

2015

Basisinformatie milieudruk pluimveehouderij met specifiek aandacht voor voer



Uilke Bosma

Kenniscentrum agrofood en ondernemen,
Gezonde pluimveehouderij

18-12-2015

Afstudeerwerkstuk

Basisinformatie milieudruk pluimveehouderij met specifiek aandacht
voor voer

Uilke Bosma

Dier- en Veehouderij

CAH Vilentum Dronten

Kenniscentrum Agrofood en Ondernemen

Lectoraat Gezonde Pluimveehouderij

18-12-2015

Begeleidende docent: H. Corten

Voorwoord

Vanuit het lectoraat gezonde pluimvee kwam de vraag:” Waar halen we meer duurzaam eiwit voor pluimveevoeding vandaan? “. Deze vraag heeft betrekking op het onderzoeksprogramma milieudruk pluimveehouderij. Het lectoraat heeft zich met dit onderzoeksprogramma ten doel gesteld om pluimveeproducten duurzamer te maken. Dit mede Vanwege het imago van de sector, aangezien organisaties als Wakker Dier pluimveeproducten een slechte naam bezorgen qua dierenwelzijn en duurzaamheid.

Dit afstudeeronderzoek heeft als onderwerp basisinformatie milieudruk pluimveehouderij met specifiek aandacht voor voer. Voor het onderzoeksprogramma is het belangrijk om goede basisinformatie te krijgen over het pluimveevoer. Daarnaast dient de gevonden informatie toegankelijk te worden gemaakt, zodat vervolgonderzoekers niet nogmaals research hoeven doen.

Ik wil het kenniscentrum bedanken voor de werkplek die zij mij beschikbaar heeft gesteld. Daarnaast wil ik het lectoraat gezonde pluimveehouderij bedanken voor de begeleiding van de afstudeeropdracht. In het bijzonder wil ik meneer Corten bedanken voor alle hulp die ik van hem gekregen heb.

Inhoud

Voorwoord	2
Samenvatting.....	5
Summary	6
Hoofdstuk 1 Inleiding	7
Hoofdstuk 2 Materiaal en methode.....	12
Hoofdstuk 3 De bijdrage van eiwitproducten aan de CO ₂ uitstoot van pluimveevoer	13
Erwten (peulvruchten)	13
Maïs distillers Dried Disstillers Grains (DDGS).....	13
Maïsgluten	13
Raapzaadschilfers	13
Sojaschroot.....	13
Transport.....	13
CO ₂ uitstoot per product	14
Hoofdstuk 4 De bijdrage van energie producten in het pluimveevoer aan de CO ₂ uitstoot.	16
De energiebronnen in het pluimveevoer	16
Maïs	16
Tarwe.....	16
Palmolie	16
Transport	16
De CO ₂ uitstoot per product.	17
Hoofdstuk 5 De CO ₂ uitstoot van pluimveeproducten wanneer alternatieve eiwitbronnen worden gebruikt	18
De alternatieven	18
Lupine	18
Erwten	18
Koolzaadschroot	19
Aardappeleiwit	19
Legkippen	19
Cijfers.....	19
Conclusie:	23
Vleeskuikens:.....	24
Cijfers.....	24
Conclusie	27

Hoofdstuk 6 Rantsoenvergelijking	28
Legkippen:	28
Conclusie:	30
Vleeskuikens.....	31
Resultaten.....	31
Conclusie:	34
Hoofdstuk 7 Discussie.....	35
Hoofdstuk 8 Conclusie.....	36
Hoofdstuk 9 Aanbevelingen	37
Bibliografie	38

Samenvatting

Toenemende wereldbevolking en de toenemende welvaart leggen een steeds grotere druk op de aarde. Naar verwachting zal de consumptie van vlees, vis en zuivel in de komende 15 jaar met 50% groeien. Mensen zullen dus steeds meer dierlijke eiwitten consumeren. Bij de productie van dierlijke eiwitten komt meer CO₂ vrij dan bij de productie van plantaardige eiwitten. In vergelijking met andere dierlijke eiwitten komt bij de productie van pluimveeproducten de laagste hoeveelheid CO₂ vrij per kilogram product. Wanneer mensen dierlijke eiwitten willen consumeren die een lage milieudruk hebben, kunnen zij dus het beste voor pluimveeproducten kiezen.

Wanneer de consumptie van pluimveeproducten toeneemt zal de totale milieubelasting van de productie van pluimveeproducten navenant stijgen. Wanneer de milieubelasting van een individueel pluimveeproduct verlaagd kan worden zal ook de totale milieubelasting worden verlaagd. Hiervoor moet wel worden gekeken hoe de milieubelasting van de productie van pluimveeproducten is opgebouwd.

Met het programma FeedPrint, gemaakt door de WUR, is de opbouw van de milieubelasting van pluimveeproducten te berekenen. Hieruit blijkt dat voeding voor ongeveer 70% bepalend is voor de milieubelasting. Bij het onderdeel voeding valt dan ook de grootste winst te pakken.

De pluimveesector bestaat uit twee takken, dit zijn de legkippen en de vleeskuikens. De voeding voor deze dieren is niet gelijk. Alleen enkele hoofdbestanddelen zijn hetzelfde. Maïs, tarwe en soja zijn de belangrijkste grondstoffen. Daarnaast worden er nog enkele afvalproducten uit de humane voedselproductie verwerkt.

Elk ingrediënt in het voer heeft een andere functie. In dit onderzoek is gekeken wat de eiwitbronnen en de energiebronnen zijn. Daarnaast is er onderzocht wat het effect van de verschillende bestanddelen in het voer op de CO₂ emissie is.

Om te kijken of alternatieve eiwitbronnen in het voer de CO₂ belasting van de productie van pluimveeproducten kunnen verlagen, zijn er in FeedPrint verschillende rantsoenen ingevoerd met elk een alternatieve eiwitbron ter vervanging van soja. Deze eiwitbronnen zijn lupine, erwten, aardappeleiwit en koolzaadschroot. Hieruit blijkt dat lupine en koolzaadschroot voor zowel legkippen als vleeskuikens geen goed alternatief zijn, de milieudruk ten opzichte van soja neemt juist toe.

Erwten zijn een goed alternatief voor soja voor de legkippen. Door soja in het rantsoen te vervangen door erwten neemt de milieudruk af. Voor de vleeskuikens blijkt er op dit moment geen alternatief voorhanden te zijn voor soja.

Uit het onderzoek komt ook naar voren dat producten die in de buurt van Nederland worden geteeld, een lagere milieudruk hebben voor het onderdeel transport dan producten die op enige afstand van Nederland worden geteeld. Hoe dichter het voer bij de kippen wordt geteeld, hoe minder milieudruk het transport geeft.

Summary

Because of the increasing world population and the increase of welfare the pressure on the earth is continuously growing. Expected is that the consumption of meat, fish and dairy products will grow by 50% in the coming 15 years. This results in an increase of human consumption of animal proteins. The production of animal proteins releases more CO₂ than the production of vegetable proteins. Of all animal proteins, the production of poultry products result in the lowest release of CO₂ per kilogram. If people want to consume animal proteins with a low amount of environmental pressure, poultry products make the best choice.

An increase of consumption of poultry products will also result in an increase of environmental impact of the production of these poultry products. A decrease of the environmental impact of an individual poultry product will also result in an overall decrease of environmental impact. To reach this decrease, an observation of the construction of the environmental impact in relation to the production of poultry products is required.

The software-program FeedPrint, which is made by the WUR, calculates the construction of the environmental impact of poultry products. The results of this calculation reveal that nutrition is responsible for approximately 70% in the total environmental impact. If an improvement of the environmental impact is required, nutrition will be the main area of improvement.

For poultry a distinction between two branches can be made, the layer hens and broiler chickens. These two branches both have a different nutritious food types, only the main ingredients are the same. The most important main ingredients are corn, wheat and soya, except for these ingredients some waste products are also being processed in the main ingredients.

Every product in the nutrition has a different function. The nutrition has been inspected for the main sources of proteins and energy. Besides that the effects of the different ingredients on the CO₂ emission have been researched.

To research if there are other protein sources which can lower the CO₂ emission of the production of poultry products, an inspection using FeedPrint has been done with different rations with each an alternative source of protein which replaced the soya ingredient. These protein sources were lupine, peas, potato protein and rapeseeds. The results of this research revealed that lupine and rapeseeds aren't both a good alternative for both layer hens and broiler chickens, this is because of the fact that the environmental pressure will increase if these ingredients are being added to the nutrition.

Peas form a good alternative to replace soya for layer hens. By replacing soya with peas, the environmental pressure will decrease. There is no alternative for soya for the broiler chickens.

The research has shown that products which are being grown in or nearby the Netherlands have a lower environmental pressure regarding to the transport than products which are being grown on further distance from the Netherlands. The closer the nutrition of the chickens are being grown to the Netherlands, the lower the environmental pressure of the transport.

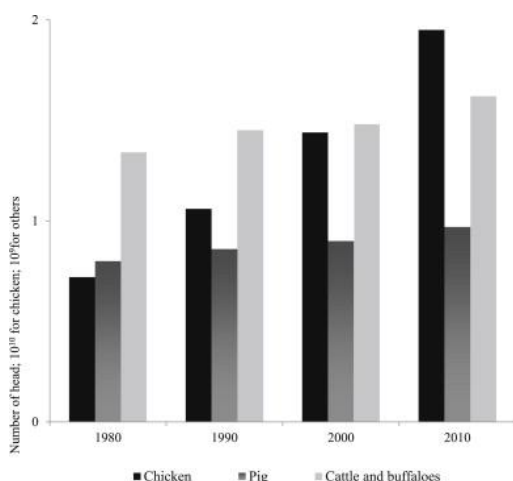
Hoofdstuk 1 Inleiding

Alle levensvormen op aarde hebben voedsel nodig om te functioneren. Goed voedsel is essentieel voor een goede gezondheid, optimale groei, ontwikkeling en ter preventie van ziektes (Liang, 2005). Voedsel kan worden onderverdeeld in eiwit, energie, vitaminen en mineralen. Hierbij zijn eiwitten onder andere verantwoordelijk voor de ontwikkeling en samenstelling van de spieren en de enzymen (Davis, 1976). Daarnaast kunnen eiwitten ook worden omgezet in energie. Energie is ondermeer nodig om allerlei processen in het lichaam te laten plaatsvinden. Vitaminen en mineralen zijn onder andere betrokken bij de groei en herstel van het lichaam.

Mensen halen eiwitten uit hun voeding. Er zijn twee typen eiwit te onderscheiden. Dit zijn dierlijk en plantaardig eiwit. Plantaardige eiwitten zitten in plantaardige producten zoals graanproducten, peulvruchten en paddenstoelen. Dierlijke eiwitten komen uit dierlijke producten zoals melk, kaas, eieren en vlees.

De productie van dierlijke eiwitten heeft een hogere milieubelasting dan de productie van plantaardige eiwitten. Dit heeft te maken met twee factoren: de hoeveelheid water die nodig is om een kilo van een product te produceren en de uitstoot van broeikasgassen. Voor de productie van 1 kg rundvlees eiwit is ruim 195.000 liter water nodig, bij de productie van 1 kg tarwe eiwit is 4500 liter nodig en voor rijst bedraagt dit 18.000 liter (Hoekstra, 2012). Naast de hoeveelheden water die nodig zijn voor de productie van dierlijke eiwitten komen er ook broeikasgassen vrij. De veehouderij veroorzaakt negen procent van de wereldwijde CO₂ uitstoot. Voor methaangassen ligt dit percentage tussen de 35 en 40 (Fiala, 2009). De teelt van tarwe, rijst en maïs is verantwoordelijk voor 12 procent van de mondiale uitstoot van broeikasgassen (Linguist, 2012). Een deel van deze producten wordt geteeld als voeding voor de veehouderij. Hieruit blijkt dat dierlijk eiwit het milieu sterker belast dan plantaardig eiwit.

