

An aerial photograph of a landscape. On the left, there is a dense forest with trees showing autumn colors in shades of green, yellow, and orange. A narrow path or stream winds through the trees. To the right of the forest is a large, rectangular green field, possibly a grassy area or a young plantation. The rightmost portion of the image is a dark, vertical wooden plank texture.

**VOEDSELBOSSEN
ALS
VOEDSEL
PRODUCTIE
METHODE
VOOR
DE
TOEKOMST?**

Sterre Offerman

18-01-2021

Omslagfoto: Kapitein, 2020

Voedselbossen als voedselproductie -methode voor de toekomst?

Adviesrapport

Stagebedrijf

IKL Limburg
Susterderweg 31
6118 CP Nieuwstadt
ikl@ikl-limburg.nl
046 303 0530

Stagebegeleider

Erik Rietjens
Ontwerper en projectleider
e.rietjens@ikl-limburg.nl

Stagedocent

Annemariet van der Hout
a.vanderhout@has.nl

Auteur

Sterre Offerman
s.offerman@has.nl
s.offerman@ikl-limburg.nl

Voorwoord

Voor u ligt het rapport 'Voedselbossen als voedselproductiemethode voor de toekomst?'. Het onderzoek is uitgevoerd voor Stichting IKL Limburg. Dit rapport is geschreven in het kader van mijn stageperiode van twintig weken aan de opleiding Milieukunde op HAS Hogeschool in 's Hertogenbosch.

In samenwerking met mijn stagebegeleider, Erik Rietjens, heb ik de onderzoeksvraag opgesteld, waarna ik door middel van een kwalitatief onderzoek de onderzoeksvraag heb kunnen beantwoorden. Tijdens het onderzoek stonden Erik en mijn stagedocent, Annemariet van Hout, altijd klaar om mijn vragen te beantwoorden.

Ik ging met weinig voorkennis over voedselbossen dit onderzoek in. Wel ben ik altijd een liefhebber van de natuur geweest en daarom ook een tegenstander van de landbouwmethode die de laatste jaren toegepast wordt.

In het begin van het onderzoek heb ik vooral algemene kennis opgedaan, hier merkte ik gelijk dat voedselbossen nog niet zo'n bekend onderwerp is waar ook weinig data over beschikbaar is. Hierdoor ben ik met veel personen in gesprek gegaan over hun denkbeeld en mening over het onderwerp. Ik heb gemerkt dat veel verschillende meningen bestaan. Ook beschikken deze personen vaak over averechtste of onvoldoende kennis. Naar aanleiding van mijn onderzoek heb ik mijn eigen mening kunnen vormen. Zo ben ik van mening dat de reguliere landbouwmethode geen toekomst heeft en moet veranderen. Ik zie voedselbossen dan ook als een van de oplossingen hiervoor, dit zorgt namelijk voor het behouden van het natuurlijk kapitaal.

Bij deze wil ik graag Erik en Annemariet bedanken voor de fijne begeleiding en ondersteuning tijdens deze twintig weken. Ook wil ik alle respondenten bedanken die mee hebben gewerkt aan dit onderzoek en hun kennis en meningen hebben gedeeld. Tot slot wil ik Stichting IKL Limburg bedanken voor de interessante en leerzame stageperiode.

Ik wens u veel leesplezier!

Sterre Offerman
18 januari 2021

Samenvatting

Steeds meer broeikasgassen worden uitgestoten door activiteiten van de mens, met klimaatverandering als gevolg. De landbouw was in 2019 verantwoordelijk voor 14 procent van de totaal uitgestoten broeikasgassen in Nederland (CBS, z.d.). Volgens Wouter van Eck kunnen voedselbossen een oplossing hiervoor zijn, omdat geen externe inputten en wereldwijd transport nodig is bij de voedselproductie via voedselbossen. Door deze vrij nieuwe ontwikkeling van voedselproductie in de westerse wereld is weinig data beschikbaar over voedselbossen, wat het lastig maakt, voor onder andere IKL, om discussies te kunnen voeren over de vergelijking tussen voedselproductie via gangbare gewassen en voedselproductie via voedselbossen. Vanuit deze probleemstelling is een hoofdvraag opgesteld: Wat is de echte prijs van de voedselproductie van voedselbossen in vergelijking met de voedselproductie van gangbare gewassen? Het doel hiervan was om een vergelijking te kunnen trekken tussen beide voedselproductiemethodes met behulp van een True Price die uitgerekend is door het opstellen van een maatschappelijk kosten- en batenganalyse. Dit is gedaan door gebruik te maken van de True Pricing-methode uit het rapport 'Maatschappelijke effecten van voedsel: Een verkenning van een nieuwe methodiek' van Wageningen Economic Research (Baltussen et al., 2017). Speciale aandacht is uitgegaan naar de effecten van beide voedselproductiesoorten op het natuurlijk kapitaal en de energieopbrengst per hectare. Voor gangbare gewassen is gekeken naar aardappel- en sperzieboongewassen, voor het voedselbos is gekeken naar de tamme kastanje en de rode bes.

Uit de deelvragen blijkt dat de netto energieopbrengst van een voedselbos het minst negatief is, namelijk -299.723 kilocalorieën. Hierna komt de aardappelteelt met -2.133.997 kilocalorieën. Tot slot heeft de sperziebonenteelt een rendement van -5.630.568 kilocalorieën. Dit betekent dat voedselbossen het meest rendabel zijn kijkend naar de energiesom. Uit de interviews met de experts blijkt dat voedselbossen meer toekomstperspectief hebben dan gangbare gewassen. Dit komt omdat voedselbossen zorgen voor biodiversiteit, koolstofbinding en waterhuishouding terwijl gangbare gewassen zorgen voor uitputting van de bodem, watervervuiling en het verdwijnen van organismen. Tegenargumenten die gegeven worden zijn het onbegrip door de autoriteiten, benodigde ecologische kennis, de aanlooptijd, afzetmogelijkheden, foutieve informatie die gedeeld wordt en dat veel mensen het zien als hobby. Als gekeken wordt naar het effect op natuurlijk kapitaal, blijkt dat aardappel- en sperzieboongewassen op alle onderwerpen negatiever scoren dan een tamme kastanje en rode bessenstruik uit een voedselbos. Hoe negatiever de score, hoe groter het effect op het natuurlijk kapitaal. Hoe positiever de score, hoe kleiner het effect en hoe groter de kans is op toegevoegde waarde op het natuurlijk kapitaal. De onderwerpen met een positieve score bij gangbare gewassen zijn beperking van klimaatverandering en natuurwaarde. De negatieve onderwerpen bij de gangbare gewassen zijn terrestrisch ecosysteem, bodemkwaliteit, luchtkwaliteit, waterkwaliteit, landgebruik, bijdrage aan klimaatverandering en uitputting van hulpbronnen. Terwijl dit de onderwerpen zijn die bij een voedselbos positief scoren. Het onderwerp dat bij een voedselbos negatief scoort is uitputting van hulpbronnen.

In de foutendiscussie wordt aangekaart dat de tamme kastanje en rode bes uit een scala aan plantensoorten persoonlijk gekozen zijn. Ook in het onderzoek naar voedingsstoffen door de jaren heen spelen het onderzoeksland, cijfervergelijkingen van vroeger en nu en de onnauwkeurige of onmogelijke laboratoriumbepalingen mee.

Geconcludeerd kan worden dat de kwalitatieve True Price en de netto energieopbrengst weergeven dat voedselbossen in de toekomst meer slagingskansen hebben als duurzame voedselproductiemethode dan gangbare gewassen. Geadviseerd wordt dat meer onderzoek gedaan moet worden naar het verschil tussen gangbare landbouw en voedselbossen, en het verschil tussen voedselbossen en bossystemen. Ook wordt aanbevolen dat financiële instellingen onderzoek doen naar subsidies die uitgereikt kunnen worden aan boeren die natuur inclusieve landbouw uitoefenen. Tot slot wordt aanbevolen om een methode op te stellen waar het effect van verschillende voedselproductiemethodes op het milieu met elkaar vergeleken kunnen worden.

Inhoudsopgave

1. Inleiding	6
2. Methode	8
3. Resultaten	14
3.1a. Wat is het effect van voedselproductie van gangbare gewassen op het natuurlijk kapitaal?.....	14
3.1b. Wat is het effect van voedselproductie door middel van voedselbossen op het natuurlijk kapitaal?	16
3.1c. Wat is het verschil van de effecten op het natuurlijk kapitaal tussen gangbare gewassen en voedselbossen?.....	18
3.2. Hoe kijken experts tegen voedselbossen aan?	20
3.3. Wat is de netto energieopbrengst bij de oogst van één hectare gangbaar gewas?.....	22
3.4. Wat is de netto energieopbrengst bij de oogst van één hectare voedselbos?.....	26
3.5. Welke externaliteiten, die betrekking hebben op het natuurlijk kapitaal, komen kijken bij voedselproductie?	29
3.6. Maatschappelijke kosten- baten analyse van een aardappelgewas, sperzieboongewas en voedselbos	32
3.7. Wat is de echte prijs van voedsel uit één hectare gangbaar gewas en één hectare voedselbos?	33
4. Discussie	38
5. Conclusie en aanbevelingen	40
Bibliografie	42
Bijlage 1. Literatuuronderzoek	49
Bijlage 2. Interviews	58
Bijlage 3. Rekenmethode energieopbrengst bij gangbare gewassen	67
Bijlage 4. Rekenmethode energieopbrengst bij voedselbossen	69
Bijlage 5. Toelichting op de berekende eindscores	70

1. Inleiding

De temperatuur op aarde stijgt, met als gevolg dat het klimaat verandert. Steeds meer broeikasgassen, zoals koolstofdioxide, methaan en lachgas, komen in de atmosfeer terecht door menselijke activiteiten. Voorbeelden van deze activiteiten zijn het verwarmen van huizen met fossiele brandstoffen, het kappen van bomen voor hout/ruimte en het produceren van voedsel (Milieu Centraal, z.d.). Om dit probleem aan te kunnen pakken is wereldwijd het Klimaatakkoord van Parijs opgesteld. 195 landen hebben afspraken gemaakt om de uitstoot van broeikasgassen terug te dringen, zodat de aarde niet verder opwarmt. Elk land kan hierin eigen doelen stellen. Zo heeft Nederland het doel om in 2030 49 procent minder broeikasgassen uit te stoten dan in 1990 is gedaan (Rijksoverheid, 2019). Omdat de landbouw in 2019 verantwoordelijk was voor 14 procent van de totaal uitgestoten broeikasgassen kan het een steentje bijdragen door veranderingen aan te brengen in de voedselproductiemethode (CBS, z.d.).

Volgens Wouter van Eck zijn voedselbossen de nieuwe manier van voedselproductie. Voedselbossen stoten minder broeikasgassen uit omdat machines niet nodig zijn voor het ploegen, eggen, mesten, zaaien, wieden, spuiten en sproeien. Ook hoeft dit in voedselbossen geproduceerde voedsel niet geïmporteerd te worden. Hierdoor hoeft geen ver transport plaats te vinden waardoor de uitstoot van broeikasgassen door vrachtwagens, boten of vliegtuigen gespaard kan worden. Naast de bovenstaande zeven arbeidsintensieve activiteiten zijn meer verschillen aan te tonen, zoals de effecten op het natuurlijk kapitaal. Voorbeelden van het natuurlijk kapitaal zijn het aquatisch ecosysteem, uitputting van hulpbronnen en bodem-, water en luchtkwaliteit (van Dinther, 2018).

Echter is weinig informatie beschikbaar over de vergelijking tussen voedselproductie van gangbare gewassen en voedselproductie van voedselbossen. Omdat data een belangrijk onderdeel is voor, onder andere, IKL om discussies te kunnen voeren, is de doelstelling van dit onderzoek het vergelijken van de voedselproductie van voedselbossen met de voedselproductie van gangbare gewassen, zodat inzichtelijk wordt wat de echte prijs is. Hier is antwoord op gekregen door een aanvulling te maken op de maatschappelijke kosten-baten analyse van Wageningen Economic Research. In de maatschappelijke kosten-baten analyse zijn scores toegekend aan de effecten van gangbare gewassen en voedselbossen op het natuurlijk kapitaal. De data die hieruit is gekomen is in een True pricing-model toegepast, waardoor een kwalitatieve echte prijs is uitgerekend.

De benodigde informatie voor het onderzoek is via een verdiepend literatuuronderzoek en interviews met experts verkregen. Het voedselbos dat gebruikt is voor de benodigde informatie is voedselbos Ketelbroek in Groesbeek en voedselbos Schijndel. De tamme kastanje en de rode bes worden gebruikt als voedselbossoorten in de maatschappelijke kosten-baten analyse. De gangbare gewassen waar onderzoek naar gedaan is zijn aardappel- en sperzieboongewassen, deze worden gebruikt als gangbare gewassoorten in de maatschappelijke kosten-baten analyse. De werkwijze van de deelvragen en –producten wordt in Hoofdstuk 2, de methode, verder uitgelegd.

Om de doelstelling te halen, is de volgende hoofdvraag beantwoord: Wat is de echte prijs van de voedselproductie van voedselbossen in vergelijking met de voedselproductie van gangbare gewassen?

Om de hoofdvraag stap voor stap te kunnen beantwoorden zijn de volgende deelvragen opgesteld:

- 1a. Wat is het effect van voedselproductie van gangbare gewassen op het natuurlijk kapitaal?
- 1b. Wat is het effect van voedselproductie door middel van voedselbossen op het natuurlijk kapitaal?
- 1c. Wat is het verschil van de effecten op het natuurlijk kapitaal tussen gangbare gewassen en voedselbossen?
2. Hoe kijken experts tegen voedselbossen aan?
3. Wat is de netto energieopbrengst bij de oogst van één hectare gangbaar gewas?
4. Wat is de netto energieopbrengst bij de oogst van één hectare voedselbos?
5. Welke externaliteiten komen kijken bij voedselproductie?
6. Maatschappelijke kosten- baten analyse van een aardappelgewas, sperzieboongewas en voedselbos
7. Wat is de echte prijs van voedsel uit één hectare gangbaar gewas en één hectare voedselbos?

2. Methode

In dit hoofdstuk wordt de aanpak van het onderzoek beschreven. Allereerst wordt gekeken naar de deelvragen. De te nemen stappen om de deelvragen te beantwoorden en uit te werken worden toegelicht. Hierna wordt gekeken naar de manier van informatieverzameling. Beschreven wordt welke onderzoeksmethodes gebruikt zijn tijdens het onderzoek. Ook wordt de betrouwbaarheid van de bronnen toegelicht.

2.1. Deelvragen

Wat is het effect van voedselproductie van gangbare gewassen op het natuurlijk kapitaal?

In de eerste deelvraag is gekeken naar de gevolgen die de voedselproductie van gangbare gewassen heeft op het natuurlijk kapitaal. Het natuurlijk kapitaal bestaat uit ecosysteemdiensten. In Bijlage 1 zijn deze ecosysteemdiensten uitgewerkt in drie categorieën: productie-, culturele en regulerende diensten. Naast het natuurlijk kapitaal wordt ook gekeken naar de voedselproductiemethode van gangbare gewassen. In dit geval verstaan we onder gangbare gewassen, aardappelgewassen. Het teeltproces van aardappelgewassen wordt gebruikt, omdat in het rapport “Maatschappelijke effecten van voedsel: Een verkenning van een nieuwe methodiek” van Wageningen Economic Research (Baltussen et al., 2017) ook gekeken wordt naar onder andere dit gewas. In dit rapport wordt een True Price berekend van het product aardappels. Deze berekening is in dit onderzoek gebruikt om een vergelijking te trekken met voedselbossen.

De activiteiten tijdens het aardappelen proces zijn beschreven in zeven stappen: grondbewerking, kunstmest toevoegen, aardappelen poten, ruggen opbouwen, bewatering, ziektebestrijding en het oogsten. Bij elk van deze activiteiten zijn handelingen beschreven. Deze handelingen hebben een milieugevolg, dit gevolg wordt gekoppeld aan een ecosysteemdienst. Zo zorgt de activiteit grondbewerking voor het omploegen van wortels. Wortels houden grond vast, als deze niet meer aanwezig zijn in de grond spoelt de bovenste bodemlaag weg, hierdoor ontstaat bodemerosie. De belangrijkste ecosysteemdiensten die in deze deelvraag worden benoemd zijn de aanwezigheid van drinkwater, het reinigend vermogen van de bodem, bodemvruchtbaarheid, bodemerosie en het waterbergend vermogen van de bodem.

Wat is het effect van voedselproductie door middel van voedselbossen op het natuurlijk kapitaal?

In deze deelvraag is wederom gekeken naar de gevolgen van voedselproductie op het natuurlijk kapitaal. Deze keer wordt de voedselproductie via voedselbossen beschreven. De activiteiten tijdens het voedselbossenproces worden in zes stappen beschreven. Deze stappen bestaan uit het terrein onderzoeken, biodiversiteit realiseren, ontwerpen, aanplanten, terughoudend beheren en oogsten. Bij elk van deze activiteiten zijn handelingen beschreven. Deze handelingen hebben een milieugevolg, dit gevolg wordt gekoppeld aan een ecosysteemdienst. De belangrijkste ecosysteemdiensten die komen kijken bij deze manier van produceren zijn de symbolische waarde van de natuur, de kustbescherming en verkoeling in de stad.

Wat is het verschil van de effecten op het natuurlijk kapitaal tussen gangbare gewassen en voedselbossen?

In deze deelvraag is de vergelijking getrokken tussen de effecten op het natuurlijk kapitaal bij de voedselproductie van aardappelen en voedsel uit het voedselbos. Allereerst is het verschil beschreven met behulp van informatie uit deelvragen 1a en 1b. Hierna is het verschil beschreven met behulp van Figuur 1: het landgebruik. Gekeken wordt naar de koolstofbinding, biodiversiteit, externe inputten van grondstoffen en klimaatweerbaarheid per voedselproductiemethode.

Hoe kijken experts tegen voedselbossen aan?

In deze deelvraag wordt gekeken naar de mening en kennis van experts op het gebied van voedselbossen en gangbare gewassen door middel van een interview. De interviewvragen zijn semigestructureerd, waardoor gedetailleerde informatie tot stand komt. De vragen zijn van tevoren opgesteld en tijdens het gesprek gesteld. Afwijken van de vragen is mogelijk gemaakt zodat interessante uitspraken of onderwerpen verder besproken kunnen worden. Aan elke expert zijn drie dezelfde vragen gesteld, de rest van de vragen zijn opgesteld aan de hand van de deskundigheid van de expert. De interviews zijn opgenomen. Vanuit deze opname zijn de interviewvragen en -antwoorden uitgeschreven. Het interview is woordelijk getranscribeerd; aarzelingen en stopwoordjes zijn niet meegenomen waardoor het interview makkelijk leesbaar is. De meest relevante interviewvragen zijn samengevat in Hoofdstuk 3.2. De rest van de interviewvragen zijn uitgeschreven in Bijlage 2. De achtergronden van de vier geïnterviewde experts staan beschreven in Bijlage 1.

Het eerste interview is afgenomen met Marco de Redelijkheid van Waterschap Limburg. Het doel van het interview is kennis opdoen over de gevolgen van gangbare gewassen op het aquatisch ecosysteem. Ook zijn de gevolgen van een voedselbos op het aquatisch ecosysteem besproken.

Het volgende interview is afgenomen met Mark Venner, een voedselbosboer uit Baexem. Het doel van het interview is achterhalen waarom hij zijn land omgevormd heeft tot voedselbos en voedselbosboer is geworden. Ook is besproken wat nodig is voor een omvorming.

Hierna is het interview met Wouter van Eck afgenomen, expert en voedselbosboer van voedselbos Ketelbroek. Het doel van het interview is kennis opdoen over voedselbossen en de positieve en negatieve kanten hiervan. Ook aan Wouter is gevraagd wat nodig is om land om te vormen en voedselbosboer te worden.

Het laatste interview is afgenomen met Bram Derikx van Limburgse Land en Tuinbouwbond. Het doel is om kennis op te doen over hoe gangbare agrariërs over voedselbossen denken. Ook is aan Bram gevraagd wat een boer nodig heeft om zijn land en zichzelf om te scholen tot voedselbos(boer).

