

5-10-2021

Het effect van de fosforconcentratie op de benutting door geiten

Afstudeerwerkstuk



Universiteit Utrecht

Annemiek Werners
MAART - AUGUSTUS

Het effect van de fosforconcentratie op de benutting door geiten

Afstudeerwerkstuk

Auteur

Annemiek Werners
Dier- en veehouderij, 4DV
Aeres Hogeschool, Dronten
06-30185025
3026025@aeres.nl

Opdrachtgever

Aeres Hogeschool Dronten
De Drieslag 4
8251 JZ Dronten

Afstudeerdocent

H. Valk
h.valk@aeres.nl

Ondersteunende organisatie bij het onderzoek

Universiteit Utrecht
Yalelaan 7
3584 CL Utrecht

Begeleider vanuit ondersteunende organisatie

J. T. Schonewille
j.t.schonewille@uu.nl

Plaats

Utrecht

Datum

Maart – augustus 2021

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

Het afstudeerwerkstuk dat voor u ligt, is geschreven ter afronding van de opleiding Dier- en Veehouderij aan de Aeres Hogeschool te Dronten. De inhoud van dit rapport betreft de uitwerking van een onderzoek naar het effect van de fosforconcentratie in het rantsoen op de benutting en vertering door geiten.

Bij deze wil ik graag dhr. Schonewille bedanken voor de mogelijkheid tot deelname aan het onderzoek, het verstrekken van de benodigde gegevens en de ondersteuning gedurende het onderzoekstraject. Daarnaast wil ik dhr. Valk bedanken voor de coaching gedurende het schrijven van mijn afstudeerwerkstuk.

Door het optreden van complicaties gedurende het onderzoek en het niet tijdig ontvangen van enkele resultaten, zijn de hoofd- en deelvragen van het onderzoek gewijzigd.

Annemiek Werners
Ruinerwold, 20 september 2021

Inhoud

Samenvatting	4
Summary	5
Inleiding.....	6
1.1. Fosformetabolisme.....	7
1.2. Vertering.....	8
1.3. Celwandfracties	8
1.4. Onderzoeksvragen.....	10
1.5. Onderzoeksdoelstelling	10
Materiaal en methode	11
2.1. Materiaal	11
2.1.1. Proefdieren	11
2.1.2. Proefrantsoen	11
2.1.3. Overige materialen.....	12
2.2. Methode	12
2.2.1. Proefopzet.....	12
2.2.2. Waarnemingen.....	13
2.2.3. Chemische analyse	14
2.2.4. Statistische analyse	14
Resultaten	15
3.1. Verloop proef	15
3.2. Inleidend onderzoek.....	15
3.3. Effect fosforgehalte op P-balans	16
3.4. Effect fosforgehalte op de OS en DS in feces	17
3.5. Effect fosforgehalte op het cellulosegehalte in nylon zakjes	19
Discussie	21
Conclusie en aanbevelingen.....	24
5.1. Conclusie.....	24
5.2. Aanbevelingen	25
Bronnenlijst	26
Bijlagen.....	29
1. Analyse SPSS inleidend onderzoek	29
2. Analyse SPSS hoofdonderzoek.....	34
3. Checklist schriftelijk rapporteren	40

Samenvatting

De Nederlandse agrarische sector is sterk ontwikkeld de laatste jaren, zo ook de melkveehouderij. Sinds de jaren 70 van de vorige eeuw heeft de agrarische sector te maken met een overvloed aan mineralen, voornamelijk bestaand uit stikstof- en fosfaatoverschotten. Als gevolg hiervan is in 2018 het fosfaatrechtenstelsel tot stand gekomen, waarmee de huidige fosfaatproductie onder het fosfaatplafond moet komen. Dit zorgt ervoor dat onderzoek naar de P(*fosfaat*)-norm voor dieren interessante inzichten kan opleveren voor de agrarische sector.

Om duidelijkheid te verkrijgen over de P-benutting van geiten bij verschillende fosforconcentraties in het rantsoen, luidt de onderzoeksvraag als volgt:

- Wat is de invloed van het fosforgehalte in het geitenrantsoen op de fosforbenutting van niet-drachtige, droogstaande geiten?

Bovenstaande onderzoeksvraag is beantwoord met behulp van drie deelvragen. Deze deelvragen verkennen een mogelijk verband tussen het fosforgehalte in het rantsoen en; de P-balans, de vertering van organische- en droge stof in feces evenals van cellulose in nylon zakjes.

In het onderzoek zijn zes vrouwelijke, niet-drachtige, droogstaande geiten gebruikt. Deze zijn allen voorzien van een afsluitbare pensfistel. De proef bestond uit een cross-over design, waarbij de dieren in twee groepen verdeeld zijn en vervolgens willekeurig toegewezen zijn aan het fosforrijke (HP) of het fosforarme (LP) rantsoen. Na 21 dagen zijn de geiten van groep gewisseld en hebben in totaal twee behandelingen (HP en LP) ontvangen. In de laatste week van de behandelingen zijn de monsters verzameld. De verzamelde data is geanalyseerd met behulp van een ANOVA-toets in het computerprogramma SPSS.

Uit het onderzoek is naar voren gekomen dat er een significant verschil waargenomen is in de P-balans tussen de groepen. Daarnaast geven de uitkomsten weer dat er geen verschil is in de vertering van eerder genoemde macro nutriënten (OS en DS) en cellulose in nylon zakjes. De onderzoeksresultaten geven hiermee weer dat het eventueel mogelijk is om met behulp van een lagere fosforconcentratie in het rantsoen de negatieve impact op het milieu te verminderen vanuit de veehouderij.

Uitgaande van dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat geiten die een fosforarm rantsoen aangeboden krijgen slechts een minimale negatieve P-balans hebben. Daarbij wordt er wel efficiënt omgegaan met het aanwezige P, waardoor de vertering niet gehinderd wordt en er tevens minder P uitgescheiden wordt. Echter, de onderzoeksomvang zal vergroot moeten worden om betrouwbare uitspraken te kunnen doen.

Summary

The Dutch agricultural sector has developed strongly in recent years, including dairy farming. Since the 1970s, the agricultural sector has faced an abundance of minerals, mainly consisting of nitrogen and phosphate surpluses. As a result, the phosphate rights system was created in 2018, which requires current phosphate production to fall below the phosphate ceiling. This ensures that research into the P (phosphate) standard for animals can provide interesting insights for the agricultural sector.

To obtain clarity on the P-utilization of goats at different phosphorus concentrations in the ration, the research question is as follows:

- What is the influence of phosphorus content in goat rations on phosphorus utilization of non-pregnant, dry goats?

The above research question was answered using three sub-questions. These sub-questions explore a possible relationship between the phosphorus content in the ration and; the P-balance, the digestion of organic and dry matter in feces as well as cellulose in nylon bags.

Six female, non-pregnant, dry goats were used in the study. All were fitted with a lockable rumen fistula. The trial consisted of a crossover design, where the animals were divided into two groups and then randomly assigned to either the high phosphorus (HP) or the low phosphorus (LP) ration. After 21 days, the goats switched groups and received a total of two treatments (HP and LP). Samples were collected during the last week of the treatments. The collected data was analyzed using an ANOVA test in the computer program SPSS.

The study revealed that a significant difference was found in the P-balance between the groups. In addition, the results indicated that there was no difference in the digestion of previously mentioned macro nutrients (OS and DS) and cellulose in nylon bags. The research results thus indicate that it may be possible to reduce the negative impact on the environment from stock farming by using a lower phosphorus concentration in the ration.

Based on this research it can be concluded that goats that are offered a low phosphorus ration only have a minimal negative P-balance. The present P in the ration is used efficiently, so digestion is not hindered and also less P is excreted. However, the study size will have to be increased to be able to make reliable statements.

Inleiding

De Nederlandse agrarische sector is sterk ontwikkeld de laatste jaren, zo ook de melkveehouderij. Sinds de jaren 70 van de vorige eeuw heeft de agrarische sector te maken met grote mineralenoverschotten, welke ontstaan zijn door het gebruik van kunstmest en veevoedergrondstoffen. Door deze overschotten worden meer mineralen op landbouwgrond aangevoerd dan er met producten wordt afgevoerd (Fong, 2013). De mineralenoverschotten, voornamelijk bestaand uit stikstof- en fosfaatoverschotten, hebben erin geresulteerd dat in 2018 het fosfaatrechtenstelsel voor melkvee tot stand is gekomen. Het doel van dit stelsel is om de huidige fosfaatproductie onder het fosfaatplafond te krijgen en te houden (Rijksoverheid, 2020). Naast de melkveehouderij heeft dit ook invloed op de geitenhouderij.

Met betrekking tot deze huidige wet- en regelgeving omtrent het verminderen van de fosfaatproductie, levert het aanmerkelijke voordelen op als de fosfaatbenutting van de Nederlandse veestapel in de aankomende jaren verbeterd. In 2018 bedroeg de totale fosfaatproductie in Nederland 162,0 miljoen kilogram. De fosfaatproductie van melkvee was op dat moment 90,7 miljoen kilogram en de productie van de groep 'overige' dieren bedroeg 7,7 miljoen kilogram. Deze groep dieren betreft schapen, geiten, paarden, pony's, konijnen en pelsdieren. Ten opzichte van het voorgaande jaar is de fosfaatproductie van het melkvee gedaald, terwijl die van de groep 'overige' dieren gestegen is. Deze stijging is te wijten aan de toename van het gemiddeld aantal schapen en melkgeiten per bedrijf (CBS, 2019).

De totale fosfor (P) excretie in de algehele Nederlandse melkveehouderij leidt tot een fosfaatoverschot met schadelijke effecten op het milieu, zoals de waterkwaliteit (Goselink & Sebek, 2012). Zelfs wanneer voldaan wordt aan de P-behoeftenorm, wordt een groot deel van de overtollige P uitgescheiden in de mest. De veiligheidsmarges die opgesteld zijn om de gezondheid en productie van dieren niet in gevaar te brengen, liggen mede ten grondslag aan deze milieuverontreiniging (Kebreab et al., 2008). Fosfor is een essentieel element van levende organismen en verder ook betrokken bij veel intermediaire processen in het lichaam. Bij een verstoorde fosfor homeostase van het dier kunnen ernstige ziekten optreden (Behrens et al., 2021). Doordat de efficiëntie van het gebruik van fosfor door dieren niet optimaal is, wordt er ook bij de aanbevolen P-voorziening in het rantsoen behoorlijk veel P in de mest uitgescheiden (Yan et al., 2011). In de huidige voedernormen wordt gerekend met 75% absorptie, maar gebleken is dat fosforarme rantsoenen leiden tot een hogere absorptie (Smolders et al., 2010).

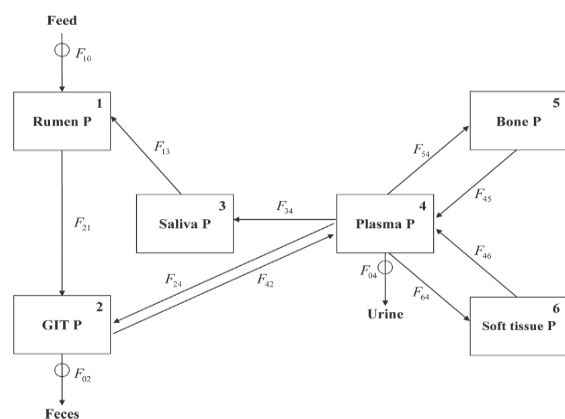
Fosfor is een essentieel nutriënt en speelt een grote rol bij alle stofwisselingsprocessen in het lichaam. De belangrijkste functies van fosfor betreffen: vorming van botweefsel, bestanddeel van celmembranen, buffering van de pens, goede werking van micro-organismen en een bouwsteen voor microbieel eiwit. Het overgrote deel van lichaamseigen P bevindt zich in tanden en botten; het overige deel is verdeeld in vloeistoffen en zachte weefsels, waarbij dit deel van de P betrokken is bij essentiële functies zoals de benutting van vetten, eiwitten, koolhydraten en andere voedingsstoffen in het lichaam. Verder is P een bestanddeel van nucleïnezuren, de dragers van genetische informatie (Valk, 2005).