In 2030 zal naar verwachting de wereldwijde consumptie van vlees, vis en zuivel 50% hoger zijn dan in 2009 (Westhoek, 2009). Dit komt doordat de wereldbevolking stijgt, maar ook doordat de welvaart toeneemt. Doordat meer mensen meer te besteden hebben, zijn dierlijke eiwitten voor een grotere groep bereikbaar. Naar verwachting heeft de mensheid bij gelijkblijvende efficiëntie van de voedselproductie over 25 jaar minimaal 2 aardoppervlaktes nodig om de gehele wereldbevolking te voeden (Akkerman, 2013). De stijgende vraag van de afgelopen jaren is nu al te zien in het aantal



stuks vee dat wereldwijd gehouden wordt. In Figuur 1 zijn de aantallen kippen, varkens en runderen ter wereld weergegeven. Alle dieren aantallen nemen toe, maar het valt op dat het aantal kippen sneller toeneemt dan het aantal varkens en koeien. Door de toename van het aantal kippen neemt de productie van pluimveevlees en eieren toe.

Figuur 1 De wereldwijde aantallen kippen, varkens en runderen (FAOSTAT, 2013)

Doordat het aantal dieren toeneemt wordt er steeds meer van het milieu gevraagd. Dit komt door de hoeveelheid voedsel die de dieren consumeren alsmede door de broeikasgassen die vrijkomen bij de productie van diervoeding en dierlijke producten. Wanneer er te veel broeikasgassen in het milieu terecht komen gaat de atmosfeer meer warmte vasthouden. Dit heeft tot gevolg dat de temperatuur op aarde stijgt. Er zijn twee opties om de milieudruk als gevolg van voedselproductie te verminderen. Minder dierlijke eiwitten eten en dus meer plantaardige eiwitten eten of dierlijke eiwitten eten met een lage milieudruk. Mensen in landen waar de welvaart toeneemt, gaan steeds meer vlees consumeren. Om de milieudruk te verlagen bij een toenemende vlees consumptie zal iedereen moeten overstappen op een vleesproduct dat een lage milieubelasting heeft.

In tabel 1 is weergegeven hoeveel energie, landgebruik, water en CO₂ equivalenten nodig is voor de productie van dierlijke eiwitten. Hieruit blijkt dat bij de productie van rundvlees de meeste CO₂ equivalenten vrijkomen. De CO₂ uitstoot van varkensvlees is beduidend lager dan die van rundvlees, maar hoger dan die van kippenvlees. Zuivel scoort goed op energie, landgebruik en water, maar door de methaangassen die vrijkomen, tijdens het herkauwen van koeien (Moe, 1979), scoort kippenvlees beter dan zuivel op het vlak van CO₂ equivalenten. Uit de tabel is af te lezen dat tijdens de productie van 1 kg kippeneiwit de minste broeikasgassen vrijkomen in vergelijking met andere soorten vlees. Als men de CO₂ uitstoot wil reduceren, maar nog steeds de zelfde hoeveelheid vlees wil consumeren kan men het beste kippenvlees consumeren.

Tabel 1 Dierlijke eiwitten (Oonincx, 2012)

Eiwit bron	Benodigde energie (Mj/Kg eetbaar eiwit)	Landgebruik (m ² /kg eetbaar eiwit)	CO ₂ equivalenten/kg eetbaar eiwit
Rundvlees	177-273	142-254	77-175
Varkensvlees	95-237	46-63	21-54
Kippenvlees	80-152	41-51	19-37
melk	36-144	33-58	25-39

Tabel 2 CO₂ uitstoot per kg kippenvlees (FeedPrint)

Naast het overstappen op pluimvee producten is nog meer winst te behalen door deze producten zo milieuvriendelijk mogelijk te produceren. Om de CO₂ uitstoot te berekenen wordt voor dit onderzoek gebruik gemaakt van het rekenprogramma FeedPrint, samengesteld door Wageningen universiteit. In tabel 2 is, met behulp van FeedPrint, berekend hoe de CO₂ uitstoot van vleeskuikens is opgebouwd. Hieruit blijkt dat het grootste gedeelte van de CO₂ uitstoot ontstaat bij de productie van kippenvoer. Hier valt dan ook de grootste

	CO ₂ per kg product (g CO ₂ -eq)
Total	1667,4
Farm	173,7
Embedded animal	38,4
Fermentation	0,0
Manure	0,0
Housing	135,3
Appl. manure (potential)	0,0
Feed	1150,9
Cultivation inputs	136,4
Landwork & storage	360,9
Processing	49,3
Feedmill	120,3
Additives	324,3
Transport	159,7
LuLuc	342,8
Lu	29,2
Luc	313,5

winst te behalen, om de pluimveeproducten milieuvriendelijker te maken.

Het voer van legkippen in Nederland bestaat uit 3 voersoorten. Dit zijn legmeel start, legmeel midden en legmeel eind. Tijdens de fase legmeel start zijn de dieren het jongst, wanneer deze ouder worden komen ze terecht in het segment legmeel midden. Aan het eind van de legperiode krijgen de kippen legmeel eind. In tabel 3 is de voersamenstelling weergegeven.

Tabel 3 Legmeel (Gijsberts, 2014)

Legmeel	Start	Midden	Eind
Product	Kg/100kg	Kg/100kg	Kg/100kg
Raapzaad schilfers 8Rv	2.50	2.50	2.50
Maïs	55.18	57.68	59.65
Lysine-HCl(1,79%)	0.07	0.05	0.12
Methionine (dl,99%)	0.15	0.13	0.13
Sojabonen getoast	5.80	6.71	7.35
Sojaschr.inl. hipro	13.50	11.40	8.30
Palmolie	0.31	0	0
Zout	0.15	0.15	0.15
Premix. 10% Ca	0.50	0.50	0.50
Krijt	9.16	9.21	10.44
MONO-CA-FOSF. TESS	0.55	0.45	0.38
Palmolievetzuren	2.00	1.08	0.33
Fytase 200FTU-3 LH	0.15	0.15	0.15
Maïs distillers	10.00	10.00	10.00

Maïs heeft is het belangrijkste bestanddeel van alle soorten legmeel. Het aandeel maïs stijgt naarmate de kip langer aan het leggen is. Andere belangrijke ingrediënten in het leghennenrantsoen zijn maïs distillers, sojaschoot en. Ook worden er nog producten toegevoegd als raapzaadschilfers en premixen. Het kleinste aandeel hebben mineralen, enzymen en aminozuren. Wanneer een dier ouder wordt daalt de eiwitbehoefte. Hierdoor kan een legkip in een latere levensfase met minder eiwit per kilogram voer toe (Leeson, 2001).

Het voer van Nederlandse vleeskuikens bestaat uit 2 voersoorten. Dit zijn vleeskuiken groeivoer en vleeskuiken eindvoer. Eerst krijgen de vleeskuikens het groeivoer, daarna gaan ze over op het eindvoer. In tabel 4 is de voersamenstelling weergegeven.

Tabel 4 Vleeskuikens (Gijsberts, 2014)

Vleeskuiken	Groeivoer	eindvoer
Product	Kg/100kg	Kg/100kg
Erwten<22% RE	2.00	0
Maïs<gl.meel>50	4.10	5.00
Tarwe	25.00	25.00
Maïs	15.00	10.00
Lysine-HCl(79%)	0.30	0.19
Methionine	0.22	0.22
Sojabonen getoast	6.63	17.03

Sojaschr.inl. Hipro	19.55	12.82
Sojaolie	2.50	0.23
Palmolie	1.25	2.50
Zout	0.30	0.32
Premix. 10% Ca	0.50	0.50
Krijt	0.99	0.72
Threonine (L, 98%)	0.03	0.02
Mono-CA-FOSF. Tess	0.68	0.28
Palomlievetzuren	1.25	2.50
Fytase 200 FTU-3 SLK	0.25	0.25
Tarwe + enzym	19.45	22.43

Vergelijken we het groeivoer met het eindvoer, dan zien we dat het aandeel tarwe en enkele aminozuren gelijk zijn. Het totale aandeel tarwe bedraagt ongeveer 44% bij groeivoer en 47% bij eindvoer. Daarnaast bevat groeivoer ongeveer 28,6% soja en het eindvoer 30%. In het groeivoer bedragen maïsproducten 19% en in het eindvoer 15% van het totaal. Erwtten worden alleen aan het groeivoer toegevoegd. De hoeveelheid palmolie is in het eindvoer hoger ten koste van de sojaolie. Daarnaast blijven de mineralen, enzymen en aminozuren die worden toegevoegd op het zelfde niveau.

80% van het rantsoen voor zowel legkippen als vleeskuikens bestaan uit maïs, soja en tarwe. Tarwe en maïs zijn vooral energieproducten die de energetische waarde van het rantsoen omhoog brengen. Soja is de belangrijkste eiwitbron in het pluimveevoer. De Nederlandse veevoer fabrikanten verwerken elk jaar 1,8 miljoen ton soja in veevoer (NEVEDI, 2014).

Sojateelt heeft meerdere negatieve gevolgen voor het milieu. Dit komt omdat voor de aanleg van sojaplantages veel oerwoud gekapt wordt, terwijl dit het leefgebied van verschillende diersoorten vormt. Daarnaast heeft het milieu te lijden onder het overmatige gebruik van bestrijdingsmiddelen (Fearnside, 2001).

Voor soja zijn verschillende alternatieven beschikbaar. De meest kansrijke alternatieven voor soja zijn aardappeleiwit, lupine, erwtten en raapzaadschroot (Vahl, 2009). Het is echter niet bekend wat vervanging van soja door deze drie producten betekent voor de CO₂ uitstoot van pluimvee producten.

Hieruit volgt de hoofdvraag:

Is de milieudruk van pluimveeproducten te verminderen door de voersamenstelling van pluimvee aan te passen?

De deelvragen die hieruit volgen zijn:

- 1) *Wat is de bijdrage van eiwit in het pluimveevoer aan de CO₂ uitstoot?*
- 2) *Wat is de bijdrage van energie in het pluimveevoer aan de CO₂ uitstoot?*
- 3) *Wat is de CO₂ uitstoot van pluimveeproducten wanneer de alternatieve eiwitbronnen worden gebruikt?*
- 4) *Hoe ziet een rantsoen met een lagere CO₂ uitstoot eruit?*

De vragen worden op de volgende manier beantwoordt.

Deelvraag 1: Wat is de bijdrage van eiwit in het pluimveevoer aan de CO₂ uitstoot?

Hierbij wordt vanuit de samenstelling van het voer gekeken welke bestanddelen van het pluimveevoer de eiwitbronnen zijn. Daarnaast zal worden onderzocht waar deze producten vandaan komen, en in hoeverre wat de verschillende bestanddelen bijdragen aan de CO₂ uitstoot.

Deelvraag 2: Wat is de bijdrage van energie in het pluimveevoer aan de CO₂ uitstoot?

Hierbij wordt vanuit de samenstelling van het voer gekeken welke bestanddelen van het pluimveevoer de energiebronnen vormen. Daarnaast zal eveneens worden onderzocht waar deze producten vandaan komen, en in hoeverre de verschillende bestanddelen bijdragen aan de CO₂ uitstoot.

Deelvraag 3: Wat is de CO₂ uitstoot van pluimveeproducten wanneer in het voer alternatieve eiwitbronnen worden gebruikt?

Bij deelvraag 3 wordt geanalyseerd wat de milieudruk van kippen vlees en eieren is. dit wil zeggen bepalen wat de CO₂-foodprint, waterverbruik, landgebruik en energieverbruik zijn. Ook zal er worden onderzocht wat de gevolgen zijn voor de CO₂-foodprint, waterverbruik, landgebruik en energieverbruik wanneer de soja wordt vervangen door erwten, lupine, raapzaadschroot en aardappeleiwit. Dit wordt berekend met het programma FeedPrint van de WUR.