De experts zijn via een e-mail gevraagd om deel te nemen, ook is via dit medium een datum geprikt. Het interview zelf heeft plaatsgevonden via Microsoft Teams.

Wat is de netto energieopbrengst bij de oogst van één hectare gangbaar gewas?

In deze deelvraag is gekeken naar de energieopbrengst van één hectare aardappel- en sperzieboongewas. Allereerst is onderzoek gedaan naar de hoeveelheid kilo's consumptieaardappelen en sperziebonen per hectare en de voedingswaarde van 100 gram aardappelen en sperziebonen. De voedingswaarde waarnaar gekeken is, zijn calorieën,

vetten, koolhydraten en eiwitten. De aardappelen en sperziebonen (in kilo's) zijn vermenigvuldigd met de voedingswaarden. Uiteindelijk is hier de energieopbrengst per hectare van elke voedingswaarde uitgekomen. Echter moet ook het energieverlies meegerekend worden. Om dit uit te rekenen is gekeken naar het energieverbruik tijdens het teeltproces, de vruchtwisseling die bij aardappelteelt komt kijken en het gehalte voedingsstoffen door de jaren heen. De energieverbruiken zijn overgenomen uit het rapport 'Energiebesparing op het agrarisch bedrijf' (Kamp et al., 2010). De betrouwbaarheid is aangetoond door het gebruik van KWIN-cijfers en gemiddelde verbruiksnormen en systemen. KWIN is een productie van Wageningen UR Livestock Research en bestaat uit betrouwbare en actuele gegevens die beschikbaar gesteld worden voor berekeningen, bedrijfsevaluaties en begrotingen (WUR, z.d.).

Omdat verschillende energie-eenheden gebruikt zijn, zijn alle eenheden omgerekend naar gigajoule. Deze berekeningen zijn overgenomen en uitgevoerd zoals gedaan is in het rapport 'Energiebesparing op het agrarisch bedrijf' (Kamp et al., 2010). Vervolgens is de keuze gemaakt om deze gigajoules om te rekenen naar kilocalorieën in plaats van de kilocalorieën van de opbrengst om te rekenen naar gigajoules. Joules zijn net als kilocalorieën een eenheid van energie. Joule is een nieuwere eenheid. Echter als het gaat om voedsel wordt de eenheid kilocalorieën gebruikt. De keuze is gevallen op kilocalorieën, waardoor het duidelijk blijft dat het om voedselgewassen gaat (USDA & HSS, 2011). Door deze berekening is het verlies afgetrokken van de opbrengst en is de netto energieopbrengst per hectare gewas inzichtelijk geworden.

Wat is de netto energieopbrengst bij de oogst van één hectare voedselbos?

In deze deelvraag is gekeken naar de energieopbrengst van één hectare voedsel uit een voedselbos. Dit is gedaan met behulp van het rapport 'DESIGN AND PERFORMANCE EVALUATION OF A 1HA PRODUCTIVE FOOD FOREST MODEL' (Boulestreau & Van Eck, 2016). Uit het rapport zijn de dertien eetbare plantensoorten, de hoofdopbrengst per plant, en het aantal planten overgenomen van één hectare productievoedselbosmodel. Hiermee is het aantal kilo's per soort uitgerekend. Deze aantallen zijn vermenigvuldigd met de voedingswaarden. De voedingswaarde waarnaar gekeken is, zijn calorieën, vetten, koolhydraten en eiwitten. Naast de energieopbrengst is ook gekeken naar het energiegebruik tijdens het proces. Alle energie-eenheden zijn omgezet naar kilojoules en vervolgens naar kilocalorieën waardoor het verlies afgetrokken is geworden van de opbrengst en de netto energieopbrengst per hectare voedselbos inzichtelijk is geworden.

Welke externaliteiten komen kijken bij voedselproductie?

In deze deelvraag is gekeken naar de externe effecten die komen kijken bij het produceren van voedsel. Gekeken is naar de productiemethode van een gemiddeld geconsumeerd voedselproduct in Nederland. Onderzocht zijn het aquatisch ecosysteem, het terrestrisch ecosysteem, bodemkwaliteit, luchtkwaliteit, waterkwaliteit, landgebruik, bijdrage en beperking aan klimaatverandering, uitputting van hulpbronnen en de natuurwaarde. Al deze onderwerpen zijn toegelicht. Tevens is beschreven waarom ze van toepassing zijn bij voedselproductie.

Maatschappelijke kosten- baten analyse van een aardappelgewas, sperzieboongewas en voedselbos

In deze deelvraag is gekeken naar de kosten en baten die komen kijken bij de voedselproductie via gangbare gewassen en via voedselbossen. Voor gangbare gewassen is gekeken naar aardappelgewassen en sperzieboongewassen. Voor voedselbossen is gekeken naar de tamme kastanje en de rode bes. De kosten en baten zijn weergegeven als (eind)scores. De kosten als negatieve score, de baten als positieve score. Deze scores worden voor de volgende onderdelen gegeven: het aquatisch ecosysteem, het terrestrisch ecosysteem, bodemkwaliteit luchtkwaliteit, waterkwaliteit, landgebruik, bijdrage en beperking aan klimaatverandering, uitputting van hulpbronnen en de natuurwaarde. De eindscores zijn uitgerekend aan de hand van de volgende formule: *Gemiddelde Grootte × Relatieve Grootte*. De gemiddelde grootte is bepaald door te kijken naar de effecten van de productie van een gemiddeld voedselproduct op het natuurlijk kapitaal. De relatieve score is bepaald door te kijken naar de effecten van de productie van een specifiek voedselproduct op het natuurlijk kapitaal. Aan deze gemiddelde grootte kan een score van -7 tot 7 gegeven worden. Een -7 geeft aan dat het product een grote negatieve invloed heeft op het natuurlijk kapitaal. Een 7 geeft aan dat het product een grote positieve invloed heeft op het natuurlijk kapitaal. Aan de relatieve grootte kan een score van 0 tot en met 7 gegeven worden. Hier betekend de 0 een minder negatief of positief effect ten opzichte van de gemiddelde grootte. Een 4 betekend 'gelijk aan' en een 7 betekend een groter positief of negatief effect ten opzichte van de gemiddelde grootte. De beschikbare scores (-7 tot en met -7 en 0 tot en met 7) zijn overgenomen uit het rapport 'Maatschappelijke effecten van voedsel' (Baltussen et al., 2017).

De scores voor aardappelen en sperziebonen zijn overgenomen uit het rapport 'Maatschappelijke effecten van voedsel' (Baltussen et al., 2017). De manier van scorebepaling voor deze twee producten is toegelicht in het rapport, in het hoofdstuk 'Methodiek' en in 'Bijlage 2'. De scores voor de tamme kastanje en de rode bes uit het voedselbos zijn tot stand gekomen met behulp van drie werknemers van IKL: Erik Rietjens, Mark Venner en Floss van Gorkum. Erik en Mark zijn experts op het gebied van voedselbossen. Floss is projectleider voor het onderwerp voedselbossen. Floss is toegevoegd aan deze experts zodat een zo objectief mogelijke score berekend kan worden. Voorafgaand aan dit gesprek is literatuur opgedaan over de tamme kastanje en de rode bes, denk aan het wortelstelsels, de aantrekking van organismen en de opname van fijnstof, stikstofoxiden, ozon en koolstofdioxide door de plant. Allereerst wordt de gemiddelde grootte berekend. Deze wordt voor elke externaliteit geïmplementeerd vanuit de gemiddelde score van gangbare gewassen uit het rapport 'Maatschappelijke effecten van voedsel'. De gemiddelde voedselbossoort die gebruikt wordt bij het geven van de scores is de hazelaar. Omdat het voedselbos over het algemeen minder invloed heeft op natuurlijk kapitaal zijn alle gemiddelde scores hoger dan bij de gangbare gewassen. In Bijlage 5 zijn de gegeven scores toegelicht.

Om te beschrijven hoe de relatieve grootte tot stand is gekomen, wordt het effect van de tamme kastanje op het aquatisch ecosysteem als voorbeeld genomen. Allereerst wordt gekeken naar Hoofdstuk 3.5 waarin de externaliteiten beschreven zijn en naar welke onderwerpen gekeken moet worden als een score voor deze externaliteit berekend moet worden. Bij het aquatisch ecosysteem wordt gekeken naar het effect op de biodiversiteit van natuurlijke zoetwateren en marine ecosystemen door emissies van onder andere schadelijke stoffen zoals broeikasgassen en door veranderingen in de bodem

veevoerindustrie. Omdat de tamme kastanje in een voedselbos geen mest of bestrijdingsmiddelen krijgt, kunnen deze ook niet uitspoelen. Verder is de tamme kastanje in een voedselbos geen onderdeel van een aquatisch ecosysteem en heeft het geen invloed. Vervolgens moet een score gegeven worden ten opzichte van de gemiddelde grootte. De gemiddelde grootte is een score van 1. Omdat de tamme kastanje dezelfde invloed en redenatie heeft als bij de gemiddelde voedselbossoort, wordt dezelfde score gegeven. Als de relatieve gelijk is aan de gemiddelde wordt een 4 gegeven. Deze stappen worden vervolgens voor elke externaliteit herhaald. Uiteindelijk kunnen de gemiddelde en de relatieve groottes vermenigvuldigd worden tot een eindscore. De eindscores van de aardappel- en sperzieboongewassen, rode bes en tamme kastanje zijn naast elkaar in een tabel weergegeven.

In Bijlage 5 zijn de gegeven scores toegelicht.

Wat is de echte prijs van voedsel uit één hectare gangbaar gewas en één hectare voedselbos?

Tot slot is in deze deelvraag de echte prijs berekend van één hectare aardappel- en sperzieboongewas en het voedsel uit één hectare tamme kastanje en rode bes uit het voedselbos. Dit is gedaan door de scores uit deelvraag 6 te vertalen naar een figuur. Deze figuur is opgesteld uit een achtergrond in de vorm van een wereldkaart, een positieve en negatieve kant met een tussenstreep en 7 stippenlijnen die elk voor 5 punten staan. Weergegeven is de grootte aan de hand van de eindscores die gegeven zijn in Hoofdstuk 3.6, van elk volgend onderdeel: het aquatisch ecosysteem, het terrestrisch ecosysteem, bodemkwaliteit, luchtkwaliteit, waterkwaliteit, landgebruik, bijdrage en beperking aan klimaatverandering, uitputting van hulpbronnen en de natuurwaarde. De negatieve scores hebben een rode kleur gekregen en de positieve scores hebben een groene kleur gekregen.

2.2. Informatieverzameling

In dit onderzoek zijn twee onderzoeksmethodes toegepast: deskresearch en kwalitatief onderzoek. Bij deskresearch wordt gebruik gemaakt van bestaande en beschikbare informatie in de vorm van een literatuuronderzoek (Scribbr, z.d.) Kenmerken van een kwalitatief onderzoek zijn een open en brede hoofdvraag en interviews waar de uitkomst niet cijfermatig hoeft te zijn (Shiny, 2020). In deelvragen 1a, 1c, 3, 4, 5, en 6 is deskresearch toegepast. In de deelvragen 1b, 2, 6 en 7 is kwalitatief onderzoek toegepast.

Voor het schrijven van het rapport zijn de diensten van Microsoft One Drive gebruikt. Denk hierbij aan documenten, spreadsheets, en presentaties. Voor interne en externe online vergaderingen zijn de diensten van Microsoft Teams gebruikt. Ook is de wetenschappelijke als de niet wetenschappelijke zoekmachine van Google gebruikt. Naast de diensten van Google zijn de zoekservices Sciencedirect, Greenl en de bibliotheek van WUR gebruikt. Ook is het sneeuwballeneffect gehanteerd: wanneer een bron gevonden is wordt ook gekeken naar de literatuurlijst van deze bron. Hierdoor kunnen andere relevante bronnen gevonden worden.

De bronnen die gevonden zijn in deze zoekservices zijn getoetst op betrouwbaarheid. Zo is gekeken naar de auteur en zijn achtergrond, de publicatiedatum en de opdrachtgever. De auteur moet geschoold zijn of expertise hebben in de beschreven informatie. Ook moet de

publicatiedatum uit de 21e eeuw komen. Dit zorgt ervoor dat valide informatie gebruikt wordt dat komt uit zo actueel mogelijke onderzoeken. Als verder geen wetenschappelijke informatie beschikbaar is, kan gebruikt worden gemaakt van verouderde bronnen, mits deze te controleren zijn met huidige informatie. Tot slot is de opdrachtgever van belang. De bron moet informeren en niet overtuigend. Ook kan de opdrachtgever geen winstoogmerk hebben (Driessen, 2020). Naast deze bronbetrouwbaarheid zijn de bronnen ook nagelopen. Dit betekent dat de informatie ook in andere bronnen terug is gekomen. Hiernaast zijn ook bronnen gebruikt waar de informatie betrekking heeft op andere landen die te vergelijken zijn met de situatie in Nederland.

Naast de bronnen worden de interviews zo opgesteld dat ze zo betrouwbaar mogelijk zijn. Dit is gedaan door een nauwkeurige selectie te maken van experts. Dit heeft plaatsgevonden door de achtergrond te onderzoeken van voorgestelde personen en te zorgen dat deze persoon genoeg expertise heeft over het onderwerp. Ook zijn personen geselecteerd die verschillende denkbare meningen hebben. Hierdoor kunnen uitspraken en feiten naast elkaar gelegd worden en eventueel ook vergeleken worden. Deze uitspraken en feiten kunnen vergeleken worden door dezelfde vragen te stellen. Naast dezelfde vragen worden specifiek vragen gesteld die zorgen voor juiste en duidelijke informatie. Tot slot wordt de betrouwbaarheid van de transcriptie gewaarborgd door de interviews op te nemen en achteraf te transcriberen (Dingemanse, 2019).

3. Resultaten

3.1a. Wat is het effect van voedselproductie van gangbare gewassen op het natuurlijk kapitaal?

In Bijlage 1 is het begrip natuurlijk kapitaal uitgelegd in ecosysteemdiensten. Deze ecosysteemdiensten zijn natuurlijke hulpbronnen die de aarde de mens levert. De diensten zijn onderverdeeld in productie-, culturele- en regulerende diensten. Om te kijken wat het effect is op de ecosysteemdiensten wordt per activiteit, van de voedselproductie van gangbare gewassen, het effect beschreven. Als gangbaar gewas wordt een aardappelgewas gebruikt.

1. Grondbewerking

In de toplaag van landbouwgrond vindt het meeste leven plaats, denk hierbij aan insecten en wilde kruiden. Tijdens het omploegen wordt de toplaag met de onderliggende laag gemengd. Doordat alles omgegooid wordt, worden plantenwortels of insectengangen doorbroken, waardoor de bodemvruchtbaarheid afneemt (Handboek bodem en bemesting, z.d.). Omdat deze wortels geen water, lucht en vervuilende stoffen kunnen opnemen en filteren, neemt ook de waterberging en het reinigend vermogen af. Wortels zorgen voor het vasthouden van de grond, als dit niet gebeurt waait en spoelt de bovenste bodemlaag weg en ontstaat bodemerosie.

Grond omzetten kost veel energie. Deze energie wordt opgewekt met fossiele brandstoffen. Hierbij raken niet alleen de fossiele brandstoffen uitgeput, ook komt koolstofdioxide vrij. Dit zorgt mede voor de opwarming van de aarde, waardoor alle ecosysteemdiensten in gevaar komen en symbolische waarde van onderdelen in dit ecosysteem verdwijnt. Ook zorgt de opwarming voor het stijgen van de zeespiegel, waardoor de natuurlijke kustbescherming niet goed genoeg meer is. Door de opwarming moet ook meer aandacht gestopt worden in het verkoelen van de stad (Milieu Centraal, z.d.).

De grond wordt bewerkt met zware machines. Dit gewicht veroorzaakt verdichting van de bodem. Door deze verdichting wordt het water slecht afgevoerd, de grond wordt korter bereikbaar, erosie ontstaat en bodemdeeltjes binden minder waardoor verslemping ontstaat (Schouten et al., 2018).

2. Kunstmest toevoegen

Kunstmest zit vol met voedingsstoffen, zoals stikstof en fosfor. Echter neemt het gewas niet alle voedingsstoffen op die in deze mest zitten. Een deel van deze overige voedingsstoffen wordt in de bodem opgeslagen, het andere deel spoelt uit naar het grond- en oppervlaktewater. Het grondwater kan vervuild raken door deze stoffen, waardoor geen veilig drinkwater ontstaat. In het oppervlaktewater kunnen de stoffen zorgen voor een algengroei waardoor de biodiversiteit in het water afneemt. Ook kunnen de algen een gevaar zijn voor de gezondheid van de mens en kan recreatie geen functie meer hebben (RIVM, z.d.).

Het overschot aan stikstof zorgt voor schade aan planten waardoor voedselproductie in gevaar kan komen. De stikstof zorgt voor de groei van bladeren, hierdoor is de verhouding onder de grond en boven de grond niet meer gelijk. Tijdens droogte verdampt water van de bladeren. De wortels kunnen niet genoeg wateraanvoeren waardoor watertekort ontstaat en de plant uitdroogt. Overbemesting heeft ook invloed op het bodemleven. De mest is

grotendeels voeding voor de bodemorganismen, echter is het zoutgehalte in de mest zodanig hoog dat processen worden stilgelegd en het bodemleven doodgaat. Bij langdurig overbemesting verzuurd de bodem waardoor organismen zoals regenwormen niet kunnen overleven en het reinigend vermogen van de bodem afneemt. (Handboek Bodem en Bemesting, z.d.).

3. Aardappelen poten

Voor het telen van consumptieaardappelen worden pootaardappelen gekocht en gepoot. Zware machines worden gebruikt om geulen te maken waar de aardappelen ingebracht worden (Moestuin Tips, z.d.). Ook dit veroorzaakt verdichting zoals uitgelegd is in alinea 1: Grondbewerking.

4. Ruggen opbouwen

Tijdens de groei blijven machines het zand dat tussen de rijen ligt tegen de plant schuiven, zo ontstaan ruggen. Hierdoor kan de aardappel ondergronds meer wortels aanmaken. Ook blijft de grond een juiste temperatuur houden en beschermt het jonge planten tegen nachtvorst. Hiervoor worden machines gebruikt die wederom zorgen voor verdichting van de bodem, met alle gevolgen van dien (Moestuin Tips, z.d.).

5. Bewatering

De hoeveelheid en manier van bewatering hangt af van de soort grond, de ligging en omstandigheden van de grond. De meeste aardappelen worden in april gepoot. Rond deze tijd is de temperatuur nog niet zo hoog en valt er nog neerslag. Totdat bladeren boven de grond verschijnen hoeft nog niet bewaterd te worden. Op het moment dat bladeren verschijnen heeft de plant zes liter water nodig, twee keer per week. In een later stadium, als de knoppen komen, heeft de plant twintig liter water nodig, één keer per week. De manier van bewatering kan gebeuren via druppelirrigatie of beregening. Bij druppelirrigatie moet precies worden afgesteld hoeveel water nodig is. Bij beregening is dit minder, echter vindt dan veel verdamping plaats. Door deze verdamping gaat schoon grond-drinkwater verloren (Farmlux, z.d.).

6. Ziektebestrijding

Om ziektes tegen te gaan, worden bestrijdingsmiddelen gebruikt. Een voorbeeld van een aardappelziekte is Phytophthora. Omdat Phytophthora een lastig te bestrijden schimmelziekte is, worden vooral chemische bestrijdingsmiddelen gebruikt. De bestrijding van deze ziekte zorgt dan ook voor de helft van het totale bestrijdingsmiddelengebruik (Wageningen University, 2012). In Nederland wordt voor 140.000 kilo aan fungicide gespoten voor deze ziekte. Dit zorgt ervoor dat Phytophthora micro-organisme resistentie opbouwen tegen het bestrijdingsmiddel. Hierdoor vermindert het aantal goede micro-organismen in de grond. Dit heeft gevolgen voor de bodemvruchtbaarheid en het reinigend vermogen van de bodem (Food planting, z.d.).

