressie model dan met behulp van de huidige tabel waarde. De  $R^2$  van de relatie tussen de voorspelde gewicht en het gewogen gewicht stijgt bij de ronde balen van 0,77 bij gebruik van de huidige tabelwaarde naar 0,90 bij gebruik van het nieuwe regressiemodel (zie figuur 1) en bij de rechthoekige balen van 0,60 naar 0,77 (zie figuur 2).



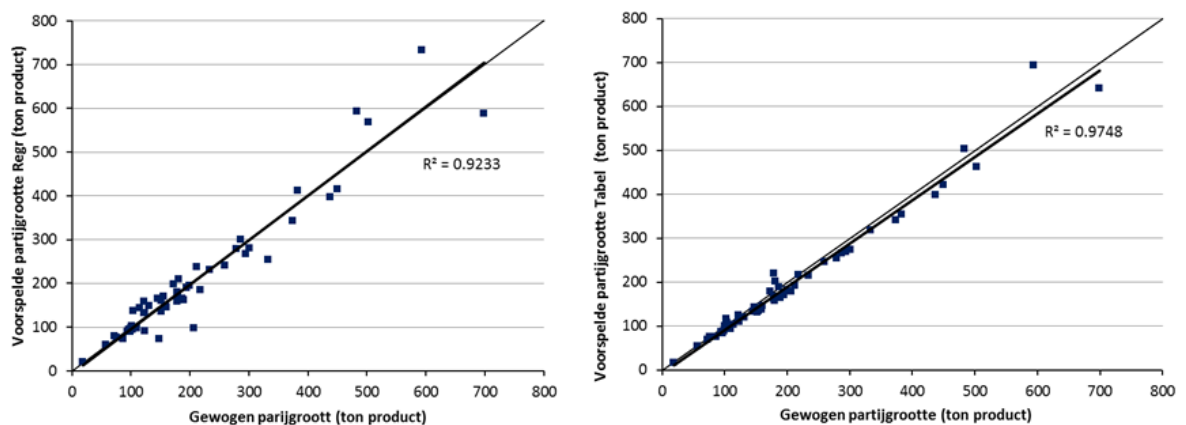
**Figuur 1** Schatting gewicht ronde balen op basis van het regressiemodel (links) en huidige tabelwaarden (rechts)



**Figuur 2** Schatting gewicht rechthoekige balen op basis van het regressiemodel (links) en huidige tabelwaarden (rechts)

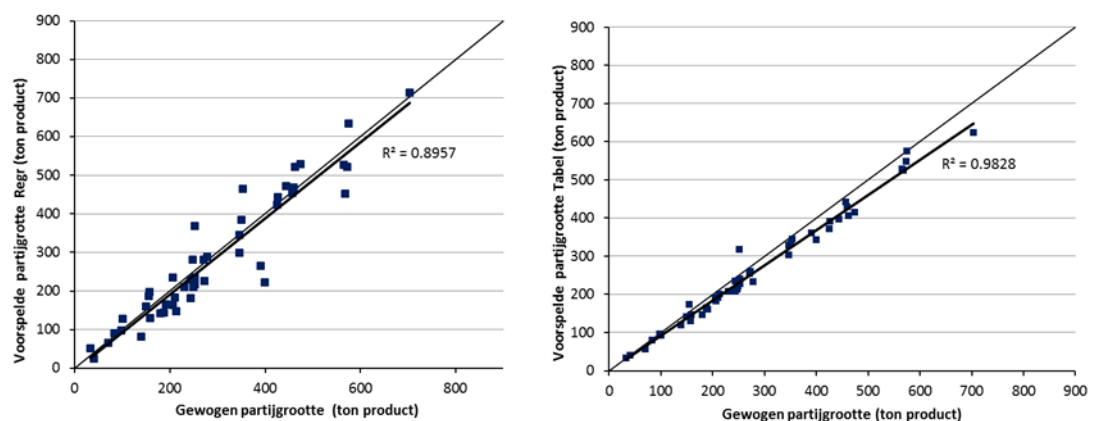
### 3.2 Graskuil in rijkuilen en sleufsilos

Uit de regressieanalyses bleek bij graskuil in rijkuilen en sleufsilos alleen het droge stofgehalte een duidelijk effect te hebben op de dichtheid. Met deze parameter is een nieuw model ontwikkeld om de dichtheid te voorspellen. Om te kijken of dit nieuwe model een verbetering is ten opzichte van de huidige tabelwaarden zijn de voorspelde partijgroottes van graskuil in rijkuilen op basis van de nieuwe regressiemodellen en op basis van de huidige tabelwaarden vergeleken met de gewogen partijgroottes. Het resultaat staat in figuur 3. Hieruit blijkt dat het toepassen van het nieuwe model geen betere schatting geeft van de partijgrootte dan het toepassen van de huidige tabelwaarden.



