

13-8-2018

# Verteringsonderzoek bij lacterende Holstein koeien

Afstudeerwerkstuk Aeres Hogeschool



## ABZ Diervoeding

Rik Huisken  
ABZ DIERVOEDING



# Verteringsonderzoek bij lacterende Holstein koeien

---

*Een onderzoek naar de vertering en verzuring van de mest in de dikke darm  
waarbij twee zetmeel typen met elkaar worden vergeleken.*

**Auteur:** Rik Huisken

**Opleiding:** Dier & Veehouderij Aeres Hogeschool

**Major:** Dier & Veehouderij

**Afstudeerdocent:** Henk Klein Poelhuis

**Plaats en datum:** Wierden, 13 augustus 2018

## **DISCLAIMER**

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

# Voorwoord

Voor u ligt het afstudeerwerkstuk. “Wat is het verschil tussen maïsmeel- en gewalste maïs bij vertering in de dikke darm van lacterende Holstein koeien?” Dit afstudeerwerkstuk is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de Aeres Hogeschool te Dronten. In samenwerking met ABZDiervoeding is dit onderzoek uitgevoerd.

De aanleiding voor het schrijven van dit onderzoek is om mijn kennis te verbreden over de voeding en vertering bij lacterende koeien. Tijdens mijn afstudeerstage die ik bij ABZDiervoeding mocht uitvoeren ben ik bezig geweest met de voorbereidingen van dit afstudeerwerkstuk.

Bij deze wil ik graag ABZDiervoeding bedanken voor de ruimte die zij beschikbaar hebben gesteld om deze opdracht uit te kunnen voeren. Daarnaast wil ik Jan Rozenboom en Erwin van de Beek bedanken voor het aandragen van dit onderzoek en voor de fijne begeleiding en ondersteuning tijdens het schrijven van dit afstudeerwerkstuk.

Van uit school wil ik Henk Klein Poelhuis bedanken voor de begeleiding bij het schrijven van dit afstudeerwerkstuk.

Ik wens u veel leesplezier toe bij het lezen van mijn afstudeerwerkstuk!

Rik Huisken

Wierden, 13 augustus 2018

## Samenvatting

In de melkveehouderij anno 2018 gaat het om het produceren van melk. Veel aspecten hebben invloed op de melkproductie van koeien en één onderdeel hiervan is voeding. Goede kwaliteit ruwvoer is de basis voor elk rantsoen. Om de extra behoefte van energie en eiwit te dekken worden steeds hoger geconcentreerde krachtvoerders gevoerd, waardoor de melkproductie kan stijgen. Hierdoor ontstaan uitdagingen op het gebied van onder andere pens- en darm gezondheid, vruchtbaarheid en weerstand. Energierijke voedselbronnen waaronder granen, maïs en aardappelen bevatten veel zetmeel. Zetmeel is een nutriënt dat voor koeien van belang is bij de aanmaak van lactose. Zetmeel bestaat uit twee vormen, namelijk bestendig en onbestendig. Bestendig zetmeel wordt niet in de pens afgebroken. Onbestendig zetmeel wordt in de pens door microben gefermenteerd. Maïs wordt gebruikt als component in krachtvoer en bevat een groot aandeel bestendig zetmeel. Dit bestendige zetmeel is een leidraad voor dit onderzoek. De doelstelling van dit onderzoek is het verkrijgen van inzicht in verschillende soorten voorbehandelingen van maïs op de vertering en de verzuring van mest in de dikke darm. Aan het praktijkonderzoek deden 24 Holstein Friesian koeien mee.

De vertering van de mest in periode 4 is de beste score waargenomen en in periode 2 en 3 zijn de slechtste verteringsscores waargenomen. In periode 1 en 3 is er extra bestendig zetmeel toegevoegd aan het rantsoen, maar dit levert niet per definitie een slechtere verteringsscore op. Het toevoegen van extra bestendig zetmeel zorgt niet direct voor een vermindering van de vertering. Het toevoegen van extra bestendig zetmeel levert geen significante verschillen tussen leeftijdsgroepen. Alleen oudmelkte koeien in periode 4 hadden een significant betere verteringsscore dan de versmelkte koeien. Er is significant aangetoond dat de zuurtegraad van de mest veranderd naarmate er extra bestendig zetmeel wordt toegevoegd aan het rantsoen. In periode 2 en 4 zijn er geen verschillen.

In periode 2 was de zuurtegraad van vaarzenmest significant lager dan de mest van de oudere koeien. Hier is geen verklaarbare reden voor. Er waren geen significante verschillen tussen de zuurtegraad van vers- en oudmelkte koeien. Bij het voeren van meer dan 1200 gram bestendig zetmeel per dag kan er verzuring van de mest ontstaan. De correlatie tussen de verteringsscores en de zuurtegraad van de mest is  $-0,28213$ . Een verandering van de vertering levert niet direct een verandering van de zuurtegraad in de mest op.

## Summary

In dairy farming in the year 2018 it is about producing milk. Many aspects affect the milk production of cows and one part of this is nutrition. Good quality roughage is the basis for every ration. In order to cover the extra need for energy and protein, increasingly concentrated concentrates are fed, so that milk production can increase. This creates challenges in areas such as rumen and intestinal health, fertility and resistance. Energy-rich food sources including grains, corn and potatoes contain a lot of starch. Starch is a nutrient that is important for cows in the production of lactose. Starch consists of two forms, namely resistant and un-resistant. Resistant starch is not broken down in the rumen. Un-resistant starch is fermented in the rumen by microbes. Maize is used as a component in concentrate and contains a large proportion of resistant starch. This resistant starch is a guideline for this research.

The aim of this research is to gain insight into different types of pre-treatment of corn on the digestion and acidification of manure in the colon. 24 Holstein Friesian cows participated in the practical research.

The digestion of the manure in period 4 the best score was observed and in period 2 and 3 the worst digestive scores were observed. In periods 1 and 3 extra resistant starch has been added to the ration, but this does not necessarily result in a worse digestive score. The addition of extra-resistant starch does not immediately result in a reduction of the digestion. The addition of extra-resistant starch does not provide significant differences between age groups. Only old milking cows in period 4 had a significantly better digestive score than the crumbled cows. It has been shown significantly that the acidity of the manure changes as extra resistant starch is added to the ration. There are no differences in period 2 and 4.

In period 2, the acidity of heifer manure was significantly lower than the manure of the older cows. There is no explicable reason for this. There were no significant differences between the acidity of fresh and old milking cows. When feeding more than 1200 grams of resistant starch per day, acidification of the manure can occur. The correlation between the digestive scores and the acidity of the manure is  $-0.28213$ . A change in the digestion does not immediately result in a change in the acidity in the manure.

## Inhoudsopgave

Samenvatting.....	3
Summary .....	4
1.Inleiding.....	6
2. Materiaal en Methode .....	9
2.1. Materiaal .....	9
2.1.1 Bedrijf .....	9
2.1.2 Dieren .....	9
2.1.3 Materiaal voor de metingen en toediening van voerdersmiddelen.....	10
2.2 Methode.....	11
2.2.1 Proefopzet .....	11
2.2.2 Statistische analyse .....	12
3. Resultaten.....	13
3.1 Resultaten per deelvraag .....	13
3.1.1 Aantoonbaar verschil tussen de vertering van bestendigzetmeel.....	13
3.1.2 Effect zuurtegraad van de mest op het voeren van bestendigzetmeel .....	14
3.1.3 Relatie tussen vertering en de zuurtegraad in de rundvee mest .....	16
3.2 Overig resultaten.....	17
4.Discussie .....	19
4.1 Samenvatting van de belangrijkste resultaten.....	19
4.2 Reflectie op het uitgevoerde onderzoek.....	19
4.3 Verbanden met de literatuur .....	20
5.Conclusie en aanbevelingen.....	22
5.1 Conclusies.....	22
5.1.1 Aantoonbaar verschil tussen de vertering van bestendigzetmeel.....	22
5.1.2 Effect zuurtegraad van de mest op het voeren van bestendigzetmeel .....	22
5.1.3 Relatie tussen vertering en de zuurtegraad in de rundvee mest .....	23
5.1.4 De hoofdvraag .....	23
5.2 Aanbevelingen.....	24
5.2.1 Aanbevelingen voor de praktijk.....	24
5.2.2 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek.....	24
Bibliografie .....	25
Bijlage 1: Mest score .....	27
Bijlage 2: Werkwijze mest zeven .....	28
Bijlage 3 Opvangen / opslag mest tijdens onderzoek .....	30
Bijlage 4 Weersomstandigheden.....	31

## 1. Inleiding

In de melkveehouderij anno 2018 gaat het om het produceren van melk. Veel aspecten hebben invloed op de melkproductie van koeien één onderdeel hier van is voeding. Goede kwaliteit ruwvoer is de basis voor elk rantsoen. Door de stijging in de melkproductie wordt het melkvee steeds hoger geconcentreerde voeders gevoerd om de extra behoefte aan energie en eiwit te dekken. Hierdoor ontstaan uitdagingen op het gebied van onder andere pens- en darmgezondheid, vruchtbaarheid en weerstand (Heemskerk, 2018). Energierijke voedselbronnen waaronder maïs bevatten veel zetmeel. Dit onderzoek is belangrijk voor de Nederlandse melkveehouders die gebruik maken van zetmeel in het melkveerantsoen. Het belang van maïs in een melkveerantsoen is vooral het leveren van energie. In de kolf van de maïs zit voornamelijk zetmeel en dit zetmeel is opgebouwd uit bestendig en onbestendig zetmeel. Onbestendig zetmeel wordt op pens niveau gefermenteerd. Bestendig zetmeel wordt op darmniveau afgebroken door enzymen tot glucose (Decam, 2018). Het voeren van voldoende zetmeel geeft een verhoging van de melkproductie. De uitkomsten van dit onderzoek kunnen interessante inzichten geven aan melkveehouders over het effect van het voeren van 1 kilogram maïsmeel en 1 kilogram gewalste maïs bij verse- en oudmelkte koeien. Dit kan een grote invloed hebben op de gezondheid van melkgevende Holstein koeien.