De chemische bestrijdingsmiddelen die gebruikt worden zijn Revus®, Infinito en Ranman® Top. Deze worden vijftien tot twintig keer per seizoen gespoten, met een dosering tussen de 1,2 en 1,6 liter. Deze bestrijdingsmiddelen komen uiteindelijk ook in het oppervlaktewater terecht. Dit vormt een bedreiging voor het zoetwater waar drinkwater van gemaakt wordt. Ook kan geen recreatie, zoals zwemmen, in deze oppervlaktewateren meer plaatsvinden.

Hiernaast kost de productie en het spuiten van bestrijdingsmiddelen energie. Hier komt koolstofdioxide bij vrij dat zorgt voor klimaatverandering (Wageningen University, 2012).

7. Oogsten

Door de ruggen die eerder zijn gemaakt, is het oogsten van de aardappelen makkelijk. Het oogsten wordt gedaan met een bunkerrooier. Ook deze bunkerrooier zorgt voor verdichting van de bodem. Na de oogst worden de aardappelen opgeslagen. Belangrijk is dat de aardappelen in droge, donkere en goed geventileerde omstandigheden opgeslagen worden. De perfecte temperatuur voor aardappelen ligt tussen de 4 en 8 graden Celsius. Al deze voorwaarden kosten energie en ruimte (Moestuin Tips, z.d.).

3.1b. Wat is het effect van voedselproductie door middel van voedselbossen op het natuurlijk kapitaal?

In Bijlage 1 is het begrip natuurlijk kapitaal uitgelegd in ecosysteemdiensten. Deze ecosysteemdiensten zijn natuurlijke hulpbronnen die de aarde de mens levert. De diensten zijn onderverdeeld in productie-, culturele- en regulerende diensten. Ook hier wordt gekeken wat het effect is op de ecosysteemdiensten per activiteit, maar dan van de voedselproductie van voedselbossen. De activiteiten zijn opgesteld en uitgewerkt met informatie uit het interview met Wouter van Eck dat te zien is in Hoofdstuk 3.2. De uitgebreide versie van het interview staat weergegeven in Bijlage 2.

1. Terrein onderzoeken

In de eerste stap wordt gekeken naar het terrein, de omstandigheden en waar het geschikt voor is. Denk hierbij aan de grondwaterstand, de aanwezigheid van biodiversiteit, wind en zoninval. De grondwaterstand is een belangrijk onderdeel waar rekening mee gehouden moet worden. Als het de waterstand te hoog is, zijn niet alle gewassen mogelijk. Een oplossing kan het aanpassen van het beplantingsplan zijn. Vooral gewassen die goed om kunnen gaan met veel water worden gepland. Een andere oplossing hiervoor kan ophoging van de grond zijn. Machinaal wordt een deel van de grond opgehoogd, het andere deel blijft lager liggen zodat water minnende planten hier kunnen groeien. Dit grondverzet kost energie wat opgewekt wordt door fossiele brandstoffen. Dit zorgt negatieve gevolgen zoals opwarming van de aarde. Symbolische waarde gaat verloren omdat ecosystemen veranderen. Ook moet de natuurlijke kustbescherming aangepakt worden omdat de zeespiegel stijgt. Deze opwarming heeft ook gevolgen voor het verkoelsysteem in de stad (Milieu Centraal, z.d.). Deze ophoging is echter geen standaard activiteit in het opzetten van een voedselbos.

2. Biodiversiteit realiseren

Als het beginpunt een kale akker is, moet biodiversiteit gerealiseerd worden. Dit betekent het land niet bewerken en laten groeien zoals het gaat door natuurlijke successie. Deze biodiversiteit zorgt voor ontwikkeling van de bodem en kan later als organische stof dienen. Ook kunnen organismen voedsel verzamelen en zich settelen. Dit is van belang omdat organismen een belangrijk onderdeel vormen van het voedselbos.

3. Ontwerpen

Veel onderdelen komen kijken bij een voedselbosontwerp. Zo moet rekening gehouden worden met het bestemmingsplan van de gemeente, hoe kan de omgeving zich lonen,

natuurlijke en culturele geschiedenis, aanwezigheid van beken, bodemkwaliteit, grondwaterstand, windrichting, zoninval, klimaatzone, plantensoorten en doel van het voedselbos. Al deze onderdelen zorgen dat iedere plant in een optimale, natuurlijke omgeving groeit. Ook de gelaagdheid van een voedselbos is belangrijk. De negen lagen zijn van belang voor het structureren van een ecosysteem (Buiten, 2017).

Het ontwerpproces dat gepresenteerd is tijdens de Basis cursus Voedselbossen (Rietjens & Heijs, 2020) loopt als volgt: een analyse van het stuk grond en de hierboven genoemde onderdelen wordt gemaakt. Dit wordt verwerkt tot een rapportage of presentatie. Hieruit komt een visueel overzicht met de eerste ideeën. Werksessies met betrokkenen worden gehouden en experts worden geraadpleegd. Met deze informatie en feedback wordt het ontwerp geoptimaliseerd.

4. Aanplanten

De volgende stap is het aanplanten van de gewassen. Het beste seizoen om aan te planten is de winter. Dit betekent november tot en met februari. Als de grond bevroren is, kan niet aangeplant worden. Redenen om in deze tijd aan te planten zijn: genoeg neerslag valt en de zon staat lager waardoor minder verdamping plaatsvindt. Ook verliezen planten hun bladeren in het najaar. Hierdoor hebben ze minder voeding en water nodig en is minder nazorg nodig voor pas aangeplante gewassen (Tuinplantenwinkel.nl, 2019). Naast het aanplantseizoen is het belangrijk om zo klein mogelijke plantgoed te planten. Deze kunnen overgroeid raken door wilde kruiden of pioniersvegetatie, echter is dit meestal geen probleem. Het heeft ook positief effect op de bodemkwaliteit. Een belangrijk onderdeel zijn de pionierssoorten: stikstofbindende bomen en struiken die snel groeien waardoor de omstandigheden optimaal worden voor andere planten om zich te ontwikkelen. (Schildpad Boeken, 2018).

In tegenstelling tot gangbare gewassen zijn de planten in het voedselbos meerjarig. Het doel van een voedselbos is dan ook om, net als natuurlijke bossen, een zelfvoorzienend systeem te zijn dat uiteindelijk nog honderden jaren voort kan bestaan. Daarbij is pas na twintig jaar een stabiel, hoogproductief evenwicht bereikt. (Green Deal Voedselbossen, 2020).

5. Terughoudend beheer

Zoals in kop 4. Aanplanten benoemd is, is het doel van een voedselbos om zichzelf te voorzien. Dit gebeurt als de boer het ecosysteem grotendeels zijn gang laat gaan. Met behulp van stikstofbindende en bladverliezende planten kan het zichzelf voeden. Ook kan het zichzelf bestrijden tegen ziekten en plagen door onderlinge concurrentie en symbiose van planten en (micro)organismen. Oogsten, bramen snoeien en paden kortstampen om te oogsten zijn de activiteiten die gedaan moeten worden.

6. Oogsten

Ook oogsten gaat op een andere manier dan bij de gangbare landbouw. In plaats van met grote, zware machines wordt in een voedselbos meestal met de hand geoogst. Echter verteld Wouter van Eck (zie Hoofdstuk 3.2) niet zeker te zijn of dit in de toekomst zo blijft. Handige robotica zoals sensoren of drones zouden mogelijk ingezet kunnen worden om te oogsten zonder dat de bodem verdicht wordt of het gevolgen heeft voor de natuur. Echter zouden deze robotica ook op energie draaien. In het meest gunstige geval zou dit volledig met duurzame energie opgewerkt kunnen worden. Echter is het zover nog niet en moet dit

tegenwoordig nog opgewekt worden met alle gevolgen van dien. Een andere plukmethode is met voedselbosogsters. Omdat een eerlijke prijs voor de producten betaald wordt, kunnen ook de arbeidsuren van de oogsters beter gehonoreerd worden, waardoor het werk aantrekkelijker wordt.

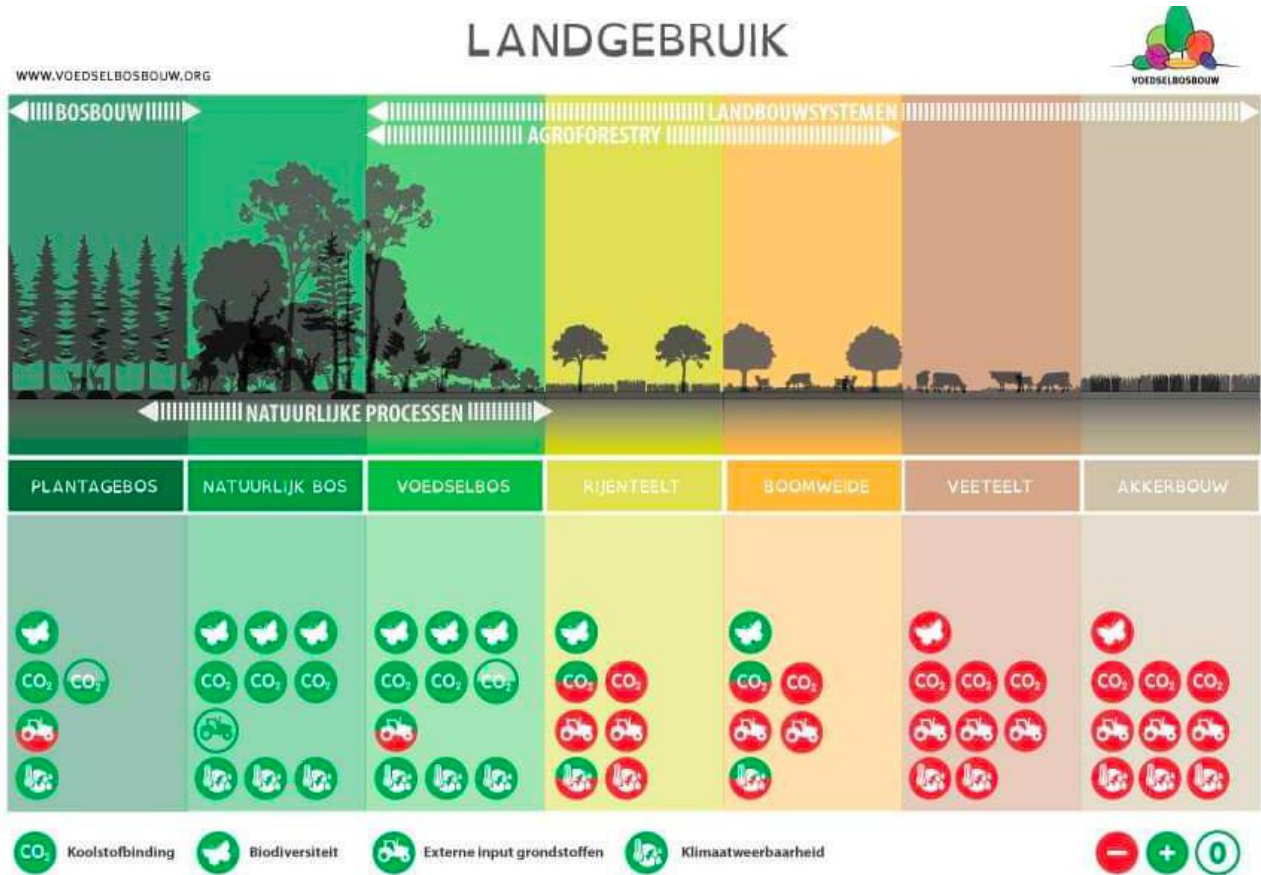
3. 1c. Wat is het verschil van de effecten op het natuurlijk kapitaal tussen gangbare gewassen en voedselbossen?

In hoofdstuk 3.1a en 3.1b is te zien dat daadwerkelijk verschillen zitten in het teeltproces van beide voedselproducties. Zo bevinden de activiteiten in de aardappelteelt zich vooral in de praktijk, terwijl de activiteiten bij een voedselbos ook draait om het observeren. Door deze handelingen in de aardappelteelt worden ecosysteemdiensten in gevaar gebracht. Veertien verschillende ecosysteemdiensten hebben te maken met de gevolgen van aardappelteelt. De voedselproductie via voedselbossen heeft effect op vier verschillende ecosysteemdiensten.

In Figuur 1 is het landgebruik van allerlei soorten voedselproductiemethodes afgebeeld. Ook hieruit blijkt dat aardappelteelt, die valt onder akkerbouw, negatieve gevolgen heeft op de natuur en het klimaat. De biodiversiteit is negatief op een akker. Dit komt doordat organismen in de bodem, de gespoten bestrijdingsmiddelen, niet kunnen overleven.

Organismen verdwijnen en de biodiversiteit neemt af (RIVM, z.d.). De koolstofbinding is zeer negatief. Bomen en planten nemen koolstofdioxide op uit de atmosfeer (Deyn, z.d.). Echter staan de gewassen op een akker maar voor één seizoen. De rest van het jaar kan hier geen koolstof opgenomen worden (Het Kleine Loo, 2009). Ook de externe input van grondstoffen is zeer negatief. Hiermee wordt het inbrengen van grondstoffen zoals kunstmest, zaden en pesticiden bedoeld. Deze worden bij elke teeltseizoen opnieuw ingebracht, terwijl dit ook met een duurzaam of circulair proces zou kunnen gaan. Tot slot wordt gekeken naar de zeer negatieve klimaatweerbaarheid bij akkerbouw. Door de klimaatverandering ontstaan langere periodes van droogte en heviger neerslag. De akker is hier niet tegen bestand omdat het geen water kan vasthouden door het matige organisch stofgehalte (Bremmer, z.d.)

Vier systemen naast de akkerbouw is het voedselbos afgebeeld. Verschil is onder andere te zien in de biodiversiteit, deze is zeer positief. Dit komt doordat in een voedselbos allerlei verschillende plant- en boomsoorten staan. Ook organismen maken deel uit van een voedselbosysteem (Buiten, 2017). De koolstofbinding is positief doordat genoeg bomen en planten aanwezig zijn die de koolstof langdurig uit de atmosfeer op kunnen nemen (Deyn, z.d.). De externe input van grondstoffen zit tussen positief en negatief in. Het voedselbos groeit niet uit zichzelf maar wordt aangeplant met plantgoed van buitenaf, echter hoeft dit slechts een keer te gebeuren. De klimaatweerbaarheid is wel weer zeer positief. Het voedselbos kan, dankzij een steeds toenemend organisch stofgehalte, droge en natte periodes aan omdat het water kan bergen wat een akker niet kan. Dit is een gevolg van de vele vegetatielagen die in het voedselbos aanwezig zijn. Deze lagen zorgen voor planten met allerlei verschillende wortelvormen en worteldieptes (Siepel et al., 2018).



Figuur 1. Het landgebruik van zeven soorten natuursystemen die effect hebben op de koolstofbinding, biodiversiteit, externe input van grondstoffen en klimaatweerbaarheid. Overgenomen uit Groeien die bomen tot in de hemel? Sleutelen aan verdienmodellen voor agroforestry, van Stichting Voedselbosbouw Nederland, 2019. (<https://www.voedselbosbouw.org/voedselbosbouw>)

3.2. Hoe kijken experts tegen voedselbossen aan?

Wouter van Eck en Mark Venner zijn twee experts op het gebied van voedselbossen. Ook Marco de Redelijkheid is een expert op het gebied van watersystemen in een voedselbos. Tot slot is Bram Derikx een expert op met name regulier agrarisch gebied. Achtergrondinformatie over deze experts is te vinden in Bijlage 1. Al deze experts zijn geïnterviewd met nagenoeg dezelfde vragen. Onderstaand is een deel van deze interviews samengevat. De volledige interviews zijn te lezen in Bijlage 2.

Wouter van Eck

Wat is uw belangrijkste argument om met voedselbossen te werken?

Het belangrijkste argument is dat een voedselbos als landbouwmethode, ook biodiversiteit, koolstofbinding en waterhuishouding realiseert. Terwijl de huidige landbouwmethode faalt en meer schade oplevert dan positieve waarden aan de natuur.

Als u het grootste tegen argument zou moeten geven, wat zou dat zijn?

Dat je nog niet altijd wordt begrepen door de autoriteiten. Dit levert wat democratische hobbels op. Een ander nadeel is dat voedselbossen zo populair zijn dat er veel over gezegd wordt maar niet altijd even goed onderbouwd wordt, waardoor misstappen opgehelderd moeten worden.

Hoe ziet de toekomstige landbouw er volgens u uit?

De huidige landbouw is op een dood spoor. Ik verwacht dat bomen een prominente rol gaan krijgen in de toekomstige landbouw. Dat betekent niet dat we ons volledige dieet aan moeten passen aan voedselbossen, maar dat mozaïeklandschappen moeten toenemen, waarbij voedselbossen en hoofdrol spelen. Ook moeten andere vormen van agroforestry, andere vormen van teelt van eenjarige gewassen en aangepaste veehouderij plaatsvinden, als dat past bij de bodem en luchtkwaliteit in het land. Dat betekent wel een veel kleinere veestapel.

Mark Venner

Wat is uw belangrijkste argument om met voedselbossen te werken?

Toekomstperspectief. Ik zie het niet voor me dat de huidige landbouw het gaat vol houden. Ik denk dat de bodem uitgeput raakt. Ik geloof er heilig in dat voedselbossen beter zijn voor de bodem en de ecologie, maar dat je uiteindelijk ook een betere boterham ermee kan verdienen dan de gangbare landbouw.

Als u het grootste tegen argument zou moeten geven, wat zou dat zijn?

Dat je moet weten waar je mee bezig bent. Je zou een stukje beheer, planten en ecologische kennis moeten hebben.

Hoe ziet de toekomstige landbouw er volgens u uit?

Eenzijds natuur inclusieve landbouw waar voedselbossen een voorbeeld van zijn. Maar ook ander soort landschapstypen met een hoge diversiteit aan soorten en die structuurrijk is. Ik denk dat er wel nog behoefte blijft aan eenjarige gewassen en die kun je niet op een ideale manier telen. Wel denk ik dat er steeds meer innovatie en technologieën komen die beter omgaan met het waterverbruik en chemicaliën waarbij meer aan de natuur wordt gedacht. Dat lijkt mij een realistisch beeld.

Bram Derikx

Als u het grootste tegen argument zou moeten geven, wat zou dat zijn?

De aanlooptijd. Hoe kun je het voor elkaar krijgen om de eerste 7 tot 10 jaar voor te financieren? Er moet dan extern geld bijkomen om dat te kunnen doen. Het tweede ding wat ik mij afvraag is hoe de afzet gegarandeerd is na die 7 jaar. Het gaat om vraag en aanbod en ik weet niet of er voldoende vraag in Nederland is om die producten af te nemen. Over voedselbossen heb ik nog mijn twijfels, echter zie ik agroforestry helemaal zitten.

Hoe ziet de toekomstige landbouw er volgens u uit?

De consument gaat een andere vraag stellen en dat betekent dat de agrarische sector anders moet gaan produceren. Er zal een vorm gaan ontstaan waar we iets meer afstappen van maximale productie en meer gaan naar optimale productie, dat hoop ik in ieder geval. Er wordt eenvoudig geproduceerd met genoeg grond, waardoor je in staat gesteld wordt om zonder externe factoren te werken, denk aan voer, gewasbeschermingsmiddelen en drijfmest. Zodat we kringlopen ook makkelijker kunnen gaan sluiten. Op het moment produceren we veel, maar als je puur kijkt naar areaal hebben we te kort om heel Nederland te voeden. Dan heb je misschien wel andere productiemethode nodig, zoals voedselbossen.

Marco de Redelijkheid

Wat is uw belangrijkste argument om met voedselbossen te werken?

De reden dat het waterschap geïnteresseerd is in voedselbossen, is de combinatie van de voordelen van een basissysteem bos en de voordelen van een productiesysteem.

Als u het grootste tegen argument zou moeten geven, wat zou dat zijn?

De kritische kant is dat veel mensen het zien als hobby. Hiernaast heb je de bekende discussie over exoten. De ecooloog die betrokken is geweest bij een project in Susteren heeft hierover gezegd geen angst te hebben voor verspreiding, maar hij wil puur authentieke natuur bij de beek. Ook bij water is er geen gevaar voor de waterkwaliteit door exoten.

Wat zijn de verschillen tussen monocultuur en gemengd bos?