**Figuur 3** Schatting partijgrootte van graskuil in rijkuilen op basis van het regressiemodel (links) en huidige tabelwaarden (rechts)

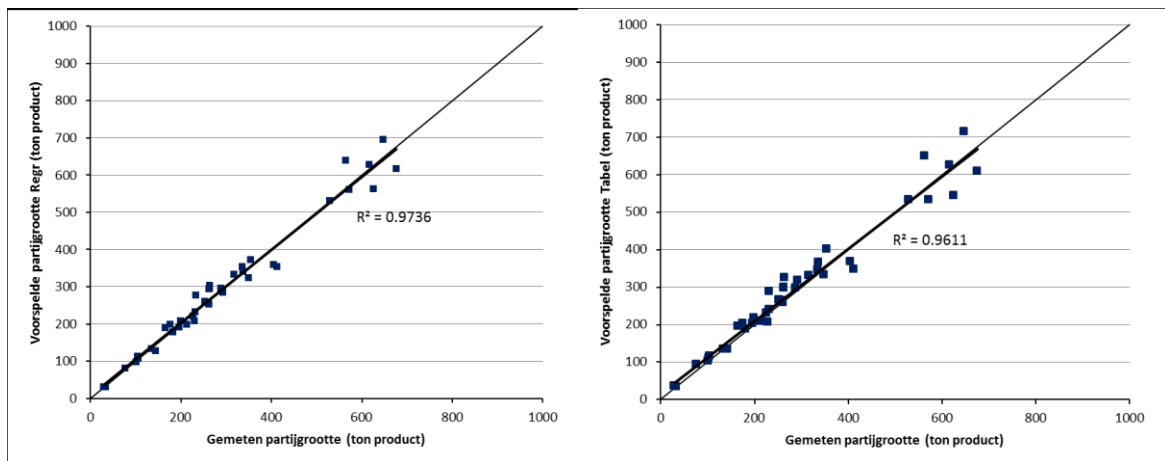
In figuur 4 zijn de voorspelde partijgroottes van graskuil in sleufsilos op basis van de nieuwe regressiemodellen en op basis van de huidige tabelwaarden vergeleken met de gewogen partijgroottes. Hieruit blijkt dat toepassen van het nieuwe model evenals bij de rijkuilen geen betere schatting geeft van de partijgrootte dan de toepassing van de huidige tabelwaarden.



**Figuur 4** Schatting partijgrootte van graskuil in sleufsilos op basis van het regressiemodel (links) en huidige tabelwaarden (rechts)

### 3.3 Snijmaïskuil in sleufsilos

Bij snijmaïskuil in sleufsilos bleek alleen het droge stofgehalte en de hoogte van de kuil een duidelijke invloed te hebben op de dichtheid. Met deze beide parameters is een nieuw model ontwikkeld om de dichtheid te voorspellen. Om te kijken of dit nieuwe model een verbetering is ten opzichte van de huidige tabelwaarden zijn de voorspelde partijgroottes van snijmaïskuil in sleufsilos op basis van de nieuwe regressiemodellen en op basis van de huidige tabelwaarden vergeleken met de gewogen partijgroottes. Het resultaat staat in figuur 5. Hieruit blijkt dat het toepassen van het nieuwe model geen betere schatting geeft van de partijgrootte dan het toepassen van de huidige tabelwaarden.



**Figuur 5** Schatting partijgrootte van snijmaïskuil in sleufsilos op basis van het regressiemodel (links) en huidige tabelwaarden (rechts)

## **4 Conclusies en aanbevelingen**

### **4.1 Graskuil in ronde en rechthoekige balen**

Voor ronde en rechthoekige balen kan op basis van dit onderzoek geconcludeerd worden het nieuwe model voor het voorspellen van de dichtheid in  $\text{kg/m}^3$  een aanzienlijke verbetering geeft ten opzichte van de huidig gehanteerde tabelwaarde. Met name de gewichten van de zwaarder/nattere balen worden met het nieuwe model beter ingeschat dan op basis de huidige tabel waarde. Het advies is daarom om de partijgrootte van ronde en vierkante balen te berekenen op basis van de volgende dichtheidsformule:

$$\text{Dichtheid (kg/m}^3\text{)} = 994.81 - 0.5335 \times \text{Droge stofgehalte (g/kg)} - 1.196 \times \text{Ruwe celstofgehalte (g/kg ds)}$$

### **4.2 Graskuil en snijmaïskuil in rijkuilen en sleufsilos**

De relaties tussen de voorspelde partijgrootte op basis van de huidige dichtheidstabel en de gewogen partijgrootte van graskuil en snijmaïskuil in rijkuilen en sleufsilos bleken in dit onderzoek al behoorlijk sterk ( $R^2$  varieerde van 0,96 tot 0,98). Uit de verzamelde kuilgegevens kon geen model gevonden worden waarmee de partijgrootte duidelijk beter voorspeld kon worden dan met de waarden van het huidige dichtheidstabel.

Het advies is dan ook om de huidige methode van berekenen van de partijgrootte van gras- en maïskuilen niet aan te passen.

### **4.3 Kuilen met afwijkende dichtheden**

Uit het onderzoek bleek dat enkele kuilen erg afwijkende dichtheden hadden t.o.v. de huidige inschatting via de tabel. Hiervoor waren de volgende oorzaken voor aan te wijzen:

- Bij twee kuilen die tegen elkaar aan waren gekuild was de scheiding tussen de beide gewogen kuilen niet goed aangegeven. Daardoor paste de opgemeten inhoud ( $\text{m}^3$ ) niet bij de gewichten en kon de dichtheid van beide kuilen op basis van de gewichten niet goed worden berekend. Dit kan in de praktijk ook regelmatig voorkomen en dit leidt dan tot afwijkende partijgroottes en discussies over gewasopbrengsten omdat dan de dichtheidsnorm wordt vermenigvuldigd met een afwijkende inhoud. De oorzaak ligt dan niet bij de gehanteerde dichtheidsnorm maar bij niet goed aangegeven scheidingsgrens tussen de beide kuilen.
- Bij twee graspartijen die over elkaar heen waren gekuild (zogenaamde lasagne kuil) werden beide partijen (lagen) apart opgemeten en bemonsterd. Echter zal de dichtheid van de onderste laag meestal (veel) hoger zijn dan gemiddeld waardoor die partij vaak onderschat wordt. Dit kan bij lasagnekuilen leiden tot (sterk) afwijkende berekende partijgroottes.