

10 december 2018

Eiwit-transitie Vlaanderen

Studie naar de status en het potentieel van (hoog-) technologische oplossingen om vleeseiwitten te vervangen in het dagelijks dieet



Eiwit-transitie Vlaanderen

Studie naar de status en het potentieel van (hoog-) technologische oplossingen om vleeseiwitten te vervangen in het dagelijks dieet

technopolis |group|

Blonk Consultants

December 2018

Janjoris van Diepen, Blonk Consultants

Meike van de Wouw, Blonk Consultants

Roline Broekema, Blonk Consultants

Elma Dujso, Technopolis B.V.

Alexander Buitenhuis, Technopolis B.V.

Anne Mensink, Technopolis B.V.

Anke Nooijen, Technopolis B.V.

Hans Blonk, Blonk Consultants

Geert van der Veen, Technopolis B.V.

Samenvatting

De Vlaamse overheid heeft de ambitie om Vlaanderen Europees leider te maken op het vlak van voeding. De groeiende vraag naar alternatieve eiwitten om ons vlees te vervangen biedt economische opportuniteiten voor Vlaanderen. In opdracht van het Vlaams Agentschap Innoveren & Ondernemen (VLAIO) heeft een studieteam van Technopolis B.V. en Blonk Consultants hier onderzoek naar gedaan. De studie schetst een objectief en neutraal beeld van de (internationale) status en het potentieel voor Vlaanderen inzake de eiwit-transitie. De focus lag hierbij op de status en het potentieel van (hoog-) technologische oplossingen om vleeseiwitten te vervangen in het dagelijks dieet.

Aan de hand van deskresearch, expertinterviews en focusgroepen is door het team inzicht verkregen in de kansen die de eiwit-transitie biedt voor Vlaanderen. Hierbij is ingezoomd op het wetenschappelijk, economisch en landbouwkundig potentieel voor Vlaanderen. Daarnaast is gekeken naar het technologisch potentieel en de ecologische en nutritionele aspecten van verschillende eiwitalternatieven. Ook consumentenacceptatie en het regelgevend kader zijn meegenomen in de studie. De eiwit-transitie speelt zich af op een internationaal toneel, daarom is in het onderzoek voor een internationaal perspectief gekozen.

Het streven naar een transitie van dierlijke naar plantaardige eiwitten in humane voeding komt voort uit diverse maatschappelijke tendensen, zoals voorkoming van dierenleed, vermindering van milieu-impact en gezondheidsoverwegingen. De laatste jaren kiezen consumenten in Europa en Noord-Amerika steeds vaker voor een alternatief voor vlees in hun menu. De groep flexitariërs (iemand die bewust één of meer dagen per week geen vlees eet) stijgt de laatste jaren aanzienlijk in deze regio's. Hiermee stijgt ook de vraag naar alternatieve eiwitingrediënten, voor het produceren van bijvoorbeeld vleesvervangers. Daarnaast wordt er volop onderzoek gedaan naar alternatieven voor vlees, zoals kweekvlees. De verwachting is dat de vraag naar alternatieve eiwitingrediënten de komende jaren wereldwijd zal blijven stijgen. Steeds meer multinationals investeren in of zoeken samenwerkingen met bedrijven en *startups* binnen de vleesvervangersindustrie. In de afgelopen jaren zijn er dan ook grote stappen in de productontwikkeling gemaakt, vleesvervangers zijn gezonder en smakelijker geworden. Bovendien kunnen smaak en textuur van vlees steeds beter worden nageemaakt door technologische ontwikkelingen.

Uit onze analyse is gebleken dat het Vlaamse academische landschap internationaal competitief en kwalitatief hoogstaand is op het gebied van de eiwit-transitie. Aan de verschillende universiteiten wordt onderzoek gedaan naar alle type eiwitingrediënten die in deze studie aan bod komen. Daarnaast wordt er ook onderzoek gedaan naar maatschappelijke en economische aspecten die meespelen. Vanuit de Vlaamse onderzoekers bestaat er wel de behoefte om meer samen te werken met onderzoeksgroepen op nationaal en internationaal niveau.

Er bestaan verschillende technieken voor het vervaardigen van vleesvervangers. In de afgelopen jaren hebben deze technieken een snelle ontwikkeling doorgemaakt. Het resultaat is dat er uit diverse eiwitingrediënten steeds betere vleesstructuren gefabriceerd kunnen worden met een aantrekkelijke smaak en textuur. Sommigen ingrediënten worden al op grote schaal ingezet als eiwitingrediënt zoals peulvruchten (soja, erwten, veldbonen en lupine), bijproducten uit de zetmeelindustrie (zoals aardappel entarwe) en in mindere mate zaden (hennep en quinoa). Daarnaast bieden nieuwe eiwitbronnen zoals insecten (meelwormen en sprinkhanen), waterplanten (zeewier en waterlinzen) en microbiële eiwitten (zoals algen, mycoproteïnen en bacteriën) potentie voor de toekomst.

Deze eiwitingrediënten worden ingezet om vleesvervangers te produceren. In deze studie zijn de vleesvervangers ingedeeld in verschillende generaties: 2^{de} generatievleesvervangers (samengestelde producten), 3^{de} generatie vleesvervangers (producten met een duidelijke vleesstructuur en -smaak), kweekvlees (clean meat, in-vitro vlees, cell-based meat) en hybride producten (combinatie van vlees met plantaardige grondstoffen). Onbewerkte peulvruchten en de 1^e generatie vleesvervangers (zoals tofu, tempé en seitan) zijn niet meegenomen in dit onderzoek.

De landbouwsector is een belangrijke leverancier van bovengenoemde eiwitingrediënten. De wereldwijde vraag naar eiwitgewassen stijgt en daarnaast is er behoefte vanuit overheden en

consumenten naar meer lokaal geteelde gewassen. Voor het landbouwkundig potentieel zijn de eiwitgewassen bestudeerd die ingepast kunnen worden in de bouwplannen van Vlaamse akkerbouwers. Verder zijn de potenties in Vlaanderen verkend van niet-grondgebonden teelt- en productiesystemen zoals insecten, algen en zeewier. Er liggen kansen voor de Vlaamse landbouw. De Vlaamse akkerbouw is echter intensief en saldo's van nieuwe eiwitgewassen zijn vaak nog niet concurrerend ten opzichte van de huidige gewassen die worden geteeld. Er liggen kansen bij veredeling, waarmee de opbrengsten en oogstzekerheid verder verbeterd kunnen worden. Afzetzekerheid is een voorwaarde voor het succes van nieuwe eiwitgewassen. Voor veel gewassen zijn regionale verwerkers aanwezig: soja in Vlaanderen, erwten in Wallonië, lupine in Nederland en Duitsland en veldbonen in Duitsland. Hier liggen mogelijkheden om samen met veredelaars, telers en verwerkers teeltprojecten op te starten zoals dat ook voor onder andere soja is gedaan. Wat betreft niet-grondgebonden productie (insecten, zeewier, waterlinzen, microbiële eiwitten) liggen de stadia van de technologie nog ver uiteen. Vaak wordt er met behulp van deze technologieën nog niet (op commerciële basis) voor humane consumptie geproduceerd. Productie is nog duur en er zijn nog geen goed ontwikkelde afzetkanalen aanwezig voor humane voeding. Binnen Vlaanderen is wel veel kennis over deze nieuwe teelttechnieken aanwezig.

De Vlaamse voedselindustrie is in het algemeen sterk ontwikkeld en technieken voor voedselbewerking zijn volop aanwezig. Er zijn verschillende Vlaamse producenten van vleesvervangers aanwezig die zich (nu) nog vooral op de interne markt richten. Producenten in het buitenland, die meer internationaal opereren, lijken een voorsprong te hebben. De mate waarin de ketens ontwikkeld zijn, verschilt enorm per eiwitingrediënt. Waar de markt van eiwitconcentraten en -isolaten uit peulvruchten, vooral soja en erwten, al ontwikkeld en sterk stijgend is, staat de productie van eiwitten uit bijvoorbeeld algen en insecten, met name voor humane consumptie, nog in de kinderschoenen. De industrie in Vlaanderen rondom alternatieve eiwitten is zich nog aan het ontwikkelen en er is nog geen duidelijke waardeketen voor alle eiwitingrediënten. Er is gebleken dat de Vlaamse spelers onvoldoende georganiseerd zijn. Ook blijkt er te weinig investeringskapitaal te zijn bij kleine en middelgrote ondernemers. Daarentegen liggen er marktkansen in Vlaanderen, alternatieve eiwitten vormen immers (internationaal) een groeimarkt. Bovendien zijn stimuleringsmiddelen en innovatiestructuren aanwezig.

De laatste schakel in de keten is de consument. Voor de ontwikkeling van succesvolle vleesvervangers en plantaardige eiwitproducten is consumentenacceptatie belangrijk. Met het toenemend aantal flexitariërs in Europa en Noord-Amerika, stijgt ook de vraag naar vleesvervangers. Deze producten moeten echter aan bepaalde eisen voldoen om succesvol te worden. Smaak is ontzettend belangrijk, een product moet lekker zijn. Verder moet het product een aantrekkelijke prijs hebben. Op dit moment is de consumentenprijs van veel vleesvervangers hoger dan vleesproducten. Het verschilt nogal per product (kweekvlees of vegetarische hamburger), en doelgroep (jongere of oudere) of het aanslaat. Daarnaast heeft gebrek aan kennis en informatie bij de consument invloed. Vooral bij nieuwe of onbekende producten, zoals hybride producten, kweekvlees en insecten kan onwetendheid voor weerstand zorgen. Ook hebben consumenten inspiratie nodig om vleesvrije maaltijden te bereiden.

Het ecologisch en nutritionele potentieel van eiwitingrediënten is op de lange termijn richtinggevend voor de koers van de eiwit-transitie. In de studie zijn de verschillende eiwitingrediënten beoordeeld op ecologische en nutritionele aspecten. Als we kijken naar de milieueffecten wordt duidelijk dat plantaardige eiwitten over het algemeen een lagere milieu-impact hebben dan dierlijke eiwitten. Echter, hoe meer bewerkingsstappen een ingrediënt ondergaat, hoe groter de milieu-impact is. Dit komt vooral door de hoeveelheid energie die nodig is, bijvoorbeeld voor verwerking van een eiwitgewas tot een eiwitisolaat. Ook is er een vergelijking gemaakt tussen vleesvervangers en vleesproducten. In alle gevallen hebben vleesvervangers een lagere milieu-impact dan vlees. Er zitten echter wel grote verschillen in de milieu-impact tussen de diverse eiwitingrediënten. De milieu-impact van vleesvervangers hangt verder in hoge mate af van andere ingrediënten die vleesvervangers bevatten, zoals kippenei-eiwit, plantaardige oliën, groenten, kruiden en specerijen.

Als laatste onderdeel van de studie is de wet- en regelgeving onder de loep genomen. Voedselwetgeving is een zeer complex domein en veel ondernemers ervaren dan ook belemmeringen op dit gebied. De nieuwe Europese Novel Food Verordening (per 1 januari 2018 van kracht) is voor veel innovatieve eiwitingrediënten van toepassing. Dit zal voor een versnelling gaan zorgen, omdat de gemiddelde duur van het autorisatieproces significant terug wordt gebracht. Ook is hiermee een aantal juridische onzekerheden weggenomen. Of de huidige verordening door ondernemers juist als kans of een

belemmering wordt ervaren verschilt per bedrijf, type eiwitingrediënt en de fase waarin de productontwikkeling zich bevindt. Bestaande wet- en regelgeving blijkt nog niet altijd voldoende toegespitst op nieuwe innovatieve eiwitbronnen. Zo bestaan er nog ‘grijze zones’ of hiaten op het gebied van voedselveiligheid. Ook op het gebied van rest- en nevenstromen bestaan veel onduidelijkheden. Op het gebied van insectenkweek heeft België in de afgelopen jaren een pioniersrol vervuld. Toch is de (grotendeels Europese) wet- en regelgeving nog niet goed toegesneden op het gebruik van insecten als productiedier. Het kan gesteld worden dat de wet- en regelgeving geen gelijke tred heeft weten te houden met de innovatieve ontwikkelingen die op het gebied van alternatieve eiwitten hebben plaatsgevonden. Aanpassing van (zowel Europese als nationale) wet- en regelgeving is nodig.

De onderzoeksresultaten zijn het vertrekpunt geweest voor een SWOT-analyse van de eiwit-transitie voor de Vlaamse wetenschap, industrie en landbouw. Uit deze analyse komt naar voren dat er zeker kansen liggen in Vlaanderen om een economische structuur te bouwen of te versterken voor alternatieve eiwitten voor vlees. Wetenschappelijk ligt er een stevige basis om een sterke economische structuur te ontwikkelen. Vanuit technologisch oogpunt lijkt Vlaanderen iets achter te liggen op buurlanden als het gaat om het produceren van vleesstructuren. Toch liggen hier volop kansen: de vlees- en voedselindustrie is een sterke sector in Vlaanderen en Vlaanderen heeft daarmee veel technologische *know-how* in huis. Specifiek verwerkt vlees biedt goede mogelijkheden om het aandeel plantaardige eiwitten te verhogen zonder in te leveren op kwaliteit, smaak en textuur waarmee een brede doelgroep van vleeseters en flexitariërs bereikt kan worden. De landbouwsector toont, mede door de vraag naar lokaal geteelde producten, initiatief door nieuwe gewassen als soja te telen. Echter, de teelt van eiwitgewassen is niet volledig competitief en moet nog verder ontwikkeld worden om deze voor akkerbouwers economisch rendabel te maken. Afzetzekerheid is daarbij essentieel. Verder wordt door de Vlaamse consument verwacht dat vleesvervangers nutritioneel, sensorisch en ecologisch een goed alternatief vormen voor vlees. Deze voorwaarde creëert een klimaat waarin producenten en retailers uitgedaagd worden om hoogwaardige producten op de markt te zetten.

Ten slotte zijn enkele aanbevelingen geformuleerd. De belangrijkste aanbeveling is om de krachten van het bedrijfsleven, onderzoeksinstellingen, overheden en NGO’s te bundelen in een specifiek eiwit-transitie platform (overleg- en netwerkorgaan). Met als doel om kennis uit te wisselen, gezamenlijk projecten te starten, financieringsmogelijkheden te benutten en de sector te promoten. Verder wordt aanbevolen om de keten van teelt en verwerking van eiwitingrediënten (wetenschap, veredelaars, telers, verwerkers) beter te organiseren. Door het verbeteren van afzet- en leveringszekerheid kunnen telers en verwerkers beter inspelen op de kansen van een groeiende markt. De consument moet beter voorgelicht worden over de kwalitatieve, ecologische en gezondheidsaspecten van producten waar dierlijke eiwitten zijn vervangen door plantaardige eiwitten.

Abstract

The Flemish government has the ambition to make Flanders the European leader in the field of nutrition. The growing demand for alternative proteins to replace meat provides economic opportunities for Flanders. On request of the Flanders Agency for Innovation and Entrepreneurship (VLAIO) a study team from Technopolis B.V. and Blonk Consultants has investigated these opportunities. The study provides a neutral and unbiased impression of the (international) status and potential for Flanders with respect to the protein-transition, with a focus on the status and potential of (highly) technological solutions available to replace meat-protein in the everyday diet.

Through the use of desk research, expert interviews and focus groups the team gained insight in the opportunities for Flanders provided by the protein transition. The emphasis in this research was on the scientific, economic and agricultural potential for Flanders, but the technological potential and the ecological and nutritional aspects of different alternatives have also been investigated. Consumer acceptance and legislative context has also been looked at. Because the protein transition is an international phenomenon, the research has been conducted with an international perspective.

The aim to transition from animal to plant-based proteins in human food is the result of diverse social trends, such as the desire to prevent animal suffering, reduce the environmental footprint and because of health considerations. In recent years consumers in Europe and North-America increasingly choose for meat alternatives in their diets. This group of flexitarians (persons who consciously do not consume meat one or more days a week) is showing a steady increase in these regions over the past years. At the same time as (and maybe because of) this increase, the demand for alternative protein ingredients for the production of for example meat replacement products is increasing. An increasing number of multinationals is investing in or partnering up with existing companies and start-ups in the meat-replacement industry. Recent years have been characterized by big improvements in product development, and meat-replacement products have become healthier and tastier. Furthermore, technological developments allow better imitation of the taste and texture of meat by meat replacement products.

Our analysis showed that the Flemish academic outputs in the field of protein transition are at international high level, in terms of competitiveness and quality. At different universities research is ongoing into every type of protein ingredient discussed in this report, as well as research into the social and economic aspects related to this. There is however a desire from Flemish researchers to improve collaboration at national and international level.

There are different techniques for the production of meat replacement products. In recent years these techniques have been subject to rapid developments. The result is that from different protein ingredients more and more meat structures can be produced with an attractive taste and structure. Some ingredients are already used at large scale, such as legumes (soya, peas, fava beans and lupine) side products from the starch industry (such as potatoes and wheat) and to a lesser degree seed (hemp and quinoa). Additionally, new sources of protein, such as insects (mealworms and crickets), aquatic plants (sea weed and water lentils) and microbial proteins (such as algae, mycoproteins and bacteria) hold potential for the future.

These protein ingredients are used to produce meat replacement products. In this study, meat replacement products are categorized into categories: 2nd generation meat replacement products (combined products), 3rd generation meat replacement products (products with a clear meat-like structure and taste), cultured meat (clean meat, in-vitro meat, cell-based meat) and hybrid products (combination of meat with plant-based raw materials). Unprocessed legumes and 1st generation meat replacement products (such as tofu, tempeh and seitan) are not included in this study.

The agricultural sector is an important supplier of aforementioned protein products. The worldwide demand for protein products is increasing, together with an increased demand from governments and consumers for locally grown produce. For the agricultural potential, only the protein products which can be fit in with existing plans of Flemish farmers have been studied. We further investigated the potential within Flanders for non-soil-based production systems, such as insects, algae and seaweed.

There are opportunities for the Flemish agricultural sector. Flemish agriculture is however intensive, and the return on new protein sources are in many cases not yet competitive compared to the existing crops. There are opportunities for enhancement, which could result in a higher yield and more harvest-certainty. Sales guarantee is a condition for success for the new protein crops. For many crops local producers are present: soya in Flanders, peas in Wallonia, lupine in the Netherlands and Germany and fava beans in Germany. Here is potential for collaborations between enhancers, growers and producers to start grow-projects, similar to what has been done for soya for example. With respect to non-soil-based production (insects, seaweed, water lentils and microbial proteins) the technological development varies to a large degree. In many cases these technologies do not yet (on commercial basis) produce products for human consumption. Products are expensive and the distribution channels for products for human consumption are under developed. Within Flanders there is however a significant amount of knowledge on these production techniques.

The Flemish food industry is generally well developed and the techniques for food processing are abundantly present. There are a number of Flemish producers of meat replacement products which currently only serve the internal market. Foreign producers which operate more internationally appear to have the lead. The extent to which the production chain is developed differs between protein ingredients. Whilst the market for protein concentrates and isolates from legumes, especially soya and peas, is relatively developed, and growing, the market for algae and insects, especially for human consumption, is still in its infancy. The industry in Flanders around alternative proteins is under development and there is no clear value-chain yet for all protein ingredients. It transpired that Flemish stakeholders are insufficiently organised. There is also a lack of investment funds in small and medium sized businesses. On the other hand, there is clear market potential in Flanders, as alternative proteins are a (international) growth market. Additionally, incentive mechanisms and innovation structures are present in Flanders.

Last in the chain is the consumer. For the successful development of meat replacement products and plant-based proteins consumer acceptance is crucial. With the increasing number of flexitarians in Europe and North-America there is also an increase in the demand for meat replacement products. These products have to meet certain standards however to become a success. Taste is of foremost importance; the taste has to be good. Products also need to be attractive in price. At this moment in time the consumer price for meat replacement products is higher than that of meat products. The success of products varies between products (grown meat of vegetarian burgers), and consumer groups (younger people or older people). Additionally, lack of knowledge and information on the side of consumers plays a role. Especially in the case of new or unknown products, such as hybrid products, cultured meat and insects, lack of knowledge can result in resistance. Finally, consumers require inspiration to prepare meals without meat.

In the long term, the direction of the protein transition is determined by the ecological and nutritional potential of protein ingredients. In this study, different protein ingredients have been evaluated on ecological and nutritional aspects. Looking at the environmental impacts, it is clear that plant-based proteins generally have a lower environmental footprint than meat proteins. However, this impact increases with the number of processing steps it undergoes. This is primarily due to the energy that is required for processing, for example from protein crop to protein isolate. We also compared meat replacement products with meat products. In all cases meat replacement products have a lower environmental footprint than meat products. There are however large differences between different protein ingredients in their environmental footprint. The environmental footprint of meat replacement products depends to a large extent on the additional ingredients in contains, such as chicken-egg-protein, vegetable-oils, vegetables, herbs or spices.

As a final part of this study law and regulations around meat replacement products have been investigated. Food-legislation is a very complex domain, and as a consequence many entrepreneurs experience obstacles in this area. The new European Novel Food legislation (as of the 1st of January 2018) is applicable to many novel protein ingredients. As this legislation brings down the duration of the authorisation process, it is expected that this will result in a fast increase in the number of products. Whether the new legislation is perceived as an opportunity or a threat depends on the company, the type of protein and the stage of development. Existing legislations is often not sufficiently adapted to new and innovative sources of protein, as evidenced by the 'grey zones' that exist around food safety.

There also exist a lot of unclarity around residue and secondary products. In the field of insect farming Belgium has played a pioneering role over the past years, yet the (predominantly European) legislation is not sufficiently adapted to the use of insects as production animals. Put differently, the legislation has not managed to keep pace with the innovative developments that have taken place in the field of alternative proteins, and adaptation of both national and European legislation in this area is needed.

The results of this study have been the starting point for a SWOT analysis of the protein transition for the Flemish academia, industry and agriculture. The results of this SWOT analysis show that there is a clear potential for Flanders to develop and strengthen economic structures for meat replacement proteins. There is a sound academic foundation to build an economic structure. From technological perspective Flanders appears to lag behind somewhat in the production of meat structures. Yet, there are plenty opportunities here, as the meat and food industry are well developed in Flanders and has a lot of in-house know-how. Specifically produced meat provides ample opportunity to increase the proportion of plant-based proteins without compromising on flavour or texture, which allows targeting of a broad range of meat consuming and flexitarian consumers. The agricultural sector has shown initiative by growing new produce such as soya, in part in response to the increasing demand for locally-grown produce. The growth of protein crops is however not yet competitive and needs further development to reach sufficient yield. The certainty of a sales market is crucial here. Furthermore, Flemish consumers expect meat replacement products to be a nutritionally, sensory and ecologically alternative to meat. This results in an environment where producers and retailers are challenged to bring high-grade products to the market.

Finally, we formulated a number of recommendations. The most important recommendation is to bring together the efforts of industry, research institutions, governments and NGOs in a specific protein-transition platform, to facilitate meetings and networking. The main goals for this platform would be information exchange, the initiation of collaborative projects, and the utilisation of existing financial opportunities and promotion of the sector. A further recommendation is to improve efficiency in the protein growth and processing chain (scientists, enhancers, growers, processors). By improving the sale and supply certainty growers and processors can better respond to the opportunities presented by this growing market. The consumer, finally, needs to be better informed about the qualitative, ecological and health aspects of products where animal proteins have been replaced by plant-based proteins.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
Abstract	6
1 Inleiding	14
1.1 Methode	14
1.2 Leeswijzer	14
2 Achtergrond: de eiwit-transitie	15
2.1 De eiwit-transitie in de loop der jaren	15
2.2 Groeimarkt eiwitingrediënten en vleesvervangers	15
2.3 Grote stappen in productontwikkeling	16
2.4 De eiwit-transitie in Vlaams perspectief	17
2.5 Overzicht vleesvervangers	18
2.5.1 Hoogtechnologisch versus onbewerkte ingrediënten	18
2.5.2 1 ^{ste} generatie vleesvervanger	19
2.5.3 2 ^{de} generatie vleesvervanger	19
2.5.4 3 ^{de} generatie vleesvervanger	19
2.5.5 Kweekvlees	19
2.5.6 Hybride producten	19
2.6 Overzicht eiwitingrediënten	20
2.6.1 Peulvruchten	21
2.6.2 Bijproducten zetmeelindustrie	21
2.6.3 Zaden	21
2.6.4 Waterplanten	22
2.6.5 Insecten	22
2.6.6 Microbiële eiwitten	22
2.6.7 Andere eiwitingrediënten	23
3 Academisch potentieel	24
3.1 Methode	24
3.2 Resultaten en Analyse	27
3.2.1 Internationale vergelijking	27
3.2.2 Het Vlaamse landschap	30
3.3 Conclusie	31
4 Productinnovaties eiwitingrediënten	32
4.1 Methode	32
4.2 Beschrijving technieken vleesvervangers	33
4.2.1 Extrusie	33

4.2.2	Mixen van eiwitten en hydrocolloïd	33
4.2.3	Kweekvlees	33
4.3	Beoordeling mogelijkheden productinnovaties ingrediënten	34
4.3.1	Peulvruchten.....	34
4.3.2	Bijproducten zetmeelindustrie	36
4.3.3	Zaden	36
4.3.4	Waterplanten.....	37
4.3.5	Insecten.....	38
4.3.6	Microbiële eiwitten.....	39
4.4	Kennismatrix productinnovatie eiwitingrediënten.....	40
5	Landbouwkundig potentieel.....	44
5.1	Methode	44
5.1.1	Criteria beoordeling eiwitgewassen.....	44
5.1.2	Criteria beoordeling niet grondgebonden productie	44
5.2	Eiwitgewassen in akkerbouw	45
5.2.1	Inpassen eiwitgewassen in bouwplan.....	45
5.2.2	Teelt in Europa	46
5.2.3	Akkerbouw in Vlaanderen.....	47
5.3	Kennismatrix eiwitgewassen.....	48
5.4	Kennismatrix niet grondgebonden productievormen	51
5.5	Conclusies	53
5.5.1	Eiwitgewassen akkerbouw	53
5.5.2	Niet grondgebonden productie.....	54
6	Economisch potentieel industrie	55
6.1	Ontwikkeling Vlaamse voedings- en vleesindustrie.....	55
6.2	Ontwikkeling waardenketens binnen de eiwittransitie	56
6.3	Innovatie in de voedingsindustrie	56
6.4	Vlaamse bedrijven in het Vlaamse eiwitlandschap	57
6.4.1	Verwerkers van eiwitgewassen	59
6.4.2	Producenten van vleesstructuren	59
6.4.3	Producenten van vleesvervangers	59
6.5	Economische kansen nieuwe technologieën	60
6.6	Conclusies en aanbevelingen	60
7	Consumentenacceptatie	62
7.1	De groeiende markt van vleesvervangers	62
7.2	Vlees in het voedingspatroon	62
7.2.1	Verschillen in voedingspatronen/voorkeuren mannen en vrouwen.....	63
7.2.2	Verschuiving in voedingspatronen	63
7.2.3	Dalende vleesconsumptie	63
7.2.4	Schandalen in de vleesindustrie	64
7.2.5	Globalisatie en verandering van voedselpatronen.....	64

7.2.6	Voedseltrends	65
7.3	Voorlichting en informatievoorziening	65
7.3.1	Voedseldiscussies in de media	66
7.4	Doelgroepen vleesvervangers.....	66
7.4.1	Leeftijd en geslacht.....	66
7.5	Beoordelen consumentenacceptie vleesvervangers	67
7.5.1	Methode.....	67
7.5.2	Vleesvervangers: 2e en 3e generatie.....	67
7.5.3	Hybride vleesproducten	69
7.5.4	Zeewier.....	70
7.5.5	Insecten.....	71
7.5.6	Kweekvlees	71
7.6	Conclusies	72
7.6.1	Doelgroepen.....	73
7.6.2	Factoren die invloed hebben op consumentenacceptatie.....	74
7.6.3	Intenties en gedragsverandering	76
8	Ecologische & nutritionele aspecten	77
8.1	Methode	77
8.1.1	Broeikaseffect	77
8.1.2	Landgebruik.....	77
8.1.3	Fossiel energiegebruik	78
8.1.4	Watergebruik.....	78
8.1.5	Categorisering van het milieueffect	78
8.1.6	Nutritionele aspecten	79
8.2	Resultaten milieu-impactanalyse	79
8.2.1	Alternatieve eiwitten	79
8.2.2	Vleesvervangers.....	82
8.3	Vergelijking tussen alternatieve en dierlijke eiwitten.....	83
8.4	Vergelijking tussen vleesvervangers en vlees	86
8.5	Kennismatrix ecologische en nutritionele aspecten.....	89
9	Regelgevend kader	95
9.1	Overzicht vigerende wetgeving	95
9.2	De Novel Food Verordening.....	96
9.2.1	Alternatieve eiwitingrediënten in relatie tot Novel Food Verordening.....	97
9.2.2	Kansen en belemmeringen nieuwe Novel Food Verordening	97
9.3	Voedselveiligheidsaspecten.....	97
9.4	Allergieën	98
9.5	Etikettering	98
9.6	Valorisatie van rest- en nevenstromen	99
9.7	Conclusies	99
10	SWOT-analyse	101

10.1	SWOT-analyse	101
10.2	Toelichting SWOT-analyse.....	103
10.2.1	Sterktes	103
10.2.2	Zwaktes	104
10.2.3	Opportunities.....	104
10.2.4	Bedreigingen	105
11	Aanbevelingen	106
	Appendix A Referenties.....	108
	Appendix B Experts.....	118
	Appendix C Begeleidingscommissie.....	120
	Appendix D Uitgelichte cases inzake wetgeving.....	121
	Appendix E Beoordeling landbouwkundig potentieel eiwitgewassen.....	125
	Appendix F Beoordeling landbouwkundige potentieel niet-grondgebonden productievormen	132
	Appendix G Over het studieteam.....	138

Overzicht tabellen

Tabel 1	Overzicht eiwitingrediënten.....	20
Tabel 2	Nutritionele waarde van insecten (g/100 gram DM) (Verkerk, Tramper, Trijp, & Martens, 2007).	38
Tabel 3	Kennismatrix landbouwkundig potentieel eiwitgewassen	48
Tabel 4	Kennismatrix productie niet grondgebonden eiwitgrondstoffen.....	51
Tabel 5	Vlaamse bedrijven per alternatief eiwit-ingrediënt	58
Tabel 6	Overzicht doelgroepen en vleesvervangers	74
Tabel 7	In de kennismatrix gehanteerde categorisering voor de impact op klimaatverandering.	78
Tabel 8	In de kennismatrix gehanteerde categorisering voor de impact op landgebruik.....	78
Tabel 9	In de kennismatrix gehanteerde categorisering voor de impact op energiegebruik.	79
Tabel 10	Kennismatrix ecologische en nutritionele aspecten	89
Tabel 11	SWOT-analyse wetenschap en landbouw	101
Tabel 12	SWOT-analyse industrie en consumentacceptatie	102

Overzicht figuren

Figuur 1	Toekomstscenario alternatieve eiwit consumptie (op basis van marktonderzoek).....	16
Figuur 2	Eiwit-transitie in Vlaams perspectief.....	18
Figuur 3	Tijdslijn en acties methode academisch potentieel.....	24
Figuur 4	Aantal publicaties per land (2008-2018).....	27
Figuur 5	Aantal publicaties per land per capita (2008-2018).....	28
Figuur 6	Percentage output per vakgebied ten opzichte van totaal	29

Figuur 7 Gemiddeld Aantal citaties per publicatie (inclusief zelf-citatie) voor landen met het gemiddeld hoogste aantal citaties.....	29
Figuur 8 Areaal belangrijkste eiwitgewassen (soja, veldbonen, erwten, lupine) in Europa (1000 ha) (Eurostat, 2018).....	46
Figuur 9 Landbouwgebruik Vlaanderen 2015 (ha).....	47
Figuur 10 Saldo van verschillende eiwitgewassen ten opzichte van graan.....	53
Figuur 11 De waardenketen van de alternatieve eiwitingrediënten (met een voorbeeld van concreet bedrijf)	57
Figuur 12 Consumentenprijzen van verschillende eiwitproducten	68
Figuur 13 Impact op klimaatverandering (exclusief land use change) van verschillende eiwitingrediënten.	80
Figuur 14 Landgebruik van verschillende eiwitingrediënten.	81
Figuur 15 Energiegebruik voor de productie van verschillende eiwitingrediënten.....	82
Figuur 16 De vergelijking tussen dierlijke eiwitten en alternatieve eiwitten voor klimaatverandering.....	84
Figuur 17 De vergelijking tussen dierlijke eiwitten en alternatieve eiwitten voor landgebruik ⁷	84
Figuur 18 De vergelijking tussen dierlijke eiwitten en alternatieve eiwitten voor energiegebruik ⁷	85
Figuur 19 De vergelijking tussen dierlijke eiwitten en alternatieve eiwitten voor klimaatverandering, ingedeeld naar eiwit percentage.	86
Figuur 20 De vergelijking tussen vlees en vleesvervangers voor klimaatverandering.....	87
Figuur 21 De vergelijking tussen vlees en vleesvervangers voor landgebruik.	87
Figuur 22 De vergelijking tussen vlees en vleesvervangers voor energiegebruik.....	88

1 Inleiding

De Vlaamse overheid heeft de ambitie om Vlaanderen Europees leider te maken op het vlak van voeding. De groei van de vraag naar “alternatieve” eiwitten om vlees te vervangen, die wordt gedreven door diverse maatschappelijke tendensen, biedt een economische opportuniteit om via innovatie de competitiviteit van de Vlaamse bedrijven uit de voedingssector te behouden en zelfs te versterken.

VLAIO heeft Technopolis B.V. en Blonk Consultants opdracht gegeven om objectief en neutraal na te gaan wat de (internationale) status en het potentieel voor Vlaanderen is inzake de eiwit-transitie, met name het vervangen van vleeseiwitten in het dagelijkse dieet. Deze studie geeft een algemeen beeld van het lopend onderzoek inzake alternatieven voor vleeseiwit in binnen- en buitenland, van de academische positie (sterktes/zwaktes) van Vlaamse onderzoeksinstellingen en van de positie van industriële en landbouwbedrijven in Vlaanderen.

1.1 Methode

De studie is gebaseerd op deskresearch (zie referenties in appendix A), interviews met experts uit de wetenschap, industrie, NGO's, brancheverenigingen en overheid (zie lijst van betrokken experts in appendix B) en expertsessies op Vlaamse universiteiten.

Een begeleidingscommissie, samengesteld met vertegenwoordigers van verschillende brancheorganisaties, NGO's en overheid, is tweemaal bij elkaar gekomen om input en feedback te geven aan het studieteam. In het begin van de studie is de opzet en de te behandelen eiwitingrediënten besproken met de begeleidingscommissie. Aan het einde van de studie zijn de voorlopige resultaten getoetst en mogelijke vervolgstappen besproken (zie Appendix C).

1.2 Leeswijzer

Het volgende hoofdstuk (hoofdstuk 2) geeft inzicht in de achtergrond van de eiwit-transitie, op zowel internationaal als Vlaams niveau. Verder geven we in dit hoofdstuk een overzicht van de verschillende vleesvervangers en eiwitingrediënten die in deze studie aan bod komen. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 ingegaan op het wetenschappelijk potentieel en stand van zaken van de eiwit-transitie in Vlaanderen in een internationale context. In hoofdstuk 4 wordt de technische potentie van verschillende eiwitingrediënten beoordeeld. Dit geeft een goed beeld van de mogelijkheden van de ingrediënten om op korte of langere termijn op commerciële schaal ingezet te worden in de productie van vleesvervangers.

Vanaf hoofdstuk 5 wordt de gehele productieketen van vleesvervangers onder de loep genomen. Van teelt, productie van eiwitingrediënten en vleesvervangers tot en met retail en de consument. Hierbij is gekeken naar de teeltmogelijkheden van nieuwe eiwitgewassen en nieuwe teeltvormen in Vlaanderen (hoofdstuk 5). Vervolgens wordt het economisch potentieel van de volgende schakels in de keten behandeld: de productie van eiwitingrediënten en de productie van vleesvervanger (hoofdstuk 6). Tot slot wordt in hoofdstuk 7 gekeken naar de laatste schakel in de keten, consumentenacceptatie.

Hoofdstuk 8 gaat in op ecologische aspecten (zoals broeikas effect, landgebruik en waterverbruik) en nutritionele aspecten van de verschillende eiwitingrediënten. De resultaten zijn vergeleken met de dierlijke varianten zowel op ingrediëntniveau als het eindproduct. Hoofdstuk 9 geeft een overzicht van de drempels, en mogelijk negatieve effecten, die het brede regelgevende kader geven in relatie tot de eiwit-transitie. Dit is uitgewerkt op Europees en nationaal niveau.

In hoofdstuk 10 komen alle kansen, bedreigingen, sterktes en zwaktes van de eiwit-transitie voor Vlaanderen bij elkaar in een SWOT-analyse. De uitkomsten van deze SWOT zijn daarna vertaald naar aanbevelingen voor beleidsadvies, die zijn beschreven in hoofdstuk 11.

2 Achtergrond: de eiwit-transitie

2.1 De eiwit-transitie in de loop der jaren

Het streven naar een transitie in humane voeding van dierlijke naar plantaardige eiwitten komt voort uit de zorg dat de huidige en toenemende vraag naar dierlijke producten het milieu te zwaar belast. Daarnaast spelen ook andere tendensen in de maatschappij, zoals de aandacht voor gezondheid en de bezorgdheid over dierenleed, een grote rol bij de ontwikkeling van deze transitie.

Dierlijke productie staat al vanaf eind jaren 80 op milieuagenda's van overheden en NGO's, in eerste instantie vooral vanwege lokale milieuproblematiek. Pas later, in de jaren 90, kwamen er de eerste onderzoeken die lieten zien dat dierlijke producten een groot en problematisch beslag leggen op de milieugebruiksruimte. Het inzicht dat het voeden van 10 miljard mensen in 2050 met een consumptiepatroon met veel dierlijke eiwitten leidt tot de overschrijding van duurzaamheidsgrenzen heeft ertoe geleid dat de lokale oriëntatie verschoof naar een wereldwijde.

Begin jaren 2000 werd het begrip transitie geïntroduceerd. Een transitie is een structurele verandering die het resultaat is van op elkaar inwerkende en elkaar versterkende ontwikkelingen op het gebied van bijvoorbeeld economie, cultuur, technologie, instituties en natuur en milieu. Vanuit de lokale en wereldwijde milieuproblematiek en de zorg over dierziekten, voedselveiligheid, dierenwelzijn en humane gezondheid wordt de noodzaak van een eiwit-transitie steeds breder gedragen. De eiwit-transitie kan op verschillende manieren gedefinieerd worden. In deze studie staat de overgang van (traditionele) vleeseiwitten (van dierlijke oorsprong) naar alternatieve (meestal niet dierlijke) eiwitten centraal.

In de afgelopen 10 jaar zijn er in diverse Europese landen talloze ontwikkelingen geweest op het gebied van de eiwit-transitie. Zo wordt er in diverse landen vanuit overheid-gelieerde instellingen gecommuniceerd naar consumenten over de nadelen van het eten van te veel vlees.

Wat zijn eiwitten?

Eiwit wordt soms ook wel proteïne genoemd. Het zijn macronutriënten en vormen voor de mens een belangrijke leverancier van aminozuren, de bouwstoffen van ons lichaam. Eiwitten zijn belangrijk voor celvernieuwing en de opbouw van spieren en weefsel.

Een volwassen persoon heeft dagelijks gemiddeld ongeveer 0,8 gram eiwit per kilo lichaamsgewicht nodig. Er zijn groepen mensen die meer eiwitten nodig hebben, zoals kinderen, zwangere vrouwen en vrouwen die borstvoeding geven. Ook bepaalde sporters, zoals kracht- en duursporters, hebben meer eiwitten nodig dan gemiddeld.

Heel veel voedingsmiddelen bevatten eiwitten. De oorsprong van die eiwitten kan verschillen, bijvoorbeeld dierlijke, plantaardige of schimmel eiwitten. De aminozuursamenstelling van eiwitten verschilt afhankelijk van de oorsprong van de eiwitten.

2.2 Groeimarkt eiwitingrediënten en vleesvervangers

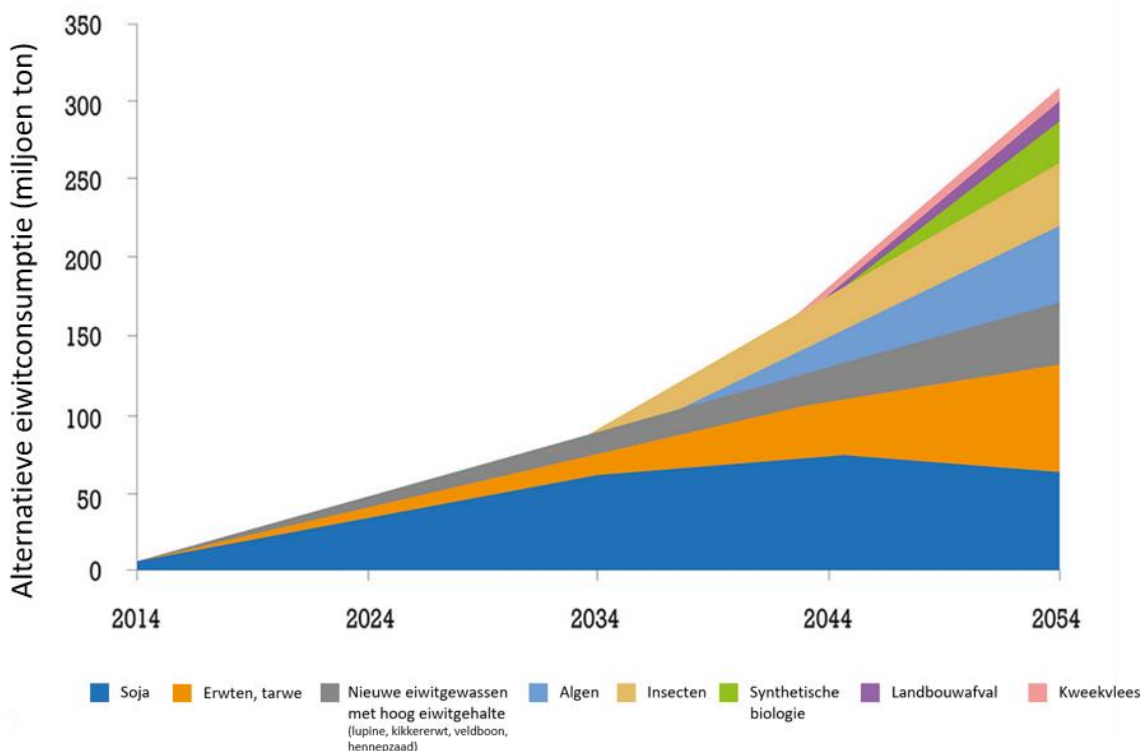
De verwachting is dat de vraag naar alternatieve eiwitingrediënten wereldwijd zal blijven stijgen (Figuur 1) (Lux Research, 2014). Veruit de grootste markt van eiwitingrediënten is op dit moment soja. De marktomvang van sojaeiwitten werd in 2017 geschat op 8 miljard euro. Er wordt verwacht dat soja de belangrijkste plantaardige eiwitgrondstof blijft en in 2024 nog steeds 80% van de alternatieve eiwitten vormt (Faunalytics, 2017). Ook tarwe en erwten zijn al belangrijke bronnen van plantaardige eiwitten. De wereldwijde markt voor tarwe-eiwit werd in 2015 geschat op meer dan 1,3 miljard euro (Grand View Research, 2017). De erwten-eiwitten markt had in 2016 een omvang van ongeveer 88 miljoen euro en er wordt verwacht dat deze 7,5% per jaar gaat groeien (Mordor Intelligence, 2018).

Consumenten kiezen vaker voor een alternatief voor vlees in het menu. Het aantal flexitariërs stijgt in Europa. Door deze ontwikkeling zit de verkoop van vleesvervangers duidelijk in de lift. In België zagen Carrefour-winkels hun omzet in 2016 van vegetarische producten stijgen met 25% (Mooijman, 2017). In Nederland verwacht ABN-AMRO dat de markt in 2018 met 6% zal groeien en in 2019 met 8% (Menkveld, 2018). De verkoop van vleesvervangers in de Verenigde Staten steeg in 2017 met 14,7% en

in Canada met zo'n 7% (Nielsen, 2017). De verwachting is dat de komende jaren de vraag naar vleesvervangers blijft stijgen.

Ook multinationals investeren in of zoeken naar samenwerkingen met bedrijven en *startups* binnen de vleesvervangers industrie. Zo werkt Unilever al een aantal jaren samen met de Vegetarische Slager, een Nederlandse producent van vleesvervangers. En heeft Korys, de investeringsmaatschappij van de familie Colruyt, het bedrijf Ojah, producent van plantaardige vleesstructuren in Nederland, overgenomen. Maar niet alleen in Europa worden investeringen gedaan. In de Verenigde Staten heeft Bill Gates zich verbonden aan Beyond Meat, een bedrijf dat plantaardig vlees ontwikkelt. En zelfs de vleesindustrie toont grote interesse in plantaardige alternatieven. Zo investeert Tyson Food Inc., het grootste vleesbedrijf in de Verenigde Staten, ook fors in Beyond Meat en in het bedrijf Memphis Meat, dat kweekvlees ontwikkelt. Daarnaast zet deze vleesgigant een speciaal investeringsfonds op voor *startups* in vleesvervangers.

Figuur 1 Toekomstscenario alternatieve eiwit consumptie (op basis van marktonderzoek)



2.3 Grote stappen in productontwikkeling

Vleesvervangers kampten jaren met een slecht imago. Ze zouden smakeloos zijn en zagen er onaantrekkelijk uit. Bovendien waren veel vleesvervangers niet bepaald gezond en bevatten te veel zout en vet. Echter, de afgelopen jaren zijn de vleesvervangers sterk verbeterd wat betreft smaak, textuur en gezondheid. Recent onderzoek laat zien dat vleesvervangers, aangeboden op de Belgische en Nederlandse markt, in veel gevallen qua voedingswaarde volwaardige vervangers zijn geworden voor vlees door toevoeging van vitaminen en mineralen (de Cleene, 2016) (Rolvink, 2017).

De sterke verbetering van de kwaliteit van vleesvervangers is te danken aan betere recepturen en aan verbeterde technologieën. In de afgelopen jaren zijn er diverse innovaties geweest in de bewerking van de eiwitingrediënten, die het mogelijk maken om de structuur en de sensorische beleving te verbeteren. De productie van vleesvervangers is daarmee ook een belangrijke markt geworden voor ingrediëntenproducenten. Zichtbaar wordt dat grote industrieën hun productieroutes aanpassen om hoogkwalitatieve eiwitgrondstoffen op voldoende schaal te kunnen leveren. Hierdoor ontstaan interessante mogelijkheden. Eiwitten die een bijproduct zijn van de productie van zetmeel uit

aardappelen, waren in de jaren 70 van de vorige eeuw nog een probleem voor de afvalwaterzuivering. Nu zijn deze eiwitten een uitermate goede businesscase dankzij de toepassing in vleesvervangers.

Binnen de wetenschap en bedrijven wordt momenteel naarstig gezocht naar de potentie van alternatieve eiwitgrondstoffen op basis van insecten, algen, kroos, schimmels, et cetera. Dit is vaak een lange weg, maar er komen nieuwe grondstoffen beschikbaar met marktpotentie. De Europese regelgeving ten aanzien van *novel foods* kan hier nog weleens een belemmering vormen of voor vertraging zorgen. Daarom richten ingrediëntenproducenten zich vaak eerst op de diervoedermarkt, waar de regelgeving minder barrières geeft.

Je kan er niet meer om heen: de eiwit-transitie is in volle gang en is een groeimarkt met potentie voor verschillende typen bedrijven. Denk aan nieuwe hoogtechnologische *startups* en nieuwe food-conceptontwikkelaars. Maar ook voor de gevestigde bedrijven, zoals voedingsmiddelenproducenten en vleesverwerkers, en voor producenten van ingrediënten en de retail en foodservice.

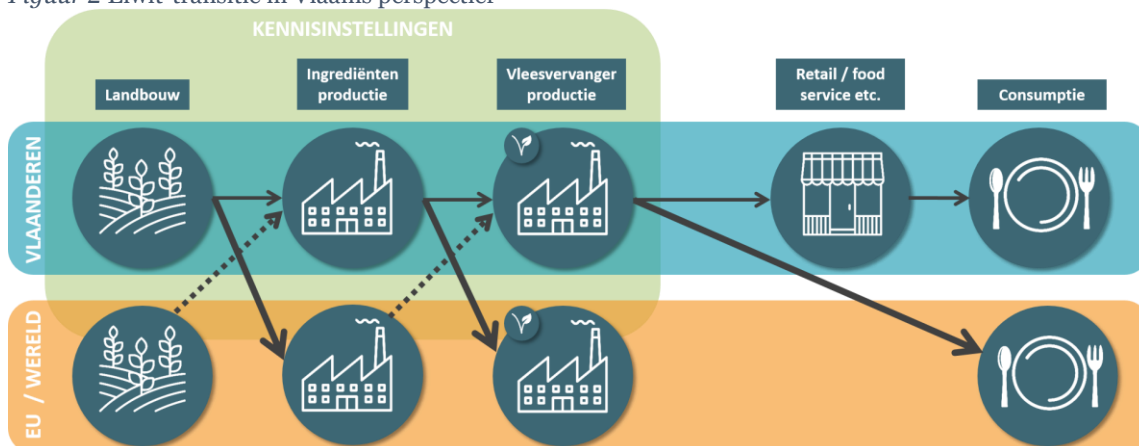
2.4 De eiwit-transitie in Vlaams perspectief

In Vlaanderen zijn vier sectoren in de eiwit-transitie van belang:

1. **De landbouw.** Akkerbouwbedrijven produceren het merendeel van de eiwitgewassen. Daarnaast zijn er nieuwe dierhouderijssystemen, zoals insectenkweek, die organismen kweken voor de productie van vleesvervangersingrediënten.
2. **De ingrediëntenproducenten voor vleesvervangers.** Dit zijn bedrijven die plantaardige, dierlijke of overige (bijvoorbeeld schimmels) grondstoffen produceren die gebruikt worden in vleesvervangers. In deze studie ligt de focus op eiwitrijke ingrediënten.
3. **De vleesvervangerproducenten.** Dit zijn de bedrijven die vleesvervangers voor consumenten produceren, bestaande uit plantaardige en/of dierlijke en overige ingrediënten. Dit kunnen nieuwe als wel bestaande vleesbedrijven zijn.
4. **Retail en foodservice.** Deze sector heeft een brugfunctie tussen de consument en de producent. Zij bedenken voor een belangrijk deel de concepten die aanslaan bij de consumenten. Daarnaast hebben zij door hun marketingkracht een belangrijke invloed in de keten.

Daarnaast spelen kennisinstellingen, zoals universiteiten, een belangrijke rol binnen de eiwit-transitie. Zij moeten de kennisbasis versterken van de eerste drie productieschakels: landbouw, ingrediëntenproducenten en vleesvervangerproducenten. Uiteraard is er ook kennisontwikkeling nodig op het gebied van consumentengedrag aangezien dat de ontwikkeling van succesvolle product- en marketingconcepten kan ondersteunen.

Figuur 2 Eiwit-transitie in Vlaams perspectief



De eiwit-transitie speelt zich af op een internationaal toneel. Om het innovatiepotentieel van de eiwit-transitie voor Vlaanderen te analyseren en te evalueren hebben we daarom rekening gehouden met de sterke internationale context van de productieketens waarin voedsel en ook vleesvervangers worden geproduceerd.

2.5 Overzicht vleesvervangers

Met een vleesvervanger bedoelen we een voedselproduct dat als doel heeft de vleescomponent in een maaltijd te vervangen en dat grotendeels op basis van plantaardige eiwitten geproduceerd is. Er wordt vaak ook geprobeerd dit product op vlees te laten lijken qua smaak, textuur, kleur en geur. Er bestaan verschillende benamingen voor dit type product zoals vleesvervangend product, vleesanaloo, plantenvlees, plantaardig vlees. Eén van de experts had het ook over vleesopvolger. In deze studie zullen wij in het vervolg spreken over 'vleesvervanger'.

In de gesprekken met experts blijkt dat vleesvervangers kunnen worden opgedeeld in verschillende generaties en soorten:

- 1^{ste} generatie vleesvervanger (tempé, tofu, seitan)
- 2^{de} generatie vleesvervanger (samengestelde producten)
- 3^{de} generatie vleesvervanger (producten met duidelijke vleesstructuur en -smaak)
- Kweekvlees (clean meat, in-vitrovlees, cell-based meat)
- Hybride producten (combinatie van vlees met plantaardige grondstoffen)

2.5.1 Hoogtechnologisch versus onbewerkte ingrediënten

Deze studie richt zich op (hoog)technologische oplossingen voor het vervangen van vleeseiwitten in het dagelijks dieet. De 1^{ste} generatie vleesvervangers is geen onderdeel van de studie, ook de consumptie van onbewerkte peulvruchten valt buiten het bereik van de studie. Veel experts geven tijdens de interviews wel aan dat het vervangen van vleeseiwitten door onbewerkte peulvruchten de grootste milieuwinst oplevert. Bovendien wordt er dan het meest optimaal gebruik gemaakt van de nutriënten van het eiwitgewas. Bij elke bewerkingsstap wordt namelijk energie verbruikt (hogere milieu-impact) en gaan er voedingsstoffen verloren. Ook wordt genoemd dat door alle bewerkingsstappen de keten verlengd wordt en daarmee ook de afstand van de consument tot de boer. Dit heeft weer een ongunstig effect op de waardering van de akkerbouw in de maatschappij. Er zijn dus goede redenen om vleeseiwitten te willen vervangen door onbewerkte peulvruchten in plaats van (hoog)technologische oplossingen. Echter, deze zijn niet meegenomen in deze studie, omdat de focus ligt op (hoog)technologische oplossingen voor het vervangen van vleeseiwitten in het dagelijks dieet.

2.5.2 1^{ste} generatie vleesvervanger

De eerste generatie vleesvervangers omvat de producten die al heel lang op de markt zijn zoals tofu, tempé en seitan. Deze producten hebben een plantaardige oorsprong en hebben geen specifieke vleessmaak of -structuur. Seitan (op basis van gluten), tofu en tempé (op basis van sojabonen) komen van oorsprong uit Azië. In de Aziatische keuken vinden ze enthousiast aftrek in bijvoorbeeld wokgerechten. Deze vleesvervangers hebben van zichzelf weinig smaak en worden vaak gekruid of gemarineerd. Dit type vleesvervanger wordt in deze studie verder buiten beschouwing gehouden aangezien hier geen (hoog)technologische potentie ligt. Uiteraard kunnen Vlaamse bedrijven deze producten wel maken en kan er economische potentie liggen.

2.5.3 2^{de} generatie vleesvervanger

De tweede generatie vleesvervangers zijn samengestelde plantaardige producten, lijkend op bewerkte vleesproducten zoals de burgers en de worsten. De smaak en structuur van deze producten komen niet overeen met vlees. De basis is vaak een eiwitrijk ingrediënt zoals soja-eiwitconcentraat. Maar ook producten met (onbewerkte) algen, quinoa of hennep vallen in deze categorie. In de meeste supermarkten liggen ze bij de afdeling ‘vegetarische producten’.

2.5.4 3^{de} generatie vleesvervanger

Dit is de nieuwste generatie vleesvervangers die sinds enkele jaren in de supermarkt te vinden is. De vleesachtige structuur ontstaat door het bewerken van grondstoffen, zoals eiwitten van sojabonen of erwten, tot er eiwitdraden ontstaan met de textuur van vlees. Deze producten zijn, qua textuur en smaak, nauwelijks van vlees te onderscheiden. Ook qua naamgeving lijken de producten vaak op hun vleesvariant: spekjes, rul gehakt of biefstukreepjes. Hierdoor is voor de consument de toepassing direct duidelijk. In de meeste supermarkten liggen deze producten bij de afdeling ‘vegetarische producten’.

2.5.5 Kweekvlees

Kweekvlees neemt in de eiwit-transitie een speciale positie in aangezien dierlijk materiaal nodig is om kweekvlees te produceren in het laboratorium. Het is nog niet beschikbaar op de markt maar heeft extra potentie omdat het de smaak en textuur van echt vlees heeft, maar de dierenwelzijnsdiscussie grotendeels uitschakelt. De ontwikkeling van kweekvlees zit echter nog in een vroeg stadium waarbij aan opschalingstechnologie wordt gewerkt. Het zal nog een aantal jaren duren voordat kweekvlees in de supermarkt ligt. Op dit moment zijn nog dierlijke stamcellen nodig voor de productie van kweekvlees, waardoor kweekvlees niet geschikt is voor vegetariërs. Er wordt echter ook onderzoek gedaan naar productiemethoden waarbij uiteindelijk geen dierlijk materiaal meer nodig zal zijn. Door sommige experts wordt kweekvlees ook wel de volgende generatie vleesvervanger genoemd. Kweekvlees wordt ook wel ‘clean meat’ of ‘in-vitrovlees’ genoemd.

2.5.6 Hybride producten

In totaal bestaat ongeveer de helft van de vleesconsumptie uit bewerkt of verwerkt vlees, denk aan worsten, hamburgers, schnitzels en vleeswaren. Bij deze producten is het mogelijk een deel van het dierlijke eiwit te vervangen door plantaardige eiwitten. Deze producten worden ‘hybride’ producten genoemd en bestaan dus deels uit vlees en deels uit plantaardige grondstoffen. De technologie is inmiddels zover ontwikkeld dat met het toevoegen van deze plantaardige eiwitten de kwaliteit van het eindproduct niet verslechtert. In sommige gevallen worden bepaalde eigenschappen zelfs verbeterd, bijvoorbeeld sappigheid, mondgevoel of gezondheidswaarde. Hybride producten zijn niet geschikt voor vegetariërs of veganisten (ze bevatten immers vlees) maar bieden wel een groot potentieel om dierlijke eiwitten te vervangen door plantaardige eiwitten bij vleeseters en de steeds groter wordende groep flexitariërs. Het voordeel van hybride producten is dat de consument zijn of haar voedingspatroon nauwelijks hoeft aan te passen. Echter, communicatie over deze producten is een aandachtspunt. Experts zijn er bijvoorbeeld niet over uit hoe dit type product precies te benoemen. De naam hybride lijkt niet aantrekkelijk te zijn voor de consument, die dit associeert met kunstmatig. Voor het gemak, gebruiken we in de rest van deze studie wel de term ‘hybride’ product. Verder is er nog veel discussie over de marketing van dit type product, bijvoorbeeld over transparantie over de ingrediënten op de verpakking. Moet het nu juist wel of niet gecommuniceerd worden naar consumenten, of is ‘ongemerkt’ duurzaamheid een betere strategie? In hoofdstuk 7 wordt verder ingegaan op consumentenacceptatie.

Voor het samenstellen van hybride producten kunnen evenals voor vleesvervangers verschillende eiwitingrediënten gebruikt worden, zoals erwteneiwit, lupine en sojaeiwit. In de volgende paragraaf worden deze verschillende type eiwitingrediënten verder beschreven.

2.6 Overzicht eiwitingrediënten

Voor het vervaardigen van vleesvervangers zijn eiwitingrediënten nodig, bijvoorbeeld om een vleesstructuur te bouwen of het product van voldoende eiwit te voorzien. Als we het hebben over eiwitingrediënten bedoelen we alternatieven voor de reguliere dierlijke eiwitten. Vaak zijn die van plantaardige oorsprong maar dit kunnen ook eiwitten van bijvoorbeeld insecten of micro-organismen zijn.

De eiwitingrediënten die zijn behandeld in deze studie zijn te vinden in tabel 1. Voor de samenstelling van het overzicht in tabel 1 is gekeken naar de huidige ingrediënten van vleesvervangers die op de markt zijn. Ook zijn enkele veelbelovende eiwitingrediënten beoordeeld die nu nog niet op de markt beschikbaar zijn, maar wel potentie hebben. Deze lijst van eiwitingrediënten is getoetst met de begeleidingscommissie.

