

Effect van vocht en melasse op brokkwaliteit



Jan-Willem Bos

2021

Effect van vocht en melasse op brokkwaliteit

Afstudeerwerkstuk

Auteur

Naam: Jan-Willem Bos

Email: 3024555@aeres.nl

Studie: Bedrijfskunde & Agrifoodbusiness

Opdrachtgever

Instituut: Aeres Hogeschool Dronten

Adres: De Drieslag 4 8251 JZ Dronten

Coach

Naam: Sander Lourens

Email: s.lourens@aeres.nl

Plaats: Dronten

Datum: 8 december 2021

DISCLAIMER:

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haaropleiding. 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 'effect van vocht en melasse op brokkwaliteit'. In dit onderzoek worden de mogelijkheden onderzocht om het aandeel melasse in afmestbrok voor varkens te verlagen door het aandeel vocht te verhogen met behoud van voldoende kwaliteit. Dit onderzoek is uitgevoerd om te voldoen aan de afstudeereisen van de bachelor Bedrijfskunde en Agrifoodbusiness aan Aeres Hogeschool te Dronten. In de periode van juli 2021 tot en met december 2021 bezig geweest met het schrijven en uitvoeren van dit onderzoek.

Dit afstudeerwerkstuk voldoet aan de eisen zoals gesteld in de 'Checklist schriftelijk rapporteren', welke is bijgevoegd in Bijlage 1. Voor de bronvermelding is de zesde editie van de APA richtlijnen aangehouden.

Graag wil ik de heer Lourens bedanken voor zijn begeleiding bij de totstandkoming van dit afstudeerwerkstuk.

Ik wens u veel leesplezier.

Jan-Willem Bos
Dronten, 11 december 2021

Inhoudsopgave

1. Inleiding.....	7
1.1 Productieproces	8
1.1.1 Deeltjesgrootte verkleinen.....	9
1.1.2 Mengen	9
1.2 Persen	10
1.2.1 Capaciteit voorverdichter	11
1.2.3 Toevoegen van vet	11
1.2.4 Temperatuur, vocht en suikers.....	11
1.3 Brokbinders.....	13
1.4 Kwaliteit brok.....	13
1.4.1 hardheid test	14
1.4.2 Slijtvastheid test	14
1.4.3 Streefwaarden	15
1.5 Kosten brok persen	15
1.6 Knowledge gap	15
1.7 Hoofdvraag en deelvragen	16
1.8 Doelstelling	16
1.9 Relevantie	16
1.10 Leeswijzer.....	16
2. Materiaal en methode.....	17
2.1 Broksoort	17
2.2 Proefopzet.....	17
2.3 Analyse.....	18
Hoofdstuk 3. Resultaten.....	19
3.1. Effect melasse op brokkwaliteit.....	19
3.2 Effect toegediend vocht op brokkwaliteit	20
3.3 Vergelijking van de verschillende testruns.....	21
4. Discussie	23
4.1 Deelvraag 1.....	23
4.2 Deelvraag 2.....	23
4.3 Deelvraag 3.....	23
4.4 Deelvraag 4.....	23
4.5 Methode	23
4.6 Resultaten ten opzichte van de streefwaarden	24
4.7 Afwijkende resultaten ten opzichte van literatuur	26
4.7.1 Afwijkend resultaat 1	26
4.7.2 Afwijkend resultaat 2	26
4.7.3 Verklaring afwijkende resultaten	26

5. Conclusies en aanbevelingen	27
5.1 Deelvraag 1.....	27
5.2 Deelvraag 2.....	27
5.3 Deelvraag 3.....	27
5.4 Deelvraag 4.....	27
5.4 Hoofdvraag.....	27
5.6 Conclusie en aanbevelingen.....	28
Bronnenlijst	29
Bijlage 1: Checklist schriftelijk rapporteren.....	32
Bijlage 2: Productielijn van de onderzoekslocatie.....	33

Samenvatting

De aanleiding van dit rapport is een vraagstuk wat voortkwam uit het bedrijfsleven. De nutritionist van een veevoerbedrijf wilde graag weten of het mogelijk is om het aandeel melasse te in vleesvarkensvoer te verlagen door meer vocht toe te dienen op de menger. Dit is een relevant vraagstuk voor veevoer bedrijven, omdat het verlagen van melasse een kostprijs verlaging teweeg kan brengen op momenten dat melasse duur wordt aangeboden in de markt. Wel is een vereiste dat de brok die geproduceerd wordt van voldoende kwaliteit is. Daarom is de volgende onderzoeksvraag geformuleerd:

‘Met welk gehalte vocht in de menger kan afmestbrok voor vleesvarkens van voldoende kwaliteit geproduceerd worden met een verlaagd aandeel melasse?’

Om deze onderzoeksvraag te beantwoorden is er een praktijkonderzoek opgezet in een bestaande mengvoerfabriek om zo runs met verschillende % vocht en melasse te produceren. Deze verschillende runs zijn vervolgens geanalyseerd op hardheid, slijtvastheid, vocht % in de brok en op stroomverbruik. Uit de resultaten blijkt dat bij een samenstelling van 2% vocht en 0% melasse de slijtvastheid stijgt met 0,96% ten opzichte van 2% vocht en 2% melasse. Ook blijkt dat bij toevoeging van 3% toegevoegd vocht op de menger het vocht percentage in de brok significant hoger wordt met 0,83% ten opzichte van 1% toegevoegd vocht op de menger.

De conclusie van het onderzoek is dat er bij toevoeging van 2% vocht op de menger vleesvarkensbrok van voldoende kwaliteit geperst kan worden met een verlaagd aandeel melasse van 0%. Verdere aanbevelingen zijn een vergelijkbaar onderzoek te doen met rundveevoer en om ook een onderzoek te doen naar het verlagen van het aandeel stoom door het verhogen van % vocht toegediend op de menger.

Summary

Motivation to start this research is a problem that arised in the business world. The nutritionist of an animal feed company wanted to know whether it was possible to reduce the amount of molasses in pig feed by adding more liquid to the mixer. This is a relevant issue for animal feed companies, because reducing the amount of molasses can reduce the cost price when the market price of molasses is high. However, it is a requirement that the pellet that is produced with less molasses is of sufficient quality. Therefore, the following research question was formulated:

'With which level of moisture in the mixer can fattening pork pellets of sufficient quality be produced with a reduced share of molasses?'

To answer this research question, a practical study was set up in an existing pellet feed factory to produce runs with different percentages of moisture and molasses. These different runs were then analysed for hardness, wear resistance, moisture percentage in the pellet and energy usage. The results show that for a composition of 2% moisture and 0% molasses, the wear resistance increases by 0.96% compared to 2% moisture and 2% molasses. It also appears that when 3% moisture is added to the mixer, the moisture percentage in the pellet becomes significantly higher by 0.83% compared to 1% moisture added to the mixer.

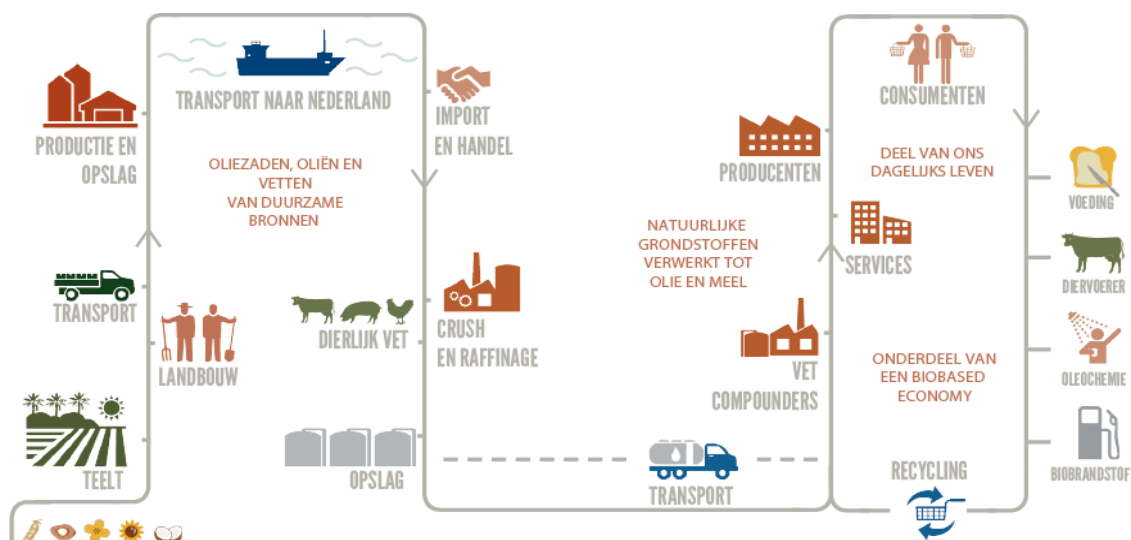
The conclusion of the research is that when 2% moisture is added to the mixer, fattening pork pellets of sufficient quality can be pressed with a molasses content of 0%. Further recommendations are to do a similar study with cattle feed for dairy or beef cows and also to do a study to reduce the share of steam by increasing the percentage of moisture added to the mixer.

1. Inleiding

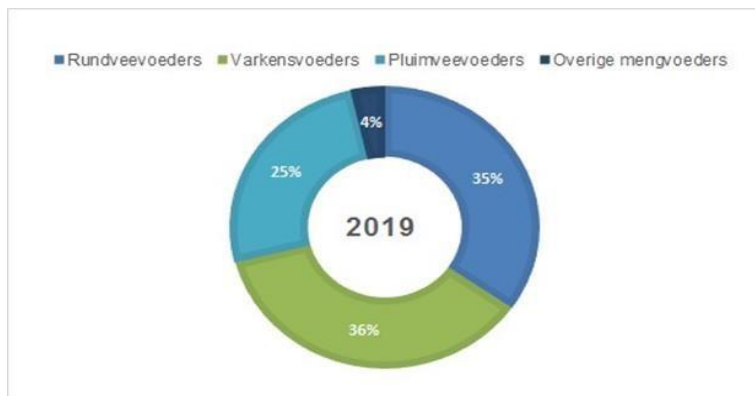
De mengvoederindustrie bevindt zich in de voedselketen tussen de grondstofleveranciers en veehouderijbedrijven (Figuur 1). Deze industrie omvat de bedrijven die veevoer produceren en verkopen. Het proces begint met het aankopen van veevoer grondstoffen. Deze worden vervolgens verwerkt tot voeders voor verschillende diercategorieën. De mengvoederbedrijven verwerken enerzijds granen en anderzijds reststromen die beschikbaar komen uit de foodindustrie (Vellenga, et al., 2013).

De mengvoederindustrie in Nederland telt ongeveer 100 bedrijven die in 2019 gezamenlijk bijna 12 miljoen ton veevoer produceerde. In Figuur 2 is te zien hoe deze tonnen verdeeld zijn per diergroep. De meeste tonnen veevoer worden afgezet aan de varkenshouderij gevolgd door de rundveehouderij en als derde de pluimveehouderij (Nevedi, 2021).

Doordat productiedieren een genetische vooruitgang blijven boeken en doordat mengvoer steeds meer maatwerk per dier en bedrijf wordt is wordt de nutritionele samenstelling steeds complexer. Ook worden de normen rondom een lagere mineralenuitstoot steeds strenger. Dit zijn zaken die naast een wisselende grondstoffenmarkt een spanningsveld opleveren op het gebied van de best mogelijke nutritionele samenstelling en een samenstelling die een goede brokwaliteit en kostprijs bewerkstelligt. (Hemmingsen et al., 2008).