Afgaand op de vele overeenkomsten tussen geiten en koeien kan wellicht worden uitgegaan van veelvuldig uitgevoerde onderzoeken bij melkvee. Echter, hoewel zowel geiten als koeien behoren tot de categorie herkauwers, met een vergelijkbare vertering als gevolg, zijn er wel degelijk onderlinge verschillen. Uit onderzoek van Giger-Reverdin et al. (2020), blijkt onder andere dat een krachtvoergift bij geiten geen negatieve verteringsinteractie tot gevolg heeft in tegenstelling tot koeien. Daarnaast wordt een consistent hogere pens pH (+0,4) waargenomen bij geiten ten opzichte van koeien. Ook is geen definitief uitsluitend gegeven over de gelijkwaardigheid van de verteringsefficiëntie bij minder voedingsrijke diëten. Vermoed wordt dat zich hier als gevolg van onder andere bovenstaande kenmerken, verschillen kunnen zijn tussen geiten en andere herkauwers. Dit vermoeden is mede gebaseerd op de mate van selectie die elk dier toepast op het aangeboden rantsoen. Waar koeien relatief homogeen het rantsoen nuttigen, zijn geiten instaat om een hoger aandeel hoogwaardig rantsoen tot zich te nemen. Hierdoor ligt de voedingswaarde van de opname hoger dan het daadwerkelijk aangeboden rantsoen (Giger-Reverdin et al., 2020).

De overschrijding van het fosfaatplafond in de Nederlandse agrarische sector heeft als gevolg dat er meer reductie van P moet plaatsvinden. Dit betekent dat de P-norm voor dieren nog eens goed onderzocht moet worden om een eventuele reductie van P te kunnen realiseren. In dit onderzoek zal onderzocht worden wat de vertering, en daarbij de benutting, door geiten is bij verschillende fosforconcentraties in het rantsoen. Bij melkkoeien zijn wat dit betreft al wel onderzoeken uitgevoerd en is er meer informatie beschikbaar, maar bij geiten is dat niet het geval.

1.1. Fosformetabolisme

Fosfor komt het lichaam binnen middels opname van voedsel en verlaat het lichaam via mest. Er zijn meerdere routes die P kan afleggen in het lichaam van een herkauwer. Het P-metabolisme wordt weergegeven in figuur 1. Naast dat P het lichaam verlaat, kan het geabsorbeerd P ook gerecycled worden met behulp van speekselklieren. Met deze recycling komen er grote hoeveelheden P via het speeksel in het maagdarmkanaal terecht. De hoeveelheid is afhankelijk van het P aanbod via het rantsoen en de P uitscheiding in de melk. Hiermee kan een P-voorziening gerealiseerd worden die toereikend is voor de groei van pens microben en voor de buffering van vetzuren met een korte keten (Muscher-Banse & Breves, 2019).



Figuur 1 Het P-metabolismemodel voor herkauwers. De cirkels geven de gemeten stromen aan: F10 = P-opname, F02 = P uitgescheiden in de feces en F04 = P in de urine. De pijlen geven de stromen tussen de bassins weer: F21 = van de pens naar het onderste deel van het maagdarmkanaal (GIT), F42 = van GIT naar het plasma, F24 = van plasma naar GIT, F64 = van plasma naar weke delen, F46 = van weke delen naar plasma, F54 = van plasma naar bot, F45 = van bot naar plasma, F34 = van plasma naar speeksel, F13 = van speeksel naar de pens (Dias et al., 2011).

De dagelijkse secretie van fosfaat bij geiten ligt tussen de 5 en 10 gram (Muscher-Banse & Breves, 2019). De uitscheiding van fosfaat via de mest door geiten was gemiddeld 6,2 kg/dier/jaar in 2019 (CBS, 2020). Om P-verliezen zoveel mogelijk te beperken, moet het effectief geabsorbeerd worden. De absorptie van P vindt hoofdzakelijk plaats in de dunne darm en wordt gebruikt voor onderhoud en melkproductie. Niet-geabsorbeerd P zal uitgescheiden worden via de feces, evenals overmatige P in het geval dat er boven de P-norm wordt gevoerd. Naast dat er ruim voorzien wordt in de P-behoefte, kan er ook sprake zijn van een P-deficiëntie. Bij P-deficiëntie heeft het dier een tekort aan P, waardoor P uit het bot wordt gemobiliseerd om in de behoeften te kunnen voorzien (Dias et al., 2011).

1.2. Vertering

Fosfor is essentieel bij de fermentatie van nutriënten door bacteriën in de pens. Een groot aantal pensmicroben breken het voer af, waarbij vluchtige vetzuren (VVZ) ontstaan en bacteriële groei mogelijk wordt gemaakt. Het geheel aan pensmicroben vormt samen het microbiom, welke is opgebouwd uit bacteriën, protozoa, schimmels en archaea. Een stabiel microbiom is nodig om de gezondheid van herkauwers te handhaven (Hua et al., 2017). De fermentatie door het microbiom heeft drie nutritionele voordelen voor herkauwers. Allereerst wordt cellulose en andere plantaardige koolhydraten afgebroken, welke vervolgens beschikbaar komen als energiebron. Ten tweede kunnen de microben niet-eiwitgebonden stikstof (NPN) gebruiken voor eigen groei. Wanneer de microben vervolgens zelf in de lebmaag verteerd worden, dienen deze als belangrijke eiwitbron voor herkauwers. Tot slot zorgen de microben ervoor dat de herkauwer met behulp van de synthese van vitaminen vrijwel onafhankelijk wordt van voedingsbronnen van vitaminen, uitgezonderd voor vitamine A en D (Dehority, 2002).

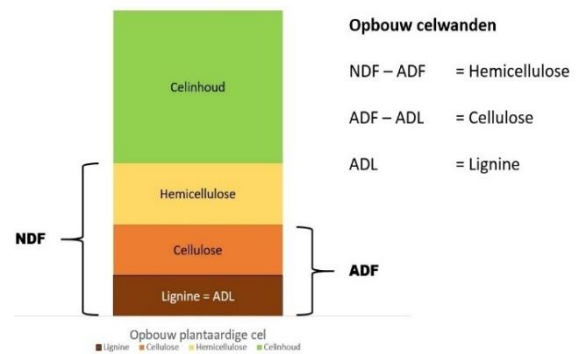
Wanneer voorzien wordt in de P-behoefte, zorgt dit ervoor dat de activiteit van deze pensmicroben niet wordt gehinderd door een tekort aan P (Hall et al., 1961). Bij de afbraak van vezels zijn verschillende groepen microben betrokken, waarbij pensbacteriën de belangrijkste componenten zijn in de pens en in grotere mate aanwezig zijn, zoals *Fibrobacter succinogenes* en *Ruminococcus*-soorten (Jiao et al., 2014). Deze microben vormen vele eindproducten in de pens, zoals gassen, ammoniak (NH₃), VVZ, water en warmte (Tamminga et al., 1978). Vluchtige vetzuren leveren 70-80% van de verteerbare energie die nodig is voor het gastheerdier. Tevens helpen VVZ om een ideaal pensmilieu te creëren, wat gunstig is voor de groei van pensmicroben, de pH in de pens en het voorkomen van pensverzuring (Gao et al., 2016). Doordat P essentieel is voor pens microben en voor de vertering van plantencelwanden, is de P-behoefte voor microbiële groei een belangrijke factor (Dias et al., 2009).

1.3. Celwandfracties

De afbraak van vezels door microben is een belangrijk proces dat voorkomt bij herkauwers. Meer inzicht in het mechanisme van de afbraak van plantencelwanden door microben, is van belang voor de ontwikkeling van strategieën om de benutting van ruwvoer door herkauwers te verbeteren (Ribeiro et al., 2016).

Voedergewassen vormen een belangrijke bron voor herkauwers, waarbij de verteerbaarheid van het voer van groot belang is voor de droge stof (DS) opname en pensfunctie in herkauwers (Raffrenato et al., 2017). De celwanden van planten kunnen niet door dieren worden verteerd, maar moeten worden gefermenteerd door microben (Mertens, 2002). Plantencelwanden zijn, naast de cel inhoud, opgebouwd uit hemicellulose, cellulose, lignine en pectine, welke weer onderverdeeld zijn in NDF (Neutral Detergent Fiber), ADF (Acid Detergent Fiber) en ADL (Acid Detergent Lignin).

De grootste celwandfractie betreft het NDF welke bestaat uit hemicellulose + cellulose + lignine. ADF is de een na grootste fractie en bestaat uit cellulose + lignine. ADL, de kleinste fractie, bestaat alleen uit lignine. Een schema van de opbouw van celwanden is zichtbaar in figuur 2. Van de vezelfracties zijn hemicellulose en cellulose goed te verteren door herkauwers. Lignine daarentegen is resistent tegen de afbraak door pensmicroben en kan niet worden verteerd (Raffrenato et al., 2017).



Figuur 2 Opbouw celwanden (Wikiwijs, 2017)

Om de hoeveelheid vezelfracties te bepalen wordt de Van Soest methode gebruikt. Eerder werd altijd gebruik gemaakt van de Weende analyse, waarbij de celwanden geanalyseerd worden en samen het Ruwe Celstof (RC) vormen. Het nadeel van deze methode is dat de totale celwandfractie niet weergegeven wordt, omdat er maar een klein deel van de hemicellulose over blijft na analyse (Valk & Klop, 2020). Bij de Van Soest methode is het NDF-gehalte meer gerelateerd aan de inname en maagdarinvulling dan andere maatstaven voor de vezelbepaling, waardoor de vezelbehoefte beter uitgedrukt kan worden in NDF dan ADF of RC. Hierbij kan hemicellulose bepaald worden door het verschil tussen NDF en ADF te berekenen. Het cellulosegehalte kan bepaald worden door het verschil tussen ADF en ADL te berekenen (Van Soest et al., 1991).

1.4. Onderzoeksvragen

In verschillende onderzoeken is aangegeven hoe het P-metabolisme werkt en wat de werking van fosfor is in het lichaam van een herkauwer. Echter, het aanbevolen P-gehalte in de voeding van geiten is nog steeds een punt van discussie. Er is namelijk weinig relevante informatie bekend over de vertering door geiten bij verschillende fosforconcentraties in het rantsoen. Het is gewenst om verdiepend onderzoek te doen, aangezien meer inzicht in de fosforbenutting kan helpen bij de aanpak van optimalisatie in de veehouderij en de negatieve impact op het milieu verminderen.

(De geiten worden gevoerd met een zo laag mogelijk P-gehalte in het rantsoen wat haalbaar is, waarbij het P-gehalte nog wel voldoet aan de norm die aanbevolen wordt door het CVB (CVB, 2005). De geiten in de controle groep krijgen een rantsoen gevoerd met een normaal P-gehalte, welke conform het gemiddelde P-gehalte in de praktijk is.)

Om duidelijkheid te verkrijgen over de P-benutting van geiten en de vertering bij verschillende fosforconcentraties in het rantsoen, luidt de onderzoeksvraag als volgt:

Wat is de invloed van het fosforgehalte in het geitenrantsoen op de fosforbenutting van niet-drachtige, droogstaande geiten?

Voor het formuleren van een antwoord op de onderzoeksvraag zijn deelvragen opgesteld die verschillende onderzoeksrichtingen behandelen.

1. Wat is het effect van het fosforgehalte in het rantsoen op de P-balans van niet-drachtige, droogstaande geiten?
2. Wat is het effect van het fosforgehalte in het rantsoen op de vertering van organische stof (OS) en droge stof (DS) door niet-drachtige, droogstaande geiten?
3. Wat is het effect van het fosforgehalte in het rantsoen op de afbraak van cellulose in nylon zakjes bij niet-drachtige, droogstaande geiten?

1.5. Onderzoeksdoelstelling

Het doel van dit onderzoek betreft het evalueren van de effecten van een normaal of laag P-gehalte in het rantsoen op de fosforbenutting en vertering van voedsel door geiten.

Wanneer geiten efficiënt om kunnen gaan met een verlaagd P-gehalte in het rantsoen, kan dit een rol spelen bij het verminderen van een negatieve impact op het milieu vanuit de veehouderij. Met behulp van dit onderzoek wordt gestreefd een bijdrage te leveren aan de optimalisatie van de P-efficiëntie bij geiten en daarmee de excretie van P naar het milieu te beperken.

Materiaal en methode

Antwoorden op de deelvragen van dit onderzoek zijn verkregen middels een kwantitatief experimenteel onderzoek. In dit hoofdstuk zijn de benodigde materialen, onderzoeksopzet en de verzameling en analyses van de monsters voor het onderzoek beschreven.

2.1. Materiaal

In deze paragraaf zijn de benodigde materialen voor het onderzoek beschreven.