Deelvraag 4: Hoe ziet een rantsoen met een lagere CO₂ uitstoot eruit?

Als blijkt dat er producten zijn die soja kunnen vervangen en een lagere CO₂ uitstoot opleveren, worden deze producten in een rantsoen gezet. Dit rantsoen wordt dan vergeleken met een gangbaar rantsoen op basis van soja, waarbij de voederwaarde het zelfde zal zijn.

Hoofdstuk 2 Materiaal en methode.

In het onderzoek zijn twee methoden gebruikt: literatuurstudie is aangevuld met berekeningen in het programma FeedPrint. Voor de literatuurstudie zijn van de volgende databanken geraadpleegd: Springer link, Science Direct, Greeni en Journal of Animal Science. De gebruikte zijn de volgende: 'poultry CO₂ emission' 'livestock CO₂ emission' 'consumption meat' 'production grain' 'production wheat' 'production maize' 'production soy' 'production palmoil' 'poultry health'.

Daarnaast is de sneeuwbal methode benut: dit wil zeggen dat literatuurverwijzingen in gevonden publicaties ook fungeren als vindplaatsen voor literatuur. Er wordt alleen actuele literatuur opgenomen dit zijn publicaties die uitgekomen zijn vanaf het jaar 2000.

Hoofdstuk 3 De bijdrage van eiwitproducten aan de CO₂ uitstoot van pluimveevoer

De samenstelling van de rantsoenen zijn weergegeven in tabel 3 en 4 (Gijsberts, 2014). Hieruit komt naar voren dat de bronnen van eiwit in het voer zijn erwten, maïs distillers, maïsgluten, raapzaadschilfers en sojaschroot. Hieronder worden alle eiwitbronnen kort beschreven.

Erwten (peulvruchten)

De erwt is een vlinderbloemige plant. Dit betekent dat zij stikstof uit de lucht vastlegt in de bodem. Erwten zijn een bron van waardevolle eiwitten en energie. Het eiwitpercentage ligt tussen de 22% en 24% (ds). Per hectare leveren erwten ongeveer 1,7 ton product op. Erwten gedijen het beste in koelere klimaten (tussen de 7 en 24°C.) (Heuze, 2015).

Maïs distillers Dried Disstillers Grains (DDGS)

Maïs distillers zijn een restproduct dat vrij komt bij de destillatie van alcohol uit maïs. Dit product bevat voornamelijk eiwitten en vezels. Het eiwitpercentage bedraagt 30 tot 35% (ds). Voor transport worden de producten eerst gedroogd om de houdbaarheid te vergroten (Sauvánt, 2015). Deze bewerking kost veel energie, met alle gevolgen van dien voor de CO₂ uitstoot.

Maïsgluten

Een restproduct dat ontstaat bij de verwerking van maïszetmeel. Tijdens dit proces wordt eerst het zetmeel van het eiwit gescheiden, hierna worden de eiwitten gecentrifugeerd en ontstaat maïsglutenmeel. Het ruw eiwit percentage ligt rond de 66%(ds). Daarnaast bevatten maïsgluten grote hoeveelheden gele xanthofyl. Dit zorgt ervoor dat de eierdooiers mooi geel worden. Bij vleeskuikens kan het voorkomen dat door een te hoge hoeveelheid xanthofyl het vlees geel wordt (Trann, 2015).

Raapzaadschilfers

Bij het pletten van raapzaad ontstaat raapzaadolie en raapzaadschilfers. Deze schilfers worden gevoerd aan het pluimvee. Doordat de schilfers een hoog olie gehalte hebben. Bevat dit bestanddeel van het rantsoen veel energie. Het ruw eiwit gehalte is 21%. De opbrengst per hectare bedraagt 2 ton (Lessire, 2015).

Sojaschroot

Sojaschroot, ook wel sojameel genoemd, is de belangrijkste eiwitbron voor pluimvee, vanwege de hoeveelheid en kwaliteit van de eiwitten en de aminozuren. Sojaschroot is het bijproduct wat overblijft bij het winnen van soja olie. Sojaschroot bevat rond de 52% eiwit. De opbrengst bedraagt ongeveer 2,25 ton per hectare. (Kaushik, 2012).

Transport.

De meeste producten in het pluimveevoer zijn afval/bijproducten die vrijkomen in de productieketen van humaan voedsel.

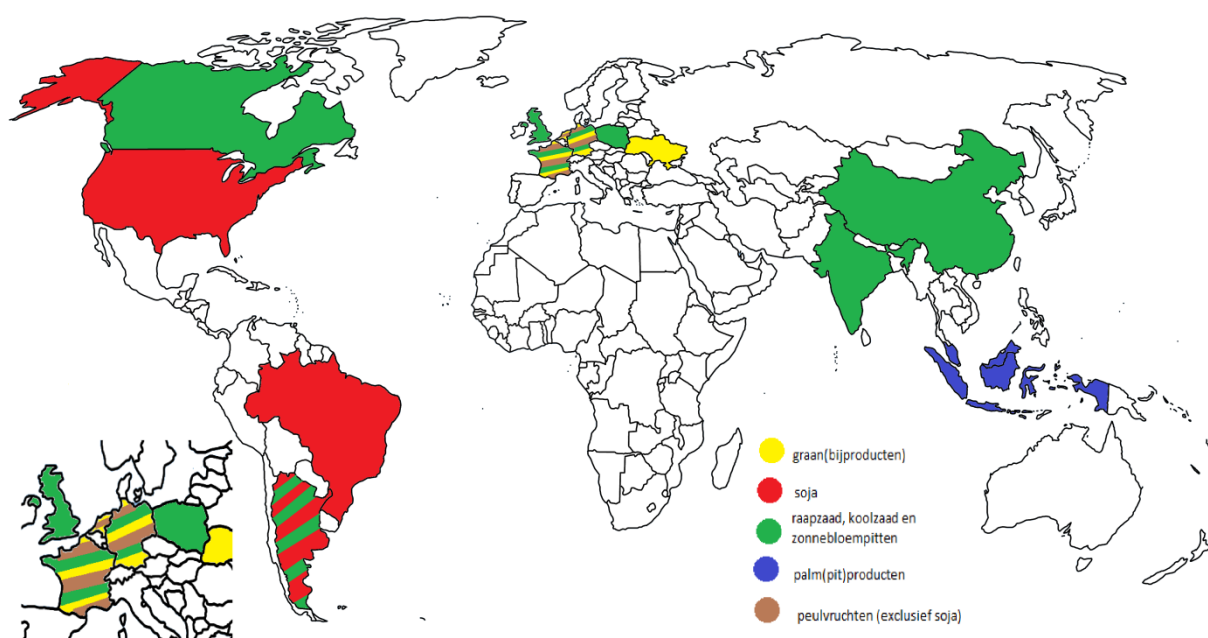
De grondstoffen komen van over de hele wereld. Wanneer de prijzen in bepaalde landen laag zijn worden de producten daar ingekocht: een kwestie van marktwerking. Hierbij moet wel worden

opgemerkt dat bepaalde bestanddelen alleen groeien onder omstandigheden die we op specifieke plekken ter wereld aantreffen. Dit heeft weer gevolgen voor transport.

Onderstaande tabel en kaart geven weer waar de Nederlandse veevoerfabrieken hun eiwitrijke grondstoffen vandaan halen.

Tabel 5 Herkomst eiwitproducten (NEVEDI, 2014)

Product	Landen
Erwten	Frankrijk
Maïs (bijproducten)	Nederland, Duitsland, Frankrijk en Oekraïne
Raapzaad(schilfers)	China, India, Argentinië, Canada, Duitsland
Soja(schroot)	Frankrijk, Verenigd koninkrijk en Polen
	Argentinië, Brazilië en de VS



Figuur 2 Overzicht herkomst eiwitproducten

CO₂ uitstoot per product

Om een beter beeld te krijgen van de CO₂ uitstoot per bestanddeel wordt in tabel 6 weergegeven wat de uitstoot van CO₂ equivalenten is voor de verschillende eiwitbronnen in het pluimveevoer. DDGS is het product waarbij de meeste CO₂ vrij komt. Dit heeft met name te maken met de hoeveelheid energie die nodig is om de producten te drogen (EPA, 2010). Raapzaadschilfers hebben de laagste CO₂ uitstoot. Dit komt doordat de productie van schilfers weinig energie kost. Sojaschroot zit hoger dan raapzaadschilfers, doordat dit product van ver komt. Maïsgluten en erwten hebben en vergelijkbare CO₂ uitstoot. Wanneer we kijken naar de CO₂ uitstoot per kg eiwit komen sojaschroot en maïsgluten naar voren als de producten met de laagste CO₂ uitstoot per kg eiwit. Erwten hebben

de hoogste CO₂ uitstoot per kg eiwit, gevolgd door DDGS. Raapzaadschilfers hebben in dit rijtje een gemiddelde CO₂ uitstoot per kg eiwit.

Tabel 6 CO₂ uitstoot per product (FeedPrint)

Product	CO ₂ uitstoot per gram CO ₂ -eq/kg product	Eiwit percentage	CO ₂ uitstoot per gram CO ₂ -eq/kg eiwit
Erwten	725	23	3152
DDGS	958	33	2903
Maïs gluten	786	66	1190
Raapzaadschilfers	501	21	2385
Sojaschroot	632	52	1198

Hoofdstuk 4 De bijdrage van energie producten in het pluimveevoer aan de CO₂ uitstoot.

De energiebronnen in het pluimveevoer

De energiebronnen in het pluimveevoer bestaan uit verschillende grondstoffen. Uit de lineaire programmering pluimveevoeder van de NEVEDI komt naar voren dat de energiebronnen in het pluimveevoer bestaan uit: maïs, tarwe, en palmolie.

Maïs

Maïs is een belangrijke standaard component van diervoeders. Het product wordt vooral gebruikt om energie aan een rantsoen toe te voegen. Maïs komt oorspronkelijk uit Centraal-Amerika maar kan dankzij de veredeling bijna overal op de wereld worden geteeld. Het zetmeelgehalte van maïs is 73%. Daarnaast bevat de plant 4% olie en heeft het een laag vezelgehalte van 12%NDF. Een belangrijke eigenschap van gele maïs is dat het caroteen en cryptoxanthine bevat. Deze eiwitten zorgen ervoor dat de dooier van het ei geel wordt, maar dat het kippenvlees ook een gele kleur krijgt (Heuzé, 2015).

Tarwe

Tarwe wordt overal in de wereld geteeld. Tarwe is een bron van energie voor landbouwhuisdieren, dit komt doordat tarwe een hoog gehalte aan zetmeel (70% ds) heeft. Ook bevat het meer eiwitten(11-13% ds) dan maïs. Tarwe kan maïs volledig vervangen mits aangevuld met de juiste enzymen (Lebas, 2013).

Palmolie

Palmolie wordt gewonnen uit palmpitten, die voornamelijk groeien in Indonesië en Maleisië. Deze olie heeft een hoge bruto energiewaarde. De olie is vaak verontreinigd met variabele hoeveelheden verhoutte vezels. Palmolie wordt voornamelijk gebruikt om de hoeveelheid energie in het voedsel te verhogen (Tran, 2015).

Transport

De meeste producten in het pluimveevoer zijn afval/bijproducten die vrijkomen in de productieketen van humaan voedsel.

De grondstoffen komen van over de hele wereld. Wanneer de prijzen in bepaalde landen laag zijn worden de producten daar ingekocht: een kwestie van marktwerking. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat bepaalde bestanddelen alleen groeien onder omstandigheden die we op specifieke plekken ter wereld aantreffen. Dit heeft weer gevolgen voor transport.