### **Opbouw van zetmeel**

Zetmeel is een nutriënt dat voor koeien van belang is bij de aanmaak van lactose. Zetmeel kan uit verschillende bronnen worden gehaald. Voor veevoer wordt vooral zetmeel uit granen, maïs en aardappelen gebruikt. Om een oordeel over zetmeel te geven is het belangrijk om iets te kunnen zeggen over de berekening van zetmeel. In diervoeders is zetmeel een belangrijk bestandsdeel. Hierdoor is de behoefte van een betrouwbare bepaling van zetmeel van belang. Er zit verschil in zetmeel van planten, voeder en voedsel tot industriële toepassingen. Door het toepassen van een enzymatische hydrolyse kunnen deze verschillende soorten zetmeel op een en de zelfde manier berekend worden (Brunt, Sanders, & Rozema, 1997). In de bepaling van zetmeel speelt de opbouw van zetmeel een belangrijke rol. Zetmeel hoort thuis tussen de koolhydraten, bestaande uit een lange keten van glucose-eenheden. Zetmeel is een mengsel van twee polysachariden, genaamd: amylose en amylopectine. Amylose en amylopectine hebben geheel andere eigenschappen. Beide soorten zijn opgebouwd uit glucose die op een kenmerkende wijze zijn gekoppeld. Amylose is een niet-vertakte component van zetmeel (Graaf, 2003). De vertakte component is bekend onder de naam amylopectine. Amylose heeft een hechte structuur en is hierbij veel moeilijker te verteren dan amylopectine. In de plant zitten groeilagen. Amylose bevindt zich in de lagen met lage dichtheid van de groeiringen, hoewel amylosemoleculen ook worden beschouwd als verstrooid tussen amylopectine in de kristallijne lagen (Copeland, Blazek, Salman, & Chiming Tang, 2006).

### **Afbraak van zetmeel**

Zetmeel bestaat uit twee vormen, namelijk bestendig en onbestendig. Bestendig zetmeel wordt niet in de pens afgebroken. Onbestendig zetmeel wordt in de pens door microben gefermenteerd (Tamminga & Van Vuuren, 1978). Hierbij wordt relatief veel propionzuur gevormd. Propionzuur levert energie en wordt voornamelijk aangewend voor de vorming van lactose in melk. Door de stijging van lactose zal de melkproductie stijgen. Bestendig zetmeel stroomt direct door naar de dunne darm en wordt daar afgebroken door enzymen tot glucose. Een melkkoe kan gemiddeld  $\pm$  1200 gram bestendig zetmeel per dag in de dunne darm verteren. Wanneer er beduidend meer zetmeel de dunne darm passeert, stroomt onverteerd zetmeel door naar de dikke darm hier vindt zetmeel afbraak door bacteriën plaats (Duinkerken, Galama, Vegte, & Hilhorst, 2001). Een nadeel van het verteren van zetmeel in de dikke darm is dat de energie die geleverd wordt, minimaal is voor de koe. Dit bevestigt het rapport van Weisbjerg (2014) (Weisbjerg, M., & M.R., 2014). De dikke darm heeft de mogelijkheid om zetmeel te verteren. Echter geeft dit een lagere verteerbaarheid dan in de pens of de dunne darm. Op dikke darmniveau wordt 434 gram/kg zetmeel verteerd. De waarde die is

weergegeven komt in redelijke mate overeen met de waarden van 440 en 494 gram/kg ingaande geschat (Harmon, Yamka, & Elam, 2004) (Offner & Sauvant, 2004).

De optimale hoeveelheid bestendig zetmeel in een rantsoen ligt tussen de 30 en 75 gram per kilogram droge stof (Agro, 2018). Het overtollige zetmeel dat niet door de dunne darm wordt opgenomen gaat naar de dikke darm. In de dikke darm wordt het overtollige zetmeel door bacteriën afgebroken. Hierdoor ontstaan vluchtige vetzuren. Deze vluchtige vetzuren zijn zuur en tasten de darmen aan. Hoe meer zetmeel er in de dikke darm terechtkomt, hoe zuurder de darm wordt. Daardoor zullen de darm-eigen bacteriën doodgaan en bacteriën, waaronder E-coli, de rollen gaan overnemen (Laar, 1998).

### **Verteerbaarheid van zetmeel**

De fijnheid van de maïskorrel heeft invloed op de vertering van het zetmeel. Wanneer de maïskorrels te groot zijn, is het niet mogelijk dat zetmeel wordt gefermenteerd in de pens. Tevens zal het onbestendige zetmeel niet gemakkelijk vrij komen in de dunne of dikke darm. Door het walsen van de maïskorrel wordt een deel van het zetmeel van de pens naar de dunne darm verplaatst en zal het beter beschikbaar zijn op darmniveau. Hierbij is het van belang dat de korrels allemaal worden gewalst, anders heeft het geen effect op vertering. Door maïs grof te rollen neemt de verteerbaarheid op pens niveau met 70% af en bij gemalen maïs is er een afname van 54% (Rémond, et al., 2004). De fijnheid van de maïs korrel heeft grote invloed op de passage snelheid en de vertering van zetmeel (Zust, Pestevsek, & Vengust, 2000). De behoefte van krachtvoer en ruwvoer bij koeien in verschillende lactatie stadia zijn verschillend. Hierbij was de passagesnelheid ook verschillend. De gemiddelde verblijfsduur van voer in de koe is 24 uur (Suhnel, de Visser, & Meijer, 1994) Wanneer er meer dan 75 gram bestendig zetmeel per kilogram droge stof wordt gevoerd is er meer melkzuurproductie door bacteriën in de dikke darm. De aangemaakte melkzuren zorgen voor een zuurder milieu in de dikke darm. Wanneer de dikke darm eenmaal verzuurd is heeft deze 2 tot 3 dagen nodig om te herstellen en zich aan te passen aan de omstandigheden. De zuurtegraad van de mest kan wel wat zeggen over de hoeveelheid bestendig zetmeel wat aan komt in de dikke darm (Zust et al.,2000).

### **Knowledge gap**

Maïs is een belangrijke bron van zetmeel in het rantsoen van lacterende Holstein koeien. Door het bestuderen van de literatuur is aangetoond dat er verzuring van de mest in de dikke darm kan ontstaan door het voeren van bestendig zetmeel aan lacterende Holstein koeien. Wat echter nog niet bekend is in de literatuur is wat het effect van het aanbieden van verschillende passage snelheden van zetmeel in rantsoenen in relatie met de vertering en de verzuring van de mest in de dikke darm. Op basis van onderzoeken die in het verleden zijn gedaan is de vraag ontstaan wat de bestendigheid van zetmeel voor invloed heeft op de vertering. Uit de mengvoersector is de onderzoeksvraag over dikke darm verzuring naar voren gekomen. Dit onderzoek biedt antwoordt op de vraag of er dikke darmverzuring ontstaat bij het voeren van verschillende snelheden van bestendig zetmeel. Daarbij wordt onderzocht of er echt problemen ontstaan bij melkkoeien. Door dit onderzoek uit te voeren wil men te weten komen wat het effect is bij het aanbieden van maïsmeel ten opzichte van gewalste maïs op de vertering en de zuurtegraad van de mest. Dit onderzoek moeten uitwijzen of er overeenkomsten zijn tussen de hypothesen (weergegeven in hoofdstuk 2.4) die op basis van de literatuur zijn opgesteld en de uitkomsten van dit onderzoek. In de melkveehouderij is er nog niet veel onderzoek gedaan naar de verzuring en vertering in de dikke darm door het voeren van bestendig zetmeel.



In dit praktijkonderzoek zijn mestmonsters genomen, deze zijn geanalyseerd op de vertering en de zuurtegraad. Hiermee is data verzameld voor statistisch analyse. Bij dit onderzoek hoort een onderzoeksvraag, dit is de hoofdvraag. Naar aanleiding van de knowledge gap en literatuuronderzoek is de volgende hoofdvraag opgesteld:

**“Wat is het verschil tussen maïsmeel en gewalste maïs bij vertering in de dikke darm van lacterende Holstein koeien ”**

De deelvragen horend bij dit onderzoek zijn:

- Is er een aantoonbaar verschil tussen de vertering van bestendig zetmeel bij het voeren van 1 kilogram maïsmeel en gewalste maïs?
- Wat gebeurt er met de zuurtegraad van de mest als er 1 kilogram maïsmeel en gewalste maïs wordt gevoerd?
- Is er een relatie tussen vertering van bestendigzetmeel en de zuurtegraad in de rundvee mest?

Het onderzoek wordt uitgevoerd bij één melkveehouder in Hoge Hexel. Hier wordt onderzocht wat het effect is van het aanbieden van maïsmeel en gewalste maïs. Het gaat voornamelijk om de vertering van bestendig zetmeel. De vertering van het zetmeel wordt bepaald door de mest te zeven. Na het zeven wordt er een beoordeling gegeven over de vertering van het zetmeel in de mest. Daarnaast wordt de mest beoordeeld op de zuurtegraad. De zuurtegraad wordt beoordeeld doormiddel van de pH van de mest. Als laatste wordt er gekeken of er een verband zit tussen de vertering van de mest en verzuring in de dikke darm. Om dit inzichtelijk te maken wordt er gebruik gemaakt van een statistische analyse. Door de statistische analyse kan aangetoond worden of er een verband is tussen vertering van zetmeel en verzuring van de mest in de dikke darm.

De doelstelling van dit onderzoek is inzicht verkrijgen in verschillende soorten voorbehandelingen van maïs op de vertering en de verzuring van mest in de dikke darm. De verschillen worden bepaald door metingen. De vertering van zetmeel wordt bepaald door het zeven van de mest volgens het 3VA model van (Engelen, 2018). De zuurtegraad (pH) zal worden onderzocht met een pH meter. De onderzoeksresultaten worden in een rapport gepubliceerd en geven antwoordt op de hoofd- en deelvragen, dit moet uitwijzen of er zuurtegraad wijzigingen plaats vinden door het voeren van bestendig zetmeel bij melkgevende Holstein Friesian koeien en of er een verteringsverschil is tussen maïsmeel en gewalste maïs. Dit onderzoek is relevant voor melkveehouders en mengvoerproducenten omdat er inzichtelijk wordt gemaakt of maïsmeel en gewalste maïs effect hebben op de vertering.

## 2. Materiaal en Methode

In dit hoofdstuk is beschreven hoe de proef uitgevoerd werd. Daarnaast werd weergegeven welke middelen nodig zijn voor de proef. Tot slot wordt er uitgelegd hoe de resultaten verwerkt gaan worden.

### 2.1. Materiaal

Het materiaal dat gebruikt is voor het onderzoek is in deze paragraaf beschreven. Voornamelijk zijn de koeien, de pH meter en de zeef als materialen gebruikt om onderzoek uit te voeren.

#### 2.1.1 Bedrijf

Het melkveebedrijf waar het onderzoek is uitgevoerd is gevestigd te Hoge Hexel (Overijssel). Het is een familie bedrijf waarin het hele gezin meehelpt. De melkveehouder zit samen met zijn vrouw in de maatschap. Het werk op het bedrijf doet de veehouder voornamelijk zelf. Een aantal landwerkzaamheden worden uitgevoerd door derden. Momenteel zijn er ruim 100 melkkoeien aanwezig met bijbehorend jongvee. Het vee werd gehuisvest in een ligboxen stal 0+5+0+2+1 opstelling. Het rollend jaargemiddelde van de veestapel is 9780 kg melk met 4.41% vet en 3.54% eiwit (tabel 1). Er wordt gemolken met een Lely melkrobot. Het melkveebedrijf heeft in totaal 61 hectare zandgrond in gebruik, daarvan is 11 hectare maisland en 50 hectare grasland.