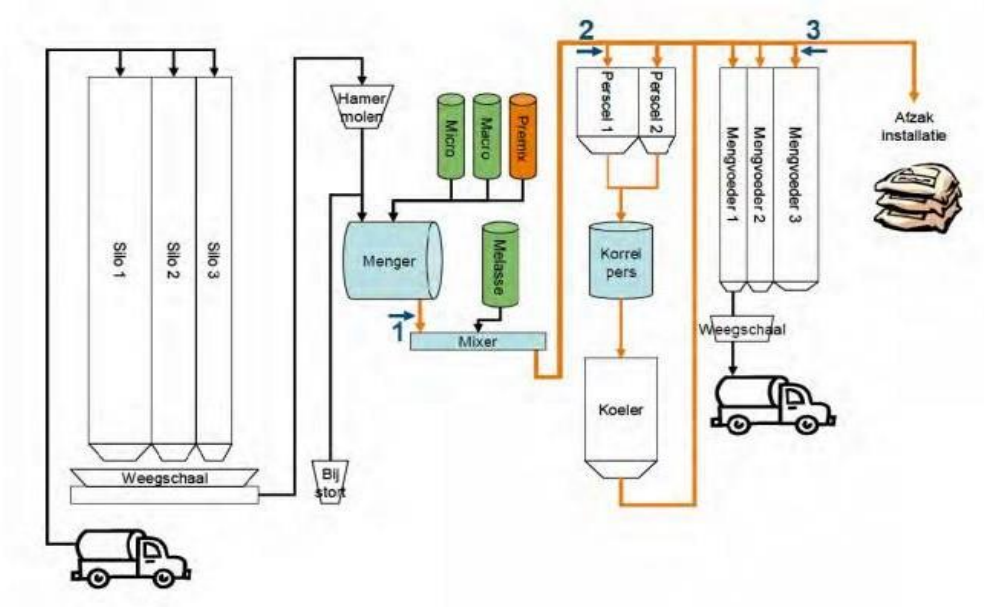


Figuur 1: Voedselketen (MVO, z.d.)



Figuur 2: Taartdiagram verdeling diergroepen (Nevedi, 2020)

1.1 Productieproces



Figuur 3: schematische weergave productieproces (Zuidema et al, 2010)

De waarde toevoeging die plaatsvindt in het productieproces van een mengvoerfabriek kan het best als volgt worden omschreven: "Het op de juiste manier bewerken (=malen, mengen, persen, verhitten etc.) van grondstoffen zodat deze optimaal geschikt zijn om in de behoefte van een dier te voorzien, tegen een zo laag mogelijke kostprijs". Om dit te bewerkstelligen zijn er verschillende deelprocessen in een mengvoerfabriek. Elke fabriek is uniek maar de productiestappen (ontvangst en opslag, maal/menglijn en perserij) zoals te zien in Figuur 3 zijn in elke fabriek waar brok wordt geproduceerd van toepassing. Dat betekent dat onderstaand processchema als een gangbaar processchema gezien kan worden (Hooglugt et al, 2014).

De aanvoer van grondstoffen kan op verschillende wijze plaatsvinden:

- scheepsontvangst met kraanlossing;
- Vrachtauto-ontvangst met stortput;
- Vrachtauto-ontvangst met druktankwagens.

Na de ontvangst worden de grondstoffen opgeslagen in silo's. Het transport in de fabriek gebeurt zowel horizontaal met sleepkettingen (Figuur 5) als verticaal met zogeheten elevatoren (Figuur 4).



Figuur 4: elevator op schaal (P. Bos, persoonlijke communicatie, 16 september 2021)



Figuur 5: Sleepketting (P. Bos, persoonlijke communicatie, 16 september 2021)

1.1.1 Deeltjesgrootte verkleinen

De variatie in vorm en afmeting van de grondstoffen maakt het noodzakelijk dat deze producten verkleind worden, dit wordt gedaan doormiddel van malen. Door het verkleinen van de deeltjesgrootte van grondstoffen ontstaan er meer contactplaatsen tussen de verschillende deeltjes. Deze toename van aantal contactplaatsen bevordert de warmte –en vochtdiffusie in het persmengsel. (Behnke, 2014; Muramatsu, Massuquetto, Dahlke & Maiorka, 2015). Onderzoek van Wondra, Hancock, Behnke, Hines & Stark (1995) toont een toename in slijtvastheid van 78,8% tot 86,4% van de brok bij een kleinere deeltjesgrootte van grondstoffen. Er kan hiermee gesteld worden dat significante verlagen van deeltjesgrootte invloed heeft op de brokkwaliteit.

Het verkleinen van deze producten kan op verschillende manieren gedaan worden, maar het malen met een hamermolen komt het meeste voor (Figuur 6). Hamermolens werken volgens het principe van slaan. Door slagwerking vindt een zodanige vormverandering plaats, dat daarbij afhankelijk van de taatheid van het product gehele of gedeeltelijke verkleining van het product plaatsvindt. Het principe berust op het met grote snelheid slaan met een hard voorwerp (hamer) tegen het product dat zich vrij in de maalruimte beweegt. De wand bestaat gedeeltelijk uit hard materiaal met groeven (breekplaat) en gedeeltelijk uit een zeefplaat met gaatjes. Brosse, harde producten zullen snel uit elkaar vallen, taaie producten daarentegen zullen vaker geraakt moeten worden, voordat voldoende verkleining heeft plaatsgevonden. De grootte van de openingen in de zeefplaat bepaalt de maximale deeltjesgrootte van het gemalen product.



Figuur 6: Hamermolen (Dinnissen, z.d.)

De verteerbaarheid van de brok wordt ook beter als de deeltjesgrootte van de grondstoffen kleiner is. Dit komt doordat de kleinere deeltjes ervoor zorgen dat de enzymen in het verteringsstelsel van het varken meer oppervlakte hebben om op aan te grijpen. Hierdoor worden de grondstoffen sneller afgebroken wat de vertering ten goede komt. De keerzijde van een te kleine deeltjesgrootte is een onvolledige menging van de inhoud van de maag, doordat er een snelle passage naar de darm plaatsvindt. Dit vergroot de kans op maagzweren (ABZ Diervoeding, 2021). De juiste deeltjesgrootte zorgt voor een betere voederconversie (J. Geurts, 2019).

1.1.2 Mengen

Afhankelijk van het recept worden tijdens het mengen additieven zoals vitamines en vloeistoffen op de menger toegevoegd. Na het mengproces kan tijdens het afvoeren van de charge met een continuumixer nog een vloeistof zoals melasse aan het mengsel worden toegevoegd. Aan het eind van de lijn worden de gemengde producten direct opgeslagen als gereedmeel in gereedproduct silo's of het gaat naar zogenaamde persmeelcellen. Er kunnen tijdens het mengen naar wens vloeistoffen op de menger worden toegevoegd. Na het menger kan er in de zogehete continuumixer ook nog een vloeistof als melasse worden toegevoegd. Nadeze stappen wordt het product opgeslagen in gereed product silo's of in persmeelcellen. De producten die naar de persmeelcellen gaan zullen verwerkt worden tot brok en zullen daarna ook afgevoerd worden naar de gereedproductsilo's. Vanuit deze silo's worden de producten verladen of afgezaakt. (Dinnissen, 2021). Gezien de aanleiding van dit rapport zal het persproces verder worden uitgediept dan de voorgaande processen.

1.2 Persen

Persen is waardevol in het proces van veevoederproductie voor varkens, omdat het positieve invloed heeft op groei, dagelijkse voeropname en voederconversie ($VC = \text{groei} / \text{voeropname}$) (Fahrenholz, 2012). Er zijn in het verleden onderzoeken gedaan naar de effecten van geperst voer op de prestaties van varkens. De conclusies uit deze onderzoeken geven het positieve effect weervan het persen van varkensvoer. Zo zou de dagelijkse groei stijgen ($P < 0.01$) en de voederconversie dalen ($P < 0.001$) met 5 en 7% (Wondra et al., 1995).

Sommige verschillen in voederconversie kunnen te maken hebben met de leeftijd van het varken. Volgens onderzoek van Skoch et al. (1983) blijkt dat er geen significante verschillen in voederconversie zijn bij jong gespeende biggen ($p > 0.05$) terwijl er bij het zelfde experiment bij vleesvarkens een verbetering was van voederconversie ($p < 0.05$) met geperst voer ten opzichte van meel.

Het persen van mengvoer gebeurt naast de verbetering van VC om de volgende redenen:

- Verbeteren van smaak;
- Verminderen van stof;
- Veranderen van loopeigenschappen;
- Het afdoden van micro-organismen;
- Ontsluiting van grondstoffen;
- Er ontstaat een mogelijkheid om een coating aan te brengen op de brok;
- Flexibiliteit vergroten in formulering door alternatieve grondstoffen mogelijk te maken;
- Hogere dichtheid;
- Hogere/snellere opname dan meel;
- Geen selectie en/of ontmenging (Thomas & Van der Poel, 2020; E. Steenhuis, persoonlijke communicatie, 24 maart 2021).

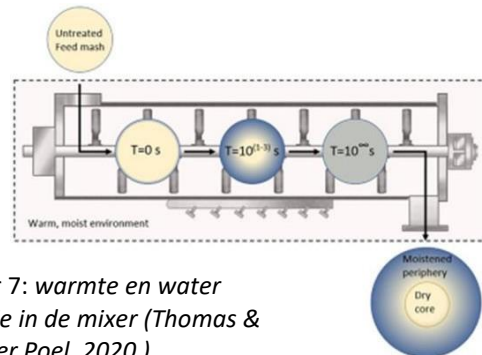
Onderzoek heeft aangetoond dat er geen significante verschillen zijn in karkassenmerken tussen geslachte varkens die dan wel met brok of met meel zijn gevoerd (De Jong et al., 2016; Nemeček et al., 2016; Paulk en Hancock, 2015).

Persen is een hydrothermisch proces waarbij stoom, warmte en druk worden gebruikt. De gestoomde ingrediënten worden vervolgens door matrijsopeningen geperst voor vorming van korrels (Lahaye et al., 2008; Muramatsu et al., 2015). Het persproces is te verdelen in 3 deelprocessen:

- Het voor verdichten met stoom (conditionering);
- Mechanisch het voor verdichte persmeel door een matrijs heen 'persen';
- Koelen

Conditionering omvat het mengen van voerdeeltjes met stoom, inclusief het opwarmen van de deeltjes en het toevoegen van vocht. Vocht wordt toegevoegd in de conditionerkamer en dient om de buitenkant van de voederbrijdeeltjes in de persmatrijs te smeren. Voerdeeltjes worden verzacht na diffusie van water in deze deeltjes. Op deze manier is voederconditionering (Figuur 7) een cruciale stap bij het produceren van pellets van hoge kwaliteit. Wanneer een goed conditioneringsproces wordt toegepast, resulteert dit in brok met een goede hardheid en slijtvastheid. Daarnaast resulteert dit in een laag energieverbruik en een lage matrijsslijtage (Thomas & Van der Poel, 2020).

Hoewel de stoomkwaliteit kan variëren, is de temperatuur tijdens het conditioneren relatief eenvoudig te regelen door de hoeveelheid stoom die aan de voeding wordt toegevoegd te regelen. Het gemiddelde vochtgehalte wordt in de conditioner verhoogd met ongeveer 30-40 g / kg. Spatio-temporele vochtverdeling verschilt in voederbrijdeeltjes afhankelijk van het basisvochtgehalte, het vochtgehalte aan het oppervlak, de grootte van de deeltjes, de diffusiesnelheid, het soort materiaal en de filmweerstand aan het oppervlak van de deeltje waardoor het vocht moet diffunderen (Thomas & Van der Poel, 2020).



Figuur 7: warmte en water diffusie in de mixer (Thomas & Van der Poel, 2020)

1.2.1 Capaciteit voorverdichter

Het is mogelijk om de verblijfstijd in de voorverdichter aan te passen. Dit is te regelen door de het sturen van de toevoer capaciteit van het persmeel. Bij een lage toevoer capaciteit is de verblijfstijd langer wat de kwaliteit van de brok verbeterd. Een lage capaciteit heeft echter weer negatieve gevolgen voor de vaste en variabele kosten van het proces. Daardoor is het raadzaam de capaciteit niet lager in te stellen dan nodig is voor voldoende brokkwaliteit. (H. Vink, persoonlijke communicatie, 24 maart 2021).

1.2.3 Toevoegen van vet

Veel vet in samenstelling kan resulteren in een moeilijk persproces en een lage brokkwaliteit. In veel productiefabrieken is de mogelijkheid aanwezig om het vet na het persen op de brok te sprayen. Door deze toepassing kan de optimale nutritionele samenstelling behouden worden en ook kan de brok beter geperst worden met een hogere kwaliteit. (H. Vink, persoonlijke communicatie, 24 maart 2021). Vet werkt als smeermiddel en verhoogt hierdoor de capaciteit van de pers. Door de geringe wrijving zal de kwaliteit van de korrel niet erg goed zijn. Vet wordt daarom voor een deel ook wel na het persen toegevoegd (H. Vink, persoonlijke communicatie, 24 maart 2021).