Onderstaande tabel geeft weer waar de Nederlandse veevoerfabrieken hun eiwitrijke grondstoffen vandaan halen. Zie figuur 2 voor de illustratie.

Tabel 7 Herkomst energieproducten (NEVEDI, 2014)

Product	landen
Maïs	Nederland, Duitsland, Frankrijk en Oekraïne
Tarwe	Nederland, Duitsland, Frankrijk en Oekraïne
palmolie	Maleisië en Indonesië

De CO₂ uitstoot per product.

In tabel 4 is weergegeven wat de uitstoot van CO₂ equivalenten is voor de verschillende energiebronnen in het pluimveevoer. Tarwe heeft de laagste CO₂ uitstoot van de drie energieproducten. Dit komt door dat tarwe geen complex bewerkingsproces kent voor verwerking in veevoer.

Palmolie scoort zeer hoog voor de CO₂ uitstoot. Dit komt doordat het relatief lang duurt om de oliepalm te laten groeien. Echter het aandeel palmolie is maximaal 2,5% in het rantsoen. Hierdoor draagt palmolie in totaal slecht beperkt bij aan de CO₂ uitstoot. De CO₂ uitstoot van maïs is een keer zo hoog dan die van tarwe. Dit komt doordat er tijdens de teelt en oogst van maïs meer CO₂ vrij komt dan bij tarwe. Wanneer er gekeken wordt naar de CO₂ uitstoot per MJ blijkt dat tarwe de laagste CO₂ uitstoot heeft en palmolie de hoogste. Maïs zit er tussen in.

Tabel 8 CO₂ uitstoot per product

Product	CO ₂ uitstoot per gram CO ₂ -eq/kg product	MJ per kg ds	CO ₂ uitstoot per MJ
Maïs	704	18.7	37,6
Tarwe	367	18.2	20,2
Palmolie	1591	28.4	56,0

Hoofdstuk 5 De CO₂ uitstoot van pluimveeproducten wanneer alternatieve eiwitbronnen worden gebruikt

In Europa zijn verschillende alternatieven voor Zuid-Amerikaanse soja. Belangrijke alternatieven zijn lupine, erwten, koolzaadschroot en aardappeleiwit (Vahl, 2009). Deze alternatieven zijn ingevoerd in het programma Feedprint van de WUR. Met dit programma is de CO₂ emissie, landgebruik, energieverbruik en de benodigde fossiele brandstof berekend. Onderstaand is een beschrijving van de verschillende alternatieven.

De alternatieven

Lupine

Lupine is een goed alternatief voor soja in veevoeding (Prins, 2007). De grootste producent van lupine is Australië met ruim 400.000 ton, in Europa wordt ongeveer 150.000 ton per jaar geteeld voornamelijk in Duitsland en Frankrijk (Prins, 2007). Lupine heeft te maken met een aantal antinutritionele factoren (ANF) (Kamp, 2008). Deze ANF's kunnen deels verwijderd worden door de lupine te weken in water. Daarnaast bestaan er rassen met minder ANF's maar deze hebben een lagere opbrengst (AFZ, 2011). Wellicht is hier door veredeling in de toekomst nog winst te behalen. De opbrengst van lupine is nu ongeveer 2-5 ton per hectare (Prins, 2007).

Tabel 9 Eigenschappen lupine

Analyse (AFZ, 2011)	Unit
Opbrengst	2-5 ton/ha
Ruw eiwit	33,8% DS
NDF	25,6% DS
Energie	20.3 MJ/kg %DS

Erwten

De erwt is naast soja een van de belangrijkste vlinderbloemige gewassen (Meuhlbauer, 1997). Erwten zijn kruidachtige snelgroeiende peulvruchten. Deze planten worden al lang veredeld, en er zijn veel varianten. Hierdoor is het aandeel ANF's in erwten gedaald (Hickling, 2003). De opbrengst is ongeveer 1,7 ton per hectare (Prolea, 2008). Erwten bevatten te weinig zwavel aminozuren, maar dit kan worden opgevangen door deze aminozuren synthetisch aan het voer te voegen. De maximale hoeveelheid erwten die aan het rantsoen kan worden toegevoegd, zonder negatieve gevolgen, bedraagt 20-35% (Nalle, 2011).

Tabel 10 Eigenschappen erwten

Analyse (Heu153)	Unit
Opbrengst	1.7 ton/ha
Ruw eiwit	23.9% DS
NDF	14.2% DS
Energie	18.3 MJ/kg %DS

Koolzaadschroot

Koolzaad is een gewas dat grootschalig in Europa wordt verbouwd. In koolzaad zit erucazuur. Hierdoor smaakt de plant bitter en, ook kan een te grote inname tot gezondheidsproblemen leiden. Tussen 1960 en 1970 werden rassen ontwikkeld die lage gehalten erucazuur bevatten. Deze rassen werden doorontwikkeld, waardoor het nieuwe koolzaad ook wel canola wordt genoemd. (Snowdon, 2006). De zaadopbrengst is gemiddeld 2 ton per hectare (CETION, 2014). Wanneer koolzaad wordt veresterd ontstaat koolzaadschroot en komt het vet uit de zaden, hierdoor stijgt het aandeel ruw eiwit.

Tabel 11 Eigenschappen koolzaadschroot

Analyse (Sauvant, 2015)	Unit
Opbrengst	2 ton
Ruw eiwit	38.3% DS
NDF	31.6% DS
Energie	19.4 MJ/kg %DS

Aardappeleiwit

De aardappel komt oorspronkelijk uit de Andes, en wordt tegenwoordig overal in de wereld verbouwd. De Nederlandse aardappelproductie bedraagt 8 miljoen ton, ongeveer 30 % daarvan wordt geteeld voor de zetmeelproductie (Nivap). Tijdens de productie van zetmeel uit zetmeelaardappelen blijft er eiwit over. Dit eiwit is een restproduct en kan gezien worden als een hoogwaardig veevoer (Reinshagen, 2013). Aardappeleiwit kan wel bitterstoffen (glycoalkaloïden) bevatten. Dit heeft een negatief effect op de opname.

Tabel 12 Eigenschappen aardappeleiwit

Analyse (Wijnholds, 2005)	Unit
Opbrengst	930kg/ha
Ruw eiwit	87,7% DS
NDF	-
Energie	0

Legkippen

Cijfers

Met behulp van het programma FeedPrint van de WUR is te berekenen wat de CO₂ uitstoot van eieren is. Daarnaast kan FeedPrint ook de input van voer gebruiken in zijn diervormen, zodat van elk rantsoen de CO₂ uitstoot berekend kan worden. Eerst is er voor het gangbare rantsoen berekend wat de CO₂ emissie, landgebruik, energieverbruik en brandstofverbruik zij. Het gangbare rantsoen ziet er als volgt uit:

Tabel 13 Rantsoen legkip

Legmeel	Start	Midden
Product	Kg/100kg	Kg/100kg
Raapzaad schilfers 8Rv	2.50	2.50

Maïs	55.18	57.68
Lysine-HCl(1,79%)	0.07	0.05
Methionine (dl,99%)	0.15	0.13
Sojabonen Get. Korr.	5.80	6.71
Sojaschr.inl. hipro	13.50	11.40
Palmolie	0.31	0
ZOUT	0.15	0.15
Premix. 10% Ca	0.50	0.50
KRIJT	9.16	9.21
MONO-CA-FOSF. TESS	0.55	0.45
Palmolievetzuren	2.00	1.08
Fytase 200FTU-3 LH	0.15	0.15
Maïs distillers	10.00	10.00

Daarnaast is in FeedPrint een berekening gemaakt van rantsoenen waarbij de soja is vervangen door respectievelijk lupine, erwten, aardappeleiwit en koolzaadschroot. De resultaten hiervan zijn opgenomen in tabel 13. De eierproductie van de verschillende rantsoenen is gelijk gehouden zodat dat geen variabele is. Daarnaast houdt het ook de levering van kippen en het gewicht van de geruimde kippen gelijk. Hierdoor kan de voerconversie worden berekend. Daarnaast wordt er naar de mest gekeken. Het droge stof percentage is gelijk, echter de percentages stikstof en fosfaat verschillen.

Tabel 14 Overzicht voedselopname, productie en excretie

Legkippen	Gangbaar	Lupine	erwten	Aardappel eiwit	Koolzaad schroot
Voedselopname	33.4	35.4	33.4	31.8	35.8
Productie (Kg)/ jaar					
Levering van de kippen(kg)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Geproduceerde eieren(kg)	17.8	17.8	17.8	17.8	17.8
Geruimde kippen(kg)	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Voederconversie	2	2.12	2	1.9	2.14
Excretie/mest					
Hoeveelheid (kg)	19	23	18	21	21
Totale ammonium stikstof(kg)	0.32	0.28	0.17	0.6	0.25
Ds percentage	65%	65%	65%	65%	65%
stikstof concentratie	23.8	16.3	13	35.3	18.9
Fosfaat concentratie	9.8	6.7	8,8	5.3	13.1

De voederconversie van aardappeleiwit is met 1,9 het laagst, gevolgd door die van erwten en soja(2,0). Voor lupine en koolzaadschroot blijkt dat de voederconversie lager is dan die van het gangbare voer. Als lupine in het rantsoen wordt verwerkt blijkt de hoeveelheid mest het hoogst in vergelijking met de andere rantsoenen, gevolgd door aardappeleiwit en koolzaadschroot. Erwten en het gangbare voer hebben de laagste mest productie, hierbij zijn erwten licht in het voordeel ten opzichte van het gangbare voer. De totale hoeveelheid ammonium in de mest is bij aardappeleiwit met 0,6 kg ammonium het hoogst. De hoeveelheid ammonium bij het gangbare voer, lupine en koolzaadschroot verschillen licht van elkaar. Erwten hebben een lagere ammoniumexcretie dan de

overige rantsoenen. De stikstof concentratie blijkt bij aardappeleiwit het hoogst te zijn. De concentratie bij het gangbare voer is meer dan 10 procentpunt lager in vergelijking met aardappeleiwit. Erwtten hebben de laagste stikstofconcentratie in de mest. Koolzaadschroot blijkt een hogere fosfaatuitscheiding te hebben dan de andere rantsoenen. Aardappeleiwit komt hier het beste uit met een fosfaat concentratie van 5,3, ook erwten hebben een lage fosfaat concentratie in het mest.

In tabel 14 is weergegeven wat de CO₂ uitstoot in CO₂ equivalenten per kg ei is. Eerst is er gekeken naar het onderdeel boerderij waarna deze wordt onderverdeeld in strooisel, mest en huisvesting. Doordat de hoeveelheid en soort strooisel bij de verschillende rantsoenen gelijk zijn gebleven zullen hier geen verschillen optreden. Voor de huisvesting is gebruik gemaakt van het zelfde systeem.

Het onderdeel voeding is onderverdeeld in de onderdelen teelt input, landwerk & opslag, produceren, voerfabriek, toevoegingen en transport. Met teelt input wordt bedoeld wat voor energie er in de teelt moet worden gestopt zoals het zaaien, zaaizaad en het zaai klaar maken van de gewassen. Met landwerk & opslag wordt de oogst en het onderhoud van de gewassen bedoeld. Produceren betekent wat voor handelingen er nog moeten worden verricht om de producten uit de gewassen te halen. De voerfabriek zorgt ervoor dat alles in één product terecht komt. Met toevoegingen worden de verschillende additieven die aan het rantsoen worden toegevoegd bedoeld. bij het punt transport worden alle transport bewegingen bedoeld, van veld naar voerfabriek en van voerfabriek naar kippenschuur. LULUC staat voor Land Use and Land Use Change. Hiermee wordt het landgebruik bedoeld en wat voor gevolgen het telen van bepaalde gewassen heeft voor de bodem en het milieu uitgedrukt in CO₂ equivalenten.