De eiwitingrediënten worden hieronder kort geïntroduceerd: wat verstaan we precies onder het ingrediënt en in hoeverre wordt het gebruikt in vleesvervangers. Een uitgebreide beoordeling van de ingrediënten vindt plaats in hoofdstuk 4 (technische potentie) en hoofdstuk 8 (ecologische en nutritionele aspecten).

Tabel 1 Overzicht eiwitingrediënten

Type	Eiwitingrediënt
 Peulvruchten	Soja
	Erwten
	Veldbonen
	Lupine
	Kikkererwten
 Bijproducten zetmeelindustrie	Aardappel
	Tarwe
 Zaden	Hennep
	Quinoa
 Waterplanten	Zeewier
	Waterlinzen (eendenkroos)
 Insecten	
 Microbiële eiwitten	Microalgen
	Schimmeleiwit
	Bacteriën

2.6.1 Peulvruchten

De meeste peulvruchten zijn direct geschikt voor humane consumptie. Peulvruchten zijn op dit moment nog veruit de belangrijkste bron van eiwitten in vleesvervangers. Voor de vleesvervangende industrie wordt van peulvruchten bijvoorbeeld meel gemaakt, maar ook eiwit-concentraat en eiwit-isolaat.

2.6.1.1 Soja

Soja is veruit het meest gebruikte eiwitingrediënt op dit moment voor het vervangen van dierlijke eiwitten. Het wordt zowel voor 1^{ste}, 2^{de} als 3^{de} generatie vleesvervangers gebruikt.

2.6.1.2 Erwten

Erwteneiwit (uit droge gele erwten) is inmiddels een veel gebruikt ingrediënt in vleesvervangers. De droge gele erwt wordt voor de diervoederindustrie geteeld en wordt daarnaast als eiwitgrondstof voor humane consumptie gebruikt. Een andere erwt die wordt gebruikt in vleesvervangers is de groene erwt. Deze wordt vaak vers gebruikt in bijvoorbeeld een groenteburger.

2.6.1.3 Veldbonen

In het Midden-Oosten zijn veldbonen onderdeel van traditionele voedingspatronen en worden ze bijvoorbeeld ingeblikt of verwerkt in sauzen. In West-Europa wordt de veldboon nauwelijks gebruikt voor humane consumptie. Er zijn inmiddels enkele vleesvervangers (zowel 2^{de} als 3^{de} generatie) op de markt op basis van veldbonen.

2.6.1.4 Lupine

In Zuid-Amerika wordt lupine vaak gegeten als een snack. Een nadeel aan lupine is de bittere smaak. Daarnaast is het, net als soja, een allergeen. In de afgelopen jaren wordt steeds meer lupine geteeld met een minder bittere smaak waardoor het geschikter is geworden voor humane consumptie.

2.6.1.5 Kikkererwten

Kikkererwten worden ook gebruikt in vleesvervangers. Een bekende toepassing is in falafel, waarbij de kikkererwt de basis vormt. Eiwitingrediënten van kikkererwten worden nog nauwelijks gebruikt in vleesvervangers.

2.6.2 Bijproducten zetmeelindustrie

2.6.2.1 Tarwe

Tarwe is een belangrijk graangewas dat veelvuldig gebruikt wordt in bakkerijproducten en andere levensmiddelen. Tarwe-eiwit (voornamelijk gluten) is een co-product van de zetmeelindustrie. Tarwemeel en tarwe-eiwit worden al veel in vleesvervangers gebruikt.

2.6.2.2 Aardappel

Aardappeleiwit is een co-product uit de aardappelzetmeelindustrie. Op dit moment wordt aardappeleiwit met name gebruikt als functioneel ingrediënt (bijvoorbeeld als 'texturiser' ter vervanging van kippenei-eiwit) en niet als bulk eiwitrijk ingrediënt. Aardappeleiwit is op de markt beschikbaar en wordt al in vleesvervangers gebruikt. De marktomvang van aardappeleiwit was in 2017 meer dan 60 miljoen euro (MarketsandMarkets, 2017).

2.6.3 Zaden

2.6.3.1 Hennep

Hennepzaad is geschikt voor directe consumptie. Hennepzaad wordt ook verwerkt in (2^{de} generatie) vleesvervangers, tot dusver alleen nog op kleine schaal. Daarnaast is er ook hennepmeel en hennep-eiwitisolaat op de markt, maar voor zover bekend wordt hier nog nauwelijks mee gewerkt in de productie van vleesvervangers.

2.6.3.2 Quinoa

Quinoa komt van origine uit Zuid-Amerika. Het lijkt een graansoort, maar dat is het niet. Het wordt ook wel een pseudograan genoemd. Quinoa behoort tot de amarantenfamilie, waartoe ook bieten en spinazie behoren. Het kan echter wel op dezelfde manier als granen worden verwerkt. Quinoa wordt soms ook verwerkt in vegetarische burgers (2^e generatie). Er wordt geëxperimenteerd met het extraheren van eiwitfracties uit quinoa.

2.6.4 Waterplanten

2.6.4.1 Zeewier

Zeewier is een aanduiding van groepen niet verwante algen die in zee leven. Zeewieren zijn opgedeeld in groenwieren (*Chlorophyta*), de roodwieren (*Rhodophyta*) en de bruinwieren (*Phaeophyta*). Zeewieren kunnen goed gebruikt worden als additief in voeding. In Azië is zeewier onderdeel van het dagelijks dieet. Tot nu toe worden zeewieren in Europa hoofdzakelijk gebruikt als eiwitingrediënt in samengestelde producten. Burgers met zeewier hebben bijvoorbeeld soja-eiwit als basis voor de bulk. Zeewieren kunnen ook in zijn geheel worden gegeten, zoals in Japan vaak gebeurt. Er zijn voor zover bekend nog geen experimenten om eiwitvezels te maken uit zeewier.

2.6.4.2 Waterlinzen

Waterlinzen, of ook wel eendenkroos, is een verzamelnaam voor een aantal soorten kleine waterplanten die vrij op het water drijven. Waterlinzen worden op dit moment nog niet in vleesvervangers gebruikt. De teelt bevindt zich nog in de experimentele fase en net als bij microalgen (zie 2.6.6.1) is er nog geen toestemming voor het gebruik van het bewerkte rubisco eiwit¹ in voedsel.

2.6.5 Insecten

Wereldwijd worden meer dan 1400 insectensoorten door mensen gegeten (entomofagie), waaronder sprinkhanen, krekels, rupsen, kevers, mieren, bijen, wespen, termieten, vlinders en motten. Insecten zijn in Europa meestal gedroogd verkrijgbaar. Ze zijn geschikt voor directe consumptie, maar ze worden ook verwerkt in burgers, nuggets en schnitzels.

2.6.6 Microbiële eiwitten

Microbiële eiwitten, in het Engels Single Cell Protein (SCP), kunnen geproduceerd worden uit biomassa of CO₂. Microbiële eiwitten bevatten veel eiwit, van hoge kwaliteit. Daarnaast bevatten ze koolhydraten, vetten en diverse vitaminen en mineralen. Dit maakt ze zeer interessant voor de toepassing in vleesvervangers. Microbiële eiwitten kunnen worden opgedeeld in microalgen, schimmeleiwit en bacteriën.

2.6.6.1 Microalgen

Microalgen zijn eencellige soorten die worden aangetroffen in zoet water en oceanen. Microalgen worden op dit moment beperkt verwerkt in vleesvervangers. Microalgen kunnen ook in een gecontroleerde omgeving worden geteeld. Deze teelttechnologie is nog volop in ontwikkeling. Het rubisco-eiwit uit microalgen (en ook andere grondstoffen) is nog niet toegestaan op de Europese markt waardoor alleen nog onbewerkte microalgen in voedselproducten verwerkt kunnen worden.

2.6.6.2 Schimmeleiwit

Mycoproteïne (schimmeleiwit) wordt gemaakt via een fermentatieproces van de schimmel *Fusarium venenatum*. Het Britse bedrijf Quorn is de enige ter wereld (al sinds 1980) die een vegetarisch product op de markt heeft op basis van mycoproteïne. In dit product wordt het eiwit van kippeneieren als bindmiddel gebruikt en is daarmee niet geschikt voor veganisten.

¹ Rubisco is een enzym dat veelvuldig voorkomt op aarde. Het zit in alle organismen waar fotosynthese plaatsvindt, zoals bietenblad, luzerne, algen en zeewieren. Rubisco-eiwit wordt gewonnen uit deze groene planten. Het heeft zeer goede gelerende eigenschappen en kan ingezet worden als vervanger van soja en melkproducten in vlees-vervangende producten. Echter, rubisco-eiwit is nog niet door de EU Novel Food Verordening goedgekeurd.

2.6.6.3 Bacteriën

Voor bacteriële eiwitten worden eiwitten geproduceerd in industriële reactoren met behulp van bacteriën. Het product is een geur-, smaak- en kleurloos papje met 5% droge stof. Op dit moment is het product alleen nog geschikt voor diervoeder. De technologie bevindt zich nog in het stadium van opschaling.

2.6.7 Andere eiwitingrediënten

Tijdens de studie zijn we ook een aantal andere interessante eiwitingrediënten tegenkomen. Deze zijn echter niet in de studie meegenomen, omdat de ontwikkeling zich bijvoorbeeld nog in de experimentele fase bevindt of omdat het eiwitingrediënt pas in een late fase van de studie naar voren kwam als potentieel interessant. Deze eiwitingrediënten kunnen in de toekomst, na verder onderzoek, mogelijk wel kansen bieden voor Vlaanderen en worden daarom hieronder kort omschreven.

2.6.7.1 Raapzaad (of koolzaad)

Raapzaad wordt wereldwijd vooral verbouwd voor de olie die vervolgens wordt gebruikt in de voedingsmiddelenindustrie. Bijvoorbeeld als plantaardige olie in sauzen, margarine en koekjes. Daarnaast wordt de olie ingezet als grondstof voor biobrandstof. Het deel van het zaad dat na de vervaardiging van olie (perskoek of meel) overblijft wordt vaak toegepast als diervoeder. Hier zitten eiwitten van een hoge kwaliteit in, die alle essentiële aminozuren bevatten. De functionele eigenschappen zijn veelbelovend voor de toepassing in vleesvervangers. De smaak is echter bitter. Er zijn multinationals die onderzoek doen naar de extractie van eiwitten uit de raapzaadplant. Met een wereldwijde productie van bijna 70 miljoen ton raapzaad per jaar liggen hier grote kansen. Canada is de grootste producent van raapzaad ter wereld, gevolgd door China. In Europa zijn dat Frankrijk en Duitsland. Voor Vlaanderen is wellicht de perskoek van raapzaad interessant omdat van oudsher een grote industrie aanwezig is in het persen van oliehoudende zaden. Hoewel er (kleine) verschillen bestaan tussen koolzaad- en raapzaadplanten worden de namen in praktijk vaak door elkaar gebruikt.

2.6.7.2 Eiwitten uit co-producten van de vlees- en zuivelindustrie

Deze studie gaat om het vervangen van dierlijke eiwitten in het dagelijks dieet. Er zijn echter ook een aantal interessante eiwitingrediënten als co-producten uit de vlees- en zuivelindustrie die kunnen bijdragen aan verduurzaming van ons voedingspatroon. Gelatine en wei-eiwitten zijn wereldwijd een belangrijke eiwitbron. Ook eiwitten uit bloed worden in Vlaanderen geproduceerd. Een ander type eiwit-ingrediënt dat tijdens de expertinterviews naar voren kwam in deze studie is een eiwit dat gemaakt wordt van co-producten van de slachterij. Deze dierlijke eiwitten worden momenteel vaak ingezet in diervoeder. Deze eiwitten kunnen ook geschikt zijn voor humane voeding en hebben de potentie om bij te dragen aan de eiwit-transitie. Dit type eiwit heeft goede functionele eigenschappen. Door middel van textureren kan bijvoorbeeld een vleesachtige structuur gemaakt worden. Deze vezelstructuur kan ingezet worden in hybride producten. Het eiwit zorgt voor sappigheid. Bovendien kan hiermee het zoutgehalte van vleesproducten worden gereduceerd. Dit type eiwit is niet geschikt voor vegetariërs of veganisten. Het biedt echter wel kansen om de milieu-impact van vleesproducten omlaag te brengen en meer delen van een dier in te zetten voor nutritioneel hoogwaardige voedingsmiddelen.

3 Academisch potentieel

Gedreven door een groeiende vraag naar kwalitatief hoogwaardige (nutritioneel en sensorisch), ecologische en dierenwelzijn motieven neemt het mondiale onderzoek naar alternatieven voor vlees toe. Vlaamse wetenschappers zijn actief op dit gebied en dragen bij aan kennisontwikkeling en innovaties op dit gebied. Om internationaal economisch competitief te zijn moet ook de Vlaamse wetenschap van internationale topkwaliteit zijn. In dit hoofdstuk wordt de volgende hoofdvraag beantwoord om de stand van zaken van het Vlaamse academische landschap te bepalen:

In hoeverre is er academisch potentieel op het gebied van alternatieve eiwitten in Vlaanderen?

We hebben hiertoe kwalitatieve en kwantitatieve methode gebruikt om het wetenschappelijk onderzoek in Vlaanderen op het gebied van de eiwittransitie in kaart te brengen. We doen dit steeds in vergelijking met de internationale context.

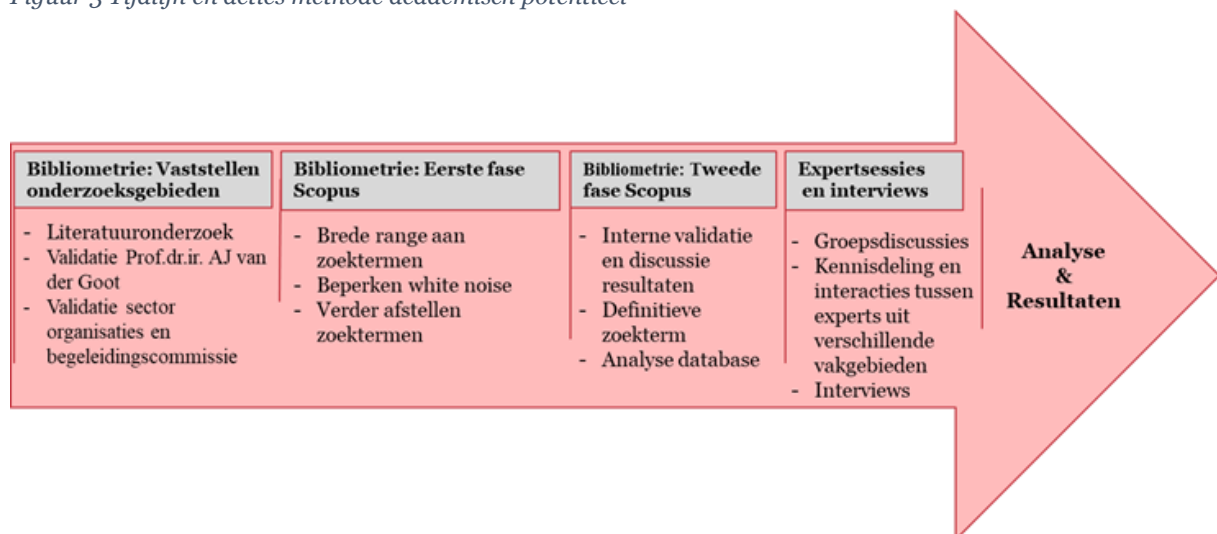
3.1 Methode

Het onderzoek naar de stand van zaken van het academisch potentieel op het gebied van alternatieve eiwitten in Vlaanderen is uitgevoerd door middel van drie onderzoekstechnieken:

- Literatuuronderzoek
- Bibliometrische analyse
- Expertsessies en interviews

Het onderzoek is uitgevoerd in vijf chronologische stappen die in Figuur 3 uitgebeeld zijn.

Figuur 3 Tijdlijn en acties methode academisch potentieel



Stap 1: Vaststellen onderzoeksgebieden

Stap één bestond uit het vaststellen van relevante onderzoeksgebieden gericht op alternatieve eiwitten. De relevante onderzoeksgebieden zijn gevonden na het opzoeken en analyseren van wetenschappelijke conferenties en congressen in het vakgebied. Daarbij is direct een eerste verzameling zoektermen voor de bibliometrische analyse vastgesteld. In de eerste verzameling van de zoektermen zijn we uitgegaan van een brede scope om zoveel mogelijk relevante publicaties te kunnen behelzen.

De resultaten uit het literatuuronderzoek zijn vervolgens gevalideerd door Prof.dr.ir. AJ van der Goot van Wageningen University & Research. Professor Van der Goot is hoogleraar aan het Departement Agrotechnologie en Voedingswetenschappen en heeft een brede blik op de ontwikkelingen binnen de wetenschap op het gebied van de eiwit-transitie. Daarbij was hij zeer bereidwillig om feedback te geven,

en om bijdragen te leveren aan de andere onderdelen van dit onderzoek. Ten slotte zijn de resultaten ook gevalideerd bij de begeleidingscommissie.

Stap 2: Bibliometrisch onderzoek (eerste fase Scopus)

Volgend op de validatie van de eerste verzameling van de zoektermen hebben we een lijst met definitieve zoektermen voor de bibliometrische analyse vastgesteld. Voor deze bibliometrische analyse hebben we Scopus gebruikt. Scopus omvat een database met wetenschappelijke artikelen en data over citaties. Aan de hand van de uitkomsten uit Scopus hebben wij in paragraaf 3.2 de Vlaamse positie vergeleken met die van andere landen. Wij hebben de uitkomst van de analyse getoetst en vergeleken met de uitkomsten van het eerdere literatuuronderzoek. Dit onderzoek vond plaats over de volle breedte van het kennisveld en is niet specifiek per domein uitgesplitst.

In **Box 1** staan de algemene zoektermen en de eiwitingrediënten die als basis dienen voor de bibliometrische analyse. In **Box 2** staan de zoektermen die gekoppeld zijn per relevant vakgebied.

Box 1 Algemene zoektermen Scopus

1. **Alternative Protein:** Dairy Analogues - Ento Feed - Ento Food - Entomofood - Entomophagy - Food Habbits - Food Innovation - Fungal Protein - Green Protein - Health - Hybrid Meat - Insect Protein - Lab Meat - Meat Analogue - Meat Analogues - Meat Replacer - Meat Substitute - Mycofood - Novel Foods - Novel Protein - Plant Based Protein - Plant Meat - Plant Protein - Sensory (Taste/Color/Structure) - Structuring Technologies - Sustainability - Sustainable Diets - Sustainable Protein - Vegan - Vegetable Protein
2. **Ingredients:** Algae - Almond - Amaranth - Bean - Beetle - Black Soldier Fly - Buffalo - Buffalo Worm - Canola - Caterpillar - Cereal - Chickpea - Cricket - Duckweed / Lemna - Fly - Grain - Grasshopper - Hemp - Insect - Leaves - Legume - Lentil - Lupine - Macroalgae - Mealworm - Microalgae - Morio Worm - Mushroom - Nut - Oat - Pea - Pulses - Quinoa - Rapeseed - Rice - Seaweed - Soy - Teff - Wheat - Protein(x) (Protix) - Entopure (Proti-Farm) - Beeter / Plenti (Ojah) - Quorn and Tofu / Tahoe

Box 2 Onderzoeksgebieden en zoektermen Scopus

1. **Agro economics:** Protein Crops - Value Chain - Profitable – Efficiency - Food Chain - Market Analysis - Market Outlook
2. **Agro systems research:** Productivity – Sustainability - Protein
3. **Agro technology:** Cultivation Protein Crop(s) – Yield – Sustainable – Cultivar – Quality -Quantity
4. **Aquaculture:** Production Systems – Protein – Algae - Seaweed
5. **Arable farming:** Field Crops-New Crops-Utility-Value - Cultivation-Techniques -Protein-Crop Production-Cultivation Stratgey
6. **Bioprocess engineering:** Protein Biorefinery-Microalgae-Metabolic Engineering-Food-Functionality
7. **Biotechnology:** Cultured Meat-Clean Meat-Stem Cells-Tissue Engineering-Cellular Agriculture
8. **Consumer Science:** Acceptance – Preference – Sensory – Texture - Market Analysis
9. **Entomology:** Protein - Protein Source - Edible Insect(s) - Animal Feed - Human Consumption - Entomophagy
10. **Environmental sciences:** Green Protein – Sustainability - Waste Stream
11. **Food Chemistry:** Green Protein - Structuring - Shear Cell – Fractionation - Seed Crops - Protein Crops – Functionalities – Extraction – Purification – Concentrate - Isolate
12. **Food design:** Customisation - Chain Design
13. **Food Microbiology:** Green Protein - Structuring - Shear CellFractionation - Seed Crops - Protein Crops – Functionalities – Extraction - Purification – Concentrate - Isolate
14. **Food Process Engineering:** Green Protein – Structuring - Shear Cell – Fractionation - Seed Crops - Protein Crops – Functionalities – Extraction – Purification – Concentrate - Isolate
15. **Food safety:** Novel Protein / Green Protein: Contaminant – Allergenicity – Pathogen - Emerging - Riskchain – Quality – Toxic - Toxin
16. **Food science:** Protein – Value – Processing – Sensory – Healthy – Sustainability
17. **Food Technology:** Protein Replacement - Nutritional Performance
18. **Human Nutrition:** Novel Protein / Green Protein – Health – Satiety – Digestion - Nutritional Value - Taste
19. **Immunoology:** Novel Protein / Green Protein - Risk Assesment - Allergenicity
20. **Marine sciences:** Novel Protein / Green Protein – Aquaculture – Algae – Microalgae – Seaweed - Open Ponds
21. **Mathematics / Statistics:** Risk Assesment – Health – Protein - Novel Food

22. **Plant breeding:** Yield – Quality – Protein - Nutritional Value Genomics – Transcriptomics - Metabolomics - Leaf Protein - High Quality Crops - Seed
23. **Plant health:** Protein – Phytosanitary - Food Safety – Toxin - Pathogen
24. **Plant science:** Protein Crop(s) - Plant Breeding - Sustainable Agriculture - Plant Physiology - Plant Production System - Leaf Protein - Rubisco
25. **Protein chemistry:** Physiological - Functionality
26. **Sensory science:** Protein - Food Structure - Oral Processing - Sensory Perception – Tribology – Flavour - Eating Behaviour - Taste

Stap 3: Bibliometrisch onderzoek (tweede fase Scopus)

Vervolgens hebben we in stap 3 de resultaten uit de ruime zoekopdracht doorgenomen met onze interne experts en een beperking opgelegd aan de uitkomst van de geselecteerde zoektermen door irrelevante wetenschappelijke tijdschriften (waarbij de focus medisch of biologisch was in plaats van voeding gerelateerd) uit te sluiten. Deze beperking heeft geleid tot de samenstelling van de uiteindelijke database. Het opleggen van een beperking aan de zoektermen heeft als grote voordeel dat willekeurige foutieve observaties zo veel mogelijk beperkt worden. De bibliometrische analyse aan de hand van Scopus² leverde het onderzoeksteam een lijst van Vlaamse onderzoekers² en de volgende relevante resultaten op:

- Een tijdsbestek van 10 jaar 2008-2018;
- 160 tijdschriften waarin gepubliceerd is;
- 911 wetenschappelijke artikelen;
- 26 vakgebieden;
- 158 onderzoekers;
- tijdschriften uit 90 landen.

Deze resultaten hebben we vervolgens gefilterd door specifiek naar Vlaanderen te kijken. De resultaten dienen bovendien als context waarbinnen de wetenschappelijke positie van Vlaamse universiteiten wordt bekeken. Zo gaan alle bevindingen die uiteengezet worden in paragraaf 3.2 over de periode 2008-2018.

Stap 4: Expertessies en interviews

Voor stap vier hebben wij onderzoekers uitgenodigd om deel te nemen aan expertessies aan hun universiteiten. Als de onderzoekers niet beschikbaar waren op een van de aangeboden momenten dan gaven wij hen de kans om hun inzichten met ons te delen in een diepte-interview. Er hebben twee expertessies plaatsgevonden: één aan de Katholieke Universiteit Leuven en één aan de Universiteit Gent. Daarnaast zijn er twee diepte-interviews gehouden met onderzoekers aan de Universiteit van Antwerpen en de Vrije Universiteit Brussel.

Als basis voor de expertessies en interviews dienden de kwantitatieve uitkomsten van het Scopus onderzoek, die zijn aangevuld door kwalitatieve input van de onderzoekers ten aanzien van de volgende elementen:

- De internationale positie van Vlaanderen en internationale samenwerkingsverbanden;
- De sterktes, zwaktes, belemmeringen en opportuniteiten voor de Vlaamse academische gemeenschap;
- De mate waarin spin-offs zijn opgericht;
- De interactie en samenwerking met de industrie.

De inzichten ten aanzien van de Vlaamse positie in relatie tot andere internationale instellingen, en ten aanzien van de sterktes en zwaktes werden tijdens de expertessies verzameld door het gebruik van de mindmap tool Mindnode. De mindmaps (naar aanleiding van de expertessies) en de resultaten van de interviews gecombineerd met de resultaten uit de bibliometrische analyse zijn verwerkt tot de analyse

² Die veelvuldig of eenmalig onderzoek hebben gepubliceerd gerelateerd aan alternatieve eiwitbronnen of de eiwit transitie.

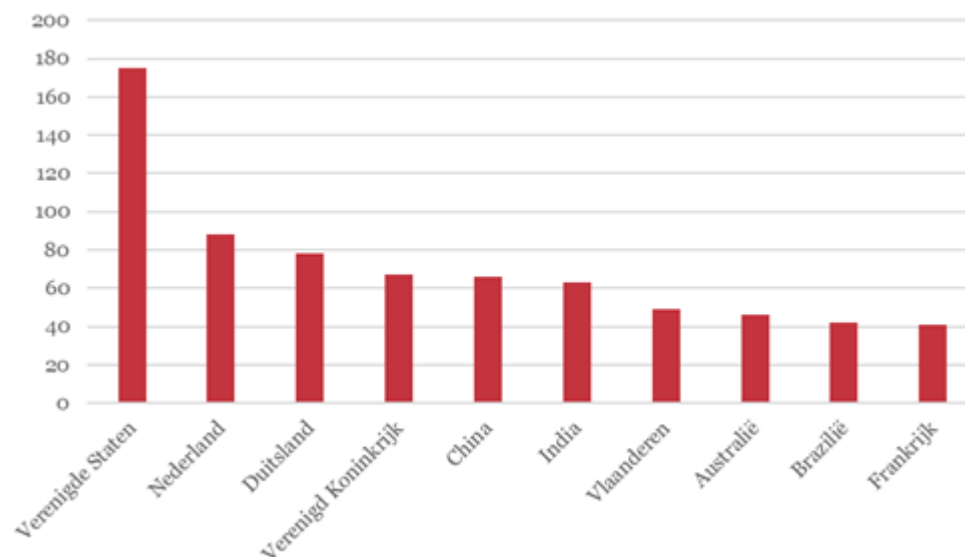
en resultaten sectie in dit rapport, waarbij de mindmaps en resultaten van de interviews dienen ter ondersteuning van de kwantitatieve uitkomsten van de Scopus analyse. In paragraaf 3.2.1 zullen met name de resultaten naar aanleiding van de Scopus analyse worden uitgelicht, en in paragraaf 3.2.2 de resultaten van de interviews en expertsessies.

3.2 Resultaten en Analyse

3.2.1 Internationale vergelijking

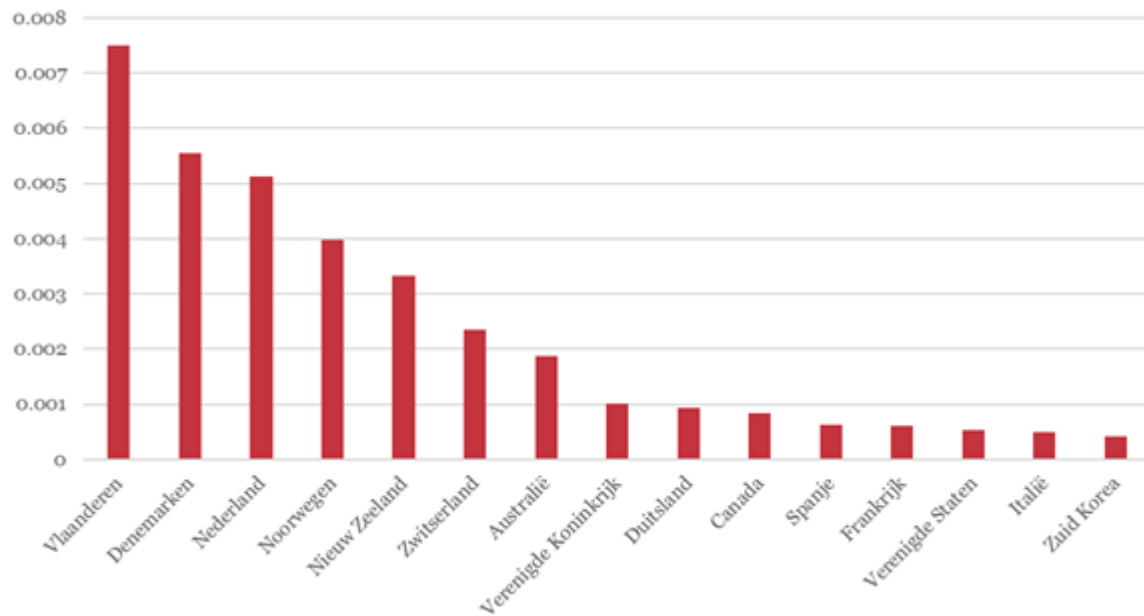
De Vlaamse universiteiten dragen internationaal gezien in belangrijke mate bij aan de ontwikkeling van kennis op het gebied van alternatieve eiwitten, vleesvervangers en gerelateerde onderwerpen. Het academische landschap van Vlaanderen levert invloedrijke wetenschappelijke output op het gebied van de eiwit-transitie en kan zich meten met de wereldtop in dit vakgebied. Dit blijkt uit het aantal publicaties en citaties van Vlaamse universiteiten. Daarnaast kent het Vlaamse academische landschap een sterkere variatie in onderzoeksgebieden op het gebied van de eiwit-transitie dan andere landen. In deze sectie zal middels een serie grafieken de sterke internationale positie van Vlaanderen toegelicht worden. Het onderzoek naar alternatieve eiwitten en vleesvervangers wordt verspreid over de wereld uitgevoerd. In de top zijn de landen met de meeste publicaties in de periode van 2008-2018 Verenigde Staten, Nederland, Duitsland, het Verenigd Koninkrijk, China, India, Vlaanderen, Australië, Brazilië en Frankrijk (Figuur 4).

Figuur 4 Aantal publicaties per land (2008-2018)



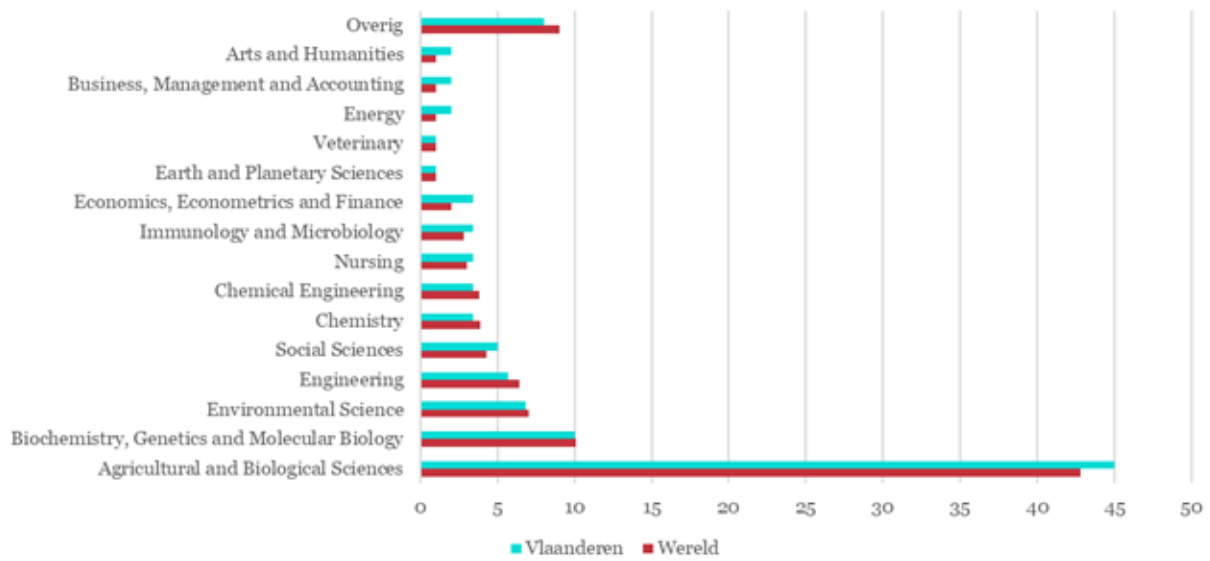
Gemeten per capita zijn Vlaanderen, Denemarken en Nederland de top 3 van meest publicerende landen op het gebied van alternatieve eiwitten en vleesvervangers in de periode 2008-2018 (Figuur 5). De absolute en relatieve bevindingen worden ondersteund door observaties gedaan tijdens het literatuuronderzoek, de expertbijeenkomsten en interviews. Uit de vergelijking van congressen en conferenties kwam naar voren dat buiten Vlaanderen vooral experts van de Universiteit van Wageningen (NL), Californië (VS), Kopenhagen en Aarhus (DK) *keynote speakers* zijn. Opvallend is dat er ook een discrepantie was tussen enerzijds de bibliometrische resultaten en anderzijds de literatuurstudie ten aanzien van de landen die actief zijn op het gebied van onderzoek naar de eiwit-transitie. Op basis van de literatuurstudie was de verwachting dat Zwitserland (plaats 21) en Israël (niet in de lijst) sterk vertegenwoordigd zouden zijn. Dit werd niet bevestigd door de bibliometrische analyse.

Figuur 5 Aantal publicaties per land per capita (2008-2018)



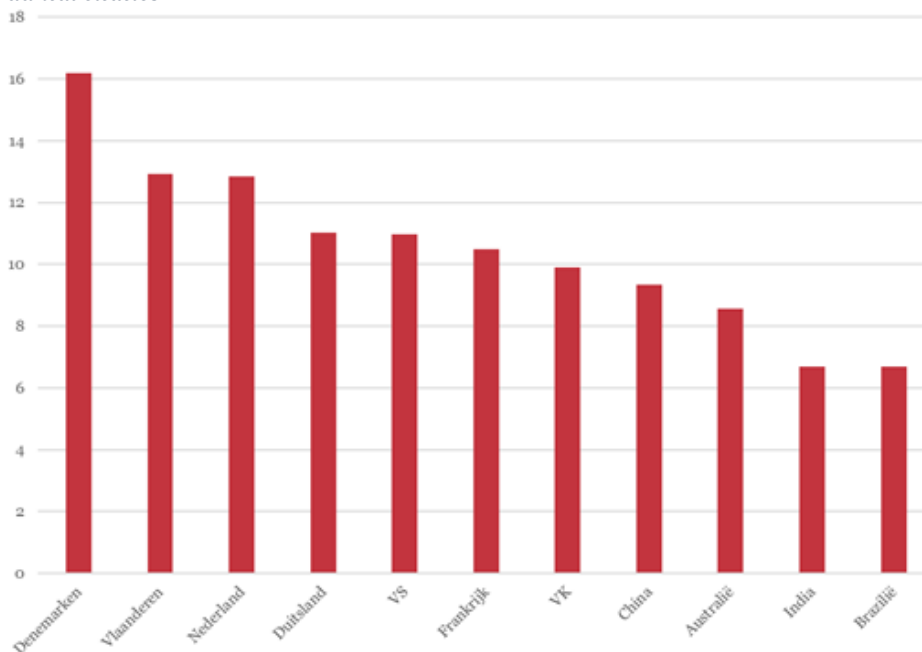
Vanuit de literatuurstudie kwam naar voren dat de specialisatie per alternatieve eiwitbron sterk verschilde per land. Zo bleek dat er bijvoorbeeld in Israël, de Verenigde Staten en Nederland veel onderzoek wordt gedaan op het gebied van kweekvlees (academisch en industrieel). In Denemarken en Noorwegen wordt daarentegen vooral gekeken naar alternatieven als insecten en verschillende plantaardige bronnen. Vlaanderen, is qua specialisatie meer divers dan de andere landen die hoog scoren. Het onderzoek in Vlaanderen bestudeert niet alleen meer ingrediënten, maar beslaat een groter aantal vakgebieden dan in andere landen. Uit de expertsessies blijkt tevens dat er in Vlaanderen een brede kennis en expertise is opgebouwd die de verschillende facetten van het alternatieve eiwit landschap en een eventuele zogenoemde eiwit-transitie beslaat. De kennis en expertise omvat naast de technische en sensorische aspecten ook de sociale en economisch acceptatie van alternatieve eiwitbronnen. De Vlaamse wetenschappers brengen een veelomvattende mening aan die niet alleen de economische opportuniteiten maar ook sterk de gezondheidsaspecten en duurzaamheidsprincipes ten aanzien van alternatieve eiwitbronnen mee in ogenschouw neemt. Deze observaties komen terug in de kwantitatieve output van de Scopus analyse: de analyse laat zien dat Vlaanderen meer divers is wanneer bekeken binnen de internationale context: zo zijn Vlaamse universiteiten wereldwijd relatief sterker vertegenwoordigd op economisch, biochemisch, energie (CO₂ balans) en geesteswetenschappelijk vlak dan andere universiteiten (Figuur 6).

Figuur 6 Percentage output per vakgebied ten opzichte van totaal



De impact van de Vlaamse publicaties is groot, en behoort wereldwijd tot de top 3 op het gebied van gemiddeld aantal citaties per publicatie, samen met Denemarken en Nederland. Deze drie landen worden in Figuur 7 afgebeeld. De Deense publicaties worden relatief het meest geciteerd gevolgd door de Nederlandse. Vlaanderen laat qua citatie ratio andere landen met een sterke academische traditie zoals Frankrijk, Noorwegen, de Verenigde Staten en het Verenigde Koninkrijk achter zich. Dat Vlaanderen niet de top 3 leidt op deze categorie is mogelijk een direct gevolg van het gediversifieerde onderzoekslandschap. Waar Nederland en Denemarken duidelijkere profielen hebben, is het waarschijnlijk dat dit sterker naar voren komt in een database als Scopus. Daarnaast wordt er in Vlaanderen onderzoek gedaan op aanpalende gebieden die tijdens de expertsessies naar voren zijn gekomen. Deze termen zijn buiten de Scopus analyse gevallen omdat dit onderzoek buiten de vooraf gestelde definitie van alternatieve eiwitten viel.

Figuur 7 Gemiddeld Aantal citaties per publicatie (inclusief zelf-citatie) voor landen met het gemiddeld hoogste aantal citaties³



³ Dit is een eerste orde benadering. Er is gekozen om dit voor het gemiddeld voor het gehele vakgebied te nemen. Het gemiddelde kan mogelijk beïnvloed zijn door de mate waarin veel citerende onderzoeksvelden in het ene land meer voorkomen dan in andere landen.

3.2.2 *Het Vlaamse landschap*

In bovenstaande paragrafen wordt uiteengezet dat Vlaanderen op internationaal niveau behoort tot een van de meest productieve en meest geciteerde landen op het kennisgebied omtrent alternatieve eiwitten. Naar aanleiding van de interviews en expertsessies met Vlaamse onderzoekers bespreken we hier het Vlaamse onderzoekslandschap in detail. Uit de gesprekken kwamen vier belangrijke thema's naar voren:

- Aanleiding tot onderzoek naar alternatieve eiwitten;
- Connectie met nationaal en internationaal academische netwerk;
- Kennisdeling en interactie met industriële partijen; en
- Toekomstscenario's.

Net als in andere sterk ontwikkelde Europese regio's bestaat er in Vlaanderen een belangrijke maatschappelijke discussie omtrent vlees en het gebruik van alternatieve eiwitbronnen. Schandalen in de vleesindustrie en kritiek vanuit klimaatgroepen op de uitstoot van broeikasgassen hebben het thema op wetenschapsagenda's gekregen. Deze sociaalmaatschappelijke problemen vormen een belangrijke driver voor het academisch onderzoek naar alternatieve eiwitten in Vlaanderen, gestuurd door een zoektocht naar feitelijkheden. Daarnaast komt het onderzoek voort uit een intrinsieke motivatie om de kennis op dit gebied te vergroten. Vlaamse wetenschappers geven aan dat zij willen bijdragen aan de verrijking van kennis over onder andere klimaatimpact, dierenwelzijn, gezondheid en voeding, consumentenacceptatie, en de vleesindustrie.

Het doel daarvan is om consumenten heldere inzichten te verschaffen ten opzichte van vlees en alternatieve eiwitten. Ook zijn de technologische ontwikkelingen voor alternatieven voor vlees belangrijk. Daarbij kijken wetenschappers vooral naar de sensorische en nutritionele waarde van de verschillende alternatieven voor vlees. Gezondheidsredenen zijn hierbij de achterliggende motivatie. Wetenschappers zijn gedreven de risico's te onderzoeken van het eten van te weinig rood vlees en willen daarbij nieuwe kennis op dit gebied toevoegen. Ook trekt het onderzoek naar alternatieve eiwitbronnen onderzoekers aan die op zoek zijn naar nieuwe uitdagingen en samenwerkingsverbanden. Meerdere wetenschappers benadrukten dat het onderzoek naar alternatieve eiwitten ook nieuwe interessante connecties voor hen oplevert, met name binnen de eigen faculteit of universiteit.

Ondanks de wens die wetenschappers uitspraken om meer universiteit- en grensoverschrijdend samen te werken, hebben zij veelvuldig aangekaart dat er weinig regionale samenwerking plaatsvindt tussen academische onderzoekers in Vlaanderen. De wetenschappers geven aan dat de expertise op het gebied van alternatieve eiwitten nu nog te veel gefragmenteerd is. Bovendien is het huidige financieringssysteem niet gericht op samenwerking tussen verschillende universiteiten omdat het geld of direct via universiteiten aan de vakgroepen wordt overgedragen of afkomstig is vanuit gesubsidieerde projecten. Dit belemmert mogelijk de samenwerking tussen wetenschappers. Daarnaast is het problematisch dat de Vlaamse kmo's onvoldoende kapitaal hebben om als co-financier deel te nemen in projecten. Dit belemmert de mogelijkheden om praktijkgerichte oplossingen te ontwikkelen die zowel de ondernemer als de onderzoeker verder helpen. Tevens komen hierdoor grensoverschrijdende innovatieprojecten minder vaak tot stand.

Ondanks dat er nog geen gestructureerde internationale samenwerking is, wordt er op projectbasis regelmatig internationaal samengewerkt. Uit de interviews en Scopus komt naar voren dat Vlaamse universiteiten samenwerken met onderzoekers uit onder andere Argentinië, Costa Rica, Denemarken, Frankrijk, Italië, Nederland, de Verenigde Staten en Spanje. De keuze voor deze landen komt voort uit persoonlijke contacten en korte termijn projecten. Alle gesproken Vlaamse onderzoekers geven aan dat er vanuit Europese fondsen interessante mogelijkheden zijn om het kennisveld verder te ontwikkelen (zoals bijvoorbeeld Horizon 2020). Daarom geven de universiteiten aan dat er behoefte is aan een fonds dat zich richt op grensoverschrijdende projecten die samenwerking met Nederlandse en Duitse universiteiten mogelijk maakt. Dit fonds zou dan projecten moeten financieren die op dit moment te groot zijn voor kleine regionale of landelijke fondsen maar te klein voor grote Europese fondsen. Zij geven aan dat het vergelijkbaar zou moeten zijn met het Finno-Scandinavische Nordforsk⁴. Daarnaast

⁴ Nordforsk financiert middelgrote projecten tussen variërende consortia van Finse en Scandinavische bedrijven en onderzoeksinstellingen. De projecten van Nordforsk zijn vaak gedreven rondom maatschappelijke kwesties.

geven de onderzoekers aan dat binnen grote Europese projecten vaak partners betrokken moeten worden vanuit heel Europa. Het is echter niet altijd even bevorderlijk voor de productiviteit van de projecten en daarom zouden ze liever samenwerkingen dicht bij huis zien. Verder zien de Vlaamse wetenschappers geen voordelen van verdere overheidsinterventies. De onderzoekers vinden dat hun netwerk voldoet om hun output bij het groot bedrijf te krijgen. Op dit moment zijn er geen launching customerships⁵ of andere overheid geleide initiatieven nodig om dit verder aan te zetten.

Ten slotte vindt op dit moment via universiteitsdiensten valorisatie van kennis plaats. De universiteitsdiensten houden het netwerk tussen de onderzoekers en de industrie warm. Deze valorisatie werkt op basis van vraag en aanbod en is ad hoc van karakter. Contacten zijn vaak nog individueel en worden verder ondersteund door de *tech transfer offices*. Er zijn tijdens de expertsessies en interviews geen noemenswaardige voorbeelden van spin-offs ter sprake gekomen.

3.3 Conclusie

Het Vlaamse academische landschap op het gebied van de eiwit-transitie is op dit moment internationaal competitief en kwalitatief hoogstaand. Het bevindt zich in de top 10 van landen met de meeste publicaties op het gebied van alternatieve eiwitbronnen. Zoals uit de bibliometrische analyse blijkt, beslaat het onderzoek in Vlaanderen in tegenstelling tot andere landen een groter aantal vakgebieden en neemt daarbij de gezondheidsaspecten en sociaalmaatschappelijke aspecten ten aanzien van alternatieve eiwitbronnen mee in ogenschouw. Ondanks het groot aantal vakgebieden dat het Vlaamse onderzoek op het gebied van de eiwit-transitie beslaat, vindt er nog maar beperkte samenwerking plaats tussen wetenschappers, terwijl daar wel vraag naar is. Wat de verschillende wetenschappers echter met elkaar verbindt, is de fundamentele zoektocht naar objectivering en feitelijkheden ten aanzien van de voedsel- en vleesindustrie. Dit is ten slotte de grootste driver voor het Vlaams wetenschappelijk onderzoek en kennisontwikkeling op het gebied van alternatieve eiwitbronnen.

⁵ Vanuit de overheid gestuurd aankoopbeleid van nieuwe producten. Het op grote schaal aankopen van producten die nog in een ontwikkelingsfase zitten kan een duurzame industrie helpen om door de beslissende fase van marktintroductie te trekken. Bijvoorbeeld het grootschalig aanschaffen van alternatieve eiwitbronnen voor scholen, defensie, ministeries, provinciehuizen of gemeentes.

4 Productinnovaties eiwitingrediënten

Er zijn verschillende technieken voor het maken van vleesvervangers. Deze technieken hebben de afgelopen jaren een snelle ontwikkeling doorgemaakt waardoor steeds betere vleesstructuren te maken zijn. Eerst geven we een overzicht van de verschillende technieken die beschikbaar zijn voor het produceren van vleesvervangers. Vervolgens beoordelen we de verschillende eiwitingrediënten op de mate waarin zij innovatief zijn ten opzichte van de markt, op hun technische potentie, ontwikkelingspotentieel en op de verwachte time-to-market. De resultaten van deze beoordeling presenteren we in een kennismatrix.

4.1 Methode

In de kennismatrix worden de eiwitingrediënten op de volgende parameters beoordeeld om een beeld te scheppen van hun potentie om een relevante rol te spelen binnen de eiwit-transitie:

- **Innovativiteit** wordt kwalitatief beoordeeld volgens drie categorieën: klein, middel en groot. De mate van beschikbaarheid en de mate waarin het eiwitingrediënt thans wordt gebruikt in verscheidene vleesvervangers zijn een indicatie voor de beoordeling.
- Het **eiwitgehalte** kan belangrijk zijn, niet alleen om de voedingswaarde van vleesvervangers maar ook vanwege de technische productie van vleesvervangers.
- Met de **technische potentie** van eiwitingrediënten beoordelen we verschillende eigenschappen die de inzetbaarheid in vleesvervangers kan beïnvloeden. Eigenschappen die goed van pas komen tijdens verwerking in vleesvervangers zijn bijvoorbeeld: gelvormend (en de sterkte van de gel), emulgerend en de potentie om eiwitvezels te vormen en water te binden.
- Wanneer een eiwitingrediënt **allergenen** bevat, kan dat een nadeel zijn omdat een gedeelte van de consumenten het product dan niet kan consumeren. Daarom vermelden we wanneer een eiwitingrediënt op de allergenenlijst staat.
- **Smaak & kleur** zijn belangrijk omdat ze invloed hebben op de acceptatie van de vleesvervangers door de consument. Producenten van vleesvervangers hebben graag ingrediënten zonder een uitgesproken kleur en met een aantrekkelijke of onopvallende smaak. Dat maakt het mogelijk voor de producent om zelf invloed te hebben op de kleur en smaak van de vleesvervangers. Pure eiwitten hebben geen smaak, de smaak wordt veroorzaakt door andere componenten (Jong & Nieuwland, 2011). Door het gebruik van andere rassen eiwitgewassen is het mogelijk om de smaak van eiwitingrediënten positief te beïnvloeden. Hier is bijvoorbeeld bij soja al veel in gedaan. Nieuwere gewassen scoren op dit moment wellicht nog slecht qua smaak maar hier is door verder (ras)onderzoek en veredeling wellicht ook verbetering mogelijk.
- Voor sommige ingrediënten vindt nog veel onderzoek plaats naar de teelt of de verwerking tot eiwitingrediënt. In een aantal gevallen wordt er juist op dit moment gewerkt aan opschaling van de productie. Er is dan nog een **ontwikkeltijd**, voordat het eiwitingrediënt daadwerkelijk verwerkt kan worden in vleesvervangers. Deze ontwikkeltijd beïnvloedt de time-to-market en de time-to-impact. In de kennismatrix hebben we een indeling naar schaal gemaakt:

Status		Time-to-market
A	Commercieel beschikbaar	-
B	Moet nog door Novel Food Verordening	1,5 - 3 jaar
C	Opschalingsfase	3 - 5 jaar
D	Onderzoeksfase	5 - 10 jaar

De beoordeling is gebaseerd op deskresearch waarmee een eerste beeld van onderzoek in productinnovaties op het gebied van nieuwe grondstoffen, scheiden van eiwitfracties en ontwikkelen van nieuwe structuren wordt geschetst. Aanvullend zijn expertinterviews afgenomen met personen binnen bedrijven, kennisinstellingen en organisaties, met specifieke kennis op dit vlak. De kennismatrix als geheel is ten slotte door een externe expert gevalideerd.

4.2 Beschrijving technieken vleesvervangers

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste technologieën die op dit moment beschikbaar zijn voor de productie van de nieuwste generatie vleesvervangers uit verschillende eiwitingrediënten. Naast deze commerciële technieken, zijn er een verschillend aantal technieken in ontwikkeling.

Er zijn op dit moment twee technieken die worden toegepast bij het produceren van vleesstructuren:

4.2.1 Extrusie

Extrusie is de meest gebruikte techniek voor het maken van vleesstructuren uit plantaardige eiwitrijke grondstoffen. Voor het extrusieproces worden zowel meel, eiwitconcentraten als eiwitisolaten gebruikt van verschillende grondstoffen. Of een ingrediënt gebruikt kan worden, hangt af van de hoeveelheid oplosbare componenten: te veel onoplosbare componenten verstoren eiwitverbindingen.

Er worden twee klassen onderscheiden: laag of hoog vochtgehalte extrusie. Bij laag vochtgehalte extrusie worden meel of concentraat mechanisch verwerkt tot getexturiseerde eiwitten (TVP). Deze droge producten worden op een later moment gehydrateerd.

Bij hoog vochtgehalte extrusie worden vezelachtige producten gemaakt met vochtgehaltes boven de 50%. De eiwitten worden gesmolten door een combinatie van verwarming, hydratatie en mechanische vervorming.

Hoewel er al vele jaren onderzoek is gedaan naar het extrusieproces, is de controle over het proces en het ontwerp van het eindproduct voornamelijk gebaseerd op empirische testen (Dekkers, Boom, & Jan van der Goot, 2018).

4.2.2 Mixen van eiwitten en hydrocolloïd

Vezelachtige producten kunnen ook worden gemaakt door het mixen van eiwitten met hydrocolloïd.

Ook in dit proces kan een grote range aan plantaardige eiwitgrondstoffen gebruikt worden zoals soja, rijst, mais en lupine. Ook kunnen verschillende type hydrocolloïd gebruikt worden. Meatless, een Nederlandse producent van vleesstructuren, gebruikt bijvoorbeeld zeewier als hydrocolloïd.

Na het mixen worden de vezelachtige producten gewassen en het overtollige water wordt verwijderd door persen, resulterend in een droge stofgehalte van 40-60%. De techniek beperkt zich tot gehaktachtige producten zoals hamburgers en schnitzels (Dekkers et al., 2018).

4.2.3 Kweekvlees

In de inleiding is al gesproken over de speciale positie van kweekvlees. Bij kweekvlees worden in een gecontroleerde omgeving stamcellen van dieren vermenigvuldigd. Deze stamcellen kunnen zich 60 keer delen. In theorie kan één cel dus uitgroeien tot 2^{60} cellen, ofwel ongeveer $1E+18$ cellen. Deze cellen vormen een weefsel waar de eiwitproductie plaatsvindt. Actueel werkt men ook aan composieten van bijvoorbeeld spiercellen en vetcellen om zodoende tot een textuur en smaak te komen van traditioneel vlees. De cellen groeien in een medium dat bestaat uit 20% serum en 80% vitaminen, suikers, aminozuren en mineralen.

De technologie is bewezen op petrischaalniveau. Er wordt op dit moment door een aantal partijen (waaronder Mosa Meat uit Nederland⁶) gewerkt aan opschaling om een proof-of-concept te ontwikkelen

⁶ Mosa Meat uit Nederland is bezig met tanks van 25.000 liter waarin straks vlees gekweekt wordt op balletjes van 100 micron (oppervlak is nodig om cellen te laten groeien). Een tank kan in 20 cycli per jaar, 35.000 kg vlees produceren. In 2013 kostte de eerste hamburger € 250.000,-. Kosten kunnen nu met de huidige technologie al omlaag naar ongeveer € 60,- per kilo. Dit kan en moet nog verder dalen de komende jaren. Moelijk in te schatten wat uiteindelijke prijs gaat worden. Over 1,5 jaar is de

voor grootschalige productie. Vooral nog zijn de economische (productie)kosten om kweekvlees te produceren enorm hoog (Verbeke, 2015). De verwachting is dat de technologie over een paar jaar gereed is voor commerciële productie. Het Israëlische bedrijf Future Meat Technologies beweert in 2020 kweekvlees te kunnen produceren voor 4 tot 8 euro per kg (Peters, 2018).

4.3 Beoordeling mogelijkheden productinnovaties ingrediënten

4.3.1 Peulvruchten

Soja

Soja is een eiwingrediënt dat op dit moment al veelvuldig wordt ingezet in de vervanging van dierlijke eiwitten. Sojabonen zijn met minimale bewerking geschikt voor humane consumptie. Er zijn drie typen eiwingrediënten op basis van soja op de markt: sojameel, soja eiwitconcentraat en soja eiwitsolaat. De eiwitgehalten zijn respectievelijk 36-45% (Knuivers, 2018), 70% (Broekema, 2016) en 90% (Broekema, 2016).

De technologische gunstige eigenschappen van soja zijn de reden voor het vele gebruik in vleesvervangers (Kearns, Rokey, & Huber, 1989) (Chiang, 2007) (J. A.M. Berghout, Boom, & van der Goot, 2015). Soja heeft een neutrale smaak en is crèmekleurig. Dat betekent dat de producent zelf veel invloed heeft op de smaak en kleur van zijn product. Soja heeft ook een goede voedingswaarde, zoals een hoog vezelgehalte. Bovendien is het een relatief goedkope grondstof.

Een hele belangrijke eigenschap van soja is dat het de potentie heeft om eiwitvezels te vormen. Met eiwitvezels kan structuur gegenereerd worden en daarmee kan het mondgevoel van vlees worden nagebootst. Soja is heel geschikt voor de extrusie-techniek (zie vorige paragraaf) (Kearns et al., 1989) (Chiang, 2007). Doordat soja geschikt is om structuur te maken wordt soja ingezet als 'bulk'- ingrediënt, wat betekent dat soja het hoofdingrediënt is van veel vleesvervangers. Soja heeft ook geleurende eigenschappen (J. A.M. Berghout et al., 2015).

Een nadeel van soja is dat het een allergeen is en daarom ook dusdanig op de verpakking vermeld moet worden.

Er zijn erg veel vleesvervangers op de markt op basis van soja-eiwingrediënten. Dat was al bij de eerste generatie vleesvervangers zoals tofu en tempé, maar dat geldt ook voor veel van de tweede generatie vleesvervangers zoals vegetarische burgers, worsten of andere vormen. Ook derde generatie vleesvervangers, die een vleesachtige structuur hebben, maken vaak gebruik van soja eiwingrediënten.

Een vrij nieuwe ontwikkeling is dat de wortel van de sojaplant wordt ingezet om het leghemoglobine eiwit te produceren. Het Amerikaanse bedrijf The Impossible Burger gebruikt deze techniek om een plantaardige hamburger te produceren. Door middel van een gistingsproces waarbij mineralen en suikers worden toegevoegd aan de genen van de wortel van de sojaplant, wordt heem geproduceerd. Dit geeft kleur en smaak aan de burger dankzij het ijzer in het heemmolecuul (Simon, 2017). Zover bekend, is dit bedrijf het enige dat deze technologie gebruikt.

Erwten

Droge erwten zijn geschikt voor consumptie na minimale bewerking. Er zijn ook meel, eiwitconcentraat en eiwitsolaat op de markt. Van deze producten zijn de eiwitgehalten respectievelijk 24%, 54% en 82% (Broekema, 2016).

Eiwingrediënten van gele erwten hebben een redelijk neutrale smaak en zijn crèmekleurig.

Ook met eiwitten uit erwten kunnen goede eiwitvezels gevormd worden. Ook kan het goed water absorberen. Het lage oliegehalte van erwten zorgt ervoor dat de olie extractie, zoals bij sojabonen, niet

opschalings technologie gereed voor bulkproductie. Daarna is nog 18 maanden nodig voor de novel-food procedure. Dus over 3-4 jaar verwacht Mosa Meat gereed te zijn voor productie. Het idee van Mosa Meat is om uiteindelijk de licentie voor de productie te verkopen zodat producenten wereldwijd aan de slag kunnen met deze technologie.

nodig is (Denis Chéreau, Pauline Videcoq, Cécile Ruffieux, Lisa Pichon, Jean-Charles Motte, Saliha Belaid, Jorge Ventureira, 2016).

Erwteneiwit is inmiddels een vaak gebruikt ingrediënt in vleesvervangers. Groene erwten worden ook wel vers gebruikt in vleesvervangers, bijvoorbeeld in een groenteburger.

Veldbonen

Veldbonen zijn net als andere peulvruchten direct geschikt voor humane consumptie. Veldbonen en tuinbonen zijn van dezelfde soort: *Vicia faba*. Tuinbonen worden groen geoogst en veldbonen worden pas geoogst als de peulen uitgedroogd zijn (Groen Kennisnet, 2018). De zaden kunnen flink verschillen in grootte. Er wordt van veldbonen meel gemaakt, maar ook eiwit-concentraat en eiwitisolaat. De eiwitgehalten zijn respectievelijk: 26%, 48% en 70% (Bramsnaes & Olsen, 1979).

Veldbonen en de eiwit-concentraten en eiwitisolaten van veldbonen hebben een neutrale smaak en de kleur is crème tot licht bruin. Net zoals voor de erwt, kan eiwit-concentraat en eiwitisolaat relatief eenvoudig worden geproduceerd van veldbonen. Veldbonen hebben een hoger eiwitgehalte en een lager zetmeelgehalte dan de erwt. Ook heeft de veldboon de functionele eigenschappen: emulgeren (Denis Chéreau, Pauline Videcoq, Cécile Ruffieux, Lisa Pichon, Jean-Charles Motte, Saliha Belaid, Jorge Ventureira, 2016). Daardoor wordt het technisch eenvoudiger om bepaalde ingrediënten te combineren in een vleesvervanger, zoals ingrediënten op olie- en waterbasis.