1.2.4 Temperatuur, vocht en suikers

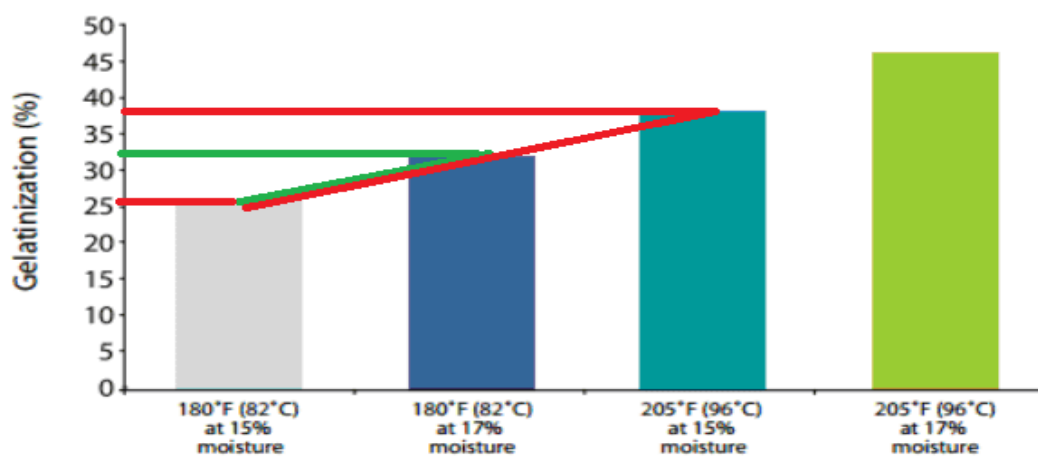
De hoeveelheid stoom bepaalt de temperatuur van het te persen persmeel. De praktijk wijst uit dat een hoge temperatuur zorgt voor een hoge capaciteit. Deze hoge capaciteit heeft een positieve werking op de kosten. Als de temperatuur te hoog wordt dan kan dat tot storingen leiden, daarom is een goede dosering en constante aanvoer van goot belang. Ook heeft een hoge temperatuur een positief effect op het afdoden van bacteriën. (H. Vink, persoonlijke communicatie, 24 maart 2021).

Vochtverspreiding is erg belangrijk, maar er wordt benadrukt dat het een erg langzaam proces is in vergelijking met dat van de warmteoverdracht. Waar warmte diffusie snel is, is waterdiffusie ongeveer 100 keer langzamer om het deeltje te hydrateren (Bouvier & Campanella, 2014). Deze verschijnselen resulteren in een ongelijkmatige verdeling van water in en over de deeltjes van het voer. Zowel de deeltjesgrootte als het gehalte aan nutriënten van de deeltjes zullen de vochtgradiënt beïnvloeden tijdens het conditioneren en de daaropvolgende stap van het pelletteren en afkoelen (Hemmingsen et al., 2008).

Brokkwaliteit wordt beïnvloed door de plaats waar vocht wordt toegevoegd in het proces. Het kan toegevoegd worden in de vorm van stoomconditionering of het kan worden toegevoegd in de menger. Onderzoek van Gilpin, Herrman, Behnke & Fairchild (2002) toont een positieve relatie tussen water in het persmeel en hardheid van de brok. In dit onderzoek is gebruik gemaakt van 12 tot 15 procent toevoeging van vocht op de menger. Het gebruik van 14% vocht op de menger geeft een optimaal resultaat van de brokkwaliteit.

Bij de processtap conditionering worden gecontroleerde hoeveelheden warmte en vocht toegevoegd, dit resulteert in gedeeltelijke gelatinisatie van zetmeel. Zetmeel-gelatinisatie is een proces waarbij de intermoleculaire bindingen van zetmeelmoleculen worden afgebroken in aanwezigheid van water en warmte. Hierdoor lost de zetmeelkorrel op in water. Bovendien fungeert gelatinisatie van zetmeel geproduceerd tijdens de conditionering als een smeermiddel in de gaten van de persmatrijs. Wanneer de brok in de koeler lang genoeg wordt afgekoeld, zal het zetmeel zichzelf opnieuw rangschikken de voorafgaande structuur. Dit proces wordt retrogradatie (terugkeren in oude vorm) genoemd. (La Meccanica, z.d.).

Het vocht in het voer dat in de conditioner wordt verwerkt, dient als leiding voor de overdracht van de warmte naar de voerdeeltjes. Studies hebben aangetoond dat toevoeging van vocht aan het persmeel een positief effect heeft op het conditioneringsproces (Gilpin et al. 2002). Het positieve effect van vocht op het percentage gelatinisatie is weergegeven in figuur 8. De combinaties van warmte en hydratatie tijdens het pelletiseren verstoort zetmeelmoleculen waardoor gelatinering ontstaat, waardoor de duurzaamheid en verteerbaarheid van de pellets verbetert (La Meccanica, z.d.).



Figuur 8: Invloed van warmte en vocht op gelatinisatie (La Meccanica, z.d.).

Naast toegevoegd vocht kunnen bindingseigenschappen van suikers optreden via herkristallisatie van suikers of de vorming van een glas na afkoeling (Thomas et al., 1996). In het experiment hierin verbeterde het verhogen van suiker in het mengsel de kwaliteit van de pellets met alle maten van PDI. Het opnemen van suiker verhoogt de weerstand op het grensvlak tussen voer en matrijs (Thomas et al., 1996).

Door suiker toe te voegen stijgt het stroomverbruik van de korrelpers, dit is te wijten aan een hogere weerstand in de matrijs door herkristallisatie na afkoeling van opgeloste suikers (Thomas & Van der Poel, 2020). Deze zelfde herkristallisatie zorgt ook voor een stevige binding tussen voerdeeltjes (Aumaitre et al.). In combinatie met voldoende water mag hierdoor een positief effect verwacht

worden met betrekking tot de hardheid van de brok (Thomas & Van der Poel, 2020). Deze effecten zijn bijvoorbeeld te verkrijgen door het toevoegen van melasse, dit is aangetoond in onderzoek van Dunmire et al. (2020).

Toevoeging van suiker verhoogt de kans op een Maillard-reactie. Deze reactie is een reactie tussen reducerende suikers en aminozuren onder invloed van vocht en warmte, deze maakt het product donkerder en stroperiger (Thomas et al., 1996). Wanneer de betreffende moleculen polymeriseren kunnen ze als vulmiddel werken (Hendriks, Moughan, Boer & Van der Poel 1994). Dit is positief voor het binden van voerdeeltjes. De Maillard-reactie kan echter de voedingswaarde verminderen (Hendriks, Moughan, Boer & Van der Poel 1994).

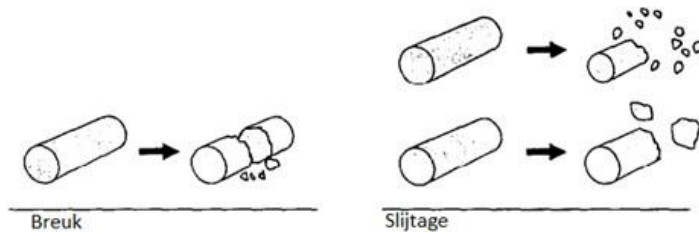
1.3 Brokbinders

Brokbinders worden door veel diervoederfabrikanten ingezet om de brokqualiteit te verbeteren. De meest gebruikte bindmiddelen zijn colloïdale kleisoorten en ligninesulfonaten, maar ook producten zoals melasse. De meeste brokbinders bieden weinig voedingswaarde en zijn daardoor in verhouding duur om in de samenstelling toe te voegen. Daardoor is het interessant om het melasse gebruik te minimaliseren en daarvoor in de plaats producten met een betere prijs/voedingswaarde verhouding toe te voegen aan de samenstelling. Er zijn gevallen waarin het gebruik van pellet bindmiddelen is gerechtvaardigd; het verdient echter meestal de voorkeur om de kwaliteit van de pellets te verbeteren met wijzigingen in de samenstelling of veranderingen in de variabelen in het persproces (Moritz, 2012).

Melasse is een restproduct uit de suikerindustrie wat overblijft na het verwerken van de suiker. Het product bestaat voor de helft uit suiker. Toevoeging van melasse in het voer verhoogt de smakelijkheid van de brok en verbetert de hardheid en slijtvastheid significant (de Vries, 2021). Doordat melasse een hoog gehalte heeft aan snelle suikers, wordt het gezien als een energierijke voeder. Het is echter ook rijk aan minerale zouten. Melasse wordt veel aan diervoeders toegevoegd om deze smakelijker te maken. De verteerbare energie van melasse vertegenwoordigt slechts 85-90% van de bruto energie; dit is zowel te wijten aan de slechte benutting van sommige onbepaalde glucosefracties als aan de bescheiden aanwezigheid van niet-eiwit stikstofhoudende stoffen. Om deze reden kan de netto-energie op ongeveer 1536-1616 kcal/kg rietmelasse worden geschat. In de praktijk kan, wat de energievoorziening betreft, geschat worden dat 100 gram maïs of gerst vervangen kan worden door respectievelijk 140 of 125 g melasse (Mordenti, Giaretta, Campidonio, Parazza & Formigoni, 2021).

1.4 Kwaliteit brok

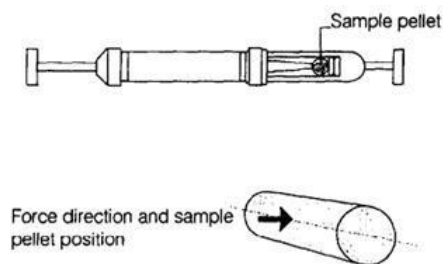
Nadat de brok geperst is krijgt de brok nog te maken met verschillende invloeden tijdens transport en opslag. Vanaf de productielijn worden de brokken afgevoerd met elevators en sleepkettingen naar een gereedproductsilo, daarna wordt het product geladen in een bulkauto en als laatste wordt het bij de varkenshouder met behulp van luchtdruk in een opslagsilo geblazen. Vanuit deze opslagsilo wordt de brok weer met vijzels naar de voederbak van de varkens getransporteerd. Al deze transport handelingen werken kracht uit op de brok wat kwaliteitsverlies met zich meebrengt. Dit kwaliteitsverlies is onder te verdelen in breuk en slijtage (Figuur 9). Beide hebben invloed op de deeltjesgrootte en de dichtheid van de brok. Om breuk te voorkomen moet de brok voldoende hardheid hebben en voor minimale slijtage dient de slijtvastheid van de brok voldoende te zijn (Thomas & Van der Poel, 2020).



Figuur 9: Beuk en slijtage (Bron: Thomas & van der Poel, 1996)

1.4.1 hardheid test

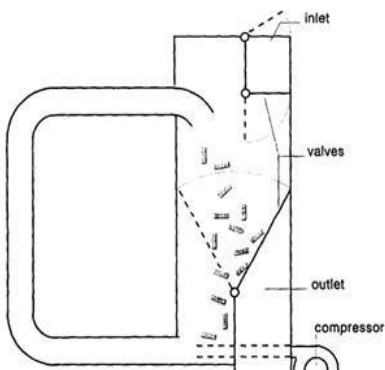
De hardheid wordt bepaald met behulp van apparatuur die de kracht meet die nodig is om een brok te breken. Een veelgebruikt apparaat dat in de industrie wordt gebruikt om de hardheid van brokken te testen is de Kahl-tang (Figuur 10). In deze tang wordt een brok onder druk gezet doordat de tang dicht wordt gedraaid totdat de brok breekt. Op de tang is het aantal kilogrammen druk af te lezen waarbij de brok breekt. Om een betrouwbaar beeld te krijgen wordt het gemiddelde genomen van meerdere brokken uit een batch (Thomas & Van der Poel, 1996).



Figuur 10: Kahl-tang (bron (Thomas & van der Poel, 1996)

1.4.2 Slijtvastheid test

De slijtvastheid kan worden gemeten door de Holmen brokkentester (Figuur 11). Deze testmethode simuleert een behandeling op basis van luchtdruk. Er wordt een gezeefd monster van 100 gram in het apparaat gedaan en vervolgens wordt de brok een vooraf bepaalde tijd (30 seconden tot 120 seconden) rondgeblazen door het circuit met bochten. Daarna wordt het monster weer gewogen en kan berekend worden hoeveel gram brok is veranderd in gruis. Het aantal overgebleven grammen brok is het kengetal voor de slijtvastheid (Thomas & Van der Poel, 1996).