Het onderzoek is uitgevoerd in de universiteitskliniek 'Landbouwhuisdieren' bij de faculteit Diergeneeskunde in Utrecht. Alle experimentele protocollen en ingrepen zijn uitgevoerd volgens de Nederlandse Wet op Dierproeven en goedgekeurd door het Centraal Comité voor Dierproeven, Den Haag, Nederland.

2.1.1. Proefdieren

In dit onderzoek zijn zes vrouwelijke, niet-drachtige, droogstaande geiten van het Saanenras gebruikt. De geiten hebben een leeftijd van 5-6 jaar en wegen gemiddeld 70 kilogram. Daarnaast zijn de geiten allen voorzien van een afsluitbare pensfistel.

Er is gekozen om het onderzoek met geiten uit te voeren, aangezien deze dienen als model voor de melkkoe/herkauwer in het algemeen. Voor de selectie van de proefdieren is er gekeken naar de aanwezigheid van een pensfistel bij de geiten, omdat dit nodig was voor de uitvoering van het onderzoek. De universiteitskliniek heeft zes geiten met pensfistel lopen en deze dieren zijn gedurende het onderzoek ingezet.

2.1.2. Proefrantsoen

Tijdens de proef kregen de dieren een beperkte hoeveelheid voer (1.56 kg DS/geit/dag) om de energiebalans in stand te houden. Gedurende de voorperiode hebben de dieren het fosforrijke rantsoen aangeboden gekregen. Daaropvolgend, tijdens de onderzoeksperiode, hebben de dieren het fosforarme (LP) of het fosforrijke (HP) rantsoen gekregen. De rantsoenen zijn driemaal daags aangeboden, om 08.00 uur, 14.00 uur en 20.00 uur. Het rantsoen bestond uit twee soorten pellet voer (mengvoer en stro), met een diameter van 5 mm, dat werd aangeboden in een verhouding van 50:50. Daarnaast voorziet het rantsoen in de behoefte van alle essentiële nutriënten. Tijdens de uitvoering van het onderzoek was water ad libitum beschikbaar voor de dieren. De samenstelling van het rantsoen is weergegeven in tabel 1.

Het P-gehalte van het mengvoer is gemanipuleerd met behulp van dinatriumfosfaat (Na_2HPO_4) en natriumbicarbonaat (NaHCO_3). Tevens zijn met deze componenten eventuele versturende effecten door verschillen in natrium-opname tussen de rantsoenen voorkomen.

Tabel 1 Samenstelling experimenteel rantsoen

	Experimenteel rantsoen	
	HP	LP
Inname per dag per geit (g/kg DS)		
Strobrok	510	510
Mengvoer*	481	481
Na ² HPO ₄	9	-
NaHCO ₃	-	9
Totaal	1000	1000
*Het mengvoer bestaat uit de volgende componenten (g/kg DS): Aardappelwit, 69g; Bietenpulp SUI 150-200, 337g; Melasseriet SUI<475, 15g; Sojasr.RC50-70RE<440, 29g; Sojaolie, 17g; Premix FF, 1.5g; TiO ₂ , 2g; Ureum, 10g. De premix bestaat uit: Na ₂ SeO ₃ ·5H ₂ O, 1.5g.		

2.1.3. Overige materialen

Om de individuele voeropname te realiseren, werden de geiten tijdens voedertijd vastgezet met behulp van een halsband en touw. Voor het wegen en het maken van de individuele porties is een weegschaal en plastic voerbakjes gebruikt. De geiten zijn zelf gewogen op een mobiele koeienweegschaal.

Bij de verzameling van mest- en voermonsters zijn plastic zakken gebruikt. Speeksel werd verzameld met behulp van een spons. Deze spons is in de mond van de geit gebracht, welke er vervolgens op ging kauwen. Voor de verzameling van pensvloeistof is gebruik gemaakt van een laboratoriumfles met spuitstuk en een PVC buis. In deze PVC buis zijn kleine gaten gemaakt, waarmee de vloeistof van de vaste pensinhoud gefilterd kon worden.

Daaropvolgend werd het vloeistof nogmaals gefilterd, dit gebeurde middels een kaasdoek. De verzamelde pensvloeistof werd vervolgens in monsterbuizen opgeslagen. Tot slot zijn er voor de vezelverteerbaarheidsstudie nylon zakjes gebruikt. Deze zakjes werden met nylon touw vastgebonden aan de dop die de pensfistel afsluit.

2.2. Methode

In deze paragraaf zijn de proefopzet, waarnemingen en analyses beschreven.

2.2.1. Proefopzet

De proef bestond uit een 21 + 21 dagen cross-over design, waar een voorperiode van 14 dagen aan voorafging. Een cross-over design houdt in dat dieren toegewezen worden aan twee of meer behandelingen en deze in een vastgestelde volgorde ontvangen. Na een bepaalde periode worden behandelingen omgewisseld en kan het effect van de behandelingen binnen proefdieren vergeleken worden (Turner, 2020). In dit onderzoek zijn de dieren na 21 dagen gewisseld van groep, waarbij deze in totaal twee behandelingen hebben ontvangen. In de laatste week van de behandelingen werden de monsters verzameld. De dieren van de proef zijn willekeurig toegewezen aan twee behandelingen, te weten een groep met een fosforrijk (HP) rantsoen (3,50 g P/kg DS) en een groep met een fosforarm (LP) rantsoen (1,34 g P/kg DS). De geiten zijn op de eerste en de laatste dag van elke voedingsperiode gewogen vóór het ochtendmaal.

Gedurende de voorperiode waren de zes geiten in één groep gehuisvest met een laag houtsnippers als strooisel, waarbij ze het HP rantsoen aangeboden kregen. Tijdens de experimentele periodes waren de geiten gehuisvest in een groep van drie dieren, met uitzondering van de laatste vijf dagen van deze periodes. De geiten zijn op dat moment, maximaal 12 uur lang, individueel gehuisvest tijdens de uren dat er monsters genomen werden. Met voedertijd zijn de geiten losjes vastgezet en gescheiden door een voederbak aan de voorkant van de kooi om de individuele voeropname te realiseren. De gezondheid van de dieren is in de gaten gehouden door getrainde dierenverzorgers volgens standaard bedrijfsprotocollen.

De vezelverteerbaarheidsstudie is uitgevoerd volgens de in sacco-methode, waarbij nylon zakjes gevuld zijn met vijf gram gedroogd en gemalen voer. Dit voer is rijk aan pectine (suikerbietenpulp), hemicellulose (tarwezemelen), cellulose (sojaboonhullen) en pure cellulose (ARBOCEL® Functional Cellulose Products). Bij elke experimentele periode zijn er in de laatste week twee zakjes per geit gebruikt.

2.2.2. Waarnemingen

Gedurende het onderzoek zijn in de laatste week, per ontvangen behandeling, monsters verzameld. Het lichaamsgewicht (LG) van de geiten is voor elke aanpassings- en bemonsteringsperiode gewogen. De voeropname van de geiten werd dagelijks geregistreerd.

De ontlasting die uitgescheiden is, in het tijdsbestek van 08.00 tot 19.00 uur, is drie dagen lang verzameld. De verzamelingen van elke geit werden bij -18°C bewaard in plastic zakken. De totale ontlasting is grondig gemengd en 50% hiervan is gemalen, gemengd en gemonsterd. De ontlasting is geanalyseerd op het droge stof-, NDF-, ADF-gehalte en P.

Het speeksel is per experimentele periode eenmaal per geit verzameld. De monsters zijn genomen door een hand tegen de opening van de oorspeekselklier te plaatsen. Er is 10 ml speekselmonster verzameld en bewaard bij -20°C voor analyse van de natrium- en anorganische fosfaatconcentratie (Pi). Voorafgaand aan de verzameling van het speeksel, mochten de geiten niet eten om de toevoeging van verontreinigd P uit het rantsoen te voorkomen.

Pensvloeistof werd op één dag van de verzamelingsweek verzameld om 07.45 uur, 09.00 uur en 11.30 uur voor analyse van de pH, VVZ en ammoniakconcentratie. Tevens is het monster, genomen om 11.30 uur, gebruikt voor een microbioom-analyse. Na de verzameling werd onmiddellijk de pH gemeten, waarna het monster is verdeeld in drie monsters. De pensvloeistof monsters, van 20 ml, zijn in een monsterbuis bewaard bij -20°C voor analyse van de VVZ- en Pi-concentratie. Daarnaast is 8 ml bewaard in een buis bij -20°C die 2 ml 25% metafosforzuur bevat voor analyse van de ammoniakconcentratie en 5 ml werd bewaard in een buis die vervolgens met vloeibare stikstof bevroren en opgeslagen zijn bij -80°C voor de microbioom-analyse.

Aan het eind van het experiment zijn wekelijks stro- en krachtvoerpellets bemonsterd en opgeslagen bij -20°C. Deze monsters zijn vervolgens samengevoegd tot één monster voor elke pellet soort.

Tot slot werden twee nylon zakjes in de pens gehangen voor 24 uur in de laatste week van de experimentele periodes. Na het verwijderen van de nylon zakjes uit de pens, zijn deze in koud water gewassen en opgeslagen bij -20°C voor de analyse van het cellulosegehalte.

2.2.3. Chemische analyse

De Pi-concentratie (met ammoniummolybdaat) van het speeksel en de pensvloeistof is met behulp van een automatische analyzer (ABX Pentra 400, Horiba, Europe GmbH, Langenhagen, Duitsland) geanalyseerd. De ammoniakconcentratie in de pensvloeistof is conform de standaardprocedure van Bremner en Keeney (1965) bepaald (Bremner & Keeney, 1965). De VVZ in de pensvloeistof zijn bepaald zoals beschreven door Wongnen et al. (2009). Dit gebeurde met behulp van chromatografie, een scheidingsmethode voor mengsels (Wongnen et al., 2009). De aanwezige microben in de pens zijn bepaald met behulp van DNA-extractiemethoden. Hiermee kon er voldoende microbiële DNA verzameld worden, waarmee de microbiële gemeenschap van pensvloeistof nauwkeurig weergegeven kon worden (Henderson et al., 2013).

De voermonsters zijn geanalyseerd met behulp van natte chemie in het MasterLab Laboratorium (MasterLab, Boxmeer, Nederland). Het droge stofgehalte van het voer is bepaald met behulp van een geforceerde luchtdroging in een oven bij 105°C gedurende 36 uur (ISO, 1999b). Het ruw as gehalte is bepaald na verbranding bij 550°C (ISO, 2002) en de ruw vetconcentratie is gravimetrisch bepaald als etherextract (ISO, 1999a). Het NDF- en ADF-gehalte in de monsters zijn volgens de methode van Van Soest et al. (1991) bepaald (Van Soest et al., 1991). Het ADL-gehalte in de monsters is volgens de methode van Robertson en Van Soest (1981) geanalyseerd (Robertson & van Soest, 1981). Het ruw eiwit gehalte werd berekend met de formule $6,25 \times N$, waarbij N is bepaald conform de Kjeldahl methode met CuSO₄ als katalysator (ISO, 2005). Nutriënten in het voer zijn bepaald middels een inductief gekoppeld plasma atomaire emissiespectroscopie (ICP-AES, Eurofins Agro, Wageningen, Nederland).

2.2.4. Statistische analyse

De data die verkregen is na analyse van de monsters is weergegeven in een overzichtelijke datamatrix. Deze matrix is opgebouwd uit de volgende onderdelen: periode, behandeling (HP/LP), diernummer, fosfor(P)-inname, P-excretie, P-balans, organische stof (OS) en droge stof (DS) in de feces en cellulose in nylon zakjes. Per periode is voor beide behandelingen bepaald of er een significant verschil is, waarbij gebruik is gemaakt van een ANOVA-toets. De analyses zijn uitgevoerd met behulp van het statistische programma SPSS. Met de uitkomst van deze analyse is bepaald of er een verband is tussen de hoeveelheid fosfor in het rantsoen en de benutting en vertering van P, OS, DS en cellulose in de pens door niet-drachtige, droogstaande geiten.

Afsluitend aan het onderzoek is gebruik gemaakt van het programma G*Power om te bepalen wat het minimumaantal geanalyseerde dieren is voor een valide onderzoek. Hiermee is vastgesteld of, op basis van de gevonden resultaten, de onderzoeksomvang voldoende was om de resultaten als betrouwbaar te bestempelen.

Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek weergegeven en toegelicht. Met behulp van deze resultaten worden de deelvragen beantwoord en kan vervolgens antwoord gegeven worden op de onderzoeksvraag. Allereerst is kort beschreven hoe de proef verlopen is. Daarna volgt een inleidend onderzoek waarin de voeropname en het P-gehalte in speeksel weergegeven worden. In de daaropvolgende paragrafen is zichtbaar wat de P-balans is en in hoeverre er een onderscheid is in de vertering bij de verschillende fosforconcentraties.

3.1. Verloop proef

De proef bestond uit een 21 + 21 dagen cross-over design, waar een voorperiode van 14 dagen aan voorafging. In deze proef hebben de dieren in totaal twee behandelingen ontvangen. Deze behandelingen bestonden uit een fosforrijk (HP) en een fosforarm (LP) rantsoen. Met de uitkomsten van deze proef zouden de oorspronkelijke onderzoeksvragen beantwoord kunnen worden. Echter, door complicaties gedurende het onderzoek was het niet meer mogelijk om alle chemische analyses uit te voeren. Daarnaast zijn niet alle resultaten, van de opgestuurde monsters naar externe instanties, tijdig teruggekomen. Dit heeft erin geresulteerd dat de oorspronkelijk hoofd- en deelvragen van het onderzoek niet (geheel) beantwoord konden worden en daardoor gewijzigd zijn. De uitkomsten van het onderzoek zijn nu gebaseerd op de resultaten die wel ontvangen zijn. Het onderzoek zou zich met name specificeren op de vertering bij verschillende P-gehalten in het rantsoen, maar is nu vooral gericht op de benutting door geiten. Hierbij wordt er dus niet meer dieper ingegaan op de vertering van celwandfracties en het daarbij aanwezige microbioom. De deelvragen die nu opgesteld zijn, verdiepen zich meer in de P-balans, de vertering van OS en DS en de vertering van cellulose in nylon zakjes.

3.2. Inleidend onderzoek

In dit inleidend onderzoek wordt er een beginsituatie geschetst met behulp van enkele kengetallen die voortgekomen zijn uit analyse van de monsters. Met deze kengetallen worden eventuele verschillen tussen de groepen in beeld gebracht en kunnen mogelijke afwijkingen in de uitkomsten verklaard worden. Het inleidend onderzoek geeft de voeropname en het P-gehalte in speeksel van de groepen weer, welke zijn weergegeven in tabel 2 en 3.

De gegevens zijn verwerkt in tabellen, waarin de uitkomsten, standaardfout van het gemiddelde (SEM) en P-waarde weergegeven zijn. Met SEM wordt aangegeven hoe nauwkeurig een steekproef is, waarbij steekproefgemiddelden worden vergeleken tussen de groepen. Een hogere standaardfout betekent een grotere kans dat het steekproefgemiddelde afwijkt van het populatiegemiddelde. Significante verschillen hebben een P-waarde $<0,05$ en zijn weergegeven met een *. Het totale overzicht van de uitgevoerde ANOVA-toets van het inleidend onderzoek is zichtbaar in bijlage 1.

Tabel 2 Voeropname na verstrekking van de experimentele rantsoenen, uitgedrukt in kg DS/dag

	LP	HP	SEM	P-waarde
Inname strobok	0,55	0,57	0,078	0,751
Inname mengvoer	0,56	0,55	0,079	0,990
Totale inname	1,11	1,12	0,144	0,859

In tabel 2 is de gemiddelde voeropname weergegeven tussen de LP en HP groep. Gebaseerd op deze gerealiseerde invoer, is een betrouwbare basis voor het onderzoek gesteld. Er zijn geen significante verschillen waargenomen tussen de LP en de HP groep wat betreft de DS-opname/dag. Hierdoor is er een kleinere kans dat eventuele verschillen in de daadwerkelijke resultaten zijn veroorzaakt door een significant verschil in de voeropname.

De SEM waarden geven aan hoever het steekproefgemiddelde waarschijnlijk van het populatiegemiddelde zal afwijken. De waarde geeft een schatting weer van de afstand waarin het populatiegemiddelde zich waarschijnlijk zal bevinden. In tabel 2 geeft de SEM waarde van de totale inname weer dat het verschil tussen het steekproefgemiddelde en het populatiegemiddelde 0,144 is.

Tabel 3 P-gehalte in speeksel na verstrekking van de experimentele rantsoenen, uitgedrukt in mmol/L

	LP	HP	SEM	P-waarde
P in speeksel 07.30u	34,7	42,4	3,237	0,127
P in speeksel 11.00u	31,1	35,9	4,456	0,464

In tabel 3 is het gemiddelde P-gehalte in speeksel weergegeven tussen de LP en HP groep. Gebaseerd op deze gerealiseerde invoer, is ook in dit geval een betrouwbare basis gesteld voor het onderzoek. Er zijn namelijk geen significante verschillen waargenomen tussen de LP en HP groep wat betreft het P-gehalte in speeksel in mmol/L. Hierdoor is de kans kleiner dat eventuele verschillen in de daadwerkelijke resultaten zijn veroorzaakt door een significant verschil van het P-gehalte in speeksel. Wat wel opvalt, is dat het verschil in P-gehalte om 11.00u minder significant is dan het gehalte om 07.30u. Dit verschil is te verklaren doordat de geiten om 08.00u gevoerd zijn en daarbij dus de verschillende P-hoeveelheden hebben opgenomen. Het verschil tussen het steekproefgemiddelde en het populatiegemiddelde bij deze analyse betreft 3,237 (07.30u) en 4,456 (11.00u).

3.3. Effect fosforgehalte op P-balans

Deelvraag één luidde als volgt: wat is het effect van het fosforgehalte in het rantsoen op de P-balans van niet-drachtige, droogstaande geiten? Deze deelvraag is met behulp van de P-inname en P-excretie via feces beantwoord. Hierbij worden de gemiddelde inname en excretie in feces uitgedrukt in gram/dag. De gemiddelde absorptie wordt uitgedrukt in gram/dag en in % van de opname. Om de P-balans te berekenen is het verschil tussen de P-inname en P-excretie via feces vastgesteld. Een overzicht van de P-balans is weergegeven in tabel 4.

Tabel 4 P-balans na verstrekking van de experimentele rantsoenen, uitgedrukt in g/dag. Significant verschil ($P < 0,05$) is aangegeven met *.

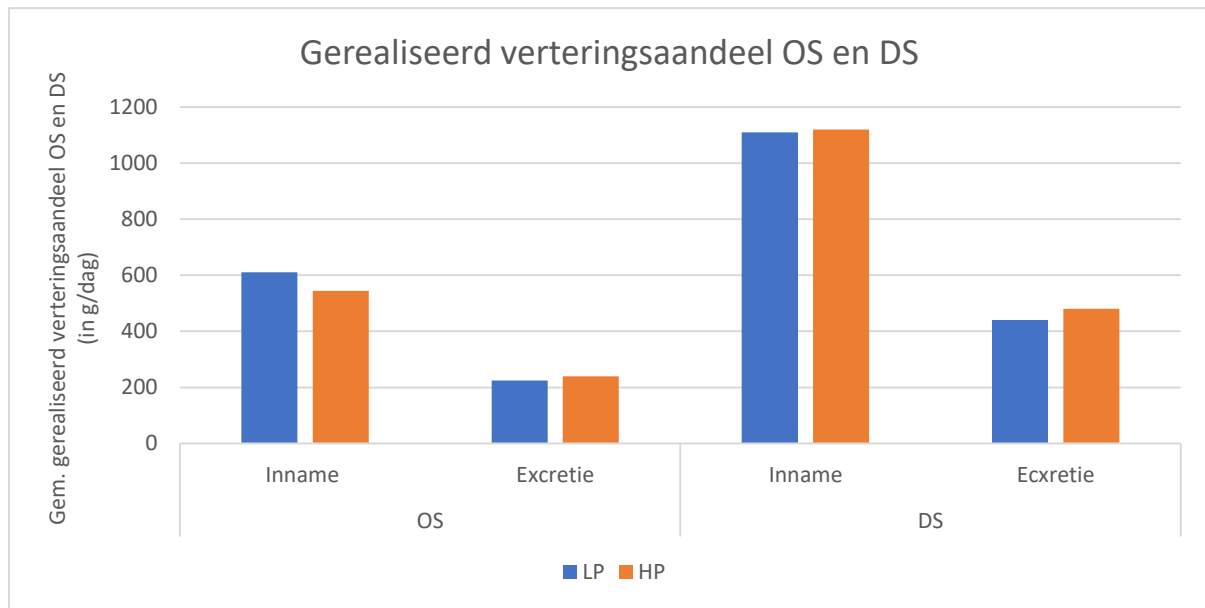
	LP	HP	SEM	P-waarde
P-inname	0,47	3,56	0,274	0,001*
P-excretie feces	0,58	1,33	0,364	0,001*
P-absorptie				
<i>Gram/dag</i>	0,58	2,23		
<i>% van opname</i>	123%	37%		
P-balans¹	-0,11	2,23	0,335	0,002*

¹ Bij de berekening van de P-balans is er van uitgegaan dat de P-uitscheiding met de urine gelijk is aan 0.

Het uitvoeren van een ANOVA-toets op de gemiddelde P-balans in g/dag voor beide groepen geeft weer dat er een significant verschil aanwezig is. Hierbij ligt de gemiddelde P-balans bij de LP groep significant lager dan de gemiddelde balans bij de HP groep ($p < 0,05$). De verschillende fosforconcentraties in het rantsoen resulteren, zoals zichtbaar in tabel 4, in een significant verschil van de P-inname evenals de P-excretie. Er is te zien dat de gemiddelde inname en excretie bij de LP groep significant lager ligt dan het gemiddelde bij de HP groep. Een ander opvallend punt in deze tabel betreft de negatieve P-balans bij de LP groep. De negatieve P-balans geeft weer dat er meer P uitgescheiden is dan dat er via voeding opgenomen is door de geiten. Een verklaring hiervoor is dat de dieren bij een verminderde inname P uit het bot mobiliseren om in de behoeften te kunnen voorzien. Er wordt verder ingegaan op eventuele consequenties van deze mobilisatie in de discussie. Het volledige overzicht met de uitgevoerde ANOVA-toets van de resultaten, behorend bij de deelvragen, is weergegeven in bijlage 2.

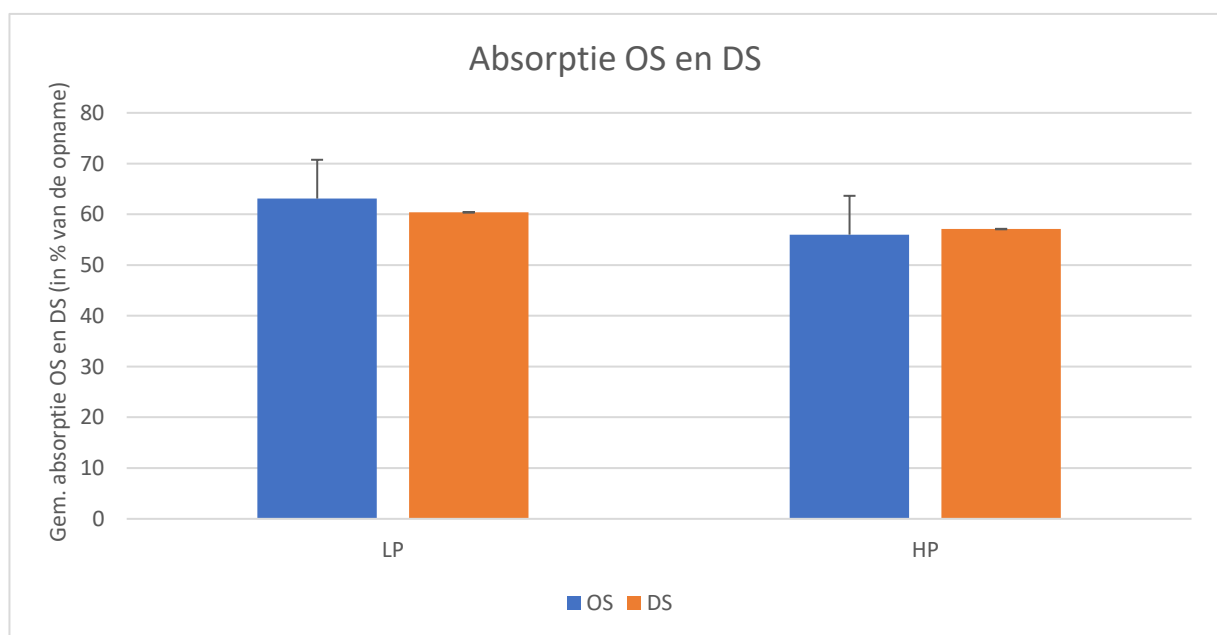
3.4. Effect fosforgehalte op de OS en DS in feces

Deelvraag twee luidde als volgt: wat is het effect van het fosforgehalte in het rantsoen op de vertering van organische stof (OS) en droge stof (DS) door niet-drachtige, droogstaande geiten? Deze vraag is beantwoord door de vertering van deze macro nutriënten (OS en DS) bij het HP-rantsoen te vergelijken met de vertering bij het LP-rantsoen. In figuur 3 is een weergave te zien van deze vertering na verstrekking van de experimentele rantsoenen. De mate van het gerealiseerd verteringsaandeel van OS en DS wordt uitgedrukt in gram/dag. In figuur 4 volgt een overzicht waarin de gemiddelde absorptie van de desbetreffende macro nutriënten zichtbaar zijn, uitgedrukt in % van de opname.



