

# Dieren cruciaal voor een circulair voedselproductiesysteem

Nijsen company



HAS Hogeschool  
Onderwijsboulevard 221  
Postbus 90108  
5200 MA 's-Hertogenbosch  
Telefoon: 088 890 36 00

Documenttitel: Dieren cruciaal voor een circulair voedselproductiesysteem  
Projectcode: 21200090

Opdrachtgever: Nijsen company  
Contactpersoon: Karel van der Velden

Projectleider: Laurens van der Leij

Projectteam: Gijs Adriaans  
Daphne Vliegen  
Marthe Douma  
Sandra Koolen

Plaats: 's-Hertogenbosch  
Datum: 25 juni 2021

## Voorwoord

Voor u ligt het onderzoeksrapport, en tevens ons afstudeerproject, 'Dieren cruciaal voor een circulair voedselproductiesysteem'. Wij, Gijs Adriaans (22), Marthe Douma (23), Sandra Koolen (21) en Daphne Vliegen (22), zijn bezig met het afronden van onze studie aan de HAS Hogeschool te 's-Hertogenbosch. Gijs volgt de studie veehouderij, Sandra volgt de studie Bedrijfskunde & Agri-foodbusiness en Marthe en Daphne volgen de studie International Food- and Agribusiness. Wij hebben ons in de periode van februari 2021 tot en met juni 2021 beziggehouden met het onderzoeken van de beschikbaarheid en geschiktheid van reststromen voor de Nederlandse varkenshouderij. Dit onderzoek is uitgevoerd voor diervoederfabrikant Nijsen company. Dit bedrijf zocht uiteindelijk het antwoord op de vraag: hoeveel varkens kunnen in Nederland gehouden worden op basis van de beschikbare reststromen en bijproducten in Nederland?

Wij willen Laurens van der Leij, projectleider van HAS Hogeschool, en Karel van der Velden, contactpersoon bij Nijsen company, bedanken voor de begeleiding bij dit onderzoek. Daarnaast willen we iedereen bedanken die ons voorzien heeft van informatie ten behoeve van dit onderzoek.

Wij wensen u veel leesplezier toe.

Gijs Adriaans  
Marthe Douma  
Sandra Koolen  
Daphne Vliegen

Veulen, 25 juni 2021

# Samenvatting

In diverse sectoren ontstaan voedselreststromen en bijproducten, welke op dit moment óf hergebruikt worden óf als afval beschouwd worden. Conform de Ladder van Moerman kan gesteld worden dat men streeft naar een zo hoog mogelijke verwaarding van deze reststromen en bijproducten. Het merendeel van de reststromen heeft voldoende potentie om te worden verwerkt in veevoeder, hetgeen ook daadwerkelijk gebeurt. Momenteel is het inkrimpen van de veestapel een veel besproken aandachtspunt in de Nederlandse politiek. Maar als de veestapel inkrimpt, wat gebeurt dan met deze reststromen en bijproducten? In dit rapport worden alle resultaten van het onderzoek naar de beschikbaarheid en geschiktheid van reststromen in Nederland besproken. Het onderzoek is uitgevoerd door vier studenten van HAS Hogeschool, in opdracht van Nijsen company. Nijsen company verwerkt als enige specialist in Nederland nevenproducten uit de levensmiddelenindustrie tot veevoerders. De hoofdvraag van dit onderzoek luidt als volgt: 'Hoeveel varkens kunnen in Nederland gehouden worden als de beschikbare voedselreststromen en bijproducten in Nederland opgenomen worden in rantsoenen voor de varkenshouderij?'.

Varkens hebben behoefte aan nutriënten en energie voor onderhoud, groei, vruchtbaarheid en melkproductie. Het voerverbruik van een gemiddeld aanwezig vleesvarken op een gesloten bedrijf in 2020 is gemiddeld 796 kilo met een droge stof van gemiddeld 88%. Dit komt neer op 700 kilo droge stof. Het voerverbruik van een afgeleverd vleesvarken op een gesloten bedrijf in 2020 is gemiddeld 241 kilo met een droge stof van gemiddeld 88%. Dit komt neer op 212 kilo droge stof.

In de primaire sector ontstaan reststromen vóór, tijdens of na de oogst. Het gaat hierbij om oogstresten, derving, mislukte gewassen, ziekten in het gewas, etc. In totaal telt Nederland 1.688.000 ton droge stof aan gewasresten (exclusief kuilgras en stro), welke deels beschikbaar zijn voor verwerking in veevoeder. Verder is er nog 1.129.210 ton droge stof beschikbaar aan oogstresten van akkerbouwgewassen, welke ook deels beschikbaar zijn voor verwerking in veevoeder. Ook is er 63.209 ton droge stof aan oogstresten van vollegrondsgroentegewassen beschikbaar voor verwerking in veevoeder. Er is echter weinig potentie om gewasresten te verwerken in veevoeder, grotendeels doordat het extra arbeid oplevert, een negatieve invloed heeft op de bodemstructuur van het land en vanwege de uitdaging wat betreft het verkrijgen van de nodige GMP+ certificering.

Bij de productie van levensmiddelen komen grote hoeveelheden bijproducten vrij, die niet geschikt of niet gewenst zijn voor menselijke consumptie. In de huidige varkenshouderij worden enorm veel vochtrijke en droge bijproducten ingezet. Jaarlijks registreert de OPNV (Overleggroep Producenten Natte Veevoerders) een afzet van 467.260 ton droge stof aan vochtrijke bijproducten uit de voedingsmiddelenindustrie aan de varkenshouderij. De droge bijproducten worden als onvermijdbare voedselresten beschouwd. Het gaat hierbij om snijresten, afgekeurde producten en test batches. Deze bijproducten worden momenteel veelal afgenomen door de diervoederindustrie. Jaarlijks telt Nederland 5.904.550 ton droge stof aan droge bijproducten uit de voedingsmiddelenindustrie. Daarnaast ontstaan diverse soorten dierlijke bijproducten. De verwerking van slachtafval in veevoeder is tot op heden verboden in Europa. Mocht het voeren van slachtafval toegestaan worden, dan kan alleen categorie 3-materiaal van pluimvee slachtafval verwerkt worden. Dit kan echter leiden tot concurrentie met de petfood industrie.

Gelet op de reststromen uit de zuivelindustrie kan gesteld worden dat jaarlijks ruim 12 kilo zuivel per persoon verspild wordt, wat volledig vermijdbaar is. Verder ontstaan bij de productie en verwerking van zuivel ook andere (onvermijdbare) reststromen, zoals wei. De belangrijkste reststromen zijn perswei, voerweiconcentraat, kwarkwei en restanten uit tanks en leidingen. Jaarlijks wordt ruim 610.000 ton aan reststromen uit de zuivelindustrie verwerkt tot bijproduct in veevoeder.

Nederlandse supermarkten zijn verantwoordelijk voor circa 5% van alle voedselverspilling in Nederland, waarvan het overgrote deel vermijdbaar is. Momenteel wordt 90% van alle rest-broodproducten al opgehaald om te verwerken in veevoeder. De totale stroom aan restproducten uit de Nederlandse supermarkten wordt geschat op 78.174 ton droge stof per jaar. De grootste uitdaging ligt bij het inzamelen en sorteren van deze producten. Als uitgangspunt voor het aanbod van verwerking in veevoeder zou men de structurele reststromen kunnen pakken, dit zijn de reststromen die relatief constant zijn.

Kijkend naar de beschikbare reststromen die momenteel naar vergistingsinstallaties gaan kan gesteld worden dat er over de kwantiteit van deze reststromen helaas onvoldoende betrouwbare gegevens beschikbaar zijn. Wel is het merendeel van deze reststromen geschikt om te verwerken in veevoerders. Het gaat hierbij om producten uit de VGI (Voedings- en genotmiddelenindustrie), aquatische biomassa (zoals waterplanten), GFT-ONF (Groente-, Fruit- en Tuinafval & Organische Natte Fractie), energieteelt (zoals maïs) en afvalhout.

Jaarlijks wordt in totaal 224.598 ton droge stof aan voedsel verspild door de huishoudens in Nederland. Deze verspilling is volledig vermijdbaar. Het merendeel van deze reststroom is wél geschikt, maar nog niet toegestaan voor verwerking in veevoeder. De grootste uitdaging ligt bij het inzamelen en sorteren van deze producten. Daarnaast wordt er jaarlijks in totaal 792 miljoen liter aan dranken verspild door de Nederlandse consument. Het merendeel van deze dranken is niet geschikt voor verwerking in veevoeder vanwege het hoge vochtgehalte.

De beschikbare reststromen uit de out-of-home-markt bevatten reststromen uit restaurants en catering, welke onregelmatig en onvoorspelbaar zijn. Binnen de Europese horeca wordt circa 14% van de aangekochte producten verspild. Momenteel is het verboden om reststromen uit de horeca te verwerken in veevoerders. Jaarlijks ontstaat er in totaal circa 20.910 ton droge stof aan reststromen uit de Nederlandse restaurants. Verder blijkt dat er jaarlijks 880 ton droge stof aan reststromen vrijkomt uit de Nederlandse catering. De grootste uitdaging ligt bij het gescheiden en zuiver opvangen van deze stromen.

Ook is gekeken naar de beschikbare reststromen die vrijkomen in België, Duitsland en Frankrijk ten opzichte van Nederland. De voedselverspilling in Belgische huishoudens is vergelijkbaar met Nederland. De voedselreststromen uit de retail zijn echter kleiner dan in Nederland. In de catering en in de horeca gaat het merendeel van de voedselreststromen momenteel naar afvalverwerkers. In Duitsland wordt jaarlijks 55 kilo voedsel per persoon verspild. Dit is inclusief de verliezen in de voedingsmiddelenindustrie, horeca en in huishoudens. In de afgelopen vijf jaar zag men een toename in de voedselverspilling in Duitsland. In Frankrijk wordt jaarlijks circa 107 kilo voedsel per persoon verspild. Hiervan is 67% verspild door consumenten, 15% door restaurants en 11% door winkeliers.

Verder is gekeken naar de wet- en regelgeving omtrent het verwerken van reststromen in veevoeder. Voor de reststromen uit de voedingsmiddelenindustrie en de zuivelindustrie geldt dat deze momenteel toegestaan zijn voor verwerking in veevoerders. De reststromen uit de supermarkten zijn op dit moment deels toegestaan voor verwerking in veevoerders. De reststromen van slachtafval, huis-, tuin- en keukenafval, out-of-home-markt en biomassacentrales/vergistingsinstallaties zijn nu (nog) niet toegestaan voor verwerking in veevoerders.

Als conclusie van dit onderzoek is gekeken naar het aantal varkens dat in Nederland kan worden gehouden als de in dit rapport benoemde reststromen gevoerd worden. Daarbij is gerekend met het aantal ton droge stof dat beschikbaar komt uit de reststromen. De berekening is gebaseerd op een gesloten houderijsysteem. Op gesloten varkenshouderijen vindt zowel de vermeerdering als het mesten op hetzelfde bedrijf plaats. Er is rekening gehouden met drie verschillende scenario's. In het eerste scenario worden alle beschikbare reststromen en bijproducten in Nederland meegerekend, dus ook die niet geschikt/toegestaan zijn. Bij dit scenario kan men 39.652.735 vleesvarkens afleveren of 12.009.114 aanwezige vleesvarkens houden in Nederland. In het tweede scenario is gerekend met de reststromen en bijproducten die volgens de huidige wetgeving toegestaan zijn om te

verwerken in veevoeders. Bij dit scenario kan men 36.313.268 vleesvarkens afleveren of 10.997.732 aanwezige vleesvarkens houden in Nederland. In het derde scenario is gerekend met de reststromen en bijproducten die volgens de te verwachten toekomstige wetgeving toegestaan zijn om te verwerken in veevoeders. Bij dit scenario kan men 38.374.113 vleesvarkens afleveren of 11.621.874 aanwezige vleesvarkens houden in Nederland.

## Executive summary

Food waste and by-products occur in various sectors, which are currently considered to be waste. In accordance with 'de ladder van Moerman', it can be stated that society strives for the highest possible value for these residual flows and by-products. It has potential to be processed into animal feed. A large proportion is therefore already processed in animal feed. The reduction of livestock is a recent discussed topic in Dutch politics. If numbers of livestock will be decreased what will happen to these residual flows and by-products? In this report, the results of the research into the availability and suitability of residual flows in Northwest Europe are discussed. The research is being conducted by four students from HAS University of Applied Sciences, on behalf of Nijsen company. Nijsen company is an animal feed manufacturer that mainly works with residual flows. For this company, it was discussed how many pigs can be fed in the Netherlands if the feed consisted of the available residual flows.

To make an estimation on how many pigs can be fed with residual flows, the nutritional needs of pigs are researched. Pigs need nutrients that provide maintenance, growth and milk production. In case of the dry matter percentage, it can be stated that the average dry matter intake per delivered fattening pig contains 212 kilograms. This is the total dry matter intake of a finisher from piglet to delivery. Besides the nutritional needs of pigs, it is important to know why and where residual flows are occurring in the Netherlands.

The three reasons why residual flows occur are: the production of food for human consumption (1), the production of fuel (2) and the plant based raw materials to be used in the non-food industry (3). In the primary sector, residual flows occur before, during or after the harvest. This concerns crop residues, loss, failed crops, diseases in the crop, etc. In total, the Netherlands has 1.688.000 tonnes of available dry matter from crop residues (excluding silage grass and straw). These crop residues are partly available for processing into animal feed. Furthermore, there is still 1.129.210 tonnes of dry matter available from harvest residues of arable crops, which are also partly available for processing into animal feed. The amount of dry matter available from harvest residues from open field vegetable crops is 63.209, which are also partly available for processing into animal feed. However, there is little potential to use crop residues in animal feed, because it demands extra work and affects the soil structure of the land. On the other hand, crop residues/crop residues from cabbage cultivation, do contain minerals, vitamins and proteins.

In the food production industry large amounts of by-products are produced which are unsuitable or undesirable for human consumption. These residual flows are considered unavoidable. In current pig farming, an enormous amount of moisture-rich and dry by-products are used to produce feed. Therefore, the Dutch pig farming plays an important role in environmentally conscious production. The OPNV (Consultation Group for Producers Wet Animal feed) annually sells 467.260 tonnes of dry matter of by-products from the food industry to the pig sector. In addition to moisture-rich by-products, various dry by-products also occur in the food industry. This residual flow consists of trimmings, rejected products and test batches. These by-products are picked up by the animal feed industry and processed into animal feed. Annually, the Netherlands has 5.904.550 tonnes available of dry matter of dry by-products from the food industry. In addition to the previous flows, three categories of animal protein residual flows occur; category 1 material (suitable for disposal and destruction only), category 2 material and category 3 material (not intended for human consumption). In the Netherlands, these annually derive 127.300 tonnes, 73.800 tonnes and 402.050 tonnes. The processing of slaughter waste in animal feed has been banned in Europe currently. When feeding animal protein, only category 3 material from slaughter waste can be processed. Should slaughter waste be allowed in the future, it will lead to competition with the pet food industry.

In the dairy industry residual flows occur as well. More than 12 kilos of dairy per person is thrown away every year, which is completely avoidable. Furthermore, other residual flows, such as whey, occur during the production and processing of dairy. These are unavoidable flows. The most important residual flows are press whey, feed whey

concentrate, quark whey and remnants of tanks and pipes. Annually more than 610.000 tonnes of residual flows from the dairy industry are processed in animal feed.

Supermarkets also attribute to food waste. Supermarkets are responsible for approximately 5% of all food waste. Most of this is avoidable. 90% of all residual bread products are already collected to process into animal feed. The total residual flow from the supermarket accounts for 78.174 tonnes of dry matter. The biggest challenge lies in sorting the products. The constant residual flows are the residual flows that are regularly available. These residual flows can be a guideline for the supply of the processing into animal feed.

Biomass-plants are known to process residuals flows. According to "de ladder van Moerman" animal feed is allocated a higher value than fermentation and generating energy. Data on the quantity and availability of the residual streams deriving from biomass plants has not been processed in this report since there was no recent data available. After researching the main residual streams in biomass plants, which include aquatic biomass, organic waste, energy crops (crops cultivated to generate energy in a biomass plant such as maize), wood and products from the food industry, it can be stated that most of the residual stream going to a biomass plant would also be suitable to process into animal feed.

Unlike the residual flows from the supermarket, dairy and primary production, the residual streams deriving from kitchen, home and garden waste, are completely avoidable. Most food waste occurs at consumer level. The Dutch consumer waste about 37,3 kilos of solid food annually. A total of 224.598 tonnes dry matter goes to waste annually deriving from Dutch households. Most of these residual flows are suitable, but not yet permitted for processing in animal feed. In addition, the Dutch consumer waste around 792 million litres of drinks annually, that is 45 litres per person per year. Most of these residual flows are not suitable for processing in animal feed. The biggest challenge with these types of flows is sorting and collecting the products. Another important factor is that the food waste in Dutch household is expected to decrease in the upcoming years.

The out-of-home market also deals with residual flows. Within European restaurant industry, about 14% of purchased products are thrown away. These are erratic and unpredictable flows. Currently it is prohibited to process residual flows from the catering industry in animal feed. Annually, a total of approximately 20.910 tonnes of dry matter can be obtained from the residual flows from the restaurant industry. The catering industry also releases a great amount of dry matter (880 tonnes) in residual flows. The biggest challenges with these residual flows are the separation and the clean collecting of the residual flows.

In this report an inventory has been made on the availability of residual flows deriving from Belgium, Germany and France in comparison to the Netherlands. The food waste in Belgium, looking at the households, is comparable to the food waste in Dutch households. However, the residual flows deriving from the retail sector in Belgium (65 tonnes) are way smaller than the residual flows from the retail sector in the Netherlands. Most of the residual flows in Belgium deriving from restaurants and catering are burned. In Germany the 55 kilo of food is wasted per person per year. In the past five years there has been an increase in the amount of food waste in Germany. In France, an average of 140 kilos per person is wasted every year. This food waste has an estimated value of 20 billion euros. From the 107 kilo of food waste per capita, 67% is thrown away by consumers, 15% by restaurants and 11% by retailers.

Another important part of using residual flows is the legislation and regulations surrounding animal feed. Animal feed can only be used and traded when it is certified with a GMP+ certification. Animal feed must be packaged, labelled according to the standards of the GMP+ quality system. The use of animal derived proteins is forbidden in animal feed with the exception for pet feed. The residual flows deriving from the food and dairy industry are currently permitted to use in animal feed. However, the residual flows of slaughterhouses, household-garden-kitchen, biomass plants, and the out-of-home market are not (yet) permitted to use in animal feed.



Finally, the number of pigs that can be fed on residual flows mentioned in this report is calculated. This calculation is based on the tonnes of dry matter deriving from the residual flows, basing the calculation on a closed farming systems. On closed pig farms, both multiplication and fattening take place on the same farm. Three different scenarios have been considered. In the first scenario, all available residual flows in the Netherlands are included, including those that are not suitable/permitted. In this scenario, 39.652.235 fattening pigs can be delivered, or 12.009.114 fattening pigs can be present on a pig farm in the Netherlands. In the second scenario, the residual flows that are permitted under current legislation for processing in animal feed were calculated. In this scenario 36.313.268 finisher pigs can be delivered, or 10.997.732 fattening pigs can be present on a farm in the Netherlands. In the third and final scenario, the residual flows that are allowed to be processed in animal feeds are calculated according to the expected future legislation. In this scenario, 38.374.113 finisher pigs can be delivered, or 11.621.874 fattening pigs can be present on a farm in the Netherlands.

# Inhoudsopgave

Voorwoord .....	3
Samenvatting.....	4
Executive summary .....	7
Begrippenlijst.....	12
1. Inleiding .....	13
1.1. Aanleiding .....	13
1.2. Probleemstelling.....	13
1.3. Doelstelling .....	14
1.4. Projectaanpak.....	14
1.5. Leeswijzer.....	16
2. Rantsoenbehoeften varken .....	17
2.1. Droge stof .....	17
2.2. Koolhydraten .....	17
2.3. Vetten .....	17
2.4. Eiwitten .....	18
2.5. Energiewaarde .....	18
2.6. Samengevat .....	18
3. Reststromen in Nederland .....	19
3.1. Reststromen uit de primaire sector.....	19
3.2. Reststromen uit de voedingsmiddelenindustrie .....	22
3.3. Reststromen uit de zuivelindustrie .....	24
3.4. Reststromen uit de supermarkt.....	24
3.5. Reststromen verwerkt in biomassacentrales/vergistingsinstallaties .....	27
3.6. Reststromen uit huis-, tuin- en keukenafval .....	28
3.7. Reststromen uit de out-of-home markt .....	31
3.8. Samenvatting.....	33
4. Reststromen in Noord West Europa.....	35
4.1. Reststromen België .....	35
4.2. Reststromen Duitsland .....	35
4.3. Reststromen Frankrijk .....	36
4.4. Samenvatting.....	37
5. Wet- en regelgeving .....	38
5.1. Algemene wetgeving rondom veevoeders.....	38

6.	Berekening aantal varkens.....	41
7.	Conclusie en discussie.....	44
7.1.	Conclusie.....	44
7.2.	Discussie.....	46
8.	Aanbevelingen .....	48
	Bibliografie.....	49
	Bijlages.....	54
	Bijlage A – Rantsoenbehoeften varkens .....	54
	Bijlage B – Vochtrijke bijproducten uit de voedingsmiddelenindustrie .....	60
	Bijlage C – Hoeveelheden bijproducten uit de voedingsmiddelenindustrie .....	62
	Bijlage D – Reststromen verwerkt in biomassacentrales .....	63
	Bijlage E – Totale hoeveelheid reststromen uit restaurants .....	64
	Bijlage F – Beschikbare reststromen uit de catering.....	65
	Bijlage G – Rantsoenbehoeften per diercategorie.....	67
	Bijlage H – Interviewverslag Harmke Schellekens .....	76
	Bijlage I – Interviewverslag Marijke Schop .....	78
	Bijlage J – Interviewverslag Paula Rijkens.....	81
	Bijlage K – Algemeen model kwantificering afvalstromen van retailers .....	83

## Begrippenlijst

<b>Bijproducten en co-producten</b>	Bijproducten en co-producten komen voort uit de levensmiddelenindustrie. Voordat het product geproduceerd wordt, is bekend welke bijproducten vrijkomen. Denk hierbij aan bierbostel uit de brouwerij en bietenpulp uit de suikerwinning. Deze stromen zijn vrij stabiel en vervullen een grote rol in hedendaagse veevoeding.
<b>Reststromen</b>	Reststromen kunnen uit verschillende takken voortkomen, denk hierbij aan de levensmiddelenproducent, horeca, supermarkten, etc. Deze komen voort uit onvolkomenheden in uiterlijke kenmerken, schade aan verpakkingen, snijresten en overige afkeur. Deze producten zijn hierbij resten van het productie- of verwerkingsproces.
<b>Swill</b>	Swill is een verzamelnaam voor organisch afval, verzameld uit een horecagelegenheid of huishoudelijke afkomst. De samenstellingen hiervan zijn (gekookt) keukenafval en etensresten. Dit bevat onder andere brood, aardappelen, fruit, zuivelproducten en eierschalen.
<b>Ladder van Moerman</b>	De Ladder van Moerman is een instrument in 'afval-land' dat beschrijft hoe je het meest efficiënt om kan gaan met afvalstromen. Moerman laat zien hoe dit werkt voor voedsel. Preventie van voedselverliezen is daarbij de hoogste trede in de ladder.
<b>GMP+ certificering</b>	GMP+ is de standaard voor het certificeren van kwaliteitssystemen in de diervoederindustrie en verzekert de veiligheid van diervoeders.
<b>Gesloten houderijsysteem</b>	Op gesloten varkenshouderijen vindt zowel de vermeerdering als het mesten op hetzelfde bedrijf plaats.

# 1. Inleiding

In diverse sectoren ontstaan voedselreststromen en bijproducten, welke op dit moment óf hergebruikt worden óf als afval beschouwd worden. Momenteel is het inkrimpen van de veestapel een veel besproken aandachtspunt in de Nederlandse politiek. Maar als de veestapel inkrimpt, wat gebeurt dan met deze reststromen en bijproducten? Het is aan de Nederlandse veevoeder producenten om deze reststromen en bijproducten zo optimaal mogelijk te verwaarden.

Na zo'n 50 jaar actief te zijn geweest in de mengvoerindustrie kwam bij het familiebedrijf Nijsen de vraag vanuit de levensmiddelenindustrie 'kunnen jullie ook deegwaren verwerken in jullie voeders?'. In 1989 ging bij Nijsen company hierdoor de bal rollen wat betreft de verwerking van levensmiddelen tot de circulaire veevoerders. Als het gaat om reststromen of bijproducten wordt gedoeld op reststromen en bijproducten die niet (meer) geschikt zijn voor humane consumptie.

## 1.1. Aanleiding

Er komt steeds meer aandacht voor het optimaal verwaarden van voedsel en het beperken van voedsel- en nutriënten verspilling. Hierbij heeft het aanbod in bijproducten zich in de loop van de jaren enorm ontwikkeld tot de ruim 100.000 ton restproducten die op dit moment terug worden gebracht in de voedselkringloop door Nijsen company.

Naar het idee van de Ladder van Moerman, te zien in figuur 1, is een circulair voedingssysteem belangrijk om ervoor te zorgen dat er geen nutriënten verloren gaan. Hierbij wordt het meest wenselijk voorkomen van verspilling gesteld, gevolgd door voeding voor mensen en hierna veevoeder. Omdat de restproducten niet (meer) geschikt zijn voor humane consumptie, is de meest wenselijke volgende stap veevoeder. Op deze manier worden de bijproducten uit de levensmiddelenindustrie zo hoog mogelijk verwaard (Nederland Voedselland, 2018).



Figuur 1 Ladder van Moerman (Nederland Voedselland, 2018)

## 1.2. Probleemstelling

Het is hierbij uiteraard wel de vraag, of op deze manier ook het meest optimale (lees: meest efficiënte) menu voor de dieren gerealiseerd wordt. Er ontstaat dus de afweging; draait het om het bereiken van een optimale samenstelling of draait het om de optimale verwaarding van de reststromen? Het bedrijf zoekt uiteindelijk antwoord op de vraag: 'Hoeveel varkens kunnen in Nederland gehouden worden als de beschikbare voedselreststromen en bijproducten in Nederland opgenomen worden in rantsoenen voor de varkenshouderij'. Dit onderzoek moet voor verduidelijking zorgen.

## 1.3. Doelstelling

Op basis van de aanleiding en achtergrondinformatie is een doelstelling geformuleerd voor dit onderzoek. Het doel van dit onderzoek is om inzichtelijk te krijgen hoeveel varkens gehouden kunnen worden in Nederland als de beschikbare voedselreststromen en bijproducten in Nederland opgenomen worden in rantsoenen voor de varkenshouderij. Het onderzoek focust zich op reststromen in Nederland. Daarnaast is ook een inschatting gemaakt van de beschikbare reststromen en bijproducten in omliggende landen.

## 1.4. Projectaanpak

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt: 'Hoeveel varkens kunnen in Nederland gehouden worden als de beschikbare voedselreststromen en bijproducten in Nederland opgenomen worden in rantsoenen voor de varkenshouderij?'. Om deze hoofdvraag te beantwoorden zijn een aantal deelvragen opgesteld. De deelvragen luiden als volgt:

1. Welke nutritionele eisen worden gesteld aan varkensvoer-ingrediënten?
  - Hoeveel kilo droge stof eet een vleesvarken op een gesloten bedrijf?
2. Welke soorten/hoeveelheden reststromen (uitgedrukt in aantal ton) zijn beschikbaar in Nederland (en omliggende landen)?
  - Welke voor varkensvoeder potentieel geschikte reststromen komen beschikbaar uit de primaire sector?
  - Welke voor varkensvoeder potentieel geschikte reststromen komen beschikbaar uit de voedingsmiddelenindustrie?
  - Welke voor varkensvoeder potentieel geschikte reststromen komen beschikbaar uit de zuivelindustrie?
  - Welke voor varkensvoeder potentieel geschikte reststromen komen beschikbaar uit de achterkant van de supermarkt?
  - Welke voor varkensvoeder potentieel geschikte reststromen worden verwerkt in biomassacentrales/vergistingsinstallaties?
  - Welke voor varkensvoeder potentieel geschikte reststromen komen beschikbaar uit huis-, tuin- en keukenafval?
  - Welke voor varkensvoeder potentieel geschikte reststromen komen beschikbaar uit de out-of-home markt (restaurants en catering)?
3. Welke van de bovenstaande reststromen en bijproducten zijn wel geschikt, maar momenteel (nog) niet toegestaan voor verwerking in veevoeders vanwege wet- en regelgeving?
  - Welke kansen biedt de wetgeving ten aanzien van het gebruik van deze reststromen en bijproducten?
4. Hoeveel dieren kunnen in Nederland gehouden worden op basis van deze aantallen bij een verwaarding van reststromen tot veevoeders conform de Ladder van Moerman?
  - Hoeveel dierlijk eiwit kan per persoon opgenomen worden uit varkensvlees van circulair gevoerde varkens?