Figuur 11: Holmen slijtvastheid meter (Bron: Thomas & van der Poel, 1996)

1.4.3 Streefwaarden

De streefwaarde voor de hardheid is afhankelijk van diersoort en leeftijd (Tabel 1). Jonge dieren hebben een zachtere brok nodig omdat deze die makkelijker kunnen verteren. Oudere dieren een hardere brok zodat de opname hoger is. (E. Steenhuis, persoonlijke communicatie, 24 maart 2021). De streefwaarde voor slijtvastheid is voor alle brokken >94. (E. Steenhuis, persoonlijke communicatie, 24 maart 2021) Er zijn geen technische normen voor het droge stofgehalte, maar met decalculatie van de verkoopprijzen wordt uitgegaan van een droge stof gehalte van 88%. In de praktijk blijken veel monsters een droge stof gehalte te hebben tussen de 88 en 89%. Een dusdanig hoog droge stof gehalte is ook van belang voor de houdbaarheid van het product (P. Bos, persoonlijke communicatie, 20 september 2021).

Tabel 1: Streefwaarden hardheid (E. Steenhuis, persoonlijke communicatie, 24 maart 2021)

	Kuiken	Big	vleesvarke n	Zeug	Rund	Geit	konijn
3 mm brok	1,5 – 2	<2,5	3		3,5	3,5	4,2
4 mm brok		3	3,5 - 4	3,5	3,5 - 4	4	
5 mm brok			4	4	4 – 4,5	4,5	
6 mm brok					4,5 – 5	5	

1.5 Kosten brok persen

Veel acties die ondernomen worden om de kwaliteit van brok brengen een verhoging van grondstofkosten met zich mee of leiden tot een reductie van de capaciteit van de persinstallatie. Het is voor een veevoerproducent belangrijk om het belang van brokpersen in een bepaalde markt te kennen, maar ook de productiekosten van het persproces. Vooral de verhouding van prijs en kwaliteit is van belang. (Behnke, 2014).

Het persproces brengt zowel vaste kosten als variabele kosten met zich mee. De machine en arbeidskosten zijn relatief vast, omdat deze kosten niet afhankelijk zijn van het volume wat geproduceerd wordt in een bepaalde periode. De variabele kosten zijn de kosten voor elektriciteit en gas. Van de variabele kosten wordt de elektriciteit doorgaans als de belangrijkste gezien om te monitoren. Stoomproductie is volgens Skoch, Binder, Deqoe, Allee & Behnke (1983) relatief communicerend met de geproduceerde tonnen en is moeilijk te beïnvloeden met kostenbesparende maatregelen.

Het verbruik van elektriciteit wordt doorgaans gemeten in kWh/ton. Het verbruik per ton is te beïnvloeden door de gekozen capaciteit, de variabelen in de samenstelling van de brok en de variabele in het persproces die invloed hebben op de motorbelasting van de persinstallatie (Fahrenheit, 2012).

1.6 Knowledge gap

Voor zover bekend is er nog geen onderzoek gedaan naar het variëren van het aandeel melasse in varkensbrok met behulp van variëren in het aandeel vocht toegevoegd in de menger. Uit het de gebruikte bronnen in dit vooronderzoek blijkt dat er veel variabelen zijn in het persproces die invloed hebben op de brokwaliteit. De set van variabelen in dit onderzoek wordt beperkt tot het aandeel melasse in de brok en het aandeel vocht dat in de menger wordt toegevoegd. Het is op dit moment onvoldoende duidelijk of het veranderen van de instelling van deze variabele of een combinatie van het veranderen van meerdere variabelen ervoor kan zorgen dat het aandeel melasse in de brok verlaagd kan worden met behoud van voldoende kwaliteit brok.

1.7 Hoofdvraag en deelvragen

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt als volgt:

‘Met welk gehalte vocht in de menger kan afmestbrok voor vleesvarkens van voldoende kwaliteit geproduceerd worden met een verlaagd aandeel melasse?’

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld:

1. Welke invloed heeft het gehalte vocht in de menger in combinatie met een verlaagd gehalte melasse op de hardheid van de brok?
2. Welke invloed heeft het gehalte vocht in de menger in combinatie met een verlaagd gehalte melasse op de slijtvastheid van de brok?
3. Welke invloed heeft het gehalte vocht in de menger in combinatie met een verlaagd gehalte melasse op het vochtpercentage van de brok?
4. Welke invloed heeft het gehalte vocht in de menger in combinatie met een verlaagd gehalte melasse op het stroomverbruik van het persproces?

1.8 Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is om vast te stellen of er voldoende kwaliteit brok geproduceerd kan worden met een lager gehalte melasse en een hoger gehalte vocht in de menger. Met deze kennis kunnen bedrijven die vleesvarkensvoer produceren de kostprijs van deze voeders mogelijk verlagen, gezien het gebruik van melasse als brokbinder een duur is, omdat het een kostbaar product is en nutritioneel weinig toevoegt aan vleesvarkensvoer (P. Bos, persoonlijke communicatie, 24 september 2021).

1.9 Relevantie

Het onderzoek is relevant voor alle bedrijven en/of organisaties die geperst vleesvarkensvoer produceren, omdat met de uitkomst van het onderzoek mogelijk de kostprijs verlaagd kan worden en de kwaliteit kan mogelijk verbeteren. Met het afnemende aantal varkensbedrijven in Nederland neemt de concurrentie voor diervoederproducenten toe (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2020). Hierdoor is het aantrekkelijk om een brok te kunnen produceren tegen lagere kosten om hiermee de concurrentiepositie te verbeteren.

1.10 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 betreft de materiaal en methode. Hierin wordt de aanpak van het onderzoek beschreven. Het hoofdstuk is onderverdeeld in de volgende paragrafen: broksoort, proefopzet en analyse. Hoofdstuk 3 bevat de resultaten van het onderzoek en in hoofdstuk 4 worden de resultaten bediscussieert. Vervolgens staan in hoofdstuk 5 de conclusies en aanbevelingen beschreven.

2. Materiaal en methode

2.1 Broksoort

Het onderzoek is uitgevoerd met een brok die wordt gevoerd wordt aan vleesvarkens in de afmestfase, dit is het traject van 50 tot 120kg. In tabel 2 is de samenstelling te zien van het product 6464 'optigroei efficiënt'. De 6464 bestaat uit granen, eiwitrijke producten, bijproducten afkomstig uit de humane voedselindustrie, aminozuren, vet, vitamines en mineralen. Het product bevatte in de uitgangssituatie (op de dag van onderzoek) 2% melasse (Tabel 2), 1% vocht op de menger en heeft een vochtpercentage van 12,26% vocht. (P. Bos, persoonlijke communicatie 20-11-2021). Dit vocht is afkomstig uit de grondstoffen, stoom en ook 1% vocht wat tijdens het mengproces wordt toegediend. (P. Bos, persoonlijke communicatie, 24 september 2021) Het product 6464 was op de onderzoeksdag een voorraadproduct waarvoor 2 voorraadsilo's van 35 ton beschikbaar waren. Dit was van belang om voldoende opslag te hebben voor de testruns (P. Bos, persoonlijke communicatie, 24 september 2021).

Tabel 2: Samenstelling 6464 P. Bos, persoonlijke communicatie, 24 september 2021

6464 OPTIGROEI EFFICIENT		
GRONDSTOF OMSCHRIJVING	AFGEROND %	
TARWE FIJN		
GERST NIEUWE OOGST		
GERST GEWALST		
SOJA BRAZ. HP		
TARWEGRIES		
ROGGE		
KOOLRAAPSCHROOT OO		
MAIS FIJN		
ROBISCOPELLETS		
BIETMELASSE	2%	
LECIFEED		
HAVERDOPPEN		
VITAMINE EN MINERALEN MIX		
L-LYSINE 50%		
THREONINEMIX 30%		
CALCIUM CARBONAAT		
ZOUT		
METHIONINE		
TRYPTOFAAN 10%		

2.2 Proefopzet

De praktijkproef is uitgevoerd worden op de productielijn van P. Bos veevoerders in Ederveen. In Bijlage 2 is de opzet van de productielijn bij P. Bos veevoerders weergegeven. Ruim voor aanvang van de proef is de afdeling productie ingelicht om de desbetreffende silo te blokkeren. Dit zorgde ervoor dat op de onderzoeksdag voldoende ruimte beschikbaar was om de geproduceerde brokken van de testruns te kunnen opslaan in gereed product silo's. Tijdens de verschillende runs wordt er gebruik gemaakt van verschillende aandelen melasse en vocht in de brok, deze variabelen zijn weergegeven in Tabel 3. Testrun 1 betreft de normale samenstelling van de brok en is de controle groep. Alle runs zijn op dezelfde perslijn en op dezelfde dag geproduceerd (20 november 2021).

Tabel 3: Testruns zoals vooraf opgezet

Testrun	% vocht op menger	Stoom in graden	Rolafstand	Perscapaciteit (ton per uur)	% Melasse
1.	1%	65	1	11	2%
2.	1%	65	1	11	0
3.	2%	65	1	11	2%
4.	2%	65	1	11	0
5.	3%	65	1	11	2%
6.	3%	65	1	11	0

Van elke testrun is een batch van 10 ton brok gemaakt. Van elke run zijn 10 monsters van 500 gram brok op vaste momenten genomen. De monsters zijn genomen begint nadat er 5 ton brok was geproduceerd. De perslijn heeft een productie van 5 ton nodig voordat de stoommachine op de gewenste temperatuur is, vandaar dat er vanaf dit moment wordt begonnen met het nemen van monsters. Na het nemen van het eerste monster is er een interval van 90 seconde voor de overige 9 monsters. De 10 monsters per testrun zijn samengevoegd tot een mengmonster welke vervolgens 10 keer geanalyseerd is op hardheid, slijtvastheid en vochtpercentage. De proefopzet is samengesteld in overleg met de nutritionist van P. Bos veevoerders.

2.3 Analyse

Ieder mengmonster is getest op hardheid, slijtvastheid en vochtpercentage en daarnaast is het stroomverbruik van de testruns genoteerd. De hardheid, slijtvastheid en vochtpercentage zijn per mengmonster 10 keer getest. De hardheid is bepaald door middel van een Kahltang en de slijtvastheid wordt bepaald met een WEMO korreltester. De WEMO korreltest zal worden uitgevoerd met 100 gram mengmonster. Het vochtpercentage van het mengmonster is geanalyseerd doormiddel van een infrarood vochtmeter. Voor deze test is 2,5 gram mengmonster fijngemalen voordat het in het apparaat wordt geplaatst. Het vochtpercentage is digitaal van het apparaat af te lezen. De benodigde apparaten zijn door P. Bos veevoerders ter beschikking gesteld.

Het stroomverbruik per testrun is genoteerd in kilowatt per ton. Dit getal geeft aan hoe makkelijk de run door de pers gaat en hoeveel stroom er benodigd is om het voer geperst te krijgen. De kw/t is afgelezen op de visualisatie in de fabriek.