Ik heb een studie gevonden naar oppervlakkige afstroming van water. Hier kwam uit dat bos met een goede gelaagdheid beter water remt dan een bos met vooral een kroonlaag. De structuur is relevant voor afstromend water. Ik heb niet gevonden of er een andere bodemstructuur in de bodem aanwezig is, maar dit zou mij niet verbazen. Hiernaast verdrogen natuurgebieden en gaat de landbouw piepen, zeker als ze later niet meer moge beregenen met grondwater. Terwijl een bossysteem water vasthoudt en dit langzaam af geeft aan de omgeving. Ook wordt in een bos niet bemest, waardoor mest of bestrijdingsmiddelen niet kunnen uitspoelen naar grondwater en niet in oppervlaktewater terecht kunnen komen. Hiernaast wordt stikstof in een bos anders omgezet. Een duidelijk verschil is dus te zien. De verschillen tussen een gemengd bos en voedselbos zijn nog niet duidelijk. Afgaand op mijn gevoel zal het verschil niet groot zijn, misschien zelfs gunstiger voor een voedselbos. Het terughoudend beheer en speciaal ontwerp houden gelaagdheid in stand.

Hoeveel water kan de bodem bergen met 1% organische stof?

Er wordt gezegd dat een voedselbos 170.00 liter water vast kan houden, dat vind ik wat te positief ingeschat. Echter klopt de berekening wel. Het is bedacht vanuit een theoretisch berekening, misschien werkt het in de realiteit toch anders.

3.3. Wat is de netto energieopbrengst bij de oogst van één hectare gangbaar gewas?

De netto energieopbrengst wordt uitgerekend door de kilocalorieën, eiwitten, koolhydraten en vetten van elk product op te tellen. Één van de producten waarnaar gekeken wordt, zijn consumptieaardappelen. In 2019 zijn in Nederland uit één hectare 47.900 kilogram consumptieaardappelen geoogst (CBS, 2020). Het andere product is sperziebonen. Hiervan is in Nederland in 2019 12.283 kilogram geoogst uit één hectare. In Tabel 1 zijn de voedingsstoffen vermenigvuldigd met de oogopbrengst. In Bijlage 3 zijn de berekeningen van deze tabel toegelicht.

Tabel 1. Energieopbrengst van één hectare aardappel- en sperzieboongewas

Gewas	Opbrengst per hectare (kg)	Calorieën (kcal)	Vetten (kg)	Koolhydraten (kg)	Eiwit (kg)
Aardappel	47.900	41.673,00	0,05	9,64	0,90
Sperzieboon	12.283	3.807,73	0,01	0,88	0,22

3.3.1 Vruchtwisseling op het aardappelperceel

In Tabel 1 is de 'bruto' energieopbrengst uitgerekend. Echter kan een boer niet elk jaar zijn land beplanten met aardappelgewassen. Dit komt omdat de kans op aardappelmoehheid dan groter is. Aardappelmoehheid is een plaag wat veroorzaakt wordt door *Globodera rostochiensis* en *Globodera pallida*, oftewel Geel en Wit aardappelpycysteaaltje. Deze aaltjes zorgen voor groeiachterstand en plekken, waardoor het gewas vroegtijdig afsterft. Bestrijding kan via vruchtwisseling plaatsvinden (Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, z.d.). Het algemeen voorschrift dat in Nederland geldt, is 1:3. Er mag slechts één keer in de drie jaar, op hetzelfde perceel, aardappelen geteeld worden (Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, z.d.). De meest voorkomende vruchtwisseling in Nederland is in het eerste jaar aardappel, in het tweede jaar suikerbiet en in het derde jaar wintertarwe (Spruijt et al., 2012). Omdat elk gewas één keer in de drie jaar op het perceel staat, wordt de gemiddelde energieopbrengst meegenomen. In Tabel 2 is de gemiddelde energieopbrengst van één hectare aardappelgewas, suikerbietengewas en wintertarwegewas uitgerekend. In Bijlage 3 zijn de energieberekeningen van de suikerbiet- en wintertarwegewassen toegelicht.

Tabel 2. Gemiddelde energieopbrengst op één hectare aardappelgewas, vruchtwisseling meegerekend

	Calorieën (kcal)	Vetten (kg)	Koolhydraten (kg)	Eiwit (kg)
Gemiddelde energieopbrengst per jaar per hectare	20.392,13	0,02	4,89	0,31

3.3.2 Energieverbruik tijdens het aardappelproces

In de bovenstaand tabel (Tabel 2) is nog steeds de ‘bruto’ energieopbrengst te zien. Om de ‘netto’ energieopbrengst uit te rekenen, moet de energie die gebruikt wordt in het teeltproces eraf getrokken worden. In Tabel 3 wordt het totale energieverbruik van het aardappelteeltproces weergegeven in GigaJoules(GJ). Omdat het energieverbruik bestaat uit diesel, stroom en gas is het omgerekend naar een algemene eenheid: GigaJoules. De volgende omrekenfactoren zijn gehanteerd:

1 liter diesel = 35.5 MJ (is netto energie-inhoud)

1 m³ aardgas = 35.17 MJ (bovenwaarde)

1 kWh elektriciteit = 9 MJ.

Vanuit wordt gegaan dat de aardappelen alleen worden opgeslagen op het boerenerf en niet gesorteerd worden voor afleveren. Het energieverbruik van loonwerkers tijdens de teelt is ook meegerekend (Kamp et al., 2010).

Tabel 3. Energieverbruik van een aardappelteeltproces per hectare en per ton

Gewas	Drager	Teelt		Totaal (GJ)	
		Liter of kWh	GJ	Per ha	Per ton
Consumptie -aardappel	Aardgas (m ³)	0	0		
	Diesel (L)	319	11,32		
	Elektriciteit (kWh)	0	0		
	Energie totaal		11,32	11,32	0,22

Noot. Aangepast van ‘Energiebesparing op het agrarisch bedrijf’, door Kamp, J., van Reeuwijk, P., Schoorl, F.& Montsma, M., 2010, 26 maart. Geraadpleegd van <https://edepot.wur.nl/139690>

Waar te nemen is dat bij de teelt 319 liter aan diesel per hectare wordt gebruikt, dit is omgerekend naar 11,32 GJ. Dit wordt onder andere gebruikt voor het poten, spuiten en oogsten met machines. In totaal kost het teeltproces 0,22 GJ per ton aardappelen. Dit wordt vermenigvuldigd met het aantal aardappelen: 47,9 ton. Het totale aardappelproces kost 10,54 GJ. Als dit omgezet wordt naar kilocalorieën, komt het uit op 2 517 436 kcal. In verband met de vruchtwisseling die plaatsvindt op het aardappelperceel, wordt ook het energieverbruik van het suikerbieten- en wintertarwep proces meegenomen in de berekening. De berekeningen die hier te plaats aan zijn gekomen staan weergegeven in Bijlage 3. Het gemiddelde van 2.517.436, 1.803.286 kcal en 1.686.252 kcal wordt gebruikt als energieverbruik tijdens het aardappelproces: **2.002.325 kcal** per hectare aardappel.

3.3.3 Energieverbruik tijdens het sperzieboonproces

In de Tabel 1 is de ‘bruto’ energieopbrengst van één hectare sperzieboongewassen te zien. Om de ‘netto’ energieopbrengst uit te rekenen, moet de energie die gebruikt wordt in het gehele proces eraf getrokken worden. In Tabel 4 wordt het totale energieverbruik van het sperziebonenproces weergegeven in GigaJoules (GJ).

Tabel 4. Energieverbruik van een sperziebonenteeltproces per hectare en per ton

Gewas	Activiteit	Teelt		Totaal (GJ)	
		Liter of kWh	GJ	Per ha	Per ton
Sperziebonen	Gewasbeschermingsmiddelen		2,46		
	Meststoffen		6,39		
	Landbewerking		14,74		
				23,59	1,92

Noot. Aangepast van 'Meerprijs klimaatneutrale consumentenproducten', door Van Swigchem, J.& de Haan, F., 2001, april. Geraadpleegd van <https://www.ce.nl/publicaties/178/meerprijs-klimaatneutrale-consumentenproducten>

In Tabel 4 is waar te nemen dan 2,46 GJ nodig is om gewasbeschermingsmiddelen te spuiten op één hectare sperzieboongewassen. Hiernaast is 6,39 GJ per hectare nodig voor het uitrijden van meststoffen op de akker. Tot slot is 14,74 GJ per hectare sperzieboongewassen nodig om het land te bewerken. Denk hierbij aan stoppelbewerking, hoofdgrondbewerking en zaaibedbereiding (Stichting TOG, 2019).

In totaal kost het proces 1,92 GJ per ton sperziebonen. Dit wordt vermenigvuldigd met het aantal ton aan sperziebonen per hectare: 12,28. Het totale sperziebonenproces kost 23,59 GJ. Als dit omgezet wordt naar kilocalorieën, komt het uit op **5.634.375 kcal**.

3.3.4 Voedingstofgehalten door de jaren heen

Zorg bestaat over de kwaliteit van het hedendaagse voedsel. Zijn de voedingstofgehalten gedaald de laatste jaren? Heeft dit te maken met de bodem en klimaatverandering? Vragen die tot nu toe nog niet wetenschappelijk beantwoord kunnen worden. In Tabel 1 in Bijlage 1 zijn onderzoeken weergegeven naar dit soort vragen. Tabel 5 en 6 zijn opgesteld vanuit het Amerikaanse onderzoek genaamd Changes in USDA Food Composition Data for 43 Garden Crops, 1950 to 1999 (Davis et al., 2004). Dit onderzoek is gekozen omdat gekeken wordt naar de calorieën, eiwitten, koolhydraten en vetten bij onder andere aardappelen en sperziebonen.

Tabel 5. Energie, eiwitten, vetten en koolhydratengehalte in aardappelen in 1950 en 1999

	1950	1999	%
Energie (kcal)	79	77,8	1,5
Eiwitten (g)	165	83	49,7
Vetten (g)	0,1	2	-1900,0
Koolhydraten (g)	19,1	17,98	5,9

Tabel 6. Energie, eiwitten, vetten en koolhydratengehalte in sperziebonen in 1950 en 1999

	1950	1999	%
Energie (kcal)	35	31	11,4
Eiwitten (g)	2,4	1,82	14,2
Vetten (g)	0,2	0,12	40,0
Koolhydraten (g)	7,7	7,14	7,3

In Tabel 5 is waar te nemen dat daadwerkelijk verschil is te constateren. Vooral het eiwitgehalte is met bijna vijftig procent gedaald. Ook bij de sperziebonenteelt in Tabel 6 is op te merken dat alle voedingsstoffen gedaald zijn in 49 jaar. Vooral bij de vetten en de eiwitten is een duidelijke daling te zien.

Verschillende factoren kunnen oorzaak zijn voor het dalen van voedingsstoffen in voeding door de jaren heen. Een van die factoren is de verandering in oogst- en landbouwtechnieken. Minder arbeidskrachten waren nodig omdat steeds meer werk gemechaniseerd werd. Tussen 1950 en 1965 nam het aantal machines toe met 177.500 (Jansen, 1968). Ook werd steeds meer kunstmest gebruikt. Hierdoor verzuurd de bodem, waardoor organismen zoals regenwormen niet kunnen overleven, en de grond armer wordt. Door het dalen van nutriënten in de bodem kan dit gevolgen hebben voor het nutriëntengehalte in het voedsel (Handboek Bodem en Bemesting, z.d.). Ook treedt uitspoeling van nutriënten naar diepere bodemlagen op. Dit kan onder andere zorgen voor een lager gehalte aan nitraat (Rietra, 2007).

Ook het veranderende klimaat zou invloed kunnen hebben op het nutriëntengehalte. Onderzocht is dat een verhoogd koolstofdioxidegehalte vaak leidt tot lagere eiwitgehalten (N) in gewassen. Zo geeft een aantal zeer beperkt beschikbare onderzoeken aan dat bij een 1,8 tot 2 keer zo hoog koolstofdioxidegehalte, het merendeel leidt tot lagere nutriëntengehalte in tarwe, rijst en aardappel (Rietra, 2007).

Tijdens de groene revolutie in 1960 tot 2000 zijn nieuwe plantenrassen geïntroduceerd. Het meest recente onderzoek wijst aan dat deze nieuwe plantenrassen hogere opbrengsten voor landbouwgewassen hebben opgeleverd. Echter hebben deze rassen lagere gehalten aan zink, ijzer, koper en seleen. De verschillen zijn nooit veel groter dan honderd procent. Uit een onderzoek in 2002 wordt geconstateerd dat in Nederlandse aardappelen vaak magnesium ontbreekt. Te weinig onderzoek is gedaan naar welke rassen hier het meest gevoelig voor zijn en welke bemestingsvorm hiervoor wordt gebruikt. Ook is in een onderzoek in 2001 gebleken dat een relatie bestaat tussen de aardappelkwaliteit en het calciumgehalte (Rietra, 2007).

Een andere factor kan de verandering in bodemkwaliteit zijn. Balansstudies geven aan dat een toename van fosfaat en zware metalen in de Nederlandse bodem heeft plaatsgevonden. Dit zijn gevolgen van het gebruik van kunstmest en verontreiniging van industrie en transport. In Groot-Brittannië wordt de bodemkwaliteit sinds 1971 gemonitord. Uit de resultaten hiervan kan geconcludeerd worden dat een daling in het organisch stofgehalte, pH en fosfaat heeft plaatsgevonden. Ook in Nederland wordt de bodem gemonitord. Dit wordt echter pas sinds 1993 gedaan en kunnen veranderingen pas gesteld worden na ongeveer twintig jaar (Rietra, 2007).

3.4. Wat is de netto energieopbrengst bij de oogst van één hectare voedselbos?

De netto energieopbrengst wordt uitgerekend door de kilocalorieën, eiwitten, koolhydraten en vetten van elk product op te tellen. Deze producten zijn geselecteerd uit het rapport DESIGN AND PERFORMANCE EVALUATION OF A 1HA PRODUCTIVE FOOD FOREST MODEL (Boulestreau, Y; Van Eck, W., 2016). Het productiebosmodel bestaat uit dertien verschillende soorten eetbare planten op één hectare. In Bijlage 4 is een tabel te zien waarin de dertien soorten weergegeven zijn. Ook is de hoofdopbrengst, het aantal planten op één hectare, de hoeveelheid kilocalorieën, koolhydraten, vetten en eiwitten per soort aangegeven. In Tabel 7 zijn deze dertien soorten ook weergegeven. In de eerste kolom genaamd 'soort' staan deze soorten, ook hen Latijnse naam is vermeld. In de volgende kolom is te zien hoeveel kilogram elke (volwassen) soort gemiddeld aan voedsel levert per jaar. Deze opbrengst is berekend door de hoofdopbrengst te vermenigvuldigen met het aantal planten per hectare. In de kolom daarnaast staan de voedingswaarden per soort per hectare in kilogrammen. De voedingswaarden zijn uitgerekend door de hoofdopbrengst te vermenigvuldigen met de hoeveelheid kilocalorieën, koolhydraten, vetten en eiwitten per soort. Onder in de tabel zijn de voedingswaarde van alle soorten bij elkaar opgeteld.

Tabel 7. Energieopbrengst van één hectare theoretisch productievoedselbosmodel: 13 verschillende plantsoorten per hectare

Soort	Hoofdopbrengst per hectare (kg)	Voedingswaarden totaal			
		Calorieën (kcal)	Vetten (kg)	Koolhydraten (kg)	Eiwitten (kg)
Hardy kiwi/ kiwibes Actinidia arguta	4032	604,80	0,00	0,15	0,01
Ramson/ Daslook Allium Ursinum	$0,175/m^2 = 1,75 \cdot 10^{-5}$ kg per ha 0,145775	0,06	0,00	0,00	0,00
Appelbes Aronia spp.	960	529,92	0,00	0,10	0,01
Kastanjes Castaneaspp.	264	517,44	0,00	0,12	0,00
Hazelnoten Corylus spp.	285	250,80	0,02	0,01	0,01
Herfstolijf Eleagnus umbellata	600	0	0,14	0	0,25
Aardbei Fragaria spp.	341,5	109,28	0,00	0,03	0,00
Engels walnoot Juglans Regia	296	1.935,84	0,19	0,04	0,05
Apple Malus domestica	3927	2.827,44	0,01	0,75	0,01
Europese pruim Prunus domestica	345,6	158,98	0,00	0,04	0,00
Rabarber Rheum spp.	796,8	167,33	0,00	0,04	0,01
Rode bes Ribes sylvestre	1512	846,72	0,00	0,21	0,02
Vlierbes Sambucus canadensis	378	275,94	0,00	0,07	0,00
Totaal	In kilogrammen	8.224,55	0,38	1,54	0,38

3.4.1. Energieverbruik tijdens het voedselbosproces

In Tabel 7 is de 'bruto' energieopbrengst te zien. Om de 'netto' energieopbrengst uit te rekenen, moet de energie die gebruikt wordt in het gehele proces eraf getrokken worden. In Tabel 8 is het energieverbruik van een voedselbosproces weergegeven. De activiteiten die zijn meegenomen, zijn het beheer en het oogsten in het zesde levensjaar van het voedselbos. Aangenomen kan worden dat in de jaren die volgen de grondbewerking en aanplant afneemt en de oogst (plukken) toeneemt.

Het energieverbruik is uitgerekend met behulp van kilocalorieën die een mens verbrand tijdens de activiteiten. Voor het beheer wordt gebruik gemaakt van de standaard activiteit 'tuinieren'. Bij tuinieren worden 257 kilocalorieën per uur verbruikt, gebaseerd op een lichaamsgewicht van 68 kilo (Calorieën verbranden, z.d.). Voor het oogsten wordt de activiteit 'fruit plukken' gebruikt. Bij fruit plukken worden 238 kilocalorieën verbruikt, gebaseerd op een lichaamsgewicht van 68 kilo (Sante, z.d.). De data die gebruikt is bij het opstellen van Tabel 8 komt van de bron: De economische haalbaarheid van voedselbossen (Willems & van Namen, 2019).

Tabel 8. Energieverbruik van een voedselbosproces per hectare

Activiteit	Uren	Kcal per uur	Kcal totaal
Gewassen controleren	5	257	1.285
Rijen onderhouden	246	257	63.222
Grasmaaien	30	257	7.710
Bewatering	37	257	9.509
Bomen en struiken snoeien	25	257	6.425
Bomen en struiken verwijderen	5	257	1.285
Rijpheid controleren	26	238	6.188
Plukken	442	238	105.196
Sorteren en controleren	52	238	12.376
Schoonmaakprocedure	52	238	12.376
Totaal	920		225.572

In Figuur 2 zijn drie voedselproductiemethodes weergegeven: via een aardappelgewas, een sperzieboongewas en een voedselbos. Benoemd is de input in kilocalorieën die staat voor de energie die in het proces gaat: het energieverbruik. De output in kilocalorieën staat voor de energieopbrengst, denk aan de oogst. Uiteindelijk is het rendement berekend van de drie productiemethodes.

ENERGIEOPBRENGST PER HECTARE VOEDSELPRODUCT



Input (kcal)	2.002.325	5.634.375	237.948
Output (kcal)	20.392	3.807	8.225
Rendement (kcal)	-1.981.933	-5.630.568	-229.723

Figuur 2. Input, Output en Rendement van één hectare aardappelgewas, sperziebonengewas en voedselbos

3.5. Welke externaliteiten, die betrekking hebben op het natuurlijk kapitaal, komen kijken bij voedselproductie?

Voedselproductie is een bekend onderwerp binnen de grenzen van Nederland. De totale cultuurgrond waar deze voedselproductie op plaats vindt in Nederland is dan ook 1.816.318 hectare. Dit is 54% van het totale Nederlandse landoppervlak (CBS, 2020). Tegenwoordig wordt steeds meer gestreefd naar duurzaam, gezond, betaalbaar, lekker en eerlijk voedsel. Echter worden deze onderwerpen niet allemaal meegenomen in de prijs. Om erachter te komen hoe groot de effecten van voedselproductie zijn op het natuurlijk kapitaal, wordt eerst worden gekeken naar welke externe effecten (externaliteiten) meespelen bij voedselproductie (Baltussen et al., 2017).