Tabel 15 Overzicht CO₂ uitstoot uitgedrukt in gr CO₂ equivalenten per kg ei

Legkippen	Gangbaar	Lupine	erwtten	Aardappeleiwit	Koolzaad schroot
Totaal (g)	1908.9	2056.8	1818.5	2157.5	1854.5
Boerderij (g)	225.4	232.8	209.6	270.7	227.8
<i>Strooisel (g)</i>	88.3	88.3	88.3	88.3	88.3
<i>mest(g)</i>	107.9	115.4	92.2	153.2	110.4
<i>huisvesting(g)</i>	29.1	29.1	29.1	29.1	29.1
Voeding (g)	1315.4	1409.2	1264.3	1615	1343.2
<i>Teelt input (g)</i>	475.1	562.7	482.4	517.6	536.5
<i>Landwerk en opslag(g)</i>	321.4	363.4	323.8	520.4	312.2
<i>produceren(g)</i>	89.4	75.6	71.4	195.5	89.3
<i>voerfabriek(g)</i>	132.1	139.8	132	125.7	141.4
<i>toevoegingen(g)</i>	128.1	135.6	128	121.9	137.1
<i>Transport(g)</i>	169.3	132.1	126.7	133.8	126.7
LuLuc (g)	368	414.8	344.6	271.8	283.5
<i>Land use(g)</i>	31.4	35.4	29.4	23.2	24.2
<i>Land use change(g)</i>	336.6	379.4	315.2	248.6	259.3

De CO₂ uitstoot van het gangbare voer berekend volgens FeedPrint is 1908.9 CO₂-equivalent. Lupine en aardappelwit zitten daar boven. Erwt en koolzaadschroot zitten onder het gangbare voer, hierin hebben erwten een licht voordeel ten opzichte van koolzaadschroot. In de berekening zijn geen verschillen in strooisel en huisvesting meegenomen. Bij het onderdeel mest blijkt aardappeleiwit de meeste CO₂ equivalenten te produceren. Dit heeft te maken met de hoge concentratie ammonium in de mest, dit is bij erwten het laagst. Voor de voeding geldt dat de onderdelen: teelt input, land werk, opslag & produceren het meest bepalend zijn voor de verschillen in de hoeveelheden CO₂ equivalenten die vrijkomen. Aardappeleiwit scoort op deze onderdelen hoger dan de andere gewassen. Hieruit is af te leiden dat aardappelen een intensief gewas is om te telen. Voor de teelt van soja en erwten komen de minste CO₂ equivalenten vrij. Koolzaadschroot en lupine hebben meer teelt input nodig dan de soja en erwten hierdoor produceren zij meer CO₂ equivalenten. Transport blijkt voor soja het hoogste te zijn, dit komt doordat de soja uit Zuid-Amerika wordt gehaald. De overige producten worden in West-Europa geteeld. Dit zorgt ervoor dat soja hoger uitvalt in CO₂ equivalenten bij het onderdeel transport. Soja, lupine en erwten hebben een grote invloed op land use change.

Tabel 16 Overzicht landgebruik uitgedrukt in m² per kg ei

Legkippen	Gangbaar	Lupine	Erwt	Aardappeleiwit	Koolzaad schroot
Totaal (m²)	2.85	3.22	2.67	2.11	2.20
Voedsel (m²)	2.85	3.22	2.67	2.11	2.20
Teelt input (m²)	2.85	3.22	2.67	2.11	2.20

Het landgebruik kan volledig worden toegeschreven aan de teelt input zoals de productie van zaaizaad. Voor lupine is het landgebruik het hoogst. Dit komt door de mindere voederconversie van het rantsoen, hierdoor is er meer voedsel, en meer land nodig om het voedsel te telen. Erwt, aardappeleiwit en koolzaadschroot hebben een lager landgebruik dan soja.

Tabel 17 Energieverbruik in MJ per kg ei

Legkippen	Gangbaar	Lupine	Erwt	Aardappeleiwit	Koolzaad schroot
Totaal (MJ)	12.71	12.90	11.95	16.67	12.56
Boerderij (MJ)	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09
Voedsel (MJ)	11.61	11.81	10.86	15.57	11.47
Teelt input(MJ)	1.73	2.03	1.84	2.04	2.24
Landwerk en opslag(MJ)	4.41	4.95	4.43	6.96	4.27
produceren(MJ)	1.25	1.03	0.97	2.92	1.23
Voerfabriek(MJ)	1.78	1.88	1.78	1.69	1.90
Transport(MJ)	2.44	1.91	1.84	1.97	1.84

Het energieverbruik voor aardappeleiwit is hoger dan die van de overige vier rantsoenen. Dit verschil wordt veroorzaakt door de punten land werk, opslag & produceren. Voor transport geldt weer dat er voor soja het meeste energie verbruikt wordt. Ondanks dat er meer energie nodig is voor transport

komt soja nog gunstig uit de vergelijking. Erwtten is het product dat het minste energie vraagt per kg ei. Koolzaadschroot, lupine en soja verschillen niet veel van elkaar.

Tabel 18 Benodigde fossiele brandstof in gr ruwe olie per kg ei

Legkippen	Gangbaar	Lupine	Erwtten	Aardappel eiwit	Koolzaad schroot
Totaal(g)	302.6	307.2	284.6	396.9	299.1
Boerderij(g)	26.1	26.1	26.1	26.1	26.1
voedsel(g)	276.5	281.2	258.5	370.8	273.1
<i>Teelt input(g)</i>	41.3	48.3	43.9	48.6	53.2
<i>Landwerk en opslag(g)</i>	105	117.9	105.4	165.6	101.6
<i>Produceren(g)</i>	29.8	24.6	23.2	69.5	29.2
<i>Voerfabriek(g)</i>	42.4	44.8	42.3	40.3	45.3
<i>Transport(g)</i>	58	45.6	43.7	46.8	43.7

Aardappeleiwit komt hier naar voren als het product dat het meest ruwe olie vraagt. Dit komt mede door de grote hoeveelheden die gevraagd worden voor land werk & opslag en voor het produceren. Daarnaast blijkt dat erwten de laagste hoeveelheid ruwe olie vragen. Koolzaadschroot, soja en lupine hebben ongeveer dezelfde hoeveelheid ruwe olie nodig. Voor aardappeleiwit zijn meer fossiele brandstoffen nodig.

Conclusie:

Erwtten blijken de minste schade aan het milieu te veroorzaken in vergelijking met de andere rantsoenen. Koolzaadschroot heeft eveneens een lagere milieubelasting dan het gangbare rantsoen. Aardappeleiwit en lupine hebben een hogere CO₂ uitstoot dan het gangbare rantsoen en vallen hierdoor dus af als alternatief voor legkippen. Koolzaadschroot heeft minder land nodig om zijn producten te laten groeien dan erwten en het gangbare rantsoen, maar de fosfaat productie van koolzaadschroot is zeer hoog. Fosfaat is een stof dat belastend is voor het milieu, hierdoor is koolzaadschroot niet een goed alternatief voor soja. Erwtten en het gangbare rantsoen hebben dezelfde voederconversie. Erwtten scoort op enkele vlakken beter dan soja. Dit komt mede door het onderdeel transport, erwten worden in West-Europa geteeld en de soja in Zuid-Amerika. Erwtten zijn een alternatief voor soja in het voer van legkippen.

Vleeskuikens:

Cijfers

In het programma FeedPrint van de WUR kan berekend worden wat de CO₂ uitstoot van pluimveevlees is. Daarnaast kan FeedPrint ook de input van voer gebruiken in zijn diersmodellen. Hierdoor kan van elk rantsoen de CO₂ uitstoot berekend worden. Er is voor het gangbare rantsoen berekend wat de CO₂ emissie, landgebruik, energieverbruik en brandstofverbruik is. Het gangbare rantsoen ziet er als volgt uit:

Tabel 19 Rantsoen vleeskuiken

Vleeskuiken	Groeivoer	Eindvoer
Product	Kg/100kg	Kg/100kg
Erwten<22% RE	2.00	0
Maïsgl.meel>50	4.10	5.00
Tarwe	25.00	25.00
Maïs	15.00	10.00
Lysine-HCl(79%)	0.30	0.19
Methionine	0.22	0.22
Sojabonen get. Korr	6.63	17.03
Sojaschr.inl. Hipro	19.55	12.82
Sojaolie	2.50	0.23
Palmolie	1.25	2.50
Zout	0.30	0.32
Premix. 10% Ca	0.50	0.50
Krijt	0.99	0.72
Threonine (L, 98%)	0.03	0.02
Mono-CA-FOSF. Tess	0.68	0.28
Palomlievetzuren	1.25	2.50
Fytase 200 FTU-3 SLK	0.25	0.25
Tarwe + enzym	19.45	22.43

Dit rantsoen is ingevoerd in FeedPrint, daarnaast is voor de andere rantsoenen de soja vervangen door lupine, erwten, aardappeleiwit of koolzaadschroot. Hieruit komen onderstaande gegevens. Wel moet worden opgemerkt dat door een fout in het rekenprogramma er bij het onderdeel aardappeleiwit de kuikens 22% van de periode nog wel soja krijgen toegediend.

Dit rantsoen is samen met de andere rantsoen ingevoerd in FeedPrint, In tabel 19 is weergegeven wat de uitkomsten zijn van FeedPrint. Het programma berekend de vlees productie voor de verschillende rantsoenen. Daarnaast berekend het de voeropname, en hierdoor kan ook de voerconversie worden berekend. Daarnaast wordt er naar de mest gekeken. Het droge stof percentage is gelijk, echter de percentages stikstof en fosfaat verschillen. Er moet worden opgemerkt dat door een beperking in het rekenprogramma er bij het onderdeel aardappeleiwit de kuikens 22% van de periode nog wel soja krijgen toegediend.

Tabel 20 Overzicht aantal rondes, voeropname en excretie

vleeskuikens	Gangbaar rantsoen	Lupine	erwten	aardappeleiwit	Koolzaad schroot
Rondes per jaar	7.60	5.89	3.69	11.41	6.76
Voeropname (kg)	25.5	34.6	44.0	15.1	32
Productie					
Aanvoer jonge hennen (kg)	0.32	0.25	0.15	0.48	0.28
Geproduceerd vlees(levend gewicht) (kg)	13.9	10.7	6.7	20.8	12.3
voederconversie	1.88	3.30	6.7	0.74	2.66
Excretie					
Hoeveelheid (kg)	15	24	24	7	22
Totale ammonium stikstof (kg)	0.37	0.63	0.76	-0.61	0.45
DS percentage	55%	55%	55%	55%	55%
Stikstofconcentratie	34.3	31.1	38.4	24.5	29.6
Fosfaat concentratie	5.5	4.9	10.5	-15,2	11.8

Tijdens de berekening is rekening mee gehouden dat elk voer een andere invloed heeft op de groei. Hierdoor kunnen er met het ene rantsoen meer rondes worden gedraaid dan met een ander rantsoen. Aardappeleiwit laat een sterke stijging zien in het aantal rondes dat gedraaid kan worden, ook is de voeropname het laagst. De vleesproductie is hier het hoogst. De voederconversie is lager dan de rest. Ook de hoeveelheden ammonium en fosfaat zijn negatief in de mest. Dit komt doordat er meer nutriënten worden afgevoerd in de vorm van het vlees dan dat er in de mest achterblijft. Erwten hebben een zeer negatief effect op de voederconversie. Ook de hoeveelheid mest is erg hoog. Daarnaast kunnen er maar 3.69 rondes per jaar worden gedraaid. Lupine komt meer in de buurt van soja, echter de hoeveelheid ammonium stikstof die wordt uitgescheiden is erg hoog. Koolzaadschroot en soja ontlopen elkaar niet veel. Voor de voederconversie zit bijna een punt voederconversie verschil tussen koolzaadschroot en het gangbare voer. Ook de hoeveelheid fosfaat die de kuikens uitscheiden is bij koolzaadschroot het hoogst.