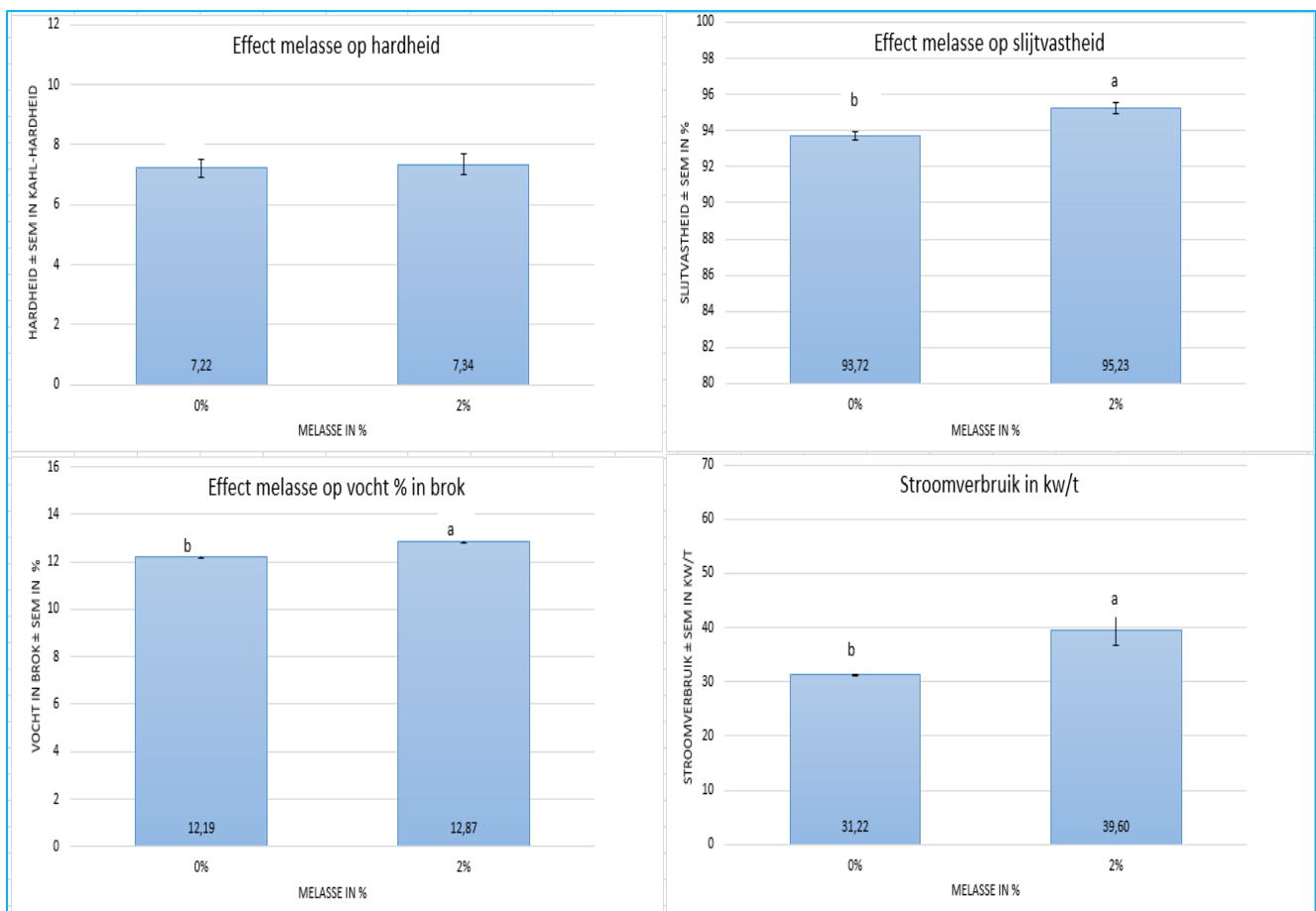
De hardheid, slijtvastheid, het vochtpercentage en het stroomverbruik zullen worden vergeleken met de controle groep. Om vast te stellen of er significante verschillen zijn in deze resultaten zal een Anova classic worden uitgevoerd (Van Heijst, 2021). De Anova classic zal worden uitgevoerd met behulp van het statistiek programma JASP. De onafhankelijke variabele in dit onderzoek betreft het vochtpercentage op de menger en de afhankelijke variabelen zijn de hardheid, slijtvastheid, het vochtpercentage in de brok en het stroomverbruik. Er is in de data analyse gezocht naar significante verschillen. De verschillen zijn significant wanneer $P < 0.05$. Dit geeft de betrouwbaarheid aan van het verschil. Bij $P < 0.05$ is de onbetrouwbaarheid minder dan 5% en kan er met 95% zekerheid gezegd worden dat een run hoger of lager scoort op een bepaalde kwaliteitswaarde. De significantie van verschillen tussen groepen is bepaald door een Ptukey test. De significante verschillen die gevonden zijn worden vergeleken met de streefwaarden die beschreven staan in 1.4.3 ook is er een terugkoppeling gemaakt naar de nutritionist van P. Bos veevoerders.

Hoofdstuk 3. Resultaten

Om de hoofdvraag van dit onderzoek te kunnen beantwoorden zullen per deelvraag de bijhorende resultaten weergegeven worden. Dit zijn de resultaten van de voerproef die op 20 november 2021 is uitgevoerd. Resultaten met een * betekent dat deze significant ($P < 0.05$) zijn. De letters in de staafdiagrammen geven de verschillen weer tussen de staven. De foutbalk in de diagram geeft de spreiding van de verschillende analyses weer, de foutbalk geeft $\pm$ SEM aan. Dit is + en de – van de standaardfout. Dit geeft een beeld aan van de spreiding tussen de verschillende herhalingen in de analyses. Doordat run 6 niet is uitgevoerd was het niet mogelijk om een 2 weg ANOVA uit te voeren. De resultaten worden daarom gepresenteerd als hoofdeffect (melasse % en toegediend vocht %) en daarna per run.

3.1. Effect melasse op brokkwaliteit

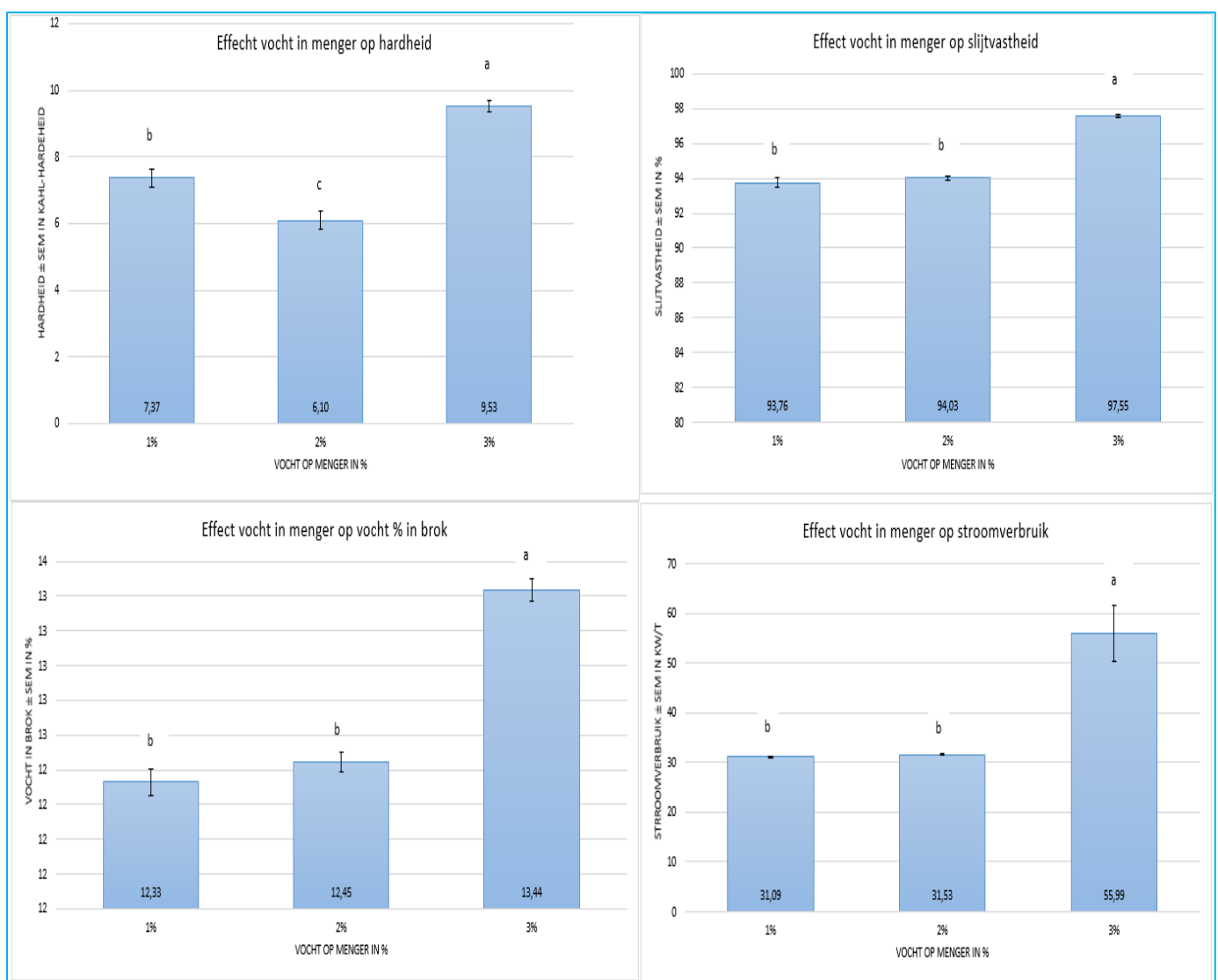
In figuur 12 is het effect te zien van melasse op hardheid, slijtvastheid, vocht % en stroomverbruik. De hardheid van de brok is vergelijkbaar bij 0 en 2% melasse. Het effect op de slijtvastheid is significant. De slijtvastheid is $1,51 \pm \text{SEM}$ % lager bij verlaging van 2% melasse ten opzichte van vleesvarkensbrok met 2% melasse. Het vocht $\pm \text{SEM}$ % in de eindbrok van de vleesvarkensbrok zonder melasse is significant lager dan de vleesvarkensbrok met 2% melasse.



Figuur 12: Effect melasse op hardheid, slijtvastheid, vocht % en stroomverbruik

3.2 Effect toegediend vocht op brokkwaliteit

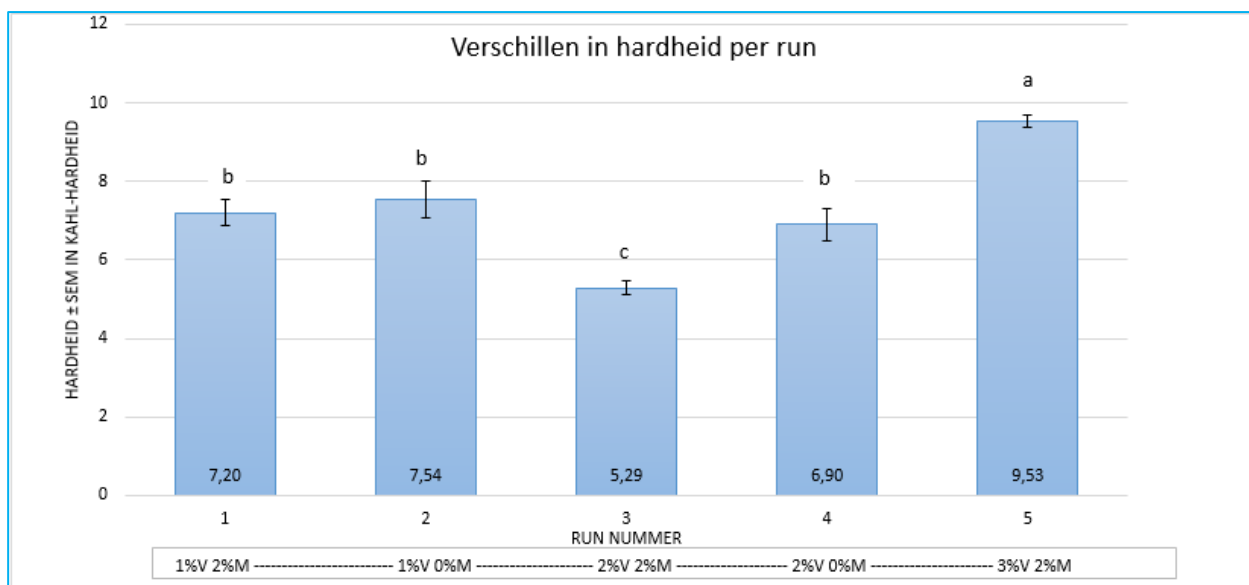
In figuur 13 is het effect te zien van vocht toegediend in de menger op hardheid, slijtvastheid, vocht % in de brok en op het stroomverbruik. In figuur 13 is te zien dat 3% toegediend vocht op zowel hardheid, slijtvastheid, vocht percentage en stroomverbruik significant afwijkt. Het significante verschil van vocht % percentage in de brok is toe te wijzen aan het verschil in toegediend vocht. De significante verschillen op hardheid, slijtvastheid, vocht % in brok en stroomverbruik zijn te wijten aan het vastlopen van de pers. Hierdoor was het noodzakelijk om de capaciteit van de voorverdichter te verlagen van 11 ton per uur naar 5 ton per uur. In hoofdstuk 1.2.1 is toegelicht welke invloed dit heeft op het persproces en de brokkwaliteit. De verschillen tussen 1% toegediend vocht en 2% toegediend vocht met betrekking tot slijtvastheid, vocht % in de brok en stroomverbruik zijn niet significant te noemen. Wel is een opvallend verschil met betrekking tot de hardheid. Hier is een verschil van $1,27 \pm \text{SEM}$ Kahl-hardheid waargenomen tussen 1% en 2% toegediend vocht op de menger. Dit is een significant verschil.