Het eerste onderwerp waarnaar gekeken is, is het **aquatisch ecosysteem**, oftewel het onderwaterleven. Het aquatisch ecosysteem is een zelfregelend systeem dat alleen afhankelijk is van externe energie. Het wordt bepaald door fysische en chemische omgevingsfactoren. Denk hierbij aan de stroming, de temperatuur en de aanwezigheid van planten of plankton (Hooghiem, 2015). Gekeken is naar het effect op de biodiversiteit van natuurlijke zoetwateren en marine ecosystemen door emissies van onder andere schadelijke stoffen zoals broeikasgassen en door veranderingen in de bodem veevoerindustrie (Baltussen et al., 2017).

Ook is gekeken naar het **terrestrisch ecosysteem**. Het terrestrisch ecosysteem is het landleven. Hiervan bestaan allerlei typen, die afhangen van de vegetatie en het klimaat. Ook hier spelen biotische en abiotische factoren een rol. Voorbeelden zijn de temperatuur, bodemkwaliteit, regenval en atmosferische druk (Thpanorama, z.d.). Gekeken is naar het effect op natuurlijke terrestrische ecosystemen en de biodiversiteit door emissies van schadelijke stoffen zoals veranderingen in de bodem (Baltussen et al., 2017).

De **bodemkwaliteit** is ook een belangrijk onderwerp waar rekening mee gehouden is. De bodem heeft allerlei functies: een informatiefunctie, een productiefunctie, een draagfunctie en een regulatiefunctie. De informatiefunctie staat voor het archief van de bodem. De bodem bevat genetisch materiaal, cultureel erfgoed en draagt het landschap. De productiefunctie zorgt voor het produceren van voedsel, water, delfstoffen en energie. De draagfunctie is de fundering van alles wat op de bodem wordt geplaatst en gebouwd. Ook is het een buffer voor neerslag. Tot slot zorgt de regulatiefunctie voor de processen die in de bodem plaatsvinden. Denk hierbij aan filtratie, bufferen en chemische omzetting. Ook heeft het de capaciteit om verontreinigingen af te breken. Gekeken is naar de effecten op de capaciteit van de bodem; naar het leveren van de natuurlijke functies voor productie van landbouw, de kringloop van voedingsstoffen en de biodiversiteit (Baltussen et al., 2017).

Naast bodemkwaliteit is ook gekeken naar **luchtkwaliteit**. De luchtkwaliteit heeft invloed op de gezondheid van allerlei organismen, waaronder de mens. Luchtverontreinigingen zoals fijnstof, stikstofdioxide en smog hebben negatieve gezondheidseffecten. Daarnaast dragen deze en andere broeikasgassen bij aan klimaatverandering. Gekeken is naar de effecten van luchtvervuiling, door de uitstoot van fijnstof, ammoniak en smogvormende stoffen, op de humane gezondheid en de natuurlijke omgeving (Baltussen et al., 2017).

Het vijfde onderwerp betreft **waterkwaliteit**. Een goede waterkwaliteit is van levensbelang voor mensen, dieren en planten. Schoon en gezond grond- en oppervlaktewater zorgt ervoor dat processen bij drinkwaterbedrijven, in de landbouw, industrie, natuur en recreatie goed verlopen. Waterkwaliteit bestaat uit twee elementen: ecologisch en chemisch. De ecologische waterkwaliteit heeft gevolgen voor het ecosysteem en chemische waterkwaliteit heeft gevolgen voor de (afval)stoffen in het water (Rijkswaterstaat, z.d.). Maar liefst 85% van de wereldwijde watervoetafdruk (3.450 liter) komt door de landbouw, waardoor de manier van watergebruik van belang is (Voedingscentrum, z.d.). In twintig procent van alle waterwinningen zijn norm overschrijdende bestrijdingsmiddelen aangetroffen (Geurtsen & Joosten, 2019). Gekeken is naar de effecten op waterkwaliteit en beschikbaarheid van schoot water door de voedselproductie (Baltussen et al., 2017).

Ook de manier van **landgebruik** is een onderwerp dat komt kijken bij voedselproductie. Zoals eerder benoemd bestaat Nederland uit 54% cultuurgrond. Activiteiten die afspelen op deze cultuurgronden zijn grondbewerking, bemesting, bewatering en ziektebestrijding. Gevolgen van deze activiteiten zijn bodemerosie, afname reinigend en bergend vermogen en het verlies aan biodiversiteit. Gekeken is naar de effecten van landbezetting en bewerking op het beschikbare land (Baltussen et al., 2017).

Een ander onderwerp bij voedselproductie is de **bijdrage aan klimaatverandering**. In 2019 zorgde de landbouw voor 14% van de totale uitstoot aan broeikasgassen (CBS, z.d.). De huidige bulkproductie, schaalvergroting en het hoge rendement lossen deze problemen niet op. Door deze uitstoot stijgt de temperatuur op aarde, waardoor extreme weersomstandigheden ontstaan. Deze zorgen voor droogte en extreme neerslag waar de voedselproductie en de bodem weer gevolgen van ondervindt (Maas & van Loon, z.d.). Gekeken is naar de negatieve bijdrage aan klimaatverandering door de voedselproductie zoals broeikasgasemissies (Baltussen et al., 2017).

Naast een bijdrage kan de klimaatverandering ook **beperkt** worden. Zo kunnen bomen en planten koolstofdioxide opnemen uit de atmosfeer (Deyn, z.d.). Ook kan energie met behulp van hernieuwbare energiebronnen gewonnen worden. Het gebruik van energie kan ook gereduceerd worden door slimme technologie (Europees Milieu Agentschap, 2020). Gekeken is naar de beperking van klimaatverandering door de voedselproductie via bijvoorbeeld opslag en reductie van broeikasgassen (Baltussen et al., 2017).

Bij het ener laatste onderwerp is gekeken naar de **uitputting van hulpbronnen**. Natuurlijke hulpbronnen, vooral fossiele brandstoffen, zorgen ervoor dat mensen activiteiten uit kunnen voeren. Echter raken deze fossielen brandstoffen uiteindelijk op. Ook in de voedselproductie worden deze brandstoffen gebruikt. Denk aan brandstof voor machines, energie om water op te pompen en te verspreiden en koeling of verwarming (Westhoek et al., 2016). Gekeken is naar de uitputting van niet of gedeeltelijk hernieuwbare hulpbronnen (Baltussen et al., 2017).

Het laatste onderwerp gaat over **natuurwaarde**. De natuurwaarde beschrijft het areaal en de kwaliteit van de Nederlandse natuur. Voor het bepalen van de natuurwaarde van een gebied wordt gekeken naar verschillende criteria, zoals de kwaliteit van de flora en fauna, de vegetatie, het landschap, het ecosysteem, de geologische gesteldheid, onderzoek,

cultuurhistorie, de geografie (Reijnen et al., 2010). Gekeken is naar het effect op landschapswaarde van (pure) natuur dat ervaren wordt door mensen en mogelijk gemaakt is door de voedselproductie (Baltussen et al., 2017).

In Figuur 3 is weergegeven hoe groot het effect is van de bovenstaande externaliteiten op een gemiddeld geconsumeerd voedselproduct in Nederland. Deze externaliteiten zijn benoemd onder het kopje natuurlijk kapitaal.



Figuur 3. Positieve en negatieve effecten van productie van een gemiddeld geconsumeerd voedselproduct in Nederland op verschillende kapitalen. Overgenomen uit *Maatschappelijk effecten van voedsel, een verkenning van een nieuwe methodiek*, 2017, februari (<https://edepot.wur.nl/408313>)

3.6. Maatschappelijke kosten- baten analyse van een aardappelgewas, sperzieboongewas en voedselbos

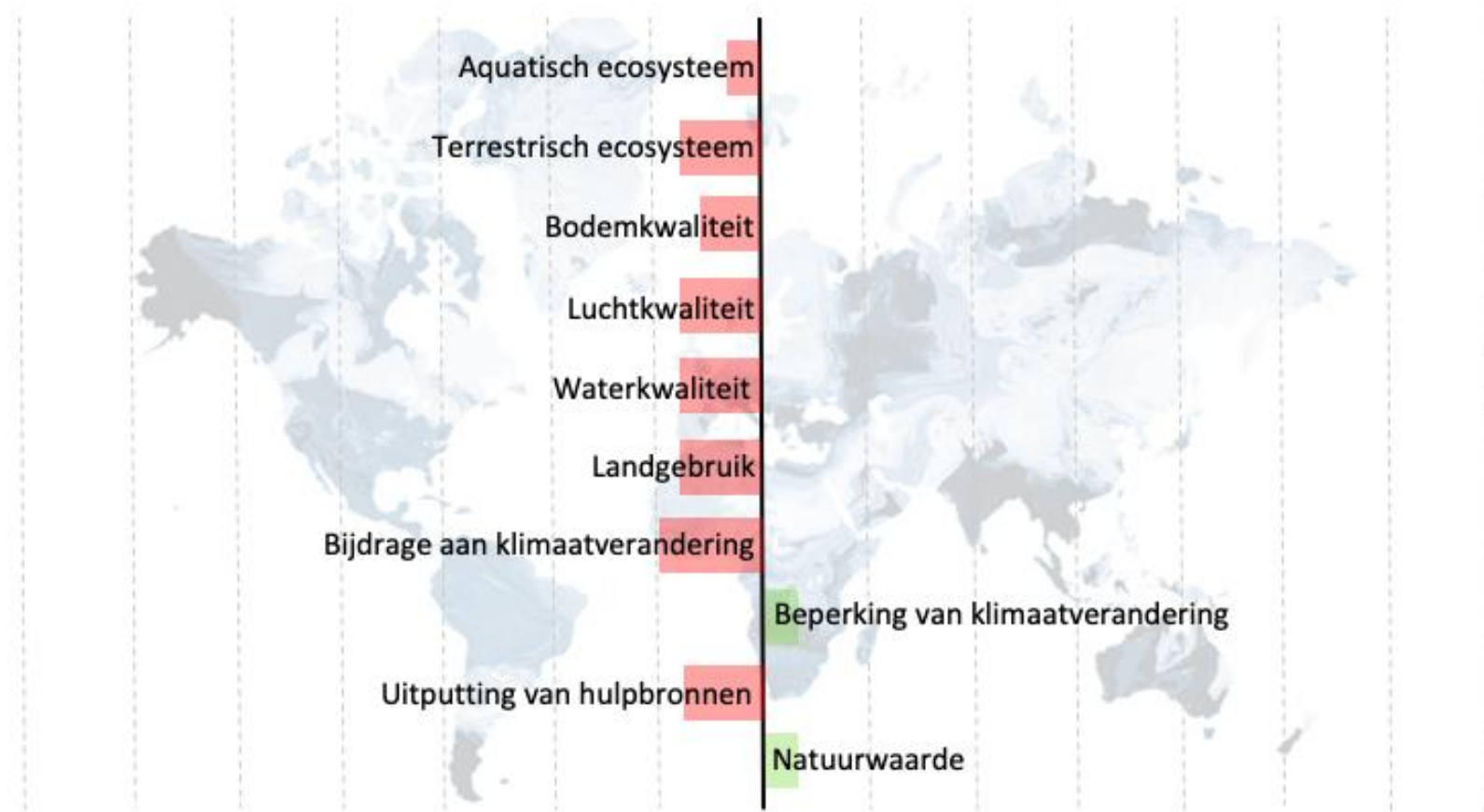
De maatschappelijke kosten- baten analyse oftewel de Natuurlijk Kapitaal Score die te zien is in Tabel 9 is opgesteld met eindscores die berekend zijn uit een gemiddelde en relatieve score. Deze gemiddelde score is bepaald door te kijken naar de effecten van de productie van een gemiddeld voedselproduct op het natuurlijk kapitaal. De relatieve score is bepaald door te kijken naar de effecten van de productie van een specifiek voedselproduct op het natuurlijk kapitaal. In dit geval zijn dat aardappels, sperziebonen, tamme kastanjes en rode bessen. De scores van het aardappel- en sperzieboongewas zijn overgenomen zijn uit het rapport: 'Maatschappelijke effecten van voedsel. Een verkenning van een nieuwe methodiek.' (Baltussen et al., 2017). De scores van de tamme kastanje en de rode bes zijn berekend met hulp van E. Rietjens, M. Venner en F. van Gorkum, literatuur en de expertinterviews. De voorafgaande berekeningen en toelichtingen hierachter zijn toegelicht in Bijlage 5

Tabel 9. Maatschappelijke kosten-baten analyse met eindscores van een aardappelgewas, sperzieboongewas, tamme kastanje en rode bes uit een voedselbos

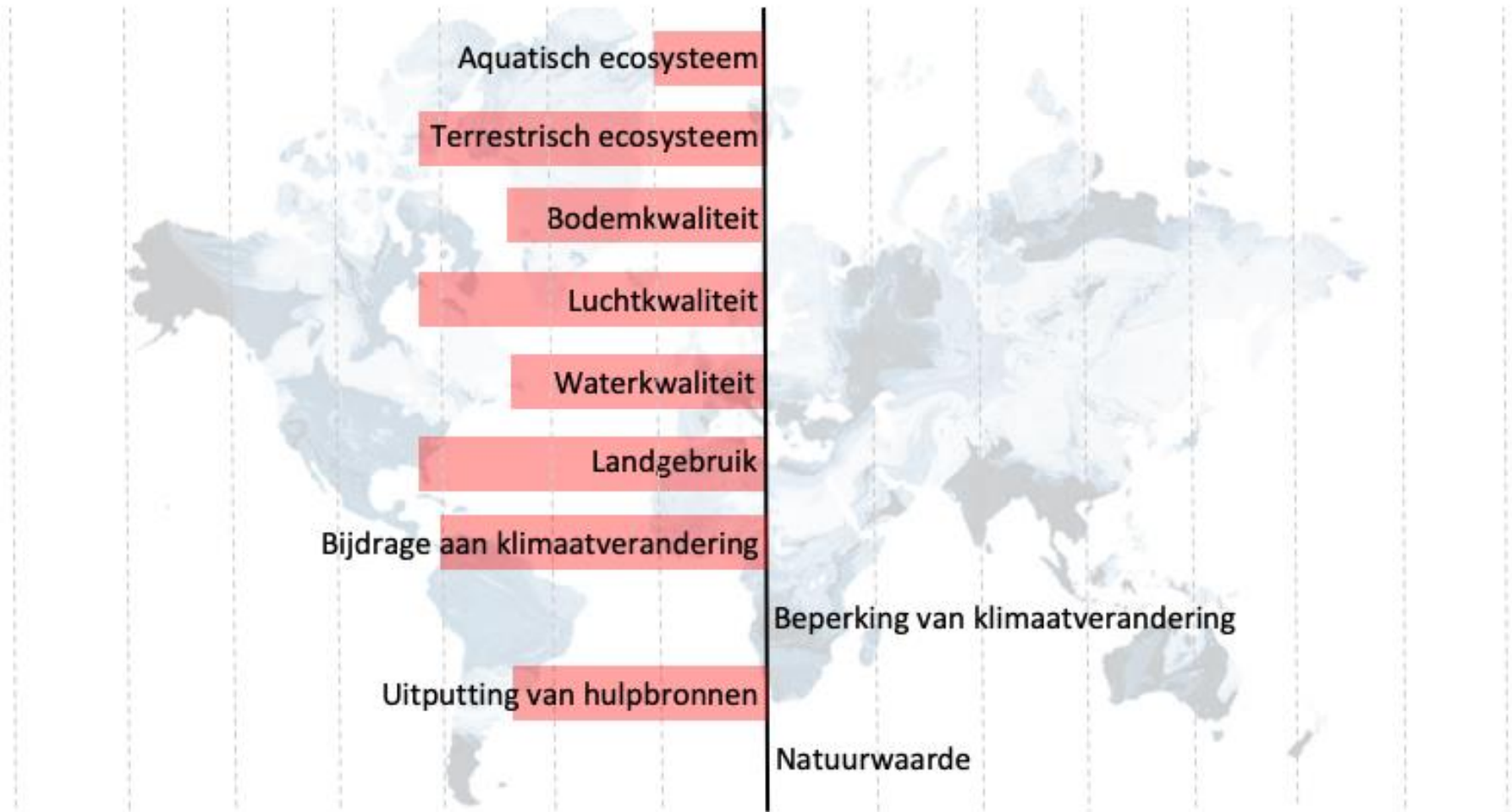
Externaliteiten	Eindscore aardappelgewas	Eindscore sperzieboongewas	Eindscore voedselbos (Tamme kastanje)	Eindscore voedselbos (Rode bes)
Aquatisch ecosysteem	-1	-5	4	4
Terrestrisch ecosysteem	-4	-16	36	18
Bodemkwaliteit	-3	-12	36	18
Luchtkwaliteit	-4	-16	30	15
Waterkwaliteit	-4	-12	28	28
Landgebruik	-4	-16	24	24
Bijdrage aan klimaatverandering	-5	-15	28	28
Beperking van klimaatverandering	1	0	49	28
Uitputting hulpbronnen	-4	-12	-4	-4
Natuurwaarde	1	0	36	24

3.7. Wat is de echte prijs van voedsel uit één hectare gangbaar gewas en één hectare voedselbos?

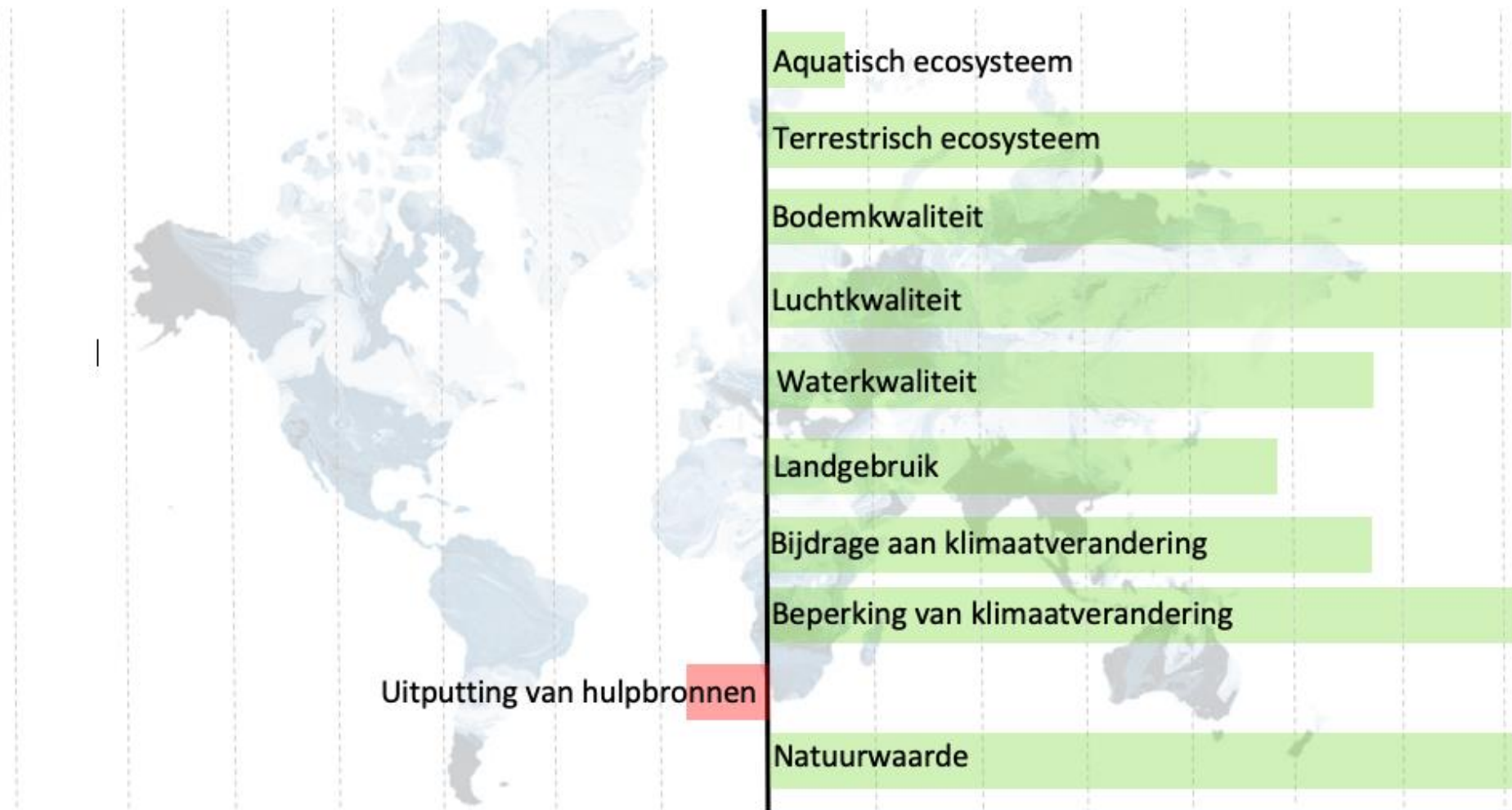
In Figuren 4,5,6 en 7 zijn de kwalitatieve ‘echte prijzen’ van verschillende voedselproducten afgebeeld. De figuren zijn opgesteld met behulp van de scores uit Hoofstuk 3.6. Elke stippellijn staat voor 5 punten. De rode balken links van de middenstreep staan voor negatieve scores. De groene balken rechts van de middenstreep staan voor positieve scores. Weergegeven zijn de externaliteiten die vallen onder het natuurlijk kapitaal. De echte prijs van de volgende voedselproducten worden vergeleken: aardappels, sperziebonen, tamme kastanjes en rode bessen.