Van oudsher heeft de veldboon een aantal anti-nutritionele eigenschappen, stoffen die de verteerbaarheid of smakelijkheid negatief beïnvloeden. Door onderzoek zijn deze in recentere teelt van veldbonen omlaag gebracht. Dat maakt de veldboon aantrekkelijker, niet in de minste plaats voor diervoeder.

In het Midden-Oosten zijn veldbonen onderdeel van traditionele voedingspatronen en worden ze bijvoorbeeld ingeblikt of verwerkt in sauzen. In West-Europa kennen we de tuinboon als conserven, maar de veldboon wordt nauwelijks gebruikt voor humane consumptie. Er zijn wel enkele vleesvervangers op de markt op basis van veldboon.

Lupine

Lupine is direct geschikt voor humane consumptie. Het wordt bijvoorbeeld gegeten als een snack in Zuid-Amerika. Er is ook lupinemeel, lupine eiwitconcentraat en lupine eiwitisolaat op de markt. De eiwitgehalten zijn respectievelijk ongeveer 40%, 57% en 88% (J A M Berghout, Nikiforidis, Boom, & Goot, 2015). Een nadeel aan lupine was heel lang dat het een bittere smaak had, maar in recente jaren wordt steeds meer lupine geteeld met een minder bittere smaak. Deze is daardoor geschikter voor humane consumptie (Jacqueline A M Berghout, 2015).

Lupine heeft, net als soja, ook gelerende eigenschappen (J. A.M. Berghout et al., 2015). De gevormde gel is echter veel zwakker dan die van soja. Maar voor producten die een eiwitbron nodig hebben met een hoge oplosbaarheid en een lage viscositeit kan lupine een goede bron zijn. Het maken van eiwitvezels door middel van extrusie is nog niet succesvol gebleken met lupine. In combinatie met een hydrocolloïd kan wel een vleesachtige structuur gevormd worden. In deze vorm heeft lupine wel de potentie om een vleesvervangend product structuur te geven en te gebruiken als hoofdingrediënt. Ook zijn er vleesvervangers op de markt waarin lupinemeel is verwerkt, zoals vegetarische burgers, schnitzels of worstjes.

Kikkererwten

Net als andere peulvruchten zijn kikkererwten geschikt voor humane consumptie. Van kikkererwten worden ook meel, eiwitconcentraat en eiwitisolaat gemaakt, met eiwitgehalten van respectievelijk: 26%, 60-80% (Chick P, 2018; Ionescu, Aprodu, Gurau, & Banu, 2011) en 90% (Ahmed, 2014).

De kleur van eiwitingrediënten van kikkererwten is gelig, met een neutrale smaak. Er is nog weinig geëxperimenteerd met eiwitten uit kikkererwten in functionele eigenschappen zoals het maken van eiwitvezels. De potentie om water op te nemen en de emulgerende eigenschappen van eiwitten uit kikkererwten lijken in de buurt te komen van eiwitten uit soja, en zijn beter dan die van eiwitten uit erwten (Withana-Gamage, Wanasundara, Pietrasik, & Shand, 2011).

Kikkererwten worden gebruikt in vleesvervangers. Een bekende is falafel, waarbij de kikkererwt de basis vormt. Eiwitingrediënten van kikkererwten worden nog nauwelijks gebruikt in vleesvervangers.

4.3.2 Bijproducten zetmeelindustrie

Aardappel

Een co-product uit de aardappelzetmeelindustrie is aardappeleiwit. Na verdere verwerking kan aardappeleiwit een eiwitgehalte bereiken van ongeveer 90%.

Aardappeleiwit is een zogenoemd functioneel ingrediënt. Op dit moment wordt aardappeleiwit met name gebruikt als texturiser (bijvoorbeeld als vervanger van kippenei-eiwit). Het is goed oplosbaar, is een goede emulgator en heeft goede schuimvormende en gelerende eigenschappen. Ook zijn bepaalde interacties met hydrocolloïden bekend, die bijdragen aan de textuur (Broekema, 2016). De kleur van aardappeleiwit is crème en de smaak wordt beschouwd als gronderig.

De goede functionele eigenschappen van aardappeleiwit maken het een goede vervanger van bijvoorbeeld kippenei-eiwit. Daarmee zouden vleesvervangers niet alleen vegetarisch maar zelfs volledig plantaardig gemaakt kunnen worden.

Aardappels worden gebruikt als component in vleesvervangers, zij het dan niet als bulkingrediënt, maar als functioneel ingrediënt. Aardappeleiwit is op de markt en wordt al in vleesvervangers gebruikt in producten zoals burgers, nuggets en balletjes.

Tarwe

Tarwemeel en tarwe-eiwit worden op dit moment veelvuldig ingezet in producten die worden gemaakt voor vleesvervanging. Tarwemeel heeft een eiwitgehalte van ongeveer 14,5% (The Good Taste Guardian, n.d.). Tarwe-eiwit (gluten) heeft een eiwitgehalte van ongeveer 80% (van Zeist et al., 2012).

Gluten heeft een neutrale kleur en een zachte broodachtige smaak. Door deze zachte smaak zijn 30-40% (MGP, 2018) minder smaakmakers zoals kruiden en specerijen nodig dan bij bijvoorbeeld getexturiseerde sojaproducten. Tarwe is een relatief goedkope grondstof.

Tarwe heeft de potentie om eiwitvezels te vormen. Net als soja, kan een structuur worden gemaakt die lijkt op de structuur van vlees. Deze structuur is heel stevig en houdt vorm door verschillende processing stappen heen richting het eindproduct. Ook heeft het goede gelerende eigenschappen (MGP, 2018). Tarwe is daarom geschikt om te gebruiken als 'bulk'-ingrediënt en kan daarmee het hoofdingrediënt zijn van een vleesvervangend product.

4.3.3 Zaden

Hennep

Hennepzaad heeft een eiwitgehalte van ongeveer 33% (The Good Taste Guardian, n.d.). Ook heeft het een aanzienlijk oliegehalte, bestaande uit hoofdzakelijk meervoudig onverzadigde vetzuren. Een bijproduct uit de productie van hennepolie is hennepmeel, met een eiwitgehalte van ongeveer 50% (Tang, Ten, Wang, & Yang, 2006). Er wordt ook eiwitsolaat gemaakt van hennepzaad, met een eiwitgehalte van ongeveer 87% (Tang et al., 2006). De eiwitkwaliteit van eiwitten uit hennep zijn goed, vergelijkbaar zo niet beter dan soja (Wang, Tang, Yang, & Gao, 2008).

De functionele eigenschappen van hennep zijn nog niet uitvoerig onderzocht. Het lijkt alsof de emulgerende eigenschappen en oplosbaarheid van hennep slechter zijn dan eiwitten uit soja (Tang et al., 2006).

Hennepzaad is geschikt voor directe consumptie. Hennepzaad wordt ook verwerkt in vleesvervangers, zij het tot dusver op kleine schaal, bijvoorbeeld door De Hobbit, een Vlaamse producent van biologische en veganistische voeding. Er is ook hennepmeel en hennep eiwitsolaat op de markt, maar voor zover bekend wordt hier nog nauwelijks mee gewerkt in de productie van vleesvervangers.

Quinoa

Het eiwitgehalte van verse quinoa is ongeveer 15%. Bereid heeft quinoa een eiwitgehalte van ongeveer 5%, door de wateropname tijdens de bereiding (The Good Taste Guardian, n.d.).

Quinoa wordt gezien als een goede vleesvervanger vanwege het eiwitgehalte en de goede aminozuursamenstelling (eiwitkwaliteit). Het bevat meer essentiële aminozuren dan granen (Escuredo, González Martín, Wells Moncada, Fischer, & Hernández Hierro, 2014). Het eiwitgehalte en de eiwitkwaliteit lijken de meest relevante overweging om quinoa als vleesvervanger te beschouwen.

Er wordt geëxperimenteerd met het extraheren van eiwitfracties uit quinoa (Elsohaimy, Refaay, & Zaytoun, 2015; Föste, Elgeti, Brunner, Jekle, & Becker, 2015). Er zijn verschillende technieken die hiervoor toegepast kunnen worden. Quinoa bestaat juist ook uit veel anderen voedingsstoffen, die potentieel verloren gaan bij extractie van eiwitfracties.

Experimenten met het gebruik van eiwitten uit quinoa in brood zijn veelbelovend. Het effect op bijvoorbeeld volume van het brood en kleur lijkt positief (Föste et al., 2015). Quinoa eiwitten lijken goede schuimvormende eigenschappen te hebben en een hoge stabiliteit, maar de emulgerende eigenschappen zijn minder goed. Er is echter meer onderzoek nodig om hierover goede conclusies te kunnen trekken (ASAO & WATANABE, 2010; Elsohaimy et al., 2015).

Quinoa is gekookt geschikt voor consumptie, maar wordt ook verwerkt in vegetarische burgers (2^e generatie vleesvervangers). Het gaat in deze gevallen niet om een eiwitextract van quinoa, maar om het hele zaad. Daarnaast worden hybride producten met quinoa aangeboden zoals Ookworst, verkrijgbaar bij de groothandel Sligro, met 30% quinoa.

4.3.4 Waterplanten

Zeewier

De precieze samenstelling van zeewier hangt af van de soort. Groene en rode zeewieren (10-47%), zoals nori en dulce, bevatten meer eiwit dan de bruinwieren (3-15%) (met uitzondering van wakame) (Fleurence, Morançais, & Dumay, 2017). Naast eiwitten bevatten alle soorten zeewieren ook B-vitamines, zoals vitamine B1, maar wel minder dan peulvruchten. Het eiwitgehalte is ook seizoenafhankelijk. In de winter en het voorjaar is het eiwitgehalte vaak hoger. Zeewier kan meer ijzer bevatten dan vlees en in rood- en groenwieren zit vitamine C (Voedingscentrum, n.d.). De eiwitkwaliteit is vergelijkbaar met bonen want de verteerbaarheid is laag (C. Dooren & Postma-Smeets, 2015).

Door het hogere eiwitgehalte en de aminozuursamenstelling lijken rode zeewieren de meeste potentie hebben voor gebruik in humane voeding (Fleurence et al., 2017). Er zijn voor zover bekend nog geen experimenten om eiwitvezels te maken uit zeewier (Sprundel, 2016).

Zeewieren kunnen goed gebruikt worden als additief in voeding, wellicht als plantaardige kleurstof. Tot nu toe worden zeewieren hoofdzakelijk gebruikt als eiwitingrediënt in samengestelde producten. Burgers met zeewier hebben bijvoorbeeld soja-eiwit als basis voor de bulk. Zeewieren kunnen ook in zijn geheel worden gegeten. Het Nederlandse bedrijf Seamore maakt bijvoorbeeld pasta en bacon bestaande puur uit zeewier.

Waterlinzen

Het eiwit in waterlinzen is het rubisco eiwit. Het enzym ribulose1,5-bifosfaat carboxylase oxygenase – kortweg rubisco – katalyseert de eerste stap van de koolstofvastlegging in groene bladeren. Het is het belangrijkste fotosynthetische enzym. In groene delen van planten kan wel de helft van het eiwit uit rubisco bestaan (Janssen, 2016). Het eiwitgehalte van waterlinzenconcentraat is ongeveer 75% (Broekema, 2016). Qua aminozuursamenstelling is rubisco een volledig eiwit: Het bevat de essentiële aminozuren in de juiste verhoudingen.

In de technologie om rubisco te winnen uit bladgroente blijft nog een eiwitreststroom over: de onoplosbare hydrofobe membraaneiwitten. Die worden in de tweede stap samengeklonterd en

afgescheiden en krijgen voorlopig de bestemming diervoeder. Maar er wordt nog gezocht naar manieren om ook dit deel geschikt te maken voor toepassing in voedingsmiddelen. Belangrijk voor de toepassing als voedselingrediënt is vervolgens dat het concentraat verder wordt opgezuiverd om het te ontdoen van geur, kleur en smaak. Zo moet het groene chlorofyl worden verwijderd, evenals storende fenolverbindingen en ongewenste geurstoffen. Het lukt echter nog niet om die fractie kleurloos met behoud van functionaliteit in handen te krijgen. Bovendien zorgen zuiveringsstappen in het algemeen voor verlies van eiwit (Janssen, 2016).

Het is een functioneel ingrediënt. Het heeft hele goede gelerende en schuimvormende eigenschappen (Jong & Nieuwland, 2011). Rubisco kan een vervanger vormen voor kippenei-eiwit of wei-eiwit. Voor vleesvervangers moet het echter ook elasticiteit hebben. Rubisco breekt snel, wat in toepassingen als vleesvervangers niet gewenst is (Broekema, 2016).

Voor rubisco moet nog toestemming worden verleend voor humane consumptie.

4.3.5 Insecten

Wereldwijd worden meer dan 1400 insectensoorten door mensen gegeten (entomofagie), waaronder sprinkhanen, krekels, rupsen, kevers, mieren, bijen, wespen, termieten, vlinders en motten. Soms is dit uit noodzaak (voedselschaarste) maar meestal is dit ook als delicatessen of als integraal onderdeel van het lokale dieet, naargelang de seizoenen. Soms zijn ze de enige bron van dierlijk eiwit (Cazaux, Van Gijsegem, & Bas, 2010a). Afhankelijk van de soort, worden ze als volwassenen, larve of pop gegeten.

Insecten zijn hoogwaardig voedsel, rijk aan eiwitten met een hoge verteerbaarheid. Ze bevatten essentiële aminozuren en vetzuren, ijzer en vitamine A, B2 en D. Naast de goede voedingseigenschappen bezitten insecten een zachte smaak (notensmaak) (Cazaux et al., 2010a).

Tabel 2 Nutritionele waarde van insecten (g/100 gram DM) (Verkerk, Tramper, Trijp, & Martens, 2007).

Insect	Eiwitten	Vetten	Mineralen	Structurele koolhydraten	Andere koolhydraten	Kcal
<i>Orthoptera</i> (sprinkhanen, locusten)	61-77	4-17	2-17	9-12	4-21	362-427
<i>Coleoptera</i> (kevers)	21-54	18-52	1-7	6-23	1-19	410-574
<i>Lepidoptera</i> (vlinders, motten)	15-60	7-77	3-8	2-29	1-29	293-762
<i>Hymenoptera</i> (bijen, mieren)	1-81	4-62	0-6	1-6	8-93	416-655
Vlees	45-55	40-57	1,4-2,3	0-1,5	0	433-652

Insecten kunnen op verschillende manieren onderdeel gaan vormen van voedingspatronen in West-Europa (Huigens, Jong, Dicke, & Huis, 2006):

1. Als insectenproducten: snacks, alternatief vlees en nieuwe producten met toegevoegde waarde.
2. Als insecteneiwit toegevoegd aan kant-en-klare maaltijden en aan bewerkt vlees.
3. Als single Insect Cell Protein (SICP) toegevoegd aan kant-en-klare maaltijden en aan bewerkt vlees (cf. Verkerk et al., 2007).

Voor humane voeding staan in Vlaanderen op dit moment 3 insecten op de gedooglijst: meelworm, Europese sprinkhaan en huiskrekel. Meestal zijn ze gedroogd voor directe consumptie. Ze worden ook verwerkt in burgers, nuggets en schnitzels. De eiwitten zijn van hoge kwaliteit, mits ze geen hard uitwendig skelet hebben, waardoor ze slecht verteerbaar zijn (C. Dooren & Postma-Smeets, 2015). Wel is er onduidelijkheid over de status van insecten voor voeding onder de Novel Food Verordening. In sommige lidstaten van de EU worden alle insecten in welke vorm dan ook beschouwd als novel food. In andere lidstaten worden hele insecten beschouwd als traditioneel voedsel en vallen ze dus buiten de novel foods. Eiwitten of vetten uit insecten vallen dan wel onder de Novel Food Verordening.

4.3.6 Microbiële eiwitten

Microbieel eiwit, ook wel 'Single Cell Protein' (SCP) genoemd, is de eiwitrijke biomassa van micro-organismen zoals schimmels, bacteriën en microalgen. Elk van deze groepen micro-organismen behoren tot een verschillend rijk (taxonomische rang) waardoor de mogelijkheden zeer divers zijn en een groot aantal soorten in aanmerking komen om als voedselbron gebruikt te worden. Naast hoge gehalten aan kwalitatief eiwit bevatten veel schimmels, bacteriën en microalgen ook gunstige hoeveelheden koolhydraten, vetten, vitaminen en mineralen.

Om de eiwitten geschikt te maken voor humane voeding zijn twee stappen essentieel. Het gehalte nucleïnezuren is vaak een belemmering, dit mag niet hoger dan 2% zijn. Om de nucleïnezuren te reduceren is een chemische of enzymatische behandeling nodig. Voor het verder verwerken van microbiële eiwitten voor humane voeding, is het breken van de celwand een uitdaging. Dat kan op mechanische wijze of chemische, fysische of enzymatische behandeling.

Microalgen

Het eiwitgehalte van microalgen varieert van 40-70% (Nasseri, Rasoul-Amini, Morowvat, & Ghasemi, 2011). De onbewerkte microalgen *Chlorella* (50% eiwit) en *Spirulina* (70% eiwit) zijn nu toegestaan voor consumptie.

Microalgen worden op dit moment al verwerkt in vleesvervangers, maar dan als geheel, zonder de extractie van de eiwitten. Microalgen worden nu vooral voor visvoer of hoogwaardige toepassingen zoals pigmenten voor de voedselindustrie gebruikt.

Schimmeleiwit

Het bekendste is schimmeleiwit, mycoproteïne, wordt gemaakt via een fermentatieproces van schimmels. Het eiwitgehalte varieert van 30-45% (Nasseri et al., 2011).

Quorn is het enige (al sinds 1980) bedrijf dat een vegetarisch product op de markt heeft op basis van mycoproteïne. Het mycoproteïne waaruit Quorn is opgebouwd, is afkomstig van de schimmel *Fusarium venenatum*. Naast dat *Fusarium* vrijwel smaak en reukloos is, is het eiwitgehalte ongeveer 50%. Daarnaast is het vetgehalte slechts 13% (plantaardig) en bestaat voor 25% uit vezels (Renneberg, 2017).

Gebonden met kippen-eiwit heeft het een behoorlijke structuur met een lekkere sappigheid en bite. Het heeft een neutrale kleur en smaak en kan daardoor goed gekleurd en gekruid worden. (Marlow Foods Limited, n.d.). Quorn bestaat behalve water voor 14% uit eiwitten, 12,7% uit koolhydraten en 2,6% uit vet. Verder zijn er vitaminen en mineralen aan toegevoegd.


Bacteriën



Het eiwitgehalte van microbiële eiwitten van bacteriën varieert van 50-65% (Nasseri et al., 2011).

Het product is een geur-, smaak- en kleurloos papje met 5% droge stof. Het aminozuurprofiel is beter dan bijvoorbeeld soja en vismeel. Het bevat geen allergenen. Het product heeft geen functionele eigenschappen (niet gelerend, geen emulgerende eigenschappen).

Het product is nog niet toegestaan voor humane consumptie.

4.4 Kennismatrix productinnovatie eiwitingrediënten

Ingrediënt		Innovativiteit (groot – middel – klein)	Eiwitgehalte (DM)	Technische potentie	Allergeen	Smaak	Kleur	Ontwikkeltijd*
	Soja	Klein - Meel, concentraat en isolaat zijn al veelvuldig gebruikt als alternatieve eiwitbron.	Meel: 36 - 45% Concentraat: 70% Isolaat: 90%	Sojaproducten worden veel gebruikt als bulk grondstof voor vleesvervangers. Er kunnen eiwitvezels van gemaakt worden, waardoor een structuur ontstaat. Sojaproducten hebben goede gelerende eigenschappen.	Ja	Neutrale smaak	Crème	A
	Erwten	Middel – Er zijn producten op de markt op basis van erwten en erwteneiwit, maar nog niet op grote schaal.	Meel: 24% Concentraat: 54% Isolaat: 82%	Ook van erwten producten kunnen eiwitvezels gevormd worden die bijdragen aan structuur, zij het minder goed dan met soja producten. Ook kan het goed water absorberen. Het kost meer moeite om erwten smaak te maskeren dan de bijmaak van soja.	Nee	Neutrale smaak	Crème	A
	Veldbonen	Middel – Veldbonen worden als geheel gebruikt voor vleesvervanging, en ook steeds meer het veldbonen-eiwit.	Meel: 26% Concentraat: 48% Isolaat: 70%	Er wordt steeds meer gewerkt met veldbonen in de zin van het isoleren van eiwitten of het kunnen vormen van eiwitvezels of andere textuurvormende eigenschappen.	Nee	Neutrale smaak	Crème tot licht bruin	A
	Lupine	Middel – Er zijn producten op de markt op basis van lupine, maar nog niet op grote schaal.	Meel: +/- 40% Concentraat: 57% Isolaat: 88%	Het maken van eiwitvezels is nog niet succesvol en ook de gelerende eigenschappen zijn minder goed dan die van sojaproducten. In combinatie met een hydrocolloïd kan het voor structuur zorgen. Lupine heeft vooral potentieel in zuivelvervanging.	Ja	Zoetige smaak	Geel	A

	Kikkererwten	Middel – Kikkererwten worden veel geconsumeerd, maar is echter nog nauwelijks ingezet voor vleesvervangers.	Meel: 22% Concentraat: 60-80% Isolaat: 90%	Er is niet veel geëxperimenteerd met kikkererwten in de zin van het isoleren van eiwitten of het kunnen vormen van eiwitvezels of andere textuurvormende eigenschappen. Het wordt vaak in zijn geheel ingezet, in bijvoorbeeld falafel.	Nee	Neutrale smaak	Geel	A
	Aardappel	Middel – Aardappel-eiwit biedt veel potentie als functioneel eiwit en wordt al wel gebruikt in vleesvervangers.	Isolaat: 90%	Functioneel ingrediënt (geen bulk). Op dit moment wordt aardappelleiwit met name gebruikt als texturiser (bv ter vervanging van kippenei-eiwit). Het is een goede emulgator en heeft goede gelerende eigenschappen. Ook zijn interacties met hydrocolloïden bekend, die bijdragen aan de textuur.	Nee	Grond smaak	Crème	A
	Tarwe	Klein – Meel en eiwit zijn al veelvuldig gebruikt als alternatieve eiwitbron.	Meel: 14,5% Concentraat: 80%	Tarwe (meel en eiwit) wordt veel gebruikt als bulk grondstof voor vleesvervangers. Van tarwe-eiwit kunnen eiwitvezels gemaakt worden, waardoor een mooie structuur ontstaat. Ook heeft tarwe goede bindingseigenschappen.	Ja	Neutrale smaak	Licht crème	A
	Hennep	Middel – Hennepzaad is goed beschikbaar en wordt op kleine schaal gebruikt in vleesvervangers.	Zaad: 33% Meel: 50% Isolaat: 87%	Hennepzaad heeft een goed eiwitgehalte en een prima eiwitkwaliteit. Het wordt als zaad gegeten, maar er is ook hennepmeel als co-product van de hennepolieproductie, en eiwitisolaat. Deze worden nog niet op grote schaal gebruikt in vleesvervangers.	Nee	Nootachtig	Crème	A
	Quinoa	Klein – Quinoa is goed beschikbaar en wordt ook gebruikt als bulk ingrediënt voor vleesvervangers.	Bereid: 4,7% Meel: 15%	Het eiwitgehalte van quinoa is niet zo hoog, zeker in bereide vorm niet. Het wordt gegeten alsof het een graan is. Traditioneel (in Zuid-Amerika) wordt van het meel brood gebakken. Er worden geen eiwitten uitgehaald.	Nee	Nootachtig	Crème	A

	Zeewier	Groot – In Noordwest-Europa wordt zeewier niet frequent geconsumeerd. Zeewier wordt vers verwerkt in vleesvervangers. Eiwitextract wordt nog nauwelijks gebruikt.	3-47%	Het eiwitgehalte varieert sterk tussen soorten en tussen seizoenen. Zeewier heeft een hoog gehalte aan oplosbare vezels (17-33% op droge stof basis). Het kan worden gebruikt in zijn geheel, gedroogd of in de vorm van eiwitextract.	Nee	Zilte umami	Groen, bruin, rood, groen-blauw	A
	Waterlinzen	Groot – Het eiwit Rubisco biedt veel functionele eigenschappen, maar breekt snel, wat voor productie van vleesvervangers niet gewenst is.	Concentraat: 75%	Uit waterlinzen wordt het eiwit Rubisco gehaald. Het is een functioneel ingrediënt. Het heeft hele goede gelerende eigenschappen. Voor vleesvervangers moet het echter ook elasticiteit hebben. Een gel op basis van Rubisco breekt snel, wat toepassing in vleesvervangers niet gewenst is.	Nee	Gemaaid gras	Wit-groen	B
	Insecten	Groot – Vers, worden insecten nog nauwelijks geconsumeerd in Noordwest-Europa. Er zijn wel vleesvervangers op de markt waarin insecten worden verwerkt.	7-48%	Insecten worden als geheel geconsumeerd. Er worden (nog) nauwelijks eiwitten uit gehaald. Er zijn veel soorten insecten en de eigenschappen verschillen sterk tussen soorten en tussen stadia van ontwikkeling van de insecten. Insecten bieden nutritioneel gezien goede potentie in vleesvervanging, maar de variëteit is enorm.	Nee	Smaken verschillen per insect		B / C
	Microalgen	Groot – Opschalings-techniek nog in ontwikkeling	40-60%	Ook het eiwit uit microalgen is een rubisco-eiwit (zie waterlinzen). Microalgen worden al wel als geheel verwerkt in vleesvervangers, zij het nog niet op grote schaal.	Nee	Gemaaid gras	Wit-groen	C
	Schimmel-eiwit	Middel – Quorn is succesvol met mycoproteïne, maar tot dusver de enige op de markt.	30-45%	Mycoproteïne, wordt gemaakt van gefermenteerde schimmels. Het wordt gebonden met kippen-eiwit en heeft van zichzelf een hoog vezel- en eiwitgehalte.	Nee	Neutraal	Wit	A

			Mycoproteïne heeft een goede structuur en bite en kan goed gekruid worden.				
Bacteriën	Groot – techniek nog volop in ontwikkeling	50-65%	Het product is papje met 5% droge stof. Het aminozuurprofiel is beter dan soja en vismeel. Het bevat geen allergenen. Het product heeft geen functionele eigenschappen (niet gelerend, geen emulgerende eigenschappen).	Nee	Neutraal	Geen	C / D

* A: Commercieel beschikbaar. B: moet nog door Novel Food Verordening (1,5-3 jaar). C: opschalingsfase (3-5 jaar). D: onderzoeksfase (5-10 jaar)

5 Landbouwkundig potentieel

In dit hoofdstuk wordt gekeken naar het landbouwkundig potentieel. We kijken hierbij eerst naar eiwitgewassen die ingepast kunnen worden in de bouwplannen van akkerbouwers. Voordat de verschillende eiwitgewassen beoordeeld worden volgens de criteria benoemd in paragraaf 5.1.1, wordt eerst een algemene introductie gegeven over de teelt van eiwitgewassen en de ontwikkelingen in Europa. Tevens wordt een korte beschrijving gegeven van de akkerbouw in Vlaanderen.

Het tweede deel van dit hoofdstuk behandelt nieuwe niet grondgebonden teelt- en productiesystemen voor de landbouw zoals insecten, microalgen en zeewier. In paragraaf 5.1.2 zijn de criteria te vinden op basis waarvan deze beoordeeld worden.

Na presentatie van de kennismatrices wordt afgesloten met een conclusie.

5.1 Methode

Voor de beoordeling van het landbouwkundig potentieel is gebruik gemaakt van deskresearch en expertinterviews. De kennismatrix als geheel is ten slotte door een externe expert gevalideerd.

5.1.1 Criteria beoordeling eiwitgewassen

Bij akkerbouw beoordelen we de gewassen op de volgende aspecten:

- Productie
- Opbrengst
- Afzetmarkt
- (Teelt)risico's

Bij **productie** wordt gekeken naar de hoeveelheid en de locatie van de teelt van het gewas, vooral in Europa. Vervolgens inventariseren we de productie specifiek in Vlaanderen en hoe die zich ontwikkelt.

Voor het bepalen van de **opbrengst** wordt naar de kg gewasopbrengst per ha gekeken en de prijs die de teler hiervoor ontvangt. Deze bepalen samen met de teeltkosten, uiteindelijk het 'saldo' (inkomsten minus kosten). Ook geven we inzicht in de verwachte ontwikkeling in opbrengst per ha.

Voor sommige eiwitgewassen is al een ontwikkelde **afzetmarkt** aanwezig. Voor nieuwe eiwitgewassen kan afzetzekerheid nog een belangrijke belemmering zijn voor een teler. Ook speelt soms mee dat er een minimale schaalgrootte nodig is om bij een verwerker terecht te kunnen.

Ten slotte kijken we naar de **teeltrisico's**. Klimaat, ziektes en onkruid kunnen invloed hebben op de opbrengst en kwaliteit, en deze verschillen per eiwitgewas.

De resultaten van de analyse zijn verwerkt in de laatste paragraaf. Hier presenteren we de saldo's van de verschillende eiwitgewassen en geven aan wat de belangrijkste kansen en risico's zijn.

5.1.2 Criteria beoordeling niet grondgebonden productie

Bij de niet grondgebonden productie kan het onderscheid tussen landbouw en industrie soms moeilijk gemaakt worden. Zeker bij deze nieuwe teeltvormen zijn mechanisatie en automatisering essentieel om economisch haalbare productie te verwezenlijken. De teelttechniek is vaak nog volop in ontwikkeling. Ook is de markt vaak nog niet ontwikkeld waardoor saldo's nog moeilijk te bepalen zijn.

Deze nieuwe niet grondgebonden teeltvormen beoordelen we op de volgende aspecten:

- Stadium technologie
- Benodigde schaalgrootte
- Afzetmarkt
- Risico's

Omdat de nieuwe teeltvormen nog in ontwikkeling zijn, verschilt het stadium van deze ontwikkeling ook van teelt tot teelt. Hoe verder het **stadium van teelttechnologie** is, hoe sneller men kan verwachten dat de teelt toegepast kan gaan worden.

Bij veel nieuwe teeltvormen speelt automatisering een belangrijke rol. Er is vaak een minimale **schaalgrootte** nodig om de benodigde investeringen te kunnen doen of terecht te kunnen bij een verwerker.



De **afzetmarkt** voor de nieuwe teeltvormen zijn vaak nog niet goed ontwikkeld. In hoeverre wordt er al samengewerkt in de keten om afzetzekerheid te geven aan de telers.

Ten slotte kijken we naar de **risico's** van de nieuwe teeltvormen. Een belangrijk aspect aangezien deze nieuwe teeltvormen nog volop in ontwikkeling zijn.

5.2 Eiwitgewassen in akkerbouw

Samen met de toenemende vraag naar plantaardige eiwitingrediënten, neemt de vraag naar eiwitgewassen toe. Er wordt geschat dat in 2024 wereldwijd ongeveer 430 miljoen hectare landbouwgrond gebruikt wordt voor eiwitgewassen wat een groei betekent van 100 miljoen hectare (ten opzichte van 2017) (Faunalytics, 2017). De totale oppervlakte aan landbouwgrond is op dit moment ongeveer 1400 miljoen ha.

Onder eiwitgewassen verstaan we gewassen, die een hoog eiwitgehalte hebben. Voor de selectie van te beoordelen gewassen op het landbouwkundig potentieel in deze studie, is in eerste instantie gekeken naar de lijst van eiwitingrediënten die in de inleiding benoemd is. Vervolgens zijn eiwitgewassen voor humane consumptie die niet specifiek als nieuw eiwitgewas geteeld worden en waar al veel ervaring is mee opgedaan in Vlaanderen (zoals tarwe, aardappelen), buiten beschouwing gelaten. De overgebleven lijst van te beoordelen eiwitgewassen is dan als volgt:

<i>Type</i>	<i>Eiwit ingrediënt</i>
 Peulvruchten	Soja
	Erwten
	Veldbonen
	Lupine
	Kikkererwten
 Zaden	Hennep
	Quinoa

5.2.1 Inpassen eiwitgewassen in bouwplan

De meeste van deze te beoordelen eiwitgewassen behoren tot de vlinderbloemigen, een groep planten die stikstof bindt in de grond. Dit heeft een positief effect op de voedingsstoffen in de grond. Er ontstaat zo extra bemestingsruimte voor de volgteelt. Het kan dus bijvoorbeeld goed na graan, aardappelen of maïs worden geteeld. Uit onderzoek blijkt dat bijvoorbeeld graan gemiddeld een 10% hogere opbrengst heeft als er het jaar daarvoor een peulvrucht is geteeld. Om ziekten te voorkomen wordt vaak een vruchtwisseling van minimaal een op vier geadviseerd (pas na 4 jaar weer een eiwitgewas). Indien hetzelfde eiwitgewas wordt geteeld, wordt zelfs 1 op 6 of 7 geadviseerd (Prins, 2007).

De teelt van eiwitgewassen voor humane voeding zal voornamelijk in beeld komen bij akkerbouwbedrijven. In tegenstelling tot diervoeder waar de teelt ook vaak op veeteeltbedrijven voor eigen gebruik plaatsvindt. Bij het inpassen van eiwitgewassen in het bouwplan, worden waarschijnlijk de gewassen met lagere saldo's, zoals granen, vervangen. Uit een economische analyse uit een studie

van ILVO blijkt ook dat graangewassen in eerste instantie in aanmerking komen om plaats te maken voor soja (Pannecouque, Joke; Van Meensel, 2018).

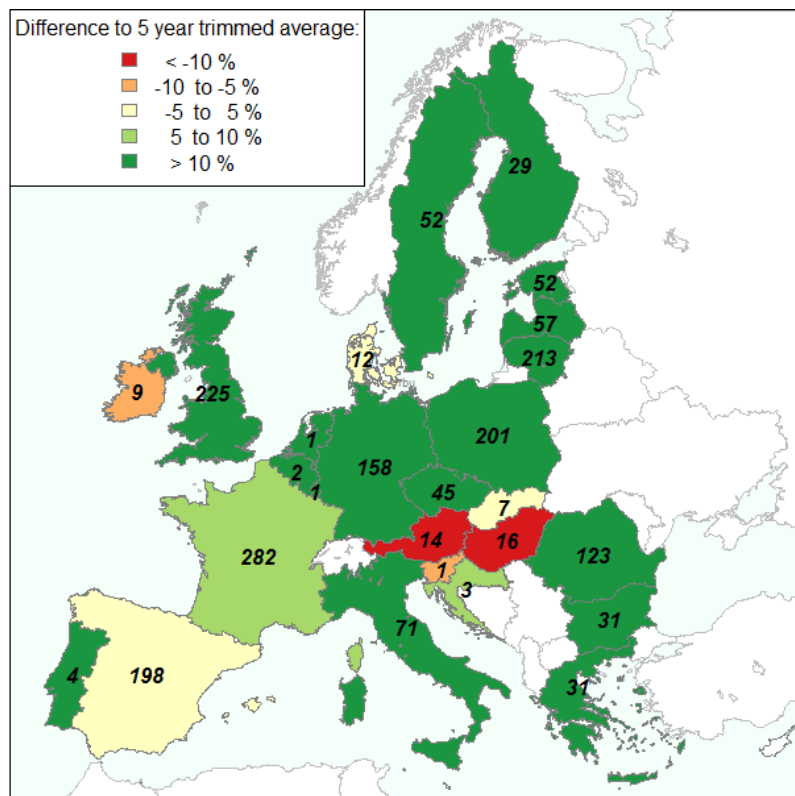
De teelt van peulvruchten, waar de meeste eiwitgewassen onder vallen, is over het algemeen echter risicovoller dan bijvoorbeeld graan. Dit komt door een veelal latere oogst, vogel- en wildschade en een grotere kans op ziektes en onkruidontwikkeling, zeker in Noordwest-Europa.

5.2.2 Teelt in Europa

De teelt van eiwitgewassen in Europa was jarenlang minimaal. Door vrijhandelsbeleid is in de jaren 60 de importheffing op soja verdwenen en in de jaren 80 werden Europese productiesubsidies op eiwitgewassen afgebouwd. Daardoor was de Europese eiwitteelt niet meer concurrerend en is de productie flink gedaald.

Maar de productie van eiwithoudende gewassen in Europa is de afgelopen 5 jaar sterk gestegen. De productie van de 4 belangrijkste eiwithoudende gewassen (soja, veldbonen, erwten en lupine) steeg in de periode 2013 - 2018 met 110% (Eurostat, 2018). In Figuur 8 is de huidige productie te zien van deze 4 belangrijkste eiwitgewassen in Europa.

Figuur 8 Areaal belangrijkste eiwitgewassen (soja, veldbonen, erwten, lupine) in Europa (1000 ha) (Eurostat, 2018)



De EU wil de teelt van eiwithoudende gewassen verder stimuleren. Dit past in het idee van een meer circulaire economie waarin grondstoffen lokaal geteeld worden. De EU-Landbouwcommissie wil als onderdeel van het GLB een EU-eiwitplan opstellen om het aanzienlijke en al lang bestaande tekort aan voeder- en voedsleiwit in de EU aan te pakken. Het EU-eiwitplan, dat tegen het einde van 2018 zal worden gepubliceerd, gaat zich richten op een aantal facetten: onderzoek en innovatie, agronomische uitdagingen, milieuvoordelen van eiwithoudende gewassen, de ontwikkeling van aanbod/waardenketens en marktpotentieel voor EU-plantaardige eiwitten in andere landen marktsegmenten (Akkerwijzer.nl, 2018).

We focussen in deze studie op het landbouwkundig potentieel voor eiwithoudende gewassen voor humane consumptie. In de praktijk kan een teler echter tegelijkertijd voor de diervoedermarkt en de

humane markt telen. Een ontwikkelde teelt van eiwitgewassen voor diervoeder kan de stap naar teelt voor humane consumptie ook vergemakkelijken.

Binnen de EU neemt de aandacht voor teelt van eiwitgewassen voor humane consumptie toe. Zo heeft het Europese Protein2Food-project (2015-2020) tot doel de veredeling, teelt en verwerking van eiwithoudende gewassen tot levensmiddelen te verbeteren.

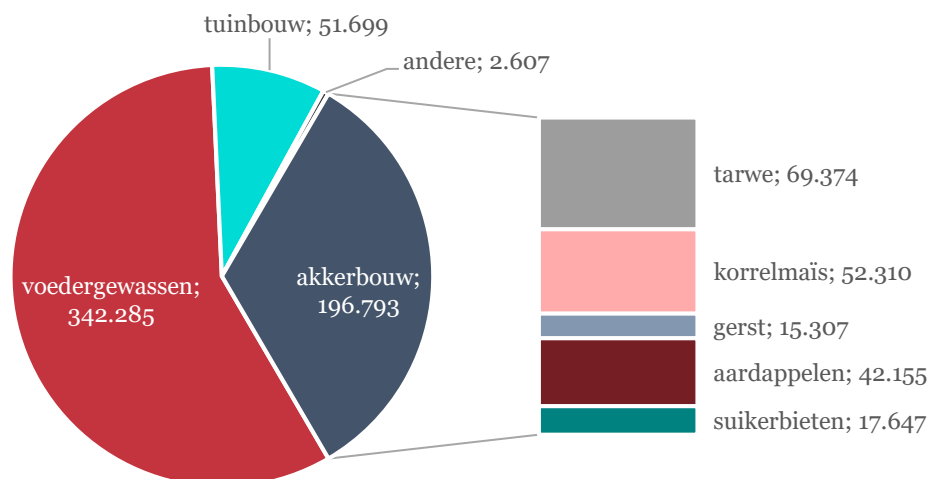
De vraag naar lokale teelt in de industrie verschilt per verwerker van de eiwitten. Sommige producenten van vleesvervangers geven aan dat lokale teelt (nog) geen issue is voor klanten. Prijs en beschikbaarheid zijn veel belangrijker. Er zijn wel enkele grote producenten zoals Alpro die inzetten op lokale teelt en daar ook een premie voor betalen aan de boeren. Ook het Belgische Cosucra, een grote erwten-eiwit verwerker, geeft aan dat lokale teelt van belang is, omdat sommige retailers dat graag willen.

Maar lokale teelt kan natuurlijk ook op Europees niveau gezien worden. Sommige verwerken halen de gewassen uit Frankrijk en Duitsland.

5.2.3 Akkerbouw in Vlaanderen

De land- en tuinbouw in Vlaanderen heeft traditioneel een familiaal karakter, maar wordt, net als de landbouw in andere regio's, in toenemende mate gekenmerkt door schaalvergroting, specialisering, innovatie en verbreding. Een perceel in Vlaanderen is op het moment, met uitzondering van West-Vlaanderen, gemiddeld niet groter dan 1 hectare.

Figuur 9 Landbouwgebruik Vlaanderen 2015 (ha)




Van de totale Vlaamse oppervlakte cultuurgrond is bijna één derde bestemd voor akkerbouwgewassen (196.793 ha in 2015, Figuur 9). De graanteelt vertegenwoordigt het grootste aandeel in het akkerbouwareaal. Aardappelen en suikerbieten komen op de tweede en derde plaats. De voedergewassen (voedermaïs, weiden, enz.), die vooral verband houden met de rundveehouderij, worden niet als akkerbouwteelt beschouwd. Deze nemen echter wel bijna 60% van de cultuurgrond in beslag (Departement Landbouw & Visserij, 2017).

Vlaamse landbouwgrond is relatief duur in vergelijking met andere landen in Noordwest-Europa. Een hectare landbouwgrond kostte in het eerste deel van 2018 gemiddeld zo'n €52.000. In Wallonië ligt de prijs een stuk lager, namelijk op €32.000. De afgelopen 5 jaar steeg de prijs van een hectare landbouwgrond in Vlaanderen gemiddeld met 35%. Als gevolg van hoge grondprijzen verwacht de Rabobank dat bedrijfsstructuren in de akkerbouw zullen veranderen. Beheer en eigendom van grond zullen in toenemende mate gescheiden zijn (Rabobank, 2018). Pachtkosten beïnvloeden teeltkosten, die daardoor hoger kunnen zijn dan in omliggende landen.

5.3 Kennismatrix eiwitgewassen

In onderstaande kennismatrix worden de verschillende eiwitgewassen beoordeeld op de aspecten zoals benoemd in de inleiding van dit hoofdstuk. Een uitgebreide beschrijving en de daarbij horende referenties zijn opgenomen in o.

Tabel 3 Kennismatrix landbouwkundig potentieel eiwitgewassen

	Teelt	Productie	Opbrengst	Afzet	Teeltrisico's
 Soja	<ul style="list-style-type: none"> • Teeltomstandigheden en oogstmoment zijn vergelijkbaar met maïs. • Soja heeft minimaal 180 warme en zonnige groeidagen nodig (150 beschikbaar in Vlaanderen). • Raskeuze is uitermate belangrijk. 	<ul style="list-style-type: none"> • Productieareaal Europa tussen 2007 en 2015 met 183% toegenomen. • Italië, Frankrijk, Kroatië en Hongarije zijn de grootste producenten (Europa 3% van wereldproductie). • In Vlaanderen 50 ha. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gemiddeld 2,5 - 3,5 ton/ha. • ILVO verwacht dat deze nog kunnen stijgen naar 4,5 – 5 ton per ha (onder proefomstandigheden wordt 6 ton/ha behaald). • Bij 3 ton/ha wordt een saldo van € 707 per hectare gegenereerd. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alle schakels uit de sojaketen in Vlaanderen aanwezig. • Alpro is in Vlaanderen de belangrijkste afnemer van soja voor humane consumptie. • Er is minimaal 3 tot 4 ha soja nodig om te kunnen aanbieden aan een verwerker. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gevoelig voor onkruiden, slechte bodemstructuur en <i>Sclerotinia</i> in de bodem. • Beperkt aantal gewasbeschermingsmiddelen is toegestaan. • Minimum eiwitgehalte voor humane consumptie van 42% eiwit afhankelijk van weeromstandigheden.
Droge erwten	<ul style="list-style-type: none"> • Erwtten kunnen veel beter tegen koude omstandigheden dan soja of maïs. 	<ul style="list-style-type: none"> • Canada grootste producent wereldwijd. • Frankrijk is in Europa de grootste (662k ton) daarna Duitsland en UK. • In België als geheel 2595 ton droge erwten geteeld op 870 ha, waarschijnlijk vooral in Wallonië. 	<ul style="list-style-type: none"> • In Canada en UK 3,5 ton/ha. • De beperkte teelt in België rapporteert een opbrengst van 3 ton/ha. • Teelt nog niet rendabel voor Vlaanderen. 	<ul style="list-style-type: none"> • De markt van eiwitten uit erwten is gestegen: 183% in 2013 en 361% in 2014. • Regionale verwerking mogelijk bij Cosucra in Wallonië. 	<ul style="list-style-type: none"> • De teelt is risicovoller dan bijvoorbeeld veldboon. • Met name bij het zaaien (schimmels) en oogsten (openspringende peulen).
Veldboon	<ul style="list-style-type: none"> • Scoort qua eiwitopbrengst per ha het beste van alle eiwitgewassen. • Past goed bij het Vlaamse klimaat. • Afgelopen jaren een flinke ontwikkeling doorgemaakt dankzij veredeling. 	<ul style="list-style-type: none"> • In Duitsland (133k ton) en vooral Engeland (740k ton) vindt veel teelt plaats. • Waarbij voor humane consumptie geëxporteerd wordt naar vooral Noord-Afrika. • Het areaal veldbonen in Vlaanderen bedraagt 700 hectare. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aveve noemt een mogelijke opbrengst in Vlaanderen van 4,5 ton veldbonen per ha. • In Nederland worden opbrengsten behaald van 6-8 ton/ha voor winterbonen en 5-7 voor zomerbonen. • Het saldo komt in de buurt van tarwe. 	<ul style="list-style-type: none"> • De markt voor humane consumptie is in Vlaanderen nog niet goed ontwikkeld. • De eerst grote regionale verwerkingsunit wordt gebouwd in Duitsland. Meatless (NL) is ook een verwerker. • De verwachting is dat er meer verwerkers bijkomen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Gevoelig voor droogte. • Opbrengst kan verschillen afhankelijk van grondsoort. • Risico op veronkruiding. • Vogels, konijnen en reeën kunnen behoorlijk schade aanrichten. • Gevoelig voor virusziekten en late schimmelaantasting.



Lupine

<ul style="list-style-type: none"> • Drie soorten voor menselijke consumptie: <i>Lupinus angustifolius</i> (blauwe lupine), <i>Lupinus albus</i> (witte lupine) en <i>Lupinus luteus</i> (gele lupine). • Kan op bijna elke grondsoort groeien (zand, leem, zavel, löss en klei). • Het Vlaamse klimaat is beter geschikt voor lupine teelt dan voor soja. 	<ul style="list-style-type: none"> • De productie is in de periode van 2012 – 2016 gestegen met 126% tot 517kton (grotendeels diervoeder). • Polen (206k), Rusland (184k) en Duitsland (50k) zijn in Europa de grootste producten van lupine (FAO). • In Vlaanderen vindt nog geen teelt van lupine op commerciële schaal plaats. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bij proeven in Vlaanderen varieerde de opbrengst tussen 2,5 en 3,9 ton/ha. • In Nederland 3,5 ton/ha. In UK 3,5-4,0 ton/ha. • Het saldo is over het algemeen nog te laag. • Een opbrengst van 4 tot 4,5 ton/ha is noodzakelijk om boeren in Vlaanderen te interesseren voor het gewas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Voordeel dat het GMO-vrij is (behoefte markt). • Biologisch geteelde witte lupine uit Duitsland wordt gebruikt door onder andere De Hobbit in Vlaanderen. • Meatless (NL) gebruikt lupine, maar nu ook steeds meer veldboon. LI Frank (NL) is de grootste lupineverwerker van Europa voor humane consumptie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Teeltrisico's zijn lager dan soja en vergelijkbaar met de veldboon. • Oogstzekerheid tussen erwten en veldbonen. • Teeltrisico's zijn o.a. vroege en late schimmelaantasting, openspringende peulen en veronkruiding. • Hazen en reeën kunnen vraatschade veroorzaken.(Belder, Korevaar, Geerts, & Schaap, 2014)(Belder, Korevaar, Geerts, & Schaap, 2014)(Belder, Korevaar, Geerts, & Schaap, 2014)
<p>Kikkererwten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Van oorsprong geteeld in tropische en subtropische regio's. • Kunnen ook geteeld worden in gematigde streken, al zijn opbrengsten dan aanzienlijk lager. • Nog veel ontwikkeling nodig om teelt in Vlaanderen mogelijk te maken. 	<ul style="list-style-type: none"> • De grootse producenten zijn India en Australië. • In Europa zijn de grootste producerende landen Spanje (26k ton) en Italië (22k ton). • In Noordwest-Europa vindt geen commerciële teelt plaats. • In Vlaanderen wordt geëxperimenteerd met de teelt. 	<ul style="list-style-type: none"> • De opbrengst is beduidend lager dan bijvoorbeeld van erwten of bruine bonen. • In Vlaanderen is in 2018 begonnen met proefvelden. • Ten tijde van deze studie was er nog niet geoogst en waren dus nog geen data over opbrengsten beschikbaar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Er zijn enkele producenten van vleesvervangers (Vivera, Greenway, Sofine, BOON) die kikkererwt als ingrediënt gebruiken. • Deze worden op dit moment geïmporteerd. 	<ul style="list-style-type: none"> • Geen ervaring met teelt in Vlaanderen.



Hennep

<ul style="list-style-type: none"> • Hennepzaad wordt vaak in coproductie met hennepvezel geteeld. • Hennepvezel kent talrijke toepassingsgebieden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Het areaal (vooral voor vezelproductie) in EU bedraagt 15.000 ha (2014) • Frankrijk is grootste producent. • In België 300 ha vezelhennep (2014), waarvan 50 ha in Vlaanderen. • Hennepzaad wordt nog niet op grote schaal geproduceerd in Vlaanderen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Afhankelijk van het ras, verschilt de opbrengst zaad en stro. • De opbrengst bij het dubbeldoelras is ongeveer 1 ton hennepzaad per ha. • De verkoop van het stro is noodzakelijk om de teelt rendabel te maken. • Voor een zaadras ligt de zaadopbrengst rond de 1,8 ton/ha, maar de stro-opbrengst lager. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verwerking vormt nu nog een barrière. De oogstmachines en machines voor het scheiden van de vezels en de scheven hebben vaak problemen. • Wetgeving rondom voedselveiligheid in Vlaanderen is bij lokale teelt ook nog een belemmering. • De Hobbit gebruikt hennepzaad en haalt deze nu uit Duitsland. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nog weinig ervaring met teelt gericht op hennepzaad productie.
<p>Quinoa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quinoa wordt al duizenden jaren verbouwd in haar oorsprongsgebied de Andes-regio in Zuid-Amerika. • De meeste akkerbouwers in Noordwest-Europa telen voor de Dutch Quinoa Group (DQG), die de gehele keten organiseert. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vandaag de dag zijn Peru, Bolivia en Ecuador de grootste producenten. • In totaal werd in 2015 in België 110 ha quinoa geteeld, waarvan 20 ha in Vlaanderen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prijzen sterk gestegen, sinds 2016 stabiel. • Telers in Europa ontvangen ongeveer € 900 per ton. • Opbrengsten fluctueren van 1,7 tot 3,2 ton/ha, gemiddeld rond de 2,5 ton/ha. • Het saldo kan daarmee tot twee keer van tarwe bedragen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Telers werken voornamelijk op contractbasis bij Quinobel (namens DQG). • Minimale schaalgrootte voor afname is ongeveer 5 ha. • Op dit moment geen nieuwe telers nodig. 	<ul style="list-style-type: none"> • Er zijn risico's zoals insecten en onkruid, maar dit is goed te managen. • De telers van DQG gebruiken geen chemische bestrijdingsmiddelen.



5.4 Kennismatrix niet grondgebonden productievormen

Naast de eiwitgewassen die kunnen worden ingepast in het bestaande akkerbouwsystemen, worden er nieuwe teelt- en productiesystemen ontwikkeld van eiwithoudende ingrediënten die niet onder de akkerbouw vallen. Het gaat hierbij om verschillende type productie zoals aquacultuur, insectenteelt, schimmelkweek en kweekvlees. Om een selectie te maken van te beoordelen teeltsystemen is ook hierbij de lijst van eiwingrediënten als uitgangspunt genomen.

Een uitgebreide omschrijving van de verschillende eiwitgrondstoffen is te vinden in Appendix F. De inventarisatie is samengevat in onderstaande kennismatrix.

Tabel 4 Kennismatrix productie niet grondgebonden eiwitgrondstoffen

Grondstof	Introductie	Stadium technologie	Benodigde schaalgrootte	Afzet	Teeltrisico's
 Zeewier	<ul style="list-style-type: none"> • Geschikte in de Belgische wateren zijn: Atlantische wakame, suikerwier, blaaswier, zee-eik, zee-sla, dulse, nori en Iers mos. • De Vlaamse zee lijkt kansrijk te zijn voor de zeewierteelt vanwege het positieve nutriëntenprofiel. 	<ul style="list-style-type: none"> • Wereldproductie vooral wilde oogst. • Nog geen commerciële teelt in Vlaanderen, wel proefvelden (1 ha). • In Vlaanderen opschaalbaar naar diepere zeezones. In NL nu opgeschaald naar 4 ha. 	<ul style="list-style-type: none"> • Vanaf minimaal 1 tot enkele ha is commerciële teelt mogelijk. • In NL werd in 2017 250 ton nat geteeld op 1 ha. Prognose 2018 is 4 ha. 	<ul style="list-style-type: none"> • Internationale markt voor zeewier (wereldproductie 3 miljoen ton, 9% jaarlijkse stijging). • Prijs stabiel rond de € 220 per ton droge stof • In Vlaanderen nog geen ontwikkelde keten. 	<ul style="list-style-type: none"> • Onzekerheid over opbrengst. • Aanvaringen. • Stormschade.
	Waterlinzen	<ul style="list-style-type: none"> • Eén van de snelst groeiende plantjes ter wereld. • Teelt vindt plaats in bassins, in de open lucht of in kassen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Teelt (en ook verwerking) van waterlinzen vindt nog niet op grote schaal plaats. • Eerste fabriek gepland (in NL), teeltproeven gedaan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Minimaal 1 tot 1,5 hectare om te kunnen verwerken. • In een kas zou 40 ton droge stof per ha kunnen worden geproduceerd. 	<ul style="list-style-type: none"> • Afzetmarkt nog niet ontwikkeld. • Afzet regionaal gebonden (nat transport) • Er zou tussen de 300-500 euro per ton droge stof waterlinzen betaald kunnen worden.

	Insecten <ul style="list-style-type: none"> • Kan als uitbreiding worden gezien op agrarisch bedrijf, zeker als bruikbare reststromen aanwezig zijn. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nog niet op grote schaal in Vlaanderen (opschaling vindt nu plaats). • In buitenland wordt al gewerkt met geautomatiseerde productielijnen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kostprijs nog te hoog (arbeidsintensief). • Minimaal 50 ton/jaar en geautomatiseerde productie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Er wordt nu nog vooral geproduceerd voor hobby- en visvoeder. • Er is een markt, maar nog veel onzekerheden. 	<ul style="list-style-type: none"> • Virussen en bacteriën. • Kans op allergie bij telers. • Wetgeving vormt een barrière voor de commerciële teelt.
	Microalgen <ul style="list-style-type: none"> • Chlorella en spirulina zijn de bekendste commercieel geteelde algen. • Geteeld in open systemen, fermentoren (heterotroof, koolstofbron biomassa) en fotobioreactoren (autotroof, koolstofbron CO₂). 	<ul style="list-style-type: none"> • Open teelt: ontwikkeld. • In het buitenland wordt al op grotere schaal algen geproduceerd in een gesloten autotroof systeem. • Fotobioreactor: bezig met opschaling in Vlaanderen 	<ul style="list-style-type: none"> • Voor economische rendabele teelt in fotobioreactor voor eiwitproductie voor humane consumptie is een schaalgrootte van minimaal 100 ha nodig. 	<ul style="list-style-type: none"> • In potentie diverse toepassingen mogelijk. • Nu vooral nog afzet voor aquacultuur en high-value producten zoals pigmenten. 	<ul style="list-style-type: none"> • Energieverbruik en kostprijs te hoog. • Concurrentie van zuidelijke landen met meer zonuren (fotobioreactor). • Verwerkte product nog niet toegestaan voor humane consumptie.
	Schimmeleiwit <ul style="list-style-type: none"> • De enige producent die succesvol gebruik maakt van het schimmeleiwit voor vleesvervangers is Quorn (UK). 	<ul style="list-style-type: none"> • Al sinds 1985 op de markt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Onbekend (op dit moment maar één producent). 	<ul style="list-style-type: none"> • Ontwikkelde markt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nieuwe spelers hebben enorme achterstand op Quorn (UK).
	Bacteriën <ul style="list-style-type: none"> • Geproduceerd in industriële reactoren. • Koolstofbron suikers, cellulose of plantaardige oliën afkomstig van de landbouw (organotrofe lijn) of industriële CO₂ (autotrofe lijn). • Samenwerking met de aardappelindustrie om reststromen in te zetten. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nu enkele tientallen kg geproduceerd in Vlaanderen. Bezig met opschaling. • Energieverbruik en kosten nog erg hoog. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bezig met opschaling naar 1000 ton/jaar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Op dit moment wordt vooral op diervoeder geconcentreerd. • Markt voor humane voeding nog niet aanwezig. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoog energieverbruik/kosten. • Nog niet toegestaan voor humane consumptie.

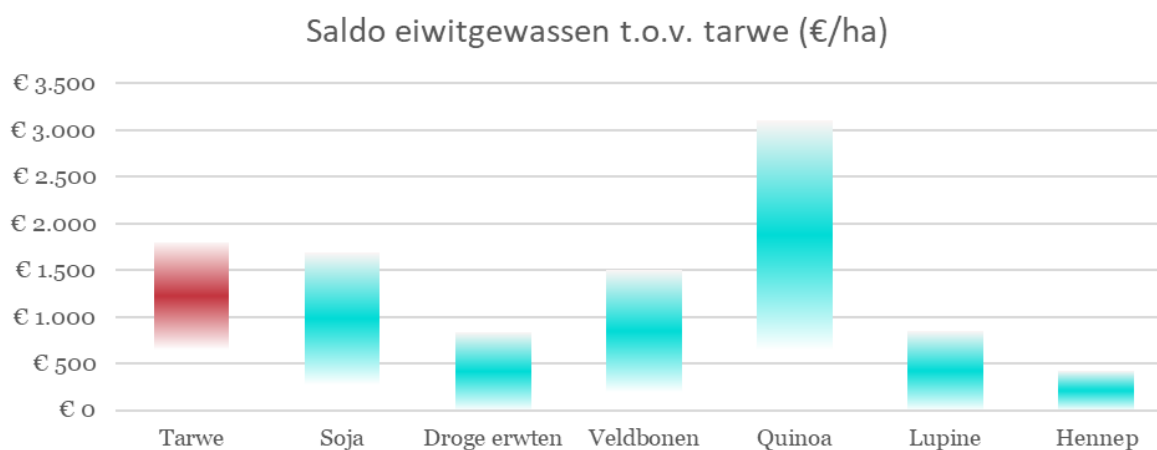
5.5 Conclusies

5.5.1 Eiwitgewassen akkerbouw

De vraag naar eiwitgewassen stijgt wereldwijd. Daarnaast is er een behoefte vanuit overheid en consument om meer lokaal geteelde gewassen te consumeren. Dit biedt kansen voor de Vlaamse landbouw.

De Vlaamse akkerbouw is intensief. Opbrengsten van eiwitgewassen moeten concurrerend zijn om deze interessant te maken voor een akkerbouwer. De opbrengst van de meeste eiwitgewassen is dat nog niet. In Figuur 10 staat een range van saldo's van de verschillende eiwitgewassen op basis van de inventarisatie die is gedaan naar kosten, opbrengsten en marktprijzen. Bij de kosten zijn eventueel pachtkosten niet meegenomen. Ter vergelijking is ook het saldo van tarwe weergegeven, het gewas dat het meest waarschijnlijk wordt ingewisseld voor een eiwitgewas in het bouwplan. Alleen van kikkererwten is er geen saldo weergegeven aangezien er nog helemaal geen commerciële teelt in Noordwest-Europa plaatsvindt.