Figuur 3 Gerealiseerd verteringsaandeel van de geselecteerde macro nutriënten in gram/dag na verstrekking van de experimentele rantsoenen (HP vs LP)

In figuur 3 wordt het gerealiseerd verteringsaandeel van OS en DS, na verstrekking van de experimentele rantsoenen, weergegeven per absolute waarden (gram/dag). Wanneer er naar het verschil tussen inname en excretie van OS gekeken wordt, is te zien dat de LP groep meer OS verteerd dan de HP groep. De LP groep heeft een hogere inname van dit nutriënt en heeft een mindere excretie via de feces. De DS wordt tevens ook beter verteerd door de LP groep dan de HP groep. De figuur geeft weer dat er door de HP groep meer DS opgenomen wordt, maar daarbij door de HP groep ook meer afgescheiden wordt via de feces. Echter, het verschil tussen de excretie is groter dan het verschil tussen de inname van beide groepen wat aangeeft dat LP de DS beter verteerd.

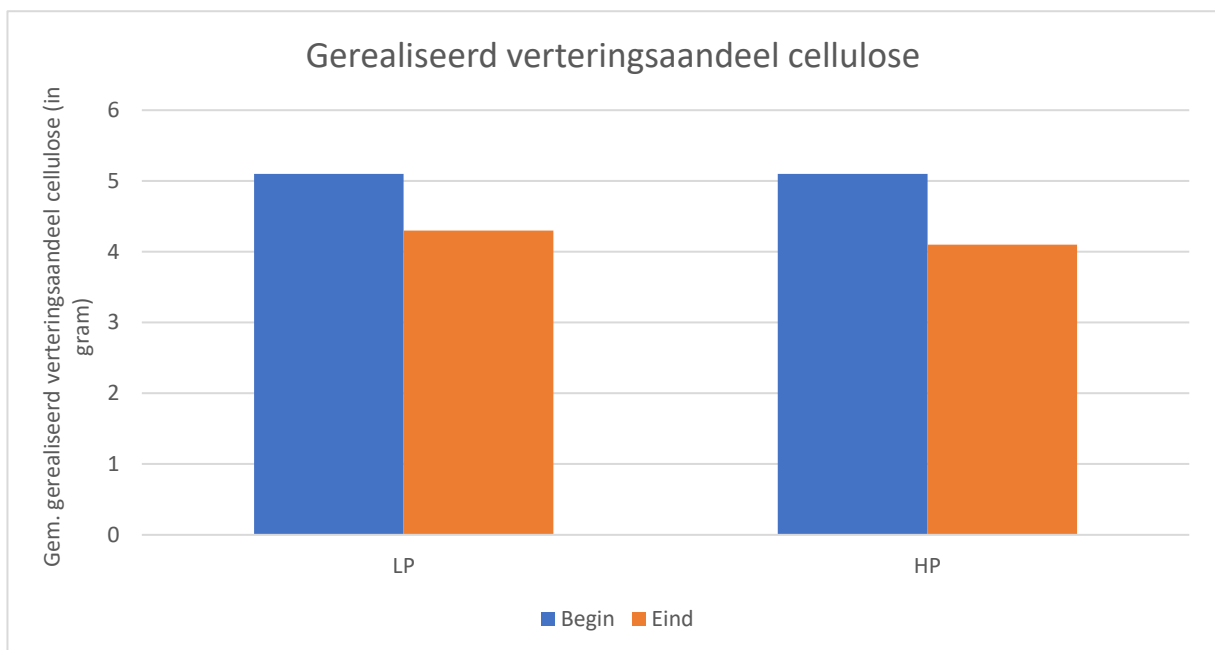


Figuur 4 Absorptie van geselecteerde macro nutriënten in % van de opname na verstrekking van de experimentele rantsoenen (HP vs LP). Foutbalken geven de standaardfout van het gemiddelde (SEM) weer en significant verschil ($P < 0,05$) is aangegeven met*.

Het uitvoeren van een ANOVA-toets op de gemiddelde absorptie van OS en DS in % van de opname voor beide groepen, geeft weer dat er geen significant verschil aanwezig is. In figuur 4 is te zien dat de LP groep een hogere absorptie heeft van de geanalyseerde macro nutriënten dan de HP groep. Bij de absorptie van OS is er geen significant verschil bevonden door de relatief grote verschillen binnen de groepen. Daarnaast is er geen significant verschil waargenomen bij de absorptie van DS door het minimale verschil tussen de groepen.

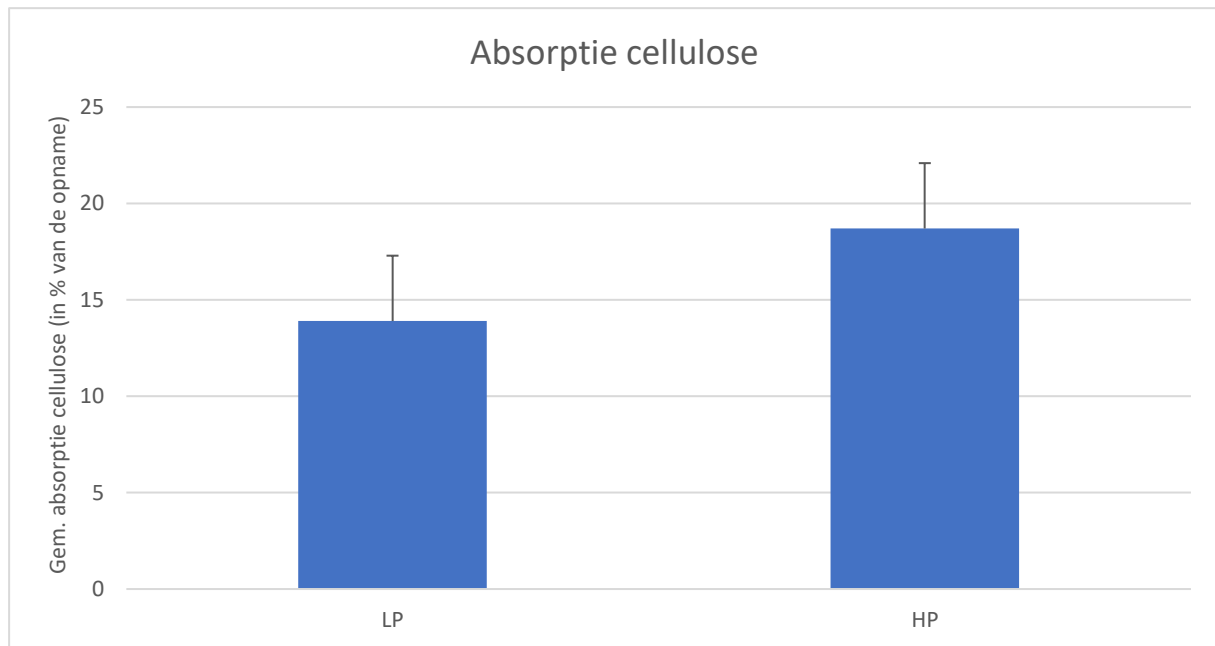
3.5. Effect fosforgehalte op het cellulosegehalte in nylon zakjes

Deelvraag 3 luidde als volgt: wat is het effect van het fosforgehalte in het rantsoen op de afbraak van cellulose in nylon zakjes bij niet-drachtige, droogstaande geiten? Deze vraag is beantwoord door de vertering van pure cellulose (ARBOCEL®) door geiten bij het HP-rantsoen te vergelijken met de vertering bij het LP-rantsoen. In figuur 5 wordt een overzicht weergegeven van de vertering van cellulose na verstrekking van de experimentele rantsoenen. Hierbij wordt de mate van het gerealiseerd verteringsaandeel van cellulose weergegeven en uitgedrukt in grammen. In figuur 6 volgt een overzicht waarin de gemiddelde absorptie zichtbaar is, uitgedrukt in % van de opname.



Figuur 5 Gerealiseerd verteringsaandeel van cellulose in gram na verstrekking van de experimentele rantsoenen (HP vs LP)

In figuur 5 wordt het gerealiseerd verteringsaandeel van cellulose in nylon zakjes, na verstrekking van de experimentele rantsoenen, weergegeven per absolute waarden (gram). Het begin betreft het gewicht van de nylon zakjes voor het inbrengen in de pens. Het eind betreft het gewicht van de nylon zakjes nadat deze 24 uur in de pens gehangen hebben en vervolgens gewassen en gedroogd zijn. Wanneer er naar het verschil tussen begin en eind gekeken wordt, valt op dat de HP groep minder cellulose in de nylon zakjes heeft aan het eind van de bemonstering dan de LP groep. Cellulose wordt door de HP groep beter verteerd dan de LP groep.



Figuur 6 Absorptie van cellulose in % van de opname na verstrekking van de experimentele rantsoenen (HP vs LP). Foutbalken geven de standaardfout van het gemiddelde (SEM) weer en significant verschil ($P < 0,05$) is aangegeven met.*

Het uitvoeren van een ANOVA-toets op de gemiddelde absorptie van cellulose in % van de opname voor beide groepen, geeft weer dat er geen significant verschil aanwezig is. In figuur 6 is te zien dat de LP groep een lagere absorptie van cellulose heeft dan de HP groep. Echter, door de relatief grote verschillen in absorptie van cellulose binnen de groepen is er geen significant verschil waargenomen.

Discussie

Het doel van dit onderzoek betrof het evalueren van de effecten van een normaal of laag P-gehalte in het rantsoen van niet-drachtige, droogstaande geiten op de fosforbenutting en vertering van voedsel. Dit om te onderzoeken of het fosforgehalte in het rantsoen de negatieve impact op het milieu vanuit de veehouderij kan verminderen. Het onderzoek geeft weer dat er een significant verschil bevonden is tussen de P-balans van de HP en LP groep, waarbij deze laatste groep een significant lagere P-balans heeft dan de HP-groep. Er zijn geen significante verschillen waargenomen tussen de beide groepen wat betreft de vertering van OS, DS en cellulose bij de verschillende P-concentraties in het rantsoen.

Gedurende de experimentele perioden is er sprake geweest van complicaties bij enkele geiten. Hier hebben de desbetreffende geiten hinder van ondervonden, waardoor de voeropname enkele dagen gedaald is. Echter, door het snelle handelen en de goede verzorging van deze geiten, is het ongemak van de complicaties geminimaliseerd. Tijdens het verzamelen van de monsters heeft een complicatie zich ook bij één van de geiten voorgedaan. Dit heeft erin geresulteerd dat deze geit in experimentele periode 1 niet heeft kunnen deelnemen aan de verzameling van de monsters. Tevens heeft dit als gevolg gehad dat de nylon zakjes alleen geanalyseerd zijn op de vertering van cellulose wat inhoudt dat niet alle celwandfracties onderzocht zijn zoals aanvankelijk gepland.

Naast het feit dat er complicaties opgetreden zijn gedurende het onderzoek, is er tijdens beide experimentele perioden een geit geweest die het voedsel niet opgenomen heeft. Dit betrof beide perioden een andere geit. Met diverse producten is geprobeerd om het aangeboden voer aantrekkelijk te maken voor deze geiten, maar dat heeft geen resultaat opgeleverd. Er is dus een effect van niet beïnvloedbare omstandigheden geweest op de uitkomsten van het onderzoek. Hierdoor konden er, met name van de pensinhoud, niet altijd voldoende en betrouwbare monsters verzameld worden.