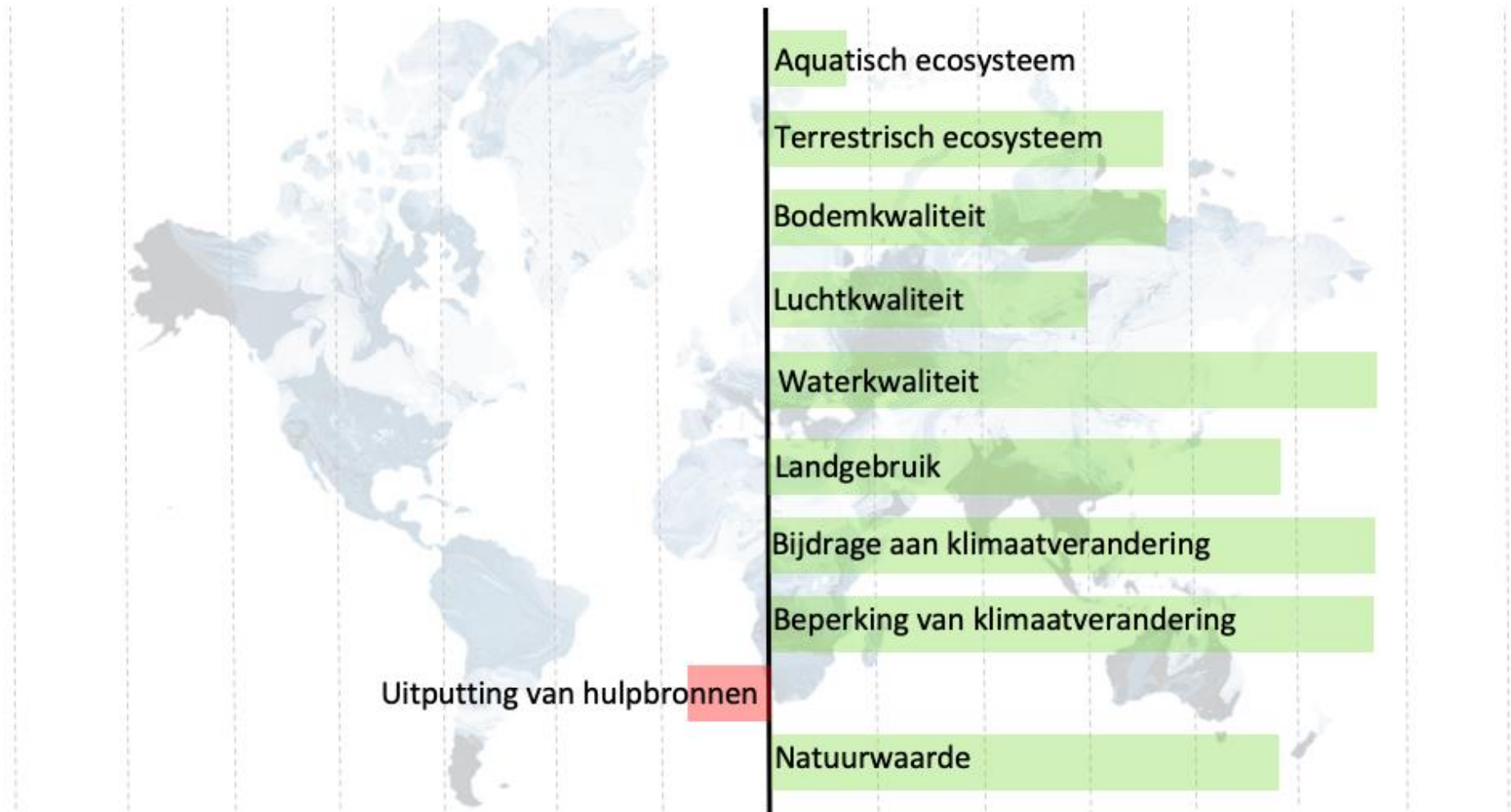
Figuur 4. Kwalitatieve True Price, gekeken naar de effecten van aardappelgewassen op het natuurlijk kapitaal



Figuur 5. Kwalitatieve True Price, gekeken naar de effecten van sprezieboongewassen op het natuurlijk kapitaal

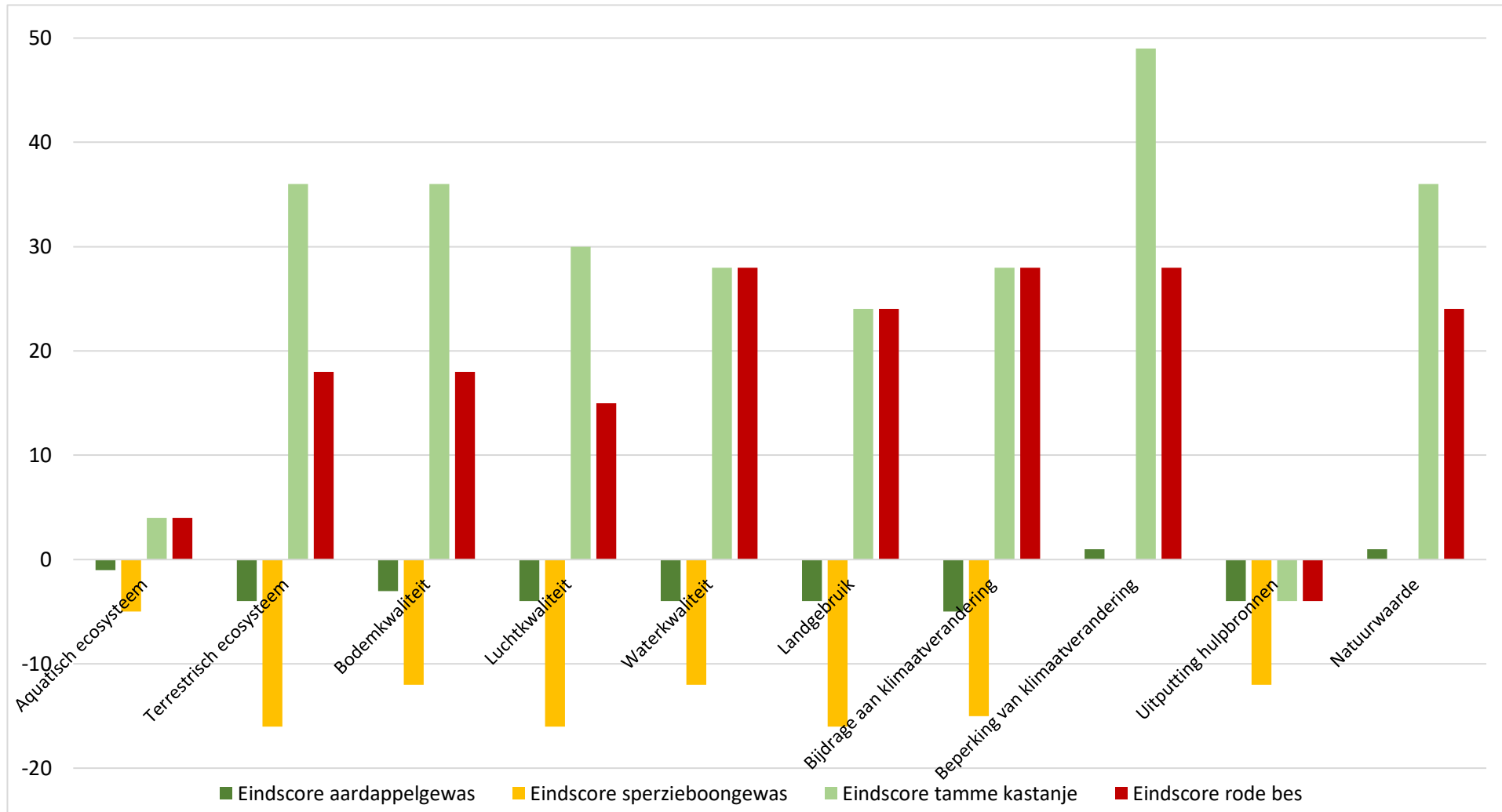


Figuur 6. Kwalitatieve True Price, gekeken naar de effecten van de tamme kastanje uit het voedselbos op het natuurlijk kapitaal



Figuur 7. Kwalitatieve True Price, gekeken naar de effecten van de rode bes uit het voedselbos op het natuurlijk kapitaal

In Figuur 8 zijn de eindscores van alle vier de voedselproducten uit Tabel 9, per externaliteit, naast elkaar weergegeven in de vorm van een grafiek.



Figuur 8. Eindscores van vier voedselproducten op het natuurlijk kapitaal

4. Discussie

In dit hoofdstuk worden de resultaten uit Hoofdstuk 3 geïnterpreteerd. Deze interpretatie is ondersteund met data uit het literatuuronderzoek (zie Bijlage 1). Dit literatuuronderzoek valt onder het theoretisch kader.

Allereerst wordt gekeken naar de resultaten omtrent de maatschappelijke kosten-baten analyse. In deze analyse worden scores berekend voor een aardappelgewas, sperzieboongewas en twee soorten uit het voedselbos: de tamme kastanje en de rode bes. Verwacht is dat de scores van de gangbare gewassen negatiever uitvallen dan de scores van de soorten in het voedselbos. De reden van deze verwachting is dat de meerjarige soorten in het voedselbos weinig onderhoud nodig hebben en kenmerken hebben van een natuurlijk bos. Gangbare gewassen zijn eenjarige waar meerdere externe inputs toegepast worden, denk aan bestrijdingsmiddelen en grondbewerking (van Dinther, 2018).

Uit de resultaten blijkt dat het sperzieboongewas de meest negatieve invloed heeft op het natuurlijk kapitaal. De grootste effecten zijn op het terrestrisch ecosysteem, de bodem-, lucht- en waterkwaliteit, het landgebruik en de bijdrage aan klimaatverandering. Reden hiervoor zijn de uitstoot van broeikasgassen, gebruik van bestrijdingsmiddelen en irrigatie. De soort die de meest positieve invloed heeft op het natuurlijk kapitaal is de tamme kastanje. Deze scoort hoog op de externaliteiten terrestrisch ecosysteem, bodem- en luchtkwaliteit, beperking van klimaatverandering en natuurwaarde. De redenen hiervoor zijn het terughoudend beheer en het opslaan van koolstofdioxide uit de atmosfeer.

Ook wordt gekeken naar de netto energieopbrengst van één hectare gangbaar gewas? De netto energieopbrengst omvat de oogst en het energieverbruik in kilocalorieën. Verwacht is dat het energieverbruik meer kilocalorieën kost dan de oogst opbrengt. Deze verwachting is ontstaan door het energieverbruik van aardappelteelt te vergelijken met het energieverbruik van andere gangbare gewassen, zoals de suikerbietenteelt (Kamp et al., 2010). Ook is het energieverbruik van de sperziebonenteelt vergeleken met de koffieteelt (Van Swigchem & de Haan, 2001).

Uit de resultaten blijkt dat het energieverbruik in kilocalorieën meer kost dan de oogst in kilocalorieën. De netto energieopbrengst van één hectare aardappelgewas is – 1.981.933 kcal. De netto energieopbrengst van één hectare sperzieboongewas is – 5.630.568 kcal. Deze negatieve opbrengsten ontstaan door de hoge energieverbruiken in het proces, zoals het gebruik van bestrijdingsmiddelen, meststoffen en landbewerking.

Naast de energieopbrengst van gangbare gewassen is ook gekeken naar de netto energieopbrengst van voedselbossen. Wederom bevat de netto energieopbrengst de oogst en het energieverbruik in kilocalorieën. Verwacht is dat de oogst meer kilocalorieën bevat dan het energieverbruik. De reden hiervan is het terughoudend beheer, waardoor geen energie gebruikt wordt bij het irrigeren, het land bewerken of het gebruik van bestrijdingsmiddelen en mest (van Dinther, 2018).

Uit de resultaten blijkt dat het energieverbruik hoger is dan de oogst waardoor de netto energieopbrengst uitkomt op –229.723 kcal. De meeste kilocalorieën die worden verbruikt tijdens het proces gebeuren tijdens de activiteit plukken (Willems & van Namen, 2019).

Hiernaast is gekeken naar de meningen van vier experts tijdens een interview. Een persoonlijke verwachting is dat drie van de vier experts positief denken over voedselbossen

als voedselproductiemethode. Verwacht wordt dat een van de experts voorkeur geeft aan andere methodes. De reden hiervan is zijn agrarische achtergrond. De resultaten komen overeen met de verwachtingen. Drie van de vier experts zien voedselbossen als toekomst, de andere experts heeft zijn twijfels maar ziet natuur inclusieve landbouw wel gebeuren in de toekomst.

Tot slot is gekeken naar de effecten van twee soorten voedselproductiemethodes op de ecosysteemdiensten. De twee voedselproductiemethodes die vergeleken zijn, zijn gangbare gewassen en voedselbossen. Verwacht is dat gangbare gewassen meer effect hebben op de ecosysteemdiensten, zoals bodemvruchtbaarheid, reinigend vermogen, waterbergend vermogen en bodemerosie door activiteiten zoals irrigeren, grondbewerking en gebruik van bestrijdingsmiddelen (van Dinther, 2018). Deze verwachtingen worden feiten als gekeken wordt naar de resultaten. Hieruit blijkt dat gangbare gewassen effect hebben op 10 meer ecosysteemdiensten dan voedselbossen hebben. Het verschil in landgebruik heeft hier invloed op. Het verschil is aan te tonen in koolstofbinding, biodiversiteit, input van externe grondstoffen en klimaatweerbaarheid (van Eck, 2019).

Naast het interpreteren van resultaten wordt in dit hoofdstuk ook gekeken naar de beperkingen in dit onderzoek die invloed hebben gehad op de resultaten.

Zo is een keuze gemaakt uit plantsoorten voor de scoreberekeningen in de maatschappelijke kosten-baten analyse. Deze keuze is gevallen op de tamme kastanje en de rode bes. Deze zijn geselecteerd omdat hier voldoende literatuur van beschikbaar is, in de meeste gevallen in een voedselbos staan en qua eigenschappen verschillen van elkaar. Echter is de keuze uit plantensoorten groot en zou de keuze gewijzigd kunnen worden, waardoor de resultaten anders kunnen uitvallen. Zo is een tamme kastanje een boom die positieve invloed heeft op het bodemstelsel- en leven, veel koolstofdioxide kan opnemen, en plek bevat waar organismen kunnen gedijen en gewaardeerd kan worden door de mens. Een andere plant die geen eigenschappen heeft van een boom kan zorgen voor lagere scores, dit verschil is bijvoorbeeld te zien bij de scoreberekening van de rode bes.

Een andere beperking in het onderzoek betreft de netto energieopbrengst van gangbare gewassen. Hier is informatie meegenomen over voedingstoffen door de jaren heen. Verschillende onderzoeken over de daling van nutriënten zijn onderzocht. De keuze is gevallen op een Amerikaans onderzoek over de verandering van voedingstoffen zoals eiwitten, vitamines, koolhydraten en vetten in tuinbouwproducten. Hieruit blijkt dat de voedingstoffen eiwitten, calcium, fosfor, ijzer, riboflavine en ascorbinezuur zijn gedaald tussen 1950 en 1999. De resultaten zouden niet volledig betrouwbaar kunnen zijn omdat Amerikaanse landbouw kan verschillen van Nederlandse landbouw. Zo is verschil aan te tonen in de hardheidszones, een maat die aangeeft waar bepaalde planten kunnen overwinteren kijkend naar bodemgesteldheid, de hoeveelheid neerslag en de hoeveelheid zonuren. Nederland valt tussen de zones 7 en 9 terwijl Amerika valt tussen de zones 1 tot en met 13 (US Forest Service, z.d.). Ook zijn cijfer van nu moeilijk te vergelijken met cijfers van vroeger omdat deze ruwer waren. Tot slot waren laboratoriumbepalingen voor sommige voedingstoffen niet mogelijk of onnauwkeurig in het verleden (Streppel & Ocke, 2005).

5. Conclusie en aanbevelingen

In dit onderzoek is gezocht naar een antwoord op de vraag: ‘Wat is de echte prijs van de voedselproductie van voedselbossen in vergelijking met de voedselproductie van gangbare gewassen?’ Dit is uitgevoerd middels een kwalitatief onderzoek.

Uit de resultaten blijkt dat de netto energieopbrengst van alle drie de onderzochte productiemethoden negatief is. Te concluderen is dat de output van de teelt van gangbare gewassen hoger ligt dan bij voedselbossen, maar de input die nodig is ook zestien keer hoger is dan de input van voedselbossen. Een voedselbos heeft het minst negatieve rendement; van -299.723 kilocalorieën. De aardappelteelt komt als volgende met een rendement van -1.981.933 kilocalorieën. Tot slot de sperziebonenteelt met een rendement van -5.630.568 kilocalorieën. Hiernaast nemen de voedingsstoffen calorieën, eiwitten, koolhydraten en vetten door de jaren heen af bij onder andere aardappelen en sperziebonen. Verwacht kan worden dat dit steeds verder af gaat nemen en steeds meer geproduceerd moet worden om dezelfde hoeveelheid voedingsstoffen te halen.

Drie van de vier geïnterviewde experts zien een toekomst in voedselbossen omdat het een combinatie is van de voordelen van een bossysteem en een productiesysteem. Ook wordt als reden gegeven dat voedselbossen toekomstperspectief hebben en gangbare gewassen niet. Dit komt omdat voedselbossen zorgen voor biodiversiteit, koolstofbinding en waterhuishouding terwijl gangbare gewassen zorgen voor uitputting van de bodem, watervervuiling en het verdwijnen van organismen. Tegenargumenten die gegeven worden zijn het onbegrip door de autoriteiten, benodigde ecologische kennis, foutieve informatie die gedeeld wordt en dat veel mensen het zien als hobby. De laatste experts heeft twijfels bij voedselbossen omdat het onbekend terrein is, ook heeft hij zorgen over de aanlooptijd en de afzetmogelijkheden. Wel is het besef aanwezig dat de huidige landbouwmethodes tegen de grenzen van zijn kunnen aan loopt en gekeken moet worden naar optimale productie in plaats van maximale productie waar geen externe factoren voor nodig zijn.

Ook blijkt dat de productie van aardappelen en sperziebonen meer negatieve effecten hebben op het natuurlijk kapitaal vergeleken met de productie van tamme kastanjes en rode bessen uit het voedselbos. Een scoreberekening laat zien dat aardappel en sperzieboongewassen voor de onderwerpen terrestrisch ecosysteem, bodemkwaliteit, luchtkwaliteit, waterkwaliteit, landgebruik, bijdrage aan klimaatverandering en uitputting van hulpbronnen negatief scoren. De scores liggen tussen de -3 en -16. Voor de onderwerpen aquatisch ecosysteem, beperking van klimaatverandering en natuurwaarde liggen de scores rond de 0. In tegenstelling tot de gangbare gewassen scoren de producten uit het voedselbos bijna allemaal positief. Zo liggen de scores voor de onderwerpen terrestrisch ecosysteem, bodemkwaliteit, luchtkwaliteit, waterkwaliteit, landgebruik, bijdrage aan klimaatverandering, beperking van klimaatverandering en natuurwaarde tussen de 15 en 49, zeer positief dus. Het onderwerp uitputting van hulpbronnen ligt als enige onderwerp op een negatieve score; van -4. Geconcludeerd kan worden dat voedselbossen, op alle onderwerpen die het natuurlijk kapitaal vormen, positievere scores dan gangbare gewassen.