### 1.4.1. Randvoorwaarden

Voor dit onderzoek zijn een aantal randvoorwaarden opgesteld;

- Het werkgebied voor dit onderzoek concentreert zich op Nederland.
- Het onderzoek focust zich enkel op de diercategorie varkens.
- Het gebruik van reststromen en bijproducten in veevoeders moet conform de Ladder van Moerman zijn. Belangrijk hierbij is dat de reststromen en bijproducten niet concurreren met de voedselbank.
- Bij de uitvoering van dit onderzoek dient het projectteam rekening te houden met de wensen van zowel de opdrachtgever (Nijsen company) als de HAS Hogeschool.
- De nieuwe reststromen moeten voldoen aan de volgende eisen:

- Voedselveiligheid moet worden gewaarborgd.
  - Dit moet tevens aangetoond worden ([www.EFSA.eu](http://www.EFSA.eu)).
  - De consument moet de toegepaste reststroom accepteren. Bijvoorbeeld, bepaalde producten die onaantrekkelijk klinken (gelatine gemaakt van botten) op de juiste manier naar de consument communiceren.
- De nutritionele samenstelling moet van toegevoegde waarde zijn voor het product.
- Het moet economisch aantrekkelijk zijn, kijkend naar:
  - Inkoopprijs afhankelijk van marktomstandigheden. Als een nieuw product ontdekt wordt, geschikt voor varkensvoeding, beïnvloed de markt de waarde van het product.
  - Volume
  - Het product moet met voldoende volumen en regelmaat ingekocht kunnen worden.

### 1.4.2. Methode

Voor elke deelvraag in dit onderzoek is een onderzoeksmethode opgesteld.

#### *‘1. Welke nutritionele eisen worden gesteld aan varkensvoer-ingrediënten?’*

Om inzichtelijk te krijgen wat wel en niet in varkensvoer verwerkt mag worden, is allereerst in kaart gebracht welke nutritionele eisen gesteld worden aan varkensvoer-ingrediënten. Daarnaast wordt uitgerekend hoeveel kilo droge stof een gemiddeld aanwezig vleesvarken en een afgeleverd vleesvarken op een gesloten bedrijf eet. Met deze resultaten zal gerekend worden in deelvraag 4.

Om deze onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden heeft het projectteam gebruik gemaakt van onderstaande onderzoeksmethoden;

- Deskresearch; informatie over de nutritionele eisen die gesteld worden aan varkensvoer-ingrediënten is verzameld uit bronnen van onder andere Nijsen company, WUR en Eurofins Agro.
- Fieldresearch; informatie verzameld door fysieke semigestructureerde interviews met de nutritionist van Nijsen Company, Arno Heuvelmans.

#### *‘2. Welke soorten/hoeveelheden reststromen (uitgedrukt in aantal ton) zijn beschikbaar in Nederland (en omliggende landen)?’*

Hierbij is in kaart gebracht welke soorten reststromen (geschikt voor varkensvoerders) er zijn in Nederland, België, Duitsland & Frankrijk. Daarbij is ook gekeken naar de beschikbare hoeveelheden per reststroom (uitgedrukt in aantal ton). Er is onderscheid gemaakt in reststromen afkomstig uit de primaire sector, de voedingsindustrie, de zuivelindustrie, de achterkant van de supermarkt, huis-, tuin- en keukenafval, de out-of-home markt én potentiële reststromen welke momenteel naar biomassacentrales/vergistingsinstallaties gaan.

Om deze onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden heeft het projectteam gebruik gemaakt van onderstaande onderzoeksmethoden;

- Deskresearch; informatie over soorten en hoeveelheden reststromen in Nederland (en omliggende landen) is verzameld uit bronnen van onder andere Nijsen company, WUR, Nevedi, OPNV en CVB.
- Fieldresearch; informatie verzameld door telefonische/fysieke/digitale semigestructureerde interviews met diverse experts (van onder andere WUR, OPNV, Foodvalley) die meer kunnen vertellen over de soorten en hoeveelheden aan reststromen.

#### *‘3. Welke reststromen en bijproducten zijn wel geschikt, maar momenteel (nog) niet toegestaan voor verwerking in veevoerders vanwege wet- en regelgeving?’*

Hierbij is in kaart gebracht welke reststromen en bijproducten momenteel wel geschikt, maar (nog) niet toegestaan zijn voor verwerking in veevoeder. Er is met name gekeken naar de kansen en beperkingen die de wet- en regelgeving biedt wat betreft het verwerken van deze reststromen en bijproducten in veevoeder.

Om deze onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden heeft het projectteam gebruik gemaakt van onderstaande onderzoeksmethoden;

- Deskresearch; informatie over wet- en regelgeving omtrent het verwerken van reststromen en bijproducten in veevoerders verzameld uit bronnen van onder andere Nijsen company, EUROWET en het Europees parlement.
- Fieldresearch; informatie verzameld door fysieke/digitale semigestructureerde interviews/gesprekken met onder andere Arno Heuvelmans en Karel van der Velden over de wet- en regelgeving omtrent het verwerken van reststromen en bijproducten in veevoeder.

*‘4. Hoeveel dieren kunnen gehouden worden in Nederland op basis van de in Nederland beschikbare reststromen en bijproducten bij een verwaarding tot veevoeder conform de Ladder van Moerman?’*

Hierbij is in kaart gebracht hoeveel dieren in Nederland gehouden kunnen worden bij een verwaarding van de berekende reststromen en bijproducten tot veevoeder vanuit de resultaten van de voorgaande deelvragen. Daarnaast is aandacht besteed aan welk deel van de totale eiwitopname in de voedingsmiddelenindustrie kan komen van circulair gevoerde varkens.

Om deze onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden heeft het projectteam gebruik gemaakt van onderstaande onderzoeksmethoden;

- Deskresearch; informatie over het berekenen van het aantal varkens dat gevoerd kan worden met reststromen en bijproducten verzameld uit bruikbare bronnen van onder andere Nijsen company en WUR.
- Fieldresearch; informatie verzameld door fysieke/digitale semigestructureerde interviews met onder andere Marijke Schop over het onderzoek van Ollie van Hal en de te gebruiken methode.

## 1.5. Leeswijzer

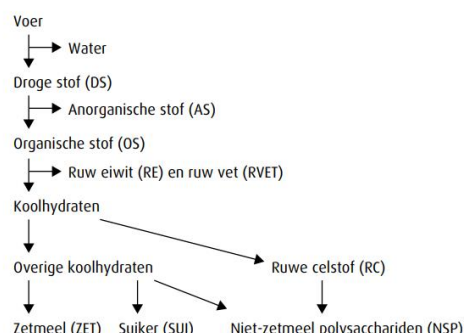
Hoofdstuk 2 geeft in grote lijnen aan wat de nutritionele rantsoenbehoeften zijn van een varken. In hoofdstuk 3 worden de categorieën reststromen en bijproducten die beschikbaar zijn in Nederland beschreven. Daarbij is gekeken naar de beschikbare hoeveelheden en de geschiktheid van deze reststromen en bijproducten voor verwerking in veevoeder. In hoofdstuk 4 wordt in grote lijnen weergegeven welke reststromen en bijproducten beschikbaar zijn in België, Duitsland en Frankrijk. Hierbij worden tevens de hoeveelheden berekend. Hoofdstuk 5 gaat vervolgens in op de wet- en regelgeving omtrent het verwerken van reststromen en bijproducten in veevoeder. In hoofdstuk 6 wordt berekend hoeveel varkens gevoerd kunnen worden op basis van de beschikbare reststromen en bijproducten. Daarna is in hoofdstuk 7 de conclusie en discussie van het onderzoek weergegeven. Tot slot bevat hoofdstuk 8 een lijst met aanbevelingen voor de opdrachtgever.



## 2. Rantsoenbehoefte varken

Om een beeld te krijgen van waar een rantsoen voor varkens uit opgebouwd is, wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de rantsoenbehoefte van een varken. Daarbij zal kort uitgelegd worden welke behoeften er zijn en waarom deze van belang zijn voor het varken.

De behoeften van varkens zijn op te delen in drie categorieën. Zo zijn er nutriënten nodig voor onderhoud, groei en melkproductie. Deze nutriënten kunnen schematisch weergegeven worden, zoals te zien is in figuur 2 (Wageningen UR Livestock Research, 2010). In de volgende paragrafen worden deze nutriënten nader besproken. Verdere toelichting is te vinden in bijlage A. In tabel 1 en 2 van bijlage A is een overzicht te vinden van de EW-waardes, fosfor- en calciumgehalten en eiwit/aminozuur gehalten per diercategorie.



Figuur 2 Schematische weergave van de samenstelling van veevoeder (Wageningen UR Livestock Research, 2010)

### 2.1. Droge stof

Om te rekenen wordt gebruik gemaakt van het aantal kilo in droge stof (kg/ds). Het droge stofgehalte heeft veel invloed op de houdbaarheid en geschiktheid van grondstoffen. Een lager gehalte droge stof geeft een hogere kans op schimmels en beperkt de houdbaarheid van het voer. Om het gehalte droge stof te verhogen moet het mengvoer eerst worden gedroogd of er moet een zuur worden toegevoegd (Eurofins Agro, sd). Het voerverbruik van een gemiddeld aanwezig vleesvarken op een gesloten bedrijf in 2020 is gemiddeld 796 kilo met een droge stof van gemiddeld 88%. Dit komt neer op 700 kilo droge stof. Het voerverbruik van een afgeleverd vleesvarken op een gesloten bedrijf in 2020 is gemiddeld 241 kilo met een droge stof van gemiddeld 88%. Dit komt neer op 212 kilo droge stof (Bisperink, 2021).

### 2.2. Koolhydraten

Koolhydraten zijn de belangrijkste bron van energie voor dieren. Daarnaast zijn in het dierlijk lichaam een aantal koolhydraten met een belangrijke functie, zoals glucose. Zonder glucose kunnen de hersenen van het dier niet functioneren. In figuur 2 worden de koolhydraten verdeeld in een aantal groepen: ruwe celstof, zetmeel, suiker en niet-zetmeel polysacchariden. Het onderscheid tussen ruwe celstof, zetmeel en suikers kan worden gemaakt door de hoeveelheid bindingen die tussen de moleculen aanwezig zijn (Wageningen UR Livestock Research, 2010).

### 2.3. Vetten

Vetten vormen een belangrijke bron van energie. Daarnaast zijn vetten onmisbaar in de vorm van opslag, het vormen van membranen en als draagvloestof in enzymatische reacties. Vetten bevatten vele malen meer energie dan koolhydraten. Zo bevatten opgeslagen vetten tot wel zes keer zo veel energie ten opzichte van opgeslagen koolhydraten (McDonald, et al., 2011).

Vetten hebben binnen het dierlijk lichaam verschillende functies, zo zorgen vetten voor isolatie voor het behouden van een constante lichaamstemperatuur en zorgen ze voor energieopslag en energievoorziening. Vetzuren worden

in het lichaam gebruikt als bouwstenen en in het afweermecanisme. Ook vervoeren vetten in vet oplosbare vitaminen zoals vitamine A en vitamine D. Daarnaast heeft vet een invloed op de smaak van het vlees (McDonald, et al., 2011).

## 2.4. Eiwitten

Eiwitten komen voor in alle lichaamscellen. Een varken kan niet overleven zonder eiwitten. Voldoende eiwitten in de voeding is enorm belangrijk voor groei, vleesaanzet, melkproductie en ontwikkeling (Campbell, et al., 2018). Dierlijke eiwitten zitten met name in vlees, vis, melk, kaas en eieren. Plantaardige eiwitten zitten voornamelijk in brood, graanproducten, peulvruchten en noten (Voedingscentrum, 2021).

De eiwitbehoeften van een (vlees)varken wordt uitgedrukt in aminozuurbehoeften. Deze behoeften worden bepaald op basis van diverse factoren; geslacht, leeftijd, genetica, eiwitaanzet capaciteit, gezondheidsstatus, etc. Negen aminozuren zijn essentieel, wat wil zeggen dat het varken deze niet zelfstandig kan aanmaken en dus via de voeding dient op te nemen. De namen van deze negen aminozuren zijn; lysine (lys), methionine (met), threonine (thr), tryptofaan (trp), isoleucine (ile), leucine (leu), histidine (his), fenylalanine (phe) en valine (val) (Universiteit Gent, 2014).

In varkensvoeding wordt met name rekening gehouden met de voor varkens belangrijkste essentiële aminozuren. Dit zijn op volgorde: lysine, methionine + cystine (hierbij dient minimaal 55% aandeel te zijn in methionine), threonine en tryptofaan (WUR, 2018).

## 2.5. Energiewaarde

Bij varkensvoeding wordt vaak de term energiewaarde (EW) gebruikt, waarmee behoefte en aanbod aangeduid wordt. Deze energiewaarde is geteld per kilo product. Voedingsstoffen bevatten energie die vrijkomt bij de verbranding in het varken. Hierbij leveren vet, eiwit en koolhydraten energie op. Vet levert de meeste energie met 39,7 kilojoule per gram, daarna eiwit met 23,8 kilojoule per gram en koolhydraten leveren 17,9 kilojoule per gram (Wageningen UR Livestock Research, 2010). Door de energie die vrijkomt uit vet, eiwit en koolhydraten bij elkaar op te tellen, is bekend hoeveel energie het product levert. Dit wordt dan ook wel de energiewaarde (EW) genoemd (Heuvelmans, 2021).

## 2.6. Samengevat

Om te kunnen bereken hoeveel varkens in Nederland gehouden kunnen worden op basis van de beschikbare reststromen en bijproducten wordt in de berekening uitgegaan van de kilo droge stof opname. Daarnaast worden het aantal kilogrammen vet, eiwit en koolhydraten weergegeven per beschikbare stroom.

In dit onderzoek gaat de berekening uit van een gesloten bedrijfsvoering, omdat hierbinnen het grootste gedeelte van de varkenshouderij meegenomen wordt in deze behoefte. Hiervoor zijn de gegevens uit 2020 genomen, geregistreerd door AgroVision. Hierbij zijn twee kengetallen van belang: kilo droge stof opname per gemiddeld aanwezig vleesvarken en de kilo droge stof opname per afgeleverd vleesvarken. De gemiddelde droge stof opname per aanwezig vleesvarken is 700 kilo droge stof. De gemiddelde droge stof opname per afgeleverd vleesvarken is 212 kilo droge stof. Dit is de totale droge stof opname van een vleesvarken van big tot afleveren (Bisperink, 2021).

### 3. Reststromen in Nederland

In het voorgaande hoofdstuk zijn de rantsoenbehoeften van varkens in kaart gebracht. In dit hoofdstuk worden de beschikbare reststromen en bijproducten besproken en de hoeveelheden weergegeven. De drie redenen waarom reststromen vrijkomen zijn (1) de productie van voedsel voor humane consumptie, (2) het produceren van brandstof en (3) de non-food industrie. Enkele voorbeelden: bij het produceren van brandstof komen vooral tarwegisten vrij (ethanol productie). In de non-food industrie komt tarwezetmeel vrij bij de productie van glucose uit zetmeel voor industrieel gebruik, bijvoorbeeld in de verpakkingsindustrie. Om een duidelijk overzicht te creëren zijn de reststromen en bijproducten in dit rapport in de volgende categorieën geplaatst: reststromen en bijproducten afkomstig uit de primaire sector, de voedingsmiddelenindustrie, de zuivelindustrie, de supermarkt, uit huis-, tuin- en keukenafval, de out-of-home markt en reststromen die momenteel naar biomassacentrales/vergistingsinstallaties gaan.

In Europa wordt jaarlijks zo'n 88 miljoen ton (geschikt en ongeschikt voor menselijke consumptie) voedsel als rest- of afvalproduct beschouwd. Deze reststromen komen op verschillende plaatsen in de voedselketen vrij, maar de grootste bijdrage wordt geleverd door huishoudens met 53% van deze 88 miljoen ton. 30% van de rest- en afvalstromen komt vrij in de verwerkende industrie, 12% uit de horeca en 5% uit de retail. Over het algemeen is hierbij te stellen: hoe meer welvaart er in een land is, hoe meer rest- en afvalstromen er ontstaan in de voedingsmiddelenindustrie (Georganas, et al., 2020).

#### 3.1. Reststromen uit de primaire sector

Reststromen uit de landbouw zijn reststromen die ontstaan voor, tijdens of na de oogst (Åsa Stenmarck, 2016). Deze reststromen zijn vrijwel onvermijdbaar. Het betreft oogstresten, derving in de oogst, mislukte gewassen, ziekten in het gewas en dergelijke. Reststromen van verschillende landbouwproducten in 2020 zijn weergegeven in tabel 1 (Dorette Corbey, 2020). Deze producten zijn te verdelen in: 'blijft achter op het land' of 'wordt geoogst en kent een andere toepassing'. De producten die op het land achterblijven kennen knelpunten die oogsten of afvoeren lastig maakt. Dit betreft bijvoorbeeld hoge kosten voor oogst, transport en/of verwerking, de beperkte houdbaarheid en de tijdelijke beschikbaarheid gedurende het jaar (Marcel Vijn, 2019).

Tabel 1 Beschikbare droge stof in ton van verschillende landbouwreststromen (Dorette Corbey, 2020)

Reststroom	Beschikbare droge stof in ton (2020)	Huidige bestemming	Geschikt
Bietenloof	420.000	Blijft achter op het land	Nee*
Aardappelloof	800.000	Blijft achter op het land	Nee**
Champost	300.000	Bodemverbeteraar/bloemeteelt	Nee***
Plantenresten (glas)tuinbouw	100.000	Compostering en deels naar bio-energie centrales	Ja
Koolstronken en blad	38.000	Blijft achter op het land	Ja
Veilingafval	30.000	Compostering	Ja
<b>Totaal</b>	<b>1.688.000</b>		

\*Bevat veel water. Droge stof percentage van 10%.

\*\*Bevat de gifstof solanine. Landbouwhuisdieren zijn hier gevoelig voor.

\*\*\*Bevat kippen- en paardenmest.

In totaal is de beschikbare droge stof van gewasresten 1.688.000 ton (exclusief kuilgras en stro). Gewasresten zijn voor een deel nuttig voor de bodem. Voor een ander deel zijn ze in principe beschikbaar voor bewerking tot veevoeder of andere hoogwaardige toepassingen. Gewasresten worden echter vaak niet geoogst omdat het arbeidsintensief is en bovendien schadelijk voor de bodem als er nog een keer met zware machines op het land gereden moet worden. Met de ontwikkeling van lichtere, kleinere en automatisch bestuurd landbouwmachines zijn gewasresten makkelijker te oogsten. Echter is het zelfs dan niet gemakkelijk om het hele potentieel te oogsten (Dorette Corbey, 2020).

In tabel 2 en 3 staan de oogstresten van akkerbouwgewassen en vollegrondsgroentegewassen met de daarbij horende hoeveelheid in 2017 en droge stof percentage weergegeven (WUR, 2005) (Weidseblak, sd) (CVB, 2012). De tabellen tonen aan dat er in totaal 1.129.210 ton droge stof van oogstresten van akkerbouwgewassen beschikbaar is en 63.209 ton droge stof aan oogstresten van vollegrondsgroentegewassen. In totaal is dit 4.349.580 ton aan reststromen, waarvan 1.307.958 beschikbare droge stof.

Tabel 2 Tabel Inschatting van oogstresten van akkerbouw (Marcel Vijn, 2019)

Akkerbouwgewas	Type oogstrest	Hoeveelheid oogstrest in ton (2017)	Droge stof percentage (%)	Beschikbare droge stof in ton (2017)	Geschikt?
Aardappel, consumptie	Oogstrest	127.190	24%	30.526	Deels*
Aardappel, consumptie	Kriek	211.730	24%	50.815	Deels**
Aardappel, poot-	Oogstrest	70.560	24%	16.934	Nee***
Groene erwt droog	Stro	5.960	84,1%	5.012	Ja
Stamslaboon	Loof/stro	42.590	86%	36.627	Ja
Suikerbieten	Blad + kop	2.756.810	15%	413.522	Ja
Winterrogge	Stro	6.450	86%	5.547	Ja
Wintertarwe	Stro	475.290	90,2%	428.712	Ja
Zomergerst	Stro	66.910	86%	57.543	Ja
Zomertarwe	Stro	30.280	90,2%	27.313	Ja
Graszaad	Hooi	60.480	84%	50.803	Ja
Blauwmaanzaad	Stro	570	86%	490	Nee****
Bruine bonen	Stro	4.030	84%	3.385	Ja
Cichorei		14.000	Onbekend	Onbekend	Ja
Kapucijners	Stro	1.180	86%	1015	Ja
Karwij	Stro	30	86%	26	Ja
Lijnzaad		130	Onbekend	Onbekend	Ja
Vlas		380	Onbekend	Onbekend	Ja
Veldboon	Stro	1.120	84%	941	Ja
<b>Totaal</b>		<b>5.799.500</b>		<b>1.129.210</b>	

\*Oogstresten van consumptieaardappel zijn geschikt mits verhit of geconserveerd.

\*\*Krielerresten van consumptieaardappelen zijn geschikt mits verhit of geconserveerd.

\*\*\*Oogstrest van pootaardappelen zijn rotte pootaardappelen of pootaardappelen met uitlopers, deze zijn giftig.

\*\*\*\*Bevat giftige stoffen.

Tabel 3 Inschatting van oogstresten van vollegrondsgroentegewassen (WUR, 2005) (Weidseblak, sd) (CVB, 2012)

Vollegrondsgroentegewas	Hoeveelheid oogstrest in ton (2017)	Droge stof percentage (%)	Beschikbare droge stof in ton (2017)	Geschikt?
Andijvie	4.400	5,2%	229	Ja
Bloemkool	105.000	10%	10.500	Ja
Broccoli	67.680	10%	6.768	Ja
Chinese kool	4.550	10%	455	Ja
Kropsla	22.660	6,1%	1.382	Ja
Prei	50.160	16%	8.025	Ja
Rode kool	30.150	10%	3.015	Ja
Spinazie	18.540	8,5%	1.576	Ja
Spruitkool	78.900	10%	7.890	Ja
Witte kool	91.850	10%	9.185	Ja
<b>Totaal</b>	<b>473.890</b>		<b>49.025</b>	

### 3.1.1. Oogstresten met potentie tot verwerking in veevoeders

Graanstro is een grote reststroom in de primaire sector, maar wordt vaak verkocht als bodembedekking in bollenteelt of als strooisel voor dieren. De reeds geogoste reststromen hebben daarom een concurrerende bestemming. Reststromen zoals bietenblad en aardappelloof blijven na de oogst achter op het land vanwege de bemestende waarde (Marcel Vijn, 2019).

Gewasresten zoals bietenblad zijn lastig te verwerken. De grootste uitdaging is om het eiwit uit het blad te halen in een bruikbare vorm. Het eist complexe en meestal dure technologieën. Daarnaast is het vervoeren van een waterig product erg onaantrekkelijk. Bietenblad bestaat namelijk voor 90% uit water. Ook is het een forse aanslag op de bodemstructuur. Door het oogsten van de suikerbieten én het bietenblad worden de machines zwaarder en komt er een machine bij (Marcel Vijn, 2019).

Ook voor aardappelgewasresten is het niet interessant om het loof te gaan oogsten om vervolgens te verwerken in veevoeder. In het loof van een aardappel zit de gifstof solanine, waar landbouwhuisdieren gevoelig voor zijn (Marcel Vijn, 2019). Daarnaast bevat het aardappelloof weinig inhoudsstoffen meer. Vlak voor het rooien van de aardappel, ook wel 'afrijpen' genoemd, wordt het loof door de aardappelplant zelf afgebroken en alle nuttige stoffen worden opgeslagen in de aardappel (S.R.M. Janssens, 2016).

Daarentegen bevatten gewasresten van de koolteelt mineralen, vitamines en eiwitten. Bij de oogst van kolen blijft het blad en de stronk achter op het land. Het probleem bij deze gewassen is dat alle koolgewassen niet in één keer geogost worden, en dus kleine hoeveelheden beschikbaar komen jaarrond (Marcel Vijn, 2019).

## 3.2. Reststromen uit de voedingsmiddelenindustrie

In de huidige varkenshouderij worden enorm veel bijproducten of co-producten ingezet. Deze producten zijn onvermijdbaar en worden daarom ook niet gerekend onder de reststromen of gezien als food waste (zoals bierbostel). De Nederlandse varkenshouderij speelt een belangrijke rol in een milieubewuste productie, met name door het inzetten van vochtrijke bijproducten uit de levensmiddelenindustrie. Bij de productie van levensmiddelen komen grote hoeveelheden bijproducten vrij, die niet geschikt of niet gewenst zijn voor menselijke consumptie. Ook droge en stapelbare bijproducten vullen een groot gedeelte van het rantsoen in of kunnen dit in de toekomst in gaan vullen (Scholten & Brakel, 1996). Uit cijfers van diervoeder producenten blijkt dat deze droge en stapelbare producten bestaan uit ruim 1 miljoen ton droge stof als vochtrijk voedermiddel en 0,65 miljoen ton droge stof als droge veevoerders (WUR, 2020).

### 3.2.1. Vochtrijke bijproducten

Op dit moment zijn veel verschillende bijproducten op de markt, welke geschikt zijn voor varkens. In tabel 5 van bijlage C van dit rapport is een lijst weergegeven met veel voorkomende vochtrijke bijproducten inclusief de bron (OPNV, 2021). Veel bijproducten zijn erg smakelijk, dit heeft tot gevolg dat de varkens graag voer opnemen wat leidt tot een hogere voeropname (Duynie Feed, 2021). OPNV heeft in kaart gebracht hoeveel bijproducten vrijkomen bij de bewerking van bieten, aardappelen, granen, melk en sojabonen. De tabel in bijlage C toont aan dat de OPNV jaarlijks in totaal 467.259 ton beschikbare droge stof registreert voor de Nederlandse afzet van bijproducten van de voedingsmiddelenindustrie aan de varkenshouderij.

### 3.2.2. Droge bijproducten

Naast vochtrijke bijproducten ontstaan ook een aantal droge bijproducten in de voedingsmiddelenindustrie. De stromen komen vrij bij de productie van levensmiddelen en worden als onvermijdbare voedselresten beschouwd. Het gaat hierbij om snijresten, afgekeurde producten en test batches. Deze producten kunnen enkel ingezet worden door bedrijven die voorzien zijn van een GMP+ certificering. Bijproducten uit de bakkerij zoals koek, brood en chocolade bevatten veel koolhydraten en eiwitten, waardoor ze erg geschikt zijn voor verwerking in veevoeder. Daarnaast is er een stroom van granen die gedroogd zijn, welke ontstaan uit de destillatie van ethanol. Dit betreft diverse granen (van der Heijden, et al., 2021).

De co-producten uit de landbouw, levensmiddelen-, dranken- en bio-ethanolindustrie worden momenteel veelal afgenomen door de diervoederindustrie. Deze producten worden verwerkt tot veevoeder als ze niet meer verkoopbaar zijn, door bijvoorbeeld het bereiken van de uiterste consumptiedatum of een afwijking in de smaak. In totaal wordt jaarlijks 16,7 miljoen ton aan mengvoerders en enkelvoudige voeders geproduceerd in Nederland. Hiervan bestaat circa 42,7% uit co-producten uit de landbouw-, voedsel- en bio-ethanolindustrie (Nevedi, 2019). In tabel 4 zijn deze co-producten uitgesplitst naar productgroepen. Bovendien zijn de beschikbare hoeveelheden per product in droge stof weergegeven. Uit de tabel kan geconcludeerd worden dat in Nederland jaarlijks 5.904.550 ton droge stof aan droge bijproducten uit de voedingsmiddelenindustrie vrijkomt. Deze cijfers zijn afkomstig van een betrouwbare anonieme bron.

Tabel 4 Droge bijproducten uit de voedingsmiddelenindustrie (betrouwbare anonieme bron, 2021)

Co-producten	Hoeveelheid in ton in NL (2020)	Gem. droge stof percentage	Beschikbare droge stof in ton
<b>Eiwitrijke co-producten;</b>	<b>5.075.000</b>		<b>4.460.800</b>
Sojaschroot	1.700.000	87,4%	1.485.800
Kool- en raapzaadschroot	1.000.000	88,4%	884.000
Co-producten granen	1.000.000	87,4%	874.000
Zonnebloemzaadschroot	700.000	89%	623.000
Palmpitschilfers	675.000	88%	594.000
Co-producten overige			
<b>Energierijke co-producten;</b>	<b>1.350.000</b>		<b>1.110.000</b>
Co-producten van suikerbereiding	1.000.000	90,7%	907.000
Co-producten van bakkerij- en deegwaren	350.000	58%	203.000
<b>Vezelrijke co-producten;</b>	<b>525.000</b>		<b>333.750</b>
Co-producten vezelrijk	375.000	89%	333.750
Co-producten groenten, fruit, knollen, zaden en peulvruchten	150.000	Onbekend	Onbekend
<b>Overige co-producten</b>	<b>50.000</b>	<b>Onbekend</b>	<b>Onbekend</b>
<b>Totaal</b>	<b>7.000.000</b>		<b>5.904.550</b>

### 3.2.3. Slachtafval

De verwerking van slachtafval in veevoeder is tot op heden verboden in Europa. Dit zal in hoofdstuk 5 verder toegelicht worden. Er zijn drie categorieën dierlijke bijproducten: categorie 1-materiaal (hoog risico) is uitsluitend geschikt voor verwijdering en destructie. Voorbeelden van bijproducten uit deze categorie zijn: kadavers van dieren die besmet zijn met TSE en kadavers met gespecificeerd risicomateriaal. Categorie 2-materiaal (hoog risico) is ongeschikt voor dierlijke consumptie. Voorbeelden van producten uit deze categorie zijn: mest, inhoud van organen en residuen van diergeneesmiddelen. Categorie 3-materiaal (laag risico) is niet voor menselijke consumptie geschikt of bestemd. Voorbeelden van bijproducten uit deze categorie zijn: huiden, haar, maar ook eetbare delen die om commerciële redenen in de slachterijen afgewaardeerd zijn. Categorie 3-materiaal is onder andere geschikt om te verwerken in petfood en nertsenvoer (Marcel Vijn, 2019). In Nederland komt jaarlijks 425.000 ton aan categorie-3 materiaal afkomstig van pluimvee beschikbaar. Met een droge stof percentage van 94,6% levert dit 402.050 ton droge stof op (CVB, 2012). Aangezien kannibalisme nooit meer toegestaan gaat worden (zie hoofdstuk 5) kan alleen het slachtafval van pluimvee gebruikt worden. Het categorie 3-materiaal kan gebruikt worden om soja in veevoeding te vervangen (Veldkamp, 2012).