Figuur 13: Effect van vocht in de menger op hardheid, slijtvastheid, vocht % en stroomverbruik

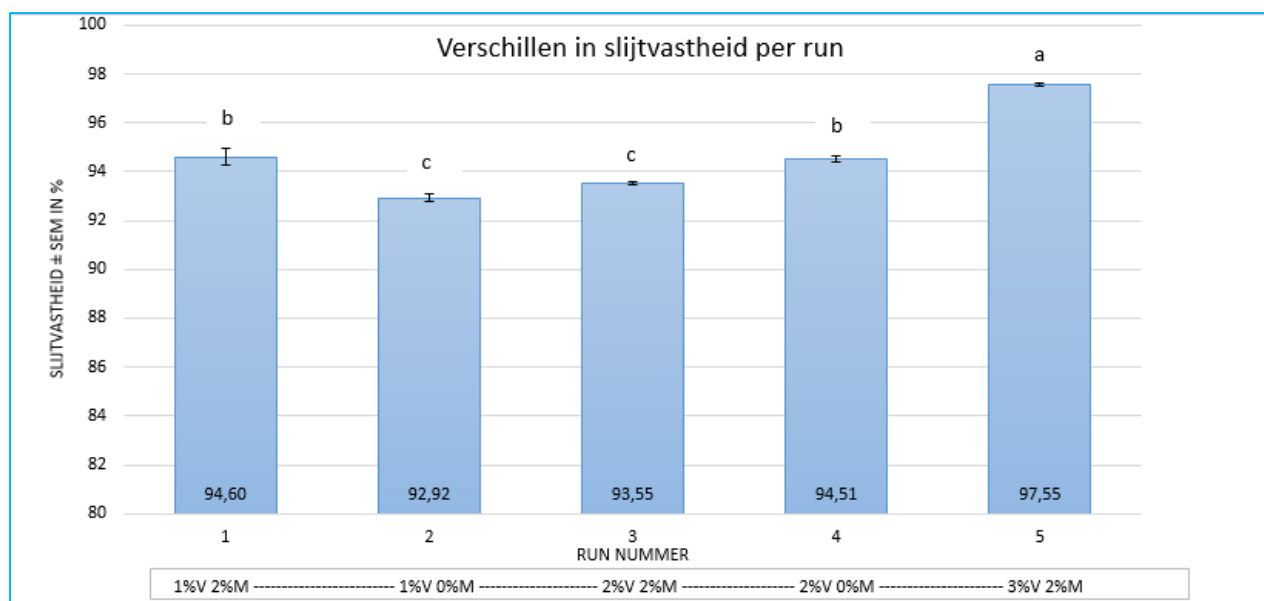
3.3 Vergelijking van de verschillende testruns

In figuur 14 zijn de verschillende runs vergeleken op de hardheid van de brok. Alle runs verschillen van elkaar op het gebied van Kahl-hardheid $\pm$ SEM. De run met de hardste brok is run 5. Deze brok is geproduceerd met 3% vocht en 2% melasse. Deze run verschilt significant met run 1,2,3 en 4. De run met de zachtste brok is run 3. Deze verschilt significant met run 1,2,4 en 5. Deze run is geproduceerd met 2% toegediend vocht en 2% melasse.



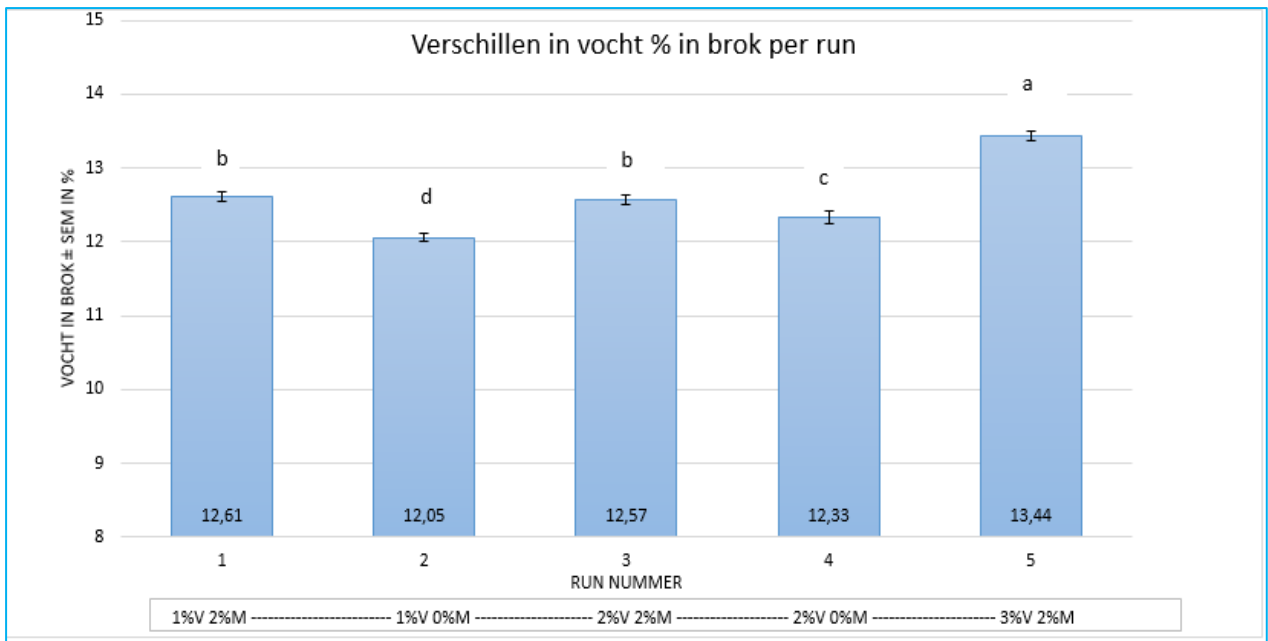
Figuur 14: Vergelijken van de runs op hardheid

In figuur 15 zijn de verschillende runs vergeleken op de slijtvastheid $\pm$ SEM in %. Run 5 heeft de hoogste slijtvastheid. Deze run is geproduceerd met 3% vocht en 2% melasse. De brok met de laagste slijtvastheid is run 2. Deze is geproduceerd met 2% toegediend vocht en 2% melasse. Alle runs wijken significant af van run 5. Run 1 en 4 wijken beide significant af van run 2 en 3.



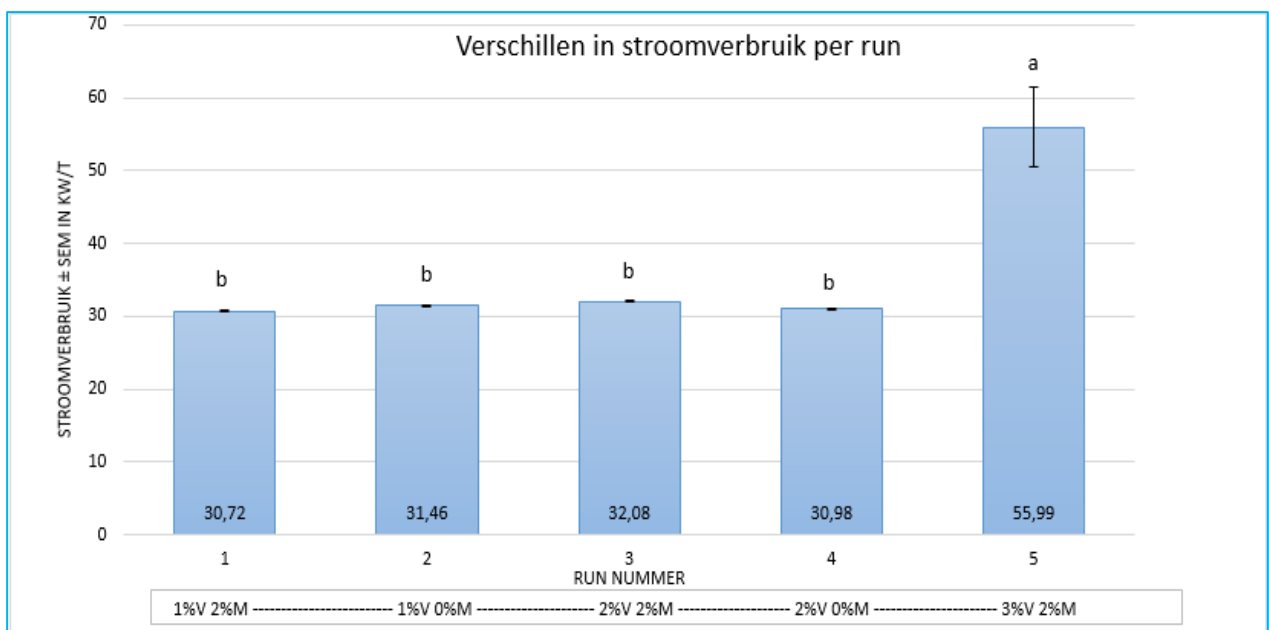
Figuur 15: Verschillen per run in slijtvastheid

In figuur 16 zijn de verschillende runs vergeleken op vocht $\pm$ SEM % in de brok. De run met het hoogste % vocht percentage in de brok is run 5. Deze is geproduceerd met 3% toegediend vocht en 2% melasse. De run met het laagste vocht % is run 2. Deze is geproduceerd met 1% toegediend vocht en 0% melasse. Run 5 wijkt significant af van run 1,2,3 en 4. Run 4 wijkt significant af van run 1,2,3 en 5. Run 1 en 3 wijken significant af van run 2, 4 en 5.



Figuur 16: Verschillen per run in vocht % in de brok

In figuur 17 zijn de verschillende runs vergeleken op stroomverbruik $\pm$ SEM in kw/ton weergegeven. Run 5 heeft het hoogste stroomverbruik. Deze run is geproduceerd met 3% toegediend vocht en 2% melasse. De run met de het laagste stroomverbruik is run 1. Deze run is geproduceerd met 1% toegediend docht en 2% melasse. Run 5 wijkt significant af van run 1,2,3 en 4. Run 1,2,3 en 4 wijken niet significant van elkaar af.



Figuur 17: Verschillen per run in stroomverbruik

4. Discussie

Het is van belang voor een goede interpretatie te vooraf te vermelden dat run 3 door bijna vastlopen van de pers is geproduceerd op 50 graden stoomtemperatuur in plaats van 65 graden stoomtemperatuur. In hoofdstuk 1.2.4 is te lezen welke invloed dit heeft. Ook moet vermeld worden dat de capaciteit bij run 5 verlaagd is naar 5 ton per uur. In hoofdstuk 1.2.1 is toegelicht welke invloed dit heeft op het persproces en de brokkwaliteit. Run 6 is op basis van run 3 en run 5 geannuleerd, omdat het risico op complicaties in de productielocatie te groot werden geacht. Ook zijn sommige verschillen te verklaren doordat melasse een vrij vochtig product is. Het droge stof gehalte van bietmelasse is 78,3% (Palmonari et al., 2020).

4.1 Deelvraag 1

‘Welke invloed heeft het gehalte vocht in de menger in combinatie met een verlaagd gehalte melasse op de hardheid van de brok?’

Bij een vochtpercentage van 1% neemt de hardheid toe als het aandeel melasse wordt verlaagd. Bij een vochtpercentage van 2% wordt de hardheid hoger als het aandeel melasse wordt verlaagd.

4.2 Deelvraag 2

‘Welke invloed heeft het gehalte vocht in de menger in combinatie met een verlaagd gehaltemelasse op de slijtvastheid van de brok?’

Bij een vochtpercentage van 1% neemt de slijtvastheid significant af als het aandeel melasse wordt verlaagd. Bij een vochtpercentage van 2% is de slijtvastheid hoger met een verlaagd aandeel melasse.

4.3 Deelvraag 3

‘Welke invloed heeft het gehalte vocht in de menger in combinatie met een verlaagd gehaltemelasse op het vochtpercentage van de brok?’

Het verlagen van de melasse zorgt voor een lager vocht % in de brok. Het effect van het toegediende vocht is bij 1 en 2% vergelijkbaar. Bij toevoeging van 3% toegevoegd vocht wordt het vocht percentage in de brok significant hoger.

4.4 Deelvraag 4

‘Welke invloed heeft het gehalte vocht in de menger in combinatie met een verlaagd gehaltemelasse op het stroomverbruik van het persproces?’

Bij een toegediend vochtpercentage van 1% vocht wordt het stroomverbruik hoger als het aandeel melasse wordt verlaagd. Bij een toegediend vocht percentage van 2% vocht wordt het stroomverbruik lager als het aandeel melasse wordt verlaagd. Bij een vochtpercentage van 3% in combinatie met een aandeel melasse van 2% loopt de pers vast, dit zorgt voor een noodzakelijke verlaging van de capaciteit wat zorgt voor een verhoging van het stroomverbruik.