Kijkend naar de netto energieopbrengst en de kwalitatieve True Price kan geconcludeerd worden dat voedselbossen in de toekomst meer slagingskansen hebben dan gangbare gewassen.

Geadviseerd wordt dat meer onderzoek gedaan wordt naar het verschil tussen gangbare landbouw en voedselbossen, zodat met de juiste data gediscussieerd kan worden. Ook wordt geadviseerd om onderzoek te doen naar het verschil tussen voedselbossen en bossystemen, zodat beschikbare data over bossystemen ook toegepast kan worden als data voor voedselbossen. Ook wordt aanbevolen dat financiële instellingen onderzoek doen naar subsidies die uitgereikt kunnen worden aan boeren die natuur inclusieve landbouw uitoefenen, waardoor omvormingen eenvoudiger plaats kunnen vinden. Tot slot wordt aanbevolen om een methode op te stellen waar het effect van verschillende voedselproductiemethodes op het milieu met elkaar vergeleken kunnen worden.

Bibliografie

Astrid. (2019, 27 augustus). Bewonder 10 x UNESCO-Werelderfgoed in Nederland! Geraadpleegd op 28-09-2020, van <https://www.voordeeluitjes.nl/blog/unesco-werelderfgoed-nederland/>

Atlas Natuurlijk Kapitaal. (z.d). Natuurlijk kapitaal. Geraadpleegd op 28-09-2020, van <https://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/natuurlijk-kapitaal>

Baltussen, W., Adelhart Toorop, R., de Blaeij, A., de Groot Ruiz, A., de Janssens, B., Logatcheva, K., Maanen, E., & van Ponsioen, T. (2017, februari). Maatschappelijke effecten van voedsel: Een verkenning van een nieuwe methodiek Geraadpleegd op 22-09-2020, van <https://edepot.wur.nl/408313>

Beeker, P. (2020, 9 februari). Duizenden bomen planten voor voedselbos. Geraadpleegd op 09-09-2020, van <https://www.1limburg.nl/duizenden-bomen-planten-voor-voedselbos?context=section-33989>

Biobestrijding (z.d.) Bestrijden van de Witte Vlieg. Geraadpleegd op Geraadpleegd op 08-10-2020, van <https://www.biobestrijding.nl/bestrijden-van-de-witte-vlieg/>

Boulestreau, Y.& Van Eck, W. (2016). DESIGN AND PERFORMANCE EVALUATION OF A 1HA PRODUCTIVE FOOD FOREST MODEL. Geraadpleegd op 24-11-2020, van <https://greendealvoedselbossen.nl/wp-content/uploads/2020/11/Boulestreau-Y.-van-Eck-W.-2016-Design-ans-performance-evaluation.pdf>

Bremmer, J. (z.d.) Landbouw input & duurzaamheid. Geraadpleegd op 09-12-2020, van <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Onderzoeksinstituten/Economic-Research/Themas/Verduurzamen-in-de-Agri-Food-keten/Landbouw-input-duurzaamheid.htm>

Buiter, M. (2017, 18 januari). Voedselbossen en biodiversiteit. Geraadpleegd op 09-12-2020, van https://6f2297e8-deba-452e-8e7c-2effda10b13f.filesusr.com/ugd/34bf21_943ace2d72b846da94c43052de6d7111b.pdf

Buiter, M. (2017, 18 januari). Wat doet een voedselbosbouwer en wat is een voedselbos? Geraadpleegd op 09-12-2020, van https://6f2297e8-deba-452e-8e7c-2effda10b13f.filesusr.com/ugd/34bf21_9d71b69af9694a4888d9750a022bdbdf.pdf

Buiter, M., & de Waard, F. (2017, 18 januari) Ontwerp, aanleg en beheer van voedselbossen. Geraadpleegd op 08-12-2020, van https://6f2297e8-deba-452e-8e7c-2effda10b13f.filesusr.com/ugd/34bf21_6ca41618dcb343339fc4be4d58068a5e.pdf

Calorieën verbranden (z.d.). Hoeveel calorieën verbrand je met Tuinieren: algemeen? Geraadpleegd op 04-01-2021, van <https://www.calorieenverbranden.nl/sporten/tuinieren-algemeen>

CBS (2020, 13 november). Akkerbouwgewassen; productie naar regio. Geraadpleegd op 23-11-2020, van <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/7100OOGS/table?ts=1548962351476>

CBS (2020, 28 april) Groenteteelt; oogst en teeltoppervlakte per groentesoort. Geraadpleegd op 23-11-2020, van <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/37738/table?ts=1606210646070>

CBS (z.d.) Welke sectoren stoten broeikasgassen uit? Geraadpleegd op 18-11-2020, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-broeikasgassen/hoofdcategorieen/welke-sectoren-stoten-broeikasgassen-uit->

Davis, D., Epp, M., & Riordan, H. (2004, 7 mei). Changes in USDA Food Composition Data for 43 Garden Crops, 1950 to 1999. Geraadpleegd op 02-12-2020, van <http://saveoursoils.com/userfiles/downloads/1351255687-Changes%20in%20USDA%20food%20composition%20data%20for%2043%20garden%20crops,%201950-1999.pdf>

De Redelijkheid, M. (2020). Ervaren beleidsmaker en adviseur in watermanagement met een holistisch wereldbeeld. Geraadpleegd op 10-09-2020, van <https://nl.linkedin.com/in/marco-de-redelijkheid-3174b92>

Derikx, B. (2020). Programmaleider Natuurinclusieve Landbouw. Limburgse Land- en Tuinbouwbond. Geraadpleegd op 10-09-2020, van <https://nl.linkedin.com/in/bram-derikx-3935361b>

Deyn, G., de (z.d.). Klimaat en bodem. Geraadpleegd op 09-12-2020, van <https://www.wur.nl/nl/Dossiers/dossier/Klimaat-en-bodem-1.htm>

Dingemanse, K (2019, 27 september). Validiteit in interviews. Geraadpleegd op 22-01-2021, van <https://www.scribbr.nl/onderzoeksmethoden/validiteit-in-interviews/>

Driessen, K. (2020, 28 september). Welke bronnen kan ik in mijn scriptie gebruiken? Geraadpleegd op 10-12-2020, van <https://www.scribbr.nl/bronvermelding/welke-bronnen-kan-ik-mijn-scriptie-gebruiken/>

Drinkwaterplatform. (z.d.) Bodemverontreiniging en grondwater, de stand van zaken. Geraadpleegd op 28-09-2020, van <https://www.drinkwaterplatform.nl/bodemverontreiniging-en-grondwater-stand-zaken/>

Europees Milieu Agentschap (2020, 23 november). Beperking van klimaatverandering. Geraadpleegd op 15-12-2020, van <https://www.eea.europa.eu/nl/themes/climate/intro>

Farmlux (z.d.) Aardappelen in open grond drenken: kenmerken en timing. Geraadpleegd op 16-11-2020, van <https://nl2.farmlux.biz/kartofel/vyrashchivanie/poliv-v-otkrytom-grunte/>

Food planting (z.d.) Het herkennen, bestrijden en voorkomen van Phytophthora. Geraadpleegd op 16-11-2020, van <https://www.foodplanting.com/2019/04/15/het-herkennen-bestrijden-en-voorkomen-van-phytophthora/>

Geurtsen, K., & Joosten, O. (2019, 23 juni). Drinkwaterbedrijven: 'Bestrijdingsmiddelen uit water halen kost geld. En dat betaalt de klant' Geraadpleegd op 09-12-2020, van <https://demonitor.kro-ncrv.nl/artikelen/drinkwaterbedrijven-bestrijdingsmiddelen-uit-water-halen-kost-geld-en-dat-betaalt-de-klant>

Green Deal Voedselbossen (2020, september) Factsheet Voedselbossen. Voor provincie, gemeente en waterschap. Geraadpleegd op 08-12-2020, van <https://greendealvoedselbossen.nl/wp-content/uploads/2020/10/factsheet-v4-lr.pdf>

Groen Links Gelderland (z.d.). Wouter van Eck. Geraadpleegd op 04-01-2021, van <https:// gelderland.groenlinks.nl/onze-mensen/wouter-van-eck-0>

Handboek Bodem en Bemesting (z.d.) Effect meststoftoediening op bodemstructuur. Geraadpleegd op 13-11-2020, van <https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Bemesting/Effect-meststoftoediening-op-bodemstructuur.htm>

Handboek bodem en bemesting (z.d.) Effecten van grondbewerking op bodemleven. Geraadpleegd op 11-11-2020, van <https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting/Handeling/Grondbewerking-en-berijding/Effecten-van-grondbewerking-op-bodemleven.htm>

Het Kleine Loo (2009). Akkerbouw in de 4 seizoenen. Geraadpleegd op 09-12-2020, van https://www.akkerbouwvoorjou.nl/werkbladen/handleiding_4_seizoenen.pdf

Hoffman, M.H.A. (2009). Planten en luchtkwaliteit. Geraadpleegd op 07-01-2021, van <https://edepot.wur.nl/249772>

Hooghiem, M. (2015). Het Aquatische Ecosysteem. Geraadpleegd op 15-12-2020, van <https://www.studeersnel.nl/nl/document/wageningen-university-research/water-1/samenvattingen/h-5-het-aquatische-ecosysteem/542678/view>

Jansen, A. J. (1968, maart). De sociale gevolgen van de mechanisatie in de landbouw. Geraadpleegd op 03-12-2020, van <https://edepot.wur.nl/277816>

Kamp, J., van Reeuwijk, P., Schoorl, F., & Montsma, M. (2010, 26 maart). Energiebesparing op het agrarisch bedrijf. Geraadpleegd op 30-11-2020, van <https://edepot.wur.nl/139690>

Kapitein, J. (2020, 4 maart). Voedselbossen: een alternatief voor intensieve landbouw? Geraadpleegd op 06-01-2021, van <https://www.nationalgeographic.nl/milieu/2020/02/voedselbossen-een-alternatief-voor-intensieve-landbouw>

Kenniscentrum suiker & voeding (z.d.). Hoe wordt suiker gemaakt? Geraadpleegd op 16-12-2020, van <https://www.suikerinfo.nl/suiker/van-biet-tot-suiker>

Limburgse Land- en Tuinbouw Bond. (z.d.) Over de LLTB. Geraadpleegd op 09-09-2020, van <https://www.lltb.nl/overdelldb>

LinkedIn (z.d.) Bas Janssens. Geraadpleegd op 04-01-2021, van <https://www.linkedin.com/in/bas-janssens-6323a722/?originalSubdomain=nl>

Maas, J. & van Loon, J. (z.d.). Landbouw en Klimaatverandering. Geraadpleegd op 15-12-2020, van <https://edepot.wur.nl/133557>

Milieu Centraal (z.d.) Wat is het broeikaseffect? Geraadpleegd op 18-11-2020, van <https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/klimaatverandering/wat-is-het-broeikaseffect/>

Milieu Centraal (z.d.). Klimaatverandering. Geraadpleegd op 11-11-2020, van <https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/klimaatverandering/>

Moestuin Tip (z.d.). Aardappel. Geraadpleegd op 16-11-2020, van http://www.moestuintips.nl/groenten/bol_knol_gewassen/aardappel/aardappel.php

Nederlandse akkerbouw (z.d.) Aardappelen. Geraadpleegd op 22-09-2020, van <http://www.akkerbouw-van-nu.nl/gewassen/aardappels/>

Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (z.d.). Teeltvoorschrift aardappelmoetheid. Geraadpleegd op 07-12-2020, van <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/teeltvoorschriften-akkerbouw-en-tuinbouw/teeltvoorschrift-aardappelmoetheid>

Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (z.d.). Wat is aardappelmoetheid? Geraadpleegd op 07-12-2020, van <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/aardappelmoetheid/wat-is-aardappelmoetheid>

Plant en Plagen (z.d.) Aardappel. Geraadpleegd op 07-10-2020, van <https://plantenplagen.nl/plantenplagen/aardappel/#more-623>

Plant en Plagen (z.d.) Sperzieboon. Geraadpleegd op 08-10-2020, van <https://plantenplagen.nl/plantenplagen/sperzieboon/>

Reijnen, M., van Hinsberg, A., van Esbroek, M., de Knecht, R., Pouwels, R., van Tol, S. & Wiertz, J. (2010, oktober). Natuurwaarde 2.0 land. Geraadpleegd op 15-12-2020, van <https://edepot.wur.nl/159006>

Rietjens, E., & Heijs, S. (2020, september). Basiscursus voedselbossen. Combineren landbouw en natuur [Powerpoint]. Geraadpleegd op 09-12-2020.

Rietra, R.P.J.J. (2007). Achteruitgang van nutriëntengehalten in voedselgewassen door een verminderende bodemkwaliteit? Geraadpleegd 02-12-2020, van <https://edepot.wur.nl/32031>

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (z.d.). Bestrijdingsmiddelen in het milieu. Geraadpleegd op 09-12-2020, van <https://www.rivm.nl/bestrijdingsmiddelen/bestrijdingsmiddelen-in-milieu>

Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (z.d.). Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid. Geraadpleegd op 13-11-2020, van <https://www.rivm.nl/landelijk-meetnet-effecten-mestbeleid>

Rijksoverheid, Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (2019, 28 juni). Het Klimaatakkoord in (meer dan) 70 vragen. Geraadpleegd op 18-11-2020, van <https://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ministerie-van-economische-zaken-en-klimaat/documenten/publicaties/2019/06/28/het-klimaatakkoord-in-meer-dan-70-vragen>

Rijkswaterstaat (z.d.). Waterkwaliteit. Geraadpleegd op 15-12-2020, van <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/waterkwaliteit>

RIVM (z.d.). Luchtkwaliteit en klimaat. Geraadpleegd op 15-12-2020, van <https://www.rivm.nl/gemeente/luchtkwaliteit-en-klimaat>

Ruimte met toekomst (z.d.). Bodem en grondwater. Geraadpleegd op 15-12-2020, van <http://www.ruimtexmilieu.nl/wiki/thema-s/bodem-en-grondwater>

Sante (z.d.). Hoeveel calorieën verbrand je met je werk? Geraadpleegd op 04-01-2021, van <https://www.sante.nl/balans/life/hoeveel-calorien-verbrand-je-met-je-werk/>

Schildpad Boeken (2018). Praktisch Handboek Voedselbossen ontwerp, aanleg en onderhoud van een eetbare bostuin. Geraadpleegd op 08-12-2020, van <https://www.praktischhandboekvoedselbossen.nl/contents/nl/Handboek-Voedselbossen-inkijk.pdf>

Schouten, T., Bloem, J., de Goede, R., van Eekeren, N., Deru, J., Zanen, M., Sukkel, W., van Balen, D., Korthals, G., & Rutgers, M. (2018, juni). Niet-kerende grondbewerking goed voor de bodembiodiversiteit? Veldexperimenten uitgelicht. Geraadpleegd op 11-11-2020, van <http://www.louisbolk.org/downloads/3340.pdf>

Scribbr (z.d.). Overzicht van onderzoeksmethoden en dataverzamelmethode. Geraadpleegd op 10-12-2020, van <https://www.scribbr.nl/category/onderzoeksmethoden/>

Shiny (2020, 17 april). Kenmerken: Kwalitatief & Kwantitatief onderzoek. Geraadpleegd op 10-12-2020, van <https://wetenschap.infonu.nl/onderzoek/106079-kenmerken-kwalitatief-quantitatief-onderzoek.html>

Siepel, L., Velthuis, D., Zondergeld, W., & Schimmel, W. (2018, 4 juli). Voedselbos Ketelbroek: een zegen in de drup? Geraadpleegd op 09-12-2020, van <https://www.narcis.nl/publication/RecordID/oai:hbookennisbank.nl:samhao:oai:www.greeni.nl:VBS:2:146411>

Spruijt, J., van Dijk, W., Runia, W., & van Geel, W. (2012, december). Verruiming vruchtwisseling in relatie tot mineralenbenutting, bodemkwaliteit en bedrijfseconomie op akkerbouwbedrijven. Geraadpleegd op 07-12-2020, van <https://edepot.wur.nl/256035>

Stichting Teelt Overleg Groenten (2019, januari). Teelthandleiding van sperziebonen. Geraadpleegd op 03-12-2020, van <https://docplayer.nl/119825848-Teelthandleiding-van-sperziebonen.html>

Stichting TOG (2017, januari). Teelthandleiding van sperziebonen. Geraadpleegd op 07-10-2020, van <https://www.stichtingtog.nl/wp-content/uploads/2018/04/Teelthandleiding-sperziebonen-2017.pdf>

Streppel, M.T. & Ocke, M.C. (2005). Een voedingsmiddelentabel voor het uitvoeren van trendanalyses in de Zutphen Studie. Geraadpleegd op 05-01-2021, van <https://rivm.openrepository.com/bitstream/handle/10029/7350/350620002.pdf?sequence=1>

Thpanorama (z.d.). Terrestrische ecosysteemkenmerken, typen en voorbeelden. Geraadpleegd op 15-12-2020, van <https://nl.thpanorama.com/articles/medio-ambiente/ecosistema-terrestre-caractersticas-tipos-y-ejemplos.html>

Tuinplantenwinkel.nl (2019, 4 oktober). Wanneer kan ik het beste de tuin aanplanten? Geraadpleegd op 08-12-2020, van <https://www.tuinplantenwinkel.nl/blogs/tuinplantenwinkel-blog/wanneer-kan-ik-het-beste-de-tuin-aanplanten/>

USDA & HHS (2011, 31 januari). Dietary Guidelines for Americans 2010. Geraadpleegd op 24-02-2021, van <https://health.gov/sites/default/files/2020-01/DietaryGuidelines2010.pdf>

US Forest Service (z.d.). Plant Hardiness Zones. Geraadpleegd op 26-01-2021, van https://www.fs.fed.us/wildflowers/Native_Plant_Materials/Native_Gardening/hardinesszones.shtml
<https://leylanas-landbouwbzw.weebly.com/bodem.html>

Van Dinther, M. (2018, 26 november). Welkom in het voedselbos, het paradijs van de luie boer. Geraadpleegd op 01-09-2020, van <https://www.volkskrant.nl/kijkverder/v/2018/voedselbos/>

Van Eck, W. (2019, 26 februari). Groeien die bomen tot in de hemel? Sleutelen aan verdienmodellen van agroforestry. Geraadpleegd op 09-12-2020, van <https://bosgroepen.nl/bosgroep-zuid-nederland/wp->

[content/uploads/sites/4/2019/03/Wouter-van-Eck_groeien-die-bomen-tot-in-de-hemel_26feb2019.pdf](#)

Van Swigchem, J., & de Haan, F. (2001, april). Meerprijs klimaatneutrale consumentenproducten. Geraadpleegd op 02-12-2020, van <https://www.ce.nl/publicaties/178/meerprijs-klimaatneutrale-consumentenproducten>

Voedingscentrum (z.d.). Watergebruik. Geraadpleegd op 15-12-2020, van <https://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/watergebruik.aspx>

Voedselbos Schijndel. (z.d.). Wat is een voedselbos? Geraadpleegd op 01-09-2020, van <https://www.voedselbosschijndel.nl/het-plan/>

Wageningen University (2012). De strijd tegen de aardappelziekte. Geraadpleegd op 16-11-2020, van https://www.wur.nl/upload_mm/b/d/c/cfad9ba4-3e16-40d4-9a62-4a5695bfbe09_Lesbrief%20Aardappelziekte.pdf

Wageningen University & Research (z.d.) Jeroen Kruit. Geraadpleegd op 04-01-2021, van <https://www.wur.nl/nl/Personen/Jeroen-ir.-J-Jeroen-Kruit.htm>

Wageningen University & Research (z.d.). KWIN-AGV 2018. Geraadpleegd op 24-02-2021, van <https://www.wur.nl/nl/show/kwin-agv.htm>

Westhoek, H., Ingram, J., van Berkum, S., Özay, L. & Hajer, M. (2016). FOOD SYSTEMS AND NATURAL RESOURCES. Geraadpleegd op 15-12-2020, van <https://dspace.library.uu.nl/handle/1874/341385>

Willems, M. & van Namen, B. (2019, 10 januari). De economische haalbaarheid van voedselbossen. Geraadpleegd op 04-01-2021, van <https://www.has.nl/media/owspjwwb/economische-haalbaarheid-voedselbossen.pdf>

Bijlage 1. Literatuuronderzoek

Aardappel- en sperzieboonteelt

Aardappelteelt

In Nederland worden drie soorten aardappelen geteeld: consumptieaardappelen, zetmeelaardappelen en potaardappelen. Bij alle drie de soorten vindt ongeveer hetzelfde proces plaats. Allereerst wordt de grond bewerkt, dan wordt er kunstmest en fungicide toegevoegd, hierna worden de aardappelen gepoot en als laatst worden ruggen opgebouwd, deze zorgen ervoor dat de aardappelen makkelijk geoogst kunnen worden. Dit wordt zo vroeg mogelijk in het voorjaar gedaan. Als ze geoogst worden, worden ze in loodsen gedroogd en gekoeld, zodat ze lang bewaard kunnen worden.