### 3.3. Reststromen uit de zuivelindustrie

In Nederland is men dol op melk, yoghurt, kwark, kaas, boter en toetjes. Nederlanders eten gemiddeld zo'n 352 gram aan zuivelproducten per dag en dus circa 128 kilo per jaar. Hiervan is 42% melk, 15% yoghurt en 9% kaas (RIVM, 2017). Maar hoe gek men ook op zuivel is, het meest verspilde product in Nederland, na brood, is zuivel (Arla, 2018). Jaarlijks wordt ruim 12 kilo (circa 9,4%) zuivel per persoon weggegooid, wat dus volledig te vermijden is (RIVM, 2017). Naast deze zuivel verspilling door de consument ontstaan tijdens de productie en verwerking van zuivel ook andere reststromen/(bij)producten, zoals wei. Deze reststromen zijn volledig onvermijdbaar en bevatten vaak nog veel voedingsstoffen (Van Westreenen, 2019). Vroeger werd de bereiding van kaas op de boerderij vaak gecombineerd met het houden van varkens om de wei tot waarde te brengen. Tegenwoordig worden veel producten gedroogd tot melkpoeders, maar een deel wordt ook nat afgezet aan de varkens- en vleeskalverhouderij (OPNV, 2018).

Wei/zuivelproducten zijn de enige eiwitrijke producten die met name geschikt zijn voor het verteringsstelsel van jonge biggen. De biologische waarde van zuivelproducten komt in grote lijnen overeen met de biologische waarde van een varken/big. Dit betekent dat de eiwitten die voorkomen in wei/zuivelproducten qua structuur op de lichaamseigen eiwitten van een big lijken. Volgens Arno Heuvelmans zijn de zuivelproducten hierdoor goed opneembaar door het varken (A. Heuvelmans, mondelinge mededeling 2021). In 2019 is in totaal 590.000 ton aan wei/melkproducten geleverd aan de Nederlandse varkenshouderij (OPNV, 2020).

Veel reststromen uit de zuivelindustrie worden momenteel verwerkt in veevoeder, omdat ze eiwit- en lactoserijk zijn. De belangrijkste restproducten zijn perswei, voerweiconcentraat, kwarkwei en restanten van tanks en leidingen. Op de restanten die achterblijven in tanks en leidingen na zijn de reststromen allemaal te omschrijven als bijproducten. In 2009 is 725.000 ton van deze reststromen als input voor vochtrijke bijproducten gebruikt. Wat betreft de totale reststromen uit de zuivelindustrie kan momenteel gesteld worden dat ruim 610.000 ton verwerkt kan worden tot bijproduct in veevoeder. Er kan geredeneerd worden dat hiervan ongeveer 300.000 ton uit voerweiconcentraat bestaat. De exacte samenstelling van het overige volume is onbekend volgens Jitske Wagenaar van Natuur & Milieu (J. Wagenaar, mondelinge mededeling 2021).

Eén van de grootste zuivelondernemingen in Nederland gaf aan verspilling zoveel mogelijk te voorkomen. Het 'restmelk' dat ontstaat tijdens de productieprocessen proberen zij zoveel mogelijk te hergebruiken in andere producten. Wanneer verpakte producten niet meer verkocht kunnen worden maar wel leeggemaakt kunnen worden om het product opnieuw te gebruiken, dan doen zij dat (mits het aan alle kwaliteitseisen voldoet). De producten die zij niet kunnen hergebruiken maar nog wel geschikt zijn voor humane consumptie gaan naar de voedselbank. Als het ook voor de voedselbank niet meer geschikt is wordt het voor veevoeder gebruikt. In 2020 heeft deze zuivelonderneming 18.213.093 kilo product verwerkt tot vloeibaar veevoer, 3.573.887 kilo product verwerkt tot verpakt veevoer en 217.000 kilo product is naar de voedselbank gegaan. De samenstelling van deze reststromen is onbekend. De getallen bestaan uit een mix van alle reststromen die in de fabriek ontstaan (betrouwbare anonieme bron, mondelinge mededeling 2021). Op basis van het product portfolio en marktaandeel van deze betrouwbare anonieme bron kan gesteld worden dat het niet mogelijk is om deze cijfers te extrapoleren naar landelijk niveau. Het product portfolio van deze zuivelonderneming is niet te vergelijken met de overige grootste zuivelondernemingen in Nederland.

### 3.4. Reststromen uit de supermarkt

Supermarkten zijn verantwoordelijk voor zo'n 5% van alle voedselverspilling in Nederland. Het overgrote deel hiervan is vermijdbaar. De verspilling heeft verschillende oorzaken, bijvoorbeeld door inschattingfouten omtrent vraag en aanbod of door de hoge kwaliteitseisen aan producten. Maar ook omdat de consument het product laat liggen omdat het niet voldoet aan zijn/haar eisen (bijvoorbeeld een appel met een vlekje erop), kapotte



verpakkingen of producten die over de datum zijn (Voedselverspilling in België: cijfers en tips, 2021). De verspilde voedingsmiddelen uit de supermarkt kunnen wel benut worden in veevoeder. Hierbij gaat het om producten zoals koekjes, chips, brood en pasta (Auke Schripsema, 2015).

Een onderzoek laat zien dat van al het voedsel dat supermarkten in Nederland aanbieden gemiddeld 98.3% verkocht wordt. De overgebleven 1.7% van het voedsel komt niet bij de consument terecht. Deze 1.7% voedselverspilling bestaat uit vijf productcategorieën, welke benoemd zijn in tabel 5. Deze tabel laat tevens het aandeel in percentage zien en de hoeveelheid in ton per jaar. Aan deze zelfrapportage deden de volgende supermarkten mee: Albert Heijn, Aldi, Jumbo, Lidl en Plus. Samen beslaan deze supermarkten ongeveer 77,5% van de Nederlandse supermarktsector. De totale stroom van restproducten uit deze supermarkten kan geschat worden op 261.300 ton per jaar (Vollebregt, 2020). Om deze hoeveelheid te benchmarken is gebruik gemaakt van de formule in bijlage K. Met deze formule kan berekend worden dat de totale productie van retailers gelijk is aan 16.715.763 ton. Hiervan wordt 1,7% verspild. Er kan geschat worden dat ongeveer 284.200 ton verspild wordt in de totale supermarkt sector in Nederland. De samenstelling van deze verspilling kan geëxtrapoleerd worden op de percentages die eerder benoemd zijn in dit rapport.

### 3.4.1. Huidige bestemming van voedselreststromen uit de supermarkt

Om de voedselverspilling terug te dringen hebben de supermarkten al verschillende acties ondernomen. Zo zijn slimme bestelsystemen ontstaan die goed kunnen berekenen wat de verwachte vraag is. Mocht toch te veel ingekocht zijn, dan stimuleert een kortingssticker de verkoop van het product (Voedselverspilling in België: cijfers en tips, 2021). Een voorbeeld daarvan is de actie van de LIDL onder de naam 'Verspil mij niet, ik ben nog goed' (LIDL, 2020).

Ook het concept onder de naam 'Too Good To Go' is een voorbeeld van het terugdringen van voedselverspilling in de supermarkt (Too Good To Go, 2021). Daarnaast gaat er nog 1 à 2% van de producten die anders weggegooid zouden worden naar de voedselbank (Voedselbanken Nederland, 2020).

Volgens Govert Schouten wordt al ongeveer 90% van de broodproducten van de supermarkten in Nederland opgehaald door leden van VIDO om te verwerken in veevoeder (G. Schouten, mondelinge mededeling 2021). Van het totaal aantal broodproducten uit de supermarkt is 80% afkomstig uit de winkel en 20% is afkomstig uit het bakkerijproces zelf, hetgeen wat op de grond valt, overproductie, of hetgeen wat afwijkend is van kwaliteitseisen (Auke Schripsema, 2015).

### 3.4.2. Voedselverspilling uit de supermarkt met potentie voor verwerking in veevoerders

In tabel 5 is weergegeven welke producten in welke hoeveelheden verspild worden. Daarbij is ook in de laatste kolom aangegeven waarom de betreffende productgroep wel of niet geschikt is voor verwerking in veevoeder. Onder de tabel staat een toelichting, mits het product deels geschikt of ongeschikt is. Uit de tabel kan geconcludeerd worden dat in de Nederlandse supermarkten in totaal 78.174 ton droge stof aan reststromen vrijkomen.

Tabel 5 Overzicht van reststromen uit Nederlandse supermarkten inclusief verklaring met betrekking tot de geschiktheid voor verwerking tot veevoeders (BRON: Projectteam HAS)

Categorie	Producten	Hoeveelheid in %	Hoeveelheid in ton	Droge stof percentage (%)	Beschikbare droge stof in ton	Geschikt?
<b>AGF</b>	Aardappel, groente en fruit	34.5%	90.100	15%	13.515	Deels*
<b>Brood</b>	Brood, afbakbrood en banket	31.5%	82.300	65%	53.495	Ja
<b>Zuivel</b>	Zuivel, eieren, kant-en-klaar gekoelde producten	13.3%	34.800	18%	6.264	Deels**
<b>Vers</b>	Vers vlees en verse vis	7.5%	19.600	25%	4.900	Ja
<b>Overige</b>	Overige verse producten en houdbare producten	13.2%	34.500		0	Deels***
<b>Totaal</b>		<b>100%</b>	<b>261.300</b>		<b>78.174</b>	

\*De productcategorie 'AGF' is deels geschikt. Aardappelen zijn geschikt om te verwerken tot veevoeder, mits verhit of geconserveerd. Groenten zijn deels geschikt, echter bevatten deze producten veel water en er zijn kosten verbonden aan het indikken of conserveren van het product. Ditzelfde geldt voor fruit.

\*\*De productcategorie 'zuivel' is deels geschikt. Zuivel en eieren zijn geschikt om te verwerken in veevoeder. Voor de kant-en-klaar gekoelde producten is niet bekend welke producten onder deze categorie vallen. Mits de producten geen vlees en/of te veel water bevatten kunnen deze geschikt zijn om te verwerken in veevoeder.

\*\*\*De productcategorie 'overige' is deels geschikt. Voor deze categorie is niet bekend welke producten onder deze categorie vallen. Mits de producten geen vlees en/of te veel water bevatten kunnen deze geschikt zijn om te verwerken in veevoeder.

Daarnaast is ook de houdbaarheidsdatum van producten van de supermarkt nog een discussiepunt. Producten met 'uiterlijk houdbaar tot' zijn uitgesloten voor het verwerken in veevoeder, deze producten zijn niet meer te gebruiken. Producten met 'ten minste houdbaar tot' zouden nog verwerkt kunnen worden in veevoeder volgens Arno Heuvelmans (A. Heuvelmans, mondelinge mededeling 2021) (Europese Unie, 2018).

### 3.4.3. Uitdagingen omtrent het verwerken van supermarkt reststromen in veevoeders

Er zijn een aantal uitdagingen/belemmeringen omtrent het verwerken van voedselreststromen uit de supermarkt in veevoeder. Ten eerste mag de categorie 'vers vlees en verse vis' (nog) niet verwerkt worden in veevoeder vanwege de huidige wet- en regelgeving. Ten tweede worden de producten niet gesorteerd op productcategorie. Het kost tijd en geld om de werknemers te leren om de producten te sorteren. Daarnaast is het een uitdaging om de supermarkt mee te krijgen in het verhaal; 'wat krijgt de supermarkt ervoor terug?' (Schellekens, 2021). Daarnaast is het aanbod aan reststromen verspreid over het hele land en is de omvang en frequentie van het ontstaan van deze reststromen niet vooraf bekend. Ook de inhoud kan per dag variëren waardoor een constante verwerking van deze producten niet mogelijk is (Auke Schripsema, 2015).

Door monitoring en registratie toe te passen kan inzicht gegeven worden in deze reststroom. Er is een onderscheid te maken tussen incidentele en structurele reststromen. De structurele reststroom is het deel van de voedselreststroom dat relatief constant is. Dit deel is dan het uitgangspunt voor het aanbod van verwerking in veevoeder.

Daarnaast kan gekeken worden naar productgroepen in plaats van individuele producten. Zo worden soortgelijke producten samengevoegd en ontstaat er een aanbod van de reststroom die minder fluctueert dan de specifieke reststroom van individuele producten. Bovendien zouden voedselreststromen van verschillende supermarkten samengevoegd kunnen worden om een groter volume te realiseren (Auke Schripsema, 2015).

## 3.5. Reststromen verwerkt in biomassacentrales/vergistingsinstallaties

Er zijn meerdere definities voor biomassa. Volgens de Europese Richtlijn voor Hernieuwbare Energie is de definitie voor biomassa als volgt: *"De biologisch afbreekbare fractie van producten, afvalstoffen en restanten van de landbouw (met inbegrip van plantaardige en dierlijke stoffen), de bosbouw, de visserij- en aquacultuursector en aanverwante bedrijfstakken en ook de biologisch afbreekbare fractie van industrieel en huishoudelijk afval."*

Wanneer biomassa gebruikt wordt in een stookinstallatie, wordt volgens het activiteitenbesluit en het Bor (besluit omgevingsrecht) de volgende definitie gehanteerd: *"Producten die bestaan uit plantaardig landbouw- of bosbouwmateriaal dat gebruikt kan worden als brandstof om de energetische inhoud ervan te benutten."*

*Dit geldt voor de volgende afvalstoffen:*

1. *Plantaardig afval uit land- of bosbouw*
2. *Plantaardig afval van de levensmiddelenindustrie, indien de opgewekte warmte wordt teruggewonnen*
3. *Vezelachtig plantaardig afval afkomstig van de productie van ruwe pulp en van de productie van papier uit pulp, indien het op de plaats van productie wordt mee verbrand en de opgewekte warmte wordt teruggewonnen*
4. *Kurkafval en houtafval, met uitzondering van houtafval dat ten gevolge van een behandeling met houtbeschermingsmiddelen of door het aanbrengen van een beschermingslaag gehalogeneerde organische verbindingen dan wel zware metalen kan bevatten"* (Biomassa in het Activiteitenbesluit, 2020).

### 3.5.1. Geschiktheid reststromen

In bijlage D van dit rapport is een tabel weergegeven met de reststromen die in biomassacentrales/vergistingsinstallaties verwerkt kunnen worden. Een aantal van deze reststromen zouden ook in (varkens) veevoeder verwerkt kunnen worden. Het is hierbij belangrijk te kijken naar de nutritionele waarden van deze producten. Naast de nutritionele waarden zijn ook andere factoren van belang om te bepalen of het product geschikt is om in veevoeder te verwerken. Een aantal van deze factoren zijn:

- Houdbaarheid van het product (geen rotting)
- Wet- en regelgeving (het is (nog) niet toegestaan dierlijke eiwitten te voeren)
- Logistiek
- Hoe past het product in het rantsoen
- Kostenplaatje

De producten in de categorie VGI (voedings- en genotmiddelenindustrie) zijn vaak producten met een hoge energiewaarde. Deze producten bevatten over het algemeen veel koolhydraten. Diermeel en visafval behoren ook tot deze categorie, helaas is het nu (nog) niet toegestaan om deze producten te verwerken in veevoeder. De overheid is bezig met het aanpassen van deze wet, zodat bepaalde dierlijke eiwitten wel gevoerd mogen worden. Diermeel en visafval (wat verwerkt kan worden tot vismeel) bieden potentieel als grondstof in veevoerders (Schulze, Holstein, & Vlap, 2017).

Aquatische biomassa is nog een vrij onbekende grondstof in veevoerders. Toch kunnen producten zoals: waterplanen, zeewier, micro- en macroalgen een toevoeging zijn voor het rantsoen. Micro-algen zoals Chlorella en

Scenedesmus kunnen bijvoorbeeld een deel van het sojaschroot vervangen in het rantsoen van een varken (Spruijt, v.d. Weide, & van Krimpen, 2014).

GFT-ONF (Groente-, Fruit- en Tuinafval & Organische Natte Fractie) bevatten veel producten die in (varkens) veevoerders verwerkt zouden kunnen worden. Helaas is het scheiden van deze producten niet gemakkelijk en is het daarom (nog) niet mogelijk (in verband met dierlijke producten in de reststroom) deze reststroom te verwerken in veevoeder. In de categorie afvalhout wordt papierresiduen genoemd, deze papier residuen bevatten cellulose en hemicellulose en zouden in de toekomst gebruikt kunnen worden in veevoerders. Op dit moment is bewerkt hout (zoals papierresiduen) nog niet toegestaan om te verwerken in veevoerders (Schulze, Holstein, & Vlap, 2017).

Het afval uit de voedingsmiddelenindustrie, huishoudelijk afval en het afval uit de horeca gaat vaak naar de vergisting of biomassacentrales zodat hier bio-energie uit gewonnen kan worden. In dit onderzoek wordt onder andere gekeken naar het volume van de (geschikte veevoerders) reststromen die naar de vergisting of biomassacentrales gaan. Het blijft lastig om deze data te vinden. Tijdens dit onderzoek is contact opgenomen met verschillende organisaties en biomassacentrales met de vraag of deze meer inzicht kunnen geven in het volume van de reststromen. Helaas is het niet gelukt om van deze reststromen recente data te verzamelen.

### 3.6. Reststromen uit huis-, tuin- en keukenafval

In Nederland wordt jaarlijks ruim 2 miljard kilo voedsel verspild (Wageningen Food & Biobased Research, 2020). Alle voedsel verspillingen binnen het huishouden zijn volledig vermijdbaar. De consument is in Nederland de grootste voedselverspiller en verspilt zo'n 34,3 kilo per persoon per jaar aan voedsel (inclusief dikke vloeistoffen en zuivel) (Voedingscentrum, 2020). Het grootste deel van de voedselverspilling verloopt via het huishoudelijk afval (67,7%). Hiervan wordt 30,2% via vuilniszak/bak weggegooid en 37,5% via gft (Rijkswaterstaat, 2019). Bovendien wordt in Nederland ruim 45 liter aan dranken per persoon per jaar door de gootsteen of het toilet gespoeld (Milieu Centraal, 2020).

Tabel 6 toont aan dat jaarlijks in totaal 224.598 ton droge stof aan voedsel verspild wordt door de huishoudens in Nederland. De tabel laat zien dat brood, zuivel, groente en fruit het meest verspild worden door de consument (Voedingscentrum, 2019) (WUR, 2018). Bovendien is in de tabel aangegeven of de betreffende productgroep geschikt is voor verwerking in veevoeder. Uit onderstaande tabel blijkt dat de productgroepen brood, zuivel, groenten (deels), fruit (deels), aardappelen, sauzen en vetten, vlees, pasta, gebak en koek, deegwaren, rijst, snoep en snacks, vleeswaren, kaas, eieren en vis nutritioneel gezien geschikt zijn voor verwerking in veevoerders. Er moet echter rekening gehouden worden met het feit dat veel producten uit het huis-, tuin- en keukenafval al beschimmeld/rottend zijn als deze worden weggegooid. Momenteel is het (nog) niet toegestaan om voedselresten uit huishoudelijk afval te verwerken in veevoeder.

Tabel 6 Totaal aantal kilogram voedselresten uit huishoudelijk afval in Nederland uitgesplitst naar productgroepen (Voedingscentrum, 2019) (WUR, 2018)

Reststromen uit huishoudelijk afval					
Producten	Hoeveelheid pppj (kg)	Hoeveelheid NL (ton)	Percentage DS	Hoeveelheid droge stof (ton)	Geschikt
Brood	7,28	110.997	65%	72.148	Ja
Zuivel (gemiddeld)	5,14	89.564	18%	16.122	Ja
Groente	3,69	64.298	8%	5.144	Deels*
Fruit	2,97	51.752	17%	8.798	Deels**
Aardappelen	2,87	50.009	24%	12.002	Ja
Sauzen en vetten	2,74	47.744	73%	34.853	Ja
Vlees (gemiddeld)	1,20	28.228	25%	7.057	Ja
Pasta onbereid (gemiddeld)	1,04	18.122	88%	15.947	Ja
Gebak en koek	0,98	17.076	70%	11.953	Ja
Deegwaren	0,10	16.031	40%	6.412	Ja
Rijst	0,83	14.463	85%	12.294	Ja
Snoep en snacks	0,81	14.114	85%	11.997	Ja
Vleeswaren	0,60	11.849	20%	2.370	Ja
Kaas (gemiddeld)	0,62	10.803	45%	4.861	Ja
Eieren	0,35	6.099	25%	1.525	Ja
Vis (gemiddeld)	0,25	4.356	25%	1.089	Ja
Boterhambeleg	0,13	2.265		0	Deels***
Maaltijdresten	2,20	1.917		0	Onbekend
Soepen	0,03	523	5%	26	Deels****
Overig	0,47	36.592		0	Onbekend
<b>Totaal</b>	<b>34,30</b>	<b>596.802</b>		<b>224.598</b>	

\*Groenten bevatten vaak veel water/weinig voedingswaarden. Wortels zouden echter wel geschikt zijn vanwege de koolhydraten en vitamine C (mits ingedikt).

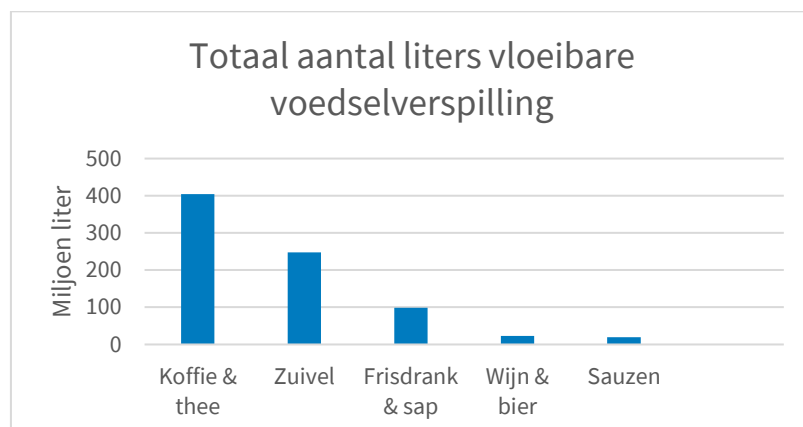
\*\*Fruit bevat vaak te veel water/te weinig voedingswaarden. Sinaasappels zouden echter wel geschikt zijn vanwege de vitamine C (mits ingedikt).

\*\*\*Vleeswaren zijn niet toegestaan vanwege wet- en regelgeving.

\*\*\*\*Enkel de ingrediënten exclusief water bevatten veel koolhydraten. Cup á soup zou bijvoorbeeld veel geschikt zijn, echter is dit een zeer klein volume.

Figuur 3 geeft een overzicht van de totale hoeveelheid dranken dat in Nederland jaarlijks verspild wordt. In de tabel is te zien dat koffie en thee het meest verspild worden. Daarnaast wordt ook zuivel, frisdranken en sappen in grote

hoeveelheden verspild door de Nederlandse consument. In 2019 werd in totaal ruim 792 miljoen liter aan dranken verspild door de Nederlandse consumenten (Voedingscentrum, 2020).



Figuur 3 Totaal aantal liters vloeibare voedselverspilling in Nederland (Voedingscentrum, 2020)

Verder is uit diverse onderzoeken gebleken dat de afgelopen jaren een dalende trend te zien is in de voedselverspilling in Nederlandse huishoudens (Voedingscentrum, 2020). Men verwacht dat deze trend zich de komende jaren zal voortzetten. Nederland heeft namelijk als doel om de totale voedselverspilling in 2030 te halveren (Rijksoverheid, 2019).

Uit tabel 7 blijkt dat de productgroepen zuivel en sauzen nutritioneel gezien geschikt zijn voor verwerking in veevoeders. Van de productgroep 'wijn & bier' zijn slechts enkele restanten van het productieproces geschikt, zoals het biergist van de bierbrouwerijen.

Tabel 7 Overzicht van vloeibare voedselresten uit huishoudelijk afval inclusief verklaring met betrekking tot de geschiktheid voor verwerking in veevoeders (BRON: Projectteam HAS)

Productgroepen	Geschikt?	Waarom?
Koffie & thee	Nee	bevat teveel water/te weinig voedingswaarden
Zuivel	Ja	bevat eiwitten, vetten, vitaminen en mineralen
Frisdrank & sap	Deels	bevat veel suikers/veel water
Wijn	Nee	bevat teveel water/te weinig voedingswaarden
Bier	Deels	restanten van bierbrouwerijen zijn wel geschikt (zoals biergist)
Sauzen	Ja	bevat veel vetten en koolhydraten

Naast het verwerken van de vloeibare en vaste productgroepen zoals vernoemd in bovenstaande tabellen is er ook een andere manier in ontwikkeling voor de verwerking van reststromen in veevoeder. Deze potentiële manier van verwerken richt zich op de kweek van insecten. Swill (gekookte voedselresten afkomstig uit keukens) is één van de reststromen die momenteel nog niet verwerkt mag worden in veevoeders. Door deze reststroom te voeren aan insecten zou echter een mogelijke verwerking tot veevoeder kunnen ontstaan. Momenteel levert deze manier van verwerken nog diverse wettelijke vraagstukken op waardoor het nog niet is toegestaan. Zodra de wet- en regelgeving mogelijkheden biedt, is de kweek van insecten een potentieel geschikte manier om reststromen te verwerken in veevoeders (Marcel Vijn, 2019). De ontwikkelingskansen voor deze manier van verwerken zijn echter

positief. Onlangs maakte de Europese Unie bekend het dier- en insectenmeel mogelijk (en onder strikte voorwaarden) op korte termijn toe te staan in veevoeders (Nieuwe Oogst, 2021).

### 3.6.1. Huidige eindbestemming van voedselresten uit huishoudelijk afval

Momenteel wordt ongeveer twee derde van het gft-afval in Nederland direct verwerkt tot compost. Compost wordt vervolgens als meststof gebruikt in de land- en tuinbouw, maar ook in particuliere tuinen om de bodem te verbeteren. Het overige gft-afval wordt naar de vergisting gebracht. Bij het vergisten ontstaat biogas (methaan), een gas dat wordt omgezet in groene stroom (Milieu Centraal, 2018). De vloeibare voedselresten worden door de consumenten thuis al door de gootsteen of het toilet gespoeld. Op dit moment mogen (zowel vloeibare als vaste) voedselresten uit huishoudelijk afval nog niet verwerkt worden in veevoeders.

### 3.6.2. Uitdagingen rondom de verwerking van huishoudelijke voedselresten in veevoeders

Uit voorgaande paragrafen kan gesteld worden dat er nog diverse (vloeibare en vaste) voedselresten uit huishoudelijk afval voldoende potentie hebben om verwerkt te worden in veevoeders. Voor Nijsen company kunnen deze huishoudelijke reststromen dus extra grondstoffen opleveren. Echter wordt de haalbaarheid van de verwerking van deze reststromen sterk in twijfel getrokken vanwege een aantal grote uitdagingen;

- De logistiek rondom de verzameling van deze reststromen. Naar verwachting is het logistiek gezien zeer moeilijk om deze reststromen efficiënt te verzamelen. Bovendien speelt de houdbaarheid van de reststromen een grote rol;
- De beschikbaarheid van deze reststromen. Men verwacht de komende jaren namelijk een sterke afname van de voedselverspilling in Nederlandse huishoudens;
- De continuïteit in de samenstelling van deze reststromen. Iedere week bestaat het gft-afval van een huishouden uit andere productgroepen;
- Het scheiden van de diverse productgroepen in de reststromen. Gft-afval bestaat uit diverse productgroepen. Voor de verwerking in veevoeders zullen deze productgroepen van elkaar gescheiden moeten worden zodat alleen de gewenste producten verwerkt kunnen worden;
- De diverse soorten verpakkingen scheiden van het product. Voor Nijsen company hoeft dit echter geen grote uitdaging te zijn vanwege de machines die zij tot hun beschikking hebben;

## 3.7. Reststromen uit de out-of-home markt

Onder de out-of-home markt vallen de volgende categorieën: horeca, catering en gemak (pompstations en overige fastservice). De Food Waste Challenge is een initiatief van Rabobank om samen met alle horeca ondernemers van Nederland 61 miljoen kilo minder voedsel te verspillen. Tijdens deze challenge bleek een gemiddelde reductie van 21% bij de deelnemers haalbaar, met uitschieters tot boven de 60%. In de horeca is veel winst te behalen als het om voedselverspilling gaat. Internationaal onderzoek laat zien dat 50% van de buffetten verspild wordt. Ziekenhuizen en zorginstellingen verspillen ongeveer 40% van het voedsel dat ingekocht is. Bij bedrijfscatering wordt ongeveer 104 ton per week verspild, blijkt uit een onderzoek in 2012 door WUR en Veneca (Samen Tegen Voedselverspilling, 2021).

### 3.7.1. Reststromen uit de horeca

Binnen de Europese horeca wordt zo'n 14% van de aangekochte producten weggegooid. Dit gebeurt doorgaans in de bedrijfsafval container of, indien het bedrijf hierover beschikt, een gft-container. Kenmerkend voor deze reststromen is de grote variatie aan producten en het feit dat restaurants met meerdere gerechten op het menu, meer reststromen produceren (Georganas, et al., 2020).

Horeca afval komt vrij uit de verwerking van voedsel tot een gerecht. Hierbij variëren de producten die als rest worden beschouwd enorm. Dit zijn onregelmatige en onvoorspelbare stromen. Grofweg bevatten deze reststromen

groenten en fruit en de snijresten hiervan, wortels en knollen en de snijresten hiervan, vlees en visresten, granen, zuivel en oliezaden (De verspillings fabriek, 2021).