In tabel 21 is weergegeven wat de CO₂ uitstoot in CO₂ equivalenten per kg vlees is. Hierbij wordt eerst gekeken naar de boerderij, waar deze wordt onderverdeeld in strooisel, mest en huisvesting. Doordat de hoeveelheid en soort strooisel bij de verschillende rantsoenen gelijk is gebleven zullen hier geen verschillen optreden. Ook de huisvesting is gelijk gebleven voor de verschillende rantsoenen. Het onderdeel voeding is onderverdeeld in de onderdelen teelt input, land werk & opslag, produceren, voerfabriek, toevoegingen en transport. Het onderdeel teelt input geeft aan wat voor energie er in de teelt moet worden gestopt zoals het zaaien en zaai klaar maken van de gewassen. Met land werk & opslag wordt de oogst en het onderhoud van de gewassen bedoeld. de verwerking van gewassen voegen we onder het onderdeel produceren. De voerfabriek zorgt ervoor dat alles in één product terecht komt. De verschillende additieven die worden toegevoegd aan het rantsoen komen bij toevoegingen te staan. Met het onderdeel transport worden alle transport bewegingen bedoeld van veld naar voerfabriek en van voerfabriek naar kippenschuur. LULUC staat

voor Land Use and Land Use Change. De gevolgen van het landgebruik wordt hierin weergegeven almede wat voor gevolgen het telen van bepaalde gewassen heeft voor de bodem en het milieu.

Tabel 21 CO₂ uitstoot in gram CO₂ equivalenten per kg vlees

Vleeskuikens	Gangbaar rantsoen	Lupine	Erwten	Aardappeleiwit	Koolzaad schroot
Totaal (g)	2056.3	3606.7	6446.2	1041.6	2467.4
boerderij(g)	305.6	445.1	684.7	200.3	384.8
<i>Strooisel(g)</i>	38.4	38.4	38.4	38.4	38.4
<i>mest(g)</i>	131.9	271.4	511	26.6	211
<i>huisvesting(g)</i>	135.3	135.3	135.3	135.3	135.3
voeding(g)	1320	2355	4396	717.3	1724.6
<i>Teelt input (g)</i>	448.3	937.8	1622.1	210	686.6
<i>Landwerk en opslag(g)</i>	197.6	404.2	707.9	192.2	207.5
<i>produceren(g)</i>	57.6	63.7	130.0	84.6	78.8
<i>voerfabriek(g)</i>	131.3	230.3	467.9	51.9	185.7
<i>toevoegingen(g)</i>	302	526.9	1066.3	121.7	425.9
<i>Transport(g)</i>	183.3	192.1	401.7	56.8	140.1
LuLuc(g)	430.8	806.6	1365.5	124	358
<i>Land use(g)</i>	36.8	68.8	116.5	10.6	30.5
<i>Land use change(g)</i>	394.0	737.8	1249	113.5	327

Op aardappeleiwit na hebben alle alternatieven een hogere CO₂ uitstoot dan soja. Dit komt met name omdat er minder rondes draaien dan het gangbare voer en doordat de voederconversie slechter is. Aardappeleiwit heeft een zeer lage CO₂ uitstoot. Erwten steken er boven uit. Dit komt met name door de grote hoeveelheden land dat moet worden veranderd voor het telen van het voer. Koolzaadschroot ligt iets hoger dan het gangbare voer. Land use change zorgt in de meeste rantsoenen voor een grote productie van CO₂.

Tabel 22 Landgebruik in m² per kg vlees

Vleeskuikens	Gangbaar rantsoen	Lupine	erwten	Aardappeleiwit	Koolzaad schroot
Totaal (m²)	3.34	6.25	10.59	0.96	2.78
Boerderij(m²)	0				
voedsel(m²)	3.34	6.25	10.59	0.96	2.78
<i>Teelt input(m²)</i>	3.34	6.25	10.59	0.96	2.78

Voor het erwtenrantsoen is het meeste landgebruik nodig, gevolgd door lupine. Wanneer koolzaadschroot soja vervangt zijn er minder vierkante meters nodig dan bij het gangbare voer. Voor aardappeleiwit zijn er de minste vierkante meters nodig.

Tabel 23 Energieverbruik in MJ per kg vlees

Vleeskuikens	Gangbaar rantsoen	Lupine	erwten	Aardappeleiwit	Koolzaad schroot
Totaal (MJ)	12.06	18.03	32.31	8.74	14.01
Boerderij(MJ)	2.54	2.54	2.54	2.54	2.54
voedsel(MJ)	9.53	15.49	29.78	6.20	11.48
<i>Teelt input(MJ)</i>	1.58	3.25	6.2	0.83	3.02
<i>Landwerk en opslag(MJ)</i>	2.73	5.48	9.67	2.55	2.83
<i>produceren(MJ)</i>	0.82	0.86	1.75	1.29	1.08
<i>voerfabriek(MJ)</i>	1.77	3.10	6.30	0.7	2.50
<i>Transport(MJ)</i>	2.64	2.8	5.86	0.84	2.04

Erwten gebruiken de meeste energie gevold door lupine. Aardappeleiwit heeft het laagste hoeveelheid energie nodig voor de productie van vlees. Tussen het gangbare voer en het koolzaadschroot zit nog 2MegaJoule tussen, in het voordeel van soja.

Tabel 24 Verbruik fossiele brandstoffen in g ruwe olie per kg vlees

Vleeskuikens	Gangbaar rantsoen	Lupine	Erwten	Aardappel eiwit	Koolzaad schroot
Totaal (g)	287.3	429.2	769.3	208	333.6
Boerderij(g)	60.4	60.4	60.4	60.4	60.4
voedsel(g)	226.9	368.9	708.9	147.6	273.3
<i>Teelt input(g)</i>	37.5	77.5	147.5	19.7	71.9
<i>Landwerk en opslag (g)</i>	64.9	130.4	230.2	60.6	67.4
<i>Producersen(g)</i>	19.5	20.4	41.6	30.7	25.7
<i>Voerfabriek (g)</i>	42.1	73.8	150	16.6	59.6
<i>toevoegingen (g)</i>					
<i>Transport (g)</i>	62.9	66.7	139.6	20	48.7

De hoeveelheid fossiele brandstoffen die nodig zijn voor het voer van de vleeskippen ligt bij erwten het hoogst. Daarnaast is er voor lupine meer fossiele brandstof nodig in vergelijking met de andere producten. Aardappeleiwit komt hier het beste uit. Het gangbare voer heeft meer ruwe olie nodig in vergelijking met aardappeleiwit. Koolzaadschroot verbruikt ook meer fossiele brandstof dan het gangbare voer.

Conclusie

Aardappeleiwit heeft van deze rantsoenen de laagste CO₂ uitstoot. Het gangbare rantsoen komt op de tweede plaats. Alleen koolzaadschroot komt in de buurt van het gangbare rantsoen. Erwten en lupine hebben de hoogste CO₂ uitstoot. Hierdoor is het niet aantrekkelijk om deze producten soja te laten vervangen. Met koolzaadschroot worden minder rondes gedraaid dan het gangbare rantsoen, ook het energieverbruik en de fosfaatuitscheiding is hoger dan het gangbare rantsoen. Hierdoor is koolzaadschroot ook geen goed alternatief voor soja. Aardappeleiwit scoort op alle plekken beter dan het gangbare rantsoen. Echter de waarden die aardappeleiwit haalt zijn wel erg goed. Er zal moeten worden gekeken welke waarden aardappeleiwit haalt wanneer deze in een afgemeten rantsoen worden toegepast.

Hoofdstuk 6 Rantsoenvergelijking

In dit hoofdstuk wordt gekeken wat de gevolgen zijn wanneer aardappeleiwit en erwten op een dusdanige manier in het rantsoen worden verwerkt de voederwaarde gelijk is aan het gangbare voer, zodat er een betere vergelijking kan worden gemaakt.

Legkippen:

Tabel 25 Rantsoenvergelijking

Gangbaar rantsoen		Erwten	
Product	%	Product	%
Krijt	9.21	Krijt	9.21
monocalciumfosfaat	0.45	Monocalciumfosfaat	0.45
Zout	0.15	Zout	0.15
Fytase	0.15	Fytase	0.15
Premix	0.5	Premix	0.5
Lysine HCL	0.05	Lysin HCL	0.05
Methionine	0.13	Methionine	0.13
Maïs	57.68	Maïs	48.81
Maïs distillers	10.00	Maïs distillers	12.5
Palmolie	1.08	Palmolie	1.05
Sojaschroot	5	Raapzaad schilfers	2.5
Soja getoast	17	Erwten	16.5
Raapzaadschilfers	2.5	Maïs glutenmeel	8

Het soja vrije rantsoen is zo samengesteld dat het de zelfde hoeveelheid ruw eiwit en energie bevat als het gangbare rantsoen. In onderstaande tabellen staan de resultaten van beide rantsoenen.

Tabel 26 Vergelijking voedselopname

Legkippen	Gangbaar	Erwten
Voedselopname	33.6	33.6
Productie (Kg)		
Levering van de kippen(kg)	1.1	1.1
Geproduceerde eieren(kg)	17.8	17.8
Geruimde kippen(kg)	1.2	1.2
Voederconversie	2.01	2.01
Excretie		
Hoeveelheid (kg)	19	20
Totale ammonium stikstof(kg)	0.33	0.36
Ds percentage	650	650
stikstof concentratie	24.0	22.4
Fosfaat concentratie	9.6	8.3

Uit de resultaten blijkt dat de voedselopname en de eiproductie gelijk is. Hierdoor is ook de voederconversie gelijk. De excretie verschilt van elkaar. Het sojavrije voer bevat meer ammonium stikstof dan het gangbare voer. De stikstof en fosfaat concentraties zijn lager in het sojavrije voer.

Tabel 27 Overzicht CO₂ uitstoot uitgedrukt in gr CO₂ equivalenten per kg ei

Legkippen	Gangbaar	Erwten	Vershil
Totaal (g)	1939.3	1871.5	-67.8
Boerderij (g)	227.4	238.7	11.3
<i>Strooisel (g)</i>	88.3	88.3	0
<i>mest(g)</i>	109.9	121.2	11.3
<i>huisvesting(g)</i>	29.1	29.1	0
Voeding (g)	1344.3	1313.2	-31.1
<i>Teelt input (g)</i>	473.1	442.6	-30.5
<i>Landwerk en opslag(g)</i>	321.1	299.7	-21.4
<i>produceren(g)</i>	90.3	149.8	59.5
<i>voerfabriek(g)</i>	132.7	132.7	0
<i>toevoegingen(g)</i>	157.6	156.8	-0.8
<i>Transport(g)</i>	169.5	131.7	-37.8
LuLuc (g)	367.6	319.6	-48
<i>Land use(g)</i>	31.4	27.3	-4.1
<i>Land use change(g)</i>	336.2	292.4	-43.8

Wanneer het sojavrije rantsoen gevoerd zou worden aan legkippen zal per kg eieren 67,8 gr CO₂ equivalenten minder vrij komen. De winst wordt behaald op zowel het onderdeel voeding, transport en bij LuLuc. De winst bij zowel voeding als LuLuc wordt behaald doordat er minder oppervlakte nodig is om de producten te telen. Bij het onderdeel produceren levert het gangbare rantsoen minder CO₂ equivalenten dan het soja vrije rantsoen. Dit komt door de hoeveelheid maïs glutenmeel. Het voordeel bij het onderdeel transport komt doordat de meeste producten in het soja vrije rantsoen in de buurt van Nederland worden geteeld. Hierdoor vinden er minder transportbewegingen plaats en is er een lagere CO₂ uitstoot.