Tabel 1 Productie gegevens van het melkveebedrijf

Groep	Dagproductie								305-dagenproductie								Aant BSK		
	Aant	Dgn	Kg melk	%	%	%	Kg	Ur	Lft	Aant	Kg	%	%	Kg	Kg	NO			LW
			Dag	Vet	Eiwit	Lact	V+E				Melk	Vet	Eiwit	Vet	Eiwit	EJR			
Vaarzen	35	161	25,5	4,47	3,49	4,73	2,0	25	2,02	39	8074	4,37	3,52	353	284	2499	100	32	43
2e kalfs	31	189	32,2	4,51	3,58	4,58	2,6	24	3,03	33	10178	4,35	3,51	443	358	2574	103	26	48
Oudere	34	179	33,8	4,38	3,55	4,54	2,7	25	5,06	39	10747	4,34	3,53	466	379	2433	97	27	48
- 60 dgn	18	31	36,2	4,39	3,30	4,63	2,8	23	3,03	18	9074	4,40	3,57	399	324	2475	99	18	45
- 120 dgn	23	104	33,9	4,36	3,41	4,71	2,6	25	3,07	23	9410	4,42	3,52	416	331	2427	97	23	43
- 200 dgn	17	161	33,2	4,28	3,54	4,64	2,6	26	3,08	17	9939	4,28	3,51	426	349	2511	101	17	47
- 305 dgn	27	246	28,4	4,53	3,71	4,52	2,3	24	3,08	27	9886	4,37	3,53	432	349	2602	104	27	49
> 305 dgn	15	349	18,6	4,97	4,02	4,47	1,7	24	3,10	26	9779	4,30	3,48	421	340	2464	99		
<b>Bedrijf</b>	<b>100</b>	<b>176</b>	<b>30,4</b>	<b>4,45</b>	<b>3,54</b>	<b>4,61</b>	<b>2,4</b>	<b>25</b>	<b>3,08</b>	<b>111</b>	<b>9639</b>	<b>4,35</b>	<b>3,52</b>	<b>420</b>	<b>339</b>	<b>2498</b>	<b>100</b>	<b>85</b>	<b>46</b>
<b>Totaal</b>			<b>3043,8</b>				<b>243,3</b>												
<b>Rollend jaargemiddelde (365 dagen)</b>									<b>4,02</b>	<b>105</b>	<b>9780</b>	<b>4,41</b>	<b>3,54</b>	<b>432</b>	<b>346</b>	<b>2492</b>			

#### 2.1.2 Dieren

Aan de voer- en verteringsproef hebben 24 koeien meegedaan. De koeien die meedraaiden in de proef zijn Holstein Friesian (vaarzen, 2<sup>e</sup>kalfs en oude koeien). Een ideale opstelling voor een vergelijkbare proef zou zijn dat er 40 koeien meedraaiden (Hannink & Straalen, 2017). Echter liet de praktijk dit niet toe omdat er niet zoveel dieren waren die aan de criteria van de proef voldeden. Er werd een selectie gedaan voor welke dieren mee mochten doen aan de proef. Het onderscheid werd gemaakt in 6 koeien en 6 vaarzen van <150 dagen in lactatie en 6 koeien en 6 vaarzen van >200 dagen in lactatie. De dieren werden in de koppel gehuisvest tijdens de proef. De reden hiervoor was om het praktisch haalbaar te maken. Om de proef zo betrouwbaar mogelijk te maken werd ervoor gekozen om steeds dezelfde dieren te gebruiken.

### 2.1.3 Materiaal voor de metingen en toediening van voerdermiddelen

Om een goed oordeel over de vertering te kunnen geven, was het nodig om de mest te zeven. De methode van Van Engelen werd gebruikt om de mest te zeven (Engelen, 2018). In bijlage 1 is de verteringscore weergegeven van de mest monsters. In bijlage 2 is de werkwijze van het mest zeven beschreven. Er werd voornamelijk gekeken naar het onverteerde zetmeel en maïsresten. In figuur 1 is een voorbeeld gegeven hoe de verdeling eruitziet na het zeven.



Figuur 1 Zeef uitslag met onderscheid tussen grof, midden en kleine delen

Per proefperiode werd er een cijfer van 1-3 gegeven aan de gezeefde mest om zo de vertering te beoordelen. Om een goed oordeel over de vertering te geven werd er gebruik gemaakt van de 3VA score (bijlage 1). In bijlage 2 is weergegeven hoe de verteringscijfers beoordeeld werd. In bijlage 3 is weergegeven hoe de mest werd opgevangen en opgeslagen tijdens het onderzoek. Bij de beoordeling van de vertering werd er voornamelijk gekeken naar de verschillen in grootte tussen de drie bollen en beoordeeld op het overgebleven zetmeel. Daarnaast werd er beoordeeld hoeveel onverteerde resten er nog aanwezig waren per bol. Wanneer er veel onverteerde delen in de eerste bol zaten (grote 1<sup>e</sup> bol) betekende dit dat de vertering niet optimaal was en hierdoor kreeg de verteringsbeoordeling een 3. Voor een verteringscijfer 2 moesten de 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> bol even groot zijn en de 3<sup>e</sup> bol mocht even groot of groter zijn. Verteringscijfer 1 werd gegeven wanneer 1<sup>e</sup> bol kleiner was dan 2<sup>e</sup> bol en de 2<sup>e</sup> kleiner is dan de 3<sup>e</sup> bol. Verteringscijfer 1 gaf aan dat de vertering optimaal was.

Per dier werd de Ph waarde van de mest onderzocht. De mest die gebruikt werd voor het pH-onderzoek en het zeven, werd opgevangen wanneer de koe ging mesten. Om er zeker van te zijn dat de mest die tijdens de proef werd gemonsterd geen mest van het basis rantsoen was, moest de proef minimaal 3 dagen duren. Daarnaast moest er een mestmonster genomen worden voor de eerstvolgende voerbeurt na de proef dagen. De pH waarde is bepaald doormiddel van een pH meter Hanna instruments, type HI98191. Het verstrekken van de voerdermiddelen werd gedaan doormiddel van een voerdoseerwagen. De koeien die meedraaiden in de proef kregen allemaal hetzelfde basis rantsoen gevoerd, dit is weergegeven in tabel 2. De eis van het basisrantsoen was dat er niet meer dan 30% maïssilage in het rantsoen mocht zitten. Dit was van belang omdat de invloed van zetmeel op het totale rantsoen niet te groot mocht zijn om eventuele gewenning uit te sluiten. Tijdens de proef is er maïsmeel en gewalste maïs toegevoegd aan het rantsoen via de voerdoseerwagen.

Tabel 2 Basisrantsoen proefperiode

Voersoort	Kg droge stof	Kg product
Grassilage	9.0	18.9
Maïssilage	5.0	12.9
Bierborstel	1.1	4
Gemalen Tarwe	0.6	0.7
R brok	1.7	1.9
Garant +	3.8	4.3
<b>Totaal rantsoen</b>	<b>21.1</b>	<b>42.8</b>

## 2.2 Methode

Hoe de proef is opgebouwd is beschreven in de proefopzet. Daarnaast is er een beschrijving van de statistische analyse weergegeven.

### 2.2.1 Proefopzet

In deze proef werd onderzocht wat het effect was van bestendig zetmeelvertering op de mest. In de literatuur is beschreven dat er 1200 gram zetmeel verteerd kan worden in de darmen. Door het extra bij voeren van 1 kg maïsmeel of 1 kg gewalste maïs werd er meer dan 1200 gram zetmeel per dag gevoerd en zou er een verzurend effect aangetoond kunnen worden in de mest. Het basisrantsoen bevatte gemiddeld 1132 gram bestendig zetmeel (ABZDiervoeding, 2018). Het toevoegen van 1 kg maïsmeel zorgde voor 232 gram bestendig zetmeel, het toevoegen van gewalste maïs zorgde voor 458 gram bestendig zetmeel (ABZDiervoeding, 2018). Door het voeren van 1 kg maïsmeel en 1 kg gewalste maïs werd er meer dan 1200 gram per dag gevoerd waardoor er verzuring kon optreden. Het meten van verzuring werd gedaan door het individueel meten van de zuurtegraad van mest en het beoordelen van de mest doormiddel van het zeven. In de proef werd er onderscheidt gemaakt tussen het voeren van maïsmeel (fijn bestendig zetmeel) en gewalste maïs (grof bestendig zetmeel). De proef duurde 27 dagen. De koeien kregen 3 dagen maïsmeel gevoerd. Daarna een week rust en vervolgens kregen ze 3 dagen gewalste maïs aangeboden naast het basisrantsoen. In tabel 3 zijn de behandelingen weergegeven om een duidelijk overzicht van de proef te krijgen. In de 27 dagen dat de proef werd uitgevoerd kregen de dieren hetzelfde basisrantsoen en hetzelfde krachtvoer gevoerd.

Tabel 3 Behandelingen

Behandeling	Maïsmeel 1 kg	Gewalste maïs 1 kg	Basis rantsoen	Krachtvoer
1	X		X	X
2		X	X	X

Daarnaast werd de mest gezeefd en beoordeeld op vertering. Er was gekozen voor deze proefopzet, omdat het niet mogelijk was om de koeien in aparte koppels te houden. Op deze manier kon er een praktische proef worden gedaan op een commercieel melkveebedrijf.

Op dag 2 werd van alle koeien de mest gezeefd en gemonsterd op pH. Op dag 3-5 (periode 1 tabel 4) krijgen de 24 koeien, 1 kg maïsmeel extra gevoerd. Na drie dagen werd het maïsmeel verwijderd uit het rantsoen. Op dag 6 werd de mest opnieuw gezeefd en gemonsterd op pH. Van dag 6 tot 12 werd het basis rantsoen gevoerd, dit was de rustperiode. Op dag 12 werd de mest opnieuw gezeefd en gemonsterd op pH. Op dag 13-15 werd 1 kg gewalste maïs gevoerd. Op dag 16 werd de mest gezeefd en gemonsterd op pH. Op dag 16 gingen de koeien weer over op het basisrantsoen. Op dag 20 werd de mest opnieuw gezeefd en gemonsterd op pH. In tabel 4 wordt de proef met de behandelingen weergegeven in tijdsperiodes.

Tabel 4 Behandelingen in tijd

Periode	Dagen	Behandelingen
Periode 0	7	Basis rantsoen
Periode 1	3	Maïsmeel
Periode 2	7	Basis rantsoen
Periode 3	3	Gewalste maïs
Periode 4	7	Basis rantsoen

### **Methode per deelvraag**

De deelvragen beantwoorden de hoofdvraag. Per deelvraag is er een andere methode gehanteerd, de methodes zijn hieronder uitgewerkt.

- Is er een aantoonbaar verschil tussen de vertering van bestendig zetmeel bij het voeren van 1 kilogram maïsmeel en gewalste maïs?