Figuur 10 Saldo van verschillende eiwitgewassen ten opzichte van graan



Daarnaast moet de Vlaamse akkerbouwer concurreren met collega's in Zuid- en Centraal-Europa waar klimaatomstandigheden voor sommige eiwitgewassen zoals soja gunstiger zijn. Andere gewassen als erwtten, veldbonen en lupine zijn juist zeer geschikt voor het klimaat in Vlaanderen.

De Vlaamse akkerbouwer heeft nog weinig ervaring met de teelt van nieuwe eiwitgewassen. Oogstzekerheid is vaak ook nog een probleem. En voor nieuwe gewassen zijn vaak niet direct gewasbeschermingsmiddelen toegelaten.

Veredeling kan zowel opbrengsten als oogstzekerheid verbeteren. Hier ligt zowel een kans als een uitdaging; de veredeling industrie heeft zich nog niet veel op deze eiwitgewassen gericht omdat dit commercieel niet interessant was. Er ligt dus ruimte voor verbetering.

Het enige gewas dat nu een significant hoger saldo heeft dan tarwe is quinoa. De afzetmogelijkheden zijn echter beperkt. Afzetzekerheid is een voorwaarde voor een succesvolle teelt van alle nieuwe eiwitgewassen. Het sojaproject in Vlaanderen laat zien dat door samenwerking tussen wetenschap (ILVO), veredelaars en telers (Aveve) en verwerkers (Alpro), de teelt georganiseerd kan worden. Voor veel gewassen zijn die regionale verwerkers aanwezig: soja in Vlaanderen, erwtten in Wallonië, lupine in Nederland en Duitsland en veldbonen in Duitsland. Hier liggen dus mogelijkheden om afspraken te maken in de keten.

5.5.2 *Niet grondgebonden productie*

Het stadium van technologie van deze nieuwe teeltvormen verschilt per ingrediënt. Bij de meeste teelten is nog geen sprake van commerciële productie voor humane consumptie. Voor diervoeder bijvoorbeeld wordt al wel vaak geproduceerd. Dit kan dan ook vaak als opstap gezien worden naar productie voor humane consumptie.

Insecten en microalgen worden al op kleinere schaal geteeld in Vlaanderen en hier is in de afgelopen jaren ook al veel kennis over opgedaan. Algenproductie is nog te duur en daar wordt nu nog geproduceerd voor meer hoogwaardige toepassingen zoals pigmenten. Insecten worden nu vooral voor visvoeder geproduceerd. Voor beide teelten in Vlaanderen is de vraag of toepassing voor humane consumptie veel kansen biedt. Andere toepassingen liggen waarschijnlijk meer voor de hand.

Met zeewier en waterlinzen wordt in Vlaanderen geëxperimenteerd, in Nederland wordt op dit moment opgeschaald naar commerciële productie. Voor zeewier lijkt de Vlaamse kust gunstige omstandigheden te hebben. Er zijn echter nog geen ontwikkelde regionale afzetkanalen. Het hier geteelde zeewier van hoge kwaliteit biedt wellicht kansen voor export.

Microbiële eiwitten op basis van reststromen uit de aardappelindustrie zitten ook in het stadium van opschaling. Hier geldt echter ook dat productie voor humane consumptie nog niet mogelijk is. Bovendien zijn energie- en productiekosten (nu) nog te hoog om te kunnen concurreren met alternatieve eiwitten.

6 Economisch potentieel industrie

Dit hoofdstuk beschrijft de Vlaamse voedingsindustrie op het gebied van alternatieve eiwitbronnen met als doel om te onderzoeken waar de economische potentie van vleesvervangende eiwitten ligt voor de Vlaamse voedingsindustrie (hierna: industrie). We beantwoorden dan ook de vraag:

Wat is de stand van zaken van de huidige Vlaamse industrie omtrent alternatieve eiwitten en waar liggen kansen?

We hebben hiertoe de belangrijkste actoren, die actief zijn op het gebied van de eiwit-transitie, in kaart gebracht. We hebben daarbij aandacht geschonken aan:

- hoe de waardenketens van de verschillende eiwitingrediënten zijn ontwikkeld;
- hoe de afzetmarkt van alternatieve eiwitproducten eruit ziet;
- welke spelers, inclusief startups, actief zijn op het gebied van eiwit-transitie
- waar de kennis en R&D liggen in het Vlaamse veld (dit is verder uitgewerkt in hoofdstuk 3);
- waar mogelijke kansen voor de Vlaamse industrie liggen.

Omdat er beperkte literatuur beschikbaar is over de positie van Vlaanderen in de eiwit-transitie zijn onze bevindingen met name gebaseerd op interviews. Niet elk bedrijf is echter ingegaan op de vraag tot een interview. Mogelijk zijn er daarom een aantal kennishiaten. Aan de hand van de interviews hebben we een overzicht gemaakt van de huidige status en de potentie van de verschillende actoren: enerzijds producenten van eiwitingrediënten en anderzijds producenten van vleesvervangers.

In dit hoofdstuk bespreken we allereerst de Vlaamse voedingsindustrie, vervolgens de status van de ontwikkeling van waardenketens op het gebied van de eiwit-transitie en de innovatiemogelijkheden binnen de industrie. Ten slotte behandelen we de belangrijkste bedrijven binnen het Vlaamse eiwitlandschap.

6.1 Ontwikkeling Vlaamse voedings- en vleesindustrie

De voedingsindustrie is de grootste industriële sector van België met een omzet van €52,6 miljard in 2017 waarvan 82,4% in Vlaanderen. Van deze omzet neemt de vleesindustrie 11,7% voor haar rekening. Export is de motor van de groei van de Belgische voedingsindustrie en stijgt jaarlijks gemiddeld 5%. In 2017 omvatte de export €26,7 miljard. De voedingsindustrie wordt gekenmerkt als echte KMO-sector, 96% van de werkgevers stelt minder dan 100 werknemers te werk. In totaal werken er 91.000 mensen in de Belgische voedingsindustrie (Fevia, 2017).

De vleesconsumptie in België is aan het afnemen. Uit recent onderzoek van VLAM (2017) blijkt dat in België de vleesconsumptie (thuisverbruik van vers vlees) is afgenomen van 23,7 kg in 2008 naar 17,5 kg in 2017 per capita. De dalende vleesconsumptie vertaalde zich tot nu toe echter niet in een daling van de vleesproductie, omdat export is toegenomen.

Het aandeel vleesvervangers ten opzichte van vlees, gevogelte en vis stijgt. Waar het aandeel van vlees in het thuisverbruik in België in 2008 nog 60,3% was en het aandeel vleesvervangers 0,4%, is het aandeel van vlees in 2017 gedaald naar 54,2% en van vleesvervangers gestegen naar 1% (VLAM, 2017).

De markt van vleesvervangers is nog klein maar blijft groeien. De marktomvang van vleesvervangers in Europa is €700 miljoen volgens Euromonitor. Colruyt zag in de 12 maanden voor Q2 van 2018 een totale jaaromzet van 38 miljoen euro voor het vegetarische assortiment (puur vleesvervangers). Er is een sterkere groei zichtbaar van veganistische producten (8% per jaar) en van vegetarische producten (6% per jaar). Er lijkt dus een duidelijke markt voor vleesvervangers te zijn, en die groeit volgens de supermarktketen. Ook zagen Carrefour-winkels hun omzet in 2016 van vegetarische producten stijgen met 25% ten opzichte van het voorgaande jaar (Mooijman, 2017).

In hoofdstuk 7 worden de ontwikkelingen in de vleesconsumptie in de afgelopen jaren ten opzichte van de ontwikkelingen in de vleesconsumptie in andere Europese landen en de daarbij horende motieven verder toegelicht.

6.2 Ontwikkeling waardenketens binnen de eiwittransitie

In Vlaanderen zijn er voor de traditionele eiwitingrediënten zoals soja en erwten, die al langer op de markt zijn, al bestaande en volwassen ketens. Deze eiwitten worden bovendien al verwerkt in vleesvervangers. Er is dan ook business-to-business activiteit in Vlaanderen gaande waarbij leveranciers (traditionele) eiwitingrediënten leveren aan de verwerkende industrie die vervolgens vleesvervangers produceren, die in de schappen van supermarkten terechtkomen.

Er ontbreken echter duidelijk gedefinieerde waardenketens van de nieuwe eiwitingrediënten, zoals van insecten en algen. Deze industrie is zich nog aan het ontwikkelen. Dit betekent dat er niet voor elk nieuw eiwitingrediënt een bestaande keten is waar opstartende bedrijven op kunnen bouwen. Veel opstartende bedrijven zijn zelf de markt aan het creëren en geven aan zelf de hele keten te vormen, van productie tot verwerking tot verkoop. In de afgelopen jaren zijn veel opkomende bedrijven en verschillende initiatieven en startups opgestart in Vlaanderen, gericht op nieuwe eiwitingrediënten. Deze zijn echter nog niet in staat geweest om zich op grote schaal uit te breiden, noch zijn ze voldoende winstgevend geweest. Allereerst is de economische waarde om hoogwaardig eiwit te produceren voor deze bedrijven te laag om economisch rendabel te zijn. Het eiwit is te duur om te produceren. Daarnaast is er weinig interne innovatie binnen bedrijven en weinig kracht om te emanciperen ten aanzien van grotere bedrijven. Veel daarvan, zoals Ben's Bugs, zijn uiteindelijk gestopt omdat er geen vraag was naar de producten.

We zien dan ook vanuit de market pull dat het moeilijk is om nieuwe vleesvervangers in de schappen te krijgen en te houden: de producten zijn niet competitief genoeg in prijs, consumenten vinden het er niet altijd aantrekkelijk uitzien of lekker smaken. Daarnaast geven de inkopers bij de supermarktketens veelal de voorkeur aan grotere leveranciers, omdat ze groot volumes nodig hebben voor de bedrijfsvoering in hun supermarkten. Ook merken supermarkten op dat in het vegetarisch assortiment bekende merken zoals Quorn en Vivera belangrijk zijn omdat ze vertrouwen uitstralen. Kleinere spelers zijn wat dit betreft dus in het nadeel.

6.3 Innovatie in de voedingsindustrie

De Belgische voedingsindustrie spendeert jaarlijks €237 miljoen aan onderzoek & ontwikkeling, wat 0,5% is van de volledige omzet van de Belgische voedingsindustrie (Fevia, 2018). Ten opzichte van de totale R&D uitgave van België is dit vrij weinig. Volgens Eurostat zijn de R&D uitgaven van België over de afgelopen 10 jaar gestegen van 1,81% naar 2,49% van het bruto binnenlands product (BBP). De meeste innovatie gaat bovendien naar procesinnovatie en niet naar productinnovatie (Fevia, 2017). Dit sluit aan op de observatie dat er een gebrek is aan investeringskapitaal waardoor kmo's moeilijk kunnen investeren in productontwikkeling. De landbouw en aanverwante sectoren bestaan grotendeels uit familiebedrijven waar de benodigde financiering ontbreekt. Landbouwbedrijven hebben weinig kapitaal om zelf innovatieve producten te ontwikkelen.

Het is van belang om op te merken dat de Vlaamse voedingsindustrie een gevestigde industrie is waar de vleesproductie en -consumptie belangrijke elementen vormen. Volgens de theorie van de *industry life cycle* innoveren sectoren en bedrijven weinig ten tijde van economische voorspoed. Het is daarom in lijn met deze theorie dat de Vlaamse voedingsindustrie zich niet richt op het vernieuwen van producten, maar zich juist versterkt in het afzetten van producten waar ze al goed in zijn (Neffke et al., 2008).

Ook blijkt uit de interviews dat de partijen die bezig zijn met het produceren van alternatieve eiwitten nog onvoldoende georganiseerd zijn: de organisatiegraad is erg laag binnen de industrie en in relatie tot de wetenschap. Daarbij is een gebrek aan netwerkpartners.

Flanders' FOOD en VLAIO spelen een grote rol ten aanzien van de ondersteuning van bedrijven en bij netwerkvorming. Zij bieden structuren, zoals het 'smart specialisation programma' (clusters van voedingsbedrijven) en food pilots (pilotinfrastructuur voor kleine bedrijven) om innovatie te bevorderen. ILVO heeft een samenwerking met Duitsland in het kader van een door VLAIO en Flanders' FOOD gefinancierd project omtrent hybride vleesproducten waarin verschillende Vlaamse vleesverwerkende bedrijven in participeren (Flanders' Food, 2017).

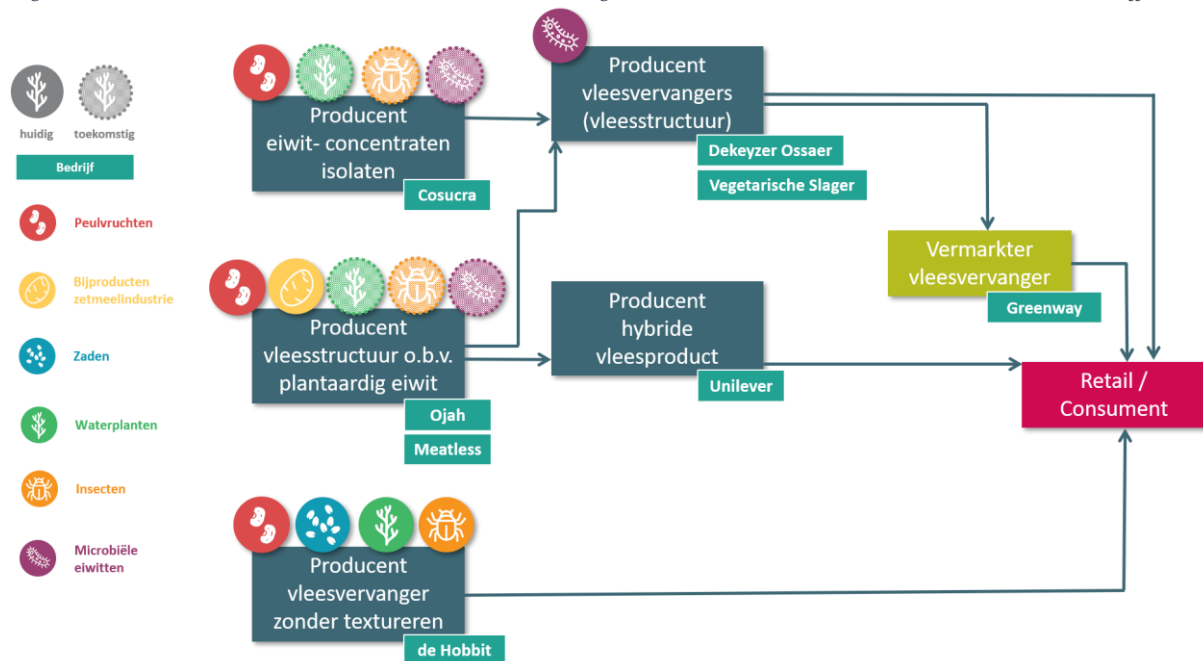
Het is echter voor veel kleinere ondernemers onbekend dat deze bestaan. Ten slotte is er beperkt contact tussen de marktpartijen en de universiteiten waar een groot deel van de R&D plaatsvindt. Het toepassen van technologie vindt veelal in het buitenland plaats, terwijl fundamentele kennis in Vlaanderen zit (met name de Universiteit Gent en Katholieke Universiteit Leuven).

6.4 Vlaamse bedrijven in het Vlaamse eiwitlandschap

In Figuur 11 wordt de waardenketen van vleesvervangers aan de hand van alternatieve eiwitbronnen afgebeeld. De keten is, zoals afgebeeld, meerstaps. Het is daarbij belangrijk onderscheid te maken tussen enerzijds producenten die onbewerkte eiwitgewassen verwerken tot concentraten en isolaten, producenten van halffabricaten die aan de voedselindustrie leveren, en ten slotte producenten van vleesvervangers die gebruik maken van halffabricaten en dit verwerken tot een eindproduct. In de figuur is ter illustratie een voorbeeld gegeven van een concreet bedrijf dat actief is in deze rol.

De mate waarin de ketens ontwikkeld zijn, verschilt enorm per eiwitingrediënt. Waar de markt van eiwitconcentraten en -isolaten uit peulvruchten, vooral soja en erwten, al ontwikkeld en sterk stijgend is, bevindt de productie van eiwitten uit bijvoorbeeld algen en insecten voor humane consumptie zich nog in de beginfase.

Figuur 11 De waardenketen van de alternatieve eiwitingrediënten (met een voorbeeld van concreet bedrijf)



De industrie in Vlaanderen rondom alternatieve eiwitten is nog in ontwikkeling. Ondanks dat er nog geen duidelijke waardenketens voor alle eiwitingrediënten gedefinieerd zijn, zijn er wel een aantal belangrijke Vlaamse bedrijven die actief zijn op het gebied van vleesvervangers op basis van alternatieve eiwitbronnen. Deze spelers zijn per type eiwitingrediënt in onderstaande tabel uiteengezet. Zo zijn er enerzijds producenten die onbewerkte eiwitgewassen verwerken en producenten van vleesstructuren. Een volledige lijst van bedrijven is niet voorhanden. In onderstaande tabel hebben we de bedrijven opgenomen die wij hebben geïdentificeerd en/of met wie wij hebben gesproken tijdens de onderzoeksfase. Rikolto en Inagro zijn weliswaar geen producenten, maar respectievelijk een NGO en een onderzoeksinstituut met relevantie voor de waardenketens. Zo zet Rikolto zich in voor de verduurzaming van de quinoaketens.

Tabel 5 Vlaamse bedrijven per alternatief eiwit-ingrediënt

<i>Type</i>	<i>Eiwit ingrediënt</i>	<i>Vlaamse bedrijven</i>
	Soja	Inagro (onderzoek) Cosucra (Waals) Rikolto (NGO) Alpro DuPont
	Erwten	
	Veldbonen	
	Lupine	
	Kikkererwten	
	Hennep	Quinobel Rikolto (NGO)
	Quinoa	
	Aardappel	Tereos Beneo
	Tarwe	
	Insecten	Littlefood (Waals) Inagro (onderzoek) Millibeter Tor royal Protein Farm Top Insect De Smedt Insects Kriket
	Zeewier	Sioen Industries
	Waterlinzen (eendenkroos)	
	Microalgen	Proviron Avecom Nutrition Sciences
	Schimmeleiwit	
	Bacteriën	
Vleesstructuren		Solina Group Ojah (Colruyt)
Vleesvervangers		Noble Health Food Damhert De Hobbit Greenway La vie est belle Lima De Keyzer-Ossaer Culinor

6.4.1 *Verwerkers van eiwitgewassen*

Eiwitgewassen kunnen worden verwerkt tot eiwitconcentraat en eiwitisolaat (zie hoofdstuk 4). Hier worden verschillende eiwitgewassen voor gebruikt. Vaak worden door deze verwerkers, naast het eiwitconcentraat of -isolaat, ook andere bijproducten vermarkt uit het eiwitgewas, zoals zetmeel of vezels. In Vlaanderen wordt sinds een aantal jaren soja geteeld voor humane consumptie die lokaal verwerkt wordt. Dit wordt afgenomen door Alpro, wat gezien het onderwerp van deze studie – het vervangen van vleeseiwitten – buiten de scope valt. In Vlaanderen heeft bijvoorbeeld DuPont een productiefaciliteit van eiwitconcentraten en -isolaten in Ieper. Zowel de aanvoer als afzet van deze industrie speelt zich op wereldschaal af. Als het gaat om de verwerking van erwten tot erwtenconcentraten en -isolaten dan is Cosucra een belangrijke Belgische speler. Cosucra is de productie fors aan het uitbreiden om aan de groeiende vraag naar erwteneiwit te voldoen. Cosucra investeerde 40 miljoen euro in erwten teelt in België in 2018. De markt van erwten-eiwitconcentraten en -eiwitisolaten speelt zich af op wereldschaal. Cosucra haalt de erwten vooral uit Noord-Frankrijk. Teelt van droge erwten vindt in België, en zeker in Vlaanderen, nog maar op beperkte schaal plaats. Het klimaat is er niet geschikt voor. Er is wel een project gaande in Wallonië, waar Cosucra ook bij betrokken is, om te onderzoeken of meer lokale teelt van erwten mogelijk is. Ten slotte, bestaan er in Vlaanderen verwerkers van tarwe (Tereos) en rijst (Beneo) tot eiwitconcentraten en -isolaten.

6.4.2 *Producenten van vleesstructuren*

Onder 'vleesstructuren' verstaan we halffabricaten met een echte vleesstructuur. Producenten in deze categorie gebruiken de eiwitgewassen direct om een echte vleesstructuur te maken, in tegenstelling tot de hierboven genoemde producenten van eiwitconcentraten en -isolaten. In hoofdstuk 4 over productinnovaties wordt verder ingegaan op de verschillende technieken voor het produceren van vleesstructuren. Solina Group in Vlaanderen (hoofdkantoor in Frankrijk) is een producent van ingrediënten (halffabricaten) die levert aan de voedselindustrie, en heeft ook zelf producten van plantaardige eiwitten in haar portfolio opgenomen.

Voor deze industrie zijn er eigenlijk twee type afzetkanalen. Aan de ene kant de producenten van vleesvervangers die als zodanig aan consumenten worden aangeboden. Deze markt groeit jaarlijks met enkele procenten. De markt speelt zich op internationaal niveau af. Aan de andere kant biedt de markt van verwerkte vleesproducten een potentieel afzetkanaal. Ongeveer de helft van al het vlees wordt in verwerkte vorm geconsumeerd. Plantaardige eiwitten kunnen in deze producten een deel (tot wel 50%) van het vlees vervangen zonder dat dit tot kwaliteitsverlies leidt. Het resultaat zijn hybride producten. Hiermee lijkt verwerkt vlees in potentie een heel grote vraag voor producenten van vleesstructuren te kunnen creëren. De grote uitdaging is nog om dit type product (verwerkt vlees met een deel plantaardige eiwitten) in de markt te zetten (zie ook paragraaf 7.5.3 over consumentenacceptatie). In Vlaanderen zijn hybride vleesproducten tot nu toe geen succes geworden door gebrek aan consumentenacceptatie.

Tot voor kort had Vlaanderen een achterstand in de productie van vleesstructuren. Sinds de overname van het Nederlandse bedrijf Ojah – dat meel van plantaardig eiwit verwerkt tot hoogwaardige vleesalternatieven in de vorm van vleesvervangers – door Korys, investeringsmaatschappij van Colruyt, in 2017 is de positie van Vlaanderen in de productie van vleesstructuren daarentegen versterkt. Het motief achter de overname van Ojah door Korys is de groeiende vegetarische markt en de sterke positie van Ojah op het gebied van de productie van vleesstructuren. Er lijkt daarnaast voldoende wetenschappelijke en technologische potentie aanwezig bij universiteiten en voedselverwerkende industrie om deze positie internationaal verder uit te bouwen. In projecten als MeatHybrid (Flanders' Food, 2017) wordt hier ook al aan gewerkt.

6.4.3 *Producenten van vleesvervangers*

Er zijn enkele Vlaamse producenten van vleesvervangers. Noble Health Food ontwikkelt vleesvervangers en commercialiseert deze over geheel Europa, zowel via cateraars, retailers als partners in de voedingsindustrie. Noble Health Food levert onder private label aan verschillende partijen. Zo produceren zijn voor Colruyt de vegetarische lijn (Boni). Noble Health Food gebruikt soja, erwten en kikkererwten als eiwingrediënt. Damhert ontwikkelt, produceert en distribueert functionele, gezonde voeding waaronder ook vleesvervangers. Damhert gebruikt soja- en tarwe-eiwitten als grondstof voor de vleesvervangers.

Greenway is een grote Vlaamse aanbieder van vleesvervangers. Het bedrijf ontwikkelt plantaardige producten voor de retail en foodservice (grootkeukens), daarnaast hebben zij een aantal restaurants en staan ze met hun producten op Vlaamse muziekfestivals. Sinds dit jaar biedt Greenway de 'Beyond Burger' aan in haar restaurants die in de Verenigde Staten geproduceerd is. Greenway is hiermee de eerste in Europa (buiten de UK) die deze burger aanbiedt. De plantaardige producten van Greenway bestaan voornamelijk uit soja (uit Europa), erwten (vooral uit Noord-Frankrijk) en tarwe. De productie van de vleesvervangers zelf is uitbesteed aan onder andere De Keyzer-Ossaer en Culinor. Binnen de retail liggen de producten van Greenway bij Delhaize. Daarnaast produceren ze ook onder private label. Voor de foodservice leveren ze via groothandels, zoals Sligro en Solucious. Hun producten worden ook gebruikt in andere horecaketens.

De Hobbit is fabrikant van biologische en veganistische voeding en bestaat 30 jaar. In hun producten speelt de plantaardige eiwitcomponent een belangrijke rol. Het bedrijf maakt producten van de biologische plantaardige eiwitten soja (uit Brazilië en Oostenrijk), hennepzaad (uit Duitsland) en lupine (uit Duitsland). De Hobbit is o.a. actief in België, Nederland en Duitsland. Op de bio-markt is niet zo heel veel veranderd de afgelopen jaren, maar wel voor het vegetarisme in het algemeen. Voor de Hobbit is het belangrijk om hun marktaandeel te beschermen en hun essentie (productie van biologische en veganistische voeding) te behouden.

Producenten lijken op nationaal niveau te starten met afzet, vaak wordt er uiteindelijk op internationaal niveau geconcurrerd.

6.5 Economische kansen nieuwe technologieën

Naast de hierboven genoemde bestaande spelers, liggen er (in de toekomst) kansen voor de Vlaamse economie als het gaat om nieuwe technologieën om vleesvervangers te produceren.

Kweekvlees industrie

Wereldwijd zijn er al diverse partijen aan de slag met kweekvlees. De voortrekkers op het gebied van kweekvlees bevinden zich vooral in landen als Nederland, Verenigde Staten en Israël. Dit betekent niet automatisch dat deze hele ontwikkeling aan Vlaanderen voorbij hoeft te gaan. Productie via licenties zou een optie kunnen zijn; daarnaast zijn er nog diverse verbeteringslagen wat betreft technologie, opschaling, diversificatie en kostenbesparing nodig. Zie ook paragraaf 4.2.3.

Indien kweekvlees een commercieel succes gaat worden, dan is opschaling van productie benodigd, en zal er eveneens een grote vraag ontstaan naar het groeimedium voor de productie van kweekvlees. Dit medium bestaat uit vloeibare nutriënten die op dit moment nog vooral door de farmaceutische en chemische industrie worden geleverd. Mogelijk kan de diervoederindustrie een rol spelen bij de productie van een groeimedium en liggen hier kansen voor de Vlaamse (diervoeder)industrie. Tarwe en mais worden als mogelijke ingrediënten voor een groeimedium gezien en diervoederbedrijven hebben al de logistieke infrastructuur staan om deze ingrediënten op grote schaal te kunnen leveren. Tevens kan een rol weggelegd zijn in de productie en verkoop van de bioreactoren nodig om kweekvlees te produceren.

6.6 Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de bovenstaande analyse kunnen we algemeen concluderen dat de industrie in Vlaanderen rondom alternatieve eiwitten zich nog aan het ontwikkelen is en dat er nog geen duidelijke waardenketens zijn voor alle eiwitingrediënten. Uit de analyse is gebleken dat de economische waarde van vleesvervangers voor veel bedrijven nog te laag is om economisch rendabel te zijn, dat het moeilijk is om vleesvervangers in de schappen te krijgen en te houden, dat er gebrek is aan investeringskapitaal, en dat de Vlaamse spelers onvoldoende georganiseerd zijn. Ontegenzeggelijk liggen er ook marktkansen in Vlaanderen. Alternatieve eiwitten vormen immers een groeiemarkt. Wereldwijd internationaliseren de ketens zich alsmear en stijgt de vraag naar alternatieve eiwitbronnen. De tijd is nu rijp om mee te gaan in deze groeiemarkt. Vlaanderen bevindt zich in een goede positie omdat er een sterke voedingsindustrie aanwezig is. Tevens zijn reeds veel Vlaamse kmo's actief op het gebied van alternatieve eiwitingrediënten. Een belemmering is echter het gebrek aan investeringskapitaal. Daarnaast spelen organisaties, zoals Flanders' FOOD en VLAIO, een grote rol in de ondersteuning van bedrijven en bij netwerkvorming en fungeert Food Pilot als loket voor technologische begeleiding van bedrijven. Grote

bedrijven en innovatieve kmo's weten hun weg vaak te vinden, maar de traditionele kleinere ondernemers weten er vaak niet van.

De ontwikkelingen in de wereld op het gebied van de eiwittransitie gaan heel snel. Vlaanderen zou erbij gebaat zijn als het zich zou richten op het organiseren van duidelijke waardenketens voor alternatieve eiwitbronnen om afzet- en leveringszekerheid te bieden. Om een trendverschuiving teweeg te brengen is het tevens belangrijk dat de verschillende actoren in de waardenketen met elkaar verbonden worden en samenwerken aan een gezamenlijk doel, in plaats van dat elke partij een eigen technologie ontwikkelt. Vlaanderen zou een alternatief eiwitnetwerk op kunnen richten om georganiseerd mee te kunnen in de ontwikkeling waarin de internationale eiwit-transitie zich op dit moment bevindt. De mogelijke rol voor de overheid is een faciliterende rol die ruimte creëert om meer te experimenteren op het gebied van R&D. Samenvattend zou Vlaanderen gebaat zijn bij het organiseren van een duidelijk netwerk tussen actoren. Om zo de waardenketens te versterken, de benodigde financiering en investering in technologie te faciliteren en om opstartende bedrijven te ondersteunen.

7 Consumentenacceptatie

Voor het ontwikkelen van nieuwe vleesvervangers en plantaardige eiwitproducten is het belangrijk om inzichtelijk te krijgen wat de consument vindt. Dit inzicht is cruciaal voor een geslaagde marktintroductie. Uiteindelijk moet de consument de nieuwe producten inpassen in zijn (dagelijkse) voedingspatroon en zo de eiwit-transitie realiteit laten worden. Consumentenacceptatie van (nieuwe) voedingsmiddelen is afhankelijk van diverse factoren. Bijvoorbeeld het type product, zo worden insecten als alternatieve eiwitbron doorgaans (nog) niet breed omarmd.

De manier waarop consumenten nieuwe voedingsmiddelen accepteren of juist afwijzen is multidimensionaal. Het is bijvoorbeeld niet alleen gebaseerd op de sensorische eigenschappen van een product. Andere factoren die een rol spelen zijn prijs, cultuur, beschikbare informatie, risico's, ervaringen uit het verleden en overtuiging (Costell, Tárrega, & Bayarri, 2010). Uit diverse studies komt naar voren dat tussen de 50 en 90% van de productinnovaties falen. De meeste productinnovaties halen het niet omdat consumenten het product niet omarmen. Het is dus erg belangrijk om het aspect consumentenacceptatie al in een vroeg stadium binnen productontwikkeling/innovatieproces mee te nemen (Heidenreich & Spieth, 2013).

In dit hoofdstuk wordt ingezoomd op de consumentenacceptatie van verschillende type vleesvervangers en alternatieve eiwitbronnen. En de barrières die hierdoor mogelijk ontstaan. Hierbij is voor een internationaal perspectief gekozen, omdat er voor Vlaamse producenten ook veel kansen over de grens liggen. Allereerst wordt ingezoomd op de factoren die consumentenacceptatie van voedingsmiddelen beïnvloeden. Daarna wordt kort geschetst wat de positie van vlees in het huidige voedingspatroon is en de veranderingen in voedingspatronen die gaande zijn. Ook komen de verschillende doelgroepen van vleesvervangers aan bod en wordt de consumentenacceptatie van verschillende type vleesvervangers, zoals insecten en kweekvlees, onder de loep genomen. Tot slot worden de conclusies ten aanzien van consumentenacceptatie van vleesvervangers geformuleerd. Voor de samenstelling van dit hoofdstuk is gebruik gemaakt van internationale (wetenschappelijke) onderzoeken en zijn diverse experts uit het werkveld geïnterviewd.

7.1 De groeiende markt van vleesvervangers

Uit de groeiende vraag naar vleesvervangers (zie paragraaf 2.2) kan worden opgemaakt dat het wel goed zit met de consumentenacceptatie. Er is immers voldoende vraag naar vleesvervangers, het aanbod stijgt. Tegenwoordig worden vegetarische producten niet alleen meer door vegetariërs gekocht, maar steeds meer consumenten wisselen vlees af met plantaardige producten. Deze mensen worden flexitariërs genoemd, en deze groep wordt in Europa en Noord-Amerika steeds groter. Uit de expertinterviews komt ook naar voren dat juist door deze groeiende groep flexitariërs het aanbod van vleesvervangers enorm stijgt in de retail. Echter, de markt van vleesvervangers is nog relatief klein in vergelijking met de markt van vleesproducten. In België waren in 2017 de vleesvervangers goed voor slechts 1 procent van de vleesmarkt (Jens & Adriaen, 2018). De markt van vleesvervangers groeit daarentegen wel, maar tegelijkertijd blijft wereldwijd de markt van vleesproducten ook nog steeds groeien. Zo voorspelt FAO (2011) dat in 2050 de gemiddelde vleesconsumptie per persoon 40% hoger is dan in 2010.

7.2 Vlees in het voedingspatroon

In de traditionele voedingspatronen in bijvoorbeeld Europa en Noord-Amerika speelt vlees een belangrijke rol. Vlees wordt vaak beschouwd als voedzaam en gezond en het vormt een belangrijk (vast) onderdeel van de maaltijd. Daarnaast vinden veel consumenten de sensorische eigenschappen van vlees erg aantrekkelijk (Elzerman, Hoek, van Boekel, & Luning, 2011). In veel gevallen zijn voedingsgewoonten, zoals het eten van vlees, lastig te doorbreken, omdat mensen het makkelijk en comfortabel vinden (Bakker & Dagevos, 2010). En vaak vormen gemak, gebrek aan vaardigheden, beschikbaarheid en ideeën in het bereiden van vleesvrije maaltijden een belangrijke belemmering om vleesconsumptie te verlagen en bijvoorbeeld te kiezen voor een alternatief voor vlees (Weinrich, 2018).

7.2.1 *Verschillen in voedingspatronen/voorkeuren mannen en vrouwen*

Verder blijkt gender een belangrijke invloed te hebben op vleesconsumptie. Over het algemeen worden vrouwen geassocieerd met een gezondere levensstijl dan mannen. Vrouwen eten meer gezonde voedingsmiddelen, zoals groenten en fruit. En mannen eten over het algemeen grotere hoeveelheden vlees dan vrouwen. Bovendien eten mannen vaker rood vlees en bewerkte vleesproducten, terwijl vrouwen meer wit vlees consumeren (Cordts, Nitzko, & Spiller, 2014). Dit staat overigens los van de verschillen in nutritionele behoeften tussen mannen en vrouwen. Vrouwen hebben eigenlijk een hogere ijzerbehoefte dan mannen en zouden daarom grotere vleeseters per kilo lichaamsgewicht moeten zijn (Voedingsinformatiecentrum (NICE), 2018).

7.2.2 *Verschuiving in voedingspatronen*

Peter Scholliers, hoogleraar aan de Vrije Universiteit Brussel, onderzoekt de geschiedenis van onze eetgewoonten. In een interview met Trouw (Romans, 2015) stelt hij dat vlees in de geschiedenis van de mensheid altijd een belangrijke rol heeft gespeeld. Zo bestaat al heel lang het mythologische idee dat bloed gelijk staat aan levenskracht. Toch zorgde de opkomst van het vegetarisme, in de jaren '80, dat mensen in Europa anders zijn gaan kijken naar vlees. Op dit moment zien we wereldwijd ook een verschuiving van voedingspatronen. Zo is meer vraag naar plantaardige producten in het Westen (Europa en Noord-Amerika). Tegelijkertijd stijgt in andere regio's de vraag naar vleesproducten snel door meer welvaart en een groeiende bevolking. Volgens FAO ligt de wereldwijde behoefte naar vlees in 2050 zo'n 1,7 keer hoger dan nu (Hosselet, 2017).

Vleesconsumptie en economische ontwikkeling lijken dus sterk aan elkaar verbonden. Zo zijn er meer vegetariërs in landen met lage inkomens (Leahy, Lyons, & Tol, 2010). Echter, zodra deze 'lage lonen' groeien naar een middenklasse inkomen wordt er (meer) vlees gegeten. Daarnaast is een tegengestelde ontwikkeling gaande, zodra 'rijken' rijker worden, bewegen zij vaker richting een flexitair eetpatroon. Deze laatste ontwikkeling gaat overigens veel langzamer dan de eerste. Daarom is de verwachting dat het aandeel vegetariërs in de wereld de komende jaren zal dalen (Leahy et al., 2010). Veranderen van een voedselpatroon is op populatieniveau een langzaam proces. Gewoonten vormen namelijk een belangrijke belemmering bij gedragsverandering. Zelfs als kennis en motivatie aanwezig zijn blijkt het moeilijk om bestaande gewoonten te doorbreken. Volgens Hans Dagevos van de Wageningen Universiteit gaat de verandering in een voedingspatroon langzaam, maar is het niet onmogelijk (Hakkenes, 2017). Gewoonten zijn makkelijk en comfortabel en het kost moeite, tijd en denkkracht om iets te doorbreken. Daarom houden we zo graag vast aan gewoonten (Bakker & Dagevos, 2010). Bovendien bepalen culturele en sociale normen sterk wat we eten (Bakker & Dagevos, 2010; Ronteltap, van Trijp, Renes, & Frewer, 2007). Ook religie kan hierbij een rol spelen (Costell et al., 2010).

Als we daarentegen kijken naar wat er de laatste 100 jaar is veranderd op het gebied van voedingspatronen, dan zien we dat er zich zeker grote veranderingen hebben voorgedaan. Vlees heeft namelijk helemaal nog niet zo heel lang zo'n belangrijke plek in het voedingspatroon in bijvoorbeeld Nederland. Voor arbeiders in Nederland werd het namelijk pas rond 1900 gebruikelijker om een paar keer per week vlees te consumeren omdat dit financieel mogelijk werd. Pas in de jaren 50 en 60 van de vorige eeuw werd vlees onderdeel van het alledaagse voedingspatroon (Bakker & Dagevos, 2010).

7.2.3 *Dalende vleesconsumptie*

Ondertussen zien we dat in een groot aantal landen in Europa de vleesconsumptie de afgelopen jaren is afgenomen. Inmiddels is in veel industriële samenlevingen het beeld dat vlees symbool staat voor welvaart niet langer van toepassing.

Uit recent onderzoek van VLAM (2017) blijkt dat in België het thuisverbruik van vers vlees in de afgelopen jaren licht is afgenomen. Van 18,3 kg in 2016 naar 17,5 kg in 2017 per capita. Als we kijken naar 10 jaar geleden (2008) was dit nog 23,7 kg. Dit betekent overigens niet dat het aantal vegetariërs in België is gestegen. Het zijn vooral consumenten die vlees al vaker afwisselde voor vis of een vegetarisch alternatief dit nog vaker doen. Dit sluit aan bij het eerder beschreven flexitarisme. De redenen voor deze afwisseling zijn divers, waaronder gezondheid, smaakvoorkeur, variatie, milieu, prijs en dierenwelzijn. Ondanks de daling in het thuisverbruik van vers vlees blijft het marktaandeel vleesvervangers in België dus klein, zo'n 1%. In het onderzoek (VLAM, 2017) is ook ingezoomd op de

redenen waarom Belgen graag vlees eten. Dit zijn vooral smaak, daarnaast vormt het een belangrijk onderdeel van de eetcultuur, heeft vlees een bepaalde voedingswaarde en tot slot gemak.

EVA vzw, de vegetariërsvereniging van Vlaanderen, doet regelmatig onderzoek naar vegetarisme in Vlaanderen en België. Uit een recent onderzoek van hen uit 2018 blijkt dat bijna de helft van de Belgen (44%) nu minder vlees eet dan een jaar eerder. In totaal eet zo'n 16% van de Belgen regelmatig vegetarisch. In de steden, zoals Brussel, Antwerpen en Gent ligt het aantal veganisten, vegetariërs en flexitariërs hoger. Ook hier komt naar voren dat leeftijd een belangrijke rol speelt, het percentage ligt namelijk veel hoger bij de jonge leeftijdsgroepen. Belangrijke motieven om te kiezen voor een vegetarisch of veganistisch dieet in dit onderzoek zijn dierenwelzijn, gevolgd door milieu en gezondheid (EVA vzw, 2018).

In de rest van Europa en Noord-Amerika is de trend van een ander voedingspatroon ook zichtbaar. Uit onderzoek van Mintel is gebleken dat 35% van de Britten zegt 'semi-vegetariër' te zijn (Sourry, 2017). Dit betekent dat zij overwegend vegetarisch eten, met zo nu en dan vlees en/of vis. Als gekeken wordt naar de redenen waarom de Britten kiezen om minder vlees te eten zien we dat de redenen uiteenlopen: dierenwelzijn (38%), gezondheid (24%), herkomst (23%), milieu-impact (21%) en geldbesparing (19%). Het bewust zijn op dit gebied is de afgelopen jaren flink gestegen in Groot-Brittannië. In 2007 was slechts 14% van de Britse bevolking zich bewust van de negatieve impact van vleesproductie en consumptie op het milieu. Tien jaar later is dit gestegen naar 31%. Dit leeft vooral onder jongeren tussen 18-25 jaar (46%). Ter vergelijking 20% van 65-plussers is het hier mee eens (S Dibb & Salazar de Llaguno, 2017).

Europa's eerste veganistische supermarkt startte in Duitsland in 2011 (die overigens inmiddels failliet is). Uit een ander onderzoek van Mintel kwam naar voren dat in Duitsland wereldwijd de leidende markt is voor de lancering van veganistische voedingsmiddelen en dranken. Zo'n 15% van alle productlanceringen, tussen juli 2017 en juni 2018, met een 'veganclaim' vonden plaats in Duitsland (Mintel, 2018a). Tegelijkertijd is het aantal lanceringen van vleesvervangers tussen 2015 en 2016 juist met 17% gedaald in Duitsland. Dit kan betekenen dat de producten niet aansluiten bij de wensen van consument, zo speelt 'natuurlijkheid' een belangrijke rol in Duitsland. Consumenten daar geven voorkeur aan gezonde en zoveel mogelijk onbewerkte producten. En juist vleesvervangers bevatten vaak voedseladditieven, zoals stabilisatoren en verdikkingsmiddelen. Ook uit de expertinterviews kwam naar voren dat in Vlaanderen veel consumenten het idee hebben dat vleesvervangers ongezond zijn. Voor nieuwe productintroductions is dit iets om rekening mee te houden.

Ook in de Verenigde Staten en Canada zijn consumenten actief opzoek naar mogelijkheden om meer plantaardige voedingsmiddelen aan hun dieet toe te voegen. In een onderzoek kwam naar voren dat 39% van de Amerikanen en 43% van de Canadezen hiermee bezig is. Dit is veel meer dan het aantal consumenten dat een vegetarisch dieet volgt (zo'n 6% van de Noord-Amerikanen). In Noord-Amerika en Canada is gezondheid een van de belangrijkste redenen om te kiezen voor meer plantaardige producten (Nielsen, 2017).

7.2.4 Schandalen in de vleesindustrie

De laatste jaren zijn er regelmatig nieuwsberichten over schandalen in de vleessector. Daarnaast wordt de sector regelmatig opgeschrikt door ziektes, zoals de vogelgriep, varkenspest en de gekkekoeienziekte. Invloed van deze gebeurtenissen op consumentengedrag is niet helemaal duidelijk. Vaak wordt een kortstondige verandering in bijvoorbeeld verkoopcijfers gezien, die later weer bijtrekt. Toch onthouden mensen vleeschandalen en worden hierdoor uiteindelijk in hun keuzes beïnvloed. Ze kiezen dan bijvoorbeeld voor biologisch vlees, of ander type vlees zoals kip. Het vertrouwen van de consument wordt door deze schandalen geschaad, alhoewel de consumptie van vleesproducten zich ook weer grotendeels herstelt na een schandaal. Volgens enkele experts draagt dit zeker bij aan bijvoorbeeld de groei van het aantal flexitariërs (van der Velden, 2017).

7.2.5 Globalisatie en verandering van voedselpatronen

Verder blijkt globalisatie van grote invloed op voedselpatronen. Verschillende studies laten zien dat een dieet onder bepaalde omstandigheden snel (ongunstig) kan veranderen. Zo lijden veel inwoners van de eilanden in de Stille Oceaan aan obesitas. Ook komen hier niet-overdraagbare ziektes, zoals diabetes en hart- en vaatziekten, steeds vaker voor. In de laatste 100 jaar is de levensstijl en het voedingsaanbod op

deze eilanden sterk beïnvloed door Europees contact in handel en ontwikkeling. Tegenwoordig vormen geïmporteerde rijst, brood en noedels het basisvoedsel, en niet de gezonde traditionele taro en yam. Daarnaast zijn lokaal fruit en zetmeelrijke producten van de eilanden vervangen door suiker en zoetwaren. Het gevolg is een eenzijdig dieet, dat onder de inwoners voor veel gezondheidsproblemen zorgt (Hughes & Lawrence, 2008). Er wordt ook weleens gesproken over ‘coca-colonisation’, waarbij traditionele voedingspatronen worden ‘overgenomen’ door ongezond (Amerikaans) voedsel. Gevolgen zijn een toename in diabetes type 2, obesitas en hart- en vaatziekten onder de bevolking. Dit werd bijvoorbeeld zichtbaar in Mexico, waar op toeristische plekken het veranderde dieet van leden van Maya-stammen leidde tot deze gezondheidsproblemen (Leatherman & Goodman, 2005). Een conclusie is dat voedselpatronen relatief snel kunnen veranderen. De kunst is echter om de verandering richting duurzame en gezonde voedingspatronen te sturen.

7.2.6 Voedseltrends

Als we inzoomen op voedseltrends, zien we dat consumenten juist steeds vaker voor variatie gaan. Zo is bijvoorbeeld sterk zichtbaar dat het aantal flexitariërs toeneemt in Europa. Tegelijkertijd willen consumenten vasthouden aan het ‘oude en vertrouwde’ (Bakker & Dagevos, 2010) of gaan zelfs terug in de tijd. Denk bijvoorbeeld aan de populariteit van woorden als ‘ambachtelijk’ en ‘lokaal’ in de voedselcontext. Of aan traditionele en ouderwetse gerechten als *stoemp*, dat nu op de kaart van dure restaurants terug te vinden is (Romans, 2015). Als we kijken naar de lijstjes met voedseltrends voor 2018 dan komen de termen veganisme, vleesvervanger, plantaardig en plantaardige eiwitten veelvuldig voor (Veldverkenner, 2018) (BBC Good Food, n.d.).

Definities van flexitarisme verschillen, maar het komt erop neer dat men een dieet volgt met minder vlees, door bijvoorbeeld een aantal dagen per week geen vlees te eten. Er verschijnen steeds meer kookboeken gericht op de flexitariër. En bekende chefs, zoals bijvoorbeeld Yotam Ottolenghi, promoten dit voedingspatroon. Hieruit kan worden opgemaakt dat onder (bepaalde) consumenten zeker interesse is om hun voedingspatroon aan te passen. Over het algemeen zijn het jongeren die (meer) openstaan voor nieuwe dingen. Uit diverse onderzoeken komt naar voren dat het aandeel vegetariërs, veganisten en flexitariërs veel hoger is onder jongeren, in vergelijking met oudere doelgroepen (Sue Dibb, 2013).

Dat de consument (in het Westen) een groeiende interesse heeft in duurzaam voedsel, blijkt onder andere uit onderzoek van WWF UK (Sue Dibb, 2013). In Europa zien we dat consumenten zich zorgen maken over een aantal ethische en duurzaamheidskwesaties in bijvoorbeeld de vleesproductie. Denk aan het gebruik van hormonen en antibiotica, dierenwelzijn, impact van voedselproductie op het landschap en eerlijke behandeling van boeren (Sue Dibb, 2013). Uit Vlaams onderzoek (Departement Omgeving, 2017) blijkt ook dat Vlaamse consumenten inspanningen willen leveren om hun ecologische voetafdruk op het gebied van voeding wil verlagen, bijvoorbeeld door geen voedsel te verspillen (82%) en het matigen van vleesgebruik (42%). Bovendien geeft 15% aan nu niet minder vlees te eten, maar in de toekomst wel. In een studie (Department for Environment Food and Rural Affairs, 2011) van de overheid in het Verenigd Koninkrijk blijkt dat 63% van de respondenten ‘*very or fairly willing*’ zijn om te stoppen met het eten van rood vlees. Daarnaast was 35% ‘*very or fairly willing*’ om geen zuivelproducten meer te consumeren.

Uiteindelijk betekent deze interesse niet dat mensen hun gedrag daadwerkelijk aanpassen en bijvoorbeeld ‘duurzamer’ gaan eten. Er bestaat namelijk niet altijd overeenstemming over wat mensen denken, voelen en zeggen en wat ze uiteindelijk doen (Sue Dibb, 2013). De gedragsverandering waar eerder over is gesproken blijkt een kritisch punt.

7.3 Voorlichting en informatievoorziening

Een overheid heeft verschillende mogelijkheden om de publieke opinie te beïnvloeden. Voorbeelden zijn consumenteninformatie (campagnes, programma’s gericht op gedragsbeïnvloeding, labels), financiële prikkels (belastingen en subsidies) en tot slot wet- en regelgeving (verplichte vegetarische dagen in publieke kantines, plafond voor vleesporties) (Cordts et al., 2014).

Voorlichting over gezonde voeding of meer plantaardige voeding wordt in diverse landen ingezet (Cordts et al., 2014). Zo promoot de Chinese overheid in de nieuwe nationale voedingsrichtlijnen van 2016 om minder vlees te eten. Doelstelling in China is om een reductie van 50% van de vleesconsumptie te

bewerkstellingen (Milman & Leavenworth, 2016). Ook in de vernieuwde Voedingsdriehoek, opgesteld door het Vlaams Instituut Gezond Leven, uit 2017 staat een meer plantaardig voedingspatroon centraal (Vlaams Instituut Gezond Leven, n.d.). In de Voedingsdriehoek wordt voorkeur gegeven aan vleesvervangers, zoals peulvruchten en tofu. De meer bewerkte vleesvervangers, zoals groenteburgers of gepaneerde producten, hebben niet de voorkeur vanwege hun vaak hoge zout- en vetgehalte.

Uit de studie van Cordts et al. (2014) blijkt verder dat 'nieuwsberichten' van invloed kunnen zijn op de vleesconsumptie. Er wordt gesugereerd dat het een effectief instrument kan zijn voor bijvoorbeeld bewustwordingcampagnes. Er moet worden bijgezegd dat dit onderzoek is uitgevoerd in Duitsland, waar in tijd van het onderzoek discussies waren over dierenwelzijn en diverse voedselschandalen in het nieuws waren.

Vanuit de expertsinterviews kwam ook naar voren dat consumenten inspiratie en informatie nodig hebben om vegetarische maaltijden te maken. Ze hebben handvatten nodig om eens voor iets anders te kiezen. Veel consumenten hebben een vast palet aan 5 à 6 gerechten die zij wekelijks eten. Bovendien hebben veel consumenten een vast looppatroon in de supermarkt, waardoor zij minder snel met andere productcategorieën in aanraking komen.

7.3.1 Voedseldiscussies in de media

Tegenwoordige krijgen consumenten via veel meer kanalen informatie over voedingsmiddelen, denk aan social media, televisie, kranten en tijdschriften. Door internet verspreidt informatie zich zeer snel. Bovendien is de toegang tot informatie door consumenten veel groter geworden. Tegelijkertijd lopen feiten en meningen door elkaar heen, door bijvoorbeeld discussies op social media (ING Economisch Bureau, 2015). Het is aan de consument om te bepalen wat 'de waarheid' is. Met het enorme aantal informatiekkanalen is dit lastig. Zo ontstaan er diverse discussies, over bijvoorbeeld wat gezond of ongezond is.

7.4 Doelgroepen vleesvervangers

Vleesvervangers kennen verschillende doelgroepen. Met het groeiende aanbod vleesvervangers richt de retail zich voornamelijk op de flexitariërs, de mensen die bewust minder vlees willen eten en willen variëren tussen vlees, vis en vegetarische producten. Daarnaast zijn er natuurlijk ook nog andere doelgroepen, zoals vegetariërs, veganisten en ouderen. En ook vleeseters. Denk aan vleesvervangers die steeds meer op vlees lijken, en aan kweekvlees.

Ook religieuze groepen vormen een doelgroep. Veel hindoeïsten, boeddhisten, moslims of orthodoxe Joden kiezen voor vegetarische producten, omdat hun religie een vegetarisch dieet voorschrijft of omdat bepaalde vlees- en vissoorten niet worden gegeten.

Ouderen vormen eveneens een doelgroep voor vleesvervangers. Vaak hebben (kwetsbare) ouderen kauw- en slikproblemen, waardoor het eten van vlees lastig kan zijn. Daarnaast neemt hun eetlust af, waardoor zij minder eten en ook minder voedingsstoffen binnen krijgen. Terwijl de eiwitname bij kwetsbare ouderen juist heel belangrijk is, om o.a. te voorkomen dat zij hun spiermassa verliezen (Visser, 2017). Vleesvervangers, met verrijkte eiwitten, zijn zeer geschikt voor deze doelgroep.

De motieven van de doelgroepen liggen uiteen. Voor flexitariërs spelen gezondheid en milieu een grote rol bij de keuze voor vleesvervangers. Terwijl voor vegetariërs en veganisten dierenwelzijn een belangrijker motief is. Bij de religieuze groepen spelen uiteraard religie en cultuur een grote rol. Bij ouderen spelen juist het gezondheidsaspect en sensorische eigenschappen een belangrijke rol.

7.4.1 Leeftijd en geslacht

Over het algemeen voelt de jongere doelgroep, zoals jonge gezinnen en pas afgestudeerden, zich het meeste aangesproken om vleesvervangers te kopen. Uit diverse onderzoeken blijkt dat zij ook het meest open staan om hun voedingspatroon aan te passen. Het aandeel vegetariërs, veganisten en flexitariërs is dan ook veel hoger onder jongeren, in vergelijking met oudere doelgroepen (Sue Dibb, 2013). In een studie in Nederland kwam naar voren dat vegetariërs in de meeste gevallen vrouw zijn, met een kleiner huishouden, hoger opleidingsniveau, hoge sociaaleconomische status en vaker in stedelijke gebieden woonachtig zijn (Hoek, Luning, Stafleu, & De Graaf, 2004). De studie komt uit 2004, dus wellicht ziet dit profiel inmiddels iets anders uit.

7.5 Beoordelen consumentenacceptatie vleesvervangers

Er bestaan verschillende theoretische kaders die duiden waarom consumenten een nieuw voedingsmiddel wel of juist niet accepteren. Siegrist (2008) onderscheidt drie categorieën factoren die consumentenacceptatie van voedingsmiddelentechnologieën en -producten beïnvloeden: (1) Factoren gerelateerd aan het product; (2) Sociaal vertrouwen en normen; (3) Psychologische factoren. Costell et al. (2010) dragen een aantal factoren aan die de beslissing van consumenten beïnvloeden om voedingsmiddelen te accepteren of juist te verwerpen. Dat zijn: eigenschappen van producten, eigenschappen van de consument en de omgeving van de consument. Ook uit onderzoek naar de keuzes die consumenten maken in de supermarkt komt naar voren dat eigenschappen van producten, zoals smaak, uiterlijk, gebruiksgemak, bepalend zijn (Bakker & Dagevos, 2010). Echter, situationele omstandigheden spelen ook een grote rol. De sociale en culturele context is van grote invloed op keuzes in voeding en consumptie. Consumenten worden gevormd door hun omgeving (Bakker & Dagevos, 2010).

7.5.1 Methode

Als we de bovenbeschreven factoren (Bakker & Dagevos, 2010; Costell et al., 2010; Lensvelt & Steenbekkers, 2014; Siegrist, 2008) in een overzicht brengen dan krijgen we de volgende factoren die mogelijk belangrijk zijn voor consumentenacceptatie van vleesvervangers en/of plantaardige eiwitten:

- **Product-gerelateerde factoren**, zoals sensorische eigenschappen (smaak en textuur), prijs en kwaliteit
- **Consument-gerelateerde factoren**, zoals normen en waarden, religie, cultuur, emoties, leeftijd, geslacht, kennis en behoeften
- **Omgevings-gerelateerde factoren**, zoals beschikbaarheid, trends en media

Consumentenacceptatie van innovatie voedingsmiddelentechnologieën zijn sterk afhankelijk van hoe de consument de producten ervaart (Lensvelt & Steenbekkers, 2014). Over het algemeen ervaren consumenten dat zij onvoldoende inzicht hebben in de risico's en voordelen van 'novel foods'. Vertrouwen in de industrie is daarom vaak belangrijk voor de acceptatie van nieuwe voedingsmiddelen (Siegrist, 2008). Verder is het belangrijk dat het nieuwe product aansluit bij consumententrends en -behoeften. Bij vleesvervangers is ook van invloed hoe het (plantaardige) product is verwerkt in een gerecht. Bijvoorbeeld als directe vervanger van vlees bij aardappelen en groenten, of verwerkt in een curry of pastasaus (Elzerman et al., 2011).

Ook het gemak om voor vlees te kiezen en het gebrek aan vaardigheden of inspiratie voor een vleesvrije maaltijd spelen een grote rol bij een mogelijke versnelling van de eiwit-transitie. Het gebrek aan kennis over de mogelijkheden in het vervangen van vlees, maakt het echter lastig voor mensen om daadwerkelijk te kiezen voor iets anders dan vlees (Bergsma, Geert; Nijenhuis, Linda; Bijleveld, Marijn; Dalm, 2014). Daarnaast spelen er verschillen tussen landen en zijn culturele verschillen absoluut van invloed op de acceptatie van bepaalde producten. Zo is in een studie de openheid van een maatschappij voor voedselinnovaties in Nederland, Duitsland en Frankrijk onderzocht (Weinrich, 2018).

In dit onderzoek wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende types vleesvervangers en nieuwe (plantaardige) eiwitten, zoals kant-en-klare vleesvervangers (2^e en 3^e generatie), hybride producten, insecten, zeewieren en algen en tot slot kweekvlees. In de volgende paragrafen wordt ingezoomd op deze verschillende type producten en acceptatie onder consumenten.

7.5.2 Vleesvervangers: 2e en 3e generatie

Onder deze categorie vleesvervangers verstaan we hier twee generaties vleesvervangers: 2^e generatie van samengestelde producten en 3^e generatie van op vlees lijkende producten.

Product-gerelateerde factoren

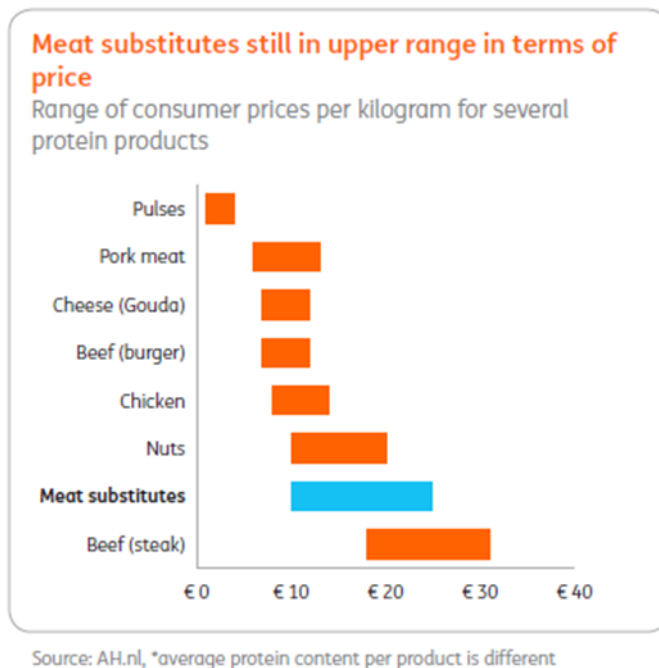
Inmiddels zijn er vele types vleesvervangers verkrijgbaar in de supermarkt. Enkele producten dragen namen die lijken op de vleesvariant, zoals 'gehackt' of 'biefstuk'. Volgens onderzoeker Dagevos werken zulke namen positief voor diegene die graag vlees eet. Terwijl dit bij vegetariërs minder aanslaat. Uit verschillende onderzoeken komt dit verschil ook naar voren. Zo hoeft de vleesvervanger voor de

vegetariër niet per definitie een vleesstructuur of smaak te hebben. Hun voorkeur gaat juist uit naar vleesvervangers die niet op vlees lijken, zoals een quinoa-burger (Patijn, 2017). Het voordeel van de namen is dat de flexitariër direct weet wat de toepassing van het product is.