4.5 Methode

Alle batches op dezelfde perslijn geperst en allen met een charge gewicht van 10.000 kilo. De bemonstering en de analysering is steeds op consequente wijze uitgevoerd. Dit staat beschreven in hoofdstuk 2 materiaal en methode. Ook zijn alle runs op dezelfde dag uitgevoerd. Vervolgens zijn de gemaakt mengmonsters 10 keer geanalyseerd op hardheid, slijtvastheid, vocht % in brok en op stroomverbruik. Door de analyses 10 keer te herhalen stijgt de validiteit van het onderzoek. Ook is door het aantal herhalingen de spreiding inzichtelijk gemaakt in $\pm$ SEM.

In het onderzoek is op bepaalde punten afgeweken van de vooraf ingestelde instellingen. Run 3 is door bijna vastlopen van de pers geproduceerd op 50 graden Celsius stoomtemperatuur in plaats van 65

graden Celsius stoomtemperatuur. In paragraaf 1.2.4 is te lezen welke invloed dit heeft. Ook moet vermeld worden dat de capaciteit bij run 5 verlaagd is naar 5 ton per uur. In paragraaf 1.2.1 is toegelicht welke invloed dit heeft op het persproces en de brokkwaliteit. Run 6 is op basis van run 3 en run 5 geannuleerd, omdat het risico op complicaties in de productielocatie te groot werden geacht. In Tabel 4 zijn de testruns te zien zoals ze vooraf zijn opgezet. In Tabel 5 zijn de variabelen van de daadwerkelijk uitgevoerde runs weergegeven en geven de geel gemarkeerde stukken de afwijkende waarden in vergelijking met de vooraf vastgestelde waarden. Het vastlopen van de pers heeft een negatief gevolg voor de statistische validiteit van dit rapport, omdat hierdoor noodgedwongen de capaciteit verlaagd moest worden. Voor de praktische terugkoppeling heeft het vastlopen waarde, omdat het inzicht biedt in de totale hoeveelheid vocht dat een persmeel kan bevatten voordat de pers vastloopt. Dit is waardevolle informatie voor vervolgonderzoek omtrent dit onderwerp, maar ook voor vervolgonderzoek omtrent andere productie gerelateerde vraagstukken (P. Bos, persoonlijke communicatie, 6 december, 2021).

Tabel 4: Testruns zoals vooraf opgezet

Testrun	% vocht op menger	Stoom in graden	Rolafstand	Perscapaciteit (ton per uur)	% Melasse
1.	1%	65	1	11	2%
2.	1%	65	1	11	0
3.	2%	65	1	11	2%
4.	2%	65	1	11	0
5.	3%	65	1	11	2%
6.	3%	65	1	11	0

Tabel 5: Testruns zoals uitgevoerd en bemonstert

Testrun	% vocht op menger	Stoom in graden	Rolafstand	Perscapaciteit (ton per uur)	% Melasse
1.	1%	65	1	11	2%
2.	1%	65	1	11	0
3.	2%	50	1	11	2%
4.	2%	65	1	11	0
5.	3%	55	1	5	2%
6.	-	-	-	-	-

4.6 Resultaten ten opzichte van de streefwaarden

In Tabel 6 zijn de waarden vergeleken met de streefwaarden zoals beschreven in paragraaf 1.4.3. De waarden die voldoen aan de gestelde norm zijn groen gekleurd en waar de waarde afwijkt van de gestelde norm zijn rood gekleurd. Alle runs voldoen aan de norm van de hardheid. Voor slijtvastheid voldoen run 1, 4 en 5 aan de norm en run 2 en 3 voldoen niet aan de norm. Op het gebied van vocht % in brok voldoen alle runs niet aan de gestelde norm. Hierbij moet vermeld worden dat er in de periode waarin het onderzoek is uitgevoerd er gewerkt werd met grondstoffen met een bovengemiddeld vocht %, dit is te wijten aan de natte oogst omstandigheden van de granen in de samenstelling (P. Bos, persoonlijke communicatie, 6 december, 2021).

Voor het stroomverbruik is geen gestelde norm beschreven. Voor de kostprijs van de brok is het logisch dat een zo laag mogelijk stroomverbruik positief is. Het stroomverbruik van run 5 is opvallend hoog ten opzichte van de overige runs. Dit is te wijten aan de verlaagde capaciteit waarmee deze run is geperst (zie paragraaf 1.2.1 en paragraaf 1.5).

Tabel 6: Vergelijking van de gemeten waarden ten opzichte van de streefwaarden

	Streefwaarde	Run 1	Run 2	Run 3	Run 4	Run 5
Hardheid	>4	7,2	7,54	5,29	6,9	9,53
Slijtvastheid	>94	94,6	92,92	93,55	94,51	97,55
Vocht % in brok	>11-12<	12,61	12,05	12,57	12,33	13,44
Stroomverbruik in kw/t	-	30,72	31,46	32,08	30,98	55,99

4.7 Afwijkende resultaten ten opzichte van literatuur

De resultaten uit de onderzoek komen grotendeels overeen met de vooraf gevonden literatuur. Er zijn twee punten waar het resultaat afwijkt van de vooraf gevonden literatuur.

4.7.1 Afwijkend resultaat 1

In hoofdstuk 1.3 staat het volgende: “Toevoeging van melasse in het voer verhoogt de smakelijkheid van de brok en verbetert de hardheid en slijtvastheid significant”

In paragraaf 1.3 in is er verwezen naar het onderzoek van De Vries (2021), waar een significante verbetering van hardheid is aangetoond doormiddel van toevoeging van melasse. In dit onderzoek is geen significante verbetering van de hardheid door toevoeging van melasse.

4.7.2 Afwijkend resultaat 2

In hoofdstuk 1.2.4 staat het volgende: “Door suiker toe te voegen stijgt het stroomverbruik van de korrelpers, dit is te wijten aan een hogere weerstand in de matrix door herkristallisatie na afkoeling van opgeloste suikers”

In paragraaf 1.2.4 is er verwezen naar het onderzoek van Thomas & Van der Poel (2020), waar in staat dat suiker toevoegen het stroomverbruik verhoogt. In het huidige onderzoek is een hoger stroomverbruik gemeten bij de runs met een lager gehalte melasse, of terwijl suikers.

4.7.3 Verklaring afwijkende resultaten

De in paragraaf 4.7.1 en 4.7.2 beschreven resultaten wijken af van wat er in de literatuur is gevonden. Deze afwijkingen zijn mogelijk toe te wijzen aan de verschillende opzet van de onderzoeken. Een van de verschillen in de onderzoeken is de samenstelling van de brokken. De samenstelling invloed heeft op het persproces en de brokkwaliteit. Dit is beschreven in paragraaf 1.2.3 en 1.2.4.

Een ander verschil in onderzoeksopzet is dat de onderzoeken uitgevoerd zijn in verschillende productielocaties. De productielocatie waar huidig onderzoek is uitgevoerd heeft een unieke methode om deeltjesgrootte te verkleinen. Doormiddel van deze unieke methode kan er gevarieerd worden in deeltjesgrootte in een samenstelling. Door deze mogelijkheid zitten er in de samenstelling van het broksoort 6464 zowel fijne deeltjes als grovere deeltjes (P. Bos, persoonlijke communicatie, 6 december, 2021). De deeltjesgrootte heeft significant invloed op de brokkwaliteit, dit is beschreven in paragraaf 1.1.1.

Als laatst is er ook een niet beïnvloedbare omstandigheid die effect kan hebben op de resultaten, de nutritionele samenstelling van de grondstoffen. In de grondstoffen silo zitten grondstoffen van verschillende herkomst. Zo kunnen er in een grondstofsilo vrachten zitten uit verschillende landen en ook het oogstmoment van de verschillende vrachten kan verschillen. In de grondstof silo wordt een vracht grondstof ongemengd bovenop een andere vracht gestort en dus zit er variatie in vocht % van de grondstof in de grondstofsilo. Concreet betekent dit dat er tijdens het onderzoek mogelijk variatie was in vochtpercentage in de grondstoffen die gebruikt zijn voor de runs. Om de variatie in vocht te minimaliseren zijn de inkomende vrachten grondstoffen bemonsterd en geanalyseerd op vochtpercentage. Er worden strikte minimale en maximale waarden voor vochtpercentage in de grondstoffen gehanteerd om grote variatie te voorkomen. Als inkomende vrachten hiervan afwijken, zal de vracht afgekeurd worden (P. Bos, persoonlijke communicatie, 6 december, 2021). Ondanks dat de vochtpercentages moeten voldoen aan bepaalde waarden is het mogelijk dat de vochtpercentages van de runs verschillen binnen de gestelde normen.

5. Conclusies en aanbevelingen

Het doel van dit onderzoek was het vaststellen of het mogelijk is om vleesvarkensvoer te persen met minder melasse met behulp van het verhogen van het vochtpercentage op de menger. Om dit vraagstuk te kunnen beantwoorden is er een hoofdvraag opgesteld en daarbij horende deelvragen. In paragraaf 5.1 tot en met 5.4 worden de deelvragen beantwoord en in paragraaf 5.5 wordt de hoofdvraag beantwoord. In paragraaf 5.6 wordt een algemene conclusie beschreven en worden er aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek.

5.1 Deelvraag 1

‘Welke invloed heeft het gehalte vocht in de menger in combinatie met een verlaagd gehalte melasse op de hardheid van de brok?’

Bij een vochtpercentage van 1% neemt de hardheid toe met 0,34 Kahl-hardheid als het aandeel melasse wordt verlaagd. Bij een vochtpercentage van 2% is de Kahl-hardheid 1,61 hoger als het aandeel melasse wordt verlaagd.

5.2 Deelvraag 2

‘Welke invloed heeft het gehalte vocht in de menger in combinatie met een verlaagd gehaltemelasse op de slijtvastheid van de brok?’

Bij een vochtpercentage van 1% neemt de slijtvastheid significant af met 1,61% als het aandeel melasse wordt verlaagd. Bij een vochtpercentage van 2% is de slijtvastheid 0,96% hoger met een verlaagd aandeel melasse.

5.3 Deelvraag 3

‘Welke invloed heeft het gehalte vocht in de menger in combinatie met een verlaagd gehaltemelasse op het vochtpercentage van de brok?’

Het verlagen van de melasse van 2% naar 0% zorgt voor een verlaging van 0,68% vocht in de brok. Het effect van het toegediende vocht 2% vocht 0,27% hoger ten opzichte van 1% toegediend vocht. Bij toevoeging van 3% toegevoegd vocht wordt het vocht percentage in de brok significant hoger met 0,83% ten opzichte van 1%.

5.4 Deelvraag 4

‘Welke invloed heeft het gehalte vocht in de menger in combinatie met een verlaagd gehaltemelasse op het stroomverbruik van het persproces?’

Bij een toegediend vochtpercentage van 1% vocht stijgt het stroomverbruik met 0,88 kw/t als het aandeel melasse wordt verlaagd. Bij een toegediend vocht percentage van 2% vocht verlaagd het stroomverbruik met 1,1 kw/t als het aandeel melasse wordt verlaagd. Bij een vochtpercentage van 3% in combinatie met een aandeel melasse van 2% loopt de pers vast, dit zorgt voor een noodzakelijke verlaging van de capaciteit wat zorgt voor een verhoging van het stroomverbruik.

5.4 Hoofdvraag

‘Met welk gehalte vocht in de menger kan afmestbrok voor vleesvarkens van voldoende kwaliteit geproduceerd worden met een verlaagd aandeel melasse?’

Op basis van de uitkomsten van dit onderzoek kan er geconcludeerd worden dat er met 2% vocht toegediend op de menger vleesvarkensbrok van voldoende kwaliteit geproduceerd kan worden met een aandeel melasse van 0%.

5.6 Conclusie en aanbevelingen

Op basis van dit onderzoek kan er geconcludeerd worden dat het mogelijk is om vleesvarkensbrok te persen met meer vocht toegediend op de menger en met minder melasse. Dit kan door 2% vocht toe te voegen op de menger en het aandeel melasse te verlagen naar 0%. Dit kan zorgen voor een kostprijsverlaging van vleesvarkensvoerproducten op de momenten dat melasse duur is.

Voor vervolgonderzoek is het aan te raden om een vergelijkbare studie te doen met andere soorten veevoer, zoals rundveevoer voor melk- of vleeskoeien. In deze soorten brok wordt tot op heden ook ook melasse gebruikt voor behoud van brokkwaliteit. Wellicht is het mogelijk om ook rundveebrok te persen met meer vocht op de menger en minder melasse, met behoud van voldoende brokkwaliteit.