Door de BSE-crisis in het Verenigd Koninkrijk in 2001, is sinds 2002 een verbod op het voeren van horeca afval (reststromen) aan dieren, met uitzondering van de pelsdierhouderij. Deze maatregel werd met name opgesteld om te voorkomen dat de kans ontstond dat productiedieren vlees binnenkrijgen (Bourn, 2002). Reststromen die vrijkomen uit de horeca zijn, ondanks dat deze niet toegestaan zijn, wel uitermate geschikt voor verwerking in veevoeder. Het betreft hoogwaardige voedselproducten die doorgaans goed verteerbaar en opneembaar zijn door bijvoorbeeld varkens (van der Heijden, et al., 2021). Reststromen uit de horeca zijn over het algemeen enorm eiwitrijk, variërend van 15% tot 23%, gebaseerd op een berekening vanuit droge stof. Dit is aangetoond door vier verschillende studies in restaurantketens binnen Europa (Georganas, et al., 2020).

Orbisk (2020) heeft onderzoek gedaan naar de inhoud van de reststromen uit de horeca. Hierbij is gebruik gemaakt van een volledig automatische food waste-monitor. Dit is een sensor die de producten scant op het moment dat deze in de afvalbak worden gedaan. In tabel 7 van bijlage E, staan deze gegevens, verzameld door de Orbisk monitoren, weergegeven in resten in kilo per jaar. De gegevens zijn afkomstig van een gemiddelde uit 40 Nederlandse restaurants. De gegevens zijn verzameld in 2019, in de situatie zoals deze voor de covid lockdown was. In 2019 waren er in Nederland 14.310 restaurants en een totaal van 54.240 eetgelegenheden (CBS, 2019). Uit de tabel in bijlage E van dit rapport kan geconcludeerd worden dat jaarlijks in totaal circa 20.910 ton droge stof aan reststromen uit de horeca vrijkomen.

Naast dat deze gehalten in eiwit hoger zijn dan bij de meeste voedergranen als tarwe en mais, hebben de reststromen uit de horeca veelal een hogere verterings-coëfficiënt. Dit komt met name door de bewerkingen die aan het product hebben plaats gevonden voordat deze aan de consument worden aangeboden. Denk hierbij aan het vermalen, koken of bakken van producten. Hierdoor worden de voedingsstoffen beter opgenomen door het varken (CVBdiervoeding, 2021).

### 3.7.2. Reststromen uit de catering

Ook de catering branche heeft te maken met voedselverspilling. De typen reststromen die vrijkomen bij cateringbedrijven zijn te vergelijken met het type reststromen dat vrijkomt bij de Out-Of-Home markt. Volgens een betrouwbare anonieme bron (groot cateringbedrijf) is de voornaamste reden voor voedselverspilling het volgende:

- Lastig inschatten van het te verwachten aantal mensen. Vaak blijven producten hierdoor over (bijvoorbeeld uit het buffet) en deze mogen niet opnieuw aangeboden worden
- Restanten van gasten (te grote porties, etc.)
- Snijafval bij de bereiding
- Producten uit voorraad die over de datum zijn
- In een heel enkel geval: iets dat niet goed bereid is (aangebrand etc.)

In 2012 is door Wageningen University & Research Centre een onderzoek uitgevoerd “Reductie Voedselverspilling in de Nederlandse Catering” (Soethoudt, 2012), in samenwerking met onder andere VENECA (Vereniging Nederlandse Catering Organisaties). Het onderzoek focust zich op de volgende punten:

- Mate van voedselverspilling op productniveau
- Oorzaken van verspilling
- Het testen van een verbetermaatregel om de voedselverspilling terug te dringen

In dit onderzoek is de catering opgedeeld in subgroepen. AFG (Aardappel, Groente en Fruit), brood, soep, vis, vlees, zuivel. In tabel 8 van bijlage F, is een overzicht te zien van de voedselverspilling in deze subgroepen. In 2012 was dit onderzoek representatief voor de Nederlandse Catering omdat ongeveer 50% van de cateringmarkt was uitbesteed



bij VENECA (Soethoudt, 2012). Uit de tabel blijkt dat er jaarlijks circa 880 ton droge stof aan reststromen vrijkomen uit de Nederlandse catering.

### 3.8. Samenvatting

In onderstaande tabel staat een samenvatting van de in dit hoofdstuk besproken reststromen.

Tabel 8 Samenvatting van alle onderzochte reststromen in droge stof

Categorie	Droge stof (ton)	%
Primaire sector	1.307.958	15,6%
Voedingsmiddelenindustrie	6.371.809	75,8%
Supermarkt	78.174	0,9%
Huis-, tuin- en keukenafval	224.598	2,7%
Out-of-home markt	21.791	0,3%
Slachtafval	402.050	4,8%
<b>Totaal</b>	<b>8.406.380</b>	<b>100%</b>

In de primaire sector ontstaan reststromen voor, tijdens of na de oogst. In totaal is 1.307.985 ton droge stof aan reststroom beschikbaar uit de primaire sector. Het gaat in de primaire sector vooral om snijresten van de oogst, bijvoorbeeld bij het rooien van bieten blijft een groot deel van bietenblad op het land achter. Dit bietenblad wordt tegenwoordig achter gelaten op het land om het land te bemesten. Door graanstro te verwerken van reststromen uit de primaire sector, zal er een alternatief product moeten komen voor de bollenteelt en als strooisel voor dieren. Er is weinig potentie om gewasresten te verwerken in veevoerders, grotendeels doordat het voor extra werk zorgt en een negatieve invloed heeft op de bodemstructuur van het land. Oogstresten/gewasresten van de kolenteelt bevatten daarentegen wel mineralen, vitaminen en eiwitten.

In de voedingsmiddelenindustrie ontstaan diverse reststromen. Het overgrote deel hiervan betreft vochtrijke bijproducten, die op dit moment veelal worden ingezet in veevoeder. Deze stromen worden door veehouders van diverse houderijsystemen ingezet in het rantsoen zonder voorafgaande bewerkingen. In 2019 was dit volgens OPNV 4.950.000 ton product.

Dierlijke reststromen, zoals slachtafval, mogen tot op heden (nog) niet verwerkt worden in veevoeding. Mocht het voeren van dierlijk eiwit toegestaan worden, dan kan alleen categorie 3-materiaal van pluimvee slachtafval verwerkt worden in varkensvoerders, aangezien kannibalisme nooit toegestaan gaat worden. Mocht slachtafval in de toekomst toegestaan worden, zal dit leiden tot concurrentie met de petfood industrie.

Jaarlijks wordt ruim 12 kilo zuivel per persoon weggegooid. Naast deze zuivel verspilling door de consument ontstaan tijdens de productie en verwerking van zuivel ook andere reststromen/(bij)producten, zoals wei. Met name perswei, voor(wei)concentraat, voerwei, kwarkwei en yoghurtvla zijn zeer geschikt voor varkensvoerders. Wat betreft de totale reststromen uit de zuivelindustrie kan gesteld worden dat ruim 610.000 ton bijproduct verwerkt kan worden in veevoeder. Er kan geredeneerd worden dat hiervan ongeveer 300.000 ton uit voerweiconcentraat bestaat.

Aardappelen, groenten, fruit, brood, afbakbrood en banket wordt het meeste verspild in de supermarkten. 90% van alle broodproducten wordt al opgehaald om te verwerken in veevoeder. Potentieel geschikte reststromen uit de

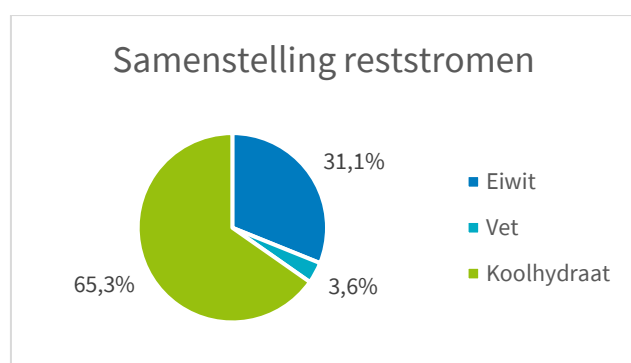
supermarkt zijn; aardappelen, broodproducten, zuivel, eieren, vlees en vis. De grootste uitdaging ligt bij het sorteren van de producten door de supermarkt zelf of door de partij die de producten komt ophalen. Hierdoor is het ook lastig om per product te kijken naar de hoeveelheid die verspild wordt en zijn hier geen specifiekere cijfers van te vinden in de informatie die beschikbaar is.

Veel reststromen uit de voedingsmiddelenindustrie gaan naar vergisting of biomassa centrales. Welke reststromen gaan precies naar de vergisting of biomassa centrales en in welk volume? Op deze vraag is het in dit onderzoek niet gelukt om een antwoord te vinden, maar in een vervolgonderzoek zou hiernaar gekeken kunnen worden zodat eventuele potentiële reststromen die nu gebruikt worden in vergisting of biomassa centrales hoger verwaard worden naar veevoeding.

Potentieel geschikte reststromen die vrijkomen uit huishoudelijk afval zijn; brood, zuivel, aardappelen, sauzen en vetten, vlees, pasta, gebak en koek, deegwaren, rijst, snoep en snacks, vleeswaren, kaas, eieren, vis, zuivel en restanten van wijn en bierbrouwerijen. Echter is het momenteel (nog) niet toegestaan om deze voedselresten te verwerken in veevoerders.

Uit de out-of-home markt komen grote aantallen geschikte voedselreststromen vrij. De uitdaging ligt echter bij het gescheiden en zuiver opvangen van deze stromen. Veelal worden deze gezamenlijk verzameld, waardoor er contaminaties optreden met bijvoorbeeld vlees. Daarnaast is het een uitdaging om deze producten te voorzien van een GMP+ certificaat, aangezien deze producten in de restaurants een bewerking hebben ondergaan. In de out-of-home markt worden op dit moment nauwelijks tot geen producten verwerkt in veevoeder. Een gedeelte van deze producten wordt nog afgezet aan bijvoorbeeld de voedselbank of initiatieven als Too Good To Go. Op dit moment wordt voedsel uit de horeca beschouwd als afval, wat dan ook in de container beland en opgehaald wordt door de afval ophaaldiensten. Potentieel geschikte reststromen die vrijkomen zijn: brood, zuivel, aardappelen, sauzen en vetten, vlees, pasta, gebak en koek, deegwaren, rijst, snoep en snacks, vleeswaren, kaas, eieren, vis, zuivel en dranken.

De totale hoeveelheden aan reststromen en bijproducten welke besproken zijn in dit hoofdstuk komen uit op 8.406.380 ton droge stof. Deze aantallen bevatten grofweg 6.992.033 ton koolhydraten, 3.331.020 ton eiwit en 388.795 ton vet. Deze resultaten zijn weergegeven in figuur 4.



Figuur 4 Samenstelling reststromen

## 4. Reststromen in Noord West Europa

In dit hoofdstuk wordt een schatting gemaakt van de reststromen die beschikbaar zijn in België, Duitsland en Frankrijk. Vervolgens worden deze hoeveelheden vergeleken met die van Nederland.

### 4.1. Reststromen België

De geschatte voedselreststromen uit de Belgische Retail (supermarkten) is 64.8 ton. In Nederland is de geschatte voedselreststroom uit de retail 261.3 ton. De voornaamste oorzaken van voedselverspilling in deze sector in België is: stockbeheer, wisselend aankoopgedrag van de consument, de beperkte houdbaarheidsdatum en beschadiging. (OVAM, 2017). Nederland heeft 197 ton meer aan voedselreststromen (in de Retail) dan België.

Wanneer gekeken wordt naar voedselverspilling uit huishoudelijk afval, is te zien dat in België de voedselverspilling per persoon per jaar (2020) 37 kilo is. In Nederland wordt 34,2 kilo per persoon per jaar verspild. In België ligt het verspillingsgetal hoger met een verschil van 2,8 kilo. Deze getallen liggen dicht bij elkaar en kunnen dus met elkaar vergeleken worden (Rabobank, 2021).

In tabel 9 staan de hoeveelheden in reststromen van België per categorie. De voedselreststromen in de catering en in de horeca gaan voor een deel naar de vergisting, de rest van deze voedselreststromen wordt verbrand. In Nederland is het lastig om aan betrouwbare cijfers te komen vanuit de horeca en de catering. In België is onderzoek gedaan naar de voedselreststromen uit de horeca en catering. Het is gelukt deze data te verzamelen door onder andere samenwerkingen met: Horeca Vlaanderen, Guidea, OVAM en Departement Landbouw en Visserij. De totale voedselreststromen uit de horeca zijn: 67.450 ton en uit de catering: 60.098 ton (OVAM, 2017).

Tabel 9 Reststromen in België (OVAM, 2017)

Sector	Hoeveelheid in ton (2015)	Percentage (%)
Primaire sector	449.352	13%
Voedingsmiddelenindustrie	2.349.445	68%
Retail	64.828	2%
Huishoudens	468.306	14%
Out-of-home markt	127.548	4%
<b>Totaal</b>	<b>3.459.479</b>	<b>100%</b>

### 4.2. Reststromen Duitsland

In Duitsland wordt jaarlijks 55 kilo voedsel per persoon verspild. Dit is inclusief de verliezen in de voedingsmiddelenindustrie, de horeca en in huishoudens. Hierbij is in Duitsland in de afgelopen 5 jaar een toename van verspilling waargenomen. De Duitse overheid heeft daarom een plan opgezet om de verspilling in 2030 te halveren. Dit doen zij bijvoorbeeld door het opleggen van een boete aan supermarktketens (The Local DE, 2019). De verspilling in Duitsland is in 2015 door het WWF in kaart gebracht. De resultaten hiervan zijn terug te zien in tabel 10.

Tabel 10 Hoeveelheid reststromen in Duitsland per sector (Loxton, 2018)

Sector	Hoeveelheid (ton)	Percentage (%)	Wat
Primaire sector	2.593.000	14%	Verliezen tijdens de teelt en oogst. Schoonmaaken droogverliezen, aantasting ziekten en plagen.
Industrie	2.610.000	14%	Verliezen tijdens industriële verwerking
Retail	2.575.000	14%	Alle voedselproducten, met name versproducten.
Out-of-home markt	3.400.000	39%	Alle voedselstromen
Huishoudelijk afval	7.200.000	19%	Alle voedselstromen
<b>Totaal</b>	<b>18.378.000</b>	<b>100%</b>	

De vermijdbare verspilling in Duitsland wordt geschat op 10 miljoen ton per jaar (Noleppa & Carlsburg, 2015). Duitsland heeft ruim 11.000 bakkers, die samen meer dan 3200 verschillende producten aanbieden. Jaarlijks produceren deze bakkers ruim 4,5 miljoen ton bakkerijproducten. Van deze 4,5 miljoen ton wordt 1,7 miljoen ton als restproduct beschouwd. Het grootste gedeelte hiervan ontstaat binnen het huishouden, maar ook bij de bakkerijen en retailers ontstaan grote stromen. Net als in Nederland wordt in Duitsland veel brood geconsumeerd, ruim 90% van de bevolking eet minstens één keer per dag brood of bakkerijproducten. De verspilling bij middelgrote tot grote bakkerijen is het grootst, hier wordt tot wel 19% van het geproduceerde product beschouwd als rest (Loxton, 2018).

Afgekeurde bakkerijproducten beslaan ongeveer 600.000 ton per jaar. Volgens het WWF (2018) zorgt dit ervoor dat ruim 400.000 hectare bruikbare landbouwgrond wordt verspild, als gevolg van de hoge eisen aan bakkerijproducten in Duitsland (Noleppa & Carlsburg, 2015).

### 4.3. Reststromen Frankrijk

De reststromen in Frankrijk zijn per categorie weergegeven in dit hoofdstuk. De hoeveelheid reststromen is vervolgens vergeleken met die in Nederland. Frankrijk heeft te maken met omvangrijke hoeveelheden verspild voedsel. In Frankrijk ging er voor 2015 jaarlijks gemiddeld 140 kilo eten per persoon verloren. Dit komt neer op 20 miljard euro. Van de 7.1 miljard kilo verspild voedsel is 67% weggegooid door consumenten, 15% door restaurant en 11% door winkeliers (Rabobank, 2018).

De verspilling in de Retail is het meest zichtbaar, maar niet het grootst. De meeste verspilling vindt plaats tijdens de productie, zo'n 32%, 21% tijdens de verwerking en maar 14% in de Retail. In tabel 11 staan de (deels geschatte) hoeveelheden van de reststromen per sector weergegeven (AGF, 2016).

Tabel 11 Hoeveelheid reststromen in Frankrijk per categorie sector (2015) (AGF, 2016)

Sector	Hoeveelheid in ton (2015)	Percentage (%)
Primaire sector	5.257.000	32%
Industrie	3.450.000	21%
Retailers	2.300.000	14%
Huishoudelijk afval	6.500.000	Onbekend
Out-of-home markt	1.500.000	Onbekend
<b>Totaal</b>	<b>19.007.000</b>	<b>100%</b>

Frankrijk scoort wereldwijd het beste als het gaat om het voorkomen van voedselverspilling volgens de Food Sustainable Index (Food sustainability, sd). Dit komt mede door de nieuwe wet die ingevoerd is om voedselverspilling tegen te gaan. Frankrijk heeft in februari 2016 een wet ingevoerd die supermarkten verplicht om onverkocht voedsel weg te geven in plaats van weg te gooien. Het gaat om voedsel dat over de uiterste houdbaarheidsdatum heen is, maar wel nog eetbaar is. Naar schatting gooiden de Fransen supermarkten voor invoering van de wet jaarlijks 20 kilo voedsel per persoon weg, waarvan 7 kilo nog in de verpakking zat (Rabobank, 2018).

## 4.4. Samenvatting

In onderstaande tabel zijn de gegevens samenvattend weergegeven per land. In Duitsland is de voedselverspilling per capita het laagst, met 221 kilo per capita, in vergelijking tot de andere landen. De voedselverspilling in Nederland is het hoogst, met 823 kilo per capita.

Tabel 12 Hoeveelheid reststroom per categorie in Nederland, België, Duitsland en Frankrijk

Categorie	Hoeveelheid Nederland (ton)	Hoeveelheid België (ton)	Hoeveelheid Duitsland (ton)	Hoeveelheid Frankrijk (ton)
Primaire sector*	4.349.580	449.352	2.593.000	5.257.000
Voedingsmiddelenindustrie*	11.925.000	2.349.445	2.610.000	3.450.000
Supermarkt	261.300	64.828	2.575.000	2.300.000
Huishoudelijk afval	596.802	468.306	7.200.000	6.500.000
Out-of-home markt	87.170	127.548	3.400.000	1.500.000
<b>Totaal</b>	<b>17.214.852</b>	<b>3.459.479</b>	<b>18.378.000</b>	<b>19.007.000</b>
<b>Aantal inwoners</b>	<b>17.280.000</b>	<b>11.460.000</b>	<b>83.020.000</b>	<b>67.060.000</b>
<b>Verspilling per capita (kg)**</b>	<b>996,2</b>	<b>301,9</b>	<b>221,4</b>	<b>283,4</b>

\*Bij deze categorieën zijn de hoeveelheden hoger in Nederland in vergelijking tot de andere landen. Een verklaring hiervoor is dat de reststromen in Nederland in meer detail onderzocht zijn dan voor de andere landen. Ook vallen reststromen zoals stro en hooi ook onder deze categorie, stro en hooi hebben vaak al een markt in Nederland en worden niet direct gezien als reststroom.

\*\*Dit getal kan afwijken van het getal genoemd in de tekst. Een verklaring hiervoor is dat in deze tabel gerekend is met de totale reststroom en niet met een gedeelte hiervan.

## 5. Wet- en regelgeving

In het voorgaande hoofdstuk is gekeken naar de beschikbaarheid van de reststromen en bijproducten. Voor Nijsen company is het echter ook van belang om te weten of deze beschikbare reststromen ook toegestaan zijn in veevoeders. In dit hoofdstuk wordt daarom gekeken naar de algemene wetgeving rondom veevoeders en de wetgeving met betrekking tot het gebruik van reststromen in veevoeders.

### 5.1. Algemene wetgeving rondom veevoeders

Allereerst kan gesteld worden dat een levensmiddelen- of diervoederbedrijf verantwoordelijk is voor de voedsel- en/of voederveiligheid gedurende het gehele bedrijfsproces, van inkoop tot en met verkoop en alle stappen daar tussenin (Het Comité, 2015). De wetgeving rondom diervoeders en levensmiddelen is vaak samengevoegd in één richtlijn/verordening en is terug te vinden in het onderdeel 'levensmiddelen'. Deze wetgeving is grotendeels vastgesteld op Europees niveau (EUROWET, 2017).

Verder geldt dat veevoeders enkel in de handel mogen worden gebracht en gebruikt indien zij veilig zijn (GMP+ gecertificeerd), geëtiketteerd zijn, verpakt zijn en geen rechtstreeks nadelig effect hebben op het milieu of het dierenwelzijn (Verordening 767, artikel 4) (Europees parlement, 2009).

Het Europees Parlement heeft een lijst opgesteld van middelen waarvan het in de handel brengen of het gebruik als veevoeding aan beperkingen onderhevig/verboden is (Verordening 767, bijlage 3). Hieronder volgen de voor dit onderzoek meest relevante middelen;

- Met gewasbeschermingsmiddelen behandelde zaden en ander plantaardig teeltmateriaal en de daarvan afgeleide bijproducten;
- Alle afval dat is verkregen in de diverse stadia van de behandeling van stedelijk, huishoudelijk en industrieel afvalwater;
- Vast stadsafval, zoals huishoudelijk afval;
- Verpakkingen en delen van verpakking afkomstig van het gebruik van producten van de voedingsmiddelenindustrie;

(Europees parlement, 2009)

Ook de etiketteringsgegevens van veevoeder dienen aan diverse eisen te voldoen. Het is verplicht om onder andere de volgende zaken te vermelden op de verpakking van het veevoeder; het soort veevoeder, de handelsnaam van de verantwoordelijke exploitant, de netto-hoeveelheid, het vochtgehalte, de diersoorten waarvoor het voer bestemd is, de minimumhoudbaarheid en de samenstelling (Verordening 767, artikel 16) (Europees parlement, 2009).

In Verordening Nr. 999/2001 worden regels vastgesteld voor de preventie, bestrijding en uitroeiing van overdraagbare spongiforme encefalopathieën (TSE's), zoals BSE bij dieren. Dit is van toepassing op de productie en het in de handel brengen van levende dieren en producten van dierlijke oorsprong. Deze wetgeving staat ook wel bekend als de 'Feedban'. Dit betekent dat het gebruik van 'van dieren afkomstige eiwitten' in voeding van (niet-) herkauwers verboden is. Ook zijn diervoederbedrijven verplicht om op het etiket van mengvoeders die verwerkte dierlijke eiwitten bevatten, te vermelden dat het product verwerkte dierlijke eiwitten van niet-herkauwers bevat waardoor het niet geschikt is voor vervoeding aan andere landbouwhuisdieren dan aquacultuurdieren en pelsdieren (Europees Parlement, 2001). Deze verbodsbepalingen zijn echter niet van toepassing op onder andere; producten op basis van melk, ei-producten, gelatine afkomstig van niet-herkauwers, vismeel bevattende mengvoeders, bloedproducten bevattende mengvoeders (Verordening Nr. 999/2001 bijlage 4) (Europees Parlement, 2001).

Levensmiddelen- en diervoederbedrijven dienen bovendien over een op HACCP gebaseerd voedsel- of voederveiligheidssysteem te beschikken. Middels het HACCP-systeem wordt de productie van levensmiddelen en

diervoeders gedurende alle processtappen geborgd. Het merendeel van de Nederlandse bedrijven is ten behoeve van de waarborging van de voedsel- en voedselveiligheid gecertificeerd volgens één of meerdere kwaliteitssystemen. Enkele bekende kwaliteitssystemen zijn; GMP+ International, GTP Code, GMP Ovocom, QS, EFISC, GlobalGAP, FSC22.000 en RiskPlaza (Het Comité, 2015).

#### 5.1.1. Wetgeving met betrekking tot reststromen uit de voedingsmiddelenindustrie

Alle reststromen uit de voedingsmiddelenindustrie welke benoemd zijn in tabel in bijlage C, vochtrijke bijproducten, zijn momenteel toegestaan voor verwerking in veevoeders indien deze GMP+ gecertificeerd zijn.

#### 5.1.2. Wetgeving met betrekking tot slachtafval

De verwerking van slachtafval in veevoeder is tot op heden verboden in Europa (Verordening EG nr. 1069/2009). Indien deze reststromen in de toekomst wel toegestaan zouden worden in veevoeder, is dit voor Nijsen company een interessante reststroom. Slachtafval is opgedeeld in drie categorieën. Het slachtafval van categorie drie zou verwerkt kunnen worden tot diermeel (alleen het categorie drie slachtafval afkomstig van kippen). Diermeel bevat veel eiwitten en is mede daardoor geschikt als veevoeder voor varkens.

#### 5.1.3. Wetgeving met betrekking tot reststromen uit de zuivelindustrie

Volgens Verordening Nr. 999/2001 bijlage 4 is het toegestaan om melk, producten op basis van melk, melkderivaten en biest(producten) te vervoederen. Dit betekent dat de reststromen uit de zuivelindustrie momenteel verwerkt mogen worden in veevoeders.

#### 5.1.4. Wetgeving met betrekking tot reststromen uit huis-, tuin- en keukenafval

Alle voedselreststromen uit huishoudelijk afval welke benoemd zijn in tabel 6 (zie hoofdstuk 3) zijn momenteel verboden voor het in de handel brengen en/of het gebruik als veevoeder (Verordening 767, bijlage 3). Indien deze reststromen in de toekomst wel toegestaan zijn in veevoeder, wordt het voor Nijsen waarschijnlijk geen interessante reststroom. Dit komt door de logistieke uitdagingen rondom het verzamelen van deze reststromen en het feit dat het jaarlijkse volume aan huis- tuin- en keukenafval de komende jaren naar verwachting zal afnemen.

#### 5.1.5. Wetgeving met betrekking tot reststromen uit de supermarkt

De voedselreststromen uit de supermarkt welke benoemd zijn in tabel 5 zijn deels toegestaan. Aardappelen, groentes, brood, pasta etc. zijn toegestaan als veevoeder indien deze GMP+ gecertificeerd zijn. Reststromen zoals vlees en vis zijn niet toegestaan als veevoeding (verordening nr. 999/2001). Wanneer de toegestane reststromen in aanraking komen met de niet toegestane reststromen tijdens bijvoorbeeld transport of-, het sorteren, zijn beide stromen niet meer toegestaan als veevoeder. Dit maakt het lastig om de toegestane reststromen uit supermarkten te verwerken in veevoeder.

#### 5.1.6. Wetgeving met betrekking tot reststromen uit de out-of-home markt

Reststromen uit de out-of-home markt zijn onregelmatige en onvoorspelbare stromen. Grofweg bevatten deze groenten en fruit en de snijresten hiervan, wortels en knollen en de snijresten hiervan, vlees en visresten, granen, zuivel en oliezaden. Net als GFT-afval worden veel van deze producten samen weggegooid waardoor de producten niet meer kunnen dienen als veevoeder door onder andere de wet- en regelgeving rondom dierlijke eiwitten en de wetgeving rondom huishoudelijk afval (Verordening 767, bijlage 3).

#### 5.1.7. Wetgeving met betrekking tot reststromen verwerkt in biomassacentrales/vergistingsinstallaties

De reststromen in biomassacentrales/vergistingsinstallaties kunnen verdeeld worden in verschillende categorieën. De reststromen die naar biomassacentrales/vergistingsinstallaties gaan zijn voornamelijk afkomstig uit de

voedingsmiddelenindustrie, de out-of-home markt en het huishoudelijk afval. De wet- en regelgeving over deze typen reststromen zijn in de bovenstaande paragrafen besproken. Biomassacentrales/vergistingsinstallaties hebben ook te maken met andere typen reststromen zoals: hout (papierresiduen) en micro/macro algen. Uit de papierresiduen van hout kan cellulose gewonnen worden. Het is niet toegestaan cellulose verkregen uit bewerkt hout/papier als veevoeder te gebruiken (Verordening 767, bijlage 3). Micro- en macro algen mogen wel gebruikt worden als veevoeder indien deze GMP+ gecertificeerd zijn.