In de expertinterviews werd duidelijk dat deze productgroep vleesvervangers vooral door flexitariërs wordt gekocht. Echter, smaak is zeer persoonlijk, dus de producten worden ook interessant geacht voor de doelgroepen vegetariërs en veganisten. Volgens de meeste geïnterviewde experts is smaak het allerbelangrijkste bij consumentenacceptatie. Als een product niet lekker is, is de kans op een herhalingsaankoop klein. De maaltijdcontext bij deze vleesvervangers blijkt ook een grote rol te spelen bij de acceptatie. Het uiterlijk en de verwerking van het product in een gerecht heeft invloed hoe consumenten de vleesvervanger ervaren. Denk aan vegetarische kipstukjes in een currysaus of vegetarisch gehakt in een koude salade. Uit onderzoek bleek dat vooral vorm en uiterlijk van de vleesvervangers invloed hadden op de acceptatie. Zo vonden de proefpersonen vegetarisch gehakt beter passen bij een tomatensaus met pasta dan bij een rijstgerecht (Elzerman et al., 2011).

Prijs is belangrijk. Uit onderzoek van ING blijkt dat vleesvervangers een hogere consumentprijs hebben dan bijvoorbeeld varkensvlees of kip. Alleen biefstuk ligt qua consumentenprijs hoger (Figuur 12). Een hoge prijs kan een reden zijn voor consumenten om niet te kiezen voor vleesvervangers. Dit prijs-aspect werd ook bevestigd door de geïnterviewde retail-experts.

Figuur 12 Consumentenprijzen van verschillende eiwitproducten



Soja, tarwe en lupine zijn belangrijke basis-ingrediënten voor vleesvervangers. Dit zijn echter allergenen. Dit kan invloed hebben op de consumentenacceptatie van vleesvervangers, omdat steeds meer mensen zich bewust zijn van mogelijke voedselallergieën. Denk aan de hype rondom glutenvrij eten (Nijeboer, Mulder, & Bouma, 2013).

Consument-gerelateerde factoren

De groeiende groep flexitariërs zorgt voor een grote toename van het aantal vleesvervangers in de supermarkt. De vleesvervangers voorzien hen in de behoefte om een vleesproduct direct te kunnen vervangen door een plantaardig product, het kost weinig moeite, denkkraft en tijd. Voor deze producten is de toepassing direct duidelijk. Dit zorgt ervoor dat deze producten veel gebruiksgemak kennen.

Verder speelt leeftijd een grote rol. De vleesvervangers worden vooral gekocht door jonge doelgroepen, denk aan jonge gezinnen en pas afgestudeerden. Bij de oudere doelgroepen is meer weerstand om hun voedingspatroon aan te passen.

Daarnaast kan natuurlijkheid een rol spelen. Een interessant gegeven uit een onderzoek (Barerra et al., 2017) is dat veel vleesvervangers een 'vegan-label' hebben, maar het meest worden gegeten door consumenten die een flexitairisch dieet volgen en niet door veganisten. Een reden kan zijn dat veganisten deze producten te 'bewerkt' vinden. Dit sluit aan bij een ander onderzoek waar naar voren kwam dat in Duitsland het aantal productlanceringen van vleesvervangers tussen 2015 en 2016 gedaald is. In Duitsland speelt 'natuurlijkheid' van voeding een belangrijke rol en consumenten geven de voorkeur aan gezonde en zoveel mogelijk onbewerkte producten (Mintel, 2017). En dat zijn de meeste vleesvervangers niet.

Omgevings-gerelateerde factoren

Vleesvervangers hebben soms nog steeds het imago dat ze ongezond zijn. Echter, de voedingswaarde en zeker ook de smaak worden de laatste jaren steeds beter. Lange tijd bevatte vleesvervangers te veel zout, maar dat zoutgehalte is inmiddels aangepakt door de producenten. Hier kan gebrek aan een goede informatievoorziening aan ten grondslag liggen.

Uit de expertinterviews is gebleken dat supermarkten een belangrijke rol kunnen spelen in consumentenacceptatie. Bijvoorbeeld door consumenten te inspireren en in aanraking te laten komen met plantaardige alternatieven. Hierdoor kan hun houding ten opzichte van vleesvervangers veranderen. Natuurlijk hebben supermarkten ook invloed op de beschikbaarheid van producten, zij bepalen wat er in het schap ligt. Een idee is dat er in de supermarkt in de toekomst geen apart schap voor plantaardige producten meer is, maar dat de producten verspreid door de winkel te vinden zijn. Dus vegetarisch gehakt naast het vleesgehakt, vegetarische boterhamworst naast de vleesvariant. Wellicht komen hierdoor nieuwe doelgroepen sneller in aanraking met vleesvervangers.

7.5.3 Hybride vleesproducten

Een hybride product is een vleesproduct voor een deel uit vlees en voor een deel uit plantaardige ingrediënten bestaat. Zo'n 10 jaar geleden werden de eerste hybride vleesproducten in Nederland en Vlaanderen op de markt gebracht, dit was destijds geen succes (Fierens, 2017). Inmiddels is de markt behoorlijk veranderd in West-Europa en Noord-Amerika en is er wellicht meer interesse vanuit de consument voor dergelijke producten. In Azië zijn hybride producten al veel langer op de markt. Hier is de vraag puur prijs gedreven. Een grote groep mensen kan zich geen 100% vleesproduct veroorloven. Zo bracht McDonalds zo'n 20 jaar geleden al een hybride burger op de markt in Azië, wat een doorslaand succes werd. Tegenwoordig bevat deze burger 30% vlees en bestaat verder uit soja-eiwit (Hoogenkamp, 2016). De hybride producten die 10 jaar geleden op de markt werden gebracht, zijn destijds geen succes geworden, waarschijnlijk omdat de consument er nog niet klaar voor was. Zo zette Schouten in 2005 het product 'Quart' op de markt. Het bestond voor 25% uit vlees en verder uit champignons. Consumenten bleken het concept niet te begrijpen, het viel voor hen niet in de categorie vlees en niet in de categorie vegetarisch. Er was ook slechts een beperkt marketingbudget beschikbaar (Fierens, 2017). Twee jaar later bracht Enkco een hybride product op de markt, gericht op sportieve consumenten. Het product Fit&Good bestond voor 50% uit vlees en 25% Meatless (plantaardig alternatief) en 25% groenten. Het product werd van de markt gehaald, omdat veel consumenten zich niet aangesproken voelde. In 2012 kwam Vion met Hackplus op de markt. Een nieuwe lijn panklare gehaktproducten met plantaardige eiwitten, met minder vet en zout dan reguliere producten. Hackplus was gericht op consumenten met een bewuste levensstijl. Na een jaar werden de producten weer uit de schappen gehaald. Als reden werd genoemd dat de betreffende supermarkt met zelfstandige slaggers werkte, die lastig te overtuigen waren om de producten in het assortiment op te nemen.

Product-gerelateerde factoren

Naamgeving blijkt een gevoelig punt en van invloed op het succes van dergelijke producten. Consumenten ervaren de aanduiding 'hybride' namelijk als technisch of industrieel. Uit de expertinterviews kwam dan ook naar voren dat communicatie naar de consument nog een moeilijk punt is. Voorlichting en informatie zijn echter heel belangrijk, mensen zijn na uitleg vaak erg enthousiast over de voordelen van hybride producten.

In blinde proeverijen met vlees en hybride producten (bijvoorbeeld hamburgers) worden in veel gevallen de hybride producten als beste beoordeeld op smaak. Inmiddels is de techniek zover ontwikkeld dat een hybride product niet afdoet aan smaak en textuur van het originele vleesproduct.

Ook qua prijs kan een hybride product interessant zijn. Een vleesproduct kan door de toevoeging van plantaardige eiwitten goedkoper worden. Ook heeft het invloed op de gezonde eigenschappen van een product, doordat een hybride vleesproduct doorgaans minder vet bevat.

Consument-gerelateerde factoren

Het inzetten van hybride vleesproducten kan een mooie brug vormen om het gat tussen vlees- en vleesvrije maaltijden dichterbij elkaar te brengen. Het biedt gemak voor consumenten, ze kunnen namelijk ‘dezelfde’ producten blijven gebruiken zoals ze al deden (Neville, Tarrega, Hewson, & Foster, 2017). Dit heeft zowel een positief effect op de gezondheid van de consument als de milieu-impact. Toch staat het nog niet groot op de verpakking van hybride producten vermeld, omdat consumenten er nu (nog) verkeerd op reageren (Hotse Smit, 2018).

Uit een onderzoek in Nederland (Neville et al., 2017) kwam naar voren dat hybride producten (hamburgers en worsten) over het algemeen positief worden ervaren door consumenten. In vergelijking met hamburgers lag de acceptatie van worsten hoger. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de vorm/type van het product invloed heeft op de acceptatie. In het onderzoek werd een vergelijking gemaakt met vleesvervangers en vleesproducten. De acceptatie van vleesvervangers lag beduidend lager. Ook kwamen er verschillen in de consumentengroepen naar voren. Echte vleeseters (die nooit vleesvervangers eten) hebben een sterkere voorkeur voor producten die vlees bevatten. De consumenten die zowel regelmatig vlees als vleesvervangers eten hebben een bredere voorkeur, en staan open voor zowel producten met als zonder vlees. Vooral voor de vleeseters is een vleessmaak en vleeskleur van hybride vleesproducten belangrijk, die de acceptatie te vergroten. Hybride producten kunnen voor de consument een mooie tussenstap zijn in de acceptatie van vleesproducten naar vegetarische producten.

Omgevings-gerelateerde factoren

In het verleden is gebleken dat NGO's invloed kunnen hebben op de acceptatie van producten. Zo werd het product Hackplus in Duitsland onderuitgehaald door Foodwatch, een organisatie die zich inzet voor eerlijk, veilig en gezond eten. Foodwatch beoordeelde het product als misleidend, omdat het niet een 100% vleesproduct is.

7.5.4 Zeewier

Zeewier is in enkele landen, zoals Japan, China en IJsland, een traditioneel onderdeel in het voedingspatroon. Wereldwijd is Japan de grootste consument van zeewier, hier wordt zo'n 4-8 gram zeewier (drooggewicht) per dag gegeten. Echter, in andere delen van de wereld is de toepassing van zeewier in de keuken (nog) niet algemeen geaccepteerd (Prager, n.d.).

Product-gerelateerde factoren

Hoewel, zeewier in Europa het label ‘superfood’ heeft en de Japanse keuken geliefd is wordt het in Europa voornamelijk gebruikt als verdikkingsmiddel in voedingsmiddelen. Sommige supermarkten verkopen zeewierburgers of zeewierspaghetti, maar een brede verkrijgbaarheid bestaat nog niet. Uit de expertinterviews blijkt ook dat consumenten niet direct aan zeewier denken als zij vleeseiwitten willen vervangen. Bovendien bleek uit een proeftest dat mensen zeewier niet positief beoordeelde: visachtige geur en smaak, ongewone smaak, soms met stukjes. Hier uit blijkt dat sensorische eigenschappen (voor de Westerse) markt niet ideaal zijn (Prager, n.d.).

Consument- en omgevings-gerelateerde factoren

Veel mensen in Europa zijn niet gewend aan het eten van zeewier, het is geen onderdeel van de eetcultuur. Gebrek aan ervaring zorgt ervoor dat zij het lastig vinden om het te beoordelen als voedingsmiddel. Bovendien hebben ze er te weinig kennis over.

7.5.5 Insecten

In bepaalde delen in de wereld is het eten van insecten (entomofagie) een heel normaal onderdeel binnen het voedingspatroon, zoals in Thailand, Colombia en Japan. Eigenlijk alleen in Europa en Noord-Amerika zijn insecten geen ‘normaal’ onderdeel van het voedingspatroon. Inmiddels zijn er in Europa wel insectenproducten op de markt. Bijvoorbeeld een insectenburger of -bitterballen. Daarnaast zijn er ook ‘hele’ insecten op de markt, zoals gevriesdroogde sprinkhanen en buffalowormen. Bij deze laatste categorie moet de consument het product nog op smaak brengen en/of verwerken in een gerecht.

Product-gerelateerde factoren

Onder veel media-aandacht namen een aantal jaren geleden supermarkten in o.a. België en Nederland insecten(producten) op in het hun assortiment. Inmiddels hebben de meeste supermarkten de insectenproducten uit de schappen gehaald. Het sloeg niet aan bij de consument. Mensen vonden het wel interessant, maar kochten het niet. In horecagroothandels en via internet zijn insecten in Europa nog wel ruimer verkrijgbaar. Dit zijn vooral sprinkhanen, meelwormen en kevers. Terwijl er wereldwijd veel meer soorten insecten worden gegeten. Zo'n 1900 verschillende soorten, van sprinkhanen tot mieren, bijen, rupsen en kakkerlakken (Voedingscentrum, n.d.). Deze insecten worden in de wereld niet gegeten uit pure noodzaak, maar juist vanwege de smaakeigenschappen. Volgens Deroy et al. (2015) wordt dit in onderzoeken naar consumentenacceptatie van insecten vaak over het hoofd gezien.

Volgens de geïnterviewde experts hebben insecten als alternatieve eiwitbron weinig kans van slagen, mensen vinden het gewoonweg niet aantrekkelijk qua smaak, maar ook idee van het eten van insecten is niet aantrekkelijk. Daarnaast is het vanuit dierenwelzijnsperspectief geen toekomstbestendig product, omdat het niet als vegetarisch of veganistisch kan worden aangeduid.

Consument-gerelateerde factoren

Associaties die Westerse consumenten bij het eten van insecten hebben zijn niet positief. Viesheid, overdragen van ziektes en besmetting zijn veelgehoorde associaties. Uit onderzoek onder jongeren, door de Universiteit van Gent, kwam naar voren dat informatie belangrijk is bij de beoordeling van een insectenburger. Uit de test bleek dat de proefpersonen zonder informatie vooraf de insectenburger een stuk minder lekker vonden. In vergelijking met een vleeshamburger vonden ze de insectenvariant te droog. Emoties die opkwamen bij het eten waren angst en wantrouwen. Echter, toen de proefpersonen meer achtergrondinformatie kregen werd de insectenburger veel beter beoordeeld, het wantrouwen werd lager en de burger werd als gezonder ervaren (Universiteit Gent, 2016). Ook uit andere onderzoeken is gebleken dat meer informatie over de voordelen van het eten van insecten, zoals duurzaamheid en gezondheid, kunnen bijdragen aan een grotere acceptatie. Toch zijn slechts een paar mensen, in het Westen, overtuigd om ze daadwerkelijk te eten (Deroy et al., 2015). Deze rationele benadering is dus wellicht geen succesvolle strategie om consumenten te overtuigen van het eten van insecten. In veel gevallen ontbreekt de motivatie en de kennis bij de Westerse consument (Deroy et al., 2015). Het is dus waardevoller om te kijken naar manieren om insecten zo klaar te maken dat Westerse consumenten ze wel aantrekkelijk vinden. Insecten moeten hun eigen plek in een voedingspatroon krijgen, niet als substituuut voor kip. In andere culturen worden insecten juist gewaardeerd vanwege smaak en structuur (Deroy et al., 2015).

Omgevings-gerelateerde factoren

Insecten zijn geen onderdeel van de eetcultuur in Europa en Noord-Amerika. Terwijl in andere delen in de wereld het heel normaal is om insecten te eten. Toch zorgt dit gegeven er niet voor dat consumenten in Europa en Noord-Amerika massaal kiezen voor insecten. De voorkeur voor het wel of niet eten van insecten ligt diepgeworteld in een eetcultuur (Deroy et al., 2015).

7.5.6 Kweekvlees

Het concept van kweekvlees zorgt op dit moment voor een levendig debat, zowel op technologisch vlak als op sociaal-cultureel vlak. Consumenten zijn vaak terughoudend als het gaat om nieuwe hoogtechnologische ontwikkelingen in voedsel, denk aan genetische gemodificeerde gewassen (GMO) en het klonen van dieren (Verbeke, Sans, & Van Loo, 2015). Op dit moment is er nog geen kweekvlees op de markt beschikbaar. De verwachting is dat het over enkele jaren beschikbaar komt voor consumenten, in eerste instantie als exclusief gerecht in een restaurant.

Product-gerelateerde factoren

Men verwacht dat kweekvlees in eerste instantie voornamelijk geaccepteerd wordt door consumenten die zich zorgen maken over het milieu en ethische aspecten van de huidige vleesproductie. Marketinginspanningen zullen dan ook vooral ingezet worden op een (milieu)vergelijking met traditionele vleesproductie, zoals broeikasgasemissies, land- en watergebruik. Daarnaast zullen producenten inzetten op voedselveiligheid. Een laboratoriumomgeving wordt namelijk minder blootgesteld aan pathogenen en dierziekten, die in de traditionele dierlijke productiesystemen regelmatig voorkomen, zoals gekkekoeienziekte (BSE), Q-koorts of vogelgriep (Amen, 2018).

Uit onderzoek van Verbeke et al. (2015) in Vlaanderen kwamen meerdere mogelijke barrières naar voren: heeft kweekvlees de juiste sensorische kwaliteiten, is het gezond, is het veilig en heeft het de juiste prijs? Vooral dat laatste is op dit moment nog een belangrijke barrière. Commercieel is het namelijk nog niet interessant, de productie- en ontwikkelkosten zijn nog erg hoog. Hoewel die de laatste jaren drastisch zijn gedaald. Mephis Meats meldt dat een hamburger van kweekvlees in 2017 ongeveer \$2.400 per pond kostte, terwijl dit een jaar eerder nog \$18.000 was (Amen, 2018). De eerste kweekvlees hamburger, die in 2013 werd gepresenteerd door de Universiteit van Maastricht, kostte destijds zo'n €250.000. De maker van deze hamburger, Mark Post, heeft het bedrijf Mosa Meat opgericht om van kweekvlees een commercieel interessant product te maken. Hij verwacht in de komende 4 jaar daadwerkelijk met de eerste kweekvleesproducten op de markt te komen. Andere producenten beweren al eerder in 2020 kweekvleesproducten te kunnen aanbieden tegen competitieve prijzen van 4 tot 8 euro per kg (Peters, 2018).

Consument-gerelateerde factoren

Uit recent onderzoek in de Verenigde Staten is gebleken dat twee derde van de consumenten bereid is om kweekvlees te proberen. Slechts een vijfde zegt dat zij dit nooit zullen proberen. Ongeveer een derde gaf aan bereid te zijn om een dergelijk product regelmatig te consumeren (Wilks & Phillips, 2017). In een onderzoek van Mintel (2018b) is gebleken dat 26% van de Spanjaarden, 13% van de Polen, 11% van de Fransen en 9% van de Italianen en 8% van de Duitse consumenten, boven de 16 jaar, kweekvlees een aantrekkelijk alternatief vindt. Ook in Vlaanderen is de consumentenacceptatie van kweekvlees onderzocht (Verbeke, Sans, et al., 2015). In 2013 kende slechts 13% van de deelnemers in Vlaanderen het concept van kweekvlees. Nadat de deelnemers wat meer verteld werd over het concept werden zij enthousiaster over kweekvlees. Slecht 9% van de deelnemers verwierp het idee om kweekvlees te proberen. Ongeveer een kwart stond ervoor open om kweekvlees te proberen, twee derde van de deelnemers was terughoudend. In een onderzoek in de Verenigde Staten (Wilks & Phillips, 2017) kwam naar voren dat smaak en aantrekkelijkheid van het product zeer belangrijk zijn voor de consument.

Omgevings-gerelateerde factoren

Uit de onderzoeken van Wilks & Philips (2017) en Verbeke (2015) blijken ook ethische motieven van invloed te zijn. Men vraagt zich af of kweekvlees acceptabel is, en of het niet de wetten van de natuur overschrijdt. Volgens Verbeke (2015) stijgt de acceptie als de informatievoorziening goed op orde is en als er bijvoorbeeld in de media positieve berichten verschijnen. Verder waren in het onderzoek de deelnemers die voornamelijk vegetarisch eten minder zeker over de gezondheid van kweekvlees. Bovendien is het onzeker of consumenten die aangeven kweekvlees te willen proberen uiteindelijk ook tot aankoop over zullen gaan. Dit kan nog niet worden gemeten, omdat kweekvlees nu nog niet beschikbaar is.

7.6 Conclusies

De moeilijkheid van het aanpassen van een voedingspatroon wordt veelvuldig aangedragen als reden waarom mensen niet willen vleesminderen. Daarnaast wordt vaak gezegd dat vlees een belangrijk onderdeel van de maaltijd vormt en dat mensen dit niet graag willen vervangen. Echter, in diverse contexten blijkt dat mensen hun voedingspatroon wel degelijk aanpassen. Op dit moment staan in heel Europa en Noord-Amerika mensen open om hun voedingspatroon aan te passen. Door bijvoorbeeld vaker te kiezen voor een plantaardig alternatief. De groep flexitariërs wordt steeds groter. In de lijstjes van voedseltrends komen flexitarisch en plantaardig eten heel vaak voor. Daarnaast stellen we vast dat de vleesconsumptie in de meeste landen in Europa al enkele jaren stagneert of dalende is. Bovendien

stijgt het aanbod van plantaardige eiwitten in de Europese supermarkten explosief. Met als deze feiten op een rijtje ziet de toekomst van plantaardige eiwitten er qua consumentenacceptatie positief uit: een groter wordende groep flexitarische consumenten en een stijgend aanbod van vleesvervangers. Tegelijkertijd blijft de markt van vleesproducten wereldwijd nog steeds groeien. Zo voorspelt FAO (2011) dat in 2050 de gemiddelde vleesconsumptie per persoon 40% hoger is dan in 2010. Er liggen dus nog volop kansen voor groei van plantaardige eiwitten. In de volgende paragrafen worden de belangrijkste conclusies ten aanzien van consumentenacceptatie beschreven.

7.6.1 Doelgroepen

7.6.1.1 Groeiende groep flexitariërs

Het stijgende aanbod van plantaardige eiwitten in de Europese en Noord-Amerikaanse supermarkten wordt voornamelijk gedreven door de groeiende groep flexitariërs. Dit zijn mensen die bewust minder vlees eten. Deze groep wordt steeds groter en is op zoek naar afwisseling in hun voedingspatroon. In sommige gevallen willen zij producten die qua smaak en textuur op vlees lijken, maar er blijkt ook interesse te zijn voor andere producten. Hun motieven om minder vlees te eten zijn met name gezondheid, milieu en dierenwelzijn. Deze groep consumenten zorgt er op dit moment voor dat de eiwittransitie echt in gang wordt gezet. Het aanbod van vleesvervangers in de retail is vooral geënt op de voorkeuren van deze doelgroep.

Uit diverse onderzoeken blijkt dat flexitariërs vooral jongeren zijn. Zij staan in grotere mate open voor een verandering in hun voedingspatroon. Bij oudere doelgroepen is meer weerstand om meer plantaardige producten te eten, zij blijven liever bij het oude en kiezen vaker voor de makkelijke weg en gaan voor het traditionele stukje vlees.

De vleesvervangers voorzien deze doelgroep in hun behoefte, een (gezond) gemakproduct waar makkelijk mee te variëren is. In principe passen alle alternatieve eiwitten bij de flexitariërs, van vleesanalogen tot samengestelde burgers, insecten, zeewier, hybride producten en kweekvlees.

7.6.1.2 Andere doelgroepen

Andere doelgroepen zijn vegetariërs en veganisten. De voorkeuren van deze doelgroepen komen niet duidelijk naar voren uit onderzoeken. In sommige onderzoeken blijkt dat vegetariërs en veganisten niet de voorkeur geven aan vleesvervangers die sterk op vlees lijken qua smaak en textuur. In andere onderzoeken komt naar voren dat zij dit juist wel appreciëren. Hieruit kan worden opgemaakt dat smaak zeer persoonlijk is. Insecten of producten op basis van insecten zijn niet geschikt voor vegetariërs of veganisten, omdat het dierlijke ingrediënten bevat. Ook hybride producten passen niet bij deze doelgroep. Of kweekvlees geschikt is voor deze doelgroep hangt af van de motivatie van de vegetariër om geen vlees te eten. Er zal altijd dierlijk materiaal nodig zijn voor de productie maar beweegredenen als milieu impact en zeker dierenleed zouden kunnen worden weggenomen.

Verder vormen (kwetsbare) ouderen een doelgroep voor vleesvervangers. Vaak verliezen zij hun eetlust, of hebben moeite met het eten (kauwen) van vlees. Terwijl de eiwitname bij deze ouderen juist heel belangrijk is, om o.a. te voorkomen dat zij hun spiermassa verliezen (Visser, 2017). Vleesvervangers, bijvoorbeeld met verrijkte eiwitten en met een zachte structuur, zijn zeer geschikt voor deze doelgroep.

Tot slot, kunnen ook vleeseters een doelgroep vormen. De hybride producten sluiten hier goed bij aan. De traditionele vleeseter hoeft zijn voedingspatroon niet aan te passen, maar consumeert (ongemerkt) minder vlees. In de toekomst is kweekvlees ook interessant voor deze doelgroep.

Om met vleesvervangers een zo breed mogelijke doelgroep te benaderen kan het de moeite zijn om nieuwe vleesvervangers te ontwikkelen die veganistisch zijn en bijvoorbeeld geen kippenei-eiwit bevatten. Hiermee is het product geschikt voor zowel vleeseters, flexitariërs, vegetariërs als veganisten.

In onderstaande tabel worden de verschillende doelgroepen en het type vleesvervangers op een rijtje gezet.

Tabel 6 Overzicht doelgroepen en vleesvervangers

Doelgroep	Eet wel/geen/minder vlees	Belangrijke motivatie wel/geen vleeseten	2^{de} generatie vlees-vervanger	3^{de} generatie vlees-vervanger	Hybride vlees-producten	Insecten	Zeewier	Kweekvlees
Veganist	Geen vlees en dierlijke producten	Dierenleed Duurzaamheid Gezondheid	+	+	-	-	+	-
Vegetariër	Geen vlees	Dierenleed Duurzaamheid Gezondheid	+	+	-	-	+	+/-
Flexitariër	Minder vlees	Duurzaamheid Gezondheid Dierenleed Variatie/ afwisseling	+/-	+	+	+	+	+
Vleeseter	Vlees	Gemak/ gewoonte Smaak Gezondheid	-	+/-	+	+/-	+/-	+
Oudere (kwetsbare)	Minder vlees	Gemak/ gewoonte Textuur Gezondheid	+/-	+/-	+	+/-	+	+/-

7.6.2 Factoren die invloed hebben op consumentenacceptatie

In dit hoofdstuk zijn verschillende factoren geïntroduceerd die een rol spelen bij consumentenacceptatie van plantaardige eiwitten, zoals sensorische eigenschappen, prijs en kennisniveau.

Een succesvol product heeft een goede smaak en de juiste verhouding tussen prijs en kwaliteit. Veel vleesvervangers zijn in vergelijking met andere eiwitproducten, zoals kip, varkensvlees en kaas, aan de dure kant. Ook kunnen factoren als gezondheid en natuurlijkheid een belangrijke rol spelen. Vleesvervangers worden in Vlaanderen vaak nog als ongezond gezien (te zout bijvoorbeeld). In Duitsland worden vleesvervangers vaak gezien als producten die zeer bewerkt zijn, en dus niet natuurlijk zijn. Ook bij kweekvlees speelt deze perceptie. Er moet vertrouwen zijn in de producent, dat hij een gezond en smaakvol product in de markt zet. Het vergroten van kennis en het verspreiden van de juiste informatie kunnen bijdragen aan een hogere acceptatie van vleesvervangers. Tot slot, moet een product inspelen op de behoefte van de consument, bijvoorbeeld gemak in gebruik. Het moet niet te veel moeite kosten om het product op tafel te zetten.

7.6.2.1 Smaak is key

Uit diverse onderzoeken en de expertinterviews kwam heel duidelijk naar voren dat smaak van vleesvervangers ontzettend belangrijk is voor de acceptatie door consumenten. Bij productontwikkeling is het dan ook evident om sterk in te zetten op een goede smaak. Als een product niet lekker is, zal de consument niet zo snel overgaan op een herhalingsaankoop. Zeker niet als het aanbod steeds groter wordt. Bovendien kwam in het onderzoeken naar insecten heel duidelijk naar voren dat argumenten zoals 'duurzaamheid' en 'gezondheid' niet voldoende zijn voor Westerse consumenten om insecten daadwerkelijk in te passen in hun voedingspatroon. Als insecten op een smaakvolle manier worden bereid is de kans op consumentenacceptatie veel hoger. Dit geldt natuurlijk ook voor andere producten.

Een andere behoefte van de consument is een aantrekkelijke prijs. Veel vleesvervangers zijn aan de dure kant, in vergelijking met bijvoorbeeld vlees. Dit kan een reden zijn voor consumenten om niet te kiezen voor een vleesvervanger. De verwachting is dat kweekvlees bij de lancering op de markt ook nog erg duur zal zijn. Verder hebben veel consumenten (met name flexitariërs) behoefte aan een product dat veel gebruiksgemak kent. Een product dat ze zo kunnen gebruiken om direct een vleescomponent uit een gerecht te vervangen.

Verder ligt de mate van acceptatie van vleesvervangers ook aan de eetcultuur van de consument. Zo vormen zeewier en insecten bijvoorbeeld geen onderdeel van de traditionele eetcultuur in het Westen. De consument in het Westen staat hierdoor (in eerste instantie) minder open voor dergelijke producten.

7.6.2.2 Kennis en informatie

Soms kan gebrek aan kennis en informatie een rol spelen bij consumentenacceptatie. Vooral bij nieuwe of onbekende producten, zoals hybride producten, kweekvlees en insecten, kan onwetendheid zorgen voor weerstand. In diverse onderzoeken komt naar voren dat consumenten nadat ze meer achtergrondinformatie over een product ontvangen veel positiever reageren. Hieruit kan worden opgemaakt dat het delen van informatie zeer belangrijk is en invloed heeft op de acceptatie. Bij de introductie van hybride producten 10 jaar geleden was het verhaal naar de consument een heikel punt. Er ontstond onduidelijkheid: is het nu een wel echt vleesproduct? Of worden we als consument bedrogen met 'verdund' vlees? Bij de introductie van kweekvlees in de toekomst lijkt de juiste boodschap naar de consument dus cruciaal. Op dit moment wordt kweekvlees vaak geassocieerd met onnatuurlijk, iets dat uit het lab komt. Essentieel is om het verhaal goed uit te leggen aan consumenten en hiermee vertrouwen te wekken. Daarnaast blijkt er bij de consument een gebrek aan inspiratie te bestaan. Inspiratie om een vleesvrije maaltijd te bereiden. Het kennisniveau van consumenten kan met behulp van diverse informatiekkanalen worden verhoogd.

7.6.2.3 Media

De traditionele media zoals kranten en tijdschriften hebben invloed op consumentenacceptatie en consumentengedrag. Echter, zeker in het voedseldomein, spelen sociale media een zeer grote rol. Denk aan bekende personen die een specifiek voedingspatroon volgen, of food bloggers en vloggers die bepaalde voedingsmiddelen of diëten aanprijzen. Hier schuilt ook een gevaar: door het grote aantal informatiekkanalen is het voor consumenten lastig om feiten en fictie te onderscheiden en te bepalen wat de waarheid is.

7.6.2.4 Retail

Consumenten hebben een sterke behoefte om geïnspireerd te worden, bijvoorbeeld hoe zij een lekkere maaltijd zonder vlees kunnen bereiden. Hier ligt een rol voor de retail. Zij kunnen consument verleiden en handvatten bieden om plantaardige producten te kopen. Dit kan door campagnes (folders, recepten) of door plantaardige producten meer te verspreiden door de winkel, zodat meer consumenten er mee in aanraking komen. Beschikbaarheid speelt hierbij ook een grote rol, de supermarkt bepaalt welke verschillende producten er in de schappen liggen. En dus tot welke producten de consument toegang heeft.

7.6.2.5 Overheid

Ook de overheid kan hierop inspelen. Bijvoorbeeld door consumenten van informatie te voorzien en bewustwordingscampagnes, op scholen, in te zetten. Een belangrijk aspect hierbij een positieve insteek. Dus niet de focus op minder vlees eten en een belerende toon, maar juist laten zien hoe gezond, lekker en makkelijk een vleesvrije maaltijd is.

7.6.2.6 NGO's en andere organisaties

Ook NGO's hebben invloed. In Vlaanderen zijn de begrippen '40 dagen zonder vlees' en 'Donderdag Veggiedag' aardig ingeburgerd. Deze initiatieven zijn geïntroduceerd om Vlamingen op een laagdrempelige manier in aanraking te laten komen met vegetarisme. Inmiddels speelt de retail ook in op deze initiatieven, door bijvoorbeeld hun vegetarische aanbod tijdens deze campagnes uit te lichten. Verder kunnen instellingen die nationale voedingsadviezen, zoals het Vlaams Instituut Gezond Leven, opstellen meer plantaardige voedingspatronen promoten.

7.6.3 *Intenties en gedragsverandering*

Tot slot, is het nog belangrijk om te benoemen dat intenties van consumenten niet per se hoeven te leiden tot bijvoorbeeld een daadwerkelijke gedragsverandering. In veel onderzoeken zijn de intenties van consumenten gemeten. Als iemand zegt dat hij van plan is om minder vlees te gaan eten, hoeft dit in de praktijk natuurlijk niet zo te zijn. Er bestaat namelijk niet altijd overeenstemming over wat mensen denken, voelen en zeggen en wat ze uiteindelijk doen.

8 Ecologische & nutritionele aspecten

Het ecologisch en nutritionele potentieel is op lange termijn richtinggevend voor de koers van de eiwittransitie. Blonk Consultants heeft in de loop der jaren vele vleesvervangers en eiwitgrondstoffen (publiekelijk en vertrouwelijk) onderzocht op hun duurzaamheidsprestaties. Hierbij is gebruik gemaakt van de levenscyclusanalyse (LCA) methode⁷. Deze kennis (Broekema & van Paassen, 2017) (Broekema & Blonk, 2009) (Broekema, 2016) (Durlinger, Koukouna, Broekema, van Paassen, & Scholten, 2017b, 2017a) is ingezet in dit project. In het eerste deel van dit hoofdstuk richten we ons op de milieueffecten, die we zoveel mogelijk gekwantificeerd hebben. We sluiten af met een samenvattende kennismatrix waarin ook nutritionele aspecten kwalitatief worden beoordeeld.

8.1 Methode

Reductie van de milieu impact door de consumptie van vlees is één van de drivers van de transitie naar meer plantaardige eiwitten. Het analyseren en monitoren van het milieueffect van vleesvervangers is daarom belangrijk. De samenstelling (receptuur) van vleesvervangers heeft een grote invloed op de totale milieu impact. Ingrediënten die in relatief kleine fracties worden toegepast, vaak voor functionele eigenschappen, kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan de totale milieu impact. Bij het analyseren van de milieu impact van vleesvervangers (en in de vergelijking met vleesproducten) is uitgegaan van de cradle-to-grave scope waarbij alle schakels in de keten worden meegenomen.

Ook tussen verschillende eiwitingrediënten is een grote variatie in milieu impact. Bij de eiwitingrediënten is uitgegaan van een cradle-to-gate scope waarbij de milieu impact wordt meegenomen totdat het ingrediënt de fabriek verlaat (dus consumptie en verpakking zijn bijvoorbeeld niet meegenomen).

In deze studie worden 4 milieu impact indicatoren gekwantificeerd: broeikasgaseffect, landgebruik, fossiel energiegebruik en watergebruik.

8.1.1 Broeikaseffect

Klimaatverandering verwijst naar de door de mens veroorzaakte verandering in weerpatronen. We noemen dit ook wel het broeikas effect. Door klimaatverandering warmt de aarde gemiddeld langzaam op. Deze veranderingen hebben een impact op de kwaliteit van het leven op aarde. Klimaatverandering wordt veroorzaakt door verschillende factoren, zoals de biotische processen, platen tektoniek en variaties in de zonnestraling. Daarnaast hebben menselijke activiteiten een significante invloed op klimaatverandering. Voorbeelden hiervan zijn de verbranding van fossiele brandstoffen, landbouw en ontbossing. Deze processen resulteren in een hogere concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer. CO₂ is een van de broeikasgassen die een impact heeft op klimaatverandering. Daarnaast bestaan er andere broeikasgassen die bijdragen aan de opwarming van de aarde, bijvoorbeeld methaan en lachgas. Deze andere gassen zijn ook meegenomen in deze studie en worden uitgedrukt in equivalenten met dezelfde impact als die van CO₂. CO₂ wordt beschouwd als een referentie-eenheid, dus 1 kg CO₂ is 1 kg CO₂-equivalenten. Meer krachtige broeikasgassen zijn methaan (25 kg CO₂-eq/kg) en lachgas (298 kg CO₂-eq/kg).

Voor sommige productiesystemen verandert het type landgebruik (land use change) en dit kan een effect hebben op klimaatverandering. Meest problematische voorbeelden zijn het kappen van bossen in Zuid-Amerika en Indonesië voor respectievelijk de productie van soja en palmolie. De emissies van het ontginnen van natuurgebied (bijvoorbeeld branden van bossen) worden gevat onder broeikas effect, en altijd apart weergegeven.

8.1.2 Landgebruik

Het areaal op de wereldbol dat beschikbaar is voor landbouw en veeteelt is beperkt. Landgebruik verwijst naar het gebied van landelijke of stedelijke oppervlakte dat voor een bepaalde periode bezet is.

⁷ Elk product heeft impact op het milieu, denk aan CO₂-uitstoot, grondstofgebruik en landgebruik. Levenscyclus Analyse (LCA) is een methode om deze impact te kwantificeren. Via deze methode wordt de gehele levenscyclus van een product in kaart gebracht. Van productie van grondstoffen, verwerking, verpakking, transport, retail en bereiden door de consumenten tot afvalverwerking.

Referentie-eenheid van landgebruik is vierkante meter per jaar. Verlaging van het gebruik van het aantal vierkante meter (m²) per jaar voor de productie van een bepaald product, zal een positief effect hebben op het domein van de ecosystemen. Er gaan bijvoorbeeld minder planten- en diersoorten verloren.

8.1.3 Fossiel energiegebruik

Er zijn beperkte reserves voor fossiele brandstoffen beschikbaar op aarde. Fossiel energiegebruik leidt tot uitputting van fossiele bronnen. Het gaat bijvoorbeeld om het gebruik van steenkool, aardgas en olie. Uitputting van fossiele brandstoffen wordt gegeven in kg olie-equivalenten.

8.1.4 Watergebruik

Voor het beoordelen van de milieu impact van watergebruik kan onderscheid gemaakt worden tussen gebruik van water en wateruitputting. Als water wordt gebruikt als input voor de productie van bijvoorbeeld beton, gaat het water verloren uit dat gebied. Water kan ook onderdeel zijn van een kringloop, waarbij het water niet verloren gaat. Of watergebruik tot schade leidt, is afhankelijk van de locatie. In sommige gebieden is de waterstress groter dan in andere gebieden. We kwantificeren in deze studie het watergebruik zonder rekening te houden met de waterverdamping van planten die gevoed wordt door regenwater (groene water footprint) en kijken naar m³ waterverbruik, zonder rekening te houden met waterstress.

8.1.5 Categorisering van het milieueffect

De impact op klimaatverandering, landgebruik, energiegebruik en watergebruik is zo goed mogelijk gekwantificeerd op basis van eigen studies en literatuur. Er zijn echter grote verschillen wat betreft datakwaliteit van de bronnen die we beschikbaar hebben. Daarom is ervoor gekozen om het milieueffect te presenteren in categorieën die een bepaalde range vertegenwoordigen. De volgende indeling is gehanteerd tijdens de categorisering:

Tabel 7 In de kennismatrix gehanteerde categorisering voor de impact op klimaatverandering.

Categorie	Impact op klimaatverandering (kg CO₂eq/kg)
1	0,0 – 0,7
2	0,8 – 1,5
3	1,6 – 3,0
4	3,1 – 6,0
5	6,0 – 13,0

Tabel 8 In de kennismatrix gehanteerde categorisering voor de impact op landgebruik.

Categorie	Impact op landgebruik (m² jaarlijks/kg)
1	0,0 – 1,5
2	1,6 – 3,0
3	3,1 – 8,0
4	8,1 – 16,0
5	16,1 – 30,0

Tabel 9 In de kennismatrix gehanteerde categorisering voor de impact op energiegebruik.

Categorie	Impact op energiegebruik (kg oil eq/kg)
1	0,0 – 0,2
2	0,3 – 0,5
3	0,6 – 1,0
4	1,1 – 1,5
5	1,6 – 3,0

Voor watergebruik zijn te weinig data beschikbaar om de impact te kwantificeren voor ieder eiwit ingrediënt. Er is dan ook geen categorisering toegepast. In meer algemene zin zal watergebruik verder worden besproken in het hoofdstuk Resultaten .

8.1.6 *Nutritionele aspecten*

Verschillende voedingswaarden worden beoordeeld die regelmatig in relatie worden gebracht met de consumptie van vlees, zoals het eiwitgehalte, vetgehalte en het ijzergehalte. Ook het vezelgehalte wordt benoemd omdat plantaardige eiwitten hier goed op kunnen scoren en voedingsvezel belangrijk is voor een gezond voedingspatroon. Wanneer er goede informatie bekend is over de kwaliteit van de eiwitten en de aminozuursamenstelling wordt daar ook op ingegaan.

8.2 Resultaten milieu-impactanalyse

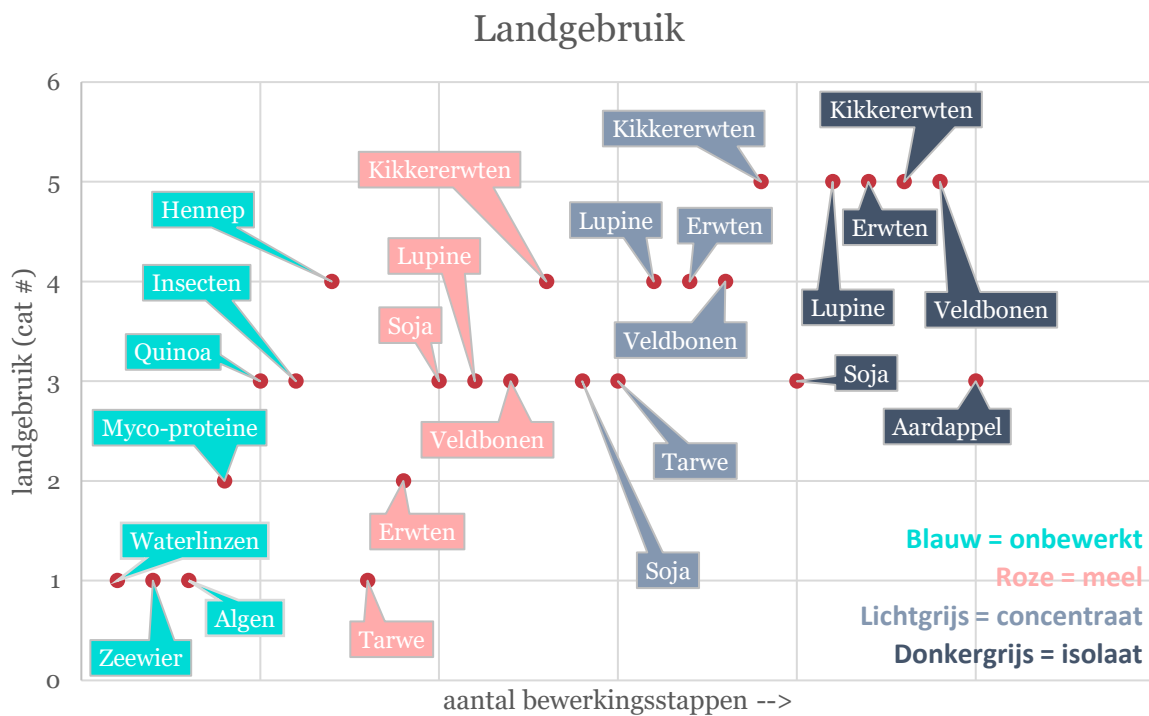
We maken in onze beoordeling van het milieueffect onderscheid tussen alternatieve eiwitten en vleesvervangers.

8.2.1 *Alternatieve eiwitten*

Van de eiwitingrediënten die meegenomen worden in deze studie, is van microbiële eiwitten uit reststromen nog geen milieu-impactanalyse gemaakt. Deze is dan ook niet meegenomen in de beoordeling die nu volgt.

Na kwantificering van het milieueffect van de verschillende eiwitingrediënten zijn ze ingedeeld in categorieën 1 tot en met 5, waarbij 1 verwijst naar een lagere milieu impact dan 5. De categorisering met de overeenkomstige milieu impact worden uitgelegd in hoofdstuk Categorisering van het .

Figuur 14 Landgebruik van verschillende eiwitingrediënten.



Van grote invloed op het landgebruik van alternatieve eiwitten is de opbrengst per hectare en de hoeveelheid van het gewas dat nodig is voor het eindproduct. Daarbij is van belang hoeveel eiwit er tijdens de verwerking verloren gaat. Voor de productie van eiwitisolaat is een grotere hoeveelheid van het gewas nodig dan voor de productie van eiwitconcentraat en voor eiwitconcentraat is weer meer nodig dan voor meel. Daardoor kan over het algemeen gezegd worden dat het landgebruik van eiwitisolaten respectievelijk hoger is dan die van eiwitconcentraten en meel.

Voor kikkererwten is de opbrengst per hectare laag ten opzichte van andere gewassen, waardoor kikkererwtenmeel, -eiwitconcentraat en -eiwitisolaat een relatief hoge impact hebben op landgebruik. Voor lupine, kikkererwten en veldbonen lijkt er tijdens de verwerking tot eiwitisolaat relatief veel eiwit verloren te gaan. Sojabonen hebben een relatief hoog eiwitgehalte en de verwerking is relatief efficiënt, waardoor er in feite meer eiwitopbrengst per hectare is.

Zeewier, mycoproteïne en meel van erwten hebben een laag landgebruik. Rubisco eiwit is een eiwit dat uit zeer veel grondstoffen gehaald kan worden. De grondstof die wordt gebruikt voor extractie is bepalend voor de impact van Rubisco. Voor deze studie is gekeken naar Rubisco eiwit uit algen, waterlinzen en luzerne. De impact op landgebruik loopt zeer uiteen, waardoor Rubisco eiwit in Figuur 15 in alle categorie 1 tot en met 5 zou kunnen vallen.

2^{de} generatie (range: 3.9-5.8 kg CO₂eq/kg product). De impact op landgebruik (2.5-3.3 m²a/kg product) lijkt licht af te nemen van de 1^{ste} tot de 3^{de} generatie. Ook lijkt de productie efficiënter te worden, wat wordt weerspiegeld in een licht dalende trend in het energiegebruik (0.6-0.8 kg oil eq/kg product) en het watergebruik (0.06-0.08 m³/kg product) van de 1^{ste} tot de 3^{de} generatie.

Producten met (onbewerkte) algen, insecten of wieren

Producten met zeewier hebben een vergelijkbare impact op klimaatverandering dan de producten uit generatie 1 t/m 3. Dat komt vooral doordat deze producten, naast zeewier, ook nog andere plantaardige (eiwit)ingrediënten bevatten. Soja is voor de geanalyseerde producten nog altijd een van de hoofdingrediënten. Producten met algen en insecten lijken een hogere impact te hebben op klimaatverandering (3.9-4.1 kg CO₂eq/kg). Zodra de productie van algen en insecten opgeschaald en daarmee efficiënter wordt, zal ook deze impact omlaaggaan. De impact op landgebruik (4.4-6.6 m²a/kg product) lijkt hoger te zijn dan voor de generatie 1 t/m 3 producten. Het energiegebruik (0.7-1 kg oil eq/kg product) is vergelijkbaar tot net iets boven het energiegebruik van de generaties 1 t/m 3. Het watergebruik van producten met insecten is vergelijkbaar met de generaties 1 t/m 3, maar het watergebruik van producten met algen en zeewieren lijkt iets hoger (0.1-0.2 m³/kg product) te zijn.

Opgemerkt dient te worden dat er nog niet veel producten met algen, insecten en zeewieren op de markt zijn en dat we hier dus nauwelijks kunnen spreken van gemiddelden. Daarbij komt dat de data voor de teelt en kweek van insecten, algen en zeewieren meest afkomstig zijn uit niet-commerciële opstellingen.

Kweekvlees

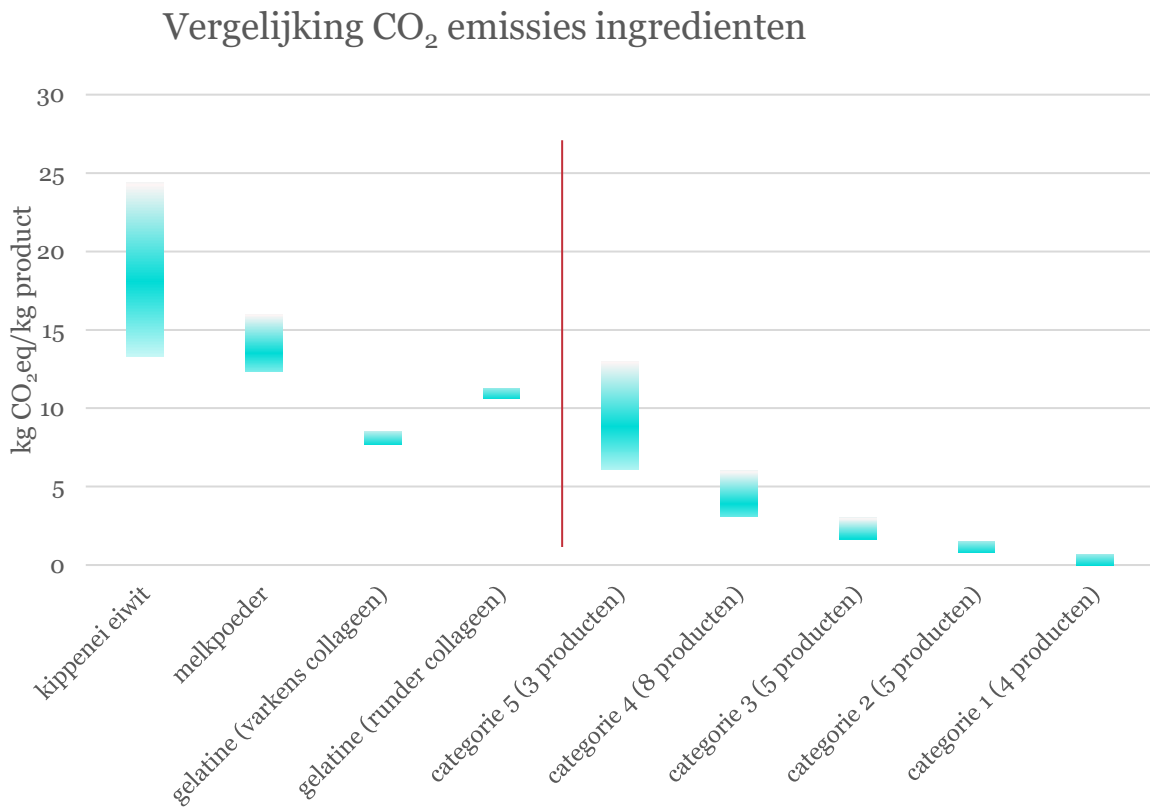
Er zijn nog weinig studies gepubliceerd waarin de milieu impact van kweekvlees transparant is geanalyseerd en gerapporteerd. Kweekvlees wordt nog niet op grote schaal geproduceerd en het is dus moeilijk te voorspellen welke energie en grondstoffen precies nodig zijn en in welke milieu impact dit resulteert. Bij de studies die wel zijn gedaan variëren de resultaten en de uiteindelijke impact zal dan ook pas met meer zekerheid kunnen worden vastgesteld op het moment dat kweekvlees op commerciële schaal wordt geproduceerd. De impact op klimaatverandering van kweekvlees (+/- 5.8 kg CO₂-eq/kg product) lijkt vooralsnog hoger te zijn dan de andere vleesvervangers. Het energiegebruik tijdens de productie van kweekvlees is zeer relevant voor de impact op klimaatverandering (+/- 50%) en energiegebruik. Het energiegebruik (+/- 1.3 kg oil eq/kg product) lijkt vooralsnog ook hoger dan voor de overige vleesvervangers. De groeimedia die worden gebruikt in de productie zijn volgens Tuomisto (2014) mais of tarwe. De impact door land use change speelt daarom een kleine rol. Het medium is gerelateerd aan landgebruik (+/- 3.9 m²a/kg product), als ook de verpakking (gelijk aan andere vleesvervangers). Ook het watergebruik is afhankelijk van het medium dat wordt gebruikt (0.04-0.2 m³/kg product).

8.3 Vergelijking tussen alternatieve en dierlijke eiwitten

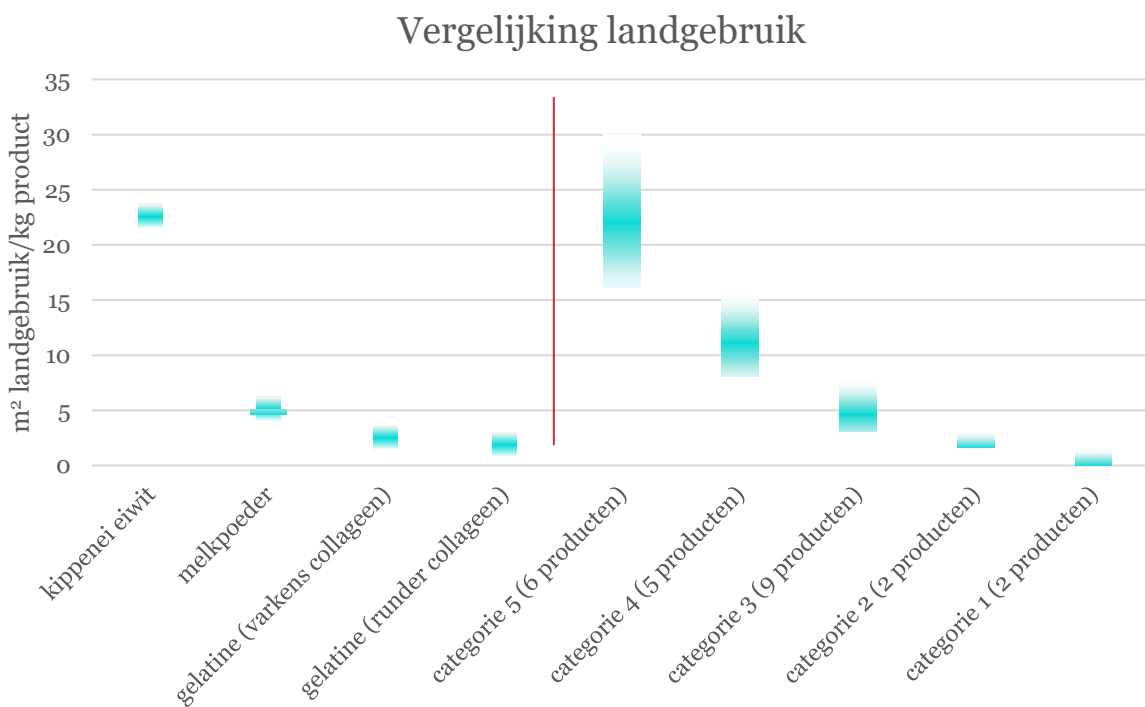
Om een indruk te krijgen van de relatieve grootte van de milieu impact van de alternatieve eiwitten wordt de impact op klimaatverandering, landgebruik en energieverbruik vergeleken met die van een aantal dierlijke eiwitten: kippenei-eiwit, melkpoeder en gelatine (zie Figuur 16, Figuur 17 en Figuur 18).

Onzekerheden in data en methodologie kunnen ook voor de dierlijke eiwitten een grote invloed hebben. Daarom zijn de resultaten weergegeven met een spreiding.

Figuur 16 De vergelijking tussen dierlijke eiwitten en alternatieve eiwitten voor klimaatverandering⁸

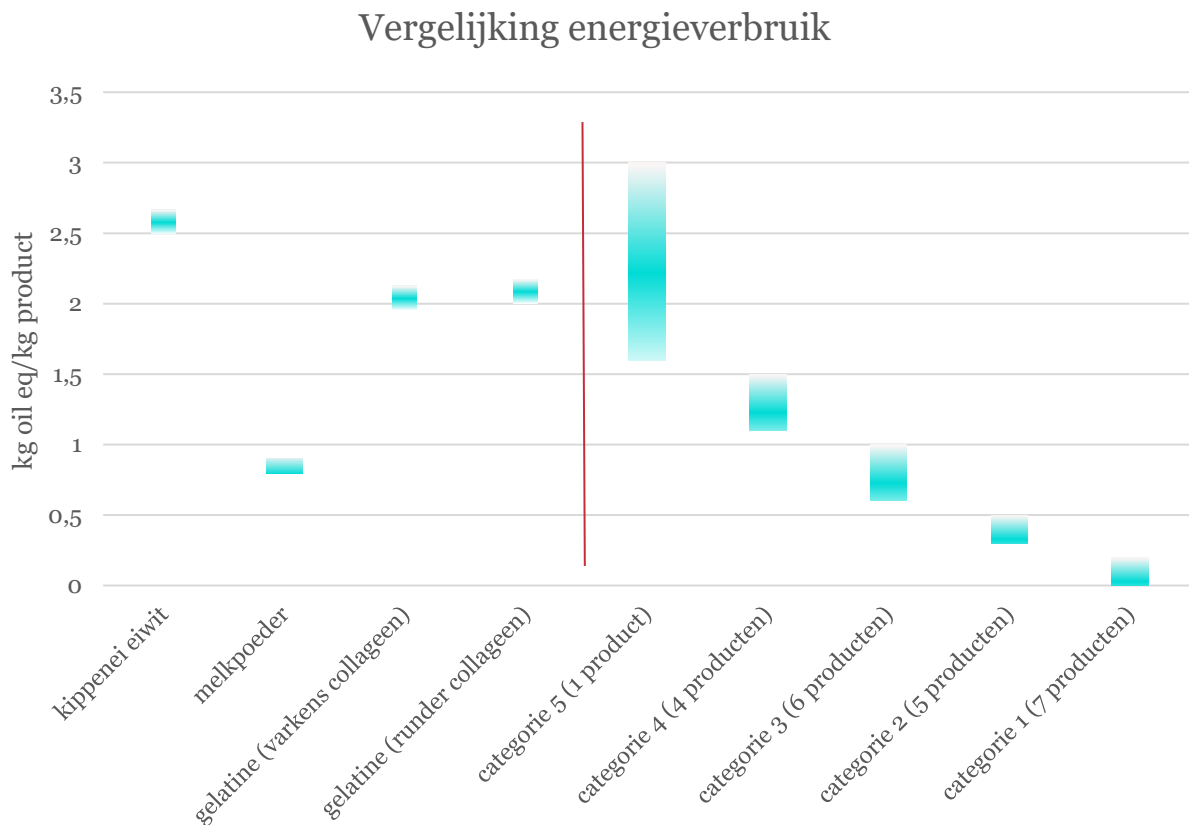


Figuur 17 De vergelijking tussen dierlijke eiwitten en alternatieve eiwitten voor landgebruik⁷



⁸ Er is rekening gehouden met de spreiding door keuzen en onzekerheden in data en methodologie. Categorisering van de alternatieve eiwitten volgens Tabel 10.