Tabel 28 Overzicht landgebruik uitgedrukt in m²

Legkippen	Gangbaar	Erwten	Vershil
Totaal (m²)	2.85	2.48	-0.37
Voedsel (m²)	2.85	2.48	-0.37
<i>Teelt input (m²)</i>	2.85	2.48	-0.37

Het sojavrije rantsoen heeft minder landoppervlakte nodig voor de teelt dan het gangbare rantsoen.

Tabel 29 Energieverbruik in MJ per kg product

Legkippen	Gangbaar	Erwten	Verschil
Totaal (MJ)	12.72	12.61	-0.11
Boerderij (MJ)	1.09	1.09	0
Voedsel (MJ)	11.63	11.51	-0.12
<i>Teelt input(MJ)</i>	1.72	1.69	-0.03
<i>Landwerk en opslag(MJ)</i>	4.41	4.10	-0.31
<i>produceren(MJ)</i>	1.27	2.04	0.77
<i>Voerfabriek(MJ)</i>	1.79	1.79	0
<i>Transport(MJ)</i>	2.44	1.90	-0.54

Het energieverbruik van het soja vrij rantsoen is lager dan die van soja. De winst wordt behaald bij de onderdelen landwerk & opslag en transport. De onderdelen landwerk & opslag zijn lager doordat er minder grond nodig is om het sojavrije rantsoen te verbouwen. Hierdoor is er minder energie nodig voor land werk en opslag. Doordat de meeste producten in de buurt van Nederland verbouwd worden is de hoeveelheid energie die nodig is voor transport is lager dan die van het gangbare voer. Doordat in het soja vrije rantsoen meer bewerkelijke producten zitten heeft het soja vrije rantsoen meer energie nodig bij het produceren dan het gangbare rantsoen.

Tabel 30 Benodigde fossiele brandstof in gr ruwe olie

legkippen	Gangbaar	Erwten	Verschil
Totaal(g)	302.8	300.2	-2.6
Boerderij(g)	26.1	26.1	0
voedsel(g)	276.8	274.1	-2.7
<i>Teelt input(g)</i>	41.0	40.3	-0.7
<i>Landwerk en opslag(g)</i>	104.9	97.5	-7.4
<i>Produceren(g)</i>	20.2	48.5	28.3
<i>Voerfabriek(g)</i>	42.5	42.5	0
<i>Transport(g)</i>	58.1	45.3	-12.8

Conclusie:

Het soja vrije rantsoen kan gangbare voer vervangen. De CO₂ uitstoot per kg eieren is lager en de productie is gelijk. Ook de hoeveelheid mest dat geproduceerd wordt is iets hoger, maar de gehalten in de mest zijn wel lager dan die in vergelijking van het gangbare rantsoen. Het soja vrije rantsoen heeft minder vierkante meters nodig voor de teelt. Ook de hoeveelheid energie en fossiele brandstof wat nodig is voor de productie van het soja vrije rantsoen is lager dan die van het gangbare rantsoen.

Vleeskuikens

Tabel 31 Rantsoenvergelijking

Gangbaar rantsoen		Aardappeleiwit	
Product	%	Product	%
Krijt	0.72	Krijt	0.72
monocalciumfosfaat	0.28	Monophosfaat	0.28
Zout	0.32	Zout	0.32
Fytase	0.25	Fytase	0.25
Premix	0.5	Premix	0.5
Lysine HCL	0.19	Lysin HCL	0.19
Threonine	0.02	Threonine	0.02
Methionine	0.22	Methionine	0.22
Maïs	10.00	Maïs	45.45
Tarwe	47.4	Tarwe	19.7
Palmolie	5.23	Palmolie	12.6
Sojaschroot	12.8	Aardappeleiwit	19.75
Soja getoast	17.0		
Maïsglutenmeel	5		

Het soja vrije rantsoen is zo samengesteld dat het de zelfde hoeveelheid ruw eiwit en energie bevat als het gangbare rantsoen. In onderstaande tabellen staan de resultaten van beide rantsoenen. Bij het aardappeleiwit wordt meer palmolie toegevoegd dan bij het gangbare rantsoen. Dit komt doordat in aardappeleiwit geen energie zit. Dit moet gecompenseerd worden door een product met een hoog energetische waarde. Dit is palmolie.

Resultaten

Tabel 32 Vergelijking voedselopname

Vleeskuikens	Gangbaar	Aardappeleiwit	verschil
Rondes per jaar	7.60	7.93	0.33
Voeropname (kg)	25.5	24	-1.5
Productie			
Aanvoer jonge hennen (kg)	0.32	0.33	0.01
Geproduceerd vlees(levend gewicht) (kg)	13.9	14.5	0.6
Voederconversie	1.88	1.70	-0.18
Excretie			
Hoeveelheid (kg)	15	12	-3
Totale ammonium stikstof (kg)	0.37	-0.15	-0.52
DS percentage	55%	55%	0
Stikstofconcentratie	34.3	37.5	3.2
Fosfaat concentratie	5.5	-1.2	-6.7

Uit de vergelijking tussen het gangbare en soja vrije rantsoen blijkt dat er met het soja vrije rantsoen meer ronden gedraaid kunnen worden dan met het gangbare rantsoen. Hierdoor is de geproduceerde hoeveelheid vlees kleiner bij het gangbare rantsoen. De voederconversie is lager voor het soja vrije rantsoen dan die van het gangbare rantsoen. De excretie en de hoeveelheid ammonium en fosfaat concentratie is lager bij het soja vrije rantsoen.

Tabel 33 Overzicht CO₂ uitstoot uitgedrukt in gr CO₂ equivalenten per kg product

Vleeskippen	Gangbaar	Aardappeleiwit	Vershil
Totaal (g)	2056.6	2256.0	199.4
Boerderij (g)	305.3	282.3	-23
<i>Strooisel (g)</i>	38.4	38.4	0
<i>mest(g)</i>	131.6	108.6	-23
<i>huisvesting(g)</i>	135.3	135.3	0
Voeding (g)	1320.6	1714.8	394.2
<i>Teelt input (g)</i>	448.4	468.5	20.1
<i>Landwerk en opslag(g)</i>	197.6	437.7	240.1
<i>produceren(g)</i>	57.7	124.0	66.3
<i>voerfabriek(g)</i>	131.4	118.7	-12.7
<i>toevoegingen(g)</i>	302.2	449.7	147.5
<i>Transport(g)</i>	183.4	116.2	-67.2
LuLuc (g)	430.7	258.9	-171.8
<i>Land use(g)</i>	36.7	22.1	-14.6
<i>Land use change(g)</i>	393.9	236.8	-157.1

Tussen het gangbare en het soja vrije rantsoen zit 199,4 gr CO₂ equivalenten. Dit is in het voordeel van het gangbare rantsoen. Voor de CO₂ uitstoot geldt dat het beter is om het gangbare rantsoen te voeren dan het soja vrije rantsoen. Bij het onderdeel boerderij zitten de verschillen in het onderdeel mest. Doordat de voerefficiëntie beter is bij soja vrij is de mest productie ook lager hierdoor scoort het beter op dit onderdeel dan het gangbare voer. Voor het onderdeel voeding scoort het gangbare voer beter dan het soja vrije voer. Het verschil bedraagt 394,2 gr CO₂ equivalenten. De oorzaak hiervoor ligt bij de onderdelen landwerk & opslag, produceren en toevoegingen. Doordat er voor de productie van aardappeleiwit veel zware grondbewerkingen moeten worden gedaan, komt er meer CO₂ vrij dan bij de teelt van soja. Daarnaast moet er voor het winnen van aardappeleiwit een aantal producten worden toegevoegd. Hierdoor scoort het soja vrije rantsoen voor het onderdeel toevoegingen hoger dan het gangbare rantsoen. Het onderdeel transport is wel in het voordeel van het soja vrije rantsoen, dit komt doordat de producten niet meer vanuit Zuid-Amerika hoeven te komen. Voor het onderdeel LULUC scoort het sojavrije rantsoen beter dan het gangbare rantsoen. Dit komt doordat er minder vierkante meters voeropervlak nodig zijn om het rantsoen te produceren.

Tabel 34 Overzicht landgebruik uitgedrukt in m² per kg product

Vleeskippen	Gangbaar	Aardappeleiwit	Verschil
Totaal (m²)	3.34	2.01	-1.33
Voedsel (m²)	3.34	2.01	-1.33
<i>Teelt input (m²)</i>	3.34	2.01	-1.33

Het soja vrije rantsoen blijkt minder vierkante meters nodig te hebben om het rantsoen te telen.

Tabel 35 Energieverbruik in MJ per kg product

Vleeskippen	Gangbaar	Aardappeleiwit	Verschil
Totaal (MJ)	12.07	15.47	3.4
Boerderij (MJ)	2.54	2.54	0
Voedsel (MJ)	9.53	12.93	3.4
<i>Teelt input(MJ)</i>	1.58	1.85	0.27
<i>Landwerk en opslag(MJ)</i>	2.73	5.84	3.11
<i>produceren(MJ)</i>	0.82	1.93	1.11
<i>Voerfabriek(MJ)</i>	1.77	1.60	-0.17
<i>Transport(MJ)</i>	2.64	1.72	-0.92

Het energieverbruik ligt voor het sojavrije product 3,4 MJ hoger dan die van het gangbare voer. Dit wordt veroorzaakt door het onderdeel voedsel. De onderdelen landwerk & opslag, produceren en transport zorgen voor het grootste verschil in energieverbruik. Transport is in het voordeel van het soja vrije rantsoen. Dit komt doordat het voer regionaal wordt geteeld. Bij het onderdeel land werk en opslag zit veel verschil tussen het gangbare en het soja vrije rantsoen dit wordt veroorzaakt door de teelt van aardappelen, die dankzij de grondbewerkingen, meer energie kost dan het telen van soja. Voor het onderdeel produceren geldt dat er voor het soja vrije rantsoen meer bewerkingen moeten worden gedaan dan voor het gangbare voer. Hierdoor vraagt dit onderdeel voor het soja vrije rantsoen meer energie.

Tabel 36 Benodigde fossiele brandstof in gr ruwe olie per kg product

Vleeskippen	Gangbaar	Aardappeleiwit	Verschil
Totaal(g)	287.4	368.2	80.8
Boerderij(g)	60.4	60.4	0
voedsel(g)	227.0	307.8	80.8
<i>Teelt input(g)</i>	37.6	44	6.4
<i>Landwerk en opslag(g)</i>	64.9	139.1	74.2
<i>Produceren(g)</i>	19.5	45.9	26.4
<i>Voerfabriek(g)</i>	42.1	38.1	-4
<i>Transport(g)</i>	62.9	40.8	-22.1

Voor het sojavrije rantsoen zijn meer fossiele brandstoffen nodig dan voor het gangbare rantsoen. Dit komt doordat er bij het onderdeel land werk en opslag meer fossiele brandstoffen nodig zijn bij het soja vrije rantsoen dan bij het gangbare voer. Dit komt doordat aardappelen meer bewerkingen nodig hebben dan soja.

Conclusie:

Bij het sojavrije rantsoen komt meer CO₂ vrij dan bij het gangbare rantsoen. Ondanks dat er meer rondes gedraaid kunnen worden en er minder vierkante meters nodig zijn. De hoeveelheden energie en ruwe olie dat nodig is voor de productie is bij het soja vrije rantsoen hoger dan bij het gangbare rantsoen. Dit heeft te maken met de grondbewerkingen die nodig zijn voor de teelt van aardappelen. Doordat er in aardappeleiwit alleen maar eiwit zit en geen energie moeten er hoog energetische producten aan het rantsoen worden toegevoegd om dit te compenseren. Bij de productie van de hoog energetische producten komt veel CO₂ vrij, hierdoor stijgt de CO₂ uitstoot van het rantsoen.