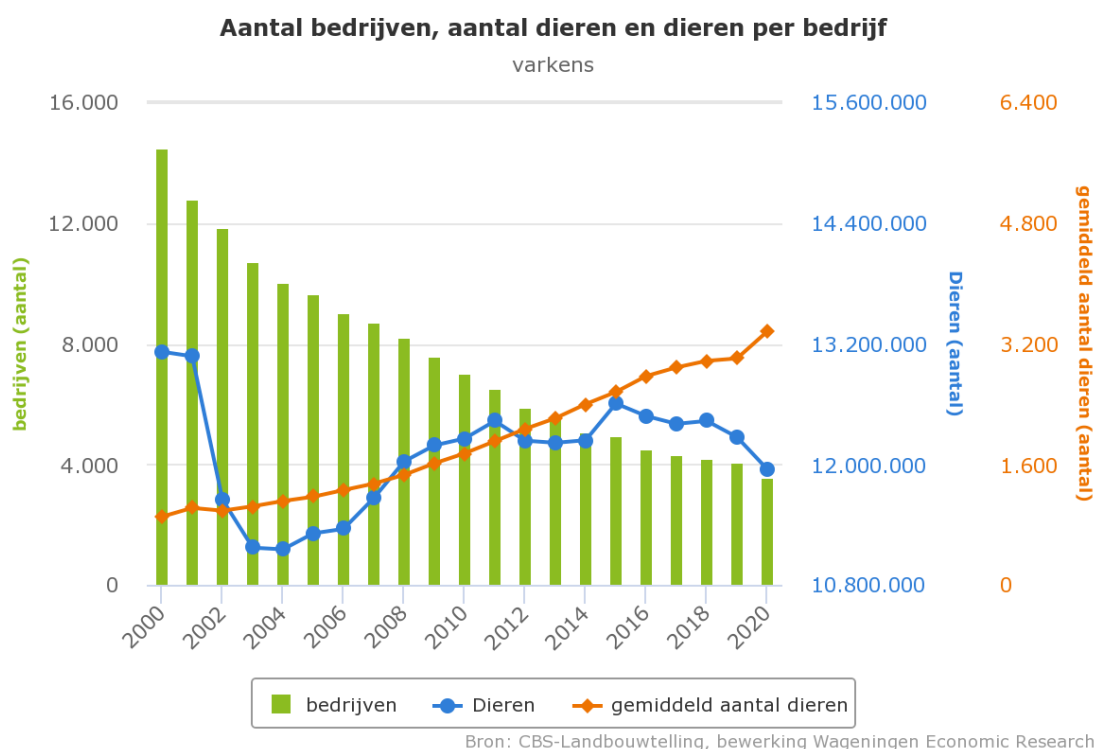


## 6. Berekening aantal varkens

In dit hoofdstuk wordt berekend hoeveel varkens gevoerd kunnen worden op de hoeveelheid droge stof die beschikbaar is uit de reststromen die weergegeven zijn in hoofdstuk 3. In deze berekening worden alle de reststromen van Nederland meegenomen. In 2020 telde Nederland 3.557 varkenshouderijen met een gemiddeld aantal dieren van 3.360 per bedrijf. In totaal zijn dit 11.950.238 varkens (Agrimatie, 2021). In 2020 zijn in Nederland 16.666.100 varkens geslacht (CBS, 2020). Daarnaast worden 1.254.878 Nederlandse varkens geëxporteerd en geslacht in het buitenland (RVO, 2020). In totaal worden er dus 17.920.978 varkens grootgebracht in Nederland.

Daarnaast zal in hoofdstuk 6.2, met de resultaten van hoofdstuk 6.1 worden berekend hoeveel gram eiwit uit varkensvlees de gemiddelde Nederlander op kan nemen uit circulair gevoerde varkens.

De Nederlandse landbouwgrond levert respectievelijk 15% van de energievraag voor de Nederlandse varkenshouderij. De varkenshouderij betreft op droge stof basis ongeveer 60% van het voer uit import van tarwe en gerst uit omringende EU-lidstaten en 20% van reststoffen uit de levensmiddelenindustrie en uit Nederlandse voergraan. Het resterende aandeel droge stof in veevoeder is vooral soja uit Noord en Zuid-Amerika (Zelfvoorzieningsgraad veevoer en mestafzet, 2020).



Figuur 5 Aantal bedrijven, aantal dieren en dieren per bedrijf in Nederland

### 6.1. Berekening

Zoals eerder aangegeven in dit rapport, zal het aantal varkens dat gevoerd kan worden met de beschikbare reststromen in Nederland berekend worden met het aantal ton droge stof dat beschikbaar is uit de reststromen. Deze berekening is gebaseerd op een gesloten houderijsysteem. Het aantal droge stof dat gevoerd wordt op een gesloten 212 kilo per vleesvarken. Daarnaast wordt er nog een berekening gemaakt het aantal kilo droge stof per aanwezig vleesvarken. Dit betekent dat ook de biggen, zeugen en beren meegenomen zijn in de berekening. Per

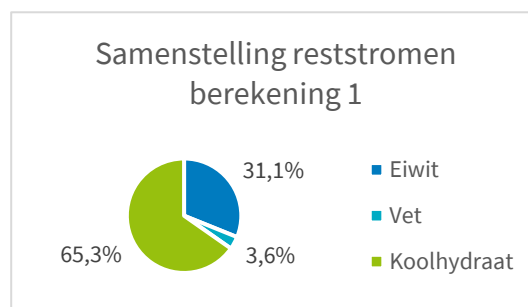
aanwezig vleesvarkens wordt gerekend met 700 kilo droge stof. De formule die gebruikt is, is hier onder weergegeven.

$$\text{Aantal varkens gevoerd met reststromen} = \frac{\text{kilo DS beschikbaar uit reststromen}}{\text{kilo DS per varken}}$$

Deze formule zal gebruikt worden om de volgende drie berekeningen te maken:

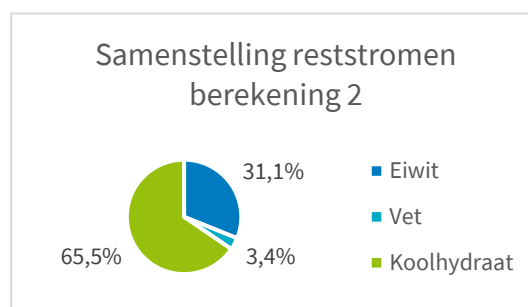
1. Berekening 1: In deze berekening zal gerekend worden met **alle** beschikbare reststromen in Nederland. Dus ook de reststromen die **niet geschikt/toegestaan** zijn om te verwerken in veevoeder. Bij deze berekening wordt geen rekening gehouden met de GMP+ certificering.
2. Berekening 2: In deze berekening zal gerekend worden met de beschikbare reststromen in Nederland die volgens de **huidige wetgeving** toegestaan zijn om te verwerken in veevoeder. **Niet geschikte** reststromen worden niet meegerekend. Bij deze berekening wordt wel rekening gehouden met de GMP+ certificering.
3. Berekening 3: In deze berekening zal er gerekend worden met de beschikbare reststromen in Nederland die volgens de te verwachten **toekomstige wetgeving**<sup>1</sup> toegestaan zijn om te verwerken in veevoeder. Onder verwachte toekomstige wetgeving vallen de volgende categorieën: pluimvee slachtafval.

Uit berekening 1 kan geconcludeerd worden dat als alle stromen bij elkaar opgeteld worden, is dit in totaal 8.406.380 ton droge stof. Uitgaande van een opname van 212 kilo droge stof per vleesvarken, kunnen van alle stromen opgeteld 39.652.735 vleesvarkens worden gevoerd. Uitgaande van 700 kilo droge stof per aanwezig vleesvarken zijn dit 12.009.114 vleesvarkens. In figuur 6 is de samenstelling van de reststromen in een cirkeldiagram weergegeven.



Figuur 6 Samenstelling reststromen berekening 1

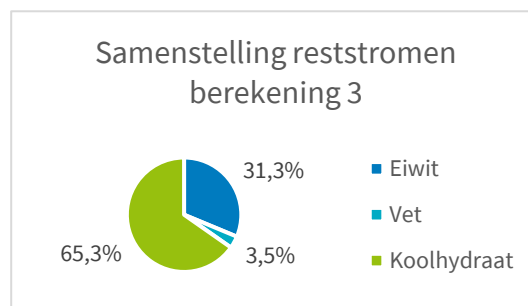
Uit berekening 2 kan geconcludeerd worden dat als enkel de toegestane geschikte stromen bij elkaar worden opgeteld, is dit in totaal 7.698.413 ton droge stof. Uitgaande van een opname van 212 kilo droge stof per vleesvarken, kunnen van deze stromen opgeteld 36.313.268 vleesvarkens worden gevoerd. Uitgaande van 700 kilo droge stof per aanwezig vleesvarken zijn dit 10.997.732 vleesvarkens. In figuur 7 is de samenstelling van de reststromen in een cirkeldiagram weergegeven.



Figuur 7 Samenstelling reststromen berekening 2

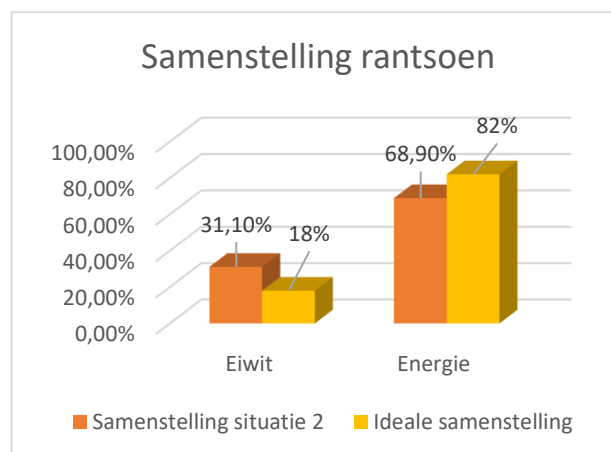
<sup>1</sup> Definitie te verwachten toekomstige wetgeving: beschikbare reststromen in Nederland die volgens de huidige wetgeving toegestaan zijn om te verwerken tot veevoeder en alle vormen van dierlijk eiwit.

Uit berekening 3 kan geconcludeerd worden dat als de huidige en toekomstig toegestane stromen bij elkaar worden opgeteld, is dit in totaal 8.135.312 ton droge stof. Uitgaande van een opname van 212 kilo droge stof per vleesvarken, kunnen van deze stromen opgeteld 38.374.113 vleesvarkens worden gevoerd. Uitgaande van 700 kilo droge stof per aanwezig vleesvarkens zijn dit 11.621.874 vleesvarkens. In figuur 8 is de samenstelling in een cirkeldiagram weergegeven.



Figuur 8 Samenstelling reststromen berekening 3

Uitgaande van de meest realistische situatie, situatie 2, kan gesteld worden dat de samenstelling van de in deze situatie meegenomen reststromen vrij goed overeenkomt met de behoeften van een vleesvarken. Gemiddeld genomen zit er in het rantsoen van een vleesvarken circa 18% eiwit, de overige 82% bestaat uit koolhydraten en vetten die samen de energiebron vormen. In figuur 9 is te zien dat de samenstelling van situatie 2 op het gebied van eiwit en energie een kleine afwijking laat zien ten opzichte van de ideale samenstelling. Dit betekent dus dat wanneer men de reststromen en bijproducten van situatie 2 gaat voeren, er een overschot zal zijn aan eiwitrijke producten en een tekort aan energierijke producten (CBV, 2020).



Figuur 9 Samenstelling situatie 2 ten opzichte van ideale samenstelling

## 6.2 Opname dierlijk eiwit uit reststromen en bijproducten

Naast het aantal varkens dat met reststromen en bijproducten gevoerd kan worden, kan ook berekend worden hoeveel dierlijk eiwit per persoon kan worden opgenomen uit varkensvlees van circulair gevoerde varkens. Hierbij worden een aantal aannames gedaan. Zo wordt berekend dat een vleesvarken gemiddeld 65 kilo vlees levert, geschikt voor menselijke consumptie (Vlees.nl, 2021). Daarnaast wordt uitgegaan van een gemiddeld eiwitgehalte in varkensvlees van 20% (Voedingscentrum, 2021) en dat op dit moment 17,5 miljoen inwoners in Nederland (Centraal bureau statistiek, 2021). Om deze berekening compleet te maken, wordt weer uitgegaan van dezelfde drie situaties als in het voorgaande hoofdstuk.

**Situatie 1:** Op het moment dat alles is toegestaan en er 39.652.735 varkens jaarlijks kunnen worden gehouden, kan een gemiddelde Nederlander jaarlijks 25,4 kilo dierlijke eiwit opnemen. Dit betekent dat iedere Nederlander dagelijks zo'n 69,5 gram eiwit uit circulair gevoerde varkens op kan nemen.

**Situatie 2:** Op het moment dat alles is toegestaan en 36.313.268 varkens jaarlijks kunnen worden gehouden, kan een gemiddelde Nederlander jaarlijks 23,2 kilo dierlijke eiwit opnemen. Dit betekent dat iedere Nederlander dagelijks zo'n 63,7 gram eiwit uit circulair gevoerde varkens op kan nemen.

**Situatie 3:** Op het moment dat alles is toegestaan en er 38.374.113 varkens jaarlijks kunnen worden gehouden, kan een gemiddelde Nederlander jaarlijks 24,6 kilo dierlijke eiwit opnemen. Dit betekent dat iedere Nederlander dagelijks zo'n 67,3 gram eiwit uit circulair gevoerde varkens op kan nemen.

## 7. Conclusie en discussie

In dit hoofdstuk zal antwoord gegeven worden op de hoofdvraag van dit onderzoek en worden eventuele discussiepunten aan het woord gebracht en nieuwe inzichten gegeven.

### 7.1. Conclusie

Om antwoord te geven op de hoofdvraag: 'Hoeveel varkens kunnen in Nederland gehouden worden als de beschikbare voedselreststromen en bijproducten in Nederland opgenomen worden in rantsoenen voor de varkenshouderij', zijn drie verschillende situaties uitgewerkt.

**Situatie 1:** De situatie waarin alle mogelijke reststromen toegestaan zijn.

**Situatie 2:** De situatie waarin de huidige regelgeving gehandhaafd wordt.

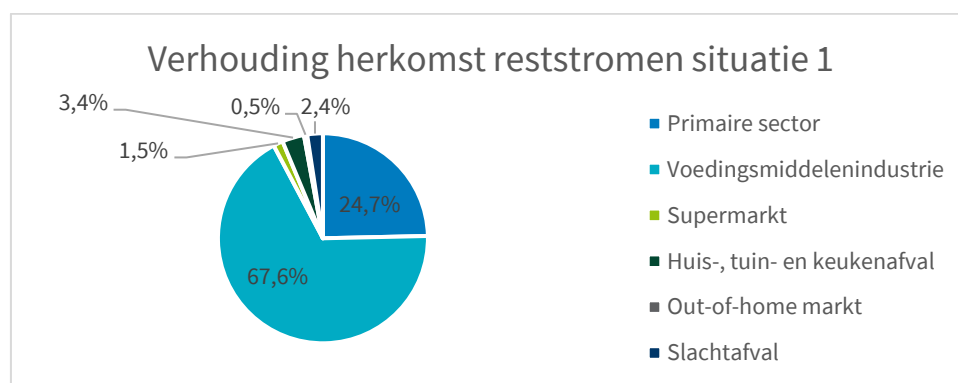
**Situatie 3:** De situatie waarin rekening gehouden wordt met de in de nabije toekomst mogelijke reststromen.

Deze berekening is tot stand gekomen op basis van de droge stof opname. Hierbij is aangenomen dat een afgeleverd vleesvarken op een gesloten bedrijf gemiddeld 212 kg droge stof op neemt. Hierbij is niet gekeken aan welke nutritionele eisen deze voeding moet voldoen. Daarnaast is een schatting gemaakt van de totale hoeveelheden koolhydraten, vetten en eiwitten, die deze stromen met zich meebrengen. In tabel 13 staan de totale hoeveelheden van deze stromen weergegeven.

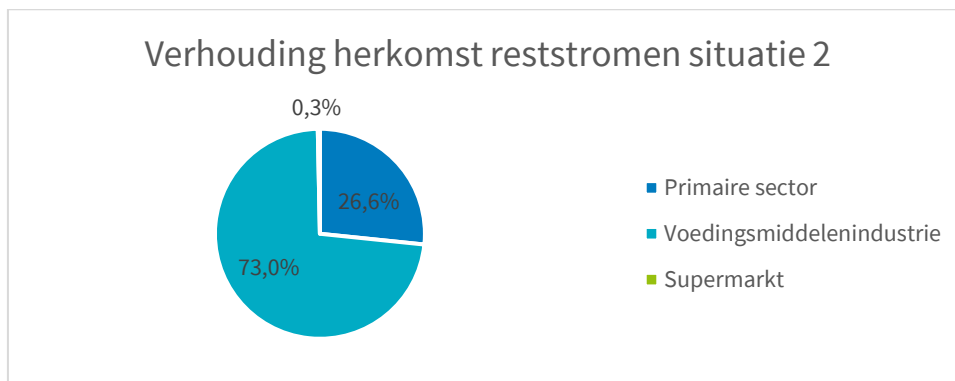
Tabel 13 Totaal aantal nutriënten per situatie

Nutriënt (ton)	Situatie 1	Situatie 2	Situatie 3
Eiwit	3.331.020	3.242.800	3.270.829
Vet	388.795	356.553	361.188
Koolhydraat	6.992.033	6.829.677	6.829.677
Droge stof	8.406.380	7.698.413	8.135.312

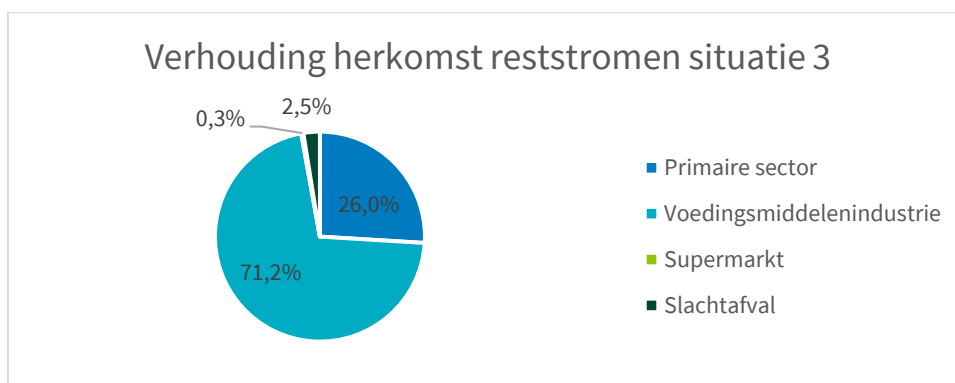
Om een beeld te krijgen van waar de totale tonnen per situatie uit opgebouwd zijn is in de figuren 10, 11 en 12 de procentuele verhoudingen van de categorieën weergegeven. Uit deze grafieken kan men concluderen dat de reststromen afkomstig uit de primaire sector het grootste aandeel hebben.



Figuur 10 Samenstelling van de totale reststromen bij situatie 1



Figuur 11 Samenstelling van de totale reststromen bij situatie 2



Figuur 12 Samenstelling van de totale reststromen bij situatie 3

Op dit moment (2021) worden jaarlijks 17.920.978 vleesvarkens gehouden in Nederland. In het geval dat het huidige rantsoen vervangen wordt door uitsluitend reststromen, kunnen op basis van dit onderzoek 36.313.268 vleesvarkens gevoerd worden met de huidige wet- en regelgeving. Dit betekent dat er twee keer zoveel vleesvarkens gevoerd kunnen worden met de beschikbare reststromen in Nederland, een toename van 99%. De overige situaties zijn terug te vinden in tabel 14. In de laatste kolom van tabel 14 staat de hoeveelheid eiwitten (gram) die per Nederlander dagelijks opgenomen kan worden, uit varkensvlees van circulair gevoerde varkens.

Tabel 14 Aantal afgeleverde vleesvarkens of aantal aanwezige vleesvarkens en gemiddelde eiwitopname.

Situatie	Totale droge stof (ton)	Aantal afgeleverde vleesvarkens	Aantal aanwezige vleesvarkens	Eiwit opname per Nederlander per jaar* (kg)	Eiwit opname per Nederlander per dag* (gram)
1.	8.406.380	39.652.735	12.009.114	25,38	69,53
2.	7.698.413	36.313.268	10.997.732	23,24	63,67
3.	8.135.312	38.374.113	11.621.874	24,56	67,29

\*Van circulair gevoerde varkens.

## 7.2. Discussie

Tijdens het schrijven van dit rapport is aandacht besteed aan de kwaliteit en de betrouwbaarheid van de data en bronnen. Bovendien is voor dit onderzoek de meest recent beschikbare data gebruikt. Bij een aantal reststromen, zoals bij de reststromen uit de zuivelindustrie, is het complex om recente data te vinden over de totale beschikbare hoeveelheid. Dit geldt ook voor de reststromen uit de horeca. Daarom zijn de getallen van één onderzoekscentrum geëxtrapoleerd om een inschatting te kunnen maken van het aantal kilo reststromen dat vrijkomt uit de gehele horeca. De reststromen uit de primaire sector kunnen overlap hebben. De gegevens komen van twee verschillende bronnen en per categorie is niet omschreven welke producten er precies onder vallen. De in dit onderzoek meegenomen reststromen en bijproducten zijn enkel verzameld uit beschikbare (openbare) informatie en persoonlijke benaderingen.

Dit onderzoek geeft een inzicht in de reststromen en bijproducten die vrijkomen in Nederland. De drie redenen waarom reststromen vrijkomen zijn (1) de productie van voedsel voor humane consumptie, (2) het produceren van brandstof en (3) de non-food industrie. Enkele voorbeelden: bij het produceren van brandstof komen vooral tarwegisten vrij (ethanol productie). In de non-food industrie komt tarwezetmeel vrij bij de productie van glucose uit zetmeel voor industrieel gebruik, bijvoorbeeld in de verpakkingindustrie. In dit onderzoek zijn voornamelijk de reststromen gekwantificeerd die vrijkomen tijdens het produceren van voedsel voor humane consumptie. Om meer inzicht te krijgen in de reststromen die vrijkomen tijdens het produceren van brandstof en in de industrie, zal een uitgebreider onderzoek nodig zijn. De reststromen uit België, Frankrijk en Duitsland zijn wel benoemd in dit rapport, maar zijn niet meegenomen in de berekening om de hoofdvraag te beantwoorden, aangezien deze mogelijk ook in het land van herkomst ingezet kunnen worden.

Niet alle benoemde reststromen zijn GMP+ gecertificeerd. Bovendien is de zuiverheid/kwaliteit van de reststromen voor een deel onbekend. Daarom is in de berekening het uitgangspunt dat alle reststromen zuiver en goed van kwaliteit zijn.

Als gekeken wordt naar de reststromen die beschikbaar komen uit de supermarkt, huishoudens en de out-of-home markt zijn deze stromen daadwerkelijk te vermijden. De voedselverspilling, die uiteindelijk de reststroom vormt, kan vermeden worden door (in) te kopen wat nodig is en alles op de juiste plek te bewaren. Men verwacht dat deze reststroom gaat afnemen in de toekomst, aangezien veel aandacht besteed wordt aan het verminderen van voedselverspilling in deze sectoren. De maatschappelijke focus ligt op het verminderen van voedselverspilling, maar de voedselverspilling naar 0 brengen gaat nooit lukken. Om de voedselverspilling die wel ontstaat goed te verwaarden moet gekeken worden naar de meest efficiënte manier om dit te doen.

De reststromen die benoemd zijn in dit rapport zijn niet allen interessant/geschikt voor verwerking in veevoerders, zoals reststromen met een lager droge stof percentage dan 40% (A. Heuvelmans, mondelingen mededeling 2021). Als een product een lager droge stof percentage heeft dan 40%, dan is het transport, de hoeveelheid en de voedingswaarde in verhouding tot het rendement leidend. Het is belangrijk om te bepalen of het rendabel is om de reststroom op te gaan halen. Daarentegen kunnen deze producten wel in brijvoer verwerkt worden, hiervoor hoeven de producten niet gedroogd te worden. Ook is de beschikbaarheid van de reststromen discutabel: zijn de reststromen op regelmatige basis beschikbaar of gaat het om een incidentiele stroom? Bij een aantal reststromen spelen enkele uitdagingen op het gebied van transport/continuïteit, hier is echter geen rekening mee gehouden in de berekening.

Het gebruiken van reststromen in veevoerders is ingewikkeld door de strenge wet- en regelgeving omtrent reststromen en veevoeder. Door de uitbraak van BSE (gekkiekoeienziekte) is de verwerking van slachtafval in veevoerders lang niet mogelijk geweest. In de toekomst gaat hier waarschijnlijk verandering in komen. Het proces om slachtafval weer te kunnen verwerken in veevoeder (onder bepaalde voorwaarden) heeft veel tijd in beslag

genomen. Wanneer slachtafval weer verwerkt mag worden in veevoeders is dit een stap vooruit, maar door de voorwaarden die hieraan verbonden zijn wordt het lastig om slachtafval efficiënt in veevoeders te verwerken. Het is lastig omdat het diermeel afkomstig van kippen en het diermeel afkomstig van bijvoorbeeld varkens strikt gescheiden moeten blijven en hier strenge regels aan verbonden zijn terwijl mengvoederbedrijven vaak meerdere soorten veevoeders produceren op hetzelfde bedrijf, waardoor het voor deze bedrijven ingewikkeld wordt diermeel te verwerken in veevoeders. Ook zijn in sectoren zoals de Horeca/catering het restvlees vaak niet gescheiden waardoor dit niet gebruikt kan worden in veevoeder.

Bepaalde reststromen mogen niet gebruikt worden in veevoeder omdat deze reststromen kleine hoeveelheden schadelijke stoffen bevatten (zoals bijvoorbeeld mycotoxinen). Vaak zitten deze stoffen in zulke kleine hoeveelheden in de reststromen dat het niet als schadelijk beschouwd hoeft te worden, toch kunnen deze reststromen niet gebruikt worden door de strenge wet- en regelgeving. Wellicht dat een nader onderzoek hierin een nieuw perspectief biedt. Waar mogelijk kan de wet- en regelgeving aangepast worden, zodat deze reststromen hoger verwaard kunnen worden als veevoeder.

Indien een reststroom als veevoeder ingezet wordt, moet er ook gekeken worden voor welke diercategorie deze het meest geschikt is. Een kip heeft een hoge kwaliteit voeder nodig, daarom kunnen reststromen van koekjes, brood, soja en andere oliezaden het beste gevoerd worden aan de kip. Het varken is een uitstekende verwerker van laagwaardig plantaardig afval. Varkens hebben een hoge voeropname en kunnen goed omgaan met nutriënt-arm voer. Koeien kunnen het beste bijproducten uit de graanteelt, zoals bierbostel, gevoerd krijgen net als aardappelschillen, suikerbietenpulp en oliezaden. Daarnaast is het wel toegestaan om slachtafval (categorie 3) te verwerken in visvoer. Insecten kunnen reststromen uit huishoudelijk afval omzetten tot hoogwaardig eiwit en deze insecten kunnen verwerkt worden tot insectenmeel, wat vervolgens weer verwerkt kan worden in veevoeder. Momenteel levert deze manier van verwerken nog diverse wettelijke vraagstukken op waardoor het nog niet is toegestaan.

In dit onderzoek is enkel gefocust op varkens om het verhaal zo duidelijk mogelijk te maken. Het is uiteraard mogelijk dat bepaalde stromen hoger verwaard kunnen worden wanneer zij aan een andere diercategorie/sector gevoerd worden. Wanneer Nijsen company bijvoorbeeld reststromen uit de primaire sector wil gaan verwerken in veevoeder, dan kan dit leiden tot concurrentie. Het is inefficiënt om gewasresten en stro te verwerken tot veevoeder, op het moment dat deze tevens ingezet kunnen worden voor de verbetering van de bodemkwaliteit of als directe grondstof voor veevoeders en bodembedekking. Dit geldt ook voor categorie 3 slachtafval afkomstig van pluimvee. Zodra het wettelijk toegestaan is om deze reststroom te verwerken in veevoeder, kan dit leiden tot concurrentie met de petfood industrie. Om te achterhalen bij welke diercategorie/sector de reststromen het meest optimaal verwaard worden zal een nader onderzoek uitgevoerd moeten worden.

Op dit moment kan met het huidige toegestane aanbod aan reststromen en bijproducten 203% van de Nederlandse vleesvarkens gevoerd worden. De nutritionele samenstelling van dit totaalpakket bevat meer eiwit dan een ideale situatie en komt wat energie tekort. Hierdoor ontstaat de kans dat het noodzakelijk is om het rantsoen aan te vullen met niet circulaire voeders. Door het optimale varkensvoer samen te stellen met een zo groot mogelijk aandeel circulaire grondstoffen, kunnen mogelijk meer varkens worden gevoerd dan enkel met circulaire voeders.

## 8. Aanbevelingen

Op basis van de resultaten van dit onderzoek worden in dit hoofdstuk een aantal aanbevelingen gedaan.

Om de gegevens betrouwbaarder te maken wordt aanbevolen om per onderzochte/bekende keten een onderzoek te starten naar de aantallen en beschikbaarheid van de reststromen en bijproducten die tijdens dit onderzoek geëxtrapoleerd zijn. Dit zijn de stromen uit huis- tuin- en keukenafval, horeca, catering en supermarkten. Niet enkel wordt hierdoor het aantal concreter, ook kunnen stromen die op dit moment nog niet inzichtelijk zijn, zoals die van biomassacentrales/vergistingsinstallaties, meegenomen worden in de berekening.

Een andere aanbeveling is een onderzoek naar de reststromen en bijproducten die vrijkomen uit de brandstoffen winning en non-food industrie (zoals de verpakkingindustrie). Deze stromen zijn op dit moment onbekend/niet onderzocht en dus nog niet meegenomen in dit onderzoek, maar vormen wel degelijk een stroom aan bijproducten met veel voedingswaarde. Ook moet hierbij rekening worden gehouden met het verdienmodel, aangezien de kans bestaat dat op dit moment meer betaald wordt voor deze grondstoffen voor verwerking tot energie, dan voor verwerking tot veevoeder.

Daarnaast is voor de berekening op dit moment gerekend vanuit de droge stof opname zowel per gemiddeld afgeleverd vleesvarken als per gemiddeld aanwezig vleesvarken. Dit wil dus niet zeggen dat de samenstelling van het volledig circulaire voer ideaal is voor deze varkens. Het is dus aan te bevelen om in een vervolgonderzoek meer in te zoomen op de nutritionele samenstelling van het rantsoen, om zo ook te kijken hoeveel varkens exact gevoerd kunnen worden met de huidige samenstelling van nutriënten.

Bovendien zou een vervolgonderzoek gedaan kunnen worden om te achterhalen bij welke diercategorie/sector de reststromen het meest optimaal verwaard worden. In dit rapport is namelijk enkel gekeken naar de diercategorie varkens, terwijl sommige reststromen wellicht beter verwaard kunnen worden wanneer deze aan bijvoorbeeld koeien of kippen gevoerd worden.