Figuur 18 De vergelijking tussen dierlijke eiwitten en alternatieve eiwitten voor energiegebruik⁷



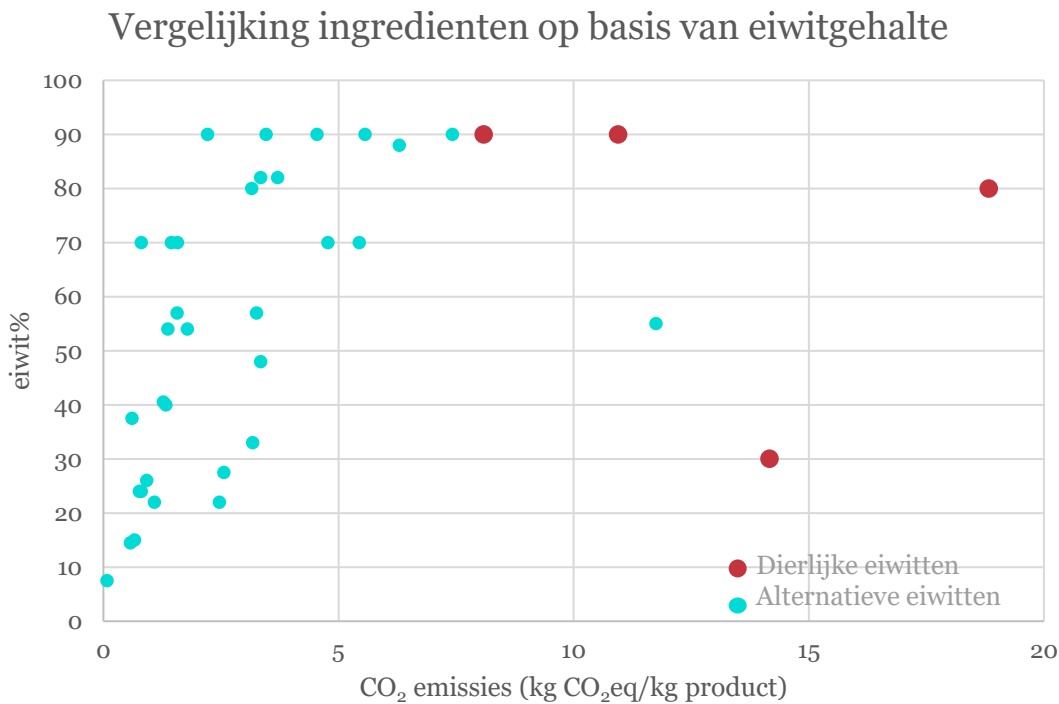
De meeste alternatieve eiwitten lijken een lagere impact op klimaatverandering te hebben dan de dierlijke eiwitten. De bovenkant van de spreiding van de dierlijke eiwitten is de impact inclusief 'land use change'. Wanneer 'land use change' voor de alternatieve eiwitten wordt meegenomen is de impact op klimaatverandering voor een aantal alternatieve eiwitten wat hoger, met een maximum voor kikkererwten eiwitisolaat (+/- 14.3 kg CO₂eq/kg).

Bij landgebruik is het verschil tussen plantaardige eiwitten en dierlijke eiwitten erg afhankelijk van de teelt van de specifieke eiwitbron. Teelt van algen, zeewier, insecten en waterlinzen hebben een lage impact op landgebruik. Van de nieuwe eiwitgewassen is de opbrengst per ha nog vrij laag. Als de opbrengst per ha groeit, zal het landgebruik per kg product verder dalen.

De meeste alternatieve eiwitgewassen scoren wat betreft energieverbruik beter dan de dierlijke eiwitten. Echter, is dit ook sterk afhankelijk welke eiwitten precies vergeleken worden.

Deze vergelijking is gedaan op basis van de producten 'as is' en niet per kilogram eiwit. Het percentage eiwit van de producten loopt behoorlijk uiteen. Het eiwitgehalte van kippenei-eiwit en gelatine is behoorlijk hoog met respectievelijk +/- 80% en 90% eiwit. Het eiwitgehalte van melkpoeder is 25%-35%, afhankelijk van het vetgehalte. Ook het eiwitgehalte van de verschillende alternatieve eiwitten loopt behoorlijk uiteen zoals weergegeven in de kennismatrix. In onderstaande figuur wordt het eiwit% afgezet tegen de CO₂-emissies per kg product. In de verdeling van dierlijke eiwitten en alternatieve eiwitten is te zien dat ook dan de alternatieve eiwitten goed blijven scoren.

Figuur 19 De vergelijking tussen dierlijke eiwitten en alternatieve eiwitten voor klimaatverandering, ingedeeld naar eiwit percentage.



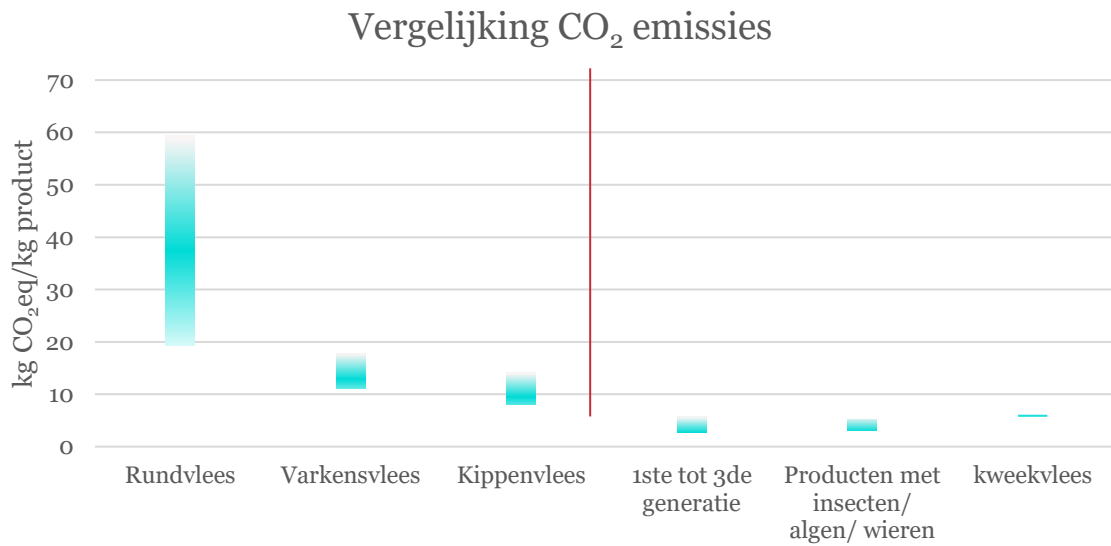
In Figuur 19 wordt de impact op klimaatverandering van de verschillende dierlijke eiwitten vergeleken met de verschillende alternatieve eiwitten, ingedeeld naar percentage eiwit. Over het algemeen hebben dierlijke eiwitten een grotere klimaatbelasting dan de plantaardige eiwitten. De impact op klimaatverandering ligt dicht bij elkaar wanneer het eiwitgehalte van de alternatieve eiwitten hoger wordt.

8.4 Vergelijking tussen vleesvervangers en vlees

Om een indruk te krijgen van de relatieve grootte van de milieu impact van de vleesvervangers wordt de impact op klimaatverandering vergeleken met die van een aantal typen vlees: rundvlees, varkensvlees en kippenvlees.

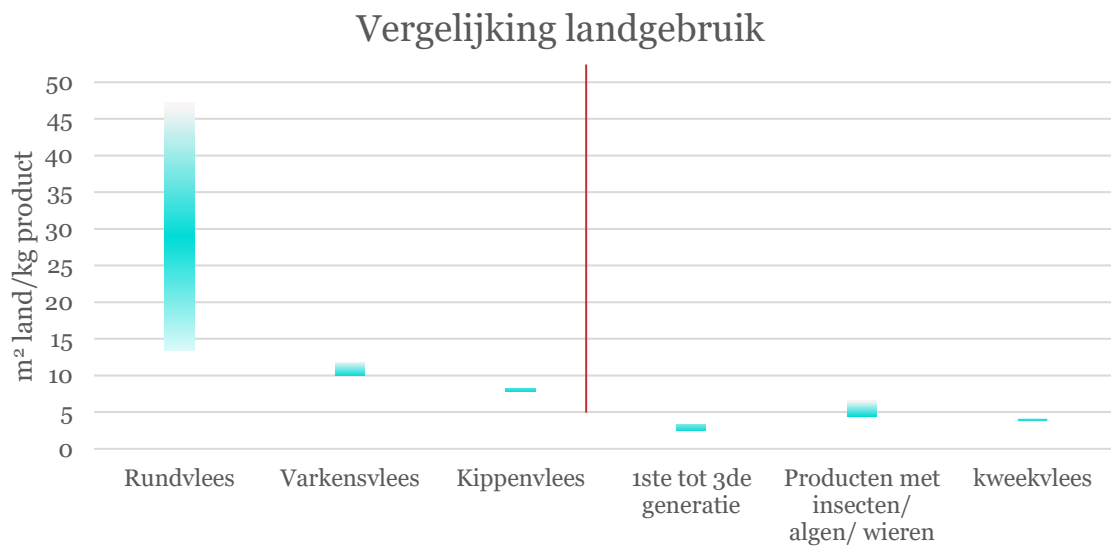
Onzekerheden in data en methodologie kunnen ook voor vlees een grote invloed hebben. Daarom zijn de resultaten weergegeven met een spreiding. Voor rundvlees is ervoor gekozen om een spreiding aan te geven waarbij rekening wordt gehouden met vlees van melkvee en vlees van vleesvee. Vlees van melkvee heeft een lagere impact dan vlees van vleesvee, onder andere omdat een groot gedeelte van de milieu impact aan de productie van melk wordt toegeschreven. Varkensvlees en kippenvlees zijn geanalyseerd voor een gemiddeld Nederlands dierhouderijsysteem. Deze cijfers kunnen als representatief voor Noordwest-Europa worden beschouwd.

Figuur 20 De vergelijking tussen vlees en vleesvervangers voor klimaatverandering.

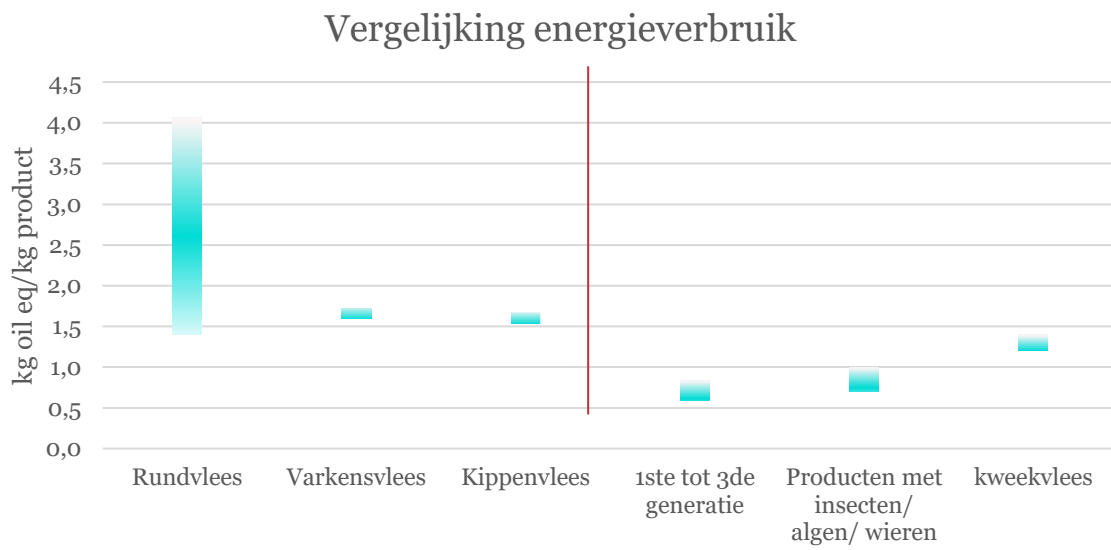


De vleesvervangers hebben een lagere impact op het broeikaseffect dan vlees. De bovenkant van de spreiding van alle producten is de impact inclusief 'land use change'. Op de y-as is de impact op klimaatverandering weergegeven. Er is te zien dat de impact van rundvlees aanzienlijk hoger is (19-58.6 kg CO₂eq/kg) dan de andere vleesproducten en de vleesvervangers.

Figuur 21 De vergelijking tussen vlees en vleesvervangers voor landgebruik.



Figuur 22 De vergelijking tussen vlees en vleesvervangers voor energiegebruik.



Vleesvervangers hebben een efficiëntere voorketen dan reguliere vleesproducten. Het aandeel als gevolg van de productie van ingrediënten is lager dan de veeteeltfase van de vleesproducten. Ook wanneer er een andere functionele eenheid wordt gekozen, zoals op basis van kilogram gegeten eiwit, blijven de conclusies omtrent de duurzaamheid van vleesvervangers overeind (Broekema & van Paassen, 2017).


8.5 Kennismatrix ecologische en nutritionele aspecten


Het milieueffect in onderstaande kennismatrix is gekwantificeerd en wordt weergegeven in categorieën van 1 tot en met 5 (1 2 3 4 5 5+), waarbij 1 een lagere impact betekent dan 5. De vier cijfers staan van links naar rechts voor de indicatoren: klimaatverandering (excl LUC), klimaatverandering (incl LUC), landgebruik en energiegebruik. In de laatste twee kolommen worden respectievelijk de overwegingen bij de milieueffecten en nutritionele aspecten behandeld.



Tabel 10 Kennismatrix ecologische en nutritionele aspecten

Ingrediënt	Vorm	Milieu-effect	Milieueffect - overwegingen	Nutritionele aspecten
 Soja	Meel	2 2 3 1	Afhankelijk van de teeltlocatie heeft 'land use change' een grote impact.	Gedroogde sojabonen bevatten ongeveer 35% eiwit, 20% vet en 15% koolhydraten. Daarnaast bevatten ze ongeveer 22 g/100g voedingsvezel en 8 mg/100g ijzer (The Good Taste Guardian, n.d.). Naarmate de concentratie van het eiwit toeneemt tijdens de verdere bewerking, nemen eigenschappen zoals het vetgehalte, koolhydraatgehalte, vezelgehalte en ijzergehalte af. *
	Concentraat	2 4 3 2	Naarmate er verdere bewerking plaatsvindt, gaat er relatief meer eiwit verloren en neemt de milieu impact toe.	
	Isolaat	4 5 3 3		
Erwten	Meel	2 2 2 1	De impact door 'land use change' speelt voor erwten nauwelijks een rol.	Gedroogde erwten bevatten ongeveer 20% eiwit, 2% vet en 40% koolhydraten(The Good Taste Guardian, n.d.). Daarnaast bevatten ze ongeveer 20 g/100g voedingsvezel en 5 g/100g ijzer. Naarmate de concentratie van het eiwit toeneemt tijdens de verdere bewerking, nemen eigenschappen zoals het vetgehalte, koolhydraatgehalte, vezelgehalte en ijzergehalte af. *
	Concentraat	3 3 4 2	Naarmate er verdere bewerking plaatsvindt gaat er relatief meer eiwit verloren en neemt de milieu impact toe.	
	Isolaat	4 4 5 3		
Veldbonen	Meel	2 2 2 1	Afhankelijk van de teeltlocatie is 'land use change' belangrijk.	Gedroogde veldbonen bevatten ongeveer 25% eiwit, 2% vet en 61% koolhydraten(Pulse Canada, n.d.). Daarnaast bevatten ze ongeveer 18 g/100g voedingsvezel en 5 g/100g ijzer. Naarmate de concentratie van het eiwit toeneemt tijdens de verdere bewerking, nemen eigenschappen zoals het vetgehalte, koolhydraatgehalte, vezelgehalte en ijzergehalte af. *
	Concentraat	4 4 4 3	Naarmate er verdere bewerking plaatsvindt gaat er relatief meer eiwit verloren en neemt de milieu impact toe.	
	Isolaat	4 5 5 3	Voor de verwerking van veldbonen tot eiwit concentraat en eiwit isolaat zijn geen goede data beschikbaar. De analyse is gebaseerd op de verwerking van kikkererwten.	

	Lupine				
	Meel	2 2 3 1	Afhankelijk van de teeltlocatie heeft 'land use change' een grote impact.	Lupine heeft een eiwitgehalte van ongeveer 35%, een vetgehalte van ongeveer 10% en ongeveer 10% koolhydraten (Lundberg & Bosch, 2018). Ze bevat ongeveer 11-40 g voedingsvezel per 100g. Naarmate de concentratie van het eiwit toeneemt tijdens de verdere bewerking, nemen eigenschappen zoals het vetgehalte, koolhydraatgehalte, vezelgehalte en ijzergehalte af. *	
	Concentraat	3 3 4 2	Naarmate er verdere bewerking plaatsvindt gaat er relatief meer eiwit verloren en neemt de milieu impact toe. Dit effect wordt versterkt omdat lupine een relatief lage opbrengst per hectare heeft en er relatief veel grondstof nodig is per kg eiwit.		
Isolaat	5 5 5 4				
	Kikkererwt				
	Meel	3 3 4 2	Afhankelijk van de teeltlocatie heeft 'land use change' een grote impact. Naarmate er verdere bewerking plaatsvindt gaat er relatief meer eiwit verloren en neemt de milieu impact toe. Dit effect wordt versterkt doordat er relatief veel grondstof nodig is voor de productie van concentraat en isolaat. Bovendien is de opbrengst per hectare is relatief laag ten opzichte van andere leguminosen.	Gedroogde kikkererwten bevatten ongeveer 20% eiwit, 2% vet en 50% koolhydraten(The Good Taste Guardian, n.d.). Daarnaast bevatten ze ongeveer 14 g/100g voedingsvezel en 5 g/100g ijzer. Naarmate de concentratie van het eiwit toeneemt tijdens de verdere bewerking, nemen eigenschappen zoals het vetgehalte, koolhydraatgehalte, vezelgehalte en ijzergehalte af.	
	Concentraat	4 5 5+4			
Isolaat	5 5+5+4				
	Aardappel				
	Eiwit	4 4 3 5	Aardappeleiwit is een co-product van de productie van aardappelzetmeel. De prijs van eiwit is hoger dan die van zetmeel, wat invloed heeft op de allocatie van milieu impact. Het eiwit wordt opgewerkt om de functionele eigenschappen te verbeteren, wat energie kost.	Rauwe aardappelen bevatten slechts 2% eiwit. Daarnaast bevatten ze 19% koolhydraten, 2 g/100g voedingsvezel en 0.5 g/100g ijzer. Het eiwitgehalte van aardappeleiwit is ongeveer 80%, maar dit kan door verdere verwerking omhoog gebracht worden naar bijna 100%.	
	Tarwe				
	Meel	1 1 1 1	Meel is een resultaat van 'dry milling' en eiwit concentraat is een resultaat van 'wet milling' van tarwe. Bij 'wet milling' is een relatief klein (+/- 10%) gedeelte van de opbrengst geconcentreerd eiwit. Tarwezetmeel is het belangrijkste co-product (>50%). De prijs van eiwit is hoger dan die van zetmeel, wat invloed heeft op de allocatie van milieu impact. De gealloceerde milieu-impact is daarom relatief hoog.	Volkoren tarwemeel bevat ongeveer 10% eiwit, 2% vet en 60% koolhydraten. Daarnaast bevat volkoren tarwemeel ongeveer 11 g/100g voedingsvezel en 4 mg/100g ijzer. De meeste vezels zijn aanwezig in de zemelen van tarwe en die worden verwijderd tijdens het 'milling' proces.	
Concentraat	4 4 3 3				

 Hennep	Zaad	445 ?	<p><i>Hennepzaad wordt in co-productie met hennepvezel geteeld. Vaak is de vezel het hoofdproduct. Wanneer puur voor zaad wordt geteeld is het beter de planten meer ruimte te geven. De opbrengst van zaad per hectare is laag (400-1000 kg). Allocatie tussen de co-producten en bemesting zullen bepalend zijn. Voor meel en isolaat geldt dat naarmate er verdere bewerking plaatsvindt er relatief meer eiwit verloren gaat en de milieu impact toeneemt.</i></p> <p><i>De milieu-impact is voor hennepzaad. Er zijn geen goede data beschikbaar voor de productie van meel en eiwitisolaat, om de milieu impact te kwantificeren.</i></p>	<p>Hennepzaad heeft bevat 33% eiwit, 5% koolhydraten en 48% vet(The Good Taste Guardian, n.d.). Van deze 48% is het grootste gedeelte meervoudig onverzadigde vetzuren.</p> <p>Daarnaast bevat hennepzaad ongeveer 5g/ 100g voedingsvezel en 8mg/ 100g ijzer. Ook het gehalte aan andere mineralen is relatief hoog, zoals kalium, fosfor en magnesium.</p>
	Meel			
	Isolaat			
Quinoa	Bereid	1131	<p>Van oorsprong groeit quinoa op arme, koude en droge hooglanden.</p> <p>De milieu impact is voor quinoa (rauw). Er zijn geen goede data beschikbaar voor de productie van bereid en meel, om de milieu impact te kwantificeren.</p>	<p>Quinoa (rauw) bevat ongeveer 16.5% eiwit, 6.3% vet en 69% koolhydraten. Het gehalte aan voedingsvezel is ongeveer 15g/ 100g en is in bereide vorm hoger dan veel granen, maar lager dan peulvruchten (MacArtain, Gill, Brooks, Ross Campbell, & Rowland, 2007).</p> <p>De eiwitkwaliteit van quinoa is goed. Voor veel granen is het lysine gehalte laag, maar dat geldt niet voor quinoa.</p>
	Meel			

 Zeewier		1 1 1 1	<p><i>De teelt van zeewier is nog in ontwikkeling. Voor de teelt van zeewier in de zee is nauwelijks input nodig. Meststoffen worden uit de zee gehaald. Energiegebruik in de vorm van diesel is nodig tijdens de teelt en de oogst. Hoe minder er gevaren wordt hoe milieu efficiënter.</i></p>	<p>Er bestaan veel verschillende soorten zeewier. De nutritionele waarde van zeewier kan variëren. Bruine zeewier (3-15% op droge stof basis) hebben over het algemeen een lager eiwitgehalte dan groene zeewier (9-26% op droge stof basis). Rode zeewier hebben een heel hoog eiwitgehalte (max 47% op droge stof basis) (Fleurence et al., 2017).</p> <p>Het gehalte aan voedingsvezel varieert tussen verschillende zeewier (3.5 – 10 g/ 100g as is)(MacArtain et al., 2007). Ook het gehalte aan verschillende mineralen, zoals magnesium, fosfaat, calcium, zout, ijzer en jodium loopt erg uiteen tussen verschillende soorten zeewier.</p>
Waterlinzen	Onbewerkt	5 5 1 5	<p>Net als algen, is bewerking nodig van het rubisco eiwit wat invloed heeft op de milieu impact. De teelt en verwerking van waterlinzen vindt nog niet op commerciële schaal plaats. Data en milieu impact zal variëren tussen verschillende teeltmethoden.</p>	<p>Waterlinzen is zeer volledig als het gaat om aminozuurprofiel.</p>

 Insecten		3 4 3 3	<p><i>De milieu-impact van insecten verschilt sterk per type insect. Voor deze studie is alleen gekeken naar meelwormen. Bovendien is de kweek van insecten nog sterk in ontwikkeling en zal automatisering en verandering van voedersamenstelling effect hebben op de milieu impact.</i></p>	<p>Het eiwitgehalte van insecten loopt sterk uiteen (7-48% (Van Huis et al., 2013)) tussen soorten insecten, maar ook tussen ontwikkelstadia van de insecten. Bovendien is de voeding van de insecten van invloed de nutritionele waarde, en daarmee ook op het eiwitgehalte.</p> <p>Het vetgehalte van insecten kan ook behoorlijk hoog zijn (9-67%(Van Huis et al., 2013)), waarbij een grootste gedeelte van de vetzuren bestaat uit enkelvoudig of meervoudig onverzadigde vetzuren.</p> <p>Het gehalte aan voedingsvezel wordt geschat op 2.7 mg tot 49.8 mg per kg (as is).</p>
 Microalgen	Onbewerkt	5 5 1 4	<p>Het energiegebruik tijdens de teelt van algen kan zorgen voor een hoge milieu-impact. De mate van bewerking (van het rubisco-eiwit) heeft ook invloed op de resultaten.</p>	<p>Microalgen hebben een hoogwaardige nutritionele samenstelling (rijk aan omega-3 vetzuren, pigmenten, antioxidanten, proteïnen en dieetvezel). Microalgen zijn zeer volledig als het gaat om aminozuurprofiel.</p>
schimmel eiwit		1 1 2 1	<p>Mycoproteïne wordt gemaakt doormiddel van een fermentatieproces waarin schimmels plantaardige eiwitten produceren. Er is niet veel technische kennis over het precieze verloop van het proces aangezien Quorn de enige producent is.</p>	<p>Van de vegetarische stukjes van Quorn (gebaseerd op mycoproteïne) zijn voedingswaarden bekend. De gehalten aan eiwit, vet en koolhydraten zijn respectievelijk ongeveer 14%, 3% en 2%. Ze bevatten ongeveer 7 g vezels per 100g.</p>

* Peulvruchten hebben een goede aminozuursamenstelling (Productschap Akkerbouw, 2011), ze bevatten vooral lysine, leucine en arginine. Combinatie van peulvruchten met granen zorgt voor een verhoging van het aandeel zwavelhoudende aminozuren, wat zowel voedingskundig als voor de verdere verwerking tot getextureerde eiwitten voordeel kan bieden

9 Regelgevend kader

Diverse alternatieve eiwitten kennen reeds een historie van gebruik en kunnen zonder al te veel problemen worden verhandeld en verwerkt. Andere soorten eiwitbronnen of de producten die hieruit vervaardigd worden zijn echter ‘nieuw’ vanuit het oogpunt van menselijke consumptie in Europa. Zij dienen aan specifieke veiligheidseisen te voldoen en zijn hierdoor aan additionele wet- en regelgeving gebonden. In het oog springende voorbeelden zijn kweekvlees en gebruik van insecten(-eiwit) voor humane voeding.

Dit hoofdstuk beschrijft welke kansen en belemmeringen producenten van alternatieve eiwitten/ eiwitproducten in het kader van wet- en regelgeving (mogelijk) ervaren. Een uitputtend overzicht van alle van toepassing zijnde wetgeving valt buiten de scope van dit project; de volgende paragrafen gaan met name in op de kansen en belemmeringen die in het kader van de huidige wet- en regelgeving worden verwacht of ervaren door de diverse spelers op het terrein van alternatieve eiwitten. Hiertoe is een literatuurstudie uitgevoerd en daarnaast is in de (meeste) interviews met bedrijven en organisaties die in het kader van dit project zijn gehouden, het onderwerp wet- en regelgeving aan de orde gesteld. Daarnaast hebben we vier interviews met specialisten op het gebied van wet- en regelgeving afgenomen.

Na een algemene introductie over de vigerende wetgeving, zoomen we in op de (nieuwe) Novel Food Verordening, de innovatieve eiwitten die formeel onder de Novel Food Verordening vallen en de kansen en belemmeringen die dit in zijn algemeenheid biedt. Vervolgens behandelen we specifiek wetgeving over voedselveiligheid, allergieën, etikettering en rest- en nevenstromen

In Appendix C schetsen we aan de hand van een tweetal voorbeelden (microalgen en insecten) waar producenten van alternatieve eiwitten qua wet- en regelgeving rekening mee dienen te houden en tegen welke belemmeringen zij aanlopen.

9.1 Overzicht vigerende wetgeving

Voor alle producten bestemd voor humane consumptie, dus ook voor producten op basis van deze alternatieve eiwitten, geldt dat zij moeten voldoen aan zowel nationale als Europese wet- en regelgeving. De Europese voedingswetgeving heeft als doelstelling om een hoog niveau van bescherming van het leven en de gezondheid van de mens te verzekeren en de belangen van de consument te beschermen. Daarnaast is er de doelstelling om het vrije verkeer van producten die in overeenstemming zijn met de principes en de voorschriften van de voedingswetgeving te garanderen.

Op Europees niveau bepalen de General Food Law (Verordening (EC) 178/2002) en de Hygiënevoorschriften (Verordening (EC) 853/2004) de basisdefinities, de algemene basisprincipes en de algemene voorschriften van de voedingswetgeving en vormen zij de wettelijke grondslag voor alle specifieke (voedings)normen van de secundaire wetgeving, zoals bijvoorbeeld met betrekking tot etikettering, normen rond additieven en contaminanten en residuen. Er is eveneens in wetgeving voorzien op het gebied van landbouwproducten, op het gebied van voedings- en gezondheidsclaims, en met betrekking tot genetisch gemodificeerde ingrediënten. Ook is er een Richtlijn voor voedingssupplementen. Op deze Europese wetgeving gaan we in het kader van het onderhavige project niet uitputtend in daar zij geldt voor alle levensmiddelen en niet uniek is voor alternatieve eiwitten. Wel besteden we aandacht aan de in deze wetgeving beschreven onderwerpen als voedselveiligheid, allergie en etikettering, daar er in het kader van alternatieve eiwitten wel enkele specifieke observaties te maken zijn. Er wordt uitvoerig stil gestaan bij de nieuwe Novel Food Verordening die op 1 januari 2018 is ingegaan (Verordening (EU) 2015/2283), daar relatief veel alternatieve eiwitten in deze categorie kunnen vallen. De wetgeving omtrent diervoeder in relatie tot de alternatieve eiwitten is vrijwel geheel buiten het bestek van dit rapport gelaten; er wordt slechts beknopt aan gerefereerd in het kader van insecten daar veel insectenkwekers voor zowel de food als feed markt produceren. Enkele zaken die samenhangen met Kaderrichtlijn afvalstoffen, de Verordening dierlijke bijproducten en het EU-actieplan voor de circulaire economie, welke op punten eveneens relevant zijn met betrekking tot sommige soorten alternatieve eiwitbronnen, halen we kort ter illustratie aan. Met betrekking tot

insecten is ook het Soortenbesluit van belang; immers, de voor consumptie bedoelde insecten zouden kunnen ontsnappen en daardoor een potentieel gevaar kunnen vormen voor inheemse soorten.

Op Belgisch niveau is het wettelijke kader van de voedingsnormen de Wet van 24 januari 1977 betreffende de bescherming van de gezondheid van de verbruikers op het stuk van de voedingsmiddelen en andere producten. Daarnaast zijn ook andere federale wetten van toepassing, zoals bijvoorbeeld de Wet marktpraktijken en consumentenbescherming uit 2010, worden zaken als Biologische Certificering door de Vlaamse overheid gereguleerd en is er sprake van diverse met betrekking tot alternatieve eiwitten relevante Koninklijke Besluiten, zoals bijvoorbeeld K.B. 17-07-2014 op het gebied van allergenen, K.B. 28-10-2016 op het gebied van maximale gehalten van contaminanten en K.B's 3-3-1992 en 29-8-1997 op het gebied van voedings-supplementen.

9.2 De Novel Food Verordening

Een 'novel food' is een ingrediënt of voedingsmiddel dat voor 15 mei 1997 nog niet binnen de EU in significante mate voor de humane voeding werd gebruikt of als voedingsmiddel werd verkocht. Onder novel foods vallen niet alleen nieuw ontwikkelde voedingsmiddelen en 'exotische' producten die alleen buiten de EU geconsumeerd worden, maar ook voedingsmiddelen die zijn geproduceerd met behulp van nieuwe technologieën en productieprocessen. Omdat de eerste Novel Food Verordening uit 1997 door velen niet bepaald als een stimulans voor productinnovatie werd gezien en omdat nieuwe (technologische) ontwikkelingen eveneens om een aanpassing vroegen, is per 1 januari 2018 een nieuwe Novel Food Verordening van kracht geworden. Algemene voorwaarden voor novel foods zijn hierbij uiteraard dat zij geen gevaar mogen opleveren voor de consument, zij de consument niet mogen misleiden en dat een normale consumptie uit voedingsoogpunt niet nadelig mag zijn voor consument.

De Novel Food Verordening heeft sinds 1997 betrekking op voedingsmiddelen en voedselingredienten:

- met een nieuwe of gewijzigde primaire molecuulstructuur
- die bestaan uit micro-organismen, schimmels of algen
- die bestaan uit planten of delen die daaruit zijn geïsoleerd en voedselingredienten die uit dieren zijn geïsoleerd
- waarvan de voedingswaarde, het metabolisme of gehalte aan ongewenste stoffen tijdens het productieproces op significante wijze is gewijzigd

In de nieuwe wetgeving die thans van toepassing is, benoemt in aanvulling op bovenstaande vier categorieën onder andere ook als novel food:

- levensmiddelen die bestaan uit technisch vervaardigd nanomateriaal
- levensmiddelen bestaand uit, geïsoleerd uit of geproduceerd uit celcultuur of weefselkweek
- levensmiddelen bestaand uit, geïsoleerd uit of geproduceerd uit (hele) dieren of delen daarvan. Hierdoor vallen kweekvlees en het gebruik van insecten thans ook onder deze Verordening.

Naast deze uitbreiding van het aantal categorieën novel foods zijn de belangrijkste wijzigingen ten opzichte van de eerste Verordening:

- de stroomlijning van de autorisatieprocedure; de aanvraag dient thans rechtstreeks bij de Commissie te worden ingediend.
- het generiek opnemen van autorisaties in de Unielijst van toegelaten nieuwe voedingsmiddelen. Ieder product dat voldoet aan de voorwaarden waaronder de vergunning is verleend mag op de markt gebracht worden.

- een vereenvoudigde autorisatieprocedure voor traditionele levensmiddelen uit derde landen die ten minste 25 jaar lang een geschiedenis hebben van veilig gebruik in het dieet in landen van buiten de EU.

Wetenschappelijke gegevens die de aanvrager verschaft onder verzoek van vertrouwelijke behandeling, kunnen – mits het verzoek om geheimhouding voldoende wordt onderbouwd – maximaal vijf jaar vertrouwelijke behandeling genieten.

9.2.1 *Alternatieve eiwitingrediënten in relatie tot Novel Food Verordening*

Alle innovatieve eiwitten zullen minimaal op duurzaamheids-, gezondheids- en/of voedselveiligheidscriteria goed moeten scoren, willen zij met succes de concurrentie met de meer traditionele eiwitten aan kunnen gaan. Voor de toekenning van de novel food status is het duurzaamheidsaspect echter niet van belang.

Naar verwachting zullen veel soorten alternatieve eiwitten uit de plantaardige hoek komen, waarbij soms wel (bijvoorbeeld koolzaadproteïne) maar vaak geen (bijvoorbeeld eiwitrijk quinoa meel) sprake is van novel foods. Bij andere soorten alternatieve eiwitten is de kans dat zij onder de novel food wetgeving vallen groter, waarbij over het algemeen geldt dat hoe meer high tech of hoe meer onbekend een ingrediënt of product in de EU is, hoe groter de kans is dat het ingrediënt of product daadwerkelijk onder deze wetgeving valt.

9.2.2 *Kansen en belemmeringen nieuwe Novel Food Verordening*

Naar verwachting zal door de genoemde wijzigingen het autorisatietraject efficiënter en sneller verlopen. De beoogde maximale duur van het traject, 18 maanden, zou een significante verbetering betekenen ten opzichte van de gemiddelde duur in het verleden van drie en een half jaar, hetgeen de markttoegang voor bedrijven zal vergemakkelijken, zowel qua tijd als qua kosten. Er zijn bezwaarprocedures mogelijk die de markttoelating met negen maanden kunnen vertragen of voorkomen. Gevestigde bedrijven zouden om strategische redenen gebruik kunnen maken van deze bezwaarprocedures om de makers van novel protein foods dwars te zitten, zo valt uit diverse publicaties op te maken.

Het vervangen van het systeem van individuele autorisaties door generieke autorisaties heeft voor- en nadelen, afhankelijk van het perspectief van waaruit dit bekeken wordt. Het voordeel van de generieke autorisatie is dat de drempel voor andere bedrijven verlaagd wordt om dergelijke innovatieve producten eveneens op de markt te brengen. Een nadeel van de generieke autorisatie is dat het aanvragende bedrijf, de *early adopter*, de gedane investeringen in tijd en geld wellicht moeilijker zal terugverdienen omdat concurrenten zonder eigen aanvraag zich ook op de markt kunnen begeven. Daarnaast is het voor de indieners van een aanvraag onzeker of de door hen gevraagde geheimhouding van bepaalde wetenschappelijke resultaten gehonoreerd zal worden; dit vormt dus ook een potentieel risico met het oog op eventuele concurrenten.

9.3 **Voedselveiligheidsaspecten**

Over de veiligheid van alternatieve eiwitbronnen valt – samengevat – het volgende op te merken. Potentiële risico's bevinden zich zowel op het vlak van contaminanten (accumulatie van zware metalen, (myco) toxinen, residuen van bestrijdingsmiddelen of diergeneesmiddelen zoals antibiotica) als op het vlak van pathogene micro-organismen. Sommige veiligheidsaspecten van alternatieve eiwitbronnen zijn inherent aan de bron van het eiwit en/of het soort organisme, maar veel potentiële gevaren kunnen ook gerelateerd zijn aan kweekmethoden, het moment van oogsten, of productie- en/of verwerkingsomstandigheden. Bij insecten bijvoorbeeld hangen eventuele veiligheidsrisico's samen met de soort insect, het type voeding (substraat) waarop zij gegroeid zijn, en hoe zij gehuisvest en opgekweekt zijn. Ook bij algen en wieren hangen de risico's samen met de soort alg of wier en de kweekomstandigheden, bijvoorbeeld of algen in open – of gesloten systemen opgekweekt worden. Ook plantaardige eiwitten kennen potentiële risico's. Zo kan er bij het eiwit uit koolzaad (canola) sprake zijn van anti-nutritionele factoren of verontreiniging met zware metalen.

Wet- en regelgeving is niet altijd toegespitst op de alternatieve eiwitbronnen. Zo zijn voor sommige bestrijdingsmiddelen of diergeneesmiddelen bijvoorbeeld nog geen maximum *residue limits* (MRLs) vastgesteld in dit kader. Ook is het met betrekking tot bepaalde verontreinigingen niet altijd geheel duidelijk van welke Verordening en maximaal toegestane hoeveelheden er sprake is.

9.4 Allergieën

Producten op basis van alternatieve eiwitten moeten zoals aangegeven voldoen aan de eisen zoals die de voedselveiligheidsautoriteiten stellen. Het specifiek testen op allergene eigenschappen vormt daarbij een belangrijk onderdeel van de toelatingsprocedure voor novel foods. Dit is in het belang van de consument, die hierdoor een kleiner risico loopt op blootstelling aan producten die een allergische reactie kunnen oproepen. Dit is eveneens in het belang van de producent, die hierdoor vroegtijdig op de hoogte komt van het eventuele allergene potentieel van de alternatieve eiwitten in zijn product. Het risico op allergische reacties is onder te verdelen in twee categorieën, namelijk het optreden van kruisreacties met bekende allergenen en het ontstaan van nieuwe allergieën. Het onderzoek naar deze laatste categorie is lastig, omdat er nog geen bestaande groep consumenten of patiënten voorhanden is waarbij een allergische reactie verwacht wordt. Zowel overheden als bedrijven vinden dit een ‘intrinsiek’ lastig onderwerp. Welke groepen mensen lopen er in het bijzonder een risico, zijn deze risico’s beheersbaar?

Er is dan ook behoefte aan betrouwbare methoden om allergeniciteit van nieuwe eiwitten op te sporen, een op risico gebaseerde besluitvorming aan het begin van het productontwikkelingsproces en verbeterde risk assessment strategieën die geaccepteerd worden door regelgevende autoriteiten. Daarnaast is er behoefte aan ‘post-market monitoring’ en/of ‘post-market surveillance’. Echter, wie er voor deze activiteiten verantwoordelijk is en wie de kosten van dit soort activiteiten op zich zal dienen te nemen is nog onduidelijk.

9.5 Etikettering

Vanwege het risico op het optreden van allergieën is etikettering van alternatieve eiwitten een belangrijk onderwerp. Echter, ook om een andere reden is etikettering van deze producten van belang en actueel.

De aanduiding van producten op etiketten mag niet misleidend zijn. De productnaam of de afbeelding op een verpakking of etiket hoeft niet exact overeen te komen met de inhoud van het product. Maar zowel de productnaam als een afbeelding moet zodanig gekozen zijn dat de consument niet wordt misleid. Etiketteringswetgeving zorgt ervoor dat consumenten duidelijk en eerlijk over de samenstelling van producten worden geïnformeerd. Naast verplichte vermeldingen zijn er ook algemene eisen aan etikettering gesteld.

Met betrekking tot alternatieve eiwitten vindt er binnen Europa een discussie plaats over wanneer er wel en geen sprake is van misleiding. De verschillende Europese landen gaan hier (deels) verschillend mee om. Zo speelde in Duitsland de discussie of producten waar helemaal geen vlees in zit ‘vleesnamen’ mogen dragen. De Duitse Voedsel Code Commissie deed een voorstel hierover. Termen als schnitzel mogen nog wel gebruikt worden, maar benamingen van dieren of delen van dieren voor vegetarische producten zijn uitgesloten. Ook Nederland kende een ‘Schnitzelgate’, waarbij parlementsleden vleesaanduidingen zoals ‘schnitzel’ voor vleesvervangers verwarrend vonden en de minister vroegen om maatregelen te treffen. Diverse sector en lobbyorganisaties, onder andere ondersteund door de Federatie Belgisch Vlees, pleiten bij Eurocommissarissen voor een verbod op het gebruik van vleesnamen voor vegetarische producten, omdat zij vinden dat dit misleidend is en in strijd met de Europese wetgeving. Ook vinden zij dat het gebruik van die benamingen de waarde van het originele product uithollen. In Nederland heeft de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit na een klacht van een consument een producent de opdracht gegeven een groot aantal van de productnamen op zijn website aan te passen; op de producten zelf hoefde het bedrijf de naamgeving echter niet te veranderen. De discussie wordt door diverse personen en organisaties afgedaan als flauw en onnozel. Echter, indien de naamgeving daadwerkelijk veranderd zou moeten worden, dan zou dit een enorme impact op de verkoop van vegetarische producten en de producerende bedrijven kunnen hebben.

Dat een dergelijke discussie terug blijft keren heeft onder andere te maken met een uitspraak van het Europees Hof van Justitie. In Duitsland was een zaak aangespannen tegen een bedrijf dat vegetarische en veganistische producten maakt met productnamen als ‘Tofubutter’ en ‘Pflanzenkäse’. Het Hof oordeelde dat zuiver plantaardige producten in principe niet op de markt mogen worden gezet met woorden als melk, room, boter, kaas of yoghurt op het label. Dergelijke benamingen zijn volgens het Europees recht uitsluitend bedoeld voor producten van dierlijke oorsprong; deze zuivelnamen mogen alleen worden gebruikt voor voedingsmiddelen die uitsluitend van melk zijn gemaakt. Het Hof baseert zich hierbij op EU-verordening 1308/2013. Wel is er een lijst met uitzonderingen (opgenomen in EU-document 2010/791/EU), waarin onder meer het Franse ‘crème de riz’ is opgenomen, net als pindakaas, cacao boter, leverkaas en kokosmelk. Deze (‘historische’) benamingen blijven derhalve toegestaan.

De uitspraak van het Europees Hof is overigens niet van toepassing voor vlees- of visvervangende producten, al vinden diverse sector- en lobbyorganisaties sinds de uitspraak dat een soortgelijke bescherming ook zou moeten bestaan voor vlees en willen zij dat Europa hier werk van maakt. Het Franse parlement heeft inmiddels een wetsvoorstel goedgekeurd waarin staat dat producenten van vleesvervangers niet langer vleesbenamingen voor hun producten mogen hanteren. Doen zij dit wel, dan volgt een (hoge) boete.

9.6 Valorisatie van rest- en nevenstromen

In de samenleving heerst een duidelijk maatschappelijke vraag naar het vermijden en/of reduceren van verliezen in de voedselproductie. Valorisatie van rest- en nevenstromen is dan ook een interessant thema. Plantaardige eiwithoudende reststromen zijn bijvoorbeeld reststromen uit de aardappelverwerking, bietenloof, bietenperspulp, bierbostel, bladresten uit de tuinbouw, gras en tarwegist-concentraat. Maar ook de insectenkweek levert eiwithoudende reststromen op. In de praktijk blijkt het niet gemakkelijk te zijn om eiwitten te valoriseren en te hergebruiken uit agrestrestromen, onder andere vanwege relatief hoge kosten en een complexe wetgeving.

De Europese kaderrichtlijn voor afvalstoffenbeheer (2008/98/EG) geeft randvoorwaarden rond de definitie en omschrijving van termen als materialen, afvalstoffen, end-of-waste en bijproducten. De uiteindelijke criteria worden per land of regio ingevuld. Voor Vlaanderen gebeurt dit in het Vlaams OVAM-materialendecreet en het bijhorende VLAREMA-uitvoeringsbesluit. Implicaties voor reststromen zijn afhankelijk van de beoogde finale bestemming van de reststroom. Wanneer de restproducten ingezet worden als mest of bodemverbeterend middel, als bodem, als bouwstof of in kunstmatige afdichtingslagen vallen ze onder een specifieke regeling rond de einde-afvalfase in de VLAREMA-wetgeving. Wanneer een ander toepassingsgebied nagestreefd wordt zoals bijvoorbeeld humane voeding, diervoeder of cosmetica, geldt het algemene beoordelingskader over de einde-afvalfase in het materialendecreet en het VLAREMA. Hierin staan algemene voorwaarden waaraan moet worden voldaan om producten niet meer als afvalstof te beschouwen; op basis hiervan wordt per specifiek geval een afweging gemaakt. Ondanks aanpassingen in de wet worden veel organische reststromen nog steeds als afval beschouwd, afhankelijk van het type reststroom en het toepassingsgebied.

9.7 Conclusies

De wet- en regelgeving waar ondernemers op het gebied van alternatieve eiwitten mee te maken hebben is divers en kan, afhankelijk van het type eiwit, behoorlijk complex zijn. Bedrijven kunnen dan ook belemmeringen ervaren bij het op de markt brengen van innovatieve eiwitten.

Voor veel innovatieve eiwitproducten zal de Novel Food Verordening van toepassing zijn. De nieuwe Verordening die per 1 januari 2018 van kracht is geworden, zal de gemiddelde duur van het autorisatieproces significant terugbrengen, hetgeen als een positieve ontwikkeling voor ondernemers kan worden gezien. Ook heeft deze nieuwe Verordening bestaande juridische onzekerheden rond een aantal alternatieve eiwitbronnen weggenomen. Het is bijvoorbeeld duidelijk geworden dat zowel kweekvlees als het gebruik van insecten of van insecten afgeleide producten onder de Novel Food Verordening vallen. Of de huidige verordening door ondernemers als een kans of juist als een belemmering wordt ervaren, zal onder andere verschillen per bedrijf, het type alternatieve

eiwit(product) dat geproduceerd wordt, de fase waarin zich de productontwikkeling bevindt en of er reeds een novel food registratie voor een vergelijkbaar product is verkregen.

Bestaande wet- en regelgeving blijkt nog niet altijd voldoende toegespitst op nieuwe innovatieve eiwitbronnen.

Op voedselveiligheidsgebied zijn er met betrekking tot enkele eiwitbronnen nog ‘grijze zones’ of hiaten in de wetgeving, bijvoorbeeld door het ontbreken van maximum residue limits voor sommige bestrijdingsmiddelen of diergeneesmiddelen en onduidelijkheden met betrekking tot maximumgehalten voor zware metalen. Een ander punt van aandacht op het gebied van voedselveiligheid voor zowel de wetgever als de producerende bedrijven is het risico op het optreden van allergische reacties; er is dan ook behoefte aan betrouwbare methoden om allergeniciteit van nieuwe eiwitten op te sporen, een op risico gebaseerde besluitvorming aan het begin van het productontwikkelingsproces, verbeterde risk assessment strategieën en post-market monitoring of –surveillance.

Ook de wet- en regelgeving op het gebied van rest- en nevenstromen blijkt complex en nog niet in alle gevallen toegespitst op de nieuwe eiwitbronnen, waardoor sommige organische reststromen nog steeds als afval beschouwd worden. Dit lijkt een gemiste kans. Zowel vanuit het (economische) bedrijfs perspectief als vanuit duurzaamheidsoogpunt.

Concluderend kan gesteld worden dat de wet- en regelgeving geen gelijke tred heeft weten te houden met de innovatieve ontwikkelingen die op het gebied van alternatieve eiwitten hebben plaatsgevonden. Aanpassing van (zowel Europese als nationale) wet- en regelgeving is dan ook benodigd. Daar diverse soorten gegevens die benodigd zullen zijn voor deze aanpassingen nog niet voor handen zijn, dient nader onderzoek, bijvoorbeeld op het gebied van voedselveiligheid en het gebruik van organische reststromen, plaats te vinden. Dit biedt kansen voor Vlaamse onderzoeksgroepen bij universiteiten en instituten en de Vlaamse overheid om de (Europese) wettelijke kaders op dit gebied nader te definiëren en een voortrekkersrol op het gebied van alternatieve eiwitten te vervullen.

10 SWOT-analyse

De resultaten uit de voorgaande hoofdstukken zijn gebruikt om een overkoepelende SWOT-analyse uit te voeren om de potentie voor Vlaanderen in kaart te brengen. Hiervoor is de SWOT-analyse opgedeeld overeenkomstig met de actoren in de keten volgens paragraaf 2.4:

- Wetenschap;
- Landbouw;
- Industrie;
- Consumentenacceptatie.

De vier bovenstaande categorieën zijn gekarakteriseerd op de sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen. De SWOT-analyse kan als basisoverzicht dienen waarop toekomstig structuurversterkend beleid gebouwd kan worden.

10.1 SWOT-analyse

Tabel 11 SWOT-analyse wetenschap en landbouw

	Wetenschap	Landbouw
S	<ul style="list-style-type: none"> • Vlaanderen is koploper in eiwit-transitie in internationaal perspectief • Alle aspecten van de eiwit-transitie zijn binnen de Vlaamse wetenschap vertegenwoordigd (sociaal, technisch, etc.) • Kennis over technische potentie van verschillende (eiwit)ingrediënten • Goede banden met industrie (innovatie) • Veel kennis op het gebied van micro bacteriële technologie 	<ul style="list-style-type: none"> • Gunstig klimaat voor veel peulvruchten (zoals erwten, veldbonen, lupine) • Regionale afzetkanalen aanwezig voor soja (Vlaanderen), erwten (Wallonië), lupine (Nederland, Duitsland) en in beperktere mate voor quinoa (Dutch Quinoa Group) • Toegang tot kennis rondom commerciële insectenteelt, algenteelt en zeewierteelt aanwezig
W	<ul style="list-style-type: none"> • Beperkte samenwerking tussen wetenschappers (fragmentatie in onderzoek) • Te weinig vraag gedreven onderzoek (weinig contact met KMO) 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoge druk op saldo's waardoor nieuwe gewassen met onzekere opbrengsten moeilijk kunnen concurreren • Nog relatief weinig ervaring met nieuwe eiwitgewassen • Opbrengsten van eiwitgewassen nog vaak te laag om economische rendabel te zijn • Algen- en insectenteelt is (nu nog) energie-intensief en duur • Landbouwbedrijven weinig kapitaalkrchtig voor nieuwe technologische teelten als insecten en algen
O	<ul style="list-style-type: none"> • Samenwerking tussen verschillende universiteiten: regionaal, nationaal en internationaal. • Sterkere connectie met de landbouw en industrie • Maatschappelijke beweging omtrent voeding. Veel vragen omtrent de nutritionele waarde 	<ul style="list-style-type: none"> • Vraag naar eiwitgewassen stijgt wereldwijd • Vraag naar non-GMO gewassen voor Europese voedselmarkt • Vraag bij (sommige) verwerkers naar lokale teelt (consumentenbehoefte)

	van vleesvervangers en de inrichting van een gezond dieet	<ul style="list-style-type: none"> • Keten organiseren om afzet en leveringszekerheid te bieden • Hogere opbrengsten en minder teeltrisico's door veredeling mogelijk voor nieuwe eiwitgewassen
T	<ul style="list-style-type: none"> • Er ligt op dit moment te weinig urgentie en kapitaal bij het KMO om langdurige productinnovatie op te zetten en uit te voeren 	<ul style="list-style-type: none"> • Betere klimaatomstandigheden voor sommige eiwitgewassen (o.a. soja) in centraal en Zuid-Europa • Door onzekerheid over afname en opbrengst zijn akkerbouwers niet snel geneigd nieuwe gewassen te telen • Nog geen zekerheid over toelating voor humane consumptie en consumentenacceptatie van insecten- en algeneiwitten.

Tabel 12 SWOT-analyse industrie en consumentacceptatie

	Industrie	Consumentenacceptatie
S	<ul style="list-style-type: none"> • Sterk ontwikkelde voedsel- en vleesverwerkende industrie • Erwtten, soja, tarwe en rijst-eiwit industrie aanwezig • Flanders' FOOD & VLAIO hebben een innovatie-agenda • Kennis & commerciële toepassing van microbiële eiwitten uit reststromen aardappelindustrie 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensorische eigenschappen worden steeds meer gewaardeerd door consument (smaak, textuur) • Positief verhaal achter producten (dierenwelzijn, milieu en gezondheid) • Sterk ontwikkelde lokale markt & cultuur in grote steden
W	<ul style="list-style-type: none"> • Voedselindustrie in Vlaanderen bestaat vooral uit KMO-bedrijven die minder R&D en investeringsmogelijkheden hebben • Nog kleine Vlaamse industrie van vleesvervangers (omringende landen zijn verder) • Industrie en keten nog niet goed georganiseerd • Verschillende initiatieven en startups in Vlaanderen, die niet in staat geweest zijn om zich op grote schaal uit te breiden • Vleesvervangers zijn qua prijs nog niet competitief met alternatieve producten 	<ul style="list-style-type: none"> • Deels slechte sensorische eigenschappen (in het verleden) • Gezondheidsaspecten (zout en vet) van aantal vleesvervangers (in het verleden) • Prijs (duur t.o.v. kip en varkensvlees) • Ingrediënten: allergenen (soja, lupine, tarwe)
O	<ul style="list-style-type: none"> • Stijgende wereldwijde vraag (huidig en toekomstig) naar plantaardige eiwitconcentraten en -isolaten van lupine, veldbonen en vooral soja en erwten • Platform/organisatie van industrie 	<ul style="list-style-type: none"> • Aantal flexitariërs neemt toe (Vlaanderen, Europa, Noord-Amerika) • Nationale voedingsadviezen (meer plantaardige eiwitten, gezondheid en duurzaamheid)

	<ul style="list-style-type: none"> • State-of-the-art vleesstructuren op basis van plantaardige eiwitten kunnen toegevoegd worden in verwerkte vleesproducten zonder verlies van kwaliteit, smaak en textuur (grote doelgroep vleeseters en flexitariërs) • Lange termijn: kansen microalgen teelt en microbiële eiwitten op basis van co-producten/reststromen bestaande agrofood industrie (bv. aardappel) • Beter benutten en promoten van bestaande innovatie- en financieringsmogelijkheden 	<ul style="list-style-type: none"> • Dalende vleesconsumptie in EU en Noord-Amerika • groter aanbod in supermarkten, inzet van consumentencampagnes • Jongeren staan open voor nieuwe voedingspatronen • Initiatieven zoals '40 dagen zonder vlees' en 'Donderdag Veggiedag' • Positieve boodschap vleesvervangers in de media • Maaltijdvoorziening op scholen
T	<ul style="list-style-type: none"> • Andere omliggende landen verder ontwikkeld in productie van vleesvervangers (inclusief kweekvlees) • Conservatieve vleesverwerkende industrie (door o.a. groeiende export, minder urgentie voor innovatie) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mode en trendgevoeligheid (vraagbepalend) • Aanpassen voedingspatroon, gewoonten (vleeseten) doorbreken • Gebrek aan inspiratie om vegetarische maaltijd te maken • Imago vleesvervangers: ongezond en te bewerkt (niet natuurlijk) • Aanbod en positie in schap van vlees en -vervangers • Onwaarheden vleesvervangers in media

10.2 Toelichting SWOT-analyse

Uit de SWOT-analyse komt de algemene conclusie naar voren dat er zeker economische opportuniteiten liggen in Vlaanderen omtrent alternatieve eiwitten voor vlees. Het wetenschappelijke landschap op het gebied van vlees vervangende alternatieve eiwitbronnen is internationaal competitief en bereid om de kennis die al op dit gebied bestaat verder te ontwikkelen. Wetenschappelijk ligt er een stevige basis om een sterke economische structuur te ontwikkelen. Vanuit technologisch oogpunt lijkt Vlaanderen iets achter te liggen op buurlanden als het gaat om het produceren van vleesvervangers. Toch liggen hier volop kansen: de vlees- en voedselindustrie is een sterke sector in Vlaanderen en Vlaanderen heeft daarmee veel technologische know-how in huis. De sectororganisaties geven aan dat de industrie in feite praktisch alle kennis en machines in huis heeft om vleesvervangers op basis van alternatieve eiwitten te bouwen. Bovendien toont de landbouwsector initiatief door gewassen als soja te telen. De teelt van eiwitgewassen is echter nog niet competitief genoeg en moet verder ontwikkeld worden om akkerbouwers een goed economisch perspectief te bieden. Dit geldt ook voor afzet zekerheid voor akkerbouwers.

10.2.1 Sterktes

De sterktes in Vlaanderen in relatie tot de eiwit-transitie liggen nadrukkelijk bij het hoge niveau en de diversiteit van de wetenschappelijke onderzoeksgroepen (in internationale context). In de landbouw is veel kennis en ervaring met de teelt van nieuwe eiwitalternatieven als algen, insecten en zeewier. En Vlaanderen heeft een goed ontwikkelde voedings- en vleesverwerkende industrie.

Uit onze studie blijkt dat Vlaamse universiteiten en kennisinstellingen een internationale koppositie hebben als het gaat over kennis over verschillende onderzoeksgebieden die verwant zijn aan de eiwit-transitie. Vlaanderen neemt wereldwijd de zevende positie in als het gaat om de hoeveelheid wetenschappelijke publicaties op dit gebied. Gekeken naar publicaties per land per capita staat Vlaanderen zelfs op de eerste plaats.

Er is al veel kennis opgedaan over de teelt van soja in Vlaanderen. Het klimaat in Vlaanderen is geschikt voor veel eiwitgewassen zoals erwten, veldbonen en lupine. Ook onderzoek en kennis van nieuwe teeltvormen zoals insecten, algen en zeewier zijn volop aanwezig.

De Vlaamse voedselindustrie, inclusief vleesverwerkende industrie, is goed ontwikkeld. Er is dus veel technologische kennis beschikbaar voor het verwerken van ingrediënten en voedsel, een voorwaarde voor de productie van eiwit ingrediënten en vleesvervangers. De technische potentie van vleesstructuren is inmiddels zodanig ontwikkeld dat deze vleeseiwitten in vooral verwerkt vlees kunnen vervangen zonder aan kwaliteit, smaak en textuur te verliezen.

Tenslotte kan de kritische houding van Vlaamse consument richting de kwaliteit van vleesvervangers als kracht worden beschouwd. Vlaamse consumenten verwachten een product dat nutritioneel, sensorisch en ecologisch een goed alternatief voor vlees is, gezien de centrale plaats van vlees in het eetpatroon. Deze voorwaarde creëert een klimaat waarin producenten en retail uitgedaagd worden om hoogwaardige producten op de markt te zetten.

10.2.2 Zwaktes

Er zijn in de afgelopen jaren verschillende initiatieven opgestart in Vlaanderen, gericht op alternatieve eiwitbronnen zoals de introductie van producten op basis van insecten. Deze zijn echter nog niet in staat geweest om zich op grote schaal uit te breiden of zijn zelfs weer helemaal uit de supermarkt verdwenen.

Er is slechts beperkt contact tussen universiteiten en marktpartijen. Een belemmering vormt het gebrek aan investeringskapitaal bij kleine en middelgrote ondernemers. De landbouw bestaat grotendeels uit familiebedrijven die niet de benodigde financieringsmogelijkheden hebben om te investeren in nieuwe hightech teelten als algen of insecten. Ook producenten in de voedselindustrie zijn voornamelijk KMO-bedrijven die minder middelen hebben om zich op innovatie te richten.

Eiwitgewassen hebben voor akkerbouwers nog vaak een te lage opbrengst om economisch rendabel te zijn. Er is ook nog weinig ervaring met nieuwe eiwitgewassen als lupine, veldbonen en erwten en oogstzekerheid is nog een probleem.

Producenten van alternatieve eiwitten zijn nog onvoldoende georganiseerd in Vlaanderen, bijvoorbeeld in de vorm van een branchevereniging of ketensamenwerking. Dit kan voor vertraging in ontwikkeling van de sector zorgen.