Ook is het advies om vervolgonderzoek te doen naar brok persen met meer toegediend vocht op de menger en minder stoom. In dit onderzoek is run 3 door haperen van de pers brok geproduceerd met 50 graden Celsius stoomtemperatuur in plaats van 65 graden Celsius. Deze aanpassing tijdens de uitvoering van dit onderzoek biedt inspiratie voor een onderzoek naar het persen van afmestbrok voor varkens met minder stoom en meer toegediend vocht. Een lagere stoomtemperatuur leidt tot een lager verbruik van gas. Dit is relevant zijn vanwege de huidige explosieve stijging van de gaskosten die gepaard gaan met het produceren van stoom.

Bronnenlijst

- ABZ Diervoeding. (2021). *Varkensvoerders: de invloed van deeltjesgrootte op diergezondheid en dierprestaties*. Geraadpleegd op 18 oktober 2021, van <https://www.abzdiervoeding.nl/varkens/varkensvoerders-de-invloed-van-deeltjesgrootte-op-diergezondheid-en-dierprestaties/>
- Aumaitre, A., Melcion, J., Vaissade, P., Seve, B., Peiniau, J., Lapanouse, A., & Varo, H. (1978). Glucose sirop de glucose a haute teneur en fructose (S.G.H.T.F.), ou saccharose dans les aliments de sevrage precoce du porcelet: influence sur l'agglomeration et l'appetibilite. *Annales de Zootechnie*, 27(3), 409-421
- Behnke, C. (2014). *Factors affecting pellet quality*. Geraadpleegd op 25 september 2021, van https://www.wattagnet.com/ext/resources/uploadedFiles/WattAgNet/Feed_Pelleting_Guide/Section_5/5-19_Factors_affecting_pellet_quality.pdf
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2020). *Krimp in aantal bedrijven met varkens*. Geraadpleegd op 25 september 2021, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2020/34/krimp-in-aantal-bedrijven-met-varkens>
- De Jong, J.A., DeRouchey, J.M., Tokach, M.D., Dritz, S.S., Goodband, R.D., Woodworth, J.C., & Allerson, M.W. (2016). Evaluating pellet and meal feeding regimens on finishing pig performance, stomach morphology, and carcass characteristics. *Journal of Animal Science*, 94(11), 4781-4788
- Dinnissen. (z.d.) Hamermolen [afbeelding]. Geraadpleegd op 1 augustus 2021, van <https://www.dinnissen.nl/machine/hamex-hamermolen>
- Dinnissen. (2021). *Malen en breken*. Geraadpleegd op 1 augustus 2021, van <https://www.dinnissen.nl/uw-proces/malen-breken>
- Dunmire, K.M., Wickersham, T.A., Frenzel, L.L., Sprayberry, S.R., Joiner, L.C., Hernandez, L.P., ... Paulk, C.B. (2020) Effects of adding liquid lactose or molasses to pelleted swine diets on pellet quality and pig performance. *Translational Animal Science*, 4(2), 616-629
- Fahrenheit, A.C. (2012) *Evaluating factors affecting pellet durability and energy consumption in a pilot feed mill and comparing methods for evaluating pellet durability*. Geraadpleegd op 1 augustus 2021, van <https://krex.kstate.edu/dspace/bitstream/handle/2097/13633/AdamFahrenheit2012.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Gilpin, A.S., Herrman, T.J., Behnke, K.C., & Fairchild, F.J. (2002) feed moisture, retention time, and steam as quality and energy utilization determinants in the pelleting process. *Applied Engineering in Agriculture*, 18(3), 331-338
- GMP+ International. (2013). *Tracking & tracing mengvoeder*. Geraadpleegd op 1 augustus 2021, van <https://www.gmpplus.org/media/b3plny30/gmp-d4-2-nl-20131101.pdf>
- Hemmingsen, A., Stevik, A., Claussen, I., Lundblad, K., Prestlokken, E., Sorensen, M., & Eikevik, T. (2008). Water Adsorption in Feed Ingredients for Animal Pellets at Different Temperatures, ParticleSize, and Ingredient Combinations. *Drying Technology*, 26(6), 738-748.
- Hendriks, W.H., Moughan, P.J., Boer, H., Van der Poel, A.F.B. (1994). Effects of extrusion on the dye-binding, fluorodinitrobenzene-reactive and total lysine content of soyabean meal and peas. *Animal Feed Science and Technology*, 48(1), 99-109
- Hooglugt, J., Sterrenburg, P., Van der Spiegel, M., Van Egmond, H.J., Bikker, P., & Beumer, H. (2014). *Versleping in de mengvoerindustrie*. Geraadpleegd op 1 augustus 2021 van <https://edepot.wur.nl/305362>
- La Meccanica. (z.d.). *The importance of conditioning*. Geraadpleegd op 18 oktober 2021, van <https://www.lameccanica.it/en/news/press-review-animal-feed/importance-conditioning?fbclid=IwAR21ChvCJky2GFx6V2waa56LH8YNv1xKtMxbXgUaHfcKxbjdxd69AyHFeYg>
- Mordenti, L., Giarretta, E., Campidonio, L., Parazza, P., & Formigoni, A. (2021). A Review Regarding the Use of Molasses in Animal Nutrition. *Animals*, 11(1), 115

- Moritz, J. (2012). *Examining the pros and cons of feed pellet quality*. Geraadpleegd op 1 augustus 2021, van <https://www.wattagnet.com/articles/12238-examining-the-pros-and-cons-of-feed-pellet-quality>
- Muramatsu, K., Massuquetto, A., Dahlke, F., & Maiorka, A. (2015) Factors that affect pellet quality: a review. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 5(2015), 717-722
- MVO. (z.d.). Voedselketen [illustratie]. Geraadpleegd op 1 augustus 2021, van <https://mvo.nl/mvo-en-de-keten-2>
- Nemechek, J.E., Tockach, M.D., Dritz, S.S., Goodband, R.D., DeRouchey, J.M., & Woodworth, J.C. (2016). Effects of diet form and corn particle size on growth performance and carcass characteristics of finishing pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 214(2016), 135-141
- Nevedi. (2020). Mengvoerafzet in Nederland, onderverdeling naar diersoort [illustratie]. Geraadpleegd op 21 augustus 2021, van <https://www.nevedi.nl/feiten-cijfers/nederlandse-mengvoerafzet>
- Nevedi. (2021). *Nederlandse mengvoerafzet*. Geraadpleegd op 1 augustus 2021, van <https://www.nevedi.nl/feiten-cijfers/nederlandse-mengvoerafzet> <https://www.nevedi.nl/feiten-cijfers/nederlandse-mengvoerafzet>
- Palmonari, A., Cavallini, D., Sniffen, C.J., Fernandes, L., Holder, P., Fagioli, L., . . . Mammi, L. (2020). Short communication: Characterization of molasses chemical composition. *Journal of Dairy Science*, 103(7), 6244-6249
- Paulk, C.B., & Hancock, J.D. (2016). Effects of an abrupt change between diet form on growth performance of finishing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 211(2016), 132-136
- Precision Process Equipment. (z.d.) Lintmenger [afbeelding]. Geraadpleegd op 1 augustus 2021, van <https://precisionbv.eu/mengers/lintmengers-batch-continu/>
- Rijkswaterstaat. (z.d.) *Procesbeschrijving*. Geraadpleegd op 1 augustus 2021 van <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/lucht/activiteiten/diervoederindustrie/procesbeschrijving/>
- Skoch, E.R., Binder, S.F., Deyoe, C.W., Allee, G.L., & Behnke, K.C. (1983). Effects of pelleting conditions on performance of pigs fed a corn-soybean meal diet. *Journal of Animal Science*, 57(4), 922-928.
- Thomas, L. (2021) *Onafhankelijke en afhankelijke variabelen: het verschil*. Geraadpleegd op 25 september 2021, van <https://www.scribbr.nl/onderzoeksmethoden/onafhankelijke-afhankelijke-variabelen/>
- Thomas, M., & Van der Poel, A.F.B. (2020). Fundamental factors in feed manufacturing: towards a unifying conditioning/pelleting framework. *Animal Feed Science and Technology*, 268
- Thomas, M., & Van der Poel, A.F.B. (1996). Physical quality of pelleted animal feeds. 1. Criteria for pellet quality. *Animal Feed Science and Technology*, 61, 89-112.
- Van Heijst, L. (2021). *ANOVA uitvoeren en interpreteren*. Geraadpleegd op 25 september 2021, van <https://www.scribbr.nl/statistiek/anova/>
- Wondra, K.J., Hancock, J.D., Behnke, K.C., Hines, K.C., & Stark, C.R. (1995). Effects of particle size and pelleting on growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 73(3), 757-76
- Zuidema, T., Van Holthoorn, F.L., Van Egmond, H.J., Hooglugt, J., Bikker, P., Aarts, H., & Olde Heuvel, E.. (2010). Schematische weergave van een mengvoerproductie [illustratie]. Geraadpleegd op 1 augustus 2021, van <https://edepot.wur.nl/305362>

BIJLAGEN

Bijlage 1: Checklist schriftelijk rapporteren



Checklist Schriftelijk Rapporteren 2018

Naam:

Klas:

*De beoordelingscriteria die met een * zijn aangegeven, zijn 'killing points'. Wanneer de beoordelaar daarvan meer dan vijf heeft aangekruist, dien je het rapport/verslag op alle onvoldoende onderdelen te verbeteren. In het afstudeerwerkstuk zijn geen 'killing points' toegestaan.*

1. Het taalgebruik

- ☐ Bevat niet meer dan drie grammaticale, spel- en typefouten per duizend woorden; het rapport/verslag is dan afgekeurd*
- ☐ Heeft een actieve schrijfstijl*
- ☐ Is zakelijk, formeel en objectief*
- ☐ Is coherent (verwijs- en verbindingswoorden)*
- ☐ Heeft een adequate interpunctie*
- ☐ Bevat niet de persoonlijke voornaamwoorden 'ik/mij/me, jij/je/jou, jullie, u, wij/we/ons'*
- ☐ Is doelgroepgericht*
- ☐ Heeft een uniforme stijl*

2. De ordening

- ☐ Het verslag/rapport heeft een logisch opbouw
- ☐ Elk hoofdstuk heeft een logische alineastructuur
- ☐ Elk hoofdstuk kent een introductie (m.u.v. H.1)

3. Het rapport/verslag

- ☐ Is vrij van plagiaat*
- ☐ De pagina's zijn genummerd*
- ☐ Heeft een uniforme opmaak

4. De omslag

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

5. De titelpagina/het titelblad

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

6. Het voorwoord:

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

7. De inhoudsopgave:

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

8. De samenvatting:

- ☐ Is een verkorte versie van het gehele rapport/verslag
- ☐ Bevat de conclusies
- ☐ Bevat suggesties voor verder onderzoek

- ☐ Bevat geen persoonlijke mening
- ☐ Staat direct na de inhoudsopgave

9. De inleiding

- ☐ Is hoofdstuk 1*
- ☐ Beschrijft het kader/de context en de aanleiding*
- ☐ Geeft inhoudelijke relevante achtergrondinformatie*
- ☐ Bevat de probleemstelling/de onderzoeksvraag*
- ☐ Vermeldt het doel*
- ☐ Bevat een leeswijzer voor het rapport/verslag*

10. Materiaal en methode

- ☐ Beschrijft de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Motiveert de keuze voor de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Past bij de probleemstelling/de onderzoeksvraag*
- ☐ Beschrijft de variabelen/eenheden
- ☐ Beschrijft de methode van data-analyse

11. De (opmaak van de) kern

- ☐ De hoofdstukken en de (sub)paragrafen met maximaal drie niveaus zijn genummerd*
- ☐ De hoofdstukken en (sub)paragrafen hebben een passende titel
- ☐ Een hoofdstuk beslaan 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 verwijzingen naar de desbetreffende bijlage(n)
- ☐ De tekst is ook zonder verwijzingen te begrijpen

12. De discussie

- ☐ Vermeldt de interpretatie(s) van de resultaten
- ☐ Bevat een vergelijking met relevante literatuur
- ☐ Geeft de valide argumentatie weer
- ☐ Evalueert de gevolgde onderzoeksmethode
- ☐ Bevat een kritische reflectie op de eigen bevindingen

13. De conclusies en aanbevelingen

- ☐ Bevatten antwoord(en) op de onderzoeksvraag
- ☐ Zijn gebaseerd op relevante feiten
- ☐ Bevatten geen nieuwe informatie*

14. De bronvermelding

- ☐ Verwijzingen in de tekst zijn conform de APA-normen*
- ☐ De bronnenlijst is conform de APA-normen*

15. De bijlagen

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

Bijlage 2: Productielijn van de onderzoekslocatie