## Bibliografie

- (2017). *Aanbod en bestemming biomassa restromen voor de circulaire economie in Vlaanderen*. OVAM.
- ABZ Diervoeding. (2018, Oktober 3). *Eiwitvertering bij varkens*. Opgehaald van ABZ Diervoeding: <https://www.abzdiervoeding.nl/varkens/eiwitvertering-bij-varkens/>
- ABZ diervoeding. (2021). *Zetmeel een belangrijke energiebron in varkensvoer*. Opgehaald van ABZdiervoeding: <https://www.abzdiervoeding.nl/varkens/zetmeel-een-belangrijke-energiebron-in-varkensvoer/>
- AGF. (2016, November). *Frankrijk meeste voedselverspilling tijdens productie*. Opgehaald van AGF: <https://www.agf.nl/article/149740/frankrijk-meeste-voedselverspilling-tijdens-productie/>
- Agrimatie. (2021, Mei 26). *Sector Resultaat Varkenshouderij*. Opgehaald van Agrimatie: <https://www.agrimatie.nl/SectorResultaat.aspx?subpubID=2232&sectorID=2255>
- Arla. (2018, September 23). *Minder voedselverspilling*. Opgehaald van Arla: <https://www.arla.nl/duurzaamheid/minder-voedselverspilling/>
- Åsa Stenmarck, C. J. (2016). *Estimates of European food waste levels*. Stockholm.
- Auke Schripsema, M. v.-B. (2015). *Verwaarding van voedselreststromen uit supermarkten*. Wageningen: Wageningen University & Research.
- Baltissen, M. D. (2017). *Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, sector Bloembollen, Boomkwekerij & Fruit*. . Wageningen UR. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/338879>
- Bikker, P., & Peet - Schwing, C. v. (2018). *Amino acid requirement of growing and finishing pigs*. Wageningen: Wageningen Livestock Research.
- Biomassa in het Activiteitenbesluit*. (2020). Opgehaald van Kenniscentrum InfoMil: <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/stookinstallaties/biomassa-0/biomassa-verstaan/>
- Bisperink, W. (2021, Mei). KG Droge stof. (G. Adriaans, Interviewer)
- Bourn, J. (2002). *The 2001 Outbreak of Food and Mouth Disease*. London: The Comptroller and Auditor General.
- Campbell, N. A., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Reece, J. B. (2018). *Biology; A global approach*. Essex, England: Pearson Education Limited.
- CBS. (2019). *Bedrijven; bedrijfstak; horeca*. Opgehaald van [opendata.cbs.nl](https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/81589NED/table?dl=37815): <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/81589NED/table?dl=37815>
- CBS. (2020). *Vleesproductie; aantal slachtingen en geslacht gewicht per diersoort*. Opgehaald van STATLINE CBS: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/7123slac/table?fromstatweb>
- CBV, S. (2020). *Tabellenboek Voeding Varkens 2020*. de Stichting CVB, Wageningen Livestock Research (WLR), Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek.
- Centraal bureau statistiek. (2021, juni 9). *Bevolkingsteller*. Opgehaald van CBS.nl: <https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/dashboard-bevolking/bevolkingsteller>
- CVB. (2012). *Tabellenboek Veevoeding 2012*.
- CVBdiervoeding. (2021). *CVB Veevoedertabel 2021*. Stichting CVB.
- De verspillings fabriek. (2021). *Home*. Opgehaald van [deverspillingsfabriek.nl](https://deverspillingsfabriek.nl/nl/home): <https://deverspillingsfabriek.nl/nl/home>

- Dorette Corbey, B. v. (2020). *Routekaart Nationale Biograndstoffen. Naar een groter aanbod en betere benutting*. WUR.
- Duynie Feed. (2021). *Waarom bijproducten*. Opgehaald van Duynie Feed: <https://www.duynie.nl/waarom-bijproducten/>
- Esben Hegnsholt, S. U.-L. (2018, Augustus 20). *TACKLING THE 1.6-BILLION-TON FOOD LOSS AND WASTE CRISIS*. Opgehaald van BCG: <https://www.bcg.com/publications/2018/tackling-1.6-billion-ton-food-loss-and-waste-crisis>
- Eurofins. (2016, September 2). *Darmverteerbare aminozuren*. Opgehaald van Eurofins-agro: <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/darmverteerbare-aminozuren>
- Eurofins Agro. (2010). *Ruwe celstof*. Opgeroepen op 2021, van Eurofins Agro: <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/ruwe-celstof-1>
- Eurofins Agro. (sd). *Droge Stof*. Opgeroepen op April 19, 2021, van Eurofins Agro: <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/droge-stof>
- Europees Parlement. (2001). *Verordening (EG) nr. 999/2001 van het Europees Parlement en de Raad*. Straatsburg: Europees Parlement.
- Europees parlement. (2009). *VERORDENING (EG) Nr. 767/2009 VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD*. Straatsburg: Europees Parlement.
- Europese Unie. (2018). *MEDEDELING VAN DE COMMISSIE - Richtsnoeren voor het gebruik als diervoeder van niet langer voor menselijke consumptie (2018/C133/02)*. Europese Unie: Europese Unie.
- EUROWET. (2017, Maart 7). *Uitgaven*. Opgehaald van EU wetgeving diervoeders: <https://www.eurowet.nl/uitgaven/diervoederwetgeving.html#:~:text=Het%20onderdeel%20%27Diervoeders%27%20bevat%20de,in%20%C3%A9%C3%A9n%20richtlijn%20of%20verordening>.
- Food sustainability. (sd). *Food sustainability index*. Opgeroepen op April 20, 2021, van Food sustainability: <https://foodsustainability.eiu.com/country-ranking/top-food/>
- Foodvalley. (2020). *Resource flow of the Dutch agri-food supply chains*. Amersfoort: Royal Haskoning DHV.
- Fung, L., Urriola, P. E., Baker, L., & Shurson, G. C. (2018). Estimated energy and nutrient composition of different sources of food waste and their potential for use in sustainable swine feeding programs. In *Translation Animal Science* (pp. 359-368). American Society of Animal Science.
- Georganas, A., Giamouri, E., Pappas, A. C., Papadomichelakis, G., Galliou, F., Manios, T., . . . Zervas, G. (2020). *Bioactive Compounds in Food Waste; A Review on the Transformation of Food Waste to Animal Feed*. Athens, Greece: Agricultural University of Athens.
- Het Comité. (2015, Januari 22). *LEVENS MIDDELEN- EN DIERVOEDERWETGEVING*. Opgehaald van Koninklijke Vereniging Het Comité van Graanhandelaren: <https://www.graan.com/page/74/levensmiddelen--en-diervoederwetgeving.html>
- Heuvelmans, A. (2021, maart 12). Nutrienten voor varkensvoeding. (G. Adriaans, Interviewer)
- Kerr, B. J., Kellner, T. A., & Shurson, G. C. (2015). Characteristics of lipids and their feeding value in swine diets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*.
- LIDL. (2020, Augustus 27). *Lidl zet reuzenstap tegen voedselverspilling*. Opgehaald van LIDL: <https://corporate.lidl.nl/pers/persberichten/2020/lidl-zet-reuzenstap-tegen-voedselverspilling>
- Loxton, R. (2018, oktober 5). Germany wastes 1,7 million tons of bread a year. *The local de*, p. 1.

- Marcel Vijn, A. D. (2019). *Welke mogelijkheden zijn er in Nederland om meer diervoeders te produceren?* Wageningen: Wageningen University. Opgehaald van <https://edepot.wur.nl/499300>
- McDonald, P., Edwards, R., Greenhalgh, J., Morgan, C., Sinclair, L., & Wilkinson, R. (2011). *Animal nutrition seventh edition*. Essex, England: Pearson Education Limited. Opgehaald van Wikipedia.
- Melkveebedrijf. (2020, Februari 9). *Melkproductie in Nederland*. Opgehaald van Melkveebedrijf: <https://www.melkveebedrijf.nl/melkproductie/#:~:text=Melkproductie%20in%20Nederland.%20De%20melkproductie%20in%20Nederland%20bedraagt,tot%20consumptiemelk%2C%20-producten%20en%20boter.%2020%25%20is%20overig>.
- Milieu Centraal. (2018, Maart 5). *Groente-, Fruit- en Tuinafval (gft)*. Opgehaald van Afval scheiden: <https://www.milieucentraal.nl/minder-afval/afval-scheiden/groente-fruit-en-tuinafval-gft/#:~:text=Ongeveer%20twee%20derde%20van%20het%20gft-afval%20wordt%20meteen,en%20gemeenten%20gebruikt%20om%20de%20bodem%20te%20verbetere>n.
- Milieu Centraal. (2020, September 12). *Voedselverspilling*. Opgehaald van Milieu Centraal: <https://www.milieucentraal.nl/eten-en-drinken/voedselverspilling/>
- Nederland Voedselland. (2018, juni 22). *Voedselverspilling door de verwerkende industrie*. Opgehaald van Nederlandvoedselland.nl: <https://www.nederlandvoedselland.nl/artikel/voedselverspilling-door-de-verwerkende-industrie/>
- Negash, D. (2018). *Animal Feed Safety: Cases and Approaches to Identify the Contaminants and Toxins*. Kosmos Publisher. Opgeroepen op Maart 16, 2021
- Nevedi. (2019). *Grondstoffenwijzer*. Rijswijk: Nevedi.
- Nevedi. (2019). *Grondstoffenwijzer 3e editie. Diervoeders voor een circulaire voedselproductie*.
- Nieuwe Oogst. (2021, Maart 19). *Europese Unie gaat voor diermeel en insecteneiwit in veevoer*. Opgehaald van Varkenshouderij: <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2021/03/19/europese-unie-gaat-voor-diermeel-en-insecteneiwit-in-veevoer>
- Noleppa, S., & Carlsburg, M. (2015). *Das grosse wegschmeissen*. WWF Deutschland: WWF.
- OPNV. (2018, November 2). *Vochtrijke diervoeders*. Opgehaald van Productgroepen: <https://www.opnv.nl/index.php/nl/vochtrijke-diervoeders/productgroepen-2>
- OPNV. (2020, Januari 22). *Afzetcijfers 2019*. Opgehaald van OPNV: <https://www.opnv.nl/attachments/article/217/Afzetcijfers2019.pdf>
- OPNV. (2021). *Overzicht vochtrijke diervoeders*. Opgehaald van OPNV.nl: <https://www.opnv.nl/index.php/nl/vochtrijke-diervoeders/productbladen>
- OVAM. (2017). *Aanbod en bestemming biomassa(rest)stromen voor de circulaire economie in Vlaanderen*. Mechelen: Wille, Danny OVAM,.
- Rabobank. (2018, April 27). *France outlaws throwaway culture*. Opgehaald van Rabobank: <https://www.rabobank.com/nl/raboworld/articles/france-outlaws-throwaway-culture.html>
- Rabobank. (2021). *Voedselverspilling in België: cijfers en tips*. Opgehaald van Rabobank.Be: [https://www.rabobank.be/kennis/2021/02/voedselverspilling-in-belgie-cijfers-en-tips#:~:text=Belgi%C3%AB%20is%20goed%20voor%20een,drank%20per%20huishouden%20\(1\)](https://www.rabobank.be/kennis/2021/02/voedselverspilling-in-belgie-cijfers-en-tips#:~:text=Belgi%C3%AB%20is%20goed%20voor%20een,drank%20per%20huishouden%20(1)).
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. (2016). *Bronnen van energie en macronutriënten*. Opgehaald van Wat eet nederland: <https://wateetnederland.nl/resultaten/energie-en->

macronutriënten/bronnen#:~:text=De%20belangrijkste%20bronnen%20van%20vetten,door%20de%20vetten%20en%20oli%C3%ABn.

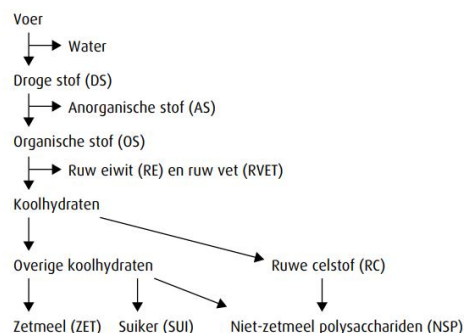
- Rijksoverheid. (2019, Oktober 3). *Nederlanders op koers in strijd tegen voedselverspilling*. Opgehaald van Rijksoverheid: <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-landbouw-natuur-en-voedselkwaliteit/nieuws/2019/10/03/nederlanders-op-koers-in-strijd-tegen-voedselverspilling>
- Rijkswaterstaat. (2019, Juli 9). *Aanvalsplan gft-afval en textiel*. Opgehaald van Uitvoeringsprogramma VANG HHA: [file:///C:/Users/skool/Downloads/190324-01\\_rws\\_vwl\\_aanvalsplan\\_gft\\_textiel\\_.pdf](file:///C:/Users/skool/Downloads/190324-01_rws_vwl_aanvalsplan_gft_textiel_.pdf)
- RIVM. (2017, Augustus 15). *Hoeveel zuivel verspilt jij?* Opgehaald van Zuivel: <https://www.rivm.nl/voedsel-en-voeding/rivm-weet-wat-nederland-eet/zuivel>
- RIVM. (2017). *Voedselconsumptie 2012-2016*. Rijksoverheid .
- RIVM. (2017, December 2). *Zuivelproducten*. Opgehaald van RIVM: <https://www.wateetnederland.nl/resultaten/voedingsmiddelen/consumptie/zuivelproducten>
- Rol, M. (2020, Augustus 20). *Online verkoop en ondernemerschap staan centraal in detailhandel food*. Opgehaald van Rabobank: <https://www.rabobank.nl/kennis/s011087550-online-verkoop-en-ondernemerschap-staan-centraal-in-detailhandel-food>
- RVO. (2020). *Import-export varkens*. Opgehaald van RVO: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/04/Import-export-varkens.xls>
- S.R.M. Janssens, A. S. (2016). *Reststromen consumptie aardappelen*. Wageningen: Wageningen UR.
- Samen Tegen Voedselverspilling. (2021). *Voedselverspilling feiten en cijfers*. Opgehaald van Samen Tegen Voedselverspilling: <https://samentegenvoedselverspilling.nl/voedselverspilling-feiten-en-cijfers/>
- Schellekens, H. (2021, maart 31). Reststromen uit de supermarkt. (G. Adriaans, Interviewer)
- Scholten, R., & Brakel, C. v. (1996). *De rol van bijproducten in varkensvoeding*. Wageningen: Wageningen Universiteit.
- Schulze, P., Holstein, J., & Vlap, H. (2017). *Biomassapotentieel in Nederland*. Gasunie .
- Shurson, G. C., & Kerr, J. B. (2013). Strategies to improve fiber utilization in swine. *Journal of Animal science and Biotechnology*.
- Soethoudt, H. (2012). *Reductie voedselverspilling in Nederlandse cateringsector*.
- Spruijt, J., v.d. Weide, R., & van Krimpen, M. (2014). *Kansen voor micro-algen als grondstofstroom in diervoeders*. Accres Wageningen UR.
- The Local DE. (2019, februari 20). Germans waste 55 kg of food per person each year. *The Local DE*, p. 1.
- Too Good To Go. (2021). Opgehaald van Too Good To Go: <https://toogoodtogo.nl/nl/>
- Universiteit Gent. (2014). *Meerfasenvoeding voor vleesvarkens*. Gent: University Press - Zelzate.
- van der Heijden, H., Sablé, M., Loman, A., Drenth, G., Deng, Y., & den Hartog, E. (2021). *Nijs to be cycle*. Wageningen: Wageningen University.
- Van Westreenen. (2019, Maart 19). *Zuivelindustrie*. Opgehaald van Zuivelindustrie: <https://vanwestreenen.nl/food-industries/sectoren/zuivelindustrie/>
- Veldkamp, T. (2012). *Kosten - baten analyse van herintroductie van verwerkt dierlijk eiwit in voeders voor pluimvee en varkens in een systeem van volledige kanalisatie*. Wageningen: Wageningen UR Livestock Research.

- Vlees.nl. (2021, juni 9). *Hoeveel kilo vlees komt er van een varken*. Opgehaald van vlees.nl: <https://www.vlees.nl/faq/hoeveel-kilo-vlees-komt-er-varken/>
- Voedingscentrum. (2019, Oktober 1). *Syntheserapport Voedselverspilling bij huishoudens in Nederland in 2019*. Opgehaald van Voedingscentrum: <https://www.milieucentraal.nl/media/mbrdwik5/syntheserapport-voedselverspilling-in-nederlandse-huishoudens-2019.pdf>
- Voedingscentrum. (2020, Juni 3). *Factsheet Voedselverspilling door consumenten*. Opgehaald van Factsheet Voedselverspilling door consumenten: <file:///C:/Users/skool/Downloads/infographic-consumenten.pdf>
- Voedingscentrum. (2021). *Eiwitten*. Opgehaald van Voedingscentrum: <https://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/eiwitten.aspx>
- Voedingscentrum. (2021). *Zetmeel*. Opgehaald van Voedingscentrum: <https://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/zetmeel.aspx#:~:text=Zetmeel%20komt%20voor%20in%203A,zoals%20tarwe%2C%20mais%20en%20rijst>
- Voedselbanken Nederland. (2020). *Feiten en Cijfers Voedselbanken in Nederland*.  
*Voedselverspilling in België: cijfers en tips*. (2021). Opgehaald van Rabobank be: [https://www.rabobank.be/kennis/2021/02/voedselverspilling-in-belgie-cijfers-en-tips#:~:text=Belgi%C3%AB%20is%20goed%20voor%20een,drank%20per%20huishouden%20\(1\)](https://www.rabobank.be/kennis/2021/02/voedselverspilling-in-belgie-cijfers-en-tips#:~:text=Belgi%C3%AB%20is%20goed%20voor%20een,drank%20per%20huishouden%20(1)).
- Vollebregt, H. (2020, Maart 12). *Dutch supermarkets provide insight into food waste*. Opgehaald van WUR: <https://www.wur.nl/en/Research-Results/Research-Institutes/food-biobased-research/show-fbr/Dutch-supermarkets-provide-insights-into-food-waste-F00DWa5.htm>
- Wageningen Food & Biobased Research. (2020, Januari 5). *Monitor Voedselverspilling*. Opgehaald van Monitor Voedselverspilling: <file:///C:/Users/skool/Downloads/bijlage-monitor-voedselverspilling.pdf>
- Wageningen Research. (2015). *Handboek Varkenshouderij*. Wageningen: AgriMedia. Opgeroepen op Maart 15, 2021
- Wageningen UR Livestock Research . (2010). *Handboek varkenshouderij*. Wageningen: AgriMedia.
- Wageningen UR Livestock Research. (2012). Handboek varkenshouderij . In W. U. Research, *Handboek varkenshouderij* (p. 327). Wageningen : Agrimedia.
- Weidsebliek. (sd). *Stro-gerst tarwe*. Opgeroepen op Mei 17, 2021, van Weidsebliek: <https://www.weidsebliek.nl/producten/bijproducten/ruwvoerders/stro-gerst/tarwe>
- WUR. (2005). *Gewasresten afvoeren: utopie of optie?*
- WUR. (2016). *Reststromen consumptieaardappelen*. Wageningen: WUR.
- WUR. (2018). *Handboek Varkenshouderij*. Wageningen: WUR.
- WUR. (2018). *Potential production of pigs on household food waste in the Netherlands*. Wageningen: Wageningen.
- WUR. (2020). *Routekaart nationale biograndstoffen*. Wageningen: WUR.
- Zelfvoorzieningsgraad veevoer en mestafzet*. (2020, Oktober 8). Opgehaald van Compendium voor de leefomgeving: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0611-zelfvoorzieningsgraad-veevoer-en-mestafzet>

# Bijlages

## Bijlage A – Rantsoenbehoeften varkens

Om een beeld te krijgen van waar een rantsoen voor varkens uit opgebouwd is, wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de rantsoenbehoeften van varkens. Daarbij zal kort uitgelegd worden welke behoeften er zijn en waarom deze van belang zijn voor het varken. De behoeften van varkens zijn op te delen in drie categorieën. Zo zijn er nutriënten nodig voor onderhoud, groei en melkproductie. Deze nutriënten kunnen schematisch weergegeven worden, zoals te zien in figuur 1 (Wageningen UR Livestock Research , 2010).



*Figuur 1 Schematische weergave van de samenstelling van veevoer (Wageningen UR Livestock Research , 2010)*

In de reguliere varkensvoeding bestaat meer dan de helft van de voeding uit zetmeelrijke grondstoffen als granen en graanbijproducten. De belangrijkste eiwitbronnen hierbij zijn sojaschroot, raapzaadschroot en zonnebloemzaadschroot. Ter vervanging van de door biggen minder goed verteerbare eiwitbronnen, worden in biggenvoerders met name makkelijk verteerbare eiwitbronnen ingezet als melkproducten (wei) en aardappeleiwit. Voor het in stand houden van de lichaamstemperatuur, ademhaling en bloedsomloop is energie nodig. Deze energie wordt beschreven als onderhoudsbehoefte. Dit is dus de minimale energiebehoefte voor een dier, zonder dat deze een extra prestatie levert als groei, dracht of melkproductie. Het dier zal van deze energie dus niet groeien, maar het blijft wel in leven. Voor groei, dracht en melkproductie is meer energie nodig. Hiervoor komt er dus een toeslag boven op de onderhoudsbehoefte (Wageningen UR Livestock Research , 2010).

### Droge stof

De droge stof van grondstoffen kan bepaald worden met een droge stof analyse. Tijdens deze analyse wordt de grondstof gewogen en vervolgens gedroogd. Het gewicht dat over blijft is de droge stof (DS) van de grondstof. Bij mengvoedergrondstoffen ligt het droge stofgehalte over het algemeen tussen de 85% en 99%. Mengvoer heeft een gemiddelde van 88% droge stof. Een lager gehalte droge stof geeft een hogere kans op schimmels en beperkt de houdbaarheid van het voer. Om het gehalte droge stof te verhogen moet het mengvoer eerst worden gedroogd of er moet een zuur worden toegevoegd (Eurofins Agro, sd).

### Koolhydraten

Koolhydraten zijn de belangrijkste bron van energie voor dieren. Daarnaast zijn er in het dierlijk lichaam een aantal koolhydraten met een belangrijke functie, zoals glucose. Zonder glucose kunnen de hersenen van het dier niet functioneren. In figuur 1 worden de koolhydraten verdeeld in een aantal groepen: ruwe celstof, zetmeel, suiker en niet-zetmeel polysacchariden. Het onderscheid tussen ruwe celstof, zetmeel en suikers kan worden gemaakt door de hoeveelheid bindingen die tussen de moleculen aanwezig zijn (Wageningen UR Livestock Research , 2010).

### **Ruwe celstof**

Een cel van een plant bestaat uit een celwand en celinhoud. De celwand bestaat uit structurele koolhydraten en geven structuur en stevigheid aan de plant. Het ruwe celstof gehalte geeft de hoeveelheid celwanden in het voeder aan. Deze bestaat met name uit cellulose. De functie van ruwe celstof in voeders is structuur en verzadiging. Hier zijn dan ook twee meetwaarden voor: de structuurwaarde en de verzadigingswaarde. De structuurwaarde is een afgeleide van het ruwe celstof gehalte. Hoe hoger het ruwe celstof gehalte, hoe hoger de structuurwaarde. Voldoende structuurwaarde zorgt voor een goede darmwerking van het dier. De verzadigingswaarde geeft aan hoe vol het dier zich voelt. De verzadigingswaarde wordt dus hoger als het ruwe celstof gehalte toeneemt. Ruwe celstof is met name te vinden in ruwvoerders, zoals graskuil, snijmaiskuil, hooi en in stro (Eurofins Agro, 2010).

### **Zetmeel**

Zetmeel is een polysacharide en is een erg belangrijke energiebron voor varkens. Zetmeel bestaat uit grote structuren, die door enzymen worden afgebroken. Met name in varkensvoeding komt veel zetmeel voor, omdat granen in verhouding veel zetmeel bevatten. De zetmeelstructuur verschilt per graansoort, wat ook de vertering beïnvloed. Na afbraak wordt het zetmeel in de vorm van glucose opgenomen in het bloed (ABZ diervoeding, 2021). Voor de vertering van zetmeel zijn enzymen nodig die het varken zelf aanmaakt. Deze enzymen worden gevormd uit eiwitten. Hierdoor is het voor bijvoorbeeld jonge biggen lastig om zetmeel te verteren. De biggen zijn dan nog niet in staat om het zetmeel te herkennen en hier een passende hoeveelheid enzymen op aan te maken. Wel is het mogelijk om bij productie van het voedermiddel zetmeel beter opneembaar te maken door het te ontsluiten. Dit kan bijvoorbeeld door het te malen tot meel, door het chemisch te ontsluiten of door het gebruik van reeds ontsloten bronnen zoals broodmeel, havervlokken en bakkerijproducten (ABZ diervoeding, 2021). Zetmeel komt voor in knolgewassen (aardappelen), peulvruchten, granen (tarwe en rijst), graanproducten (brood en pasta), bewerkte levensmiddelen (zoals margarine, koekjes, deegwaren, chocolade, chips, vleesproducten, zuivel en snacks) en in bindmiddel (Voedingscentrum, 2021).

### **Suiker**

Suikers leveren een snelle energiebron. Suikers bevatten de monosachariden en oligosachariden. Monosachariden zijn suikers met drie tot zes koolstofatomen. Oligosachariden zijn alle suikers die meer dan zes koolstofatomen bevatten. Bekende suikers in veevoeding zijn fructose, glucose, sacharose en lactose (McDonald, et al., 2011). Fructose komt met name voor in de vruchten, wortels, stammen, bladeren en zaden van de plant. Glucose is de meest bekende monosacharide. Een voorbeeld van een glucose is zetmeel. Glucose komt met name voor in de zaden, vruchten en wortels van de plant. Sacharose is suiker zoals mensen deze toevoegen aan de voeding. In veevoerders wordt deze doorgaans niet toegevoegd, maar kan hier uiteraard via reststromen wel terecht komen. Lactose is een vorm van suiker aanwezig in melk en vrijwel niet in plantaardige producten (McDonald, et al., 2011).

### **Niet-zetmeel polysachariden**

Behalve zetmeel behoren ook cellulose, chitine, pectine en pentosaan tot de polysachariden. Meestal wordt er verwezen naar polysachariden als glycogeen. Deze moleculen kunnen snel ingezet worden op het moment dat deze nodig zijn, zoals bij inspanning. Glycogeen is de grootste opslagbron van koolhydraten in het lichaam en speelt een enorm belangrijke rol in het metabolisme van het varken (Campbell, et al., 2018)

### **Vetten**

Vetten vormen een belangrijke bron van energie. Daarnaast zijn vetten onmisbaar in de vorm van opslag, het vormen van membranen en als draagvloeistof in enzymatische reacties. Vetten bevatten vele malen meer energie dan koolhydraten. Zo bevatten opgeslagen vetten tot wel zes keer zo veel energie ten opzichte van opgeslagen koolhydraten (McDonald, et al., 2011). De grootste bronnen van vetten zijn zuivel, vetten en oliën en vlees(producten). De meeste verzadigde vetzuren zijn afkomstig van zuivel (33%) gevolgd door vlees(producten)

(19%), voor onverzadigde vetzuren zijn dit vooral de vlees(producten), gevolgd door de vetten en oliën (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, 2016).

Vetten hebben binnen het dierlijk lichaam verschillende functies:

1. Isolatie voor het behouden van een constante lichaamstemperatuur
2. Energieopslag
3. Energievoorziening
4. Vetzuren worden in het lichaam gebruikt als bouwstenen en in afweermechanisme
5. Het vervoeren van in vet oplosbare vitaminen (denk aan vitamine A en vitamine D)
6. Invloed op de smakelijkheid van het vlees. Vet voegt smaak toe aan het vlees.

(McDonald, et al., 2011)

## Eiwitten

Eiwitten komen voor in alle lichaamscellen. Een varken kan niet overleven zonder eiwitten. Voldoende eiwitten in de voeding is enorm belangrijk voor groei, vleesaanzet, melkproductie en ontwikkeling (Campbell, et al., 2018).

Dierlijke eiwitten zitten vooral in vlees, vis, melk, kaas en eieren. Plantaardige eiwitten zitten vooral in brood, graanproducten, peulvruchten en noten (Voedingscentrum, 2021).

Binnen het lichaam van het varken zijn er 8 functies voor eiwitten:

1. Chemische omzettingen: Deze vorm van eiwitten worden enzymen genoemd. De belangrijkste functie hiervan is voedingsstoffen omzetten in energie
2. Afweer: Bescherming tegen ziekten, antilichamen bestaan uit eiwit
3. Opslag: Het opslaan van aminozuren binnen het dier
4. Transport: Transport stoffen uit en in de cel
5. Hormonale regeling: Zorgen voor communicatie tussen cellen
6. Receptoren: De ontvangers van de chemische stimulans, waardoor het lichaam over kan gaan tot actie
7. Structuur: Eiwitten zijn de bouwstenen voor cellen, weefsels en spieren
8. Motorische eiwitten: Eiwitten geven signalen door, bijvoorbeeld voor het samentrekken van spieren (Campbell, et al., 2018)

De eiwitbehoeften van een (vlees)varken wordt uitgedrukt in aminozuurbehoeften. Deze behoeften worden bepaald op basis van diverse factoren; geslacht, leeftijd, genetica, eiwitaanzet capaciteit, gezondheidsstatus, etc. Er zijn ruim 500 aminozuren, waarvan er ongeveer 20 in het varken voor komen. Er kan dus gezegd worden dat het eiwit in een varken opgebouwd is uit 20 aminozuren. Negen van deze aminozuren zijn essentieel, wat wil zeggen dat het varken deze niet zelfstandig kan aanmaken en dus via de voeding dient op te nemen. De namen van deze negen aminozuren zijn; lysine (lys), methionine (met), threonine (thr), tryptofaan (trp), isoleucine (ile), leucine (leu), histidine (his), fenylalanine (phe) en valine (val) (Universiteit Gent, 2014).