Ten slotte vormt de huidige prijs van de vleesvervangers een zwakte voor de Vlaamse markt. De vleesvervangers zijn namelijk nog niet competitief met producten op basis van varkensvlees of kip.

10.2.3 Opportuniteiten

Ondanks de beschreven zwaktes op het gebied van alternatieve eiwitbronnen in Vlaanderen bestaat er een variatie aan kansen voor de Vlaamse wetenschap, landbouw en industrie. Vlaamse wetenschappers geven aan dat zij mogelijkheden zien om te innoveren wanneer hen de ruimte geboden wordt om met instellingen in nabijgelegen landen samen te werken. Op dit moment bestaat er een groeiende vraag vanuit Horizon 2020 naar projecten op dit onderwerp, terwijl er slechts in beperkte mate geld beschikbaar is vanuit de Vlaamse universiteiten. Er is echter een sterke behoefte naar projecten die universiteit overstijgend zijn, maar buiten de grootte van het Horizon 2020 raamwerk vallen.

Voor de akkerbouw zijn er mogelijkheden om aan te sluiten bij de nu snel toenemende wereldwijde vraag naar eiwitgewassen. Door veredeling kan de opbrengst per ha en oogstzekerheid verhoogd worden. Deze mogelijkheden kunnen benut worden als er door samenwerking met ketenpartners, afzetzekerheid wordt gegeven voor de landbouwers. Bestaande structuren zoals het Innovatiesteunpunt zouden hier een rol in kunnen hebben.

De snel toenemende vraag naar alternatieve eiwitconcentraten en -isolaten (van vooral soja en erwten) biedt ook kansen voor de Vlaamse agri-food industrie. Snelgroeiende productiecapaciteit van deze regionale industrie laten dit zien.

De technologische know-how om voedsel te verwerken lijkt volop aanwezig bij de voedsel- en vleesverwerkende industrie om in te kunnen spelen in de groeiende markt van plantaardige producten met vleesstructuren. Ook biedt deze hoge kwaliteit vleesstructuren die nu beschikbaar komen, kansen voor de vleesverwerkende industrie om het plantaardig aandeel in haar producten te vergroten, zonder in te leveren op kwaliteit, smaak en textuur.

Voor de langere termijn bieden zich economische kansen aan in andere sectoren. Een goed voorbeeld hiervan is het gebruiken van reststromen uit plantaardige producten om die vervolgens om te zetten in eiwitten, zoals bij de aardappelindustrie gebeurt. Ook bij een succesvolle Europese marktintroductie van kweekvlees ontstaan er kansen voor toeleverende industrie. Zo zouden bijvoorbeeld Vlaamse diervoederbedrijven een rol kunnen spelen bij het produceren van het groeimedium.

Bestaande innovatie- en financieringskanalen (VLAIO, Flanders' FOOD, de provinciale innovatiecentra, het Innovatiesteunpunt Boerenbond, Food Pilot, etc.) kunnen verder ontwikkeld en gepromoot worden om innovatie in de industrie te stimuleren.

Het groeiend aantal flexitariërs in Europa en Noord-Amerika biedt kansen voor producenten van vleesvervangers. Vooral jonge mensen zijn geïnteresseerd om hun voedingspatroon aan te passen en dierlijke eiwitten steeds vaker af te wisselen met plantaardige eiwitten. De motieven lopen uiteen van gezondheid, tot duurzaamheid en het voorkomen van dierenleed. Hier liggen kansen voor de supermarkten die in kunnen springen op deze beweging door meer alternatieve eiwitten in hun assortiment op te nemen en onder de aandacht van hun klanten te brengen. Ten slotte zijn er negatieve prikkels die de vleesconsumptie (soms tijdelijk) laten doen dalen, zoals de grootschalige stalbranden in Nederland en de slachthuisschandalen in België. Deze negatieve prikkels bieden ook een opportuniteit voor vleesvervangers. Er is momentum.

Een aantal Vlaamse producenten hebben inmiddels succesvolle vleesvervangers op de markt gebracht. Ze ondervinden hier wel concurrentie van grote internationale spelers. Echter, gezien de groeiende markt, interesse vanuit de retail en de groeiende groep flexitariërs liggen hier kansen, ook voor export naar andere (Europese) landen.

10.2.4 Bedreigingen

Ondanks de sterke punten en de opportuniteiten zijn er ook bedreigingen voor de Vlaamse industrie. Ondanks dat er op dit moment momentum is voor de vleesvervangersmarkt zijn er ook factoren die verdere groei kunnen beperken. De grote hoeveelheden vet en zout (in het verleden) in vleesvervangers geven verwarring onder consumenten omtrent de voedingswaarde en gezondheid van de producten. Dit vereist aandacht bij productie en in de marketing. Hoewel vleesvervangers over het algemeen een lagere milieu impact hebben dan vlees, neemt de milieuwinst vaak af bij iedere bewerkingsstap. Een gedragsverandering bij de consument gepaard met minder vlees consumeren hoeft niet per definitie een verschuiving naar vleesvervangers te betekenen. Het kan net zo goed een beweging zijn richting het bijvoorbeeld vaker koken van onbewerkte peulvruchten, noten of veganistische Indiase curries.

Door de hoogconjunctuur en een toenemende mondiale vraag naar hoogwaardig Vlaams vlees, voelen Vlaamse bedrijven in de voedingsindustrie niet de noodzaak om te innoveren. Dit betekent ook dat universiteiten het vaak lastig hebben met het vinden van partners en daarmee met het valoriseren van innovatieve ideeën.

11 Aanbevelingen

Vanuit de SWOT-analyse en het onderliggende onderzoek formuleren we de volgende aanbevelingen voor beleid, acties en maatregelen:

- ***Bundel de krachten van sectoren in een specifiek eiwit-transitie platform (overleg- en netwerkorgaan) met als doel om kennis uit te wisselen, gezamenlijk projecten te starten, financieringsmogelijkheden te benutten en de sector te promoten.***

Uit de studie is gebleken dat de Vlaamse voedselindustrie sterk ontwikkeld is en de randvoorwaarden aanwezig zijn om in te spelen op de kansen die er zijn in de markt als het gaat om de eiwit-transitie. De verschillende partijen die hier mee bezig zijn, zijn echter niet verbonden in een netwerk of platform, waardoor deze kansen niet optimaal benut worden. In andere landen heeft zo'n specifiek eiwit-transitie platform gezorgd voor een versnelling van de plantaardige eiwitindustrie.

- ***Versterk de kennispositie van Vlaamse universiteiten door samenwerking te stimuleren tussen Vlaamse kennisinstellingen onderling en met kennisinstellingen buiten Vlaanderen.***

Binnen de Vlaamse universiteiten is veel kennis aanwezig op verschillende onderzoeksgebieden gerelateerd aan de eiwit-transitie. Door deze kennis te bundelen, kan deze kennispositie nog verder versterkt worden. Daarnaast zorgen samenwerkingen buiten Vlaanderen voor een groter en sterker netwerk op het gebied van kennis en onderzoek.

- ***Organiseer de keten van eiwitgewassen (wetenschap, veredelaars, telers, verwerkers) om opbrengsten en oogstzekerheid te verbeteren en afzet en leveringszekerheid te bieden.***

In Vlaanderen, en de buurlanden, zijn verwerkers van eiwitgewassen aanwezig die op zoek zijn naar lokaal geteelde eiwitgewassen. Daarnaast kunnen door veredeling de opbrengsten en oogstzekerheid van eiwitgewassen verbeteren, waardoor ze interessant worden voor telers. Door projecten op te starten waar alle ketenpartners bij zijn betrokken kunnen de drempels voor telers worden weggenomen en kan ingespeeld worden op de stijgende wereldwijde vraag naar eiwitgewassen.

- ***Stimuleer en faciliteer verdere opschaling van nieuwe teelt-technieken.***

De kennis en technologie van nieuwe teelt-technieken zoals algen, insecten en microbiële eiwitten uit reststromen zijn aanwezig in Vlaanderen. De technologie kost nu vaak nog te veel energie en geld voor toepassingen voor de humane consumptie. De partijen die hier actief in zijn, zitten nu vaak in het stadium waarbij verdere opschaling nodig is om commercieel te kunnen gaan produceren. Het stimuleren van specifiek deze essentiële stap, door bijvoorbeeld financieringsmogelijkheden te bieden aan kmo's, kan dit proces versnellen.

- ***Versterk de communicatie over beschikbare (innovatie)stimuleringsmaatregelen naar KMO's in de voedingssector.***

De voedingsindustrie bestaat veelal uit KMO-bedrijven die minder R&D- en investeringsmogelijkheden hebben dan het grootbedrijf. Om te innoveren en in te spelen op de kansen in de markt met betrekking tot de eiwit-transitie, weten deze KMO-bedrijven de stimuleringsmogelijkheden vanuit de overheid nog niet goed genoeg te vinden.

- ***Geef voorlichting over de kwalitatieve, ecologische en gezondheidsaspecten van producten waar dierlijke eiwitten zijn vervangen door plantaardige eiwitten.***

Vlaamse consumenten hebben vaak nog het idee dat vleesvervangers ongezond zijn. Vleesvervangers van slechte kwaliteit – zowel qua smaak, textuur als vet en nutriëntenprofiel – uit het verleden hebben bijgedragen aan deze beeldvorming. Inmiddels is flinke vooruitgang geboekt op al deze aspecten. Overweeg om een programma op te zetten waarbij maatschappelijke en commerciële organisaties projectsubsidies kunnen aanvragen met als doel om hun achterban te helpen bij het maken van gezonde keuzes te (bijv. supermarkten, NGO's, scholen, media etc). Nodig organisaties uit om in hun projectaanvraag out-of-the-box te denken, bijv. een televisieprogramma voor thuishokkers of een prijsvraag voor de lekkerste vleesvervanger.

- ***Zet stimuleringsmaatregelen in om nieuwe marktconcepten voor verwerkt vlees te ontwikkelen die gedeeltelijk uit plantaardige eiwitten bestaat en die aan de wensen van de kritische Vlaamse consument tegemoetkomen.***

Vlaanderen heeft een grote vleesverwerkende industrie. De helft van de vleesconsumptie bestaat uit verwerkt vlees. De huidige state-of-the art plantaardige vleesstructuren kunnen zonder verlies aan smaak, textuur en kwaliteit toegevoegd worden aan producten van verwerkt vlees (hamburgers, worsten, etc.). De uitdaging is echter om dit op een succesvolle manier in de markt te zetten die aansluit op de beleving en behoefte van de consument.

- ***Formuleer een brede visie en lange termijnstrategie op de eiwit-transitie voor Vlaanderen doorheen verschillende beleidsdomeinen. Waarin zowel naar diervoeder, humane voeding en andere toepassingen van eiwitgrondstoffen wordt gekeken.***

De huidige studie richt zich op (hoog)technologische eiwitingrediënten voor humane voeding. Bij het formuleren van een visie en vormgeven van het beleid, bevelen wij aan de eiwit-transitie breder in te steken. Tijdens de studie bleek de grens tussen humaan en diervoeding niet altijd duidelijk te trekken is. Teelt van eiwitgewassen die niet geschikt zijn voor humane voeding, komen bij diervoeder terecht. Diervoeder is vaak ook de eerste toepassing van nieuwe teelten waarna vervolgens de stap naar humane voeding gezet wordt. Vaak wordt de eiwitgrondstof ook voor andere toepassingen gebruikt dan alleen eiwitten. Bij het kijken naar kansen en ontwikkelen van een lange termijnstrategie zal de scope dan ook breder getrokken moeten worden dan alleen humane consumptie. Daarnaast kunnen minder hoogtechnologische eiwitten zoals directe consumptie van peulvruchten ook een rol hebben in deze transitie. Ten slotte raakt de eiwit-transitie verschillende beleidsdomeinen zoals gezondheid, landbouw, innoveren en ondernemen. Het is daarom van belang de eiwittransitie te verankeren doorheen verschillende beleidsdomeinen.

Appendix A Referenties

- AGFundernews. (2017). Protix raises 50m in largest insect farming investment on record. Retrieved from <https://agfundernews.com/protix-raises-50m-in-largest-insect-farming-investment-on-record.html>
- Agraqua. (2018). ALgenteelt in serres. Retrieved from <http://www.agraqua.com/algenteelt.asp>
- Ahmed, M. A. (2014). Protein Isolates from Chickpea (*Cicer arietinum* L.) and Its Application in Cake. *International Journal of Biological, Veterinary, Agricultural and Food Engineering*, 8(11), 1101–1107. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.663.5850&rep=rep1&type=pdf>
- Akkerwijzer.nl. (2018). EU wil teelt eiwitrijke gewassen voor veevoer stimuleren. Retrieved from <http://www.akkervijzer.nl/vollegroondsgroente/nieuws/12814/eu-wil-teelt-eiwitrijke-gewassen-voor-veevoer-stimuleren>
- Amen, T. (2018). Lab-grown Cultured Meat – A Long Road to Market Acceptance, (November 2017), 1–5. Retrieved from [http://www.cobank.com/Knowledge-Exchange/~media/Files/Searchable PDF Files/Knowledge Exchange/2017/Labgrown Cultured Meat Report Nov 2017.pdf](http://www.cobank.com/Knowledge-Exchange/~media/Files/Searchable%20PDF%20Files/Knowledge%20Exchange/2017/Labgrown%20Cultured%20Meat%20Report%20Nov%202017.pdf)
- ASAO, M., & WATANABE, K. (2010). Functional and Bioactive Properties of Quinoa and Amaranth. *Food Science and Technology Research*, 16(2), 163–168. <https://doi.org/10.3136/fstr.16.163>
- Bakker, E. De, & Dagevos, H. (2010). *Vleesminnaars, vleesminderaars en vleesmijders*.
- Barbier-Schenk, A. (2017). ‘Met insecten is zoveel mogelijk’ - Wageningse experts helpen fabrikanten op weg. *VMT*, (16).
- Barerra, E., Rubio, K., Meindl, M., Alter, M., Shakouri, P., & Kang, R. (2017). *Consumer attitudes and purchase intentions regarding Meat Substitute Products*.
- BBC Good Food. (n.d.). 15 food trends for 2018. Retrieved from <https://www.bbcgoodfood.com/howto/guide/15-food-trends-2018>
- Beeby, N. (2018). *Future of Meat - How should New Zealand's red meat sector respond to alternative protein advancements?*
- Belder, E. Den, Korevaar, H., Geerts, R., & Schaap, B. (2014). Evaluatie van gewassen als mogelijke equivalente maatregel voor ecologische aandachtsgebieden in het nieuwe GLB, 547, 78.
- Berghout, J. A. M. (2015). *Functionality-driven fractionation of lupin seeds*. Wageningen. Retrieved from <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/338830>
- Berghout, J. A. M., Boom, R. M., & van der Goot, A. J. (2015). Understanding the differences in gelling properties between lupin protein isolate and soy protein isolate. *Food Hydrocolloids*, 43, 465–472. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.07.003>
- Berghout, J. A. M., Nikiforidis, C. V, Boom, R. M., & Goot, A. J. Van Der. (2015). Aqueous fractionation yields chemically stable lupin protein isolates. *FRIN*, 72, 82–90. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.03.039>
- Bergsma, Geert; Nijenhuis, Linda; Bijleveld, Marijn; Dalm, V. (2014). *Goed informeren van Vlaamse consumenten over de milieu-impact van voeding*.
- Bjerregaard, R. (2016). *Seaweed Aquaculture for Food Security, Income Generation and Environmental Health Seaweed Aquaculture for Food Security, Income Generation and Environmental Health in Tropical Developing Countries*. World Bank Group Environmental and Natural Resources. Retrieved from <http://documents.worldbank.org/curated/en/947831469090666344/pdf/107147-WP-REVISED-Seaweed-Aquaculture-Web.pdf>
- Boerjan, F. (2014). *Zijn insecten de eiwitbron van de toekomst?* Universiteit Gent.
- Borgo, E., Denys, E., Fronik, B., & Cnudde, A. (2018). *Bio & de wet - Verwerking van levensmiddelen*.
- Bramsnaes, F., & Olsen, H. S. (1979). Development of Field Pea and Faba Bean Proteins. *Journal of the*

- American Oil Chemists' Society*, 56(March), 450–454. <https://doi.org/10.1007/BF02671537>
- Broekema, R. (2016). Natuurlijk kapitaal & plantaardige eiwitten - Kanskaart eiwithoudende gewassen. Retrieved from <http://www.blonkconsultants.nl/2017/01/09/natuurlijk-kapitaal-plantaardige-eiwitbronnen/>
- Broekema, R., & Blonk, H. (2009). *Milieukundige vergelijking van vleesvervangers*. Gouda, the Netherlands: Blonk Milieu Advies, Gouda.
- Broekema, R., & van Paassen, M. (2017). Milieueffecten van vlees en vleesvervangers. Gouda: Blonk Consultants.
- Cazaux, G., Van Gijseghe, D., & Bas, L. (2010a). Alternatieve eiwitbronnen voor menselijke consumptie. Een verkenning. *Departement Landbouw En Visserij, Afdeling Monitoring En Studie, Brussel*. Retrieved from <http://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/studies/2010/alternatieve-eiwitbronnen-voor-menselijke-consumptie-eeen>
- Cazaux, G., Van Gijseghe, D., & Bas, L. (2010b). *Alternatieve eiwitbronnen voor menselijke consumptie. Een verkenning. Departement Landbouw en Visserij, afdeling Monitoring en Studie, Brussel*. Brussels, Belgium. Retrieved from <http://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/publicaties/studies/2010/alternatieve-eiwitbronnen-voor-menselijke-consumptie-eeen>
- Chiang, A. (2007). Protein-protein interaction of Soybean Protein from Extrusion Processing, (December), 105. Retrieved from <https://mospace.umsystem.edu/xmlui/bitstream/handle/10355/5099/research.pdf?sequence=3>
- Chick P. (2018). THE NEXT BIG THING IN PROTEIN. Retrieved from <http://www.chickpea-protein.com/>
- Cordts, A., Nitzko, S., & Spiller, A. (2014). Consumer response to negative information on meat consumption in Germany. *International Food and Agribusiness Management Review*, 17(SpecialIssueA), 83–106.
- Costell, E., Tárrega, A., & Bayarri, S. (2010). Food acceptance: the role of consumer perception and attitudes. *Chemosensory Perception*, 3(1), 42–50.
- Danckaerts, E. (2016). Een boost voor de zeevier-economie in Vlaanderen. Retrieved from <http://www.flandersfood.com/artikel/2016/11/14/een-boost-voor-de-zeevier-economie-vlaanderen>
- de Cleene, D. (2016). 5 dingen waar je best op let als je een vleesvervanger koopt. Retrieved from <https://www.eoswetenschap.eu/voeding/5-dingen-waar-je-best-op-let-als-je-eeen-vleesvervanger-koopt>
- De Roo, M. (2017). Nederlands zeevierbedrijf lonkt naar Belgische Noordzee 11. *De Tijd*, pp. 1–6. Retrieved from <https://www.tijd.be/nieuws/archief/Nederlands-zeevierbedrijf-lonkt-naar-Belgische-Noordzee/9941476>
- De Vlieghe, A. (2015). *Teelt van vlinderbloemigen in kader van GLB en PDPOIII*.
- Dekkers, B. L., Boom, R. M., & Jan van der Goot, A. (2018). Structuring processes for meat analogues. *Trends in Food Science & Technology*, 81(August), 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.08.011>
- Denis Chéreau, Pauline Videcoq, Cécile Ruffieux, Lisa Pichon, Jean-Charles Motte, Saliha Belaid, Jorge Ventureira, M. L. (2016). Combination of existing and alternative technologies to promote oilseeds and pulses proteins in food applications. *OCL - Oleagineux Corps Gras Lipides*, 23(4).
- Departement Landbouw & Visserij. (2016). *Tweede actieplan alternatieve eiwitbronnen (AAE2) 2016 - 2020*.
- Departement Landbouw & Visserij. (2017). Landbouwcijfers. Retrieved from <https://lv.vlaanderen.be/nl/voorlichting-info/feiten-cijfers/landbouwcijfers>
- Departement Omgeving. (2017). *Milieuverantwoorde consumptie: monitoring kennis, attitude en gedrag*.
- Department for Environment Food and Rural Affairs. (2011). *Attitudes and Behaviours around*

Sustainable Food Purchasing. London, UK.

- Deroy, O., Reade, B., & Spence, C. (2015). The insectivore's dilemma, and how to take the West out of it. *Food Quality and Preference*, 44, 44–55. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.02.007>
- Dibb, S. (2013). *Adopting Healthy, Sustainable Diets: Key Opportunities and Barriers*. Retrieved from <http://livewellforlife.eu/wp-content/uploads/2013/05/Adopting-healthy-sustainable-diets-report.pdf>
- Dibb, S., & Salazar de Llaguno, E. (2017). *The Future of Eating: Companies leading the way*. Retrieved from https://www.eating-better.org/uploads/Documents/2017/Eating Better_The future of eating is flexitarian.pdf
- Directoraat-Generaal Dier Plant en Voeding. (2017). Informatiebrochure Novel Food. Federale overheidsdienst Volksgezondheid Veiligheid van de voedselketen en leefmilieu. Retrieved from <http://www.health.belgium.be/eportal/foodsafety/foodstuffs/novelfoods/index.htm?fodnlang=n1>
- Directoraat-Generaal Dier Plant en Voeding. (2018). Stand van zaken omtrent de commercialisatie van insecten en hun producten voor menselijke consumptie na 1/1/2018 op de Belgische markt. Brussels, Belgium.
- Dooren, C., & Postma-Smeets, A. (2015). Nieuwe eiwitbronnen als vleesvervangers. *Voedingscentrum, Factsheet*. Retrieved from <http://www.voedingscentrum.nl/Assets/Uploads/voedingscentrum/Documents/Professionals/Professionals/Factsheets/Factsheet Nieuwe eiwitbronnen als vleesvervanger.pdf>
- Durlinger, B., Koukouna, E., Broekema, R., van Paassen, M., & Scholten, J. (2017a). Agri-footprint 4.0 - Part 1: Methodology and basic principles.
- Durlinger, B., Koukouna, E., Broekema, R., van Paassen, M., & Scholten, J. (2017b). *Agri-footprint 4.0 - Part 2: Description of data*. Gouda, the Netherlands.
- EFSA Scientific Committee. (2015). *Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed*. *EFSA Journal* (Vol. 13). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2015.4257>
- Elsohaimy, S. A., Refaay, T. M., & Zaytoun, M. A. M. (2015). Physicochemical and functional properties of quinoa protein isolate. *Annals of Agricultural Sciences*, 60(2), 297–305. <https://doi.org/10.1016/j.aogas.2015.10.007>
- Elzerman, J. E., Hoek, A. C., van Boekel, M. A. J. S., & Luning, P. A. (2011). Consumer acceptance and appropriateness of meat substitutes in a meal context. *Food Quality and Preference*, 22(3), 233–240. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2010.10.006>
- Escuredo, O., González Martín, M. I., Wells Moncada, G., Fischer, S., & Hernández Hierro, J. M. (2014). Amino acid profile of the quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) using near infrared spectroscopy and chemometric techniques. *Journal of Cereal Science*, 60(1), 67–74. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2014.01.016>
- European Union. (2017). Alternative Proteins.
- Eurostat. (2018). Oilseeds and proteins production - Maps. Retrieved from <https://circabc.europa.eu/sd/a/b7050f1e-d7a3-478d-a5d8-f3bc78587e82/Oilseeds and proteins production - Maps.ppt>
- EVA vzw. (2018). Bijna helft van de Belgen heeft zijn vleesconsumptie het laatste jaar verminderd. Retrieved from <https://www.evavzw.be/nieuws/bijna-helft-van-de-belgen-heeft-zijn-vleesconsumptie-het-laatste-jaar-verminderd>
- FAIRR, & ShareAction. (2016). *The future of food: the investment case for a protein shake up*.
- FAO/OECD. (2011). Global Trends and Future Challenges for the Work of the Organization, 155.
- Faunalytics. (2017). Alternative Proteins And Future Market Share.
- FAUNALYTICS. (2017). The Future Of Protein From An Investment Perspective. Retrieved from <https://faunalytics.org/the-future-of-protein-from-an-investment-perspective/>

- Federale overheidsdienst Volksgezondheid Veiligheid van de voedselketen en Leefmilieu. (2016). Vragen en antwoorden over de toepassing van de “novel food” wetgeving inzake insecten en levensmiddelen op basis van insecten voor humane consumptie en de evolutie in de volgende jaren.
- Fevia. (2017). Voedingsindustrie. Retrieved from <https://www.fevia.be/nl/voedingsindustrie>
- Fierens, E. (2017). De tijd is rijp voor hybridevlees. Retrieved from <https://www.flandersfood.com/artikel/2017/12/06/de-tijd-rijp-voor-hybridevlees>
- Flanders' Food. (2017). MeatHybrid. Retrieved from <https://www.flandersfood.com/projecten/meathybrid>
- Flanders' FOOD. (n.d.). Zeewier en wetgeving.
- Flanders Food. (2016). Alles Over Vegetarisme, 3230. Retrieved from <http://www.flandersfood.com/category/tags/vegetarisme>
- Fleurence, J., Morançais, M., & Dumay, J. (2017). Seaweed proteins. *Proteins in Food Processing: Second Edition*, (January), 245–262. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100722-8.00010-3>
- FNLI. (2015). Aanvullende informatie insectenproducten en voedselveiligheid.
- Föste, M., Elgeti, D., Brunner, A. K., Jekle, M., & Becker, T. (2015). Isolation of quinoa protein by milling fractionation and solvent extraction. *Food and Bioproducts Processing*, 96, 20–26. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2015.06.003>
- Govier, C. (2017). GROWING YELLOW FIELD PEAS - A FARMER'S PERSPECTIVE. Retrieved from <https://emergence.farmersbusinessnetwork.com/growing-yellow-field-peas-a-farmers-perspective-growing-a-different-legume>
- Grand View Research. (2017). Wheat Protein Market Size Worth \$2.15 Billion By 2025. Retrieved from <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-wheat-protein-market>
- Gresta, F., Wink, M., Prins, U., Abberton, M., Capraro, J., Scarafoni, A., & Hill, G. (2017). Lupins in European cropping systems. *Legumes in Cropping Systems*, 88–108. Retrieved from <http://www.uni-heidelberg.de/institute/fak14/ipmb/phazb/pubwink/2017/2017.04.pdf>
- Groen Kennisnet. (2018). Hernieuwde belangstelling voor teelt veldbonen. Retrieved from <https://www.groenkennisnet.nl/nl/groenkennisnet/show/Hernieuwde-belangstelling-voor-teelt-veldbonen.htm>
- Hakkenes, E. (2017). Anders eten? Het gaat stapje voor stapje. *Trouw*. Retrieved from <https://www.trouw.nl/home/anders-eten-het-gaat-stapje-voor-stapje~a295e4e7/>
- Halloran, A., & Vantomme, P. (2013). The contribution of insects to food security , livelihoods and the environment. Rome, Italy: FAO.
- Hartog, M. de. (2010). Kansen voor Lupine als sojavervanger. Retrieved from <http://www.akkerwijzer.nl/aardappelen/nieuws/446/kansen-voor-lupine-als-sojavervanger>
- Heidenreich, S., & Spieth, P. (2013). Why Innovations Fail — the Case of Passive and Active Innovation Resistance. *International Journal of Innovation Management*, 17(05), 1350021. <https://doi.org/10.1142/S1363919613500217>
- Hettinga, F., Horst, R., & Huizinga, K. (2015). Teelthandleiding eendenkroos.
- Hoek, A. C., Luning, P. A., Stafleu, A., & De Graaf, C. (2004). Food-related lifestyle and health attitudes of Dutch vegetarians, non-vegetarian consumers of meat substitutes, and meat consumers. *Appetite*, 42(3), 265–272. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2003.12.003>
- Hoogenkamp, H. (2016). McDonald's: Burgers that matter. *Meating Point Magazine*, 36–38.
- Hosselet, L. (2017). Van het lab naar een bord is een lange weg voor kweekvlees. *Trouw*. Retrieved from <https://www.trouw.nl/groen/van-het-lab-naar-een-bord-is-een-lange-weg-voor-kweekvlees~ae6d9867/>
- Hotse Smit, P. (2018). Hoe een slagerszoon de markt voor vleesvervangers veroverde. *De Volkskrant*. Retrieved from <https://www.volkskrant.nl/economie/hoe-een-slagerszoon-de-markt-voor->

vleesvervangers-veroverde~bb16be16/

- Hughes, R. G., & Lawrence, M. A. (2008). Globalisation, food and health in Pacific Island countries. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 1417(4), 298–305. [https://doi.org/10.1675/1524-4695\(2008\)31](https://doi.org/10.1675/1524-4695(2008)31)
- Huigens, T., Jong, H. De, Dicke, M., & Huis, A. Van. (2006). Muggenzifters en Mierenneukers. Insecten onder de loep genomen.
- ING Economisch Bureau. (2015). *Een gezonde toekomst - De kansen van de gezondheidstrend voor foodbedrijven*.
- Ionescu, A., Aprodu, I., Gurau, G., & Banu, I. (2011). Original Research Paper Rheology of Chickpea Protein, 12(July 2010), 387–399.
- Janssen, A. (2016). Rubiscofabriek in ontwikkeling. VMT. Retrieved from http://www.provalor.nl/wp-content/uploads/LR_VMT1116_24-26_Rubiscofabriek.pdf
- Jens, C., & Adriaen, D. (2018). Markt voor vleesvervangers boomt. *De Tijd*. Retrieved from <https://www.tijd.be/nieuws/archief/markt-voor-vleesvervangers-boomt/10003657.html>
- Jong, A. De, & Nieuwland, M. (2011). Literature study on the properties of Rubisco, (December). Retrieved from https://www.dutchbiorefinerycluster.nl/download/298/documenten/Literature_report_rubisco.pdf
- Joseau, A. (2015). *FactSheet Protein Crops*.
- Kearns, J. P., Rokey, G. J., & Huber, G. R. (1989). Extrusion of texturized proteins. *Proceedings of the World Congress on Vegetable Protein Utilization in Human*, 575.
- Kips, L., & Van Droogenbroeck, B. (2014). *Valorisatie van groente- en fruitreststromen: opportuniteiten en knelpunten*. Merelbeke.
- Knippenberg, J. van. (2018). Vegetarische “worst” niet langer toegestaan in Frankrijk. Retrieved from https://www.vmt.nl/Nieuws/Vegetarische_worst_niet_langer_toegestaan_in_Frankrijk-180424113000
- Knuivers, M. (2018). Boerderij Kansen en bedreigingen van sojateelt in Nederland. *Reed Business*, 1–7. Retrieved from <https://www.boerderij.nl/Akkerbouw/Achtergrond/2018/2/Kansen-en-bedeigingen-van-sojateelt-in-Nederland-244679E/>
- Krimpen, M. Van, & Veldkamp, T. (n.d.). New alternative protein sources : their potential contribution.
- Leahy, E., Lyons, S., & Tol, R. S. J. (2010). An Estimate of the Number of Vegetarians in the World. *ESRI Working Paper 340*, (340), 1–44. <https://doi.org/10.1007/s10273-011-1262-2>
- Leatherman, T. L., & Goodman, A. (2005). Coca-colonization of diets in the Yucatan. *Social Science and Medicine*, 61(4 SPEC. ISS.), 833–846. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2004.08.047>
- Lenaerts, S., & Campenhout, L. van. (2016). Alternatieve voedselbronnen - Meelmorwen. *Meat & Co*.
- Lensvelt, E. J. S., & Steenbekkers, L. P. A. (2014). Exploring Consumer Acceptance of Entomophagy: A Survey and Experiment in Australia and the Netherlands. *Ecology of Food and Nutrition*, 53(5), 543–561. <https://doi.org/10.1080/03670244.2013.879865>
- Luis Blok Instituut. (2016). Lupine: wel of geen invasieve soort. Retrieved from <http://www.louisbolk.org/news/339/164/Lupine-wel-of-geen-invasieve-soort/d,NLactueel>
- Lundberg, J., & Bosch, L. (2018). Lupin food. Retrieved from <http://www.lupinfood.eu/over-lupine>
- Lux Research. (2014). *Plant Sources Are Changing the Protein Landscape*.
- MacArtain, P., Gill, C. I. R., Brooks, M., Ross Campbell, A., & Rowland, I. R. (2007). Nutritional Value of Edible Seaweeds. *Ciencia E Tecnologia De Alimentos*, 27(1), 154–157. <https://doi.org/10.1301/nr.2007.dec.535-543>
- MarketsandMarkets. (2017). Potato Protein Market worth 88.2 Million USD by 2022. Retrieved from <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/potato-protein.asp>

- Marlow Foods Limited. (n.d.). Mycoprotein. Retrieved from www.mycoprotein.org
- Menkveld, N. (2018). Nichemarkt vleesvervangers groeit snel. Retrieved from <https://insights.abnamro.nl/2018/04/nichemarkt-vleesvervangers-groeit-snel/>
- Mey, V. de. (2015). De vezelteelt van vlas en hennep - praktische gids voor de teler, 1–24.
- MGP. (2018). Overview of TruTex, a Textured Wheat Protein Product. Retrieved from <https://www.mgpingredients.com/sites/default/files/2018-03/Overview%2Bof%2BTruTex%2Ba%2BTextured%2BWheat%2BProtein2.pdf>
- Milman, O., & Leavenworth, S. (2016). China's plan to cut meat consumption by 50% cheered by climate campaigners. Retrieved from <https://www.theguardian.com/world/2016/jun/20/chinas-meat-consumption-climate-change>
- Mintel. (2017). Germany hosted the highest number of vegan launches worldwide in 2016. Retrieved from <http://www.mintel.com/press-centre/food-and-drink/germany-hosted-the-highest-number-of-vegan-launches-worldwide-in-2016>
- Mintel. (2018a). Germany continues to dominate global vegan new product development. Retrieved from <http://www.mintel.com/press-centre/food-and-drink/germany-continues-to-dominate-global-vegan-new-product-development>
- Mintel. (2018b). *Global Food & Drink Trends 2018*.
- Mooijman, R. (2017). Vleesvervangers groeien als kool. *De Standaard*. Retrieved from http://www.standaard.be/cnt/dmf20171019_03141814
- Mordor Intelligence. (2018). Pea Protein Market - Growth, Trends and Forecasts. Retrieved from <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-pea-protein-market-industry>
- Mordor Intelligence. (2018). Europe Pea Protein Market - Growth, Trends and Forecasts (2018 - 2023). Retrieved from <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/europe-pea-protein-market>
- Muys, M., Meerburg, F., & Vlaeminck, S. (2015). Gaan microbiële eiwitten de wereld redden? Retrieved from <https://www.mo.be/analyse/gaan-microbi-le-eiwitten-de-wereld-redden>
- Nasseri, A. T., Rasoul-Amini, S., Morowvat, M. H., & Ghasemi, Y. (2011). Single cell protein: Production and process. *American Journal of Food Technology*, 6(2), 103–116. <https://doi.org/10.3923/ajft.2011.103.116>
- Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit. (2016). Positieflijst van voor productie te houden insecten.
- Neffke, F., Henning, M. S., Boschma, R., Lundquist, K., Olander, L., Boschma, R., ... Olander, L. (2008). Who needs agglomeration? Varying agglomeration externalities in the industry life cycle. *Papers in Evolutionary Economic Geography*, 0–33.
- Neville, M., Tarrega, A., Hewson, L., & Foster, T. (2017). Consumer-orientated development of hybrid beef burger and sausage analogues. *Food Science and Nutrition*, 5(4), 852–864. <https://doi.org/10.1002/fsn3.466>
- Nielsen. (2017). Plant-based proteins are gaining dollar share among North Americans. Retrieved from <https://www.nielsen.com/us/en/insights/news/2017/plant-based-proteins-are-gaining-dollar-share-among-north-americans.html>
- Nieuwe Oogst. (2016). Doorbraak insectenteelt aanstaande. Retrieved from <https://www.nieuweoogst.nu/nieuws/2016/01/28/doorbraak-insectenteelt-is-aanstaande>
- Nieuweoogst.nu. (2016). Teelt wintervariant kan lucratief zijn. Retrieved from <https://www.nieuweoogst.nu/nieuws/2016/06/29/teelt-wintervariant-kan-lucratief-zijn>
- Nijeboer, P., Mulder, C. J. J., & Bouma, G. (2013). Glutensensitiviteit: hype of nieuwe epidemie? *Nederlands Tijdschrift Voor Geneeskunde*, 157(A6168), 8–10.
- Pannecouque, Joke; Van Meensel, J. (2018). *Rendabiliteit Van Sojateelt in Vlaanderen*.
- Patijn, O. (2017). Kipstuckjes of Love Lupi. *Ekoland*, 20–21.

- Peters, A. (2018). Lab-Grown meat is getting cheap enough for anyone to buy. Retrieved from <https://www.fastcompany.com/40565582/lab-grown-meat-is-getting-cheap-enough-for-anyone-to-buy>
- PGRO. (2018). Pulse Market Updates. Retrieved from <http://www.pgro.org/pulse-market-updates/>
- Prager, H. R. (n.d.). What can be done to increase acceptance of seaweed into the western diet? *Norwegian University of Science and Technology Abstract*, (3), 1–12.
- Prins, U. (n.d.). *Lupine voor menselijke consumptie Teelthandleiding*.
- Prins, U. (2007). Peulvruchten voor krachtvoer: Krachtvoereiwit voor melkkoeien, melkgeiten, kippen en varkens.
- Prins, U. (2017). *Lupine - Een gezond alternatief voor boer en burger*.
- Productschap Akkerbouw. (2011). Peulvruchten - nutritionele aspecten, (december). Retrieved from <http://edepot.wur.nl/211499>
- Pulse Canada. (n.d.). Pulse Nutrition Information: Faba bean.
- Pycke, B. (2017). Project SeaConomy DEEL 2 – De resultaten.
- Pycke, B., Groenendaal, B., Loosvelt, L., Van Mullem, D., Devriendt, G., Verdonck, S., & Voorend, W. (2018). *Zeewieren in Vlaanderen 2025-2035*.
- Raad voor Dierenaangelegenheden. (2018). *De ontpopping van de Insectensector - Insecten en andere ongewervelden als productiedier*.
- Rabobank. (2018). Akkerbouw, cijfers en trends. Retrieved from <https://www.rabobank.nl/bedrijven/cijfers-en-trends/akkerbouw/granen-groente/>
- Rayglen. (2018). Rayglen Market Comments. Retrieved from <http://www.rayglen.com/rayglen-market-comments-october-3-2018/>
- Renneberg, R. (2017). *Green biotechnology*. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/topics/biochemistry-genetics-and-molecular-biology/mycoprotein>
- Rolvink, R. (2017). Test vleesvervangers. Retrieved from <https://www.consumentenbond.nl/voedingsmiddelen/vleesvervangers-getest>
- Romans, S. (2015). De vijf meest interessant veranderingen van onze eetgewoonten.
- Ronteltap, A., van Trijp, J. C. M., Renes, R. J., & Frewer, L. J. (2007). Consumer acceptance of technology-based food innovations: Lessons for the future of nutrigenomics. *Appetite*, 49(1), 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.02.002>
- Seves, M., Verkaik-Kloosterman, J., Temme, L., & Raaij, J. van. (2015). *Eiwitkwaliteit en voedselveiligheidsaspecten van nieuwe eiwitbronnen en van hun producttoepassingen*. Bilthoven, the Netherlands.
- Siegrist, M. (2008). Factors influencing public acceptance of innovative food technologies and products. *Trends in Food Science and Technology*, 19(11), 603–608. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.01.017>
- Simon, M. (2017). The Impossible Burger: Inside the Strange Science of the Fake Meat That “Bleeds.” Retrieved from <https://www.wired.com/story/the-impossible-burger/>
- Sourry, A. (2017). The Rise Of The Flexitarian. Retrieved from https://www.huffingtonpost.co.uk/amanda-sourry/the-rise-of-the-flexitari_b_13167036.html?guccounter=1
- Sprundel, M. van. (2016). Proeven aan zeewier. Retrieved from <http://www.mariskavansprundel.nl/project/proeven-aan-zeewier>
- Susanova. (2018). Circulaire insectenkwekerij Millibeter klaar voor de volgende stap. Retrieved from <https://www.susanova.be/artikels/circulaire-insectenkwekerij-millibeter-klaar-voor-de-volgende-stap>

- Tang, C.-H., Ten, Z., Wang, X.-S., & Yang, X.-Q. (2006). Physicochemical and Functional Properties of Hemp (*Cannabis sativa* L.) Protein Isolate. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(23), 8945–8950. <https://doi.org/10.1021/jf0619176>
- The Andersons Centre. (2015). Revealing the Opportunities of Growing Peas and Beans in the UK, 1–97. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.53.091701.153921>
- The Good Taste Guardian. (n.d.). Voedingswaarde overzicht. Retrieved from www.voedingswaardetabel.nl
- Timmer, R. (2018a). 10 vragen en antwoorden over quinoa telen in Nederland.
- Timmer, R. (2018b). Hoe teel je soja in Nederland. Retrieved from <https://www.wur.nl/nl/artikel/Hoe-teel-je-soja-in-Nederland.htm>
- Titoria, D. P. (n.d.). *What's new in the world of Proteins? Novel and blended proteins.*
- Tuomisto, H. L., Ellis, M. J., & Haastrup, P. (2014). Environmental impacts of cultured meat : alternative production scenarios. *Environmental Science & Technology*, 48(10), 6117–6123. <https://doi.org/10.1021/es200130u>
- Tweede Kamer der Staten-Generaal. (n.d.). Aanhangsel van de Handelingen - Vragen gesteld door de leden der Kamer, met de daarop door de regering gegeven antwoord. Den Haag.
- Universiteit Gent. (2016). Waarom insectenburgers (nog) niet aanslaan. Retrieved from <https://www.ugent.be/bw/nl/onderzoek/ugent-crelanleerstoel/overzicht-artikels/insectenburgers.htm>
- van der Boom, N. (2017). Veldbonen in trek bij akkerbouwer en veehouder. *Boerenbusiness.Nl*. Retrieved from <http://www.boerenbusiness.nl/granen-grondstof/artikel/10873898/veldbonen-in-trek-bij-akkerbouwer-en-veehouder>
- van der Spiegel, M., Noordam, M., & Van der Sluijs, A. (2014). Nieuwe eiwitbronnen - Handleiding voor Novel Food dossiers. *VMT*, (11).
- van der Spiegel, M., Noordam, M. Y., & van der Fels-Klerx, H. J. (2013). Safety of novel protein sources (insects, microalgae, seaweed, duckweed, and rapeseed) and legislative aspects for their application in food and feed production. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12(6), 662–678. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12032>
- van der Velden, L. (2017). Alwéér een vleesschandaal. Maar gaan we er ook anders door eten? *Volkskrant*. Retrieved from <https://www.volkskrant.nl/economie/alweer-eeen-vleesschandaal-maar-gaan-we-er-ook-anders-door-eten--b6aa418e/>
- Van Dooren, H. (2017). Eend of Kroos? *Milieumagazine*, (4), 16–17.
- van Huis, A., Klunder, J. V. I., Klunder, H., Merten, E., Halloran, A., & Vantomme, P. (2013). *Edible insects: future prospects for food and feed security* (FAO Forestry Papers No. 171). *FAO Forestry Papers* (Vol. 171). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Van Huis, A., Van Itterbeek, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). Nutritional values of insects for human consumption. *Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed Scarcity*, 67–80. Retrieved from <http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e06.pdf>
- van Leijsen, A. (2011). Teelthandleiding Lupine, 15. Retrieved from https://www.clm.nl/uploads/pagina-pdfs/Teelthandleiding_Lupine_5-12-2011.pdf
- van Zeist, W. J., Marinussen, M., Blonk, H., Broekema, R., Kool, A., & Ponsioen, T. C. (2012). LCI data for the calculation tool Feedprint for greenhouse gas emissions of feed production and utilization: wet milling industry. Gouda, the Netherlands: Blonk Consultants and WUR Livestock Research.
- Vandenbosch, A. (2015). Insecten, een oplossing voor de massale soja-import? *Boerenbond Management & Techniek*, (april), 2014–2015.
- Vanderheyden, M. (2018). Trace quinoa. Retrieved from <https://eostrace.be/traces/trace-van-quinoa>

- Veldverkeners. (2018). Dit zijn de 7 foodtrends voor 2018. Retrieved from <http://www.veldverkeners.be/dit-zijn-de-7-foodtrends-voor-2018>
- Verbeke, W., Marcu, A., Rutsaert, P., Gaspar, R., Seibt, B., Fletcher, D., & Barnett, J. (2015). "Would you eat cultured meat?": Consumers' reactions and attitude formation in Belgium, Portugal and the United Kingdom. *Meat Science*, *102*, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.11.013>
- Verbeke, W., Sans, P., & Van Loo, E. J. (2015). Challenges and prospects for consumer acceptance of cultured meat. *Journal of Integrative Agriculture*, *14*(2), 285–294. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60884-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60884-4)
- Verhoecx, K. (n.d.). Allergenicity risk assessment of novel proteins in food: Case study and future improvements.
- Verkerk, M. C., Tramper, J., Trijp, J. C. M. Van, & Martens, D. E. (2007). Insect cells for human food, 25, 198–202. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2006.11.004>
- Verzijden, K., & van der Meulen, S. (2015). Alternative sources of protein.
- Visser, J. (2017). Ouderen aan de eiwitten. Retrieved from <https://resource.wur.nl/nl/show/Ouderen-aan-de-eiwitten.htm>
- Vlaams Instituut Gezond Leven. (n.d.). Voedingsdriehoek. Retrieved from <https://www.gezondleven.be/themas/voeding/voedingsdriehoek>
- Vlaams Parlement. (2016). Schriftelijke vraag 266: Novel foods- knelpunten en faciliterende beleidsmaatregelen. Vlaams Parlement.
- Vlaamse Overheid: Landbouw en Visserij, & BEMEF/AFACA. (n.d.). Actieplan Alternatieve Eiwitbronnen (AAE).
- Vlaanderen Circulair. (2018). Algen als groene grondstof van de toekomst. Retrieved from <http://vlaanderen-circulair.be/nl/blog/detail/algen-als-groene-grondstof-van-de-toekomst>
- VLAM. (2017). Belg gaat steeds bewuster om met vlees.
- Voedingscentrum. (n.d.). Voedingscentrum. Retrieved from www.voedingscentrum.nl
- Voedingsinformatiecentrum (NICE). (2018). No Title. Retrieved from <https://www.nice-info.be/nl/qa?qaCat=49&v=639>
- Voedselketen, F. A. voor de V. van de. (2014). Omzendbrief betreffende het kweken en in de handel brengen van insecten en levensmiddelen op basis van insecten voor humane consumptie.
- Wagenberg, C. P. A. Van, Eppink, M. M., Janssens, S. R. M., Roest, J. van der, Sluis, A. A. van der, & Spiegel, M. van der. (2012). *Ontwikkeling en vermarkting van nieuwe eiwitten; Ervaren belemmeringen en oplossingen*.
- Wal, A. van der. (2015). Wat er straks op uw bord kan komen te liggen. Retrieved from <https://www.ftm.nl/artikelen/novel-foods-goed-voor-u-of-industrie?share=1>
- Wang, X. S., Tang, C. H., Yang, X. Q., & Gao, W. R. (2008). Characterization, amino acid composition and in vitro digestibility of hemp (*Cannabis sativa* L.) proteins. *Food Chemistry*, *107*(1), 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.064>
- Weinrich, R. (2018). Cross-cultural comparison between German, French and Dutch consumer preferences for meat substitutes. *Sustainability (Switzerland)*, *10*(6). <https://doi.org/10.3390/su10061819>
- Wetenschappelijk comite van het federaal agentschap voor de veiligheid van de voedselketen, & Hoge gezondheidsraad. (2014). Gemeenschappelijk advies SciCom 14-2014 en HGR Nr. 9160.
- Wiebe, M. (2002). Myco-protein from *fusarium venenatum*: A well-established product for human consumption. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *58*(4), 421–427. <https://doi.org/10.1007/s00253-002-0931-x>
- Wiebe, M. G. (2004). Quorn™ myco-protein - Overview of a successful fungal product. *Mycologist*, *18*(1), 17–20. <https://doi.org/10.1017/S0269915X04001089>

- Wilks, M., & Phillips, C. J. C. (2017). Attitudes to in vitro meat: A survey of potential consumers in the United States. *PLoS ONE*, *12*(2), 1–14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171904>
- Withana-Gamage, T. S., Wanasundara, J. P., Pietrasik, Z., & Shand, P. J. (2011). Physicochemical, thermal and functional characterisation of protein isolates from Kabuli and Desi chickpea (*Cicer arietinum* L.): A comparative study with soy (*Glycine max*) and pea (*Pisum sativum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *91*(6), 1022–1031. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4277>
- Zwaenepoel, E., Van Gijsegem, D., & Platteau, J. (2015). *Insecten als voeding en voeder: een stand van zaken*. Brussel.

Appendix B Experts

Verschillende experts (ongeveer 65) van de volgende organisaties hebben bijgedragen aan de studie. Met de experts zijn telefonische, online of fysieke interviews afgenomen of er is schriftelijke feedback op conceptteksten gegeven.

Organisatie	Bijdrage aan hoofdstuk
ILVO	5
The Green Protein Alliance	1 t/m 9
Sioen Industries	4, 5, 6 en 7
ABC Kroos	4, 5 en 7
Cosucra	4 en 6
Meatless	4, 5 en 6
Mosa Meat	4, 6 en 7
Radius Thomas More	4 en 5
Ugent/Vives	4 en 5
Louis Bolk Instituut	5
Inagro	5 en 6
Ugent/Avecom	4 en 6
ILVO	9
NVWA	9
Departement Landbouw & Visserij; Strategisch Platform Insecten	9
FOD Volksgezondheid	9
Greenways	4, 5, 6, 7 en 9
Colruyt	6, 7
de Hobbit	4, 5, 7 en 9
VLAM	7
Lidl	6, 7
AH België	6, 7
Yatke	7
EVA, Vegan Strategist	7
Flanders' FOOD	6
Fevia	6
Fenavian	6
Boerenbond	5, 6
LittleFood	6

Rikolto	6
Wageningen University & Research	5
KU Leuven	8
Aveve	5
AlgaeParc WUR	4, 5
Universteit Antwerpen	3
Vrije Universiteit Brussel	3
Universteit Gent	3

Appendix C Begeleidingscommissie

Voor deze studie is een begeleidingscommissie samengesteld. Vertegenwoordigers van overheid, wetenschap, consumenten en producenten hebben op een aantal momenten tijdens de studie het team van feedback en input voorzien:

- Bij de start van de studie om de scope duidelijk vast te stellen en de onderzoekaankpak te toetsen
- In de validatiebijeenkomst om de voorlopige bevindingen te toetsen
- Voor oplevering van de eindrapportage om deze op onwaarheden en kennishiaten te controleren

In de begeleidingscommissie voor deze studie hebben personen uit onderstaande organisaties plaatsgenomen:

- Departement Landbouw & Visserij
- Departement Omgeving
- Fevia
- Fenavian
- Flanders' FOOD
- Boerenbond
- Agrolink
- GAIA
- Bond Beter Leefmilieu
- Universiteit Gent
- ILVO
- KU Leuven

Appendix D Uitgelichte cases inzake wetgeving

D.1 Uitgelicht: zeewieren

Wereldwijd worden veel soorten wieren (macro-algen, zoals nori, wakame, sea spaghetti) reeds gebruikt in humane voeding. Ook in Europa is voor diverse soorten wieren sprake van een historie van veilig gebruik, bijvoorbeeld in Frankrijk, Ierland en Schotland. Met het oog op wieren spelen een aantal andere zaken die mogelijk een belemmering kunnen vormen bij de ontwikkeling van een volwaardige zeewiersector in Vlaanderen. Er zijn op dit gebied namelijk grijze zones in de wetgeving m.b.t. het garanderen van de voedselveiligheid. In Verordening (EU) 420/2011 is bijvoorbeeld opgenomen:

‘De algemene maximumgehalten voor lood en cadmium (0,1 mg/kg nat gewicht en 0,05 mg/kg nat gewicht) in groenten en fruit zijn niet realistisch voor zeewier, dat van nature hogere gehalten kan bevatten. De maximumgehalten voor lood en cadmium in groenten en fruit (punten 3.1.10 en 3.2.15) gelden daarom niet voor zeewier. Er moeten meer gegevens over het vóórkomen van verontreinigingen worden verzameld om een besluit te kunnen nemen over de noodzaak van specifieke, meer realistische maximumgehalten voor lood en cadmium in zeewier’.

Ook voor arseen zijn voor de meeste typen producten geen limieten genoemd in de EU-wetgeving. De uitdaging in het reglementeren van arseen bestaat uit de wetenschappelijke onzekerheden over de toxiciteit van de verschillende vormen van arseen en de beschikbaarheid van analytische methoden voor deze arseenvormen. Bepaalde wieren kunnen een verhoogd niveau van arseen bevatten; dit is waarschijnlijk afhankelijk van de productiemethoden en de soort. De Belgische (Contaminanten) wetgeving wordt op dit gebied door sommigen als een belemmering ervaren; omdat zij, in tegenstelling tot andere Europese landen, slechts naar de totale hoeveelheid arseen kijkt. Hierdoor kunnen de Belgische wieren niet of nauwelijks vermarkt worden en kan er een negatieve perceptie bij de bevolking ontstaan.

Het is aan de producenten en verwerkende bedrijven om over voldoende productkennis te beschikken en na te gaan of het product veilig is en op de markt gebracht mag worden. De verantwoordelijkheid ligt momenteel dus bij de producent van algen en wieren om proefondervindelijk aan te tonen dat het product veilig geconsumeerd kan worden. De Vlaamse en/of nationale of Europese overheid zou de grijze zones in de wet- en regelgeving kunnen opvangen door deze waar nodig aan te passen of tools aan te reiken om aan de voedselveiligheid te kunnen voldoen. De onduidelijkheid over waar zeewier precies aan moet voldoen kan producenten of investeerders afschrikken. Kwekers die kans zien de hoeveelheid contaminanten laag te houden kunnen dit natuurlijk ook juist als een kans zien om hun product zich kwalitatief te laten onderscheiden.

In de interviews kwam naar voren dat er nog geen commerciële zeewierteelt in Vlaanderen is, hetgeen samenhangt met de genoemde Contaminantenwet en het feit dat er nog geen Noordzeegebied is aangewezen. Er is een aanvraag voor 6 zones ingediend, en vanzelfsprekend speelt het verkrijgen van vergunningen hierbij een rol.

D.2 Uitgelicht: Insecten

In België is de afgelopen jaren een gedoogbeleid gevoerd, waardoor zij samen met enkele andere landen in Europa een pioniersfunctie op het gebied van het gebruik van insecten heeft vervuld.

D.2.1 Gedoogbeleid

Vanwege het bestaan van een juridische onzekerheid in het toepassingsgebied van de vorige Europese Novel Food Verordening met betrekking tot producten van /met gehele insecten hebben de Belgische overheden tot 1 januari 2018 de commercialisatie voor humane consumptie van een tiental gehele insecten getolereerd. Een advies van de Hoge Gezondheidsraad en het wetenschappelijk comité van het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen was daarbij van belang en stelde dat het eten van insecten bedoeld voor menselijke consumptie geen grote gevaren inhield voor de gezondheid, mits die insecten in correcte omstandigheden verwerkt en bereid waren. Voor dat advies werden microbiële, chemische, allergene en fysieke gevaren onder de loep genomen. Ook EFSA concludeerde in 2015 dat de consumptie van eiwitten van insecten even veilig is als de consumptie van eiwitten van andere dieren.

Specifieke aanbevelingen voor de te kweken soort, kweekomstandigheden (droge kweekbodems) en verdere verwerking werden in België gedaan. Hygiëne moest hoog in het vaandel staan en ook moesten op het etiket duidelijk de bewaarcondities en gebruiksaanwijzingen vermeld staan. De insecten mochten niet rauw gegeten worden; verhitting voor consumptie was noodzakelijk. Tenslotte moest ook allergie-informatie op het etiket vermeld staan: mensen die allergisch zijn voor huisstofmijt of voor schelp- en schaaldieren blijken namelijk veelal ook allergisch voor insecten.

Door het ingaan van de nieuwe Novel Food Verordening per 1 januari 2018 is de juridische onzekerheid weggenomen: zowel gehele insecten als van insecten afgeleide producten vallen onder de Novel Food Verordening. De Belgische overheid en de overheden van de andere Lidstaten beschikken niet over gegevens over een significante gebruiksgeschiedenis, zowel voor de 10 getolereerde insectensoorten op de Belgische markt als voor andere insecten. Bijgevolg moet een aanvraag voor het gebruik van nieuwe voedingsmiddelen worden ingediend voor producten op basis van insecten, opdat ze in de toekomst op de markt gebracht mogen worden. In België is vervolgens besloten het gedoogbeleid voort te zetten voor de tien betrokken gehele insecten en hun toepassingen, mits er voor 1 januari 2018 een novel food toelatingsaanvraag werd gedaan – overweging 36 van Verordening (EU) 2015/2283 bood gelegenheid reeds op de markt zijnde producten in de handel te blijven dulden, totdat de risicobeoordelings- en toelatingsprocedures in het kader van de Verordening zijn afgesloten. Het op de markt brengen zal dus verlengd kunnen worden totdat een officiële beslissing genomen is over de ingediende novel food aanvragen.

Dit betekent thans concreet dat drie insectensoorten en hun toepassingen momenteel in Vlaanderen getolereerd worden uit het oogpunt van humane consumptie: *Acheta domesticus* (huiskrekkel), *Tenebrio molitor* (meelworm) en *Locusta migratoria* (Afrikaanse treksprinkhaan). Dit gedoogbeleid geldt voor Belgische bedrijven op voorwaarde dat de voedselveiligheidsvoorschriften gerespecteerd zijn, alsmede voor producten uit andere Europese lidstaten, op voorwaarde dat deze producten legaal op de markt zijn in die lidstaten. Het verlengde gedoogbeleid geldt niet voor bovenstaande insecten of hun producten uit derde landen of voor andere insecten of hun producten waarvoor dossiers werden ingediend na 1 januari 2018. Zo werden er in Nederland en in Frankrijk na 1 januari 2018 dossiers ingediend betreffende *Alphitobius diaperinus* (piepschuimworm, kleine meelworm), *Tenebrio molitor* (meelworm) en *Gryllodes sigillatus* (dierentuinkrekkel). Deze dossiers van de betreffende bedrijven vallen derhalve niet onder het gedoogbeleid van België.

D.2.2 Veiligheidsaspecten

Er bestaat geen specifieke reglementering (bijvoorbeeld microbiologische en chemische eisen) voor de productie en het op de markt brengen van insecten die bestemd zijn voor humane consumptie. In afwachting van een juridische verduidelijking van de regelgeving op Europees niveau heeft de Belgische overheid in het verleden middels (updates van) omzendbrieven de voorschriften verduidelijkt die van toepassing zijn op het kweken en in de handel brengen van insecten en levensmiddelen. Een van de belangrijkste vragen rondom het toenemend gebruik van insecten betreft de risico's voor de gezondheid. Er is nog veel onbekend over de gezondheidsrisico's per kwekerijtype, substraat en verwerking. Voor zover nu bekend zijn de microbiologische risico's niet wezenlijk verschillend van de risico's die samenhangen met andere voedingsmiddelen van dierlijke oorsprong. Chemische voedselveiligheid, bijvoorbeeld met betrekking tot het risico van ophoping van zware metalen in insecten verdient extra aandacht. Er is op dit gebied nog weinig bekend, en dus is aanvullend onderzoek en monitoring gewenst.

Verscheidende insecten kunnen allergische reacties zoals eczeem, rinitis, conjunctivitis, angio-oedeem en bronchiale astma veroorzaken. Het merendeel van deze allergische reacties wordt veroorzaakt door inademing of direct contact en doet zich voornamelijk voor bij personen die regelmatig met insecten in contact komen. Allergie bij telers dient dan ook voorkomen te worden door de juiste kweek- en werkomstandigheden te creëren. Ook het eten van insecten kan een allergische reactie veroorzaken. Hierbij zijn er aanwijzingen dat personen die allergisch zijn voor schaal- en schelpdieren en/of de huisstofmijt allergisch zouden kunnen reageren op de consumptie van insecten ten gevolge van kruisreactiviteit. Voor de meeste personen zal het eten van insecten echter geen significant risico inhouden op een allergische reactie. Insecten(eiwit) is vooralsnog niet opgenomen in de lijst van allergenen die op de verpakking moeten worden vermeld volgens de Europese wetgeving.