In de praktijk is dit beoordeeld via de 3VA methode zie bijlage 1. Er is getoetst of er een verschil aantoonbaar is in vertering tussen de verschillende proefperiodes van alle dieren. Daarnaast is er getoetst of er verschil aantoonbaar is in vertering tussen vers- en oudmelkte koeien en tussen vaarzen en oudere koeien.

- Wat gebeurt er met de zuurtegraad van de mest als er 1 kilogram maïsmeel en gewalste maïs wordt gevoerd?

In de praktijk is dit beoordeeld via de pH meter. Er is getoetst of er een verschil aantoonbaar is in zuurtegraad tussen de verschillende proefperiodes van alle dieren. Daarnaast is er getoetst of er een aantoonbaar verschil is in zuurtegraad tussen vers- en oudmelkte koeien en tussen vaarzen en oudere koeien.

- Is er een relatie tussen vertering van bestendigzetmeel en de zuurtegraad in de rundvee mest?

Aan de hand van een correlatie tabel wordt getest of er een verband is tussen de zuurtegraad in de mest en de vertering van de mest.

### **2.2.2 Statistische analyse**

De resultaten die uit het onderzoek kwamen werden statistisch getoetst om te kijken of deze significant waren. Doormiddel van een gepaarde T-toets en onafhankelijke T-toets kon eventuele significantie aangetoond worden. Met het SPSS programma werden de gegevens verwerkt en verschillen aantoonbaar. De toetsen werden op zowel de pH als de verteringsmetingen toegepast.

#### Gepaarde T-toets

De gepaarde T-toets werd gebruik om te testen of er een verschil was in waardes van pH en vertering bij dezelfde koeien in verschillende periodes.

#### Onafhankelijke t-toets

De onafhankelijke t-toets werd gebruikt om te testen of verschillende variabelen zoals leeftijd of productiestadia een hogere of lagere pH/vertering had.

#### **Hypothesen die voort kunnen komen uit het onderzoek:**

H<sub>0</sub>: er is geen aantoonbaar verschil tussen de vertering van bestendig zetmeel bij het voeren van 1 kilogram maïsmeel en gewalste maïs

H<sub>1</sub>: er is wel een aantoonbaar verschil tussen de vertering van bestendig zetmeel bij het voeren van 1 kilogram maïsmeel en gewalste maïs

H<sub>0</sub>: er is geen effect van de zuurtegraad van de mest als er 1 kilogram maïsmeel en gewalste maïs wordt gevoerd

H<sub>1</sub>: er is wel een effect van de zuurtegraad van de mest als er 1 kilogram maïsmeel en gewalste maïs wordt gevoerd

H<sub>0</sub>: er is geen relatie tussen vertering van bestendigzetmeel en de zuurtegraad in de rundvee mest

H<sub>1</sub>: er is wel een relatie tussen vertering van bestendigzetmeel en de zuurtegraad in de rundvee mest

### 3. Resultaten

Dit onderzoek is uitgevoerd met 24 Holstein Friesian koeien. Het onderscheid werd gemaakt in 6 koeien en 6 vaarzen van <150 lactatiedagen en 6 koeien en 6 vaarzen van >200 lactatiedagen.

#### 3.1 Resultaten per deelvraag

De resultaten die via dit onderzoek zijn verzameld zijn per deelvraag uitgewerkt. Er zijn statistische toetsen gedaan over factoren die horen bij het beantwoorden van de deelvragen

##### 3.1.1 Aantoonbaar verschil tussen de vertering van bestendigzetmeel

Tijdens het praktijkonderzoek zijn alle dieren gescoord op de verteringsscore van de mest. In tabel 5 staan de waargenomen scores weergegeven. Gemiddeld was de mest in periode 4 het meest verteerd. In periode 2 was de mest van de koeien gemiddeld het minst goed verteerd.

Tabel 5 Aantal koeien met verteringsscore in verschillende periodes

Verteringsscore	Periodes				
	0	1	2	3	4
1	8	8	6	4	11
2	8	9	4	10	8
3	8	7	14	10	5
Gem. vertering	2	1.9	2.3	2.3	1.8
SD	0,834	0,806	0,868	0,737	0,794

Statistisch zijn de gegevens getoetst en de uitkomsten zijn weergegeven in tabel 6. De verteringsscores zijn statistisch getoetst en er is significant aangetoond dat:

- De vertering in periode 1 significant beter ( $P=0.047$ ) was dan in periode 2
- De vertering in periode 2 significant slechter ( $P=0.010$ ) was dan in periode 4
- De vertering in periode 3 significant slechter ( $P=0.015$ ) was dan in periode 4

Tabel 6 Uitkomst gepaarde T-toets uitgevoerd op de verteringsbeoordeling

Vertering tijdens periodes	Gem verschil	Significantie
vertering periode 0 - vertering periode 1	0,1	0,747
vertering periode 0 - vertering periode 2	0,3	0,119
vertering periode 0 - vertering periode 3	0,3	0,247
vertering periode 0 - vertering periode 4	0,2	0,083
vertering periode 1 - vertering periode 2	0,4	0,047
vertering periode 1 - vertering periode 3	0,4	0,129
vertering periode 1 - vertering periode 4	0,1	0,057
vertering periode 2 - vertering periode 3	0,0	0,664
vertering periode 2 - vertering periode 4	0,5	0,010
vertering periode 3 - vertering periode 4	0,5	0,015

Daarnaast is er statistisch getoetst of er een verschil was tussen de vertering in verschillende proefperiodes van vaarzen ten opzichte van de oudere koeien. Tabel 7 toont de gemiddelde verteringsscore van vaarzen en oudere koeien en de daarbij behorende spreiding. Er was geen significant verschil tussen vaarzen en de oude koeien (tabel 7).

Tabel 7 Resultaat gemiddelde verteringsscore en significantie van vaarzen en oudere koeien

Periode	Vaarzen gem. verteringsscore	Oude koeien gem. verteringsscore	Significantie
0	2.0 (S.D 0,853)	2.0 (S.D 0,853)	1.000
1	2.0 (S.D 0,739)	1.9 (S.D 0,900)	0.807
2	2.5 (S.D 0,250)	2.2 (S.D 0,217)	0.358
3	2.0 (S.D 0,853 )	2.5 (S.D 0,522)	0.097
4	1.7 (S.D 0,778)	1.8 (S.D 0,835)	0.618

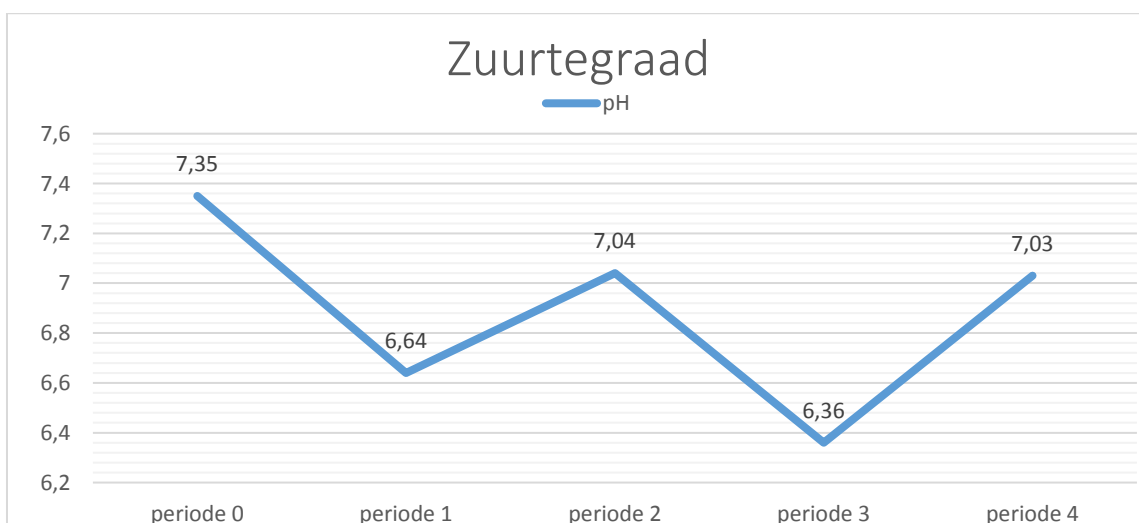
Er is statistisch getoetst of er een verschil was tussen de vertering in verschillende proefperiodes van versmelkte koeien ten opzichte van de oudmelkte koeien. Tabel 8 toont de gemiddelde verteringsscore van vers- en oudmelkte koeien en de daarbij behorende spreiding. Alleen oudmelkte koeien in periode 4 hadden een significant betere verteringsscore dan de versmelkte koeien (tabel 8).

Tabel 8 Resultaat gemiddelde verteringsscore en significantie van vers-en oudmelkte koeien

Periode	Vers melkt gem. verteringsscore	Oud melkt gem. verteringsscore	Significantie
0	2.08(SD 0.793)	1.92(SD 0.900)	0.635
1	2.08(SD 0.793)	1.83(SD 0.835)	0.460
2	2.25(SD 0.965)	2.42(SD 0.739)	0.649
3	2.25(SD 0.866)	2.25(SD 0.622)	1.000
4	2.08(SD 0.793)	1.42(SD 0.669)	0.037

### 3.1.2 Effect zuurtegraad van de mest op het voeren van bestendigzetmeel

Tijdens het praktijkonderzoek zijn alle dieren gescoord op de zuurtegraad van de mest. Deze metingen zijn uitgevoerd met een pH meter van Hanna Instruments. In figuur 2 en tabel 9 is het duidelijk zichtbaar dat er wisseling in de pH van de mest is geweest. Mestmetingen van de dieren voor, tijdens en na de behandeling gaven wisselingen op de pH. Tijdens periode 1 is er maïsmeel gevoerd en in periode 3 gewalste maïs, in die periodes is een duidelijke daling van de pH zichtbaar.



Figuur 2 Verloop zuurtegraad gedurende de proef periodes

Tabel 9 Resultaat gemiddelde pH tijdens de verschillende periodes van de proef

Periodes	Gemiddelde zuurtegraad	Aantal	SD
0	7,35	24	0,562
1	6,64	24	0,262
2	7,04	24	0,329
3	6,36	24	0,184
4	7,03	24	0,277

De pH van de mest was significant verschillend tussen de verschillende meetperiodes, behalve tussen periode 2 en periode 4 (tabel 10).

Tabel 10 Uitkomst gepaarde T-toets uitgevoerd op de zuurtegraad van de mest

Periodes	Gem verschil	Significantie
pH 0 - PH 1	0,71	0,000
pH 0 - PH 2	0,71	0.020
PH 0 - PH 3	0,99	0.000
PH 0 - PH 4	0,32	0.008
PH 1 - PH 2	0,4	0.000
PH 1 - PH 3	0,28	0.000
PH 1 - PH 4	0,39	0.000
PH 2 - PH 3	0,68	0.000
PH 2 - PH 4	0,01	0.880
PH 3 - PH 4	0,67	0.000

Er is statistisch getoetst of er een aantoonbaar verschil zat tussen de pH van vaarzen en oudere koeien. In tabel 11 zijn de gemiddelden, standaarddeviatie en significantie weergegeven. In periode 2 was de zuurtegraad van vaarzenmest significant lager dan de mest van de oudere koeien (tabel 11). Over de overige periodes waren er geen significante verschillen gevonden.