Tijdens het verwerken van de resultaten is de individuele inname per geit, zowel de totale DS-opname stof als de P-inname, niet meegenomen in de uitkomsten van het onderzoek. De gevonden resultaten kunnen hierdoor afwijken van de werkelijkheid bij een grotere groepsomvang. Door de beperkte onderzoekspopulatie verandert het gemiddelde daardoor sneller dan wanneer er sprake is van een grote onderzoekspopulatie. De oorzaak daarvan is de eventueel wisselende netto kg DS-opname per geit per dag.

Gedurende de experimentele periode heeft het fosforarme rantsoen geresulteerd in een negatieve P-balans bij de geiten. In vergelijking met de literatuurstudie van Van Krimpen et al. (2012), kan dit verklaard worden doordat de dieren onvoldoende tijd hebben gehad om zich aan te passen aan de verlaagde P-concentratie in het rantsoen. De dieren zullen op korte termijn een negatieve P-balans compenseren door reserves in het bot aan te spreken. Echter, deze reserves zijn niet eindeloos, waardoor een negatieve P-balans uiteindelijk kan leiden tot een P-tekort. Voor een korte periode is een negatieve balans dus niet erg, maar op lange termijn moet dit voorkomen worden (Van Krimpen et al., 2012). Een onderzoek van Scott, McLean & Buchan (1984), heeft aangetoond dat een toename of afname van de fosforinname van invloed is op de fosforafscheiding en absorptiecapaciteit van de dieren

(Scott et al., 1984). Dit komt overeen met de uitkomsten van het onderzoek. Daarbij is te zien dat een hogere P-inname resulteert in een significant hogere P-uitscheiding. Daarentegen is er geen significant verschil waargenomen in de absorptiecapaciteit tussen de HP groep en de LP groep.

De vertering van de dieren in de LP groep werd niet gehinderd door een verlaagde P-concentratie in het rantsoen. Resultaten geven weer dat er geen significant verschil aanwezig is tussen de vertering en absorptie van OS en DS bij de HP groep en de LP groep. De uitkomsten die verkregen zijn gedurende dit onderzoek komen overeen met het onderzoek van Yan et al. (2011). Uit dit onderzoek komt naar voren dat een lager P-gehalte in de voeding geen invloed heeft op de vertering van OS en DS bij geiten (Yan et al., 2011). In het huidige onderzoek zijn de geiten gevoerd met een zo laag mogelijk P-gehalte in het rantsoen wat haalbaar is, waarbij het P-gehalte nog wel voldoet aan de norm die aanbevolen is door het CVB (CVB, 2005).

Ook de vertering van cellulose door geiten wordt niet gehinderd bij een verlaagde P-concentratie in het rantsoen. De resultaten geven weer dat er geen significant verschil waargenomen is tussen de vertering en absorptie bij de HP groep en de LP groep. De literatuur geeft aan dat voorzien in de P-behoefte essentieel is ten behoeve van de fermentatie van nutriënten door bacteriën in de pens en dus van belang is voor een goede activiteit van pensmicroben (Hua et al., 2017). Wanneer er sprake is van een P-tekort kan dit resulteren in een verminderde microbiële fermentatie en een lagere verteerbaarheid van organisch materiaal (Behrens et al., 2021). Het zijn namelijk de bacteriën die het voer verteren middels fermentatie, waarbij vezels een belangrijke energiebron zijn voor herkauwers. Onderzoek van Hall et al. (1961), heeft aangetoond dat fosfor essentieel is voor een maximale vertering van cellulose door micro-organismen. Uit het onderzoek kwam naar voren dat het toevoegen van fosfor resulteerde in een significante toename van de cellulosevertering (Hall et al., 1961). Zoals eerder beschreven hebben de verschillende fosforgehaltes geen invloed gehad op de vertering van cellulose door geiten en zijn er geen significante verschillen waargenomen. Het onderzoek heeft aangetoond dat ook met een verminderde P-concentratie in het rantsoen de vertering niet gehinderd lijkt te worden. Dit betekent dus dat de waarnemingen in dit onderzoek niet overeenkomen met het onderzoek door Hall et al. (1961). Echter, doordat er geen significante verschillen waargenomen zijn, is het moeilijk om een eenduidig advies te kunnen geven.

Voorafgaand aan het onderzoek is er, voor de selectie van de proefdieren, gekeken naar de aanwezigheid van een pensfistel bij geiten. De groepsgrootte van het onderzoek is vervolgens vastgesteld aan de hand van het aantal aanwezige geiten, met pensfistel, op de faculteit. Dit betroffen zes dieren, die allen ingezet zijn tijdens de uitvoering van het onderzoek.

F tests – ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way		
Analysis:	A priori: Compute required sample size	
Input:	Effect size f	= 0.25
	α err prob	= 0.05
	Power (1- β err prob)	= 0.9
	Number of groups	= 2
Output:	Noncentrality parameter λ	= 10.7500000
	Critical F	= 3.8967420
	Numerator df	= 1
	Denominator df	= 170
	Total sample size	= 172
	Actual power	= 0.9032300

Figuur 7 Poweranalyse voor bepaling van de onderzoeksomvang (uitgevoerd met G*Power)

Na het ontvangen van de daadwerkelijke resultaten, is middels het programma G*Power getoetst welke onderzoeksomvang achteraf benodigd is voor een valide onderzoek. Dit om te controleren of de huidige omvang correct is op basis van de gevonden waarden en of hieruit betrouwbare uitspraken getrokken mogen worden. Uit deze Poweranalyse komt naar voren dat een totale onderzoeksomvang van minimaal 172 dieren nodig is voor een valide onderzoek, zoals zichtbaar in figuur 7. Dit betekent dat, op basis van de gevonden waarden, het huidige aantal dieren in het onderzoek niet voldoende is om valide uitspraken te kunnen doen.

Conclusie en aanbevelingen

Tijdens het onderzoek is geanalyseerd wat het effect is van de fosforconcentratie in het rantsoen op de benutting en vertering door niet-drachtige, droogstaande geiten. De hoofdvraag van dit onderzoek luidde: 'wat is de invloed van het fosforgehalte in het geitenrantsoen op de fosforbenutting van niet-drachtige, droogstaande geiten?'

5.1. Conclusie

Effect fosforgehalte op de P-balans

De uitkomsten van het onderzoek geven weer dat de fosforconcentratie in het rantsoen van invloed is op de P-balans van niet-drachtige, droogstaande geiten. Gebleken is dat de dieren die het LP rantsoen aangeboden kregen een significant lagere P-balans hebben dan dieren uit de HP groep. Dit verschil is waarneembaar in zowel de P-inname als de P-excretie van de dieren. Tevens resulteert een verlaagde P-opname via het rantsoen bij de LP groep in een negatieve P-balans.

Effect fosforgehalte op de vertering van OS en DS

Analyse van de vertering van OS en DS bij verschillende fosforgehaltes in het rantsoen geeft geen significant verschil weer tussen de LP groep en HP groep. De resultaten geven weer dat de vertering van de LP groep hoger ligt dan de vertering bij de HP groep, maar dit verschil is niet significant bevonden. Er kan dus geconcludeerd worden dat het fosforgehalte in het rantsoen geen invloed heeft op de vertering van OS en DS door niet-drachtige, droogstaande geiten.

Effect fosforgehalte op het cellulosegehalte in nylon zakjes

Uit het onderzoek is gebleken dat er geen significant verschil aanwezig is in de vertering van cellulose tussen de LP groep en HP groep. De resultaten geven weer dat de vertering van de HP groep hoger ligt dan de vertering bij de LP groep, maar dit verschil is niet significant bevonden. Geconcludeerd kan worden dat het fosforgehalte in het rantsoen geen invloed heeft op de vertering van cellulose in nylon zakjes door niet-drachtige, droogstaande geiten.

Algehele conclusie

Beantwoording van de deelvragen maakt het mogelijk om antwoord te kunnen geven op de hoofdvraag: 'wat is de invloed van het fosforgehalte in het geitenrantsoen op de fosforbenutting van niet-drachtige, droogstaande geiten?'

Uitgaande van de resultaten die voortkomen uit dit onderzoek kan omschreven worden dat het mogelijk is om met behulp van fosforconcentraties in het rantsoen de negatieve impact op het milieu te verminderen vanuit de veehouderij. Het voeren van een fosforarm rantsoen zorgt voor een minieme negatieve P-balans bij de geiten. Daarentegen wordt er efficiënt omgegaan met het aanwezige P in het lichaam, waardoor de vertering niet gehinderd wordt en er tevens een lager gehalte aan P uitgescheiden wordt. Al met al bieden de uitkomsten van dit onderzoek perspectief voor een uitgebreider vervolgonderzoek om de uitstoot van P richting het milieu te kunnen reduceren vanuit de melkveehouderij.

5.2. Aanbevelingen

Aan de hand van de uitkomsten van het onderzoek zullen er enkele aanbevelingen gedaan worden die dienen als advies en wellicht relevant zijn om mee te nemen in een eventueel vervolgonderzoek naar de fosforbenutting bij melkgevende dieren.

Bij de uitvoering van een eventueel vervolgonderzoek, wordt aanbevolen om een grotere onderzoeksomvang (>172) te hanteren zodat er betrouwbare uitspraken gedaan kunnen worden. De gehanteerde onderzoeksomvang bij dit onderzoek (6 dieren) is namelijk niet voldoende om betrouwbare uitspraken te kunnen doen. Een uitgevoerde Poweranalyse geeft aan dat er bij een volgend onderzoek minimaal 172 dieren nodig zijn. Een andere aanleiding voor het vergroten van de onderzoeksomvang is dat hiermee voorkomen kan worden dat resultaten zullen afwijken van de werkelijkheid. Mochten er kieskeurige dieren, wat betreft voeropname, aanwezig zijn, dan kunnen deze gemakkelijker uit het onderzoek gelaten worden zonder dat dit effect heeft op de resultaten.

Uit het onderzoek komt naar voren dat het voeren van een fosforarm rantsoen zorgt voor een negatieve energiebalans bij de dieren. Bij een vervolgonderzoek is het mogelijk interessant om te onderzoeken bij welke, zo laag mogelijke, P-concentratie in het rantsoen de P-balans positief blijft. Bij een fosforarm rantsoen wordt er namelijk significant minder P uitgescheiden dan bij een fosforrijk rantsoen. Een minimale verhoging van de P-concentratie in het fosforarme rantsoen kan mogelijk de P-balans positief houden en daarbij alsnog een significant lagere P-uitscheiding realiseren. Het is wel van belang dat de gezondheid van de dieren gewaarborgd blijft en eventuele tekorten voorkomen worden.

Voor de melkveehouderijsector is het wellicht ook interessant om bij een vervolgonderzoek meerdere diersoorten mee te nemen. De gehele sector heeft te maken met het fosfaatrechtenstelsel en het levert aanzienlijke voordelen op wanneer de fosfaatbenutting van de Nederlandse veestapel in de aankomende jaren zal verbeteren.