Desalniettemin hebben De Hoge Gezondheidsraad en FAVV aangeraden dat op het etiket deze mogelijke kruisreactiviteit vermeld wordt.

In vergelijking met andere producten is er bij insecten vanuit voedselveiligheidsoogpunt nog een extra aandachtspunt: diverse insecten zoals sprinkhanen, krekels, kevers en cicades hebben krachtige onderkaken, stevige poten, vleugels, stekels of andere aanhangsels die na consumptie in de darmen vast kunnen komen te zitten of de darmen kunnen doorboren. De Hoge Gezondheidsraad en FAVV hebben dus aangeraden op het etiket te vermelden dat poten en vleugels voor consumptie verwijderd dienen te worden.

D.2.3 Kansen en belemmeringen voor insectenkwekers en -verwerkers

Novel food dossiers

Het soepele (gedoog)beleid in België met betrekking tot de tien insectensoorten is door de nieuwe Novel Food Verordening op de helling gegaan; bedrijven moesten zich opnieuw bewijzen. Dit zal door een aantal bedrijven zeker als een belemmering zijn ervaren. Met het gedoogbeleid en met de 'loketfunctie' van het Strategisch Platform Insecten heeft de insectensector als geheel zich echter al wel kunnen ontwikkelen en wordt daarbij actief gefaciliteerd door de overheid, hetgeen men als een 'voordeel' ten opzichte van andere sectoren zou kunnen karakteriseren.

De Belgian Insect Industry Federation (BIIF) heeft, met behulp van een aantal meebetalende bedrijven, de bovengenoemde novel food dossiers openbaar ingediend. Het voordeel is dat bij goedkeuring van de dossiers, de genoemde insecten met hun toepassingen daarna in de gehele EU zijn toegestaan, en niet meer alleen in België plus enkele andere landen. Op deze wijze hebben BIIF en de bedrijven achter de aanvraagdossiers tevens het pad geëffend voor andere (internationale) bedrijven die slechts een afwachtende houding hebben aangenomen, en geen tijd of middelen hebben geïnvesteerd in het verkrijgen van goedkeuring.

Wetgeving

Insectenproductie biedt nieuwe kansen voor landbouwgebieden waar de ruimte voor de gangbare veehouderij kleiner wordt. (Europese) richtlijnen blijken echter op een aantal punten geen rekening te houden met de specifieke omstandigheden van de nieuw opkomende insectenkweek; de wetten en regels zijn niet goed toegesneden op het gebruik van insecten als productiedier. Ook zijn sommige regels verschillend in verschillende Europese landen. De kwekers hebben te maken met een veelheid aan wetten en regels hetgeen hen kan belemmeren bij hun bedrijfsvoering. Deze wetten en regels betreffen onder andere de bescherming van het welzijn en gezondheid van het individuele dier; voedselveiligheid; dierlijk voedsel, of milieu en hinder. Met betrekking tot dierenwelzijn kan naast wet- en regelgeving ook de publieke opinie wellicht nog een toekomstige belemmering gaan vormen.

Daar op sommige vragen of knelpunten in juridische zin nog geen eenduidige antwoorden beschikbaar zijn, zal bestaande wetgeving (deels) moeten worden aangepast. De Vlaamse overheid heeft aangegeven dat er behoefte is aan een duidelijke Europese visie (roadmap): een strategisch document dat een kader en visie biedt op de wettelijke mogelijkheden van insectenteelt. Vlaanderen hoopt dan ook dat de Europese Commissie een dergelijke 'European roadmap' zal opstellen. Een voorbeeld van een knelpunt is de afwezigheid van een Europees lastenboek voor insectenteelt. Een dergelijk lastenboek is in het bijzonder van belang voor boeren, aangezien dat hen meer duidelijkheid zou verschaffen over omschakelingsvoorwaarden om als bedrijf tot de teelt van insecten over te schakelen, over de vereiste herkomst van het uitgangsmateriaal, over de huisvesting, de ziektebestrijding, de voeders, het slachten en verwerken, de verpakking, de opslag, het vervoer, en dergelijke.

Wat betreft milieu- en hinderwetgeving hebben de kwekers vooral te maken met regulering op regionaal en lokaal niveau, bijvoorbeeld met betrekking tot het aanvragen van een omgevingsvergunning. Men kan zich de vraag stellen of insectenkwekerijen geclassificeerd dienen te worden als agrarisch bedrijf, als veehouderij of als kwekerij, al dan niet met het kenmerk 'intensief'? Een ander punt is dat boeren dieren niet op de eigen boerderij mogen slachten, zij moeten de dieren naar een slachthuis brengen. Maar hoe zit dat met insecten, immers, dat zijn ook dieren?

Insecten worden in sommige, maar niet alle, wet- en regelgeving gezien als landbouwhuisdieren. Voor het gebruik als diervoeder worden zij gezien als landbouwhuisdieren en geldt bijvoorbeeld de BSE Verordening: eind 2000 is door de EU besloten om het gebruik van al het diermeel, inclusief insectenmeel, uit het diervoeder te verbannen. In de afgelopen jaren zijn er echter versoepelingen geweest, en is insectenmeel van acht insectensoorten toegelaten als voeder in aquacultuur. Qua mestwetgeving worden insecten echter anders behandeld dan de 'reguliere' landbouwhuisdieren; hun restsubstraten dienen anders behandeld te worden.

Rest- en nevenstromen

De EU heeft in 2015 een actieplan voor de circulaire economie uitgebracht: 'Maak de cirkel rond'. Dit actieplan beoogt alle mogelijke middelen te gebruiken om de Europese economie te transformeren, nieuwe kansen voor het bedrijfsleven creëren en het concurrentievermogen versterken. Er wordt hierbij onder andere ingezet wordt op het verlagen van de hoeveelheid afval, het vereenvoudigen van het wetgevingskader en de verhoging van het hergebruik- en recyclingpercentage van verschillende afvalsoorten. In diverse landen, waaronder in België, zijn in dit licht ook Green Deal achtige programma's opgestart.

Het verwaarden van rest- en nevenstromen is vanuit zowel het duurzaamheidsoogpunt als vanuit het oogpunt van bedrijfseconomische perspectieven van belang. Insecten kunnen organische nevenstromen van de landbouw en voedselverwerkende industrie veranderen in waardevolle grondstoffen, zoals insecteneiwit. Voor de insectenkwekers biedt het onderwerp 'reststromen' zowel kansen als belemmeringen. Nader onderzoek naar de mogelijkheden en eventuele risico's alsmede aanpassing van de wet- en regelgeving lijkt noodzakelijk om hergebruik van reststromen in deze sector te stimuleren; door sommigen wordt de wetgeving op dit gebied als belemmering gezien om te produceren voor de internationale markt. Een groot deel van de organische afvalstromen/ reststromen waarop insecten zouden kunnen groeien zijn op dit moment namelijk wettelijk nog niet toegestaan. Daarbij wordt op dit moment in de EU nog geen onderscheid gemaakt naar de uiteindelijke toepassing van de insectenkweek en maakt het dus niet uit of de insecten geproduceerd worden voor toepassingen in humane voeding, in diervoeder of voor industriële toepassingen. Bij industriële toepassing vindt scheiding in fracties voor het verkrijgen van bijvoorbeeld chitine plaats en wordt onderzocht of er waardenketens opgezet kunnen worden op basis van insectenbiomassa. Wellicht zouden reststromen breder toegepast kunnen worden in het licht van dergelijke industriële toepassingen.

Anderzijds zou het restsubstraat, bestaande uit insectenmest, resten van het substraat en overgebleven larven, ook een te hergebruiken bron kunnen vormen. In verschillende Europese landen wordt hier nog verschillend mee omgegaan. In België zijn er wettelijke eisen voor het restsubstraat geformuleerd. Eisen die aan de toepassing van het restsubstraat worden gesteld zijn het aanvragen van een grondstofverklaring (OVAM) en het gedurende 1 uur verhitten op 70 graden Celcius (hygiënisatie) door een erkend verwerker of vergister/composteerder. Indien men kan onderbouwen dat het restsubstraat geen risico inhoudt voor de omgeving kan deze laatste eis worden opgegeven. Het verhandelen als meststof, bodemverbeterendmiddel of teeltsubstraat (binnen België) moet vervolgens met een ontheffing van de FOD Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu gebeuren. Omdat het vaak nog maar om beperkte hoeveelheden restsubstraat gaat, is het transport, de verhitting en verdere verwerking hiervan relatief kostbaar, hetgeen het hergebruik van dergelijke reststromen niet direct bevordert.

Soortenbesluit

De voor consumptie bestemde insecten kunnen ontsnappen en zouden daardoor een potentieel gevaar kunnen vormen voor inheemse soorten. Het Soortenbesluit stelt dat introductie van uitheemse soorten enkel mogelijk is als voorafgaand impactonderzoek aantoont dat er geen kans bestaat op ongunstige gevolgen in Vlaanderen. Er mogen dus geen noemenswaardige risico's zijn voor mens, dier, plant en biodiversiteit.

Appendix E Beoordeling landbouwkundig potentieel eiwitgewassen

E.1 Soja

De teeltomstandigheden van de sojaplant (*Glycine max*) en het oogstmoment zijn vergelijkbaar met mais. Ideaal is een luchtige en snel opwarmende grond met een goede structuur en vocht-leverend vermogen. Soja heeft minimaal 180 warme en zonnige groeidagen nodig. Terwijl Vlaanderen maar over 150 zulke dagen beschikt. Bij humane consumptie moet het eiwitgehalte (uitgedrukt t.o.v. de hoeveelheid droge stof) hoog liggen. Om dit hoge eiwitgehalte te realiseren is een goede raskeuze uitermate belangrijk. Verder moet ervoor gezorgd worden dat het geogste product zo weinig mogelijk gebroken bonen en onzuiverheden bevat.

Productie

Wereldwijd zijn Brazilië, Argentinië, Paraguay, VS en Canada de grootste soja producenten (FAO). Het productieareaal van soja in Europa is tussen 2007 en 2015 met 183% toegenomen. Italië, Frankrijk, Kroatië en Hongarije zijn de grootste producenten van soja in Europa (Eurostat). De bijdrage van Europa op de wereldproductie bedraagt nu 3%. Zowel in Nederland als in België zijn afgelopen jaren proeven opgestart om te zien of er rendabel soja geteeld kan worden. In Vlaanderen bedraagt het areaal soja inmiddels 50 ha (Pannecoucq, Joke; Van Meensel, 2018). In Nederland is dit 447 ha (Knuivers, 2018). De teelt van soja in Vlaanderen wordt goed begeleid vanuit bijvoorbeeld het ILVO en Aveve.

Opbrengst

De 50 ha die momenteel geogst wordt in Vlaanderen heeft een opbrengst van gemiddeld 2,5 - 3,5 ton/ha. Dit is vergelijkbaar met de opbrengst in Nederland (Knuivers, 2018). Het ILVO verwacht dat de opbrengsten nog kunnen stijgen naar 4,5 – 5 ton per ha als de akkerbouwers hun teeltpraktijken nog verbeteren; onder proefomstandigheden wordt reeds 6 ton/ha behaald. De progressie zal echter niet heel snel verlopen.

Alpro betaalt een premie voor lokaal geteelde soja (indien eiwitgehalte boven de 42% ligt). Gemiddeld brengt soja voor humane consumptie inclusief tijdelijke premies van Alpro circa € 535 per ton op (diervoeder € 375,-). In het algemeen levert non-GMO soja ongeveer 100-150 euro per ton meer op dan GMO soja. Met een gemiddelde bonenopbrengst van 3 ton per hectare brengt een hectare soja dus € 1.500 op. Uit het onderzoek van ILVO bleek dat bij deze opbrengsten sojateelt vanuit economisch oogpunt interessant zou zijn bij slechts 1% van de oppervlakte bouwland in Vlaanderen. Agrifirm raamt de toegerekende teeltkosten op € 825 per hectare. Bij 3 ton per hectare resteert een saldo van € 707 per hectare en bij 3,8 ton een saldo van € 1.107 (Knuivers, 2018).

In de veredeling wordt gewerkt om in 2019 koude-tolerante en vroegbloeiende rassen op de markt te kunnen brengen en in 2025 rassen die 6 ton en meer zaad per ha opleveren (Belder et al., 2014). Hierbij wordt vooral gekeken naar de rassenlijsten uit de EU landen Duitsland, Frankrijk, Oostenrijk en Zwitserland, waar veel aandacht is voor sojaveredeling (Timmer, 2018b).

Afzet

Alle schakels uit de sojaketen in Vlaanderen en omliggende regio's zijn aanwezig. Alpro is in Vlaanderen de belangrijkste afnemer van soja voor humane consumptie. Alpro is er veel aan gelegen meer Europese soja te verwerken, omdat het gegarandeerd GMO-vrij is, er geen tropisch oerwoud hoeft te wijken, het de ecologische voetafdruk vermindert, track & trace hier beter geregeld is en Alpro lokale productie als duurzaam beschouwt. Uit ervaringen van afgelopen jaren blijkt dat een minimumeiwitgehalte van 42% een pittige ondergrens is (mede afhankelijk van klimatologische omstandigheden). Afgelopen jaar varieerden de eiwitgehalten van soja in Nederland tussen 36,6 en 45%. Aveve in Vlaanderen betaalt op dit moment nog het verschil tussen de diervoeder prijs en soja voor humane voeding indien de akkerbouwers het percentage van 42% niet halen.

Er is minimaal 3 tot 4 ha soja nodig om te kunnen aanbieden aan een verwerker (drogen, transport, etc.). De verwerking moet passen tussen tarwe (augustus) en korrelmaïs (midden oktober) omdat dezelfde machinerie wordt gebruikt (oogsten, zaden, drogen) met slechts kleine aanpassingen. Er wordt

gestreefd naar een zo laag mogelijk vochtgehalte in de bonen voor het beperken van droogkosten. Bonen bewaren pas goed bij een max. vochtgehalte van 14 %.

Op dit ogenblik is soja niet een gangbaar gewas in Vlaanderen waardoor de afzet niet zomaar via de geëigende kanalen kan gebeuren. Het is belangrijk voor de akkerbouwer om afzet zekerheid te hebben: goede afspraken bij het begin van het seizoen zijn nodig. De vraag van Alpro naar lokale soja is op dit moment nog een stuk hoger dan de teelt. Aveve is bezig met een project om afzetkanalen voor humane voeding te vergroten.

Bij een toekomstscenario van een opbrengst van 4,5 ton per ha en een prijs van 450 euro per ton (een positief ingeschat toekomstscenario), zou sojateelt voor 8% van het bouwland in Vlaanderen interessant kunnen zijn. Soja zou daarmee het zesde belangrijkste akkerbouwgewas kunnen worden en interessant zijn op ongeveer 60% van de Vlaamse landbouwbedrijven met bouwland. De haalbaarheid verschilt van streek tot streek. Hierbij moet rekening worden gehouden dat de opbrengsten op lichtere gronden wellicht lager zullen zijn dan op zwaardere gronden. Uit de analyse blijkt dat graangewassen in eerste instantie in aanmerking komen om plaats te maken voor soja (Pannecouque, Joke; Van Meensel, 2018).

Sommigen experts twifelen of Noordwest-Europa wel blijvend kan concurreren met Centraal-Europa. Aangezien hier altijd efficiënter geproduceerd kan worden door gunstigere klimatologische omstandigheden.

Teeltrisico's

Soja is gevoelig voor laat kiemende warmte-minnende onkruiden, slechte bodemstructuur en Sclerotinia in de bodem. Onkruidbestrijding lijkt op die van erwt en boon (Belder et al., 2014). Soja is minder aantrekkelijk voor natuurlijke vijanden van plaagorganismen en bestuivers. Soja is zeer geliefd bij wild (hazen, konijnen en reeën), duiven en kraaiachtigen, wat kan leiden tot behoorlijk wildschade bij inzaai en gedurende het groeiseizoen (Belder et al., 2014). Een beperkt aantal gewasbeschermingsmiddelen is toegestaan. Het is daarom van belang rassen te gebruiken die goed bestand zijn tegen ziekten.

E.2 Droge erwten

Er zijn veel verschillende soorten erwten met verschillende eigenschappen. De 'field pea', of droge erwt wordt geteeld voor zowel humane voeding als diervoeder. Ze verschillen van verse erwten die als conservengroente wordt geteeld. De groene en gele erwt zijn de belangrijkste droge erwten en voor erwten als eiwit-ingrediënt in vleesvervangers wordt vooral de gele erwt gebruikt.

De erwt produceert het best op goede akkerbouwgrond (zeeklei en keergonden). De fosfaattoestand moet goed zijn. De erwt heeft een voorkeur voor percelen die goed ontwaterd zijn, geen structuurschade hebben en niet droogtegevoelig zijn. pH hoger dan 4,5-5 (Prins, 2007). Erwten kunnen veel beter tegen koude omstandigheden dan soja of mais.

Productie

Canada en Frankrijk zijn de belangrijkste producenten van droge erwt ter wereld. Frankrijk is in Europe de grootste producent met 662k ton in 2015, waarvan +/- 100k ton voor diervoeder en 100k ton voor humane consumptie in Frankrijk zelf. De rest wordt geëxporteerd waarbij België de grootste afnemer is (Joseau, 2015). Ook Duitsland en Engeland produceren gele erwten.

Hoewel Vlaanderen geen grote producent van droge erwten is, kent België wel een rijke traditie op vlak van de erwteenteelt voor de conservenindustrie, zowel in Vlaanderen als in Wallonië. In Europa is België de belangrijkste verwerker en exporteur van diepvriesgroenten. België heeft als geheel 10.000 ha landbouwgrond aan groene erwten (FAO, 2016). Er vindt echter veel minder teelt plaats in België van de droge erwt. In 2016 werd op 870 ha, 2595 ton droge erwten geteeld (FAO), waarschijnlijk vooral in Wallonië.

Opbrengst

In Canada waar vooral gele erwten worden geteeld, wordt met opbrengsten van 3,5 ton/ha gerekend (Govier, 2017). Dezelfde opbrengsten worden ook in de UK gerapporteerd (The Andersons Centre, 2015). De beperkte teelt in België rapporteert een opbrengst van 3 ton per ha (FAO). Het Louis Bolk

Instituut geeft aan dat opbrengsten van 4-5 ton/ha mogelijk moeten zijn. Aveve noemt opbrengsten van 3 – 7 ton/ha. De prijs van gele erwten is de laatste jaren gestegen door de toenemende vraag naar eiwitproducten (concentraten, isolaten) waarbij gele erwt als ingrediënt wordt gebruikt. Na een piek in 2016, wordt nu een prijs voor de teler van 160 – 220 euro per ton in 2017 (Govier, 2017) (Rayglen, 2018). Daarmee lijkt de teelt nog niet rendabel voor Vlaanderen.

Afzetmarkt

De markt van eiwitten uit erwten is de afgelopen jaren sterk gestegen, 183% in 2013 en 361% in 2014 (FAUNALYTICS, 2017). De Europese erwten eiwitten markt had in 2016 een omvang van ongeveer 20 miljoen euro en er wordt verwacht dat deze 8% per jaar gaat groeien. Roquette (Frankrijk) en Cosucra (België) zijn de grootste Europese bedrijven met een groot marktaandeel in de eiwitproductie uit gele erwten (Mordor Intellicence, 2018). Deze fabrieken gebruiken lokaal geteelde erwten uit Noord-Frankrijk. Cosucra verwerkte in 2014 200.000 ton erwten. Roquette heeft dit jaar bekend gemaakt een nieuwe productiefaciliteit te gaan bouwen voor 40 miljoen. Ook Cosucra heeft recent 35 miljoen geïnvesteerd om haar productie te verdubbelen en er worden al nieuwe uitbreidingsplannen voorbereid.

Teeltrisico's

De teelt van erwten is risicovoller dan bijvoorbeeld veldboon. Met name bij het zaaien (schimmels) en oogsten (openspringende peulen) kunnen problemen optreden.

E.3 Veldboon

De veldboon is nog niet goed bekend (in Nederland en Vlaanderen) als eiwitgewas voor humane consumptie. De meeste teelt vindt plaats voor diervoeder. In Duitsland en vooral Engeland vindt wel teelt voor humane consumptie plaats, waarbij de veldboon wordt geëxporteerd naar vooral Noord-Afrika. De veldboon scoort qua eiwitopbrengst het beste van alle eiwitgewassen en past goed bij ons klimaat. De teelt van winterveldbonen is medium-intensief, en niet te bestempelen als moeilijk (Nieuweoogst.nu, 2016).

Productie

In Noordwest-Europa zijn de UK (170.000 ha en 740.00 ton), Duitsland (37.000 ha en 133.000 ton) en Zweden (25.000 ha en 99.000 ton) grote producenten van tuin- en veldbonen (Eurostat, 2015). Hoofdzakelijk worden veldbonen tot diervoeder verwerkt.

De veldboon is in Vlaanderen en Nederland, net als andere hoogwaardige eiwitgewassen, sinds het Blair-House akkoord in 1992 over vermindering van landbouwsubsidies, vrijwel verdwenen uit de bouwplannen van akkerbouwers. De teelt van veldbonen groeit nu weer, maar voor gebruik als diervoeder. In Nederland en België worden winter- en zomerveldbonen verbouwd door akkerbouwers, (melk)veehouders en pluimveehouders. Het areaal veldbonen in Vlaanderen bedraagt 700 hectare. In Nederland is in het landelijk areaal de groeiende animo voor dit eiwitgewas zichtbaar: dat verdubbelde in 2 jaar naar 700 hectare (van der Boom, 2017).

Opbrengst

Opbrengsten zijn hoog. Aveve noemt een mogelijke opbrengst in Vlaanderen van 4,5 ton veldbonen per ha. In Nederland worden opbrengsten behaald van 6-8 ton/ha voor winterbonen en 5-7 voor zomerbonen wat overeenkomst met 2 ton eiwit/ha. Veldboon is hiermee het eiwitgewas met de hoogste eiwitopbrengst per ha. Veldbonen hebben de afgelopen jaren een flinke ontwikkeling doorgemaakt dankzij veredeling. Het is te vergelijken met mais, dat de afgelopen tientallen jaren door veredeling steeds noordelijker met succes is te telen (Nieuweoogst.nu, 2016) (Belder et al., 2014).

De teeltkosten van veldbonen liggen gemiddeld rond de € 700 per ha (geen pachtkosten meegerekend). Omdat er weinig tot geen handel in veldbonen is voor humane consumptie, is het moeilijk om een opbrengstprijis voor veldbonen te benoemen. Marktprijis voor diervoeder is rond 200 euro/ton. Je mag verwachten dat voor humane consumptie marktprijis iets hoger komt te liggen rond 250-300 euro/ton. Bronnen in de UK noemen prijizen voor goede kwaliteit bonen voor humane consumptie tussen de 230 – 255 euro/ton (PGRO, 2018). Daarmee lijkt de prijs van veldbonen de laatste jaren gestegen wat

overeenkomt met het algemene beeld van prijsstijgingen van eiwitgrondstoffen. Het saldo komt daarmee in de buurt van dat van tarwe.

Afzet

De markt voor veldbonen voor humane consumptie is in Vlaanderen nog niet goed ontwikkeld. Maar er zijn steeds meer producenten naar veldboon als ingrediënt aan het kijken. De eerst grote verwerkingsunit van veldbonen tot eiwit-isolaten wordt op dit moment gebouwd in Duitsland. Meatless is ook al een verwerker. De verwachting is dat er meer verwerkers zullen bijkomen en dat de vraag naar veldbonen (en daarmee de prijs) zal toenemen.

Teeltrisico's

De teelt van veldbonen (*Vicia faba*) is gevoelig voor droogte. Alleen redelijk tot goed vochthoudende gronden zijn daarom geschikt voor deze teelt. De opbrengst van veldbonen kan dan ook verschillen afhankelijk van de grondsoort. (Belder et al., 2014) Er bestaat een risico op veronkruiding aan het einde van het groeiseizoen. Pure veldbonen kunnen daarom alleen worden geteeld op percelen met een lage onkruiddruk en intensieve onkruidbeheersing. Vogels, konijnen en reeën kunnen behoorlijk schade aanrichten. Verder zijn veldbonen gevoelig voor virusziekten die door bladluizen worden overgedragen en late schimmelaantasting (Belder et al., 2014).

E.4 Lupine

Lupine is een plantengeslacht met meer dan honderd soorten met heel uiteenlopende groeiwijzen. Binnen dit geslacht zijn er drie soorten die voor menselijke consumptie worden gebruikt: *Lupinus angustifolius* (blauwe lupine), *Lupinus albus* (witte lupine) en *Lupinus luteus* (gele lupine). (Prins, n.d.) (Luis Blok Instituut, 2016) Vooral blauwe en witte lupine worden geteeld. De blauwe lupine die veel uit Australië komt, wordt voor 90% voor diervoeder gebruikt maar dezelfde oogsten gaan ook naar verwerking voor humane consumptie. Het alkaloiden gehalte in de onbewerkte boon is te hoog, maar dit wordt gereduceerd tot (bijna) nul in de verwerking (nat proces) dus dit is geen probleem. Witte lupine daarentegen is direct onbewerkt geschikt voor humane consumptie. Lupine kan op bijna elke grondsoort groeien (zand, leem, zavel, löss en klei), mits de bodemstructuur goed op orde is en de pH niet te hoog. Het Vlaamse klimaat is beter geschikt voor lupine teelt dan voor soja. Oogsten kan al in september, soja soms pas in oktober.

Productie

Lupine is goed voor 11,9% van het Europese peulvruchtenareaal en de productie is in de periode van 2012 – 2016 gestegen met 126% tot 517kton. Deze productie is grotendeels bestemd voor diervoeder. Polen (206k), Rusland (184k) en Duitsland (50k) zijn in Europa de grootste producenten van lupine (FAO). In Noord-Europa vindt vooral de teelt van blauwe lupine plaats (Duitsland, Polen en Denemarken) waar het ras zo veredeld is dat vroege rijping plaatsvindt in verband met het kortere groeiseizoen (Gresta et al., 2017). Het in Denemarken gebruikte ras (*Iris*) doet het in het West-Europa weer beter dan de in oostelijk Duitsland en Polen geteelde rassen waar meer een landklimaat heerst (Gresta et al., 2017). In Nederland wordt lupine nog niet zoveel geteeld, 50 ha in 2017 (CBS). Dit wordt allemaal gebruikt voor diervoeder. In Vlaanderen vindt nog helemaal geen teelt van lupine op commerciële schaal plaats.

Opbrengst

Lupine zit qua oogstzekerheid tussen erwten en veldbonen in. Bij het onderzoek HOGENT - PWO projecten op de Proefhoeve Bottelare in Vlaanderen varieerde de opbrengst tussen 2,5 en 3,9 ton/ha (De Vliegheer, 2015). De gemiddelde opbrengst in Nederland is 3,5 ton per ha (Belder et al., 2014). In Groot-Brittannië worden met de teelt van witte winterlupinen zaadopbrengsten van 3,5-4,0 ton/ha behaald. In Duitsland bedraagt de gemiddelde zaadopbrengst van blauwe zomerlupinen circa 4 ton/ha (van Leijssen, 2011). Het Louis Bolk Instituut heeft oogsten gemeten in Nederland van 1,5 - 2,5 (*L. Luteus*), 2 - 5 (*L. Angustifolius*) en 2 - 6 ton/ha (*L. Albus*) (Prins, n.d.).

Het saldo is over het algemeen nog te laag bij een gemiddelde opbrengst van 2,5 tot 3,5 t. Een opbrengst van 4 tot 4,5 t/ha is noodzakelijk om boeren te interesseren voor het gewas (Prins, 2017). Verder

onderzoek is nodig om de opbrengst te verhogen en de teelt geschikt te maken voor meer grondsoorten. De prijs van lupine (uit Australië) ligt rond de 350 euro per ton (Hartog, 2010). FAO geeft prijzen variërend van 200 – 450 euro/ton.

Afzet

Levensmiddelenbedrijven zijn op zoek naar alternatieven voor soja. Lupine heeft het voordeel dat het GMO-vrij is. Meatless en Vivera gebruikten de blauwe lupine en creëerden hiermee een aantal jaren geleden een markt. Vivera is gestopt met lupine vanwege problemen met verwerking en is teruggegaan naar soja. Daardoor is de afzetmarkt verslechterd. Meatless gebruikt nog wel lupine, maar nu ook steeds meer veldboon. LI Frank, gevestigd in Nederland, is de grootste lupineverwerker van Europa voor humane consumptie. Het bedrijf haalt de blauwe lupine voornamelijk uit Australië, het grootste lupine producerende land ter wereld. LI Frank gebruikt ook wel lupine uit Duitsland (Hartog, 2010).

De witte lupine wordt gebruikt door onder andere De Hobbit in Vlaanderen. Het gaat hier om biologische geteelde lupine uit Duitsland.

Teeltrisico's

Teeltrisico's van lupine zijn lager dan soja en vergelijkbaar met de veldboon (opbrengstniveau van veldboon wel stuk hoger). Teeltrisico's zijn onder andere vroege en late schimmelaantasting, openspringende peulen en veronkruiding. Voor de korte lupines is veronkruiding een groot probleem terwijl de lange lupines legeringgevoelig kunnen zijn. Een mengteelt met graan kan in beide gevallen een uitkomst bieden. Lupine is gevoelig voor vroege schimmel aantasting en bladluizen. Hazen en reeën kunnen vratschade veroorzaken (Belder et al., 2014).

E.5 Kikkererwten

De kikkererwt (*Cicer arietinum*) wordt wereldwijd geteeld (dit is 's werelds 3^{de} belangrijkste peulvrucht, na de sojaboon en de witte boon). De grootse producenten zijn India en Australië (Flanders' FOOD, 2016). Van oorsprong worden kikkererwten geteeld in tropische en subtropische regio's, maar ze kunnen ook geteeld worden in gematigde streken, al zijn opbrengsten dan aanzienlijk lager. Er is nog veel ontwikkeling nodig om de teelt van kikkererwten in Vlaanderen mogelijk te maken.

Productie

In Europa zijn de grootste producerende landen Spanje (26k ton) en Italië (22k ton) en worden opbrengsten gehaald van 0,8 ton/ha (Spanje) tot 1,5 ton/ha (Italië) (FAO, 2016). In Noordwest-Europa vindt geen commerciële teelt van kikkererwten plaats. Er zijn slechts enkele velden in Nederland en België waar geëxperimenteerd wordt met de teelt van kikkererwten.

Opbrengst

De opbrengst van kikkererwten is beduidend lager dan bijvoorbeeld van erwten of bruine bonen (Belder et al., 2014). Klompe landbouw is één van de weinige landbouwbedrijven in Nederland die ervaring heeft met de teelt van kikkererwten. In Vlaanderen is Inagro in 2018 begonnen met proefvelden kikkererwten. Ten tijde van deze studie was er nog niet geoogst en waren dus nog geen data over opbrengsten beschikbaar.

Afzet

Er zijn enkele producenten van vleesvervangers (Vivera, Greenway, Sofine, BOON) die kikkererwt als ingrediënt gebruiken. Deze worden geïmporteerd.

E.6 Hennep

Hennepzaad wordt in coproductie met hennepvezel geteeld. Afhankelijk van het ras, verschilt de opbrengst zaad en stro. Hennepvezel kent talrijke toepassingsgebieden. Het grootste deel van de in Nederland geproduceerde grondstof (17.000 ton) bastvezel wordt geëxporteerd, de scheven (het 'hout' van de stengel) worden goeddeels vermarkt als dierstrooisel.

Productie

Het areaal hennep in Europa bedroeg in 2014 naar schatting 15.000 ha. Frankrijk is de koploper in de teelt van vezelhennep, met een constante productie, gevolgd door kleinere, per jaar wisselende arealen in Engeland en Nederland. In België stond er in 2014 ongeveer 300 ha vezelhennep, waarvan 250 ha in Wallonië en 50 ha in Vlaanderen. (Mey, 2015) Hennepzaad wordt nog niet op grote schaal geproduceerd in Vlaanderen. Er worden proeven gedaan bij Inagro.

Opbrengst

De teeltkosten in Vlaanderen liggen rond de € 900 per ha waarmee deze hoger dan tarwe liggen. De opbrengst bij het dubbeldoelras is ongeveer 1 ton/ha voor het droge hennepzaad. Diervoederfabrikanten betalen een premie voor lokaal geteelde hennepzaad waardoor de prijs voor de teler ongeveer 800 euro/ton (droog) bedraagt. Daarnaast is de stro- opbrengst 6 tot 8 ton per ha. De verkoop van het stro is noodzakelijk om de teelt van hennepzaad rendabel te maken. Voor een zaadras ligt de zaadopbrengst rond de 1,8 ton/ha, maar de stro-opbrengst slechts rond de 1 à 2 ton/ha.

Afzet

Een barrière vormt nu nog het verwerken van de hennep. De oogstmachines en machines voor het scheiden van de vezels en de scheven hebben vaak problemen. Er is maar één partij in Vlaanderen die de hennep kan verwerken. Om in Vlaanderen bij een verwerker terecht te kunnen is minimaal ongeveer 20 ha nodig. Alle hennep voor humane consumptie wordt geïmporteerd. Wetgeving rondom voedselveiligheid in Vlaanderen is bij lokale teelt ook nog een belemmering aangezien er een speciale vergunning nodig is voor het drogen van hennep voor humane consumptie. De Hobbit gebruikt hennep als ingrediënt en haalt deze nu uit Duitsland.

E.7 Quinoa

Quinoa, of 'gierstmelde' (*Chenopodium quinoa*) is een eenjarige plant en komt uit de Amarantenfamilie. Quinoa wordt reeds duizenden jaren lang verbouwd in haar oorsprongsgebied de Andes-regio in Zuid-Amerika. De meeste akkerbouwers in Noordwest-Europa telen voor de Dutch Quinoa Group (DQG) die de gehele keten organiseert van veredeling, teeltbegeleiding, verwerking en afzet.

Productie

In Europa importeert Frankrijk de meeste quinoa: 6.300 ton in 2016. Daarna volgen Nederland (5.500 ton) en Duitsland (5.200 ton). België importeerde 1.900 ton. (Vanderheyden, 2018)

Vandaag de dag zijn Peru, Bolivia en Ecuador de grootste producenten. Door de grote wereldvraag is de productie in deze landen in de afgelopen decennia nagenoeg verviervoudigd – en doordat de vraag (en daarmee ook de prijs) naar deze 'superfood' zo sterk is gestegen, en de Zuid-Amerikaanse landen deze niet meer kunnen volgen, wordt er ook in onze contreien steeds meer (succesvol) geëxperimenteerd met quinoateelt.

De eerste Belgische quinoa werd geoogst op een proefveld in Rhisnes (in de provincie Namen) in de zomer van 2014. In mei 2015 werd de eerste ha quinoa gezaaid op Vlaamse bodem – door bioboer Marc Verhofstede in het Oost-Vlaamse Zulte. In totaal werd in 2015 in België 110 ha quinoa geteeld, waarvan 20 ha in Vlaanderen en 90 ha in Wallonië (Flanders Food, 2016). In Nederland werd in 2017 100 ha quinoa geteeld.

Opbrengsten

Er is lange tijd niet voldoende aanbod geweest voor de wereldwijde vraag. Hierdoor zijn de prijzen sterk gestegen (van 900 naar 2500 euro/ton) en is de teelt van het gewas economisch interessant geworden. Dit is langzaam aan het veranderen nu er ook buiten Zuid-Amerika quinoa geteeld wordt. Sinds 2016 is de prijs van quinoa redelijk stabiel, telers in Europa ontvangen ongeveer 900 euro per ton op dit moment. Wat de prijsontwikkeling zal zijn, is nog onzeker. Sommigen verwachten dat de prijs stabiel blijft, anderen verwachten dat de productie zal toenemen en de prijs nog wat zal dalen (Timmer, 2018a). Opbrengsten fluctueren van 1,7 tot 3,2 ton/ha, gemiddeld rond de 2,5 ton/ha.

Afzet

De markt voor quinoateelt in Nederland en Vlaanderen wordt gecontroleerd door de DQG. In samenwerking met de WUR heeft DQG zaden ontwikkeld en gepatenteerd die geschikt zijn voor de teelt in Noordwest-Europa (en ook steeds meer landen buiten Europa). Quinobel is de Belgische organisatie die de verdeelrechten heeft van deze rassen. Telers werken op contractbasis. Minimale schaalgrootte voor afname bij DQG is ongeveer 5 ha. In het begin van ieder seizoen inventariseert DQP de marktbehoefte en bepaalt het aantal ha dat nodig is. De bestaande telers kunnen dan inschrijven en mocht er nog meer productie nodig zijn, dan kunnen nieuwe telers zich aanmelden. Op dit moment is er een wachtlijst van geïnteresseerde telers. De verwerkingscapaciteit is voldoende en DQP werkt aan verhoging van de verkoop. Verkoop vindt 75% B2B plaats en 25% aan retail onder eigen label. Pluspunt van de lokaal geteelde quinoa boven import uit Zuid-Amerika is betere kwaliteitsgarantie, dit is bijvoorbeeld vooral van belang bij babyvoeding. Ook is de quinoa van hier iets zoeter. Verder moeten bij quinoa uit Zuid-Amerika de saponines (een glycoside, vormt een zeepachtig schuim vormt wanneer het in water wordt opgelost) verwijderd worden door te polijsten, wassen en te drogen. Aangezien de saponines in de gebruikte soorten hier minder aanwezig zijn, zijn deze processtappen hier dus niet nodig.

Teeltrisico's

Teeltrisico's zijn vergelijkbaar met andere gewassen. Akkerbouwers voelen soms nog wel een groter risico door onbekendheid. Er zijn risico's zoals insecten en onkruid, maar dit is goed te managen. De telers van DQG gebruikt geen gewasbeschermingsmiddelen en dit is ook niet per se nodig. De teelt past zeer goed in een vruchtwisseling met granen en aardappelen omdat quinoa niet gevoelig is voor graanziekten en slechts licht gevoelig is voor nematoden.

Appendix F Beoordeling landbouwkundige potentieel niet-grondgebonden productievormen

F.1 Waterplanten

F.1.1 Zeewier

De wereldproductie van zeewier was in 2012 ongeveer 3 miljoen ton (droge stof), met een jaarlijkse stijging van ongeveer 9%. In Europa wordt het merendeel van het voor consumptie bestemde wier uit het wild geoogst, met name in Frankrijk, Noorwegen en Ierland. Voor humane consumptie geschikte zeewieren, die in de Belgische wateren geteeld kunnen worden, zijn Atlantische wakame, suikerwier, blaaswier, zee-eik, zee-sla, dulse, nori en Iers mos. De Vlaamse zee lijkt kansrijk te zijn voor de zeewierteelt vanwege het positieve nutriëntenprofiel. Neem als voorbeeld de mosselteelt die hierdoor ook hoge productiecijfers laat zien.

Stadium technologie

In Vlaanderen vindt op dit moment nog geen commerciële zeewierteelt plaats, maar de teelt is zich sinds een jaar of vijf sterk aan het ontwikkelen. Sioen Industries uit Vlaanderen is een wereldspeler als het gaat om zeewier teelttechnologie en betrokken bij projecten in Vlaanderen en Nederland voor teelt in de Noordzee. Er is binnen het Seaconomy project een proefzone in de Noordzee in Vlaanderen waar geteeld wordt. En er ligt op dit moment een aanvraag voor een uitbreiding naar 6 zones in het Maritiem Ruimtelijk Plan waarin vanaf 2020 commercieel geteeld kan gaan worden.

Benodigde schaalgrootte

Om de teelt in Vlaanderen economisch rendabel te maken is een minimale schaalgrootte nodig van 1 tot enkele ha. In Nederland werd in 2017 250 ton (nat) zeewier geteeld op 1 ha. Dit wordt dit jaar uitgebreid naar 4 ha (De Roo, 2017). Uit studies blijkt dat opbrengsten mogelijk moeten zijn van 100 – 250 ton natte zeewier per ha (Pycke, 2017).

Afzet

De prijs van zeewier is in de afgelopen jaren vrij stabiel rond de € 220 per ton droge stof (Bjerregaard, 2016).

Tot op heden gebruiken enkele bedrijven in Vlaanderen zeewier, maar op kleine schaal en met zeewier afkomstig van wilde oogst uit het buitenland (Vlaanderen Circulair, 2018). Bij Delhaize is groen zeewier te koop, te consumeren als groente. Ook bij Colruyt ligt zeewier in het schap, bijvoorbeeld in de vorm van een vegetarische groenteburger met zeewier.

Uiteindelijk is export van in Vlaanderen geteelde zeewier voor humane voeding ook goed mogelijk. Voor de in Nederland geteelde zeewier is bijvoorbeeld interesse uit Azië vanwege de hoge kwaliteit. In Azië is er veel vervuiling en in de Oosterschelde is het water heel schoon (De Roo, 2017).

Het Seaconomy project is in 2016 gestart omdat bedrijven een groot aantal barrières ondervonden om zeewier lokaal te kweken, verwerken, en vermarkten in Vlaanderen. Mogelijke afnemers wachten op lokale producenten, mogelijke producenten op stabiele afzetmarkten en beschikbare kweekgebieden. Het doel van het project was om de waardeketen als geheel te mobiliseren dat alle barrières opgelost zullen kunnen worden en dat deze nieuwe duurzame economische activiteit zich zal vestigen in Vlaanderen (Danckaerts, 2016).

Teeltrisico's

Hoewel er verschillende studies zijn gedaan naar de opbrengsten per ha, blijft het afwachten of die in de realiteit gehaald worden. Daarnaast is er kans op aanvaringen van de zeewierboerderij met de pleziervaart aan de Vlaamse kust. Er is ook kans op stormschade.

F.1.2 Waterlinzen

Waterlinzen is een van de snelst groeiende plantjes ter wereld. Niet alle rassen zijn geschikt voor de teelt van waterlinzen. De meest voorkomende rassen zijn klein kroos (Latijn: *Lemna Minor*), bultkroos (Latijn: *Lemna Gibba* en Engels: fat duckweed), veelwortelig kroos (Latijn: *Spirodela Polyrhiza* en Engels: greater duckweed) en wortelloos kroos (Latijn: *Wolffia arrhiza* en Engels: rootless duckweed).

Waterlinzen hebben een voorkeur voor stilstaand water in gematigde en tropische gebieden. Onder gunstige omstandigheden (voldoende licht, passende bemesting etc.) zijn waterlinzen in staat om zich in 2 tot 3 dagen te verdubbelen qua biomassa. Met één ha waterlinzen kun je potentieel net zoveel eiwit produceren als met 10 ha soja.

De teelt vindt plaats in bassins, in de open lucht of in kassen. In een kas is het klimaat beter te regelen dan in de buitenlucht, wat tot een grotere opbrengst leidt. Een ander groot voordeel van de teelt in de kas is dat het hele jaar geoogst kan worden.

Voor de teelt van waterlinzen is een regelmatige bemesting belangrijk. De nutriënten uit de mest worden opgenomen in de plant en verdwijnen door het regelmatig oogsten, waardoor het kroos niet meer zal groeien. Daarnaast is de temperatuur van het water erg belangrijk (tussen de 20 en 30 graden Celsius).

Het oogsten gebeurt bij voorkeur met een speciale oogstmachine op basis van een transportband. Het apparaat kan zelfstandig werken waardoor elke dag geoogst kan worden (Hettinga, Horst, & Huizinga, 2015).

Stadium technologie

Teelt (en ook verwerking) van waterlinzen vindt nog niet op grote schaal plaats. ABC Kroos in Nederland heeft dit jaar de financiering rond van een productiefaciliteit van 2 kton per jaar die in 2020 gereed moet zijn. Hiermee is dit de eerste grootschalige fabriek in Europa. Voor de teelt zijn straks 30-50 ha nodig. Potentiële telers zijn agrariërs die op zoek zijn naar diversificatie en die lege kassen of bijvoorbeeld varkensstallen hebben staan die gebruikt kunnen worden. Eventueel kan ook in plastic tunnel kassen geteeld worden. ABC Kroos geeft cursussen aan potentiële telers om hen enthousiast te maken.

Benodigde schaalgrootte

Een teler moet minimaal 1 tot 1,5 ha leveren om het interessant te maken voor verwerking. In een kas zou 40 ton droge stof per ha kunnen worden geproduceerd. Hiermee is het saldo een stuk hoger dan bijvoorbeeld graan maar lager dan tomaten of komkommers. De prijs van waterlinzen moet nog bepaald worden. Volgens ABC-Kroos zou er zou tussen de 300-500 euro per ton droge stof waterlinzen betaald kunnen worden.

Afzet

De teelt en verwerking van waterlinzen is regionaal gebonden. Er moeten duidelijke afspraken gemaakt worden tussen teler en verwerker. De natte waterlinzen moeten naar de verwerker getransporteerd worden waarbij een straal van 50 km haalbaar is. Als de productiefaciliteit van ABC Kroos als proof-of-concept slaagt, is de volgende stap om andere productiefaciliteiten op te zetten door middel van licenties. ABC-Kroos heeft een patent waarmee technologie voor 3 jaar beschermd is.

Teeltrisico's

De teelttechniek is nog volop in ontwikkeling, er is nog niet heel veel ervaring. Waterlinzen (bewerkt) zijn nog niet toegestaan voor humane consumptie. Een aanvraag bij EFSA volgt eind 2018 waarmee verwacht wordt dat in 2020 hiervoor toestemming is.

F.2 Insecten

Sinds enkele jaren groeit in Europa en Vlaanderen de interesse om insecten te benutten als eiwitbron voor menselijke consumptie, als voeder voor landbouw- of huisdieren en/of om organische reststromen te verwerken. Om tegemoet te komen aan de groeiende behoefte aan een duidelijk kader en een gezamenlijk platform met betrekking tot insectenteelt, heeft de Vlaamse minister van Omgeving, Natuur en Landbouw, in 2015 een Strategisch Platform Insecten opgericht. Binnen dit Platform nemen zo'n

twintigtal organisaties uit het beleid, het onderzoek en de insectensector deel. Het Platform komt regelmatig samen om de kennis over en ervaringen met insectenteelt te structureren, te sturen en de knelpunten aan te kaarten. Ook worden stakeholdermeetings georganiseerd om alle actoren uit onderzoek, beleid en praktijk (bijvoorbeeld landbouwers) binnen de insectensector met elkaar in contact te brengen.

De land- en tuinbouworganisaties zien kansen voor agrariërs. Ze helpen met de omschakeling naar insectenteelt, vooral voor pluimvee- en varkenshouders (Nieuwe Oogst, 2016). Insectenteelt kan ook als uitbreiding worden gezien, zeker als bruikbare reststromen aanwezig zijn op het agrarisch bedrijf. De huidige wetgeving staat echter een beperkt aantal reststromen toe (zie ook paragraaf 9.6). Idealiter leven de insecten van reststromen (kringloop filosofie).

Ook nieuwe agrariërs kunnen inspelen op deze ontwikkeling. In tegenstelling tot traditionele veeteelt, is er geen groot oppervlakte aan land nodig.

Stadium technologie

Op dit moment vindt in Vlaanderen nog niet op grote schaal teelt van insecten plaats. Kleinschalige telers richten zich vooral op hobbyvoer en sinds 2017 zijn insecten toegestaan als visvoer. Er wordt op dit moment wel een installatie op de Open Manufacturing Campus in Turnhout gebouwd door Millibeter om te kunnen produceren op industriële schaal (1500 ton insectenmeel per jaar) (Susanova, 2018).

In het buitenland vindt al wel productie plaats op commerciële schaal. Een grote producent van insecten, Protix, is gevestigd in Nederland, gespecialiseerd in de larven van de Zwarte Soldaatvlieg. De larven worden verwerkt tot eiwitpoeder of insectenolie dat onder andere wordt gebruikt in voer voor honden en biggen. In 2017 bedroeg de productie 1600 ton larven. Protix is sinds 2017 ook producent van meelwormen, krekels en sprinkhanen voor humane consumptie door de overname van Fair Insects. In 2017 heeft Protix 45 miljoen euro financiering gekregen voor de volgende stap in opschaling van de productie (AGFundernews, 2017). Een andere grote producent is Kreca Ento-Food BV, een belangrijke speler in de productie en levering van insecten voor humane consumptie aan de internationale industrie.

Benodigde schaalgrootte

De kostprijs is in Vlaanderen op dit moment nog vaak te hoog vanwege de hoge arbeidsintensiteit. Door opschaling en automatisering moet deze zakken (Nieuwe Oogst, 2016). Het Interreg onderzoeksproject Entomospeed richt zich ook juist op automatisering. Uit simulaties van het Vlaams-Nederlandse Interreg project Entomospeed blijkt dat na opschaling, vanaf 50 ton meelwormen per jaar, het mogelijk is om concurrerend te produceren.

Afzet

Er wordt nu nog vooral geproduceerd voor hobby- en visvoer. Op dit moment geldt een marktprijs van ongeveer 7 tot 10 euro per kg voor meelwormen. Wetgeving vormt een grote barrière voor de commerciële teelt. Insecten mogen nog niet als diervoeder gebruikt worden. Verwacht wordt dat over één of twee jaar daar verandering in komt (Nieuwe Oogst, 2016). Dat zal de afzetmogelijkheden zeker vergroten. Diervoeder lijkt wel het meest kansrijke afzetkanaal. Voor toepassing van insecten voor humane voeding zijn nog veel hobbels te nemen (zie ook paragraaf 7.5.5 over consumentenacceptatie van insecten).

Teeltrisico's

Er is kans op virussen en bacteriën. Hierdoor kunnen hele populaties worden uitgeroeid. Ook bestaat er een risico's voor de telers. Die kunnen binnen 2 tot 3 maanden allergieën ontwikkelen gerelateerd aan huismijt en hooikoorts. Duidelijke instructies voor werkomstandigheden zijn dan ook essentieel om dit te voorkomen.

F.3 Microbiële eiwitten

De kweek van microbiële eiwitten, in het Engels single cell protein (SCP), vindt op verschillende wijze plaats. Zoals benoemd in hoofdstuk 2, zijn er drie type micro-organisme dat gebruikt wordt voor de productie van microbiële eiwitten: microalgen, schimmels en bacteriën. Wanneer de

groeiomstandigheden gunstig zijn, kunnen bacteriën een celdeling uitvoeren in slechts twintig minuten en ontstaan bijna 70 miljard cellen na een halve dag. Microalgen daarentegen delen gemiddeld slechts een keer per dag, waarbij wel opgemerkt moet worden dat algencellen gemiddeld groter zijn dan bacteriële cellen.

Naast een snelle groei is een hoog eiwitgehalte met een gunstig aminozuurprofiel een belangrijk criterium om een soort tot goede voedselproducent te maken. Een goede verteerbaarheid moet er vervolgens voor zorgen dat de eiwitten grotendeels vrijgemaakt worden uit de biomassa tijdens de vertering. Tot slot zijn er micro-organismen die toxines produceren als afweermechanisme, en dus best vermeden worden. Door de grote variatie aan eigenschappen onder micro-organismen en de veelheid aan criteria waaraan een soort moet voldoen om geschikt te zijn voor consumptie en grootschalige productie, is dan ook telkens een uitgebreide screening nodig in het laboratorium en onderzoek op pilotschaal (Muys, Meerburg, & Vlaeminck, 2015).

F.3.1 Microalgen

Chlorella en spirulina zijn de bekendste commercieel geteelde algen. De Spirulina wordt verkocht als poeder, korrel of in gellen. Momenteel worden de meeste microalgen geïmporteerd uit Azië of de Verenigde Staten waar de teelt vooral in open systemen plaatsvindt. Vlaanderen en Nederland concentreren zich op gesloten systemen en lopen hiermee voorop in de wereld. De voorziene teelt in Vlaanderen en Nederland moet zich kunnen onderscheiden door de hoge kwaliteit.

Grofweg bestaan er twee gesloten teeltsystemen van micro-algen: autotroof en heterotroof. Heterotroof wil zeggen dat er wordt geproduceerd op basis van organische stoffen uit andere organismen, bijvoorbeeld zetmeel. Autotroof wil zeggen dat er CO₂ gebruikt wordt als bron van koolstof en energie nodig is uit bijvoorbeeld zonlicht.

Er wordt gewerkt aan verschillende toepassingen waarin Spirulina verwerkt is (Agraqua, 2018). Bewerkte microalgen zoals eiwitconcentraten zijn niet nog niet toegestaan voor humane consumptie.

Stadium technologie

De teelt in Vlaanderen vindt nog niet op grote schaal plaats. Proviron in Vlaanderen produceert algen in een gesloten vlakke plaatsysteem. De toepassingen van dit product zijn vooral in aquacultuur. Duplaco in Nederland is één van de weinigen die algen als functioneel ingrediënt en als voedingssupplement en produceert. Duplaco gebruikt Chlorella microalgen en produceert op basis van een heterotroof systeem. Uiteindelijk leveren ze een waterig product met 10% of 20% droge stof of in poedervorm.

In het buitenland wordt al op grotere schaal algen geproduceerd in een gesloten autotroof systeem. In China staat een installatie van 10 ha, in Israël een installatie van 5 ha en dichterbij in Portugal een installatie van 1,2 ha. Landen waar veel zonuren zijn, zijn sowieso gunstig voor algenproductie. Deze landen hebben dan ook een voorsprong ten opzichte van landen in Noordwest-Europa.

Benodigde schaalgrootte

Op dit moment is de productie nog te duur voor toepassingen van microalgen als bulk eiwitingrediënt. De microalgen die nu worden geproduceerd, worden vooral voor pigmentproductie (voor bijvoorbeeld de voedselindustrie) ingezet. De verwachting is dat het nog 5 tot 10 jaar duurt om door opschaling van de productie, de prijs verder te laten dalen. De verwachting is dat dan op 100 ha algen kunnen worden geproduceerd voor ongeveer 1 euro per kg.

Toekomstige producenten zouden dan goed hightech landbouwers kunnen zijn, vergelijkbaar met tuinders in de kassenteelt.

Afzet

Volledige valorisatie van de microalgen is nodig om de teelt economisch haalbaar te maken. Alleen eiwitten produceren voor toepassingen in de voeding is niet interessant genoeg. De algenkweek is energie-intensief en kostbaar. Als toepassing van microalgen wordt naast eiwitten, gekeken naar bijvoorbeeld cosmetische toepassingen en kleurstoffen.

Er is veel onderzoek geweest naar de teelt van microalgen maar de markt in Vlaanderen breekt nog niet open. Kwekers willen opschalen maar hebben geen afzet zekerheid. Het afstemmen van afzet en leveringszekerheid zijn van belang. De markt voor humane consumptie in Vlaanderen (bijvoorbeeld verwerkt in burger) daalt alweer.

Risico's

Kostprijs en energieverbruik zijn vaak nog te hoog. De toekomst van algenproductie voor humane voeding, hangt voornamelijk af van reductie van productiekosten. Daarnaast is wetgeving nog een belemmering voor toepassing van (bewerkte) microalgen voor humane voeding.

F.3.2 Schimmeleiwit

De enige producent die succesvol gebruik maakt van het schimmeleiwit is Quorn. Het mycoproteïne waaruit Quorn is opgebouwd, is afkomstig van de schimmel *Fusarium venenatum*. De schimmel wordt gekweekt in grote, steriele fermentatie tanks. Glucose en vaste stikstof worden toegevoegd als voeding voor de schimmel, evenals vitaminen en mineralen om de voedingswaarde van het product te verbeteren. De resulterende mycoproteïne wordt vervolgens geëxtraheerd en warmte-behandeld om het overtollige niveau van RNA te verwijderen. Het product wordt gedroogd en gemengd met ei-albumine, die fungeert als bindmiddel.

Terwijl sommige bacteriën tot 25% nucleïnezuur en 15% gisten bevatten, is Quorn erin geslaagd de hoeveelheid terug te brengen tot dor voor menselijke consumptie acceptabele hoeveelheid van 1%.

Voor schimmels dient er gewaarschuwd te worden voor de mogelijke productie van secundaire metabolieten waaronder mycotoxines. Zo is *Fusarium venenatum* in staat om mycotoxines zoals trichothecenes (diacetoxyscirpenol (DAS), nivalenol and fusarenonX), butenolide and culmorin te produceren. Tijdens de productie van Quorn dient deze mogelijke productie strikt gemonitord en gecontroleerd te worden.

Stadium technologie

Quorn is al in 1985 begonnen met de verkoop van mycoproteïne.

Afzet

Quorn is de enige producent die mycoproteïne voor humane consumptie aanbiedt op de markt. Het heeft hen vele tientallen jaren gekost om deze technologie te realiseren (M. G. Wiebe, 2004) (M. Wiebe, 2002). Experts vertelden dat het met de huidige voedselveiligheid wetgeving een hele uitdaging zal zijn een nieuw product op basis van schimmels goed te laten keuren. Andere schimmelproducten op veiligheid dienen geëvalueerd te worden wat, door de mogelijke productie van secundaire metabolieten en mycotoxines, problematisch zou kunnen zijn.

F.3.3 Bacteriën

Stadium technologie

Het Vlaamse Avecom heeft een reeks microbiële fermentatieprocessen uitgewerkt om uit verschillende voedingsbronnen microbiële eiwitten voor menselijke consumptie aan te maken. Het microbiële eiwit wordt in industriële reactoren geproduceerd met als koolstofbron suikers, cellulose of plantaardige oliën afkomstig van de landbouw (organotrofe lijn) of industriële CO₂ (autotrofe lijn). Er wordt samengewerkt met de aardappelindustrie (Clarebout Potatoes en Agristo) om reststromen uit deze industrie in te zetten als bron voor de microbiële eiwitten.

Benodigde schaalgrootte

Op dit moment zijn er bij Avecom enkele tientallen kg geproduceerd. Er wordt op dit moment gewerkt aan het opschalen van de productie naar 1000 ton/jaar. De verwachting is dat het product concurrerend kan zijn met een prijs van 1,0 – 2,5 euro per kg eiwit (soja kost ongeveer 1 euro per kg eiwit). Die kosten gaan nog omlaag als de prijs van stroom daalt (wat de verwachting is). Laagwaardige warmte van industrie zou gebruikt kunnen worden voor het drogen.

Afzet

Op dit moment wordt vooral op diervoeding geconcentreerd als afzetkanaal. Er vinden gesprekken plaats met de diervoeder bedrijven. De volgende stap is humane voeding.

Risico's

Kostprijs en energieverbruik zijn nog te hoog. Het product is nog niet toegestaan voor humane consumptie. Er is contact met ESFA. Op dit moment lijkt de beoordeling 'general regarded as safe' te zijn en wordt er geen probleem verwacht met de toelating in het kader van Novel Food Verordening.

Appendix G Over het studieteam

Het onderzoek is uitgevoerd door een studieteam dat is samengesteld vanuit Technopolis B.V. en Blonk Consultants

Technopolis is een toonaangevend adviesbureau op wetenschaps- en innovatiebeleid in Europa, en heeft ruim 15 jaar ervaring met in Vlaanderen. Technopolis is goed thuis in diverse wetenschapsterreinen relevant voor deze studie en heeft een goed netwerk in Europa.

Kijk op www.technopolis-group.com/nl/ voor meer informatie.

Blonk Consultants is een advies- en onderzoeksbureau op het gebied van verduurzaming van agro- en voedingmiddelenketens. Het is in Europa leidend in kwantitatieve analyse van voedingmiddelenketens met een sterk accent op de milieucomponent. Blonk Consultants is sinds de begin jaren 2000 betrokken bij de eiwit-transitie en voert projecten uit voor overheden, sectoren en bedrijven om inzicht te krijgen in het duurzaamheids- en innovatiepotentieel van de eiwit-transitie.

Kijk op www.blonkconsultants.nl voor meer informatie.

technopolis |group| The Netherlands
Spuistraat 283
1012 VR Amsterdam
The Netherlands
T +31 20 535 2244
F +31 20 428 9656
E info.nl@technopolis-group.com
www.technopolis-group.com

Blonk Consultants
Gravin Beatrixstraat 34
2805 PJ Gouda
The Netherlands
+31 182 579 970
info@blonkconsultants.nl
www.blonkconsultants.nl