Tabel 11 Resultaat gemiddelde zuurtegraadscore en significantie van vaarzen en oudere koeien

Periode	Vaarzen gem. zuurtegraadscore	Oude koeien gem. zuurtegraadscore	Significantie
0	7,24(SD 0,529)	7,45(SD 0,597)	0,364
1	6,64(SD 0,269)	6,63(SD 0,266)	0,940
2	6,90(SD 0,234)	7,17(SD 0,365)	0,043
3	6,35(SD 0,209)	6,36(SD 0,142)	0,889
4	6,95(SD 0,239)	7,12(SD 0,296)	0,136

Aan de hand van een statistische toets is er aangetoond of er een verschil was tussen de zuurtegraad in verschillende proefperiodes van versmelkte koeien ten opzichte van de oudmelkte koeien. Tabel 12 toont de gemiddelde zuurtegraadcores van vers- en oudmelkte koeien en de daarbij behorende spreiding. Er waren geen significante verschillen tussen vers- en oudmelkte koeien (tabel 12).

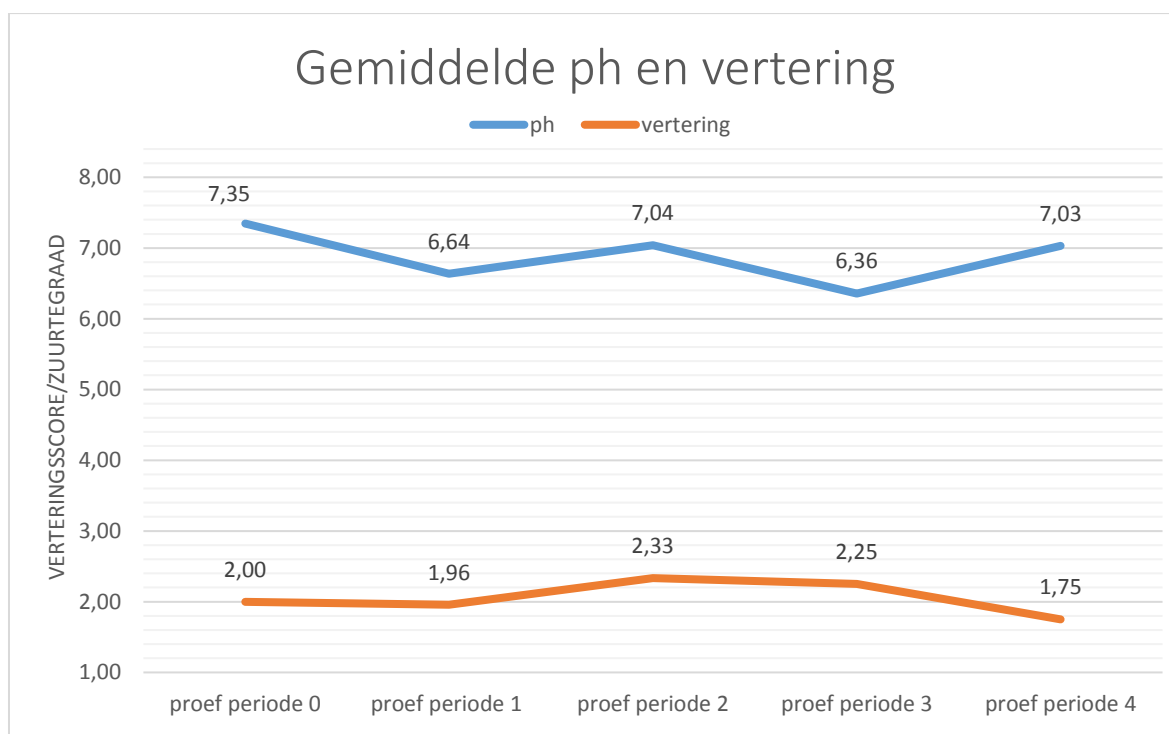


Tabel 12 Resultaat gemiddelde zuurtegraadsscores en significantie van vers-en oudmelkte koeien

Periode	Vers melkt $\leq 150$ gem. zuurtegraadsscore	Oud melkt $\geq 200$ gem. zuurtegraadsscore	Significantie
0	7,39(SD 0,504)	7,30(SD 0,634)	0,709
1	6,70(SD 0,253)	6,57(SD 0,263)	0,213
2	7,09(SD 0,295)	6,98(SD 0,365)	0,411
3	6,37(SD 0,182)	6,34(SD 0,193)	0,739
4	7,09(SD 0,331)	6,97(SD 0,209)	0,320

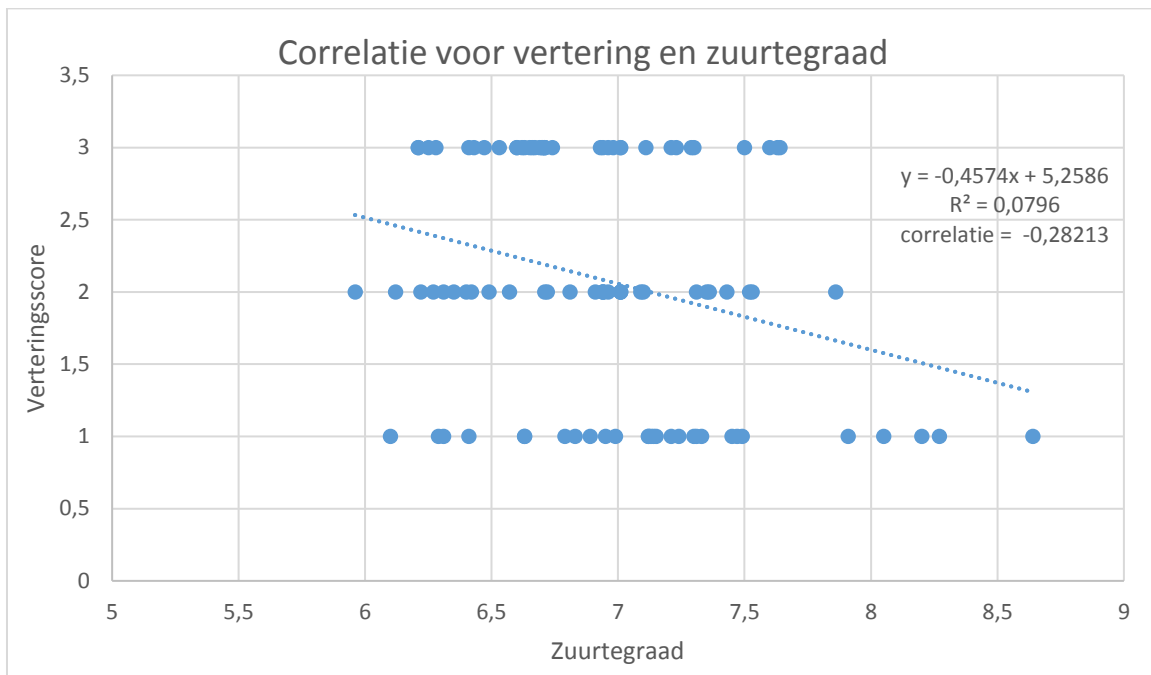
### 3.1.3 Relatie tussen vertering en de zuurtegraad in de rundvee mest

De resultaten die getoond zijn in figuur 3 geven de gemiddelde waarde van de zuurtegraad en de vertering weer. Vóór de start van het onderzoek is de mest gemeten op zowel de vertering als de pH. Deze waarden zijn in een gemiddelde weergegeven van elke proefperiode. De lijnen lopen niet parallel aan elkaar.



Figuur 3 Gemiddelde pH en verteringsscore tijdens het onderzoek

De resultaten die in figuur 4 zijn weergegeven zeggen wat over de correlatie tussen de verteringsscore en de pH van de mest. In de puntenwolk zijn de vertering en de zuurtegraad tegen elkaar uitgezet. Via een correlatieberekening is de samenhang tussen de vertering en de zuurtegraad berekend. De correlatie tussen deze scores is  $-0,28213$ . Bij een negatieve uitkomst is er sprake van een negatieve samenhang. Deze uitkomst ligt dicht bij nul, hierdoor is er bijna geen samenhang tussen de twee gemeten waarden. Er is 8% verklarende variantie ( $R^2$ ), hierdoor is er heel weinig samenhang aangetoond.



Figuur 4 Correlatie tussen verteringscore en de zuurtegraad

### 3.2 Overig resultaten

In deze paragraaf zijn de resultaten weergegeven die niet behandeld zijn in de deelvragen maar wel interessant zijn om mee te nemen in dit onderzoek. Tijdens het praktijkonderzoek zijn alle dieren gescoord op de vertering van zetmeel. Periodes 0, 2 en 4 waren rustperiodes, maar te zien is dat de verteringscores niet gelijk waren. Periode 1 was er een toevoeging van maïsmeel en in periode 3 was de toevoeging gewalste maïs. In tabel 13 staan de gemiddelde zetmeelverteringscores weergegeven. Score 1 is weinig zetmeel in de mest, score 2 is een redelijk aandeel zetmeel en score 3 is een groot aandeel zetmeel in de mest. Gemiddeld was het aandeel zetmeel in de mest in periode 1 en 3 het hoogst. In periode 4 was het aandeel overgebleven zetmeel het laagst.

Tabel 13 Resultaat gemiddelde zetmeelverteringscore tijdens de verschillende periodes van de proef

Periodes	Gemiddelde zetmeel waarde	Aantal	SD
Zetmeel periode 0	1,21	24	0,415
Zetmeel periode 1	2,46	24	0,779
Zetmeel periode 2	1,21	24	0,415
Zetmeel periode 3	2,46	24	0,779
Zetmeel periode 4	1,13	24	0,338

Statistisch zijn de gegevens getoetst en de uitkomsten zijn weergegeven in tabel 14. Er waren significante verschillen tussen de verschillende meetperiodes, behalve tussen periode 0 en periode 4 en periode 3 en periode 4 (tabel 14)

Tabel 14 Uitkomst gepaarde T-toets uitgevoerd op de zetmeelverteringsscore

Periodes	Vershil gem	Significantie
Zetmeel 0 - Zetmeel 1	1,25	0,000
Zetmeel 0 - Zetmeel 2	-	-
Zetmeel 0 - Zetmeel 3	1.25	0,000
Zetmeel 0 - Zetmeel 4	0,08	0,426
Zetmeel 1 - Zetmeel 2	1,25	0,000
Zetmeel 1 - Zetmeel 3	-	-
Zetmeel 1 - Zetmeel 4	1,33	0,000
Zetmeel 2 - Zetmeel 3	1,25	0,000
Zetmeel 2 - Zetmeel 4	0,08	0,426
Zetmeel 3 - Zetmeel 4	1,33	0.000

Er is statistisch getoetst of er een aantoonbaar verschil zat tussen de zetmeel vertering van vaarzen en oudere koeien. In tabel 15 zijn de gemiddelden, standaarddeviatie en de significantie weergegeven. De resultaten uit de onafhankelijke T-toets geven geen aantoonbare significante verschillen tussen de vaarzen en oudere koeien.