In varkensvoeding wordt met name rekening gehouden met de voor varkens belangrijkste essentiële aminozuren. Dit zijn op volgorde:

- Lysine
- Methionine + cystine: hierbij dient minimaal 55% aandeel te zijn in methionine
- Threonine
- Tryptofaan

Lysine is over het algemeen het eerste beperkende aminozuur in voeding voor vleesvarkens. Dit betekent dat wanneer dit aminozuur niet voldoende beschikbaar is, de ontwikkeling van eiwit (oftewel eiwitsynthese) stopt. Eiwitsynthese is verantwoordelijk voor de spier-, weefsel-, en botstructuur. Als dit aminozuur te laag is dan is het dier dus niet verder in staat om te groeien, ontwikkelen of produceren. Hierdoor wordt er doorgaans gerekend vanuit de lysine behoefte (Bikker & Peet - Schwering, 2018).



Er bestaan ontzettend veel soorten eiwitten. Deze eiwitten zijn niet allemaal even goed/snel verteerbaar, omdat de enzymen en verteringssappen er niet bij kunnen komen. Dit betekent dat er dus een verschil zit in hoe goed het eiwit te verteren is. Deze verteerbaarheid is te onderscheiden in gestandaardiseerde darmverteerbaarheid (SID) en schijnbare darmverteerbaarheid (AID) (ABZ Diervoeding, 2018). Gestandaardiseerd betekent dat de hele batch hetzelfde is en schijnbaar betekent dat men een monster neemt en op basis daarvan een aanname doet voor de hele batch. Darm verteerbare aminozuren zijn de aminozuren die op darmniveau beschikbaar zijn voor gebruik voor onderhoud, groei en productie (Eurofins, 2016).

## Energiewaarde

In de varkensvoeding wordt vaak de term energiewaarde (EW) gebruikt. Hierbij wordt behoefte en aanbod aangeduid met een EW-waarde. Deze energiewaarde is geteld per kilogram product. Voedingsstoffen bevatten energie die vrijkomt bij de verbranding in het varken. Hierbij leveren vet, eiwit en koolhydraten energie op. Vet levert de meeste energie met 39,7 KJ per gram, daarna eiwit met 23,8 KJ per gram en koolhydraten leveren 17,9KJ per gram (Wageningen UR Livestock Research , 2010). Door de energie die vrijkomt uit vet, eiwit en koolhydraten bij elkaar op te tellen, is bekend hoeveel energie het product levert. Dit wordt dan ook wel de energiewaarde (EW) genoemd (Heuvelmans, 2021).

## Fosfor en calcium

Fosfor en Calcium zijn belangrijke mineralen voor het varken. Fosfor en calcium ondersteunen onder andere de botopbouw, de energiestofwisseling en de melkproductie (tabel 1). Wanneer varkens niet voldoende van deze mineralen binnen krijgen, kan dat zorgen voor gebreken zoals: verminderde voeropname, beengebreeken en groei problemen. Fosfor verkregen uit plantaardige grondstoffen bestaat voor een derde uit anorganisch fosfor. Anorganische fosfor kunnen varkens goed verteren. Twee derde is organisch gebonden fosfor, dit deel is gebonden in fytate/fytinezuur. Met het enzym fytase kan de fosfor in het fytinezuur vrijgemaakt worden. Varkens produceren geen fytase, dit enzym komt wel voor in granen en graanbijproducten. Vaak wordt microbiel geproduceerde fytase toegevoegd aan het voer (Wageningen UR Livestock Research, 2012).

Tabel 1 Fosfor en calcium (BRON: Wageningen UR Livestock Research, 2012)

Mineraal	Belangrijkste functie	Gebrek verschijnselen
Calcium/fosfor (Ca/p)	Botopbouw en gebit Energiestofwisseling Melkproductie Onderdeel van lichaamseiwit en hormonen	Beengebreeken Verminderde voeropname Groeï problemen

## Mineralen en sporelementen

Mineralen en sporelementen zijn een essentieel onderdeel van varkensvoerders. Een tekort aan bepaalde mineralen kan resulteren in gebrek verschijnselen. Mineralen worden onderverdeeld in macro-elementen en micro-elementen. Macro- en micro-elementen worden onderverdeeld afhankelijk van de hoeveelheid mineralen die in het voeder voorkomen en de behoeftes van het dier. Mineralen worden weergegeven in gram per kilo (g/Kg) en sporelementen in milligram per kilo (Mg/Kg). Mineralen en sporelementen dragen beide bij aan de stofwisseling van het dier. Mineralen dragen niet alleen bij aan de stofwisseling maar ook aan de opbouw en de structuur van lichaamsweefsel. Verstoringen in het dier, zoals bijvoorbeeld verminderde voeropname en groei, is pas zichtbaar wanneer het dier voor een langere periode te veel of te weinig mineralen opneemt (Wageningen UR Livestock Research, 2012).

De behoeftes aan mineralen zijn afhankelijk van factoren zoals: productieniveau, fysiologische status, etc. (Wageningen UR Livestock Research, 2012). In tabel 2 en 3 zijn de belangrijkste mineralen en spoorelementen in de voeding van varkens weergegeven. In deze tabellen is af te lezen wat de belangrijkste functies zijn van het mineraal en de gebrek verschijnselen wanneer dit mineraal niet voldoende verstrekt wordt.

Tabel 2 Spoorelementen (BRON: Wageningen UR Livestock Research, 2012)

Spoorelement	Belangrijkste functies	Gebrek verschijnselen
<b>Ijzer (Fe)</b>	Bloedhemoglobine Zuurstoftransport	Verminderde voeropname en groei Ruw haarkleed en ruwe huid Moeizame ademhaling Bloedarmoede/bleekheid
<b>Jodium (I)</b>	Schildklierhormoon (T3/T4) Voortplanting	Vergrote schildklier Niet levensvatbare en zwakke biggen Verlengd werpproces
<b>Mangaan (Mn)</b>	Enzysystemen Voortplanting Stofwisselingsenzymen	Beengebrecen Verhoogde vetaanzet Zwakke biggen bij geboorte Verminderde melkproductie Onregelmatige oestrus
<b>Selenium (Se)</b>	Groei, weerstand en vruchtbaarheid Anti-oxidatieve werking in samenwerking met vitamine E Energiestofwisseling	Verminderde melkproductie Kleine tomen met zwakke biggen Verlengd werpproces Moerbeihartziekte Lagere spermaproductie en kwaliteit Maagzweren Spierdegeneratie

Tabel 3 Mineralen (BRON: Wageningen UR Livestock Research, 2012)

Mineralen	Belangrijkste functies	Gebrek verschijnselen
<b>Magnesium (Mg)</b>	Botopbouw Zenuwstelsel, prikkeloverdracht	Prikkelbaar, agressief Beenzwakte Verstoorde voortbeweging
<b>Natrium (Na)</b>	Waterhuishouding Hartfunctie Zenuwstelsel Transport door celmembraan	Verminderde voeropname en groei Verlaagde melkproductie Uitdroging
<b>Chloor (Cl)</b>	Waterhuishouding Bouwstof van bloed Transport door celmembraan	Verminderde voeropname en groei Ruwe huid en ruw haarkleed
<b>Kalium (K)</b>	Transport door celmembraan Waterhuishouding	Verminderde voeropname Ruwe huid Lusteloosheid

## Contaminaties

Het is ook van belang om te kijken naar wat er niet in de voer-ingrediënten moet zitten. De ingrediënten moeten veilig zijn om zo te voorkomen dat het dier ziek wordt. Voederveiligheid is een randvoorwaarde voor voedselveiligheid en menselijke gezondheid, evenals een noodzaak voor diergezondheid en dierenwelzijn. Een contaminant is een stof die niet opzettelijk aan voedsel/diervoeder wordt toegevoegd, maar in voedsel aanwezig is als resultaat van productie, fabricage, verwerking, bereiding, behandeling, verpakking, transport of opslag van dergelijk voedsel of als gevolg van milieuverontreiniging. De term giftige of anti-voedingsfactor wordt vaak gebruikt wanneer wordt verwezen naar die stoffen die in voedingsmiddelen/diervoeders worden aangetroffen en die een schadelijk effect hebben op de opname door mens of dier. In het algemeen houdt de term in dat stoffen die dodelijk zijn boven een bepaald niveau van inname en bij langdurige inname nadelige reacties veroorzaken. Er zijn drie soorten contaminaties bekend in diervoeder (fysiek, chemisch en biologisch), deze zijn schematisch weergegeven in tabel 4. Ook zijn er een aantal voorbeelden gegeven (Negash, 2018).

Tabel 4 Contaminaties in diervoeder (BRON: Negash, 2018)

Contaminaties		
Fysiek	Chemisch	Biologisch
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vreemde objecten (haar, stenen, bouten, etc.)</li> <li>▪ Insecten</li> <li>▪ Uitwerpselen van o.a. ongedierte</li> <li>▪ Onkruid</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pesticiden</li> <li>▪ Drugs/antibiotica</li> <li>▪ Zware metalen</li> <li>▪ Milieuverontreiniging</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mycotoxinen</li> <li>▪ Pathogene micro-organismen</li> <li>▪ Hormonen</li> <li>▪ Allergenen</li> <li>▪ Schimmels en gisten</li> </ul>

## Bijlage B – Vochtrijke bijproducten uit de voedingsmiddelenindustrie

### Aardappelproducten

- Aardappel persvezel – bijproduct uit aardappelzetmeel winning.
- Aardappel stoomschillen – bijproduct afkomstig van het schilproces.
- Aardappel snippers – bijproduct uit het snijden of door het afkeuren van een product.
- Aardappelvoerzetmeel – Bijproduct uit het proceswater dat gebruikt wordt bij het snijden en schillen van de aardappels.
- Ontsloten aardappelvoerzoetmeel – Gekookt aardappelvoerzetmeel, waardoor het enzymatisch verteerd kan worden door het varken.
- Aardappelgranulaat/vlokken – bijproduct bij de productie van droge aardappelproducten.
- Voorgebakken aardappelproduct – bijproduct uit de start en afdraai van de productielijn, deze producten komen de keuring niet door.
- Aardappelchips – bijproducten uit afgekeurde chips die niet voldoen aan de vorm.
- Aardappelpuree – bijproducten uit de productie van puree.

### Tarweproducten

- Tarwezetmeel – bijproduct uit de tarweverwerking voor humane voeding.
- Glucosestroop – bijproduct uit raffinage van glucose uit tarwezetmeel.

### Suikerproducten

- Cichoreipulp – bijproduct uit de bereiding van inuline uit cichoreiwortel.
- Bietenperspulp – bijproduct uit het proces van suikerwinning uit suikerbieten.

### Gerstproducten

- Bierbostel/persbostel – bijproduct van gerstdoppen uit de bierproductie.
- Biergist – bijproduct van gistcellen uit de bierproductie.
- Biergistconcentraat – ingedikt bijproduct uit de smaakstoffen winning van biergist.
- Eiwitcoagulaat – bijproduct uit de bierproductie
- Voerbier – partijen bier die niet meer geschikt zijn voor menselijke consumptie.

### Fermentatieproducten

- Tarwegistconcentraat – bijproduct uit de graan alcoholproductie.
- Gistcelwanden – bijproduct uit gistextracten voor het maken van smaakstoffen in soepen en sauzen.
- Mycelium – bijproduct uit de productie van organische zuren als citroenzuur.

### Maisproducten

- Maisgluten – bijproduct uit de zetmeelwinning uit mais.
- Maisweekwater – bijproduct uit de zetmeelwinning van mais, het spoelwater.

### Zuivelproducten

- Kwarkwei – bijproduct uit productie van kwark. Het weiwater dat vrijkomt.
- Perswei – bijproduct uit de productie van kaas. Het weiwater dat vrijkomt.
- Voerwei – bijproduct uit de verwerking van perswei. Hierbij komen resten vrij.
- Voor(wei)concentraat – bijproduct uit de verwerking van melkproducten als melkeiwit en melksuiker. Dit is een ingedikt product.
- Yoghurtvla/retourpap/voermelk – bijproducten en restpartijen die vrijkomen in de productie van yoghurt, vla, pap en melk.

### **Overige producten**

- Appelpulp – bijproduct uit verwerking van appels tot appelmoes en appelsap.
- Erwteneiwit – bijproduct uit de zetmeelwinning uit erwten.
- Erwtенpersvezel – bijproduct uit de zetmeelwinning uit erwten.
- Erwtенcreme – een mengsel van erwteneiwit en erwtенpersvezel.
- Mosterdzaadverwerking – bijproduct uit de smaakstofwinning uit mosterdzaad.
- Sojadrank – bijproduct uit de verwerking van sojabonen. Het spoelwater dat vrijkomt.
- Sojapasta – bijproduct uit de verwerking van soja tot sojaproducten.
- Uienpulp – bijproduct uit de verwerking van uien voor menselijke consumptie.
- Uiensap – bijproduct van de destillatie van uien om smaakstoffen te produceren.
- Wortelstoomschillen – bijproducten uit de verwerking van wortelen in de conserven industrie.

Alle gevoerde bijproducten hebben een plantaardige oorsprong afkomstig uit de levensmiddelenindustrie. Door de hoge kwaliteitseisen die worden gesteld aan humane voeding zijn deze stromen van topkwaliteit. Door het gebruiken van deze stromen worden alle voedingsstoffen uit de plant optimaal gebruikt. Daarnaast hebben deze stromen een aantrekkelijke prijs in vergelijking tot andere veevoedergrondstoffen zoals granen (Duynie Feed, 2021).

## Bijlage C – Hoeveelheden bijproducten uit de voedingsmiddelenindustrie

Tabel 5; bijproducten voedingsmiddelenindustrie, bron: (OPNV, 2020)

Product	Hoeveelheid (ton)	DS (%)	DS (ton)	Aandeel naar varkens
Tarwezetmeel	805.000	22%	177.100	100%
Bierbostel	645.000	23%	7.418	5%
Vers maisglutenvoer/maisweekwater	150.000	41%	6.150	10%
Biergist en voerbier	30.000	11,50%	3.450	100%
Aardappelpersvezel	230.000	16,50%	0	0%
Aardappelstoomschillen	615.000	12%	66.420	90%
Aardappelsnippers	80.000	21,80%	0	0%
Voorgebakken aardappelproduct	40.000	33,20%	13.280	100%
Aardappelzetmeel	52.500	19,70%	8.274	80%
Overige aardappelproducten	32.500	26,70%	4.339	50%
Bietenperspulp	710.000	26%	0	0%
Chicoreipulp	30.000	26,20%	0	0%
Wei/melkproducten	590.000	6,90%	40.710	100%
Tarwegistconcentraat	645.000	26,60%	111.521	65%
Overige fermentatie producten	17.500	28,80%	2.520	50%
Graanenergieproducten	12.000	32,40%	3.888	100%
Erwten producten	60.000	23,40%	8.424	60%
Sojaproducten	33.000	15,20%	2.508	50%
Producten van groente, fruit en sap bereiding/verwerking	135.000	14,90%	8.046	40%
Dranken en overig	12.500	25,70%	3.213	100%
<b>Totaal</b>	<b>4.950.000</b>		<b>467.259</b>	

## Bijlage D – Reststromen verwerkt in biomassacentrales

Tabel 6: Reststromen verwerkt in biomassacentrales, bron: (Schulze, Holstein, & Vlap, 2017)

Productgroep	Product	Geschikt	Waarom?
<b>VGI*</b>	Aardappel restproducten	Ja	Bevat veel koolhydraten met name in de vorm van zetmeel
	Oliezadenschroot	Ja	Bevat veel vetten
	Bierborstel	Ja	Bevat veel eiwitten en vezels
	Diermeel	Ja	Bevat veel eiwitten en mineralen
	Visafval	Ja	Bevat veel vetten
	Zetmeel	Ja	Bevat veel koolhydraten
	Suikerbietreststromen	Ja	Bevat veel vezels
<b>Aquatische biomassa</b>	Waterplanten	Ja	Eiwitten, ijzer, mineralen en vitamine
	Micro-algen	Ja	Eiwitten, ijzer, mineralen en vitamine
	Macro-algen	Ja	Eiwitten, ijzer, mineralen en vitamine
	Zeewier	Ja	Eiwitten, ijzer, mineralen en vitamine
<b>GFT-ONF**</b>	Etensresten	Ja	
	Schillen	Ja	
<b>Energieteelt</b>	Mais	Ja	Bevat veel koolhydraten in de vorm van zetmeel, vezels
	Koolzaad	Ja	Bevat veel vetten
	Miscanthus	Ja	Bevat vezels
	Graan	Ja	Bevat veel koolhydraten, eiwitten en vezels
<b>Afvalhout</b>	Papier residuen	Ja	Bevat cellulose en hemicellulose

\*Voedings- en genotmiddelenindustrie

\*\*Groente-, Fruit- en Tuinafval & Organische Natte Fractie

Bron: (Schulze, Holstein, & Vlap, 2017)

## Bijlage E – Totale hoeveelheid reststromen uit restaurants

Tabel 7: Reststromen uit restaurants (Orbisk, 2020)

Product	Hoeveelheid (ton)	DS (%)	DS (ton)
Pasta en rijst	3.334	87%	2900
Kaas	626	45%	282
Vlees	2.692	25%	673
Belegde broodjes	3.639	65%	2366
Aardappelen	4.921	24%	1181
Sappen en dranken	401		0
Sauzen	6.302	73%	4600
Fruit	2.470	17%	420
Zuivel	933	18%	168
Groenten	8.398	8%	672
Eieren	1.334	25%	334
Snoep	1.111	85%	944
Soep	1.530	5%	76
Broodbeleg	2.227		0
Snijresten groenten	13.204	8%	1056
Brood	5.701	65%	3705
Gemalen voedselresten (puree)	11.073		0
Snacks	1.067	85%	907
Salades	5.862	6%	352
Vis	1.097	25%	274
Overig	3.962		0
<b>Totaal</b>	<b>81.883</b>		<b>20.910</b>



## Bijlage F – Beschikbare reststromen uit de catering

Tabel: 8 Reststromen uit de catering, bron: (Soethoudt, 2012)

Product	Hoeveelheid (ton)	DS (%)	DS (ton)
Saladebar met dressing	652	6%	39,12
Saladebar zonder dressing	409	6%	24,54
Salade op broodje (AFG)	69	6%	4,14
Warme maaltijd (AFG)	66		0
Fruitsalade	55	17%	9,35
Vers fruit	45	17%	7,65
In schaalte zonder dressing	20	17%	3,4
Koude snack	6	17%	1,02
In schaalte met dressing	0		0
Brood	332	65%	215,8
Afgebakken brood	161	65%	104,65
Belegde broodjes	161	65%	104,65
Afgebakken brood bakker	43	65%	27,95
Zelf afgebakken brood	39	65%	25,35
Afgebakken brood bakker	20	65%	13
Anders (brood)	0		0
Grote pan soep zelfbediening	1791	5%	89,55
Soep in kommetjes	91	5%	4,55
Vis	0		0
Gebakken vis	12	25%	3
Vis op broodje	11	65%	7,15
K&K koude vis	3	25%	0,75
Anders (vissnacks)	0		0
Vleessnacks	144	20%	28,8
Vleeswaren onverpakt los	93	20%	18,6
Vleeswaren verpakt	44	10%	4,4
Vlees op broodje	34	65%	22,1
Soepvlees	29	20%	5,8
Vlees warme maaltijd	22	20%	4,4

Saladevlees	5	20%	1
Anders (vlees)	0		0
Melk in kan	417	6,90%	28,77
Gekookte eieren	128	18%	23,04
Zuiveldrank	100	6,90%	6,9
Melk in dispenser	60	6,90%	4,14
Margarine en boterkuipjes	50	18%	9
Melk voorverpakt	49	7%	3,38
Voorverpakt dessert	48	23%	11,04
Zelfgemaakt dessert	35	23%	8,05
Kaas	19	45%	8,55
Snack met zuivel	9		0
Kaas op broodje	8	65%	5,2
Gebakken eieren	6	18%	1,08
Kaas voorverpakt	1	45%	0,45
Anders (zuivel)	0		0
<b>Totaal</b>	<b>5.287</b>		<b>880</b>

## Bijlage G – Rantsoenbehoeften per diercategorie

Tabel 9 Geadviseerde fosfor- en calciumgehaltenes in g/EW voor gespeende biggen (CBV, 2020)

Geadviseerde fosfor- en calciumgehaltenes in g/EW		
Lichaamsgewicht	7-11 kg	11-25 kg
Fosfor (StavP)	3,2	3,4
Calcium (Ca)	8,0	9,5

Tabel 10 Geadviseerde gehalten aan eiwit/aminozuren voor biggen van 8 tot 25 kg uitgedrukt in % van Lysine uitgedrukt in gestandaardiseerde verteerbaarheid (SID) en schijnbare verteerbaarheid (AID) (Universiteit Gent, 2014)

Aminozuren	SID	AID
Lys	100	100
Met + Cys	60	59
Thr	65	62
Trp	22	21,5
Val	70	68
Ile	53	51
Leu	100	99
His	32	31
Phe + Tyr	95	93

Tabel 11 Geadviseerde energiegift voor drachtige zeugen in EW per dag uitgaande van een constante maternale groei tijdens de dracht (CVB, 2012)

Dagen dracht	Energiewaarde (EW) per dag				
	Worp 1	Worp 2	Worp 3	Worp 4	Worp 5 en >
0-27	2,3	2,45	2,48	2,56	2,6
28-55	2,46	2,62	2,64	2,71	2,74
56-83	2,73	2,9	2,91	2,97	2,99
84-97	2,96	3,15	3,16	3,2	3,22
98-115	3,12	3,32	3,32	3,36	3,37
Totaal EW	305	324	326	333	336

Tabel 12 Geadviseerde energiegift voor lacterende zeugen in EW per dag bij een lactatieduur van 28 dagen en een toomgroei van 2,5 kg/d en 3,0 kg/d (CBV, 2020)

Energiewaarde (EW) per dag										
Worp	1		2		3		4		5 en >	
Toomgroei (kg/dag)	2,5	3,0	2,5	3,0	2,5	3,0	2,5	3,0	2,5	3,0
<b>Dagen lactatie</b>										
<b>1-7</b>	4,40	5,18	4,84	5,61	5,17	5,94	5,27	6,04	5,56	6,33
<b>8-14</b>	5,97	7,11	6,39	7,52	6,73	7,86	6,84	7,96	7,14	8,26
<b>15-21</b>	6,46	7,69	6,89	8,10	7,23	8,45	7,34	8,55	7,65	8,86
<b>22-28</b>	6,22	7,36	6,66	7,79	7,02	8,14	7,12	8,25	7,44	8,57
<b>1-28</b>	5,76	6,84	6,19	7,25	6,54	7,59	6,64	7,70	6,95	8,00

Tabel 13 Energiebehoefte voor opfokzeugen in EW per dag (CBV, 2020)

Energiebehoefte opfokzeugen		
Dagen na opleggen	Gewicht (kg)	EW (per dag)
0	25	1,22
7	29	1,40
14	34	1,62
21	39	1,83
28	44	2,02
35	49	2,19
42	55	2,34
49	61	2,40
56	67	2,52
63	73	2,62
70	79	2,70
77	85	2,77
84	91	2,81
91	97	2,88
98	102	2,92
105	108	2,84
112	114	2,91
119	119	2,93

126	124	2,96
133	129	2,97
140	134	2,98
147	139	2,49
154	143	3,00
161	147	3,01
169	151	3,02
175	155	3,02
182	159	3,02
189	162	3,03

Tabel 14 Behoeftes aan StaVP, StaVCa en Ca in voeders voor opfokzeugen (CBV, 2020)

Behoeftes Fosfor Calcium in g/EW Opfokzeugen				
Lichaamsgewicht	25-55 Kg	55-102 Kg	102-155 Kg	155-162 Kg
StaVP	2,8	2,4	2	2
StaVCa	4,4	3,8	3,2	3,2
Ca	7,6	6,5	5,6	5,6

Tabel 15 Behoeftes aan StaVP, StaVCa en Ca in voeders voor dragende zeugen (CBV, 2020)

Behoeftes Fosfor Calcium in g/EW Dragende zeugen		
Aantal dagen drachtig	0-70 dagen drachtig	70-115 dagen drachtig
StaVP	1,8	2,4
StaVCa	2,7	3,9
Ca	5,4	7,8

Tabel 16 Behoeftes aan StaVP, StaVCa en Ca in voeders voor lacterende zeugen (CBV, 2020)

Behoeftes Fosfor Calcium in g/EW Lacterende zeugen	
StaVP	2,8
StaVCa	4,2
Ca	8,4

Tabel 17 Geadviseerde verhoudingen aan gestandaardiseerde darmverteerbare aminozuren (SID) ten opzichte van SID Lysine en daarbij horende SID gehalten weergegeven bij verstrekking van één zeugenvoer dracht en één lactatiezeugenvoer (CBV, 2020)

Aminozuur	Verhouding van de SID		Gehalte aan SID aminozuur (g/EW 2015)	
	aminozuurbehoefte t.o.v. SID Lysine		Zeugenvoer dracht	Lacto zeugenvoer
Lysine	100	100	4,85	8
Methionine + cystine	68	60	3,3	4,8
Threonine	75	63	3,64	5,04
Tryptofaan	19	19	0,92	1,52
Isoleucine	65	58	3,15	4,64
Valine	78	82	3,78	6,56
Leucine	102	114	4,95	9,12
Histidine	32	38	1,55	3,04
Phenylalanine	61	56	2,96	4,48

Tabel 18 Energiebehoefte in EW per dag voor zeugen vanaf 25 kilogram lichaamsgewicht (CBV, 2020)

Energiebehoefte zeugen vanaf 25 kg		
Dag	Gewicht (kg)	EW (per dag)
1	25	1,35
8	29,5	1,52
15	34,4	1,68
22	39,7	1,84
29	45,3	1,99
36	51,2	2,12
43	57,3	2,24
50	63,5	2,35
57	69,8	2,46
64	76,2	2,55
71	82,6	2,63
78	89	2,7
85	95,3	2,75

92	101,5	2,81
99	107,6	2,85
106	113,5	2,88
113	119,2	
Groei (g/dag)		841
EW2015 opname/dag		2,29
EW2015-conversie		2,72

Tabel 19 Energiebehoeften in EW per dag voor borgen vanaf 25 kilogram lichaamsgewicht (CBV, 2020)

Energiebehoefte borgen vanaf 25 kg		
Dag	Gewicht (kg)	EW (per dag)
1	25	1,4
8	29,8	1,57
15	35	1,75
22	40,5	1,9
29	46,3	2,05
36	52,3	2,19
43	58,5	2,3
50	64,7	2,41
57	71	2,5
64	77,3	2,57
71	83,5	2,64
78	89,6	2,71
85	95,5	2,75
92	101,3	2,79
99	106,9	2,83
106	112,3	2,86
113	117,6	
Groei (g/dag)		826
EW2015 opname/dag		2,32
EW2015-conversie		2,82

Tabel 20 Energiebehoefte in EW per dag voor beren vanaf 25 kilogram lichaamsgewicht (CBV, 2020)

Energiebehoefte beren vanaf 25 kg		
Dag	Gewicht (kg)	EW (per dag)
1	25	1,29
8	29,6	1,45
15	34,6	1,62
22	40	1,76
29	45,7	1,9
36	51,7	2,04
43	58	2,16
50	64,4	2,27
57	70,9	2,37
64	77,5	2,44
71	84,1	2,52
78	90,7	2,59
85	97,2	2,64
92	103,6	2,68
99	109,9	2,72
106	116	2,75
113	122	
Groei (g/dag)		869
EW2015 opname/dag		2,19
EW2015-conversie		2,52

Tabel 21 Behoeftte aan StaVP, StaVCa en Ca in voeders voor vleesvarkens (CBV, 2020)

Behoeftte Fosfor Calcium in g/EW Vleesvarkens			
Lichaamsgewicht	25-50 Kg	50-80 Kg	80-120 Kg
StaVP	2,8	2,2	2
StaVCa	4,4	3,5	3,2
Ca	7,6	6	5,5



Tabel 22 Geadviseerde gehalten aan gestandaardiseerde darm verteerbare (SID) aminozuren (g/EW 2015) in voeders voor vleesvarkens (beren) weergegeven. De verhoudingsgetallen ten opzichte van Lysine zijn tussen haakjes weergegeven (CBV, 2020)

Vleesvarkens (beren) (in gram SID aminozuur/EW 2015)			
Versterkte voersoort per gewichtstraject			
	Startvoer	Tussenvoer	Eindvoer
Aminozuur	(25-50 kg)	(50-80 kg)	(80-120 kg)
Lysine	9,1 (100)	8,0 (100)	7,1 (100)
Methionine + cystine	5,5 (60)	4,9 (61)	4,4 (62)
Threonine	6,0 (66)	5,4 (67)	4,8 (68)
Tryptofaan	1,8 (20)	1,6 (20)	1,4 (20)
Isoleucine	4,8 (53)	4,2 (53)	3,8 (53)
Valine	6,1 (67)	5,4 (67)	4,8 (67)
Leucine	9,1 (100)	8,0 (100)	7,1 (100)
Histidine	2,9 (32)	2,6 (32)	2,3 (32)
Phenylalanine + tyrosine	8,6 (95)	7,6 (95)	6,8 (95)

Tabel 23 Geadviseerde gehalten aan gestandaardiseerde darm verteerbare (SID) aminozuren (g/EW 2015) in voeders voor vleesvarkens (borgen) weergegeven. De verhoudingsgetallen ten opzichte van Lysine zijn tussen haakjes weergegeven (CBV, 2020)

Vleesvarkens (borgen) (in gram SID aminozuur/EW 2015)			
Versterkte voersoort per gewichtstraject			
	Startvoer	Tussenvoer	Eindvoer
Aminozuur	(25-50 kg)	(50-80 kg)	(80-120 kg)
Lysine	8,7 (100)	7,5 (100)	6,1 (100)
Methionine + cystine	5,2 (60)	4,6 (61)	3,8 (62)
Threonine	5,7 (66)	5,0 (67)	4,2 (68)
Tryptofaan	1,7 (20)	1,5 (20)	1,2 (20)
Isoleucine	4,6 (53)	4,0 (53)	3,2 (53)
Valine	5,8 (67)	5,0 (67)	4,1 (67)
Leucine	8,7 (100)	7,5 (100)	6,1 (100)
Histidine	2,8 (32)	2,4 (32)	2,0 (32)
Phenylalanine + tyrosine	8,3 (95)	7,1 (95)	5,8 (95)

Tabel 24 Geadviseerde gehalten aan gestandaardiseerde darm verteerbare (SID) aminozuren (g/EW 2015) in voeders voor vleesvarkens (zeugen) weergegeven. De verhoudingsgetallen ten opzichte van Lysine zijn tussen haakjes weergegeven (CBV, 2020)

Vleesvarkens (zeugen) (in gram SID aminozuur/EW 2015)			
Versterkte voersoort per gewichtstraject			
	Startvoer	Tussenvoer	Eindvoer
Aminozuur	(25-50 kg)	(50-80 kg)	(80-120 kg)
Lysine	8,7 (100)	7,5 (100)	6,4 (100)
Methionine + cystine	5,2 (60)	4,6 (61)	4,0 (62)
Threonine	5,7 (66)	5,0 (67)	4,4 (68)
Tryptofaan	1,7 (20)	1,5 (20)	1,3 (20)
Isoleucine	4,6 (53)	4,0 (53)	3,4 (53)
Valine	5,8 (67)	5,0 (67)	4,3 (67)
Leucine	8,7 (100)	7,5 (100)	6,4 (100)
Histidine	2,8 (32)	2,4 (32)	2,1 (32)
Phenylalanine + tyrosine	8,3 (95)	7,1 (95)	6,1 (95)

Tabel 25 Behoeftes aan mineralen in varkensvoeders (g/kg) (CBV, 2020)

Behoeftes aan mineralen voeders (g/Kg)				
G/Kg	Magnesium (Mg)	Natrium (Na)	Chloor (Cl)	Kalium (K)
Biggen 5-10 kg	1,1	2,4	3,2	3,3
Biggen 11-25 Kg	1,1	2,4	3,2	2,9
Vleesvarkens 25-50 Kg	1,1	1,1	1,1	2,5
Vleesvarkens 50-75 kg	1,1	1,1	1,1	2,1
Vleesvarkens 75-135 Kg	1,1	1,1	1,1	1,9
Drachtige zeugen	1,4	1,6	1,3	1,4
Lacterende zeugen	1,8	2,2	2,7	2,9

Tabel 26 Behoeftte aan spoorelementen in varkensvoerders (mg/kg) (CBV, 2020)

Behoeftte aan spoorelementen in voeders (mg/kg)				
Mg/Kg	IJzer (Fe)	Jodium (I)	Mangaan (Mn)	Selenium (Se)
Biggen 5-10 kg	110	0,15	22	0,28
Biggen 11-25 Kg	110	0,15	22	0,24
Vleesvarkens 25-50 Kg	60	0,15	22	0,2
Vleesvarkens 50-75 kg	55	0,15	22	0,16
Vleesvarkens 75-135 Kg	50	0,15	22	0,16
Drachtige zeugen	90	0,58	26	0,16
Lacterende zeugen	90	1,5	26	0,17

## Bijlage H – Interviewverslag Harmke Schellekens

### Gegevens interview

Datum: 31 maart 2021

Tijdstip: 10.00 uur – 11.00 uur

Geïnterviewde: Harmke Schellekens

Functie geïnterviewde: Education officer ORL-groep. Harmke Schellekens richt zich op het optimaliseren van verschillende interne processen binnen de WUR en is betrokken bij het onderzoek van de ORL-groep.