Bronnenlijst

- Behrens, J. L., Schnepel, N., Hansen, K., Hustedt, K., Burmester, M., Klinger, S., . . . Muscher-Banse, A. S. (2021). Modulation of Intestinal Phosphate Transport in Young Goats Fed a Low Phosphorus Diet. *Int J Mol Sci*, 22(2). <https://doi.org/10.3390/ijms22020866>
- Bremner, J. M., & Keeney, D. R. (1965). Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. *Analytica Chimica Acta*, 32, 485-495. [https://doi.org/10.1016/s0003-2670\(00\)88973-4](https://doi.org/10.1016/s0003-2670(00)88973-4)
- CBS. (2019). *Lagere fosfaatproductie en stikstofuitscheiding in 2018*. Centraal Bureau voor de Statistiek. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2019/26/lagere-fosfaatproductie-en-stikstofuitscheiding-in-2018>
- CBS. (2020). *Dierlijke mest en mineralen, 2019*. Centraal Bureau voor de Statistiek. <https://www.cbs.nl/-/media/pdf/2020/40/dierlijkemestenmineralen2019.pdf>
- CVB. (2005). *Handleiding mineralenvoorziening rundvee, schapen, geiten*. Het Centraal Veevoeder Bureau. <https://edepot.wur.nl/367877>
- Dehority, B. (2002). Gastrointestinal Tracts of Herbivores, Particularly the Ruminant: Anatomy, Physiology and Microbial Digestion of Plants. *Journal of Applied Animal Research*, 21, 145-160. <https://doi.org/10.1080/09712119.2002.9706367>
- Dias, R. S., Lopez, S., Silva, T., Pardo, R. M. P., Silva Filho, J. C., Vitti, D. M. S. S., . . . France, J. (2009). Rumen phosphorus metabolism in sheep. *The Journal of Agricultural Science*, 147(4), 391-398. <https://doi.org/10.1017/S0021859609008673>
- Dias, R. S., López, S., Patiño, R. M., Silva, T. S., Silva Filho, J. C., Vitti, D. M., . . . France, J. (2011). An extended model of phosphorus metabolism in growing ruminants. *J Anim Sci*, 89(12), 4151-4162. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3669>
- Fong, N. (2013). *Mineralen in de landbouw, 1970-2012**. Centraal Bureau voor de Statistiek. <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2013/52/mineralen-in-de-landbouw-1970-2012->
- Gao, J., Wang, M.-z., Jing, Y.-j., Sun, X.-z., Wu, T.-y., & Shi, L.-f. (2016). Impacts of the unsaturation degree of long-chain fatty acids on the volatile fatty acid profiles of rumen microbial fermentation in goats in vitro. *Journal of Integrative Agriculture*, 15(12), 2827-2833. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61418-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61418-1)
- Giger-Reverdin, S., Domange, C., Broudicou, L. P., Sauvant, D., & Berthelot, V. (2020). Rumen function in goats, an example of adaptive capacity. *Journal of Dairy Research*, 87(1), 45-51. <https://doi.org/10.1017/S0022029920000060>
- Goselink, R. M. A., & Sebek, L. B. (2012). *Verbetering van de fosfaatefficiëntie in de melkveehouderij*. Wageningen UR Livestock Research. <https://edepot.wur.nl/218552>
- Hall, O. G., Baxter, H. D., & Hobbs, C. S. (1961). Effect of Phosphorus in Different Chemical Forms on in vitro Cellulose Digestion by Rumen Microorganisms. *Journal of Animal Science*, 20(4), 817-819. <https://doi.org/10.2527/jas1961.204817x>
- Henderson, G., Cox, F., Kittelmann, S., Miri, V. H., Zethof, M., Noel, S. J., . . . Janssen, P. H. (2013). Effect of DNA Extraction Methods and Sampling Techniques on the Apparent Structure of Cow and Sheep Rumen Microbial Communities. *PLoS ONE*, 8(9), e74787. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0074787>
- Hua, C., Tian, J., Tian, P., Cong, R., Luo, Y., Geng, Y., . . . Zhao, R. (2017). Feeding a High Concentration Diet Induces Unhealthy Alterations in the Composition and Metabolism of Ruminal Microbiota and Host Response in a Goat Model. *Frontiers in Microbiology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00138>
- ISO. (1999a). *Animal feeding stuffs. Determination of fat content*. ISO.
- ISO. (1999b). *Animal feeding stuffs. Determination of moisture and other volatile matter content*. ISO.
- ISO. (2002). *Animal feeding stuffs. Determination of crude ash*. ISO.
- ISO. (2005). *Animal feeding stuffs. Determination of nitrogen content and calculation of crude protein content - Part 1: Kjeldahl method*. ISO.

- Jiao, J., Wang, P., He, Z., Tang, S., Zhou, C., Han, X., . . . Tan, Z. (2014). In vitro evaluation on neutral detergent fiber and cellulose digestion by post-ruminal microorganisms in goats [\[https://doi.org/10.1002/jsfa.6485\]](https://doi.org/10.1002/jsfa.6485). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(9), 1745-1752. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jsfa.6485>
- Kebreab, E., Odongo, N. E., McBride, B. W., Hanigan, M. D., & France, J. (2008). Phosphorus Utilization and Environmental and Economic Implications of Reducing Phosphorus Pollution from Ontario Dairy Cows¹. *Journal of Dairy Science*, 91(1), 241-246. <https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2007-0432>
- Mertens, D. R. (2002). Measuring fiber and its effectiveness in ruminant diets. US Dairy Forage Research Center. <https://cpb-us-e1.wpmucdn.com/blogs.cornell.edu/dist/6/4340/files/2014/06/MertensPNC2002-280goex.pdf>
- Muscher-Banse, A. S., & Breves, G. (2019). Mechanisms and regulation of epithelial phosphate transport in ruminants: approaches in comparative physiology. *Pflugers Arch*, 471(1), 185-191. <https://doi.org/10.1007/s00424-018-2181-5>
- Raffrenato, E., Fievisohn, R., Cotanch, K. W., Grant, R. J., Chase, L. E., & Van Amburgh, M. E. (2017). Effect of lignin linkages with other plant cell wall components on in vitro and in vivo neutral detergent fiber digestibility and rate of digestion of grass forages. *Journal of Dairy Science*, 100(10), 8119-8131. <https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2016-12364>
- Ribeiro, G. O., Gruninger, R. J., Badhan, A., & McAllister, T. A. (2016). Mining the rumen for fibrolytic feed enzymes. *Animal Frontiers*, 6, 20-26. <https://doi.org/doi:10.2527/af.2016-0019>
- Rijksoverheid. (2020). *Fosfaatrechten*. Rijksoverheid. <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/mest/fosfaatrechten>
- Robertson, J. B., & van Soest, P. J. (1981). *The detergent system of analysis and its application to human foods*.
- Scott, D., Mclean, A. F., & Buchan, W. (1984). THE EFFECT OF VARIATION IN PHOSPHORUS INTAKE ON NET INTESTINAL PHOSPHORUS ABSORPTION, SALIVARY PHOSPHORUS SECRETION AND PATHWAY OF EXCRETION IN SHEEP FED ROUGHAGE DIETS. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*, 69(3), 439-452. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.1984.sp002830>
- Smolders, G., van Eekeren, n., & Govaerts, W. (2010). *Mineralenvoorziening van geiten*. Louis Bolk Instituut. <https://www.louisbolk.org/downloads/2373.pdf>
- Tamminga, S., van Vuuren, A. M., & van der Koelen, C. J. (1978). *De betekenis van pensfermentatie bij herkauwers*. Polytechnisch tijdschrift, 7.
- Turner, J. R. (2020). Crossover Design. In M. D. Gellman (Ed.), *Encyclopedia of Behavioral Medicine* (pp. 576-576). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39903-0_1009
- Valk, H. (2005). *Reviews on the mineral provision in ruminants (II): PHOSPHORUS METABOLISM AND REQUIREMENTS IN RUMINANTS*. Het Centraal Veevoeder Bureau. <https://edepot.wur.nl/333736>
- Valk, H., & Klop, G. (2020). *Voerstrategie* [PowerPointpresentatie]. Aeres Hogeschool Dronten.
- Van Krimpen, H. H., Goselink, R. M. A., Heeres, J. & Jongbloed, A. W. (2012). *Fosforbehoefte van melkvee, vleesvee, varkens en pluimvee: een literatuurstudie*. Wageningen UR Livestock Research. <https://edepot.wur.nl/201513>
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597. [https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Wikiwijs. (2017). *Koeienvoer* [PowerPointpresentatie]. Wikiwijs. <https://maken.wikiwijs.nl/bestanden/610271/pp%20H2%20samenstelling%20en%20DS.pdf>

- Wongnen, C., Wachirapakorn, C., Patipan, C., Panpong, D., Kongweha, K., Namsaen, N., . . .
Yuangklang, C. (2009). Effects of Fermented Total Mixed Ration and Cracked Cottonseed on
Milk Yield and Milk Composition in Dairy Cows. *Asian-Australasian Journal of Animal
Sciences*, 22(12), 1625-1632. <https://doi.org/10.5713/ajas.2009.80668>
- Yan, Q., Tang, S., Bamikole, M. A., Han, X., Zhou, C., Wang, M., . . . Tan, Z. (2011). Influences of dietary
phosphorus variation on nutrient digestion, fecal endogenous phosphorus output and
plasma parameters of goats. *Livestock Science*, 142(1), 63-69.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.06.019>

Bijlagen

1. Analyse SPSS inleidend onderzoek

Descriptive Statistics

Dependent Variable: AV-int-Straw

Treatment	Period	Mean	Std. Deviation	N
HP	1	,6150	,20168	3
	2	,5010	,02004	2
	Total	,5694	,15599	5
LP	1	,3658	,10152	2
	2	,6772	,05353	3
	Total	,5526	,18192	5
Total	1	,5153	,20381	5
	2	,6067	,10412	5
	Total	,5610	,16001	10

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AV-int-Straw

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	,024 ^a	2	,012	,409	,679	,105
Intercept	3,147	1	3,147	106,781	,000	,938
Treatment	,003	1	,003	,109	,751	,015
Period	,023	1	,023	,793	,403	,102
Error	,206	7	,029			
Total	3,378	10				
Corrected Total	,230	9				

a. R Squared = ,105 (Adjusted R Squared = -,151)

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: AV-int-Straw

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
,561	,054	,433	,689

2. Treatment

Dependent Variable: AV-int-Straw

Treatment	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
HP	,579	,078	,396	,763
LP	,543	,078	,359	,726

Descriptive Statistics

Dependent Variable: AV-int-Con

Treatment	Period	Mean	Std. Deviation	N
HP	1	,5513	,22439	3
	2	,5595	,17785	2
	Total	,5546	,18194	5
LP	1	,5136	,22490	2
	2	,5943	,11501	3
	Total	,5620	,14564	5
Total	1	,5362	,19557	5
	2	,5804	,12200	5
	Total	,5583	,15542	10

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: AV-int-Con

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	,005 ^a	2	,002	,080	,924	,022
Intercept	3,117	1	3,117	102,678	,000	,936
Treatment	5,180E-6	1	5,180E-6	,000	,990	,000
Period	,005	1	,005	,156	,704	,022
Error	,213	7	,030			
Total	3,335	10				
Corrected Total	,217	9				

a. R Squared = ,022 (Adjusted R Squared = -,257)

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: AV-int-Con

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
,558	,055	,428	,689

2. Treatment

Dependent Variable: AV-int-Con

Treatment	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
HP	,559	,079	,373	,745
LP	,558	,079	,371	,744

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Total int

Treatment	Period	Mean	Std. Deviation	N
HP	1	1,1663	,42607	3
	2	1,0606	,19788	2
	Total	1,1240	,32235	5
LP	1	,8794	,32642	2
	2	1,2715	,16534	3
	Total	1,1147	,29396	5
Total	1	1,0516	,37695	5
	2	1,1871	,19184	5
	Total	1,1193	,29088	10

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Total int

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	,049 ^a	2	,025	,243	,791	,065
Intercept	12,529	1	12,529	123,161	,000	,946
Treatment	,003	1	,003	,034	,859	,005
Period	,049	1	,049	,483	,509	,065
Error	,712	7	,102			
Total	13,291	10				
Corrected Total	,762	9				

a. R Squared = ,065 (Adjusted R Squared = -,202)

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: Total int

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
1,119	,101	,881	1,358

2. Treatment

Dependent Variable: Total int

Treatment	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
HP	1,138	,144	,798	1,479
LP	1,100	,144	,760	1,441

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Sal-P-7:30

Treatment	Period	Mean	Std. Deviation	N
HP	1	44,4903	6,66458	3
	2	40,4064	13,46472	3
	Total	42,4483	9,76164	6
LP	1	34,4352	1,76027	3
	2	35,0528	6,76252	3
	Total	34,7440	4,43244	6
Total	1	39,4627	7,02408	6
	2	37,7296	9,97048	6
	Total	38,5962	8,27236	12

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Sal-P-7:30

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	187,081 ^a	2	93,541	1,488	,276	,249
Intercept	17875,971	1	17875,971	284,413	,000	,969
Treatment	178,070	1	178,070	2,833	,127	,239
Period	9,011	1	9,011	,143	,714	,016
Error	565,670	9	62,852			
Total	18628,721	12				
Corrected Total	752,751	11				

a. R Squared = ,249 (Adjusted R Squared = ,082)

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: Sal-P-7:30

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
38,596	2,289	33,419	43,773

2. Treatment

Dependent Variable: Sal-P-7:30

Treatment	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
HP	42,448	3,237	35,127	49,770
LP	34,744	3,237	27,422	42,066

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Sal-P-11:00

Treatment	Period	Mean	Std. Deviation	N
HP	1	40,6124	12,84029	3
	2	31,2778	13,13473	3
	Total	35,9451	12,69245	6
LP	1	31,6209	9,70201	3
	2	30,6258	8,86382	3
	Total	31,1233	8,32920	6
Total	1	36,1167	11,30729	6
	2	30,9518	10,02811	6
	Total	33,5342	10,54047	12