Tabel 15 Resultaat gemiddelde zetmeelverteringsscore van vaarzen en oudere koeien

Periode	Vaarzen gem. zetmeelscore	Oude koeien gem. zetmeelscore	Significantie
0	1.14(SD 0,389)	1,25(SD 0,452)	0,633
1	2,17(SD 0,853)	2,75(SD 0,622)	0,065
2	1,17(SD 0,389)	1,25(SD 0,452)	0,633
3	2,17(SD 0,835)	2,75(SD 0,622)	0,065
4	1,25(SD 0,452)	1,00(SD 0,000)	0,069

Aan de hand van een statistische toetst is er aangetoond of er een verschil was tussen de zetmeel vertering in verschillende proefperiodes van versmelkte koeien ten opzichte van de oudmelkte koeien. Tabel 16 toont de gemiddelde zetmeelverteringsscores van vers- en oudmelkte koeien en de daarbij behorende spreiding. Daarnaast is er in tabel 16 af te lezen dat er geen significante verschillen waren tussen vers- en oudmelkte koeien.

Tabel 16 Resultaat gemiddelde zetmeelverteringsscores en significantie tussen vers- en oudmelkte koeien

Periode	Vers melkt ≤150 gem. zetmeelscore	Oud melkt ≥200 gem. zetmeelscore	Significantie
0	1,25(SD 0,452)	1,17(SD 0,389)	0,633
1	2,58(SD 0,669)	2,33(SD 0,888)	0,444
2	1,25(SD 0,452)	1,17(SD 0,389)	0,633
3	2,58(SD 0,669)	2,33(SD 0,888)	0,444
4	1,25(SD 0,452)	1,00(SD 0,000)	0,082

## 4. Discussie

Dit onderzoek is uitgevoerd om inzichtelijk te krijgen of verschillende voorbehandelingen van maïs invloed hebben op de vertering van zetmeel en de verzuring van de mest in de dikke darm. De verschillen worden bepaald door een praktijkproef waarbij de vertering en de pH van de mest worden onderzocht via metingen. De onderzoeksresultaten geven antwoord op de hoofd- en deelvragen en moeten uitwijzen of de mest in de dikke darm zuurder wordt door het voeren van bestendig zetmeel.

### 4.1 Samenvatting van de belangrijkste resultaten

In paragraaf 4.1 zijn kort belangrijkste resultaten per deelvraag weergegeven.

#### **Is er een aantoonbaar verschil tussen de vertering van bestendigzetmeel bij het voeren 1 kilogram maïsmeel- en gewalste maïs?**

De verteringsscores zijn statistisch getoetst en er is significant aangetoond dat:

- De vertering in periode 1 significant beter ( $P=0.047$ ) was dan in periode 2
- De vertering in periode 2 significant slechter ( $P=0.010$ ) was dan in periode 4
- De vertering in periode 3 significant slechter ( $P=0.015$ ) was dan in periode 4

Er was geen significant verschil aangetoond tussen vertering van vaarzen en de oudere koeien. Alleen oudmelkte koeien in periode 4 hadden een significant betere verteringsscore dan de versmelkte koeien.

#### **Wat gebeurt er met de zuurtegraad van de mest als er 1 kilogram maïsmeel of gewalste maïs wordt gevoerd?**

Er was een duidelijke wisseling van de pH van de mest tijdens de proefperiodes. Alleen tussen periode 2 en 4 was er geen verschil aangetoond.

De mest van vaarzen was in periode 2 significant lager dan de mest van de oudere koeien. Er waren geen significante verschillen tussen vers- en oudmelkte koeien.

#### **Is er een relatie tussen vertering van bestendigzetmeel en de zuurtegraad in de rundvee mest?**

De vertering en de zuurtegraad hadden geen correlatie ( $-0,28213$ ). Deze uitkomst ligt dicht bij nul, hierdoor is er bijna geen samenhang tussen de twee gemeten waarden.

### 4.2 Reflectie op het uitgevoerde onderzoek

In deze paragraaf wordt er een reflectie uitgevoerd op de manier hoe het onderzoek is verlopen. Hierin wordt het proces en de methode besproken en wat er bij vervolg onderzoek beter kan. Tot slot worden de resultaten vergeleken met de beschreven literatuur.

#### **Proces**

Het onderzoek is goed verlopen qua tijdsindeling, precies volgens de planning. Daarnaast is er een vast protocol aangehouden met voeren om zo weinig mogelijk spreiding te krijgen per voerbeurt. Hierbij is de hoeveelheid van toe te dienen maïsmeel en gewalste maïs in de proefdagen exact op dezelfde manier gevoerd en dit is erg goed verlopen. De planning van de proefdagen stonden van tevoren gepland zodat de melkveehouder hier rekening mee kon houden. Voordat de mestmonsters genomen werden zorgde de veehouder ervoor dat de koeien vast aan het voerhek stonden. Het verzamelen van de mest duurde langer dan verwacht. Hierbij moest elke keer gewacht worden tot dat de koe ging mesten. Het verzamelen van de mest werd in samenwerking gedaan met de veehouder. De mest werd opgevangen in een KI handschoen (figuur 1 in bijlage 3) en vervolgens verzameld (figuur 2 bijlage 3) op een plek zodat er metingen aangedaan konden worden. Dit proces ging goed in samenwerking met de veehouder. De metingen opzich zijn goed uitvoerbaar, echter gaat er veel tijd zitten in het zeven van de mest. Dit is alleen niet op een andere manier mogelijk.

De verzamelde gegevens zijn door de onderzoeker beoordeeld. De hoeveelheid gegevens zijn voldoende om in dit onderzoek een goed beeld van de vertering en de pH van de mest te krijgen. Alle mestmonsters zijn op dezelfde manier beoordeeld en dit geeft een betrouwbaar beeld van de genomen monsters. De pH meter die gebruikt werd bij het onderzoek is geijkt en werd regelmatig gekalibreerd om te zorgen dat de meetresultaten betrouwbaar bleven.

### **Methode & Omstandigheden**

Doordat het onderzoek is uitgevoerd zoals van te voren beschreven, zijn er geen onverwachte resultaten ontstaan door een niet goed uitgevoerde methode van onderzoeken. De geselecteerde koeien werden op dezelfde manier in behandeling genomen, gehuisvest en gemonitord.

Echter zijn er een aantal omstandigheden die invloed gehad kunnen hebben op de onderzoeksresultaten waar in het vooronderzoek geen rekening mee is gehouden. Zo kan het zijn dat wisseling van weersomstandigheden invloed hadden op het onderzoek. In bijlage 4 zijn de weersomstandigheden weergegeven tijdens de onderzoeksperiode. Hierbij is er wisseling van temperatuur, neerslag en aantal zonuren geweest (Huiskamp, 2018). Dit kan van invloed zijn geweest op de voeropname, wat in relatie staat met vertering en zuurtegraad van de mest. Daarnaast wordt er op het bedrijf waar het onderzoek is uitgevoerd niet gevoerd met een voermengwagen, maar met een voerdoseerwagen. Doordat het rantsoen niet homogeen door elkaar werd gemengd is de kans op selectie groter. Deze selectie heeft invloed op de opname van ruwvoer. Hierdoor kunnen er wisselingen ontstaan zijn in de vertering van koeien. Maïsmeel en gewalste maïs werd aan de voerdoseerwagen toegevoerd. De toevoeringen waren niet homogeen gemixt door het rantsoen. Door het niet homogeen mengen of verdringing door andere koeien kan het zijn dat de opname van maïsmeel of gewalste maïs niet voor elke koe hetzelfde is geweest.

### **Vervolgonderzoek**

Er is vervolgonderzoek nodig om hogere betrouwbaarheid van resultaten te krijgen. Aanvullend onderzoek kan er voorzorgen dat de uitkomsten bevestigd worden die in dit onderzoek naar voren zijn gekomen. Daarnaast kunnen er verbanden worden gelegd met dit onderzoek om zo te achterhalen of er nieuwe inzichten zijn op dit onderwerp. Bij vervolgonderzoek is het aan te bevelen om bij meer veehouders met dezelfde omstandigheden onderzoek uit te voeren. Dit om bedrijfseffecten weg te filteren.

### **4.3 Verbanden met de literatuur**

Goede kwaliteit ruwvoer is de basis voor elk rantsoen. Om de extra behoefte van energie en eiwit te dekken worden steeds hoger geconcentreerde krachtvoerders gevoerd, waardoor de melkproductie kan stijgen. Hierdoor ontstaan uitdagingen op het gebied van onder andere pens- en darmgezondheid, vruchtbaarheid en weerstand (Heemskerk, 2018). Energierijke voedselbronnen waaronder maïs bevatten veel zetmeel. Zetmeel is een nutriënt dat voor koeien van belang is bij de aanmaak van lactose in de melk (Tamminga et al., 1978). Zetmeel bestaat uit twee vormen, namelijk bestendig en onbestendig. Bestendig zetmeel wordt niet in de pens afgebroken en stroomt door naar de darmen. Onbestendig zetmeel wordt in de pens door microben gefermenteerd (Tamminga et al., 1978).

De uitkomsten van dit onderzoek sluiten aan bij de vergelijking met de literatuur. Zo is beschreven in een onderzoek van (Rémond, et al., 2004) dat de fijnheid van de maïskorrel invloed heeft op de vertering van het zetmeel. Wanneer de maïskorrels te groot of grof zijn, is het niet mogelijk dat zetmeel wordt gefermenteerd in de pens. Hierdoor zal het niet vrijkomen op pensniveau, maar meer op dunne darmniveau. Het overtollige zetmeel dat niet door de dunne darm wordt opgenomen gaat naar de dikke darm. In de dikke darm wordt het overtollige zetmeel door bacteriën afgebroken. Hierdoor ontstaan vluchtige vetzuren. Deze vluchtige vetzuren zijn zuur en tasten de darmen aan en deze zuren zorgen er voor dat de pH van de mest daalt. Hoe meer zetmeel er in de dikke darm

terechtkomt, hoe zuurder de darm wordt (Laar, 1998). Uit eigen onderzoek is waargenomen dat er wisseling zat in de zuurtegraad van mest. Hierbij is er een duidelijk verschil waargenomen bij het voeren van zowel maïsmeel als gewalste maïs. De onderzochte mest in proefperiode 0 (figuur 2) had een gemiddelde pH van 7,35, na het voeren van maïsmeel is de pH gezakt naar 6,64 hierin is een duidelijke daling van de pH waarneembaar. Dit wordt bevestigd door de statistische analyse weergegeven in paragraaf 3.1.2. Hetzelfde geldt voor de gewalste maïs, de gemiddelde pH in proefperiode 3 is 6,36. Ter vergelijking met proefperiode 0 is de pH bijna 1 punt gedaald. Dit wordt bevestigd door een significant verschil dat aan is getoond in deze periodes.