Hoofdstuk 7 Discussie

In hoofdstuk 5 zijn de rantsoenen vergeleken door het percentage soja te vervangen door de alternatieven. Deze rantsoenen zijn niet op voederwaarde gelijkgesteld aan het gangbare rantsoen. In hoofdstuk 6 zijn de rantsoenen wel op voederwaarde vergeleken. Voor deze vergelijking is gekozen voor de alternatieven waarvan in hoofdstuk 5 bleek dat deze een relatief lage emissie hebben. Het is desondanks mogelijk dat alternatieven met een relatief hoge emissie in een rantsoen met gelijke voederwaarde beter presteren op de CO₂ emissie dan de producten die in hoofdstuk 5 de laagste emissie hebben.

Bij het onderdeel vleeskuikens wordt in tabel 20 vermeld dat er bij aardappeleiwit 11.41 rondes per jaar gedraaid kunnen worden, met een voederconversie van 0,74. Dit zijn geen realistische getallen, Omdat het vanuit genetisch opzicht onmogelijk is dat een kip binnen 30 dagen op slachtgewicht is. Er moet hierbij vermeld worden dat het om een computersimulatie gaat. Wanneer we de voederwaarde van het alternatieve rantsoen gelijk stellen aan de voederwaarde van het gangbaar rantsoen blijkt dat de aantallen rondes per jaar en de voederconversie dalen naar het normale niveau.

Bij de vergelijking van de rantsoenen van de vleeskuikens wordt de voederwaarde van de rantsoenen op elkaar afgestemd. Doordat aardappeleiwit geen energie bevat moeten er producten worden toegevoegd met een hoog energetische waarde. In dit geval is er gekozen voor palmolie. Bij de productie van palmolie komt veel CO₂ vrij. Dit zorgt ervoor dat het aardappeleiwit rantsoen, met de zelfde voedingswaarde als het gangbare rantsoen, meer CO₂ uitstoot dan het rantsoen waarmee werd gerekend in hoofdstuk 5 en tabel 20. In plaats van palmolie kan er ook voor andere producten gekozen worden met een hoge energetische waarde die misschien een lagere CO₂ uitstoot hebben. Deze alternatieven waren niet voorhandig in de database van FeedPrint.

Er zijn meerdere alternatieven denkbaar als eiwitvervanger. In dit onderzoek zijn alleen de vier meest geschikte alternatieven behandeld die voorkomen uit het onderzoek van meneer Vahl in 2009.

Geld speelt een grote rol in de samenstelling van rantsoenen. Producten moeten goedkoper zijn dan een alternatief anders worden ze niet vervangen. Het is de daarom de vraag of deze alternatieve rantsoenen niet te duur zijn. Als dat het geval is zullen ze niet worden toegepast.

Hoofdstuk 8 Conclusie

De hoofdvraag die gesteld is bij dit onderzoek is: *Is de milieudruk van pluimveeproducten te verminderen door de voeding van pluimvee aan te passen?*

Het antwoord op deze hoofdvraag is ja. Uit het onderzoek blijkt dat pluimveevoeding, in veel gevallen, voor bijna 70% verantwoordelijk is voor de CO₂ uitstoot van pluimveeproducten. Met behulp van het programma FeedPrint is aangetoond dat de milieudruk van pluimveeproducten te reduceren valt door de voeding aan te passen. Echter niet elke aanpassing aan het voedsel heeft het gewenste effect.

Wanneer we in het rantsoen van legkippen soja vervangen door erwten, heeft dit een positief effect op het milieu. Wanneer we daarentegen opteren voor aardappeleiwit, lupine en koolzaadschroot als vervangers voor soja heeft dit een negatief effect op het milieu. Wanneer bij gelijke voederwaarde rantsoenen met erwten en soja met elkaar vergeleken worden blijkt dat er minder CO₂ equivalenten vrijkomen bij het rantsoen met erwten. Dit komt doordat er minder oppervlakte landbouwgrond nodig is en doordat er minder transport bewegingen nodig zijn.

Voor vleeskuikens blijken aardappeleiwit, erwten, koolzaadschroot en lupine geen goede optie om soja in het ruwvoer te vervangen. Bij beschouwing van de berekeningen uit FeedPrint blijkt aardappeleiwit in eerste instantie soja te kunnen vervangen, maar bij een rantsoen met gelijkwaardige voederwaarde aan het gangbare rantsoen blijkt niet het geval te zijn. Het meest aantrekkelijke alternatief voor vleeskuikenvoer is soja die regionaal wordt geteeld. Hierdoor hoeft men de soja niet meer uit Zuid-Amerika te transporteren waardoor brandstofgebruik beperkt wordt en dus de CO₂ uitstoot vermindert.

Verder blijkt dat producten die in de buurt van Nederland worden geteeld, minder energie en ruwe olie vergen voor het onderdeel transport. Ook is de CO₂ uitstoot voor transport lager wanneer deze producten uit de omliggende landen worden gehaald. Wanneer soja op grote schaal in Europa kan worden geteeld zou het betekenen dat ook voor soja de CO₂ uitstoot voor transport reduceert.

Naast soja komt een deel van de raapzaadschilfers en alle palmolie uit landen die geografische op relatief grote afstand van Nederland liggen. Wanneer deze producten in de buurt van Nederland kunnen worden geteeld zal ook van deze producten de CO₂ uitstoot afnemen. Echter palmolieplanten groeien alleen in Indonesië en Maleisië. Wanneer deze producten aan de westkust van Afrika kunnen worden geteeld scheelt dit voor de Nederlandse veevoer industrie transportkosten.

Niet elk gewas is even geschikt om te verwerken in de voeding van pluimvee. Wel ligt er zeker een kans voor het regionaal telen van pluimveevoer. Omdat de optimale rantsoenen van legkippen en vleeskuikens van elkaar verschillen, is het niet mogelijk één duidelijk alternatief aan te wijzen voor beide takken van de pluimveehouderij. Maar voor beide takken individueel zijn er zeker mogelijkheden.

Hoofdstuk 9 Aanbevelingen

Dit onderzoek maakt deel uit van het onderzoeksprogramma milieudruk pluimveehouderij van het lectoraat gezonde pluimveehouderij. Voor het vervolgtraject van het onderzoeksprogramma zijn een aantal aanbevelingen geformuleerd.

Uit het onderzoek basisinformatie milieudruk pluimveehouderij met specifiek aandacht voor voer blijkt dat bij vervanging van soja door erwten de milieudruk van het legkippen rantsoen. Als vervolg hierop zal er een praktijkonderzoek moeten volgen om te kijken of dit ook in de praktijk werkt. Aandachtspunten zijn hierbij de voeropname, de ei-productie, de voederconversie, diergezondheid en de milieudruk.

Het blijkt het mogelijk om soja in het rantsoen van vleeskuikens te vervangen door lupine, erwten, koolzaadschroot of aardappeleiwit. Dit komt omdat deze alternatieven slechter presteren op milieudruk dan soja. Wel blijkt uit de analyse in FeedPrint dat soja op het onderdeel transport hoger scoort dan de alternatieven. Hier valt winst te behalen als de teelt van soja ook in Europa plaats kan vinden. Daarnaast zal er moeten worden onderzocht of dit onder de streep een lagere milieudruk tot gevolg heeft dan bij teelt van soja buiten Europa.

Palmolie vormt een belangrijk onderdeel in de energiecomponent van pluimveevoeders. Deze producten groeien vanwege de eisen aan klimatologische omstandigheden alleen in Indonesië en Maleisië. Als deze producten ook in West-Afrika zouden kunnen worden geteeld scheelt dit in de afstand dat palmolie moet afleggen om in West-Europa te komen, en daarmee in de uitstoot veroorzaakt door transport. Verder onderzoek naar dit aspect is gewenst.

Bibliografie

- AFZ. (2011). *La Banque de données de L'Alimentation Animale / French feed database*. Association Francaise de Zootechnie.
- Akkerman, P. (2013). Het verlies aan biodiversiteit vraagt om een voedselrevolutie. *Entomologische berichten* , blz. 167-170.
- CETION. (2014). *Recolte du colza*. Chanvre: Centre Technique Interprofessionnel des Oleagineux.
- Davis, A. (1976). *Eet goed, blijf fit en gezond*. isbn: 9025714803: J.H. Gottmer-Haarlem.
- EPA, U. (2010). *Renewable fuel standard program regulatory impact analysis*. US Environmental Protection Agency.
- FAOSTAT. (2013). Life Animals.
- Fearnside, P. (2001). Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. *Environmental conservation* , blz. 23-28.
- Fiala, N. (2009). The greenhouse hamburger. *Scientific American* , blz. 72-75.
- Gijsberts, K. (2014). *Lineaire programmering rundvee-varkens en pluimveevoeders*. Shothorst Feed Research.
- Heuzé, V. (2015). *Maize Grain*. Feedipedia.org geraadpleegd op 29-04-2015.
- Heuze, V. (2015). *Pea Seeds*. Feedipedia.org geraadpleegd op 27-04-2015.
- Hickling, D. (2003). Canadese feed peas industry guide. *Pulse Canada* , blz. 36.
- Hoekstra, M. M. (2012). A global assessment of the water footprint of farm animal products. *Ecosystems* , blz. 401-415.
- J.Kamp. (2008). *Perspectieven van sojaveranging in voer*. praktijkonderzoek Plant & omgeving BV.
- Kamp, J. (2008). *Perspectieven van sojaveranging in voer*. praktijkonderzoek Plant & omgeving BV.
- Kaushik, S. (2012). *Soybean meal*. Feedipedia.org geraadpleegd op 3-05-2015.
- Lebas, F. (2013). *Wheat grain*. Feedipedia.org geraadpleegd op 12-05-2015.
- Leeson, S. (2001). *Nutrition of the chicken*. Guelph, Ontario, Canada: University Books.
- Lessire, M. (2015). *Rapeseeds and canola seeds*. Feedipedia.org geraadpleegd op 19-05-2015.
- Liang, V. (2005). Nutrient-gene interaction: metabolic genotype-phenotype relationship. *Journal of nutrition* , blz. 3016-3020.
- Linguist, B. (2012). An agronomic assessment of greenhouse gas emissions from major cereal crops. *Global Change Biology* , blz. 194-209.
- Meuhlbauer, J. (1997). *Pisum sativum*. Purdue University: Center for new crops plat products.

- Nalle, C. (2011). Nutritional value of peas for broilers. *Animal Product Science* , blz. 150-155.
- NEVEDI. (2014). Diervoedergrondstoffen voor de Nederlandse markt. *geraadpleegd op 22-05-2015* .
- Oonincx, D. (2012). Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans: a life cycle assessment. *PLoS ONE* , p. e51145.
- Prins, U. (2007). *Een gezond alternatief voor boer en burger*. Louis Bolk instituut.
- Prolea. (2008). le pois sec. *UNIP* .
- Reinshagen, P. (2013, maart 6). koude isolering van aardappeleiwit, een prachtige innovatie. *Bio Based Press* .
- Sauvánt, D. (2015). *Corn distillers grain*. Feedipedia.org geraadpleegd op 6-5-2015.
- Sauvant, D. (2015). *Rapeseeds and canola seeds*. Feedipedia.org geraadpleegd op 5-5-2015.
- Snowdon. (2006). Oilseed rape. *Genome mapping and molecular breeding in plants* .
- Tran, G. (2015). *Oil palm kernels*. Feedipedia.org geraadpleegd op 5-5-2015.
- Trann, G. (2015). *Corn gluten meal*. Feedipedia.org geraadpleegd op 28-3-2015.
- Vahl, H. (2009). *Alternatieven voor Zuid-Amerikaanse soja in veevoer*. Natuur en milieu.
- Westhoek, H. (2009). Westers consumptiepatroon leidt tot steeds grotere belasting voor natuur en milieu. *Planbureau voor de leefomgeving* .
- Wijnholds, K. (2005). Invloed van stikstofniveau en deling op eiwitgehalte en opbrengst van zetmeelaardappelen. *Praktijkonderzoek Plant & omgeving* .