Interviewer: Gijs Adriaans

Notulist: Marthe Douma

Aanwezig bij interview: Gijs Adriaans, Marthe Douma, Daphne Vliegen en Sandra Koolen

### Resultaten interview

#### **Vraag: Hoe kijkt u aan tegen het hergebruiken van reststromen in veevoerders?**

*Antwoord: “Het hergebruiken van reststromen is belangrijk. Op dit moment draait het om circulariteit, circulariteit is niet altijd duurzaam. Reststromen moeten zo hoog mogelijk gewaardeerd worden (volgens de ladder van Lansing). Veevoer staat op een vrij hoge plek in deze piramide daarom is het hergebruiken van reststromen voor veevoer in principe een goed idee. Het is belangrijk om een aantal punten in gedachte te houden. Wanneer bijvoorbeeld GFT afval door verhitting verwerkt zou kunnen worden in veevoer komen daar kosten bij kijken, is de consument wel bereid te betalen voor vlees van dieren gevoerd op circulaire veevoeding? Ook is het goed om te kijken naar de ontwikkelingen in de retail sector. De bevolking wordt gestimuleerd minder voedsel te verspillen is in de toekomst dan wel plek voor circulair veevoer?”*

#### **Vraag: Wij hebben begrepen dat u onderzoek gedaan heeft naar de reststromen van de Albert Heijn. Uiteraard begrijpen wij dat u geen gegevens van de Albert Heijn mag vrijgeven, echter zijn wij benieuwd naar wat uw aanpak is geweest voor het verzamelen van deze gegevens.**

*Antwoord: “Bij de Albert Heijn gaan de producten die uit de schappen gehaald worden naar een afvalverwerking centrum. De producten worden op een centraal punt verzameld. Exacte gegevens zijn niet nodig, via vuistregels kan je ongeveer uitrekenen hoeveel reststromen supermarkten hebben.*

*Harmke laat zien dat zij een formule heeft opgesteld om een inschatting te maken van de reststromen uit de supermarkt. Deze is als volgt:”*

#### 5.3 Potential realizations, based on retailers' waste flows

This section shows potential realization of fattening pigs fed on retailer's waste flows. First, potential realizations are approximated using the waste flows of all supermarkets in the Netherlands, relying on parameter values as found in RIVM (2017), Parodi et al. (2018), Southoudt & Vollebregt (2019), Rabobank (2019), and Vollebregt (2020).

Second, these approximated values are compared to the outcomes arrived at via empirical data reported on total food waste flows from Albert Heijn<sup>28</sup>. Then, it quantifies potential realizations of fattening pigs. Note that in these models, factors related to the financial viability of the respective recycling network have not been considered.

#### Quantification of retailer's waste flows

##### Generic model

$p$	:	Average food produced per person per day (kg)
$f$	:	Average food intake per person per day (kg)
$h$	:	Number of inhabitants in the Netherlands
$m$	:	Share of food purchases from supermarket channel
$r$	:	Rate of total food waste in food chain
$s$	:	Sub-rate: share of food waste until and including processing stage
$Z$	:	Yearly food waste of NL supermarkets in tonnes (kg)

$$p = \frac{1}{2} f$$

$$Z = \frac{365hm(p - (srp))}{1000}$$

**Vraag: Wat waren de grootste uitdagingen in uw onderzoek?**

*“Antwoord: Logistiek is een grote uitdaging bij het verwerken van reststromen. Wanneer de reststromen uit de supermarkt naar bijvoorbeeld een bedrijf als Nijsen company zouden gaan, wie gaat deze reststromen dan uitpakken en scheiden? Wat is precies nodig om een supermarkt mee te laten denken in dit verhaal? Hoe kunnen deze reststromen op transport gezet worden? Hier is geld voor nodig, voor wat hoort wat.”*

**Vraag: Heeft u misschien nog tips/ contacten voor ons?**

*Antwoord: “Nadenken over de volgende punten: De primaire taak van supermarkten is om producten te verkopen. Dit kan alleen veranderen wanneer de consument in actie komt en andere eisen stelt (duurzamer, etc). Wanneer het circulaire vlees in de schappen ligt zouden de consumenten het dan kopen? Misschien eerst nog marketingonderzoek nodig. Hoe zou Nijsen company met de reststromen omgaan als de supermarkt zou zeggen “kom het afval maar ophalen” zou het dan verwerkt kunnen worden tot veevoer? Is dat überhaupt haalbaar wanneer gedacht wordt aan logistiek en bijvoorbeeld het uitpakken en scheiden van producten?”*

**Belangrijkste resultaten van het interview**

1. Formule gegeven om met vuistregels de reststromen uit supermarkt te kwantificeren.
2. De totale reststromen uit de supermarkten in NL is 270.000 ton. 270.000 ton is in deze context niet veel. Zijn deze reststromen het wel waard om achteraan te gaan, is het daadwerkelijk duurzaam?
3. Zijn consumenten wel bereid om meer te betalen voor vlees van circulaire veevoeding?

## Bijlage I – Interviewverslag Marijke Schop

### Gegevens interview:

Datum interview: 1 april 2021

Tijdstip interview: 09.00 uur – 10.00 uur

Geïnterviewde: Marijke Schop

Functie geïnterviewde: Onderzoekster Wageningen – vee in circulaire voedselsystemen

Interviewer: Sandra Koolen

Notulist: Daphne Vliegen

Aanwezig bij interview: Gijs Adriaans, Marthe Douma, Daphne Vliegen en Sandra Koolen

### Resultaten interview

#### **Vraag: Hoe kijkt u aan tegen het hergebruiken van reststromen in veevoeders?**

Antwoord: “Kijkend naar duurzaamheid vanuit het voedselsysteem als geheel en naar hoe we in de toekomst genoeg voedsel kunnen produceren met alle capaciteiten die we hebben op aarde zodat we alle mensen kunnen voeden, denk ik dat het goed is dat we gaan kijken naar het zo optimaal mogelijk gebruiken van biomassa. Vanuit het voedselsysteem is het hoofddoel altijd om te streven naar een product dat voor humane voeding geschikt is en gebruikt gaat worden. Maar tegelijkertijd zul je zien dat er allerlei bewerkingsstappen tussen zitten om daar te komen. Door die stappen krijg je reststromen en voor die reststromen moet bepaald worden of je ze aan vee gaat voeren of gaat hergebruiken voor humane voeding of gaat inzetten als energie of bodemverbeteraar. Maar de bewerkingsstappen die daarvoor nodig zijn moeten er ook niet dusdanig veel zijn, dat het een grotere milieudruk oplevert. De keuze is uiteindelijk afhankelijk van de economie, want helaas zitten we in een systeem waarin alles om geld draait. Het circulaire voedselsysteem past dus niet geheel met het opwaarderen van alle producten tot humane voeding. Het streven is dus om die cascade te hebben van: eerst humane voeding, dan veevoeding en dan pas laagwaardige verwerking. In die zin denk ik dat we reststromen die daarvoor geschikt zijn kunnen gebruiken voor veevoeding.”

#### **Vraag: U bent samen met Imke de Boer werkzaam op het gebied van voedselreststromen en hun potentie in het voedselsysteem. Wij hebben diverse onderzoeksrapporten gelezen waar Imke, en wellicht ook u, aan deelgenomen heeft. Wat was uw voornaamste rol tijdens deze onderzoeken en met welke reststromen heeft u zich met name beziggehouden?**

Antwoord: “Op dit moment ben ik bezig met het begeleiden van studenten die op het circulaire voedselsysteem bepaalde zaken aan het uitrekenen zijn. Een van de studenten die ik begeleid heb tijdens haar master is Monica van Leeuwen. Zij heeft inmiddels haar master afgerond en ze is bezig geweest met het kwantificeren van de reststromen in Nederland. Dus een van mijn rollen is het begeleiden van projecten met betrekking tot het circulaire voedselsysteem. Daarnaast wil ik een actieve rol gaan spelen in het onderzoek naar het in kaart brengen van de potentie van dieren op reststromen. Om dit te kunnen berekenen moeten we weten wat de reststromen zijn en hoe we ze moeten kwantificeren. Dus het zelf uitvoeren van een onderzoek ben ik nog niet zo zeer aan toegekomen. Op dit moment ben ik met name bezig met het begeleiden van projecten waarbij ik kijk naar de circulaire veevoeding in zijn geheel en dus niet specifiek naar bepaalde reststromen.”

#### **Vraag: Wij zijn op dit moment bezig met een (literatuur)onderzoek naar recente cijfers van (potentieel) geschikte reststromen, wij merken echter dat het lastig is om recente gegevens te verzamelen. Aangezien u diverse onderzoeken heeft begeleid, vroegen wij ons af of er tijdens deze onderzoeken gegevens verzameld zijn die eventueel met ons gedeeld zouden mogen worden.**

Antwoord: “Ja zeker! Ik heb al met Monica van Leeuwen afgesproken dat zij het gedeelte van haar rapport met jullie zal delen. Monica heeft de reststromen in Nederland gekwantificeerd, maar zij heeft zich uiteindelijk wel gefocust op percentages en niet op absolute getallen. Daarbij heeft ze bovendien met name gekeken naar productgroepen, dus niet naar individuele producten.

Wij hebben bij Wageningen een optimalisatie-model waarmee we een land kunnen simuleren. In dit model kunnen wij op basis van het aantal hectare in een land en de hoeveelheid gewassen die daarop geproduceerd kunnen worden, bepalen hoeveel procent van die gewassen naar humane voeding kan gaan, hoeveel naar veevoeding, etc.

*Bovendien gebruiken wij daarbij allerlei verspillingsfracties zodat het model uiteindelijk per land kan berekenen hoeveel van de geproduceerde gewassen beschikbaar zal zijn voor dieren. Dit is dan ook de reden dat wij met percentages werken, maar in principe zijn er ook absolute getallen beschikbaar. Monica heeft daar veel werk aan besteedt en dat willen we zeker met jullie delen zodat jullie een vliegende start kunnen maken. Bovendien gaf Monica aan het ook leuk te vinden om nog een keer met jullie te spreken over dit onderwerp, dus ik zal haar contactgegevens ook doorsturen zodat jullie met haar een afspraak kunnen inplannen.”*

**Vraag: U heeft zojuist verteld dat u diverse onderzoeken begeleid heeft, daarbij heeft u ongetwijfeld ook gekeken naar de aanpak van de gegevensverzameling. Wij zijn benieuwd naar uw tips op het gebied van gegevensverzameling bij supermarkten. Op welke manier zou u de gegevens van reststromen uit supermarkten verzamelen?**

Antwoord: “Ik weet toevallig dat Monica van Leeuwen een rapport gevonden heeft van Meneer Vollebregt. Dit rapport beschrijft een onderzoek naar het percentage dat wordt verspild in de supermarktketen. Dat rapport zal ik ook met jullie delen, maar ook in dit rapport zitten stukken die nog steeds vertrouwelijk zijn. En dat is ook het moeilijke aspect aan het verzamelen van deze gegevens. Op de een of andere manier heerst er toch een groot taboe op het delen van zulke data. Maar in dit rapport staan in ieder geval diverse bronnen die Monica gebruikt heeft voor haar onderzoek. Zij heeft eigenlijk gewoon heel breed gekeken in de literatuur. Alles wat ze kon vinden heeft ze gebruikt en zo heeft zij het eigenlijk aangepakt. Je moet dus alles pakken wat er te pakken valt. Wat ik nu merk is dat er in iedere schakel van de keten echt een taboe heerst op de verspilling en dat staat het onderzoek wel echt in de weg. Kortom: op het niveau van de supermarkt zou ik uitgaan van het rapport van Vollebregt en ook zou ik aan Monica gaan vragen of er nog een andere mogelijkheid is om achter deze data te komen. Desnoods zou je persoonlijk naar de manager van een supermarkt in jullie dorp kunnen afstappen om te vragen of ze iets over deze data mogen zeggen.”

**Vraag: Naast de supermarkt willen wij ook gaan kijken naar de reststromen afkomstig uit horeca en aanverwanten. Op welke manier zou u deze gegevens verzamelen?**

Antwoord: “De horeca was voor Monica van Leeuwen een moeilijke sector. Ze heeft uiteindelijk ook geen inschatting kunnen maken voor de hoeveelheid reststromen uit de horeca. Toen ik student was heb ik als bijbaantje in de keuken van een verzorgingstehuis gewerkt en daar werden alle voedselresten in een aparte container gegooid en die container werd vervolgens opgehaald door een biovergistingsinstallaties. Zij zette dit afval uiteindelijk weer om tot energie.

Men zegt dat restaurants niet weten hoeveel reststromen ze hebben en dat geloof ik eigenlijk ook wel. Zij weten niet hoeveel ze weggooien, laat staan wát ze weggooien. Maar volgens mij worden zij wel betaald, dus ik zou is gaan kijken naar waar de reststromen van de horeca nu heen gaan. Waarschijnlijk zijn het de biovergistingsinstallaties die dit ophalen en hier ook voor betalen. Ik verwacht dat er voor een bepaalde eenheid betaald moet worden en als dat zo is dan zou daar dus ook data over te vinden moeten zijn. Deze informatie zal niet in de literatuur staan, maar wel bij de partijen/bedrijven. Door die partijen/bedrijven te benaderen zou je in ieder geval achter de hoeveelheid van deze reststroom kunnen komen. Om dan vervolgens de inhoud van de reststroom te kunnen bepalen zou je een inschatting kunnen maken op basis van de reststromen afkomstig uit huishoudelijk afval. Ik verwacht namelijk dat de samenstellingen van deze reststromen veel op elkaar zullen lijken.

Desnoods zou je ook bij deze sector op de bedrijven kunnen afstappen. Daarbij zou ik wel kijken naar de grootste ketens zoals bijvoorbeeld Van Der Valk. Ik verwacht namelijk dat zij hun reststromen beter in kaart zullen hebben dan een individueel restaurant. Echter vrees ik ook dat zo’n Van Der Valk niet heel happig zal zijn op het delen van dit soort gegevens maar je zou het natuurlijk altijd kunnen proberen.”

**Vraag: Momenteel hebben we al diverse gegevens kunnen verzamelen over de voedselresten uit huishoudelijk afval. We merken dat hier ontzettend veel data over te vinden is, echter is dit vaak geen recente data. Heeft u misschien tips over hoe we recente gegevens van deze reststroom zouden kunnen verzamelen?**

Antwoord: “Voor deze reststromen heeft Monica van Leeuwen onder andere gekeken naar een onderzoek van Steenhuizen uit 2019. Ik zal de bronnen die zij daarvoor gebruikt heeft ook met jullie delen. Daarnaast zou je eventueel kunnen kijken bij de ‘biobased research’ van Wageningen. Ik weet niet of jullie hier al bekend mee zijn, maar zij zijn nog veel meer bezig met het in kaart brengen van alle biomassa’s dus ik kan me voorstellen dat zij over nog meer data beschikken. Bovendien denk ik dat het ook belangrijk is om te beseffen dat hoe verder een product de keten in gaat, hoe meer het product een ‘onderdeel van’ zal worden omdat diverse producten vaak met elkaar gecombineerd worden tot één eindproduct.”

**Vraag: Wat zijn volgens u nog reststromen met potentie tot veevoerders?**

Antwoord: “Die vraag die krijg ik echt heel vaak, maar ik denk dat ik daar nog te weinig over heb nagedacht. Veevoer wordt natuurlijk gemaakt op basis van least-cost-formulation. Dat houdt in dat elke reststroom die enige potentie heeft op voedingswaarde en niet te duur is dat die wel gebruikt is of gaat worden. De enige limiterende factor op dit moment is het feit dat je incidentele stromen niet kan verwerken want daar kun je niet echt op rekenen als bedrijf zijnde. Verder denk ik dat de potentiële reststromen die nog niet worden gebruikt, simpelweg nog niet toegestaan zijn vanwege wetgeving. En dan kom je al gauw weer op het ouderwetse ‘swill’ wat naar mijn mening zeker wel potentie heeft maar nog niet gebruikt mag worden. Maar ik verwacht dat Karel van der Velden daar al veel meer van op de hoogte is als dat ik dat ben dus ik durf eigenlijk geen specifieke stromen aan te geven waar je nog eens naar zou kunnen kijken omdat ik daar te weinig kennis van heb.

Verder zou ik jullie nog als tip willen meegeven om zodra je het grootste deel van de reststromen in kaart gebracht hebt, alvast een grove berekening te maken van het aantal varkens dat je op basis van die reststromen kunt houden. De kleine reststromen die je daarna nog vindt zou je dan eventueel op kunnen nemen als een soort ‘safety margin’. Want ik verwacht dat hoe meer je dit op detail gaat doen, hoe meer je vast gaat lopen. Ik weet toevallig dat studenten van Wageningen zich ook bezig hebben gehouden met een soort gelijk project en zij liepen op een gegeven moment een beetje vast met het verzamelen van de hoeveelheden reststromen waardoor zij niet meer toegekomen zijn aan de berekening van het aantal varkens en het zou natuurlijk leuk zijn als jullie daar wel een antwoord op gaan vinden.”

**Belangrijkste resultaten van het interview:**

1. Monica van Leeuwen heeft de reststromen in Nederland gekwantificeerd en wil deze informatie met ons delen, zowel via de mail als in een (online) gesprek;
2. Voor het in kaart brengen van de reststromen van supermarkten wordt het rapport van Vollebregt aangeraden. Desnoods zouden ook individuele supermarkten benadert kunnen worden;
3. Voor het in kaart brengen van de reststromen uit de horeca wordt aangeraden om de partijen te benaderen die dit afval ophalen/verzamelen/verwerken. Desnoods zouden ook de grootste horecaketens (zoals Van Der Valk) benadert kunnen worden;
4. Voor het in kaart brengen van de voedselresten uit huishoudelijk afval wordt aangeraden om de ‘biobased research’ van Wageningen te bekijken.



## Bijlage J – Interviewverslag Paula Rijkens

### **Gegevens interview:**

Datum interview: 6 April 2021

Tijdstip interview: 9:30 uur – 10.15 uur

Geïnterviewde: Paula Rijkens

Functie geïnterviewde: Innovation Lead Circular Agrifood

Interviewer: Gijs Adriaans

Notulist: Sandra Koolen

Aanwezig bij interview: Gijs Adriaans, Marthe Douma, Daphne Vliegen en Sandra Koolen

### **Foodvalley introductie**

Foodvalley is een ledenorganisatie door de gehele voedselketen heen, inclusief leden zoals multinationals maar ook kleinere bedrijven zoals startups. Onze leden bestaan uit 75% Nederlandse bedrijven en 25% internationale bedrijven. We zijn actief in 15 landen. In Nederland werken wij (in brede zin) aan innovaties in het voedselsysteem.

Daarbij gebruiken wij 3 thema's

- Eiwit transities (van dierlijk eiwit naar plantaardig eiwit)
- Voeding en gezondheid
- Duurzaam en circulaire grondstoffenvoorziening door de gehele voedselketen

### **Vraag: Hoe kijkt u aan tegen het hergebruiken van reststromen in veevoerders?**

Antwoord: "Wij (Foodvalley) hebben Royal HaskoningDHV onderzoek laten uitvoeren naar reststromen in Nederland. Waar ik verder ook mee bezig ben is hoe wij reststromen kunnen ombuigen, bijvoorbeeld door bierborstel (restproduct nu gebruikt voor diervoeding) hoger te verwaarden naar consumptie voor mensen. Wat ik belangrijk vind is om bij het ontwerp van een product alvast na te denken over wat moet gebeuren met de reststromen van het product. Dan heb je uiteindelijk ook geen restproducten meer. Dus veel meer bij de start van een product nadenken over de reststromen, waar moet alles heen? Het wordt al vrij veel gedaan door bijvoorbeeld blikjes en flesjes. Als het nou van tevoren bedacht wordt waar de restproducten heen gaan dan wordt het echt een kringloop. Dan is het van vooraf helder en is er geen competitie.

Ik ben zelf ook veel bezig met de insectensector. Insecten zijn een alternatief voor soja, we willen minder afhankelijkheid van andere landen. Producten die nu naar veevoer gaan moet je natuurlijk niet eerst langs de insecten laten gaan, dat wordt te duur. We moeten opzoek naar producten die eigenlijk zelfs voor veevoer niet geschikt zijn."

### **Vraag: Insecten voor dierlijke productie of humane consumptie?**

Antwoord: "Humane consumptie is een niche markt. Ik denk dat meer toekomst zit in het verwerken van insecten in bijvoorbeeld insectenmeel (eiwitbron) en deze aan het dieet van dieren toe te voegen en eventueel later ook in de voedingsmiddelenindustrie als eiwit vervanger. De kwekers zeggen dat er geen afzetmarkt is doordat de prijs te hoog ligt voor de inkopers. De prijs zou naar beneden kunnen wanneer de insecten gekweekt worden op bijvoorbeeld restproducten van wei (campina) deze wei is niet meer geschikt voor diervoeding omdat alle suikers, zouten, etc. eruit zijn gehaald maar insecten kunnen er nog wel wat mee. Deze spelers moeten verbonden worden, ik ben bezig om deze spelers te verbinden."

### **Vraag: Dus u ziet toekomst in eiwit uit insecten in veevoeding?**

Antwoord: "Ja, maar wel onder een aantal randvoorwaarden. De insectenkwekers moeten opschalen om aan de vraag van veevoerders te voldoen. Hierdoor kan uiteindelijk de prijs ook verlaagd worden. Protix is nu eigenlijk te klein, terwijl dit bedrijf op het moment Nederlands grootste insectenkweker is. Er is een Rabobankrapport uitgekomen over

deze “problemen” als jullie dit interessant vinden zal ik het jullie opsturen. Het is dus belangrijk de ketens open te breken en met elkaar te verbinden.”

**Uitleg over het onderzoek door de Royal HaskoningDHV**

Antwoord: “Ik zal jullie een inkijkje laten nemen in het rapport dat ik door Royal HaskoningDHV heb laten maken. Opent PowerPoint en deelt haar scherm met ons. Paula laat ons de dia slides zien en geeft uitleg over de dia slides. De kassen hebben een kleine reststroom en lijken daardoor niet interessant maar zijn eigenlijk wel interessant omdat deze tomaten bijvoorbeeld goede voedingstoffen bevatten. Hetzelfde geldt voor de horticultuur.”

**Vraag over de horticultuur en de kassen: levert het hoge vochtgehalte geen probleem om met het transport en het bewaren van deze producten?**

Antwoord: “Ja, dat is een van de redenen waarom er nu nog niks mee gebeurt. Dit is niet de grootste reden waarom met deze reststroom nog niet veel gebruikt wordt. De reden waarom het nog niet veel gebruikt wordt is omdat er veel rommel in deze type reststromen zitten, rommel zoals plastic clips en ijzeren draadjes. Dit is vaak een groter probleem dan de samenstelling van de producten. Ik denk dat de markt zich gaat ontwikkelen en dat bijvoorbeeld de inkopers van deze reststromen (LOOOP, Milgro, etc.) de reststromen van horticultuur en de kassen kunnen gaan indikken drogen etc. en dan doorverkopen. Dat betekent dat er dus eigenlijk een processor tussenkomt. Dit is een nieuwe markt die gaat ontstaan. Een paar ketens in dit rapport zijn verder uitgewerkt dan de andere, bijvoorbeeld de “dairy” keten. Het is makkelijk om de reststromen te identificeren in het figuur. De aardappelketen heeft net als de zuivel keten ook een extra uitwerking. Dit zijn twee hele grote sectoren.”

## Bijlage K – Algemeen model kwantificering afvalstromen van retailers

Een algemeen model om afvalstromen van retailers te kwantificeren is hier beneden weergegeven.

<i>p</i>	Gemiddelde voedselproductie per persoon per dag (kg)
<i>f</i>	Gemiddelde voedselconsumptie per persoon per dag (kg)
<i>h</i>	Aantal inwoners in Nederland
<i>m</i>	Aandeel voedselaankopen via supermarktkanaal
<i>t</i>	Percentage van de totale voedselverspilling in de voedselketen
<i>s</i>	Sub-percentage: aandeel voedselverspilling tot en met verwerkingsfase
<i>Z</i>	Jaarlijkse voedselproductie voor Nederlandse supermarkten in tonnen (kg)

$$p = 1 \frac{1}{2} f$$

$$Z = \frac{365hm(p - (stp))}{1000}$$

Symbol	Parameter	Waarde	Uitleg	Bron
<i>p</i>	Gemiddelde voedselproductie per persoon per dag (kg)	4.578	Uitgerekend met parameters over voedselconsumptie en verspillingspercentage	
<i>f</i>	Gemiddelde voedselconsumptie per persoon per dag (kg)	3.052	Gemeten voedselconsumptie van 1 tot en met 79-jarige van 2012 tot 2016	(RIVM, 2017)
<i>h</i>	Aantal inwoners in Nederland	17.481.221	Aantal inwoners in Nederland in Maart 2021	Bevolkingsteller, CBS (2021)
<i>m</i>	Aandeel voedselaankopen via supermarktkanaal	75%		(RoI, 2020)
<i>t</i>	Percentage van totale voedselverspilling in de voedselketen	1/3	Een derde van al het voedsel geproduceerd beland niet op ons bord	(Esben Hegnholt, 2018)
<i>s</i>	Subpercentage: aandeel voedselverspilling tot en met verwerkingsfase	1/2	Aanname	(Harmke Schellekens, 2021)
	Aantal dagen in één jaar	365		
	Voedselverspillingspercentage van de supermarkt	1.7%	Nederlandse supermarkten: Albert Heijn, Aldi, Jumbo, Lidl en Plus	(Vollebregt, 2020)

Met het bovenstaand model kan berekend worden dat de totale productie van retailers gelijk is aan 16.715.763 ton. Hiervan wordt 1,7% verspild . Er kan geschat worden dat ongeveer 284.200 ton verspild wordt in de totale supermarkt sector in Nederland. De samenstelling van deze verspilling kan geëxtrapoleerd worden op de percentages die eerder benoemd zijn in dit rapport.