Uit onderzoek van (Duinkerken et al., 2001) blijkt dat een melkkoe gemiddeld 1200 gram bestendig zetmeel per dag in de dunne darm verteerd. Wanneer er beduidend meer zetmeel de dunne darm passeert, stroomt onverteerd zetmeel door naar de dikke darm en hier vindt zetmeelafbraak door bacteriën plaats. Een nadeel van het verteren van zetmeel in de dikke darm is dat de energie die geleverd wordt minimaal bruikbaar is voor de koe. Uit eigen onderzoek blijkt dat wanneer er meer dan 1200 gram bestendigzetmeel per dag wordt gevoerd, meer zetmeel op dikke darm niveau wordt verteerd. Dit is terug te zien aan de zuurtegraad van de mest, er is een daling zichtbaar van de pH. De hoeveelheid zetmeel dat er op dikke darm exact wordt verteerd is doormiddel van dit onderzoek niet aantoonbaar. Wel is er waargenomen dat er verzuring van mest optreedt in de dikke darm door het bijvoeren van bestendig zetmeel. Dit onderzoek wijst dezelfde kant op als eerdere onderzoeken. In het uitgevoerde onderzoek is er gekeken naar de verbanden tussen de vertering van de mest en de zuurtegraad van de mest in de dikke darm. Echter zijn er geen verbanden gevonden dat de zuurtegraad invloed heeft op de vertering. In voorgaande onderzoeken is er niet gekeken naar de verzuring van de mest in de dikke darm in relatie tot vertering van mest.

## 5. Conclusie en aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden conclusies en aanbevelingen gegeven voor dit onderzoek. Verder zal de hoofdvraag beantwoordt worden. De aanbevelingen voor dit hoofdstuk zijn relevant voor vervolgonderzoek, daarnaast kan het onderzoek betrekking hebben op de praktijk.

### 5.1 Conclusies

In de melkveehouderij anno 2018 gaat het om het produceren van melk. Veel aspecten hebben invloed op de melkproductie van koeien één onderdeel hier van is voeding. Goede kwaliteit ruwvoer is de basis voor elk rantsoen. Ruwvoer staat dan wel op plaats 1 in het rantsoen, maar naast ruwvoer speelt krachtvoer een belangrijke rol. Door het voeren van extra energie en eiwit in het rantsoen ontstaan verzurende effecten. Maïs wordt gebruikt als component in krachtvoer en bevat een groot aandeel bestendig zetmeel. Dit bestendige zetmeel was een leidraad voor dit onderzoek.

Dit onderzoek is uitgevoerd om inzichtelijk te krijgen of verschillende voorbehandelingen van maïs invloed hebben op de vertering en de verzuring van de mest in de dikke darm. De verschillen worden bepaald door metingen in de praktijk. Er werd doormiddel van het zeven van de mest bepaald hoe de vertering is geweest. Daarnaast werd doormiddel van een zuurtegraadmeter bepaald wat de zuurtegraad van de mest was. De gegevens werden verzameld doormiddel van een praktijk onderzoek met 24 Holstein Friesian koeien. Het onderscheid werd gemaakt in 6 koeien en 6 vaarzen van <150 dagen in lactatie en 6 koeien en 6 vaarzen van >200 dagen in lactatie.

#### 5.1.1 Aantoonbaar verschil tussen de vertering van bestendigzetmeel

Gemiddeld was de mest in periode 4 het meest verteerd. In periode 2 was de mest van de koeien gemiddeld het minst goed verteerd. De verteringsscores zijn statistisch getoetst en er is significant aangetoond dat:

- De vertering in periode 1 significant beter ( $P=0.047$ ) is dan in periode 2
- De vertering in periode 2 significant slechter ( $P=0.010$ ) is dan in periode 4
- De vertering in periode 3 significant slechter ( $P=0.015$ ) is dan in periode 4

Daarnaast is er statistisch getoetst of er een verschil was tussen de vertering van de mest in verschillende proefperiodes van vaarzen ten opzichte van de oudere koeien. Er is geen significant verschil aangetoond tussen vertering van mest bij vaarzen en de oudere koeien. Daarnaast hadden alleen oudmelkte koeien in periode 4 een significant betere verteringsscore dan de versmelkte koeien.

De verteringsscores verschillen bij het voeren van 1kg maïsmeel en 1kg gewalste maïs.  $H_1$  kan worden aangenomen: er is een effect aangetoond dat de vertering veranderd is bij het voeren van maïsmeel en gewalste maïs.

#### 5.1.2 Effect zuurtegraad van de mest op het voeren van bestendigzetmeel

Tijdens periode 1 is er maïsmeel gevoerd en in periode 3 gewalste maïs, in die periodes is een duidelijke daling van de pH van de mest zichtbaar. De zuurtegraadmetingen zijn statistisch getoetst en er is significant aangetoond dat:

- pH 0 is significant ( $P 0.000$ ) hoger dan pH 1
- pH 0 is significant ( $P 0.020$ ) hoger dan pH 2
- PH 0 is significant ( $P 0.000$ ) hoger dan pH 3
- PH 0 is significant ( $P 0.008$ ) lager dan pH 4
- PH 1 is significant ( $P 0.000$ ) lager dan pH 2
- PH 1 is significant ( $P 0.000$ ) hoger dan pH 3
- PH 1 is significant ( $P 0.000$ ) lager dan pH 4
- PH 2 is significant ( $P 0.000$ ) hoger dan pH 3
- PH 3 is significant ( $P 0.000$ ) lager dan pH 4

In periode 2 was de zuurtegraad van vaarzenmest significant lager dan de mest van de oudere koeien. Over de overige periodes zijn er geen significante verschillen ondervonden. Er waren geen significante verschillen tussen vers- en oudmelkte koeien.

Het voeren van zowel maïsmeel als gewalste maïs geeft een verlaging op de pH van de mest.  $H_1$  kan worden aangenomen: er is wel een effect van de zuurtegraad van de mest als er 1 kilogram maïsmeel en gewalste maïs wordt gevoerd.

### 5.1.3 Relatie tussen vertering en de zuurtegraad in de rundvee mest

Het resultaat van deze deelvraag is dat er geen correlatie is aangetoond tussen de vertering en de zuurtegraad van de mest.  $H_0$  kan worden aangenomen: er is geen relatie tussen vertering van bestendig zetmeel en de zuurtegraad in de rundveemest.

### 5.1.4 De hoofdvraag

De hoofdvraag voor dit onderzoek luidt als volgt: Wat is het verschil tussen maïsmeel- en gewalste maïs bij vertering in de dikke darm van lacterende Holstein koeien. Doordat er een antwoord is gegeven op de deelvragen kan er geconcludeerd worden dat:

Er bij de vertering van de mest in periode 4 de beste score is waargenomen en dat in periode 2 en 3 de slechtst verteringsscores zijn waargenomen. In periode 1 en 3 is er extra bestendig zetmeel toegevoegd aan het rantsoen, maar dit levert niet per definitie een slechtere verteringsscore op. Dit omdat periode 2 en periode 3 een gelijkwaardige verteringsscore hadden. Het toevoegen van extra bestendig zetmeel zorgt niet direct voor een vermindering van de vertering. Het toevoegen van extra bestendig zetmeel levert geen significante verschillen tussen leeftijdsgroepen. Alleen oudmelkte koeien in periode 4 hadden een significant betere verteringsscore dan de versmelkte koeien. Er is significant aangetoond dat de zuurtegraad van de mest veranderd naarmate er extra bestendig zetmeel wordt toegevoegd aan het rantsoen. In periode 2 en 4 zijn er geen verschillen, dit komt omdat het beide rustperiodes zijn en er geen extra bestendig zetmeel wordt gevoegd.

In periode 2 was de zuurtegraad van vaarzenmest significant lager dan de mest van de oudere koeien. Hier is geen verklaarbare reden voor. Er waren geen significante verschillen tussen de zuurtegraad van vers- en oudmelkte koeien. Bij het voeren van meer dan 1200 gram bestendig zetmeel per dag kan er verzuring van de mest ontstaan. De correlatie tussen de verteringsscores en de zuurtegraad van de mest is  $-0,28213$ . De negatieve samenhang toont aan dat er bijna geen samenhang is tussen de verteringsscore en de zuurtegraad. Een verandering van de vertering levert niet direct een verandering van de zuurtegraad in de mest op.



## 5.2 Aanbevelingen

Naar aanleiding van dit onderzoek worden er in dit hoofdstuk aanbevelingen aangedragen voor een vervolg onderzoek.

### 5.2.1 Aanbevelingen voor de praktijk

De uitkomst van dit onderzoek is relevant voor de praktijk. Zowel melkveehouders als bedrijven in de mengvoerindustrie kunnen de uitkomst van dit onderzoek toepassen in de praktijk. Wel moet er nog vervolgonderzoek worden gedaan op dit onderwerp. Veehouders kunnen met deze resultaten bewust worden van de veranderingen in zuurtegraad van de mest. Het voeren van meer dan 1200 gram bestendig zetmeel per dag kan zorgen voor verzuring van de mest.

### 5.2.2 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Dit onderzoek is uitgevoerd op één melkveebedrijf. Voor betrouwbaardere resultaten zou vervolgonderzoek een must zijn, om bedrijfseffecten weg te filteren. In dit onderzoek zijn met een aantal omstandigheden vooraf geen rekening gehouden. Bij een vervolgonderzoek zou er meer gelet kunnen worden op de weersomstandigheden en seizoenen. De weersomstandigheden kunnen grote invloed uitoefenen op de ruwvoeropname bij melkkoeien. In vervolgonderzoek zou er meer rekening gehouden kunnen worden met deze factoren. Daarnaast wordt er op het bedrijf waar het onderzoek is uitgevoerd niet gevoerd met een voermengwagen, maar met voerdoseerwagen. Doordat het rantsoen niet homogeen door elkaar wordt gemengd is de kans op selectie groter. Deze selectie heeft invloed op de opname van ruwvoer. Hierdoor kunnen er wisselingen ontstaan in de vertering van koeien. In een vervolgonderzoek zou de voorkeur uitgaan naar een manier van voeren waar minimale selectie kan optreden. Daarnaast geldt er in een koppel altijd hiërarchie en hierbij worden de jongere of zwakkere koeien verstoten en vreten de bazige koeien het lekkerste voer op. Dit probleem kan worden opgelost door de koeien in aparte groepen te huisvesten en toepassing doormiddel van individueel voeren. Zo kan in beeld gebracht worden wat de opname per dier is en daaruit een betrouwbaarder onderzoek op te kunnen zetten.