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Sal-P-11:00

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	149,776 ^a	2	74,888	,629	,555	,123
Intercept	13494,532	1	13494,532	113,258	,000	,926
Treatment	69,748	1	69,748	,585	,464	,061
Period	80,028	1	80,028	,672	,434	,069
Error	1072,341	9	119,149			
Total	14716,650	12				
Corrected Total	1222,118	11				

a. R Squared = ,123 (Adjusted R Squared = -,072)

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: Sal-P-11:00

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
33,534	3,151	26,406	40,662

2. Treatment

Dependent Variable: Sal-P-11:00

Treatment	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
HP	35,945	4,456	25,864	46,026
LP	31,123	4,456	21,043	41,204

2. Analyse SPSS hoofdonderzoek

Descriptive Statistics

Dependent Variable: P intake

Treatment	Period	Mean	Std. Deviation	N
HP	1	3,5877	1,42376	3
	2	3,5092	1,06745	2
	Total	3,5563	1,14029	5
LP	1	,4302	,18385	2
	2	,4983	,09920	3
	Total	,4710	,12149	5
Total	1	2,3247	2,00323	5
	2	1,7026	1,73479	5
	Total	2,0137	1,79682	10

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: P intake

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	23,797 ^a	2	11,899	15,835	,003	,819
Intercept	40,549	1	40,549	53,962	,000	,885
Treatment	22,830	1	22,830	30,382	,001	,813
Period	6,531E-5	1	6,531E-5	,000	,993	,000
Error	5,260	7	,751			
Total	69,606	10				
Corrected Total	29,057	9				

a. R Squared = ,819 (Adjusted R Squared = ,767)

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: P intake

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
2,014	,274	1,365	2,662

2. Treatment

Dependent Variable: P intake

Treatment	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
HP	3,556	,392	2,630	4,482
LP	,472	,392	-,455	1,398

Descriptive Statistics

Dependent Variable: P excreted

Treatment	Period	Mean	Std. Deviation	N
HP	1	1,1777	,31645	3
	2	1,5492	,00679	2
	Total	1,3263	,30247	5
LP	1	,5252	,24749	2
	2	,6133	,03055	3
	Total	,5781	,13457	5
Total	1	,9167	,43944	5
	2	,9877	,51306	5
	Total	,9522	,45190	10

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: P excreted

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	1,526 ^a	2	,763	17,143	,002	,830
Intercept	9,067	1	9,067	203,665	,000	,967
Treatment	1,514	1	1,514	34,003	,001	,829
Period	,127	1	,127	2,847	,135	,289
Error	,312	7	,045			
Total	10,905	10				
Corrected Total	1,838	9				

a. R Squared = ,830 (Adjusted R Squared = ,782)

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: P excreted

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
,952	,067	,794	1,110

2. Treatment

Dependent Variable: P excreted

Treatment	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
HP	1,349	,095	1,124	1,575
LP	,555	,095	,330	,781

Descriptive Statistics

Dependent Variable: P balance

Treatment	Period	Mean	Std. Deviation	N
HP	1	2,4100	1,13767	3
	2	1,9600	1,06066	2
	Total	2,2300	,99456	5
LP	1	-,0950	,06364	2
	2	-,1200	,11269	3
	Total	-,1100	,08689	5
Total	1	1,4080	1,59081	5
	2	,7120	1,25917	5
	Total	1,0600	1,40142	10

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: P balance

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	13,824 ^a	2	6,912	12,563	,005	,782
Intercept	11,236	1	11,236	20,422	,003	,745
Treatment	12,613	1	12,613	22,925	,002	,766
Period	,135	1	,135	,246	,635	,034
Error	3,851	7	,550			
Total	28,912	10				
Corrected Total	17,676	9				

a. R Squared = ,782 (Adjusted R Squared = ,720)

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: P balance

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
1,060	,235	,505	1,615

2. Treatment

Dependent Variable: P balance

Treatment	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
HP	2,206	,335	1,414	2,999
LP	-,086	,335	-,879	,706

Descriptive Statistics

Dependent Variable: OM digest

Treatment	Period	Mean	Std. Deviation	N
HP	1	49,8667	26,83847	3
	2	65,3000	8,34386	2
	Total	56,0400	21,18993	5
LP	1	68,8000	2,12132	2
	2	59,3667	7,78802	3
	Total	63,1400	7,62548	5
Total	1	57,4400	21,65221	5
	2	61,7400	7,63499	5
	Total	59,5900	15,47280	10

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: OM digest

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	147,625 ^a	2	73,813	,257	,780	,069
Intercept	35509,681	1	35509,681	123,848	,000	,947
Treatment	101,400	1	101,400	,354	,571	,048
Period	21,600	1	21,600	,075	,792	,011
Error	2007,044	7	286,721			
Total	37664,350	10				
Corrected Total	2154,669	9				

a. R Squared = ,069 (Adjusted R Squared = -,198)

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: OM digest

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
59,590	5,355	46,928	72,252

2. Treatment

Dependent Variable: OM digest

Treatment	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
HP	56,340	7,651	38,248	74,432
LP	62,840	7,651	44,748	80,932

Descriptive Statistics

Dependent Variable: feces

Treatment	Period	Mean	Std. Deviation	N
HP	1	,5457	,01750	3
	2	,3830	,01838	2
	Total	,4806	,09042	5
LP	1	,2975	,12940	2
	2	,5337	,02730	3
	Total	,4392	,14592	5
Total	1	,4464	,15105	5
	2	,4734	,08525	5
	Total	,4599	,11650	10

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: feces

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	,008 ^a	2	,004	,230	,800	,062
Intercept	2,115	1	2,115	129,163	,000	,949
Treatment	,006	1	,006	,348	,574	,047
Period	,003	1	,003	,198	,670	,027
Error	,115	7	,016			
Total	2,237	10				
Corrected Total	,122	9				

a. R Squared = ,062 (Adjusted R Squared = -,206)

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: feces

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
,460	,040	,364	,556

2. Treatment

Dependent Variable: feces

Treatment	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
HP	,484	,058	,348	,621
LP	,436	,058	,299	,572

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Avg-Sacco abocel

Treatment	Period	Mean	Std. Deviation	N
HP	1	17,6039	8,62287	3
	2	19,8053	8,66163	3
	Total	18,7046	7,82336	6
LP	1	20,3062	7,80680	3
	2	7,5275	4,01536	3
	Total	13,9169	8,93402	6
Total	1	18,9551	7,50406	6
	2	13,6664	9,03782	6
	Total	16,3107	8,38763	12

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Avg-Sacco abocel

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Corrected Model	152,677 ^a	2	76,338	1,106	,372	,197
Intercept	3192,474	1	3192,474	46,253	,000	,837
Treatment	68,767	1	68,767	,996	,344	,100
Period	83,910	1	83,910	1,216	,299	,119
Error	621,198	9	69,022			
Total	3966,349	12				
Corrected Total	773,875	11				

a. R Squared = ,197 (Adjusted R Squared = ,019)

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Dependent Variable: Avg-Sacco abocel

Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
		Lower Bound	Upper Bound
16,311	2,398	10,885	21,736

2. Treatment

Dependent Variable: Avg-Sacco abocel

Treatment	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
HP	18,705	3,392	11,032	26,377
LP	13,917	3,392	6,244	21,589

3. Checklist schriftelijk rapporteren

Checklist Schriftelijk Rapporteren

Naam: Annemiek Werners

Klas: 4DV

Datum: 23-09-2021

Titel verslag/rapport: Afstudeerwerkstuk

Nadat jij je verslag/rapport hebt gecontroleerd met behulp van deze checklist, voeg je deze toe als bijlage. Zonder de ingevulde checklist vindt er geen beoordeling plaats. De assessor controleert met deze checklist je rapport/verslag. De beoordelingscriteria die met een * zijn aangegeven, zijn de zogenaamde 'killing points'. Indien de assessor meer dan vijf 'killing points' heeft aangekruist, dien je het rapport/verslag op alle onvoldoende onderdelen te verbeteren. Voor de herbeoordeling moet je ook de oude versie inleveren. In het afstudeerwerkstuk zijn geen 'killing points' toegestaan! AANVINKEN WAT NIET IN ORDE IS!

1. Het taalgebruik:

- ☐ Bevat niet meer dan drie grammaticale, spel- en typefouten per duizend woorden*
- Bij meer dan drie fouten per duizend woorden is het rapport/verslag afgekeurd!**
- ☐ Heeft een adequate interpunctie*
- ☐ Is afgestemd op de gekozen doelgroep (juiste stijl)*
- ☐ Laat een zakelijke en actieve schrijfstijl zien*
- ☐ Bevat geen persoonlijke voornaamwoorden*

2. Het rapport/verslag:

- ☐ Is ingebonden (hard copy)*
- ☐ Is vrij van plagiaat* (zie onderwijsexamenregeling)

3. De omslag:

- ☐ Bevat de titel
- ☐ Vermeldt de auteur(s)

4. De titelpagina/het titelblad:

- ☐ Heeft een specifieke titel*
- ☐ Vermeldt de auteur(s)*
- ☐ Vermeldt de plaats en de datum*
- ☐ Vermeldt de opdrachtgever(s)*

5. Het voorwoord:

- ☐ Bevat de persoonlijke aanleiding tot het schrijven van het rapport/verslag
- ☐ Bevat persoonlijke bedankjes (persoonlijke voornaamwoorden toegestaan)

6. De inhoudsopgave:

- ☐ Vermeldt alle genummerde onderdelen van het rapport/verslag*
- ☐ Vermeldt de samenvatting en de bijlage(n)
- ☐ Is overzichtelijk
- ☐ Heeft een correcte paginaverwijzing

7. De samenvatting:

- ☐ Is een verkorte versie van het gehele rapport/verslag
- ☐ Bevat conclusies
- ☐ Bevat geen persoonlijke mening
- ☐ Is gestructureerd
- ☐ Is zakelijk geschreven
- ☐ Staat direct na de inhoudsopgave

8. De inleiding (toelichting op intranet):

- ☐ Is hoofdstuk 1*
- ☐ Beschrijft het grotere kader en aanleiding
- ☐ Beschrijft inhoudelijke achtergrondinformatie*
- ☐ Formuleert het probleem/de onderzoeksvraag*
- ☐ Vermeldt het doel*
- ☐ Bevat een leeswijzer voor het rapport/verslag*

9. Materiaal en methode:

- ☐ Beschrijft de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Past bij de onderzoeksvraag/vragen*
- ☐ Beschrijft de variabelen/eenheden
- ☐ Beschrijft de methode van data-analyse

10. De (opmaak van de) kern:

- ☐ Bestaat uit genummerde hoofdstukken en (sub)paragrafen (maximaal drie niveaus)*
- ☐ Deze zijn verschillend in opmaak*
- ☐ De hoofdstukken en (sub)paragrafen hebben een passende titel
- ☐ Een hoofdstuk beslaat ten minste één pagina
- ☐ Een nieuw hoofdstuk begint op een nieuwe pagina
- ☐ De zinnen lopen door (geen 'enter' binnen een alinea gebruiken)
- ☐ De figuren zijn (door)genummerd en hebben een passende titel (onder de figuur)*
- ☐ De tabellen zijn (door) genummerd en hebben een passende titel (boven de tabel)*
- ☐ Tabellen en figuren zijn zelfstandig te begrijpen
- ☐ In de tekst zijn er verwijzingen naar figuren en/of tabellen*
- ☐ De tekst bevat verwijzing naar de desbetreffende bijlage(n)
- ☐ De tekst is ook zonder verwijzingen te begrijpen
- ☐ De pagina's zijn genummerd*

11. De discussie:

- ☐ Bevat een vergelijking met relevante literatuur
- ☐ Geeft de valide argumentatie weer
- ☐ Evalueert de gebruikte onderzoeksmethode
- ☐ Bevat een kritische reflectie op de eigen bevindingen (zie toelichting op intranet)

12. De conclusies en aanbevelingen:

- ☐ De conclusies zijn gebaseerd op relevante feiten
- ☐ De aanbevelingen zijn gebaseerd op relevante feiten
- ☐ Bevatten geen nieuwe informatie*

13. De bronvermelding:

- ☐ In de tekst is conform de geldende APA-normen* (zie intranet Mediatheek)

14. De literatuurlijst:

- ☐ Is opgesteld conform de geldende APA-normen* (zie intranet Mediatheek)

15. De bijlagen:

- ☐ Zijn genummerd
- ☐ Zijn voorzien van een passende titel
- ☐ Bevatten geen eigen analyse