Bij het nemen van mestmonsters moet in een vervolgonderzoek een andere methode worden bedacht. De huidige manier van het opvangen van mest is een tijdrovende taak. Door mest met de hand uit de endeldarm van de koe te halen kan er efficiënter met de tijd om worden gegaan. Echter is hier wel een ethische verklaring voor nodig vanuit de Aeres Hogeschool, toestemming van het bedrijf waar de proef wordt uitgevoerd en een verklaring van de dierenarts.

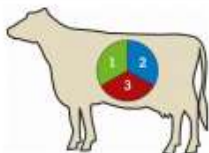
## Bibliografie

- ABZDiervoeding. (2018). *Over ABZDiervoeding*. Nijkerk.
- Agro, E. (2018, Januari 30). *Zetmeel*. Opgehaald van Eurofins Agro  
<http://eurofins-agro.com/nl-nl/wiki/zetmeel>
- Brunt, K, Sanders, P, & Rozema, T. (1997). The Enzymatic Determination of Starch in Food, Feed and Raw Materials of the Starch Industry, *Dairy Science*, 50, 413-419 doi/10.1002/(SICI)1521-379X(199810)50:10<413::AID-STAR413>3.0.CO;2-F
- Copeland, L, Blazek, J, Salman, H, & Chiming Tang, M. (2006, august 6). *Form and functionality of starch*. *ScienceDirect*, 24, 1527-1534, doi.10.1016/j.foodhyd.2006.09.016
- Decam. (2018, April Donderdag 19). *Bestendig zetmeel*. Opgehaald van Decam:  
<http://www.dacam.nl/Bestendig-zetmeel>
- Duinkerken, v. G., Galama, P., Vegte, v. d., & Hilhorst, G. (2001). *De Marke scherpert voerbenuiting aan via mestscore*. Hengelo Gld: Praktijkonderzoek Veehouderij.
- Engelen, I. van, (2018, Februari Dinsdag). *De ABZ Vertering Analyse*. Opgehaald van ABZDiervoeding:  
<https://www.abzdiervoeding.nl/rundveevoer/3va-mestzeven/>
- Graaf, v. d. (2003, September). *Zetmeel en zetmeelderivaten*. Opgehaald van Chemische Feitelijheid:  
<http://www.chemischefeitelijheden.nl/Uploads/Magazines/CF-197-zetmeel.pdf>
- Hannink, W., & Straalen, D. van, (2017). *Optimale krachtvoerstrategie voor melkkoeien tijdens de overgang van het voeren van langdurig naar kort ingekuilde snijmais*. Lelystad: Schothorst Feed Research.
- Harmon, D., Yamka, R., & Elam, N. (2004, September 10). *Factors affecting intestinal starch digestion in ruminants*, *Canadian Journal of Animal Science*, 84(3), 309-318 doi 10.4141/A03-077
- Heemskerk. (2018, januari maandag). *Voeding*. Opgehaald van Heemskerk :  
<https://www.heemskerk-dairy.nl/voeding>
- Huiskamp, A. (2018, mei 1). KNMI. Opgehaald van KNMI: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/2018/april>
- Laar, E. van, (1998). *Zetmeel*. WUR.(abstract)
- Offner, A., & Sauvant, D. (2004). *Prediction of in vivo starch digestion in cattle from in situ data*, *ScienceDirect*, 111, 41-56, doi 10.1016/S0377-8401(03)00216-5
- Rémond D, Cabrera-Estrada J.I, Champion, N, Chauveau, B, Coudure, R, Poncet, C. (2004). Effect of Corn Particle Size on Site and Extent of Starch Digestion in Lactating Dairy Cows. *Dairy Science*, 87, 1389–1399, doi 10.3168/jds.S0022-0302(04)73288-9
- Suhnel, A., de Visser, H., & Meijer, R. (1994). *Fasevoedering bij melkvee*. WUR. 19-24 (abstract)
- Svihus, B., Uhlen A.K., Harstad, O.M, (2005). Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch. *ScienceDirect*. 122, 303-320 doi.10.1016/j.anifeedsci.2005.02.025
- Tamminga, S., & Van Vuuren, A. (1978). *De betekenis van pensfermentatie*. Lelystad: Polytechnisch tijdschrift.

Weisbjerg, A.M.M., & M.R., L. (2014). *Starch digestion in the rumen, small intestine, and hind gut of dairy cows. Animal Feed Science and Technology*.192, 1-14 (abstract)

Zust, J., Pestevsek, U., & Vengust, A. (2000). *Impact of lactic acid fermentation in the large intestine on acute lactic acidosis in cattle*.*Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 107, 359-363 (abstract)

## Bijlage 1: Mest score



### Vertering Analyse

**De Vertering Analyse werkt met drie analysenummers. De volgorde van de analysenummers geeft aan wat in het rantsoen als eerste moet worden toegevoegd of verminderd.**

1	Eiwit
2	Energie
3	Vezels

#### Werkwijze

Vertering Analyse is gebaseerd op het beoordelen van de koesignalen en het zeven van mest. Daarvoor wordt met de hand ongeveer 1 liter mest van 5 koeien verzameld en uitgespoeld. Na het zeven is de rest verdeeld in drie fracties en deze worden als ballen naast elkaar gelegd en vergeleken.

#### Doel



#### 3VA-score

Uit de combinatie van de koesignalen en het resultaat en de verdeling van de zeefresten volgt de meest passende 3VA.

Koesignalen	Resultaat mestzeven	Verdeling	Ureum	3VA-score
Mest is licht en vast	Fijn is minder dan grof en midden samen. In grof en midden zijn vooral graan/maisdeeltjes aanwezig. In midden zitten vaak ook nog grasresten.		Variabel	1 2 3
Pensvulling is wisselend Mest glanst, is licht en minder vast	Midden is evenveel als fijn. In midden zijn veel graan/maisdeeltjes aanwezig.		Laag	1 3 2
Mest is dof en vast	In midden zitten veel grasdeeltjes, maar er kunnen ook graan/maisdeeltjes aanwezig zijn.		Variabel	2 1 3
Mest ruikt scherp, is donker	Vooraf veel grasdeeltjes aanwezig in grof en midden.		Hoog	2 3 1
Pensvulling is wisselend Mest glanst, is licht en minder vast	Grof is evenveel als midden. Grasdeeltjes in grof zijn ongelijk verkleind.		Variabel	3 1 2
Pensvulling is wisselend Mest ruikt scherp, is donker en niet vast	Grasdeeltjes in grof zijn ongelijk verkleind.		Hoog	3 2 1

#### Oplossing

De volgorde van de analysenummers in de 3VA-score geeft aan wat in het rantsoen als eerste moet worden toegevoegd of verminderd.

De volgorde van analysenummers in de 3VA van een voermiddel geeft aan wat het als eerste toevoegt of vermindert.

Aan de hand van de Vertering Analyse worden de hoeveelheid eiwit (1), energie (2) en vezels (3) in het rantsoen aangepast met behulp van de Actief Normen. Vergelijk hiervoor de samenstelling van het rantsoen wat 1,5 - 2 dagen voor het mestzeven is gevoerd.

Naast eiwit, energie en vezels zijn de mineralen calcium, fosfor, zwavel, magnesium en kobalt essentieel voor een goede pensvulling en penswerking.

## Bijlage 2: Werkwijze mest zeven

### Handleiding DigestionCheck

Handleiding kan gebruikt worden voor mestmonsters van een enkele koe en mengmestmonsters.

#### Instructies

1. Stapel de zeven in elkaar
2. Vul de bijgeleverde maatbeker met mest van een of enkele koeien
3. Leeg de maatbeker in de bovenste zeef
4. Zeef de mest uit met water
5. Als de zeef vol loopt, is het mogelijk om:
  - ✓ Via de zijkanten te spuiten
  - ✓ Zeef langzaam bewegen
6. Verzamel per zeef de mestdeeltjes
7. Beoordeel het volumeaandeel van de overgebleven, onverteerde voerdelen per zeef
8. Verzamel alle onverteerde voerdelen in de bijgeleverde maatbeker en lees het volumeaandeel af.

**1 Goede vertering**



**2 matige vertering**



**3 Slechte vertering**



## Bijlage 3 Opvangen / opslag mest tijdens onderzoek

**Figuur 1 opvangen van de mest**



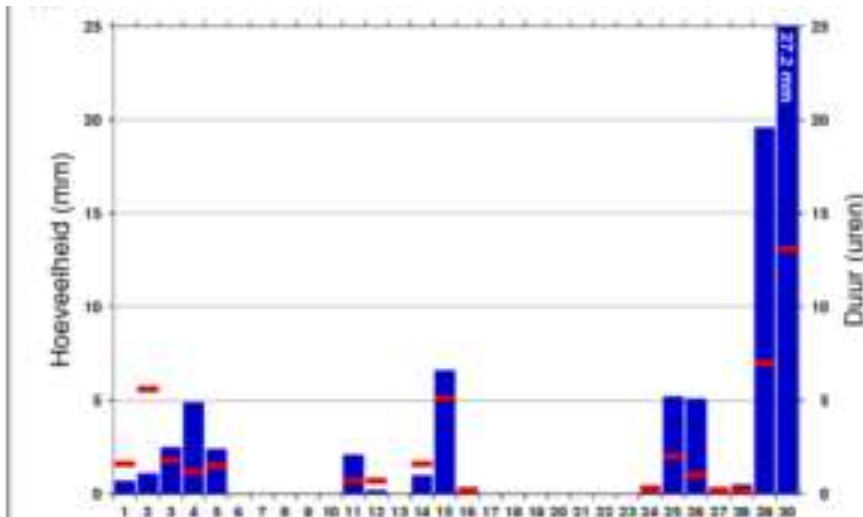
**2 Opslag mestmonsters tijdens het onderzoek**



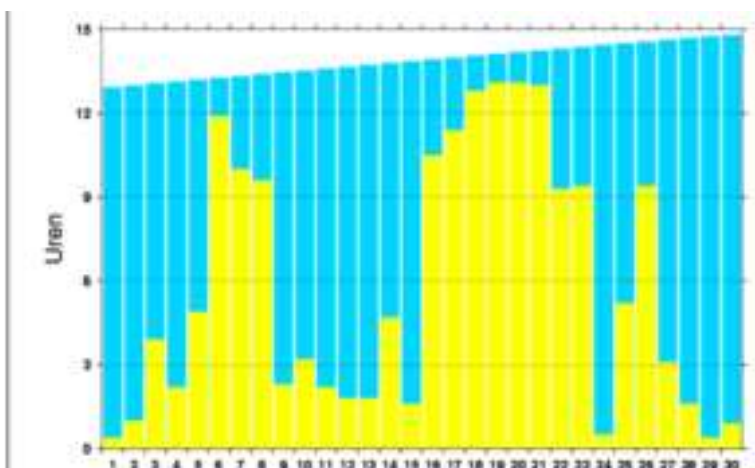
## Bijlage 4 Weersomstandigheden



Temperatuur april



Neerslag april



Zonuren april