Pootaardappelen (20%) worden gekweekt uit plantweefsel voor nieuw pootgoed en worden door de boer als miniknollen gekocht. Tijdens de teelt worden met selectiekarren over het gewas gereden. Deze karren bekijken of er zieke planten tussen staan, deze worden vervolgens verwijderd.

Zetmeelaardappelen (30%) worden geteeld om zetmeel uit te winnen. Dit zetmeel wordt gebruikt in voedsel of producten zoals lijn.

Consumptieaardappelen (50%) zijn bestemd voor consumptie en worden langer in het veld gelaten om zoveel mogelijk te produceren (Nederlandse akkerbouw, z.d.).

Consumptieaardappelen zijn verder onder te verdelen in onder andere tafelaardappelen. Tafelaardappelen zijn voor humane consumptie en worden ongeschild verkocht aan de consument. Deze aardappelen worden naast schillen en koken niet van tevoren bewerkt wat wel gebeurt bij friet of chips.

In Nederland zijn 6.500 tot 7.000 akkerbouwbedrijven die consumptieaardappelen teelt. In 2015 werden 3,3 miljoen ton consumptieaardappelen geproduceerd. Bijna 80 bedrijven houden zich bezig met het verwerken, zoals sorteren wassen en verpakken, bezig. Afgekeurde aardappelen gaan naar de zetmeel-, vlokken- en veevoerindustrie (Baltussen et al., 2017).

De aardappel is vatbaar voor allerlei ziekten en plagen. De meest voorkomende zijn Phytophthora en Alternaria. Phytophthora of aardappelziekte is een schimmelziekte die op het blad van een aardappelplant donkere plekken achterlaat, zie figuur 1. Bij een zware aantasting kan een groot deel van het blad binnen enkele dagen afsterven. Met als gevolg dat de productie stopt. Ook Alternaria is een schimmelziekte. Alternaria veroorzaakt donkerbruine kringen op bladeren, bloemblaadjes en stengels van de aardappelplant (Figuur 2). Een andere ziekte is de Sclerontiënrot. Deze laat plantdelen afsterven, uiteindelijk ontstaat een witte schimmel laag zoals te zien is in figuur 3. Naast ziektes hebben ook plagen gevolgen voor aardappelen. Zo wordt het blad van de aardappelplant opgegeten door de coloradokever (Figuur 4). De Groene perzikluis zorgt voor verzwakking van de plant: de noodzakelijke sappen voor de groei worden weggezogen en de bladeren gaan krullen zoals te zien is in figuur 5. Tot slot zorgt het cystenaaltje voor aardappelmoehheid. Bij aardappelmoehheid dringen cystenaaltjes de wortels binnen, waardoor het gewas vroegtijdig afsterft, zie figuur 6 (Plant en Plagen, z.d.).



Figuur 1: Schade die *Phytophthora* aanricht bij aardappelen.
Overgenomen uit Aardappel van *Maksim z.d.*
(<https://plantenplagen.nl/plantenplagen/aardappel/#more-623>)



Figuur 2: Schade die *Altaria* aanricht bij aardappelen
Overgenomen uit Aardappel van *Rachel van der Smoan z.d.*
(<https://plantenplagen.nl/plantenplagen/aardappel/#more-623>)



Figuur 3: Schade die *Sclerotienrot* aanricht bij aardappelen.
Overgenomen uit *Sclerotienrot* van *Rasbak*, 2009
(<https://nl.wikipedia.org/wiki/Sclerotienrot>)



Figuur 4: Schade die de coloradokever aanricht bij aardappelen
Overgenomen uit Aardappel van *Marijke Hofstra z.d.*
(<https://plantenplagen.nl/plantenplagen/aardappel/#more-623>)



Figuur 5: Schade die de Groene perzikluis aanricht bij aardappelen.
Overgenomen uit Aardappel van *Scott Bauer, z.d.*
(<https://plantenplagen.nl/plantenplagen/aardappel/#more-623>)



Figuur 6: Schade die het cystenaaltje aanricht bij aardappelen.
Overgenomen uit Aardappelmoehheid van *Xiaohong Wang*, 2008
(<https://nl.wikipedia.org/wiki/Aardappelmoehheid>)

Sperziebonenteelt

Sperziebonen behoren tot de familie van de peulvruchten en worden gegeten als groente. Sperziebonen zijn eenjarige planten en worden door akker- en tuinbouwbedrijven geteeld. Omdat ze niet van vorst houden worden ze van mei tot half juli gezaaid en van half juli tot begin oktober geoogst. Vervolgens gaan ze naar de groente verwerkende industrie of de verse markt.

Alle gronden zijn geschikt voor het telen van sperziebonen. Wel moet de grond niet te nat zijn vanwege de structuurgevoeligheid. Het land wordt omgeploegd en de zaden worden gezaaid met zaaimachines. Ze worden ver genoeg uit elkaar geplant, zodat de wind tussen de gewassen kan komen en schimmelziektes beperkt blijven. In 2015 was in Nederland 3.000 hectare aan sperziebonenteelt. Hier wordt 33.600 ton uit geoogst (Stichting TOG, 2017).

Tijdens de teelt van sperziebonen kunnen ziekten en plagen ontstaan. Een van die plagen is de stambonenkever. Deze kever is 3 tot 4 millimeter groot en legt tijdens de groei eitjes in de bonen. De larven eten zich uit de boon en komen in het voorjaar als kevers eruit. Hierdoor ontstaan ronde gaatjes, zoals te zien is in figuur 1, in de boon.

Naast de stambonenkever kan de boon ook aangetast worden door de bonenspintmijt. Als deze aanwezig is ontstaan stipvormige vlekjes op de bovenkant van het blad, zie figuur 2. Op de onderkant zitten kleine beestjes. Als de plant ernstig wordt aangetast vallen de bladeren af.

Als de bonen in vochtige omstandigheden plaatsvinden kan grauwe schimmel ontstaan. Deze tast het blad, de stengel en de boon aan. In figuur 3 is afgebeeld hoe de schimmel eruitziet. Naast aardappelen kunnen ook bonen onder warme, vochtige omstandigheden aangetast worden door de Sclerotiënrot. Deze ziekte zorgt dat er ronde, lichte vlekjes op het blad ontstaan, op de achterkant van het blad ontstaan bekervormig aantastingen, zoals in figuur 4. In warme zomers kunnen deze vlekjes bruin kleuren, een soort roest zoals te zien is in figuur 5 (Plant en Plagen, z.d.).

De witte vlieg brengt schade aan de sperzieboon door eieren op onderkant van jonge bladeren af te zetten. Als deze uitkomen produceren ze honingdauw. Honingdauw is de basis voor schimmels die zich kunnen vormen op het blad. In figuur 6 is te zien hoe honingdauw eruitziet. Na een tijdje zal de plant verzwakken, bladeren zullen verwerken en de groei zal belemmerd worden (Biobestrijding, z.d.).



Figuur 7: Schade die de bonenkever aanricht bij sperziebonen.
Overgenomen uit Sperzieboon van Rasbak, 2005
(<https://plantenplagen.nl/plantenplagen/sperzieboon/>)



Figuur 8: Schade die de bonenspintmijt aanricht bij sperziebonen
Overgenomen uit Sperzieboon van Rasbak, 2005
(<https://plantenplagen.nl/plantenplagen/sperzieboon/>)



Figuur 9: Schade die de grauwe schimmel aanricht bij sperziebonen.
Overgenomen uit Sperzieboon van Rasbak, 2005
(<https://plantenplagen.nl/plantenplagen/sperzieboon/>)



Figuur 10: Schade die de Sclerotienrot aanricht bij sperziebonen.
Overgenomen uit Sperzieboon van Rasbak, 2005
(<https://plantenplagen.nl/plantenplagen/sperzieboon/>)



Figuur 11: Schade die de roest aanricht bij sperziebonen.
Overgenomen uit *Uromyces appendiculatus* van *Plant Parasites of Europe*, z.d.
(<https://bladmineerders.nl/parasites/fungi/basidiomycota/puccinio-mycotina/pucciniales/pucciniaceae/uromyces/uromyces-appendiculatus/>)



Figuur 12: Schade die witte vliegen aanricht bij sperziebonen
Overgenomen uit Bestrijden van de witte vlieg van Biobestrijding
(<https://www.biobestrijding.nl/bestrijden-van-de-witte-vlieg/>)

Natuurlijk kapitaal en de ecosysteemdiensten

Natuurlijk kapitaal zijn natuurlijke hulpbronnen die de aarde aan de mens levert. Deze zijn te verdelen onder: productiediensten, culturele- en regulerende diensten. De diensten die te zien zijn in Figuur 13 (Atlas Natuurlijk Kapitaal, z.d.) worden hieronder verder uitgewerkt.

Productiediensten

Voedsel, de natuur levert voedselproducerende planten, bomen en schimmels die door de vruchtbare bodems kunnen groeien.

Drinkwater, de bodem zorgt ervoor dat zoetwater opgeslagen wordt en deels wordt gezuiverd door klei- en zandlagen. Omdat geen zuurstof meer aanwezig is, kunnen bacteriën en virussen niet in het water terecht komen (Drinkwaterplatform, z.d.).

Biomassa en energie, de natuur levert biomassa in de vorm van organische stof die wordt geproduceerd door organismen. Energie komt vrij als deze biomassa verbrand wordt.

Water voor overig gebruik, regenwater wordt opgeslagen in grond- en oppervlaktewater. Dit is zoetwater dat niet schoon genoeg is voor drinkwater. Wel kan het gebruikt worden voor andere activiteiten zoals als koelwater in de industriële sector.

Hout, vezels, genetische bronnen, de natuur levert hout in de vorm van bomen die gebruikt worden voor bijvoorbeeld meubels, papier en voor energieopwekking. Ook vezels worden geleverd en zijn van plantaardige, dierlijke of minerale oorsprong. Voorbeelden van natuurvezels zijn katoen en wol, deze worden voor kledingproductie gebruikt. Genetische bronnen zijn dieren, planten of micro-organismen die door de mens gebruikt worden voor voedsel, kleding, medicijnen of in de industrie (Atlas Natuurlijk Kapitaal, z.d.).

Culturele diensten

Groene recreatie, is van belang voor de menselijke gezondheid. Sport en recreatiemogelijkheden zorgen voor een daling van onder andere obesitas, stress en depressie.

Natuurlijk erfgoed, is een onvervangbaar en uniek eigendom van de aarde. Voorbeelden in Nederland zijn de Waddenzee en de grachtengordel in Amsterdam (Astrid, 2019).

Symbolische waarde, een voorwerp, teken, dier of de natuur die een bepaalde betekenis of gevoel heeft voor de mens.

Wetenschap en educatie, van de natuur die zorgt dat het menselijk lichaam, maar ook de flora en fauna begrepen kan worden. Educatie van de natuur heeft effect op de menselijke economie, gezondheid en welzijn (Atlas Natuurlijk Kapitaal, z.d.).

Regulerende diensten

Kustbescherming, zorgt voor een veilige leefomgeving. Voorbeelden van kustbescherming zijn zandbanken, slikken, schorren, stranden en duinen.

Reinigend vermogen bodem, water, lucht, zorgt voor een schone en veilige leefomgeving voor de mens. Vaak zijn de bodem, water en lucht vervuild met fijnstof. Specifieke planten en diersoorten kunnen deze vervuilende stoffen vasthouden, vangen, verdunnen, filtreren of afbreken.

Bodemvruchtbaarheid, zorgt voor voedingstoffen van planten en gewassen. Dit wordt bepaald door de chemische, fysische en biologische eigenschappen van de bodem. Zonder deze vruchtbaarheid kan de mens geen gebruik maken van alle functies van planten en gewassen zoals landbouw.

Bodemerosie, is het wegwaaien of wegspoelen van de bovenste bodemlaag door wind of water. Dit kan tegen worden gegaan door begroeiing. Wortels houden de grond vast en de

bladeren bedekken de bodem, waardoor minder wegstroomt met water en de wind wordt gebroken.

Plaagonderdrukking, is van groot belang in de landbouw. Plagen zoals insecten, ziektes, schimmels, bacteriën en virussen zorgen voor gewasschade. Vaak worden deze bestreden met chemische bestrijdingsmiddelen. Echter tast dit de bodem, organismen en het grondwater aan wat voor gezondheidsproblemen kan zorgen. Een alternatief is het gebruik van natuurlijk vijanden.

Bestuiving, is de bevruchting van gewassen door insectensoorten. Maar ook in het wild speelt bestuiving een rol bij bloemen, planten, struiken en bomen. Zonder bestuiving zou veel minder voedsel geproduceerd kunnen worden.

Koolstofvastlegging, is een belangrijk deel in een stabiel klimaat. Broeikasgassen worden in de bodem en in vegetaties opgeslagen. Om de opwarming van de aarde tegen te gaan moet gezorgd worden dat zoveel mogelijk koolstofdioxide (CO₂) wordt opgeslagen, echter worden steeds meer bomen gekapt, waardoor CO₂ de atmosfeer in gaat.

Waterberging, is het tijdelijk opslaan van water in de bodem en oppervlaktewateren. Vegetatie zorgt voor het geleidelijk opnemen van water in de bodem en plantenresten, bodemorganismen en humus zorgen voor de opslag van het water. Zonder deze activiteiten ontstaat erosie en droogt de bodem uit.

Verkoeling in de stad, door groen, water en luchtstromingen. Door asfalt, lage windsnelheden, minder natuurlijke verdamping en warmte die vrijkomt van menselijke activiteiten ontstaat hitte in de stad. Dit heeft effect op de gezondheid van de mens. Door meer groen, water en wind toe te laten in de stad kan de hitte beheerst worden.

Absorptie geluid, wind en visuele verstoring, zorgt voor het verbeteren van het welzijn van de mens. Het is wetenschappelijk aangetoond dat het waarnemen van groen de leefomgeving van de mens aangenamer maakt. Zo kunnen bomen als geluidsscherm werken en planten zorgen voor minder windhinder (Atlas Natuurlijk Kapitaal, z.d.).

Voorbeelden van ecosystemendiensten in Nederland



Figuur 13. Voorbeelden van ecosystemendiensten in Nederland, onderverdeeld in productie-, culturele en regulerende diensten. Overgenomen uit *Natuurlijk Kapitaal* van Atlas Natuurlijk Kapitaal, z.d. (<https://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/natuurlijk-kapitaal>).

Experts op het gebied van voedselproductie

Wouter van Eck

Wouter van Eck is eigenaar van voedselbos Ketelbroek in Groesbeek wat ontstaan is in 2009 uit 2.4 hectare kale maisakker. Hij plantte 350 soorten bomen struiken, klimmers, kruiers, groeiers en bloeiers die allemaal voedsel produceren. Door de succesvolle ontwikkeling van dit voedselbos heeft hij de Stichting Voedselbosbouw Nederland opgericht (van Dinther, 2018). Deze stichting heeft in 2019 een nieuw voedselbos gepland in Schijndel. Dit is het grootste productievoedselbos van Europa met maar liefs 20 hectare aan voedselbos (Voedselbos Schijndel, z.d.). Voor het oprichten van het voedselbos was Wouter docent aan Radboud Universiteit, campagneleider Landbouw en Voedsel bij Milieudefensie en directeur bij Stichting Floron (Groen Links Gelderland, z.d.).

Mark Venner

Mark Venner is werknemer bij IKL, Natuurrijk Limburg en eigenaar van het Leuker voedselbos in Baexem. In 2019 is hij begonnen met het planten van een voedselbos met 12.000 bomen en struiken dat op de plek komt van 20 hectare grasland van het melkveebedrijf van zijn vader. Het bedrijf van zijn vader overnemen zag hij niet zitten: "Ik wil laten zien dat je als agrariër een voedselbos kunt creëren waar je ook geld mee kunt verdienen." (Beeker, 2020)

Bram Derikx

Bram Derikx is werkend bij Limburgse Land- en Tuinbouw Bond (LLTB) als programmaleider Natuurinclusieve Landbouw. De LLTB is een vereniging die leden ondersteunen in hun agrarische ondernemerschap. Ook zetten ze zich in voor een sterke economische en maatschappelijke positie van agrarische bedrijven en sturen ze in verduurzaming en ontwikkeling van de sector. Ze richten zich op de onderwerpen voedsel & gezondheid, klimaat & energie, platteland & omgeving en ondernemerschap (LLTB, z.d.). Hiernaast is Bram eigenaar van Horizon Advies, een adviesbureau dat zich richt op particulieren, agrariërs, organisaties en overheden (Derikx, 2020).

Marco de Redelijkheid

Marco de Redelijkheid is werkzaam bij Waterschap Limburg als adviseur Watersysteem en Waterketen. Voorbeelden van projecten die hij heeft gedaan zijn: Duurzaamheidsbeleid (2019), programma Boden en Water in de landbouw (2018) en Green Deal Voedselbossen (2018) (de Redelijkheid, 2020). Ook heeft Marco gewerkt bij Rijkswaterstaat, Zuiveringschap Limburg en Gemeente Maastricht.

Jeroen Kruit

Jeroen Kruit is werkend bij Wageningen Environment Research op het onderdeel Biodiversiteit en Beleid als Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeker. Jeroen Kruit: 'Als (participerende) actie-onderzoeker richt mijn onderzoekspraktijk zich op het faciliteren, adviseren, evalueren en coachen van (beleid) professionals, grassroots-initiatieven en studenten van Wageningen Universiteit'. Ook is Jeroen als WUR-coördinator aangesloten bij de Green Deal Voedselbossen en heeft hij de opleiding Landschapsarchitectuur afgerond aan Wageningen University (WUR, z.d.).

Bas Janssens

Bas Janssens is werkzaam bij Wageningen Economic Research als landbouweconoom op het gebied van akkerbouw en industriële groente en doet daar markt- en ketenonderzoek. Op het moment is hij bezig met het project True Pricing. Hij heeft akkerbouw en management gestudeerd aan HAS Hogeschool (LinkedIn, z.d.).

Onderzoeken omtrent afname nutriëntengehalten door de jaren heen

In Tabel 1 zijn alle onderzoeken weergegeven die als onderwerp afname van het nutriëntengehalte in voedsel hebben. Ook de auteurs, het land, het jaartal, de gewassoorten die onderzocht zijn, de voedingsstoffen waarnaar gekeken is en de conclusies zijn weergegeven. De informatie uit Tabel 1 is afkomstig van het rapport: Achteruitgang van nutriëntengehalten in voedselgewassen door een verminderende bodemkwaliteit? (Rietra, 2007).

Tabel 1. Onderzoeken over de afname van voedingsstoffen in gewassoorten

Auteur	Land	Jaartal	Gewassoorten	Voedingsstoffen	Conclusie
Daves et al., 2004	Amerika	1950-1999	Tuinbouwproducten	Eiwit, Ca, P, Fe, riboflavine en ascorbinezuur	Daling
*	*	*	*	Vit. A, niacine, thiamine, koolh., vet, droge stof	Geen verandering
Mayer, 1997; White en Broadley, 2005	Amerika	1930-1980	Groenten en fruit	Cu, Mg, Na, Cu, Fe, K	Daling
Leth et al., 2001; Larsen et al., 2002	Denemarken	1983-2002	Algemeen	Nutriënten en contaminanten algemeen	Geen verandering
*	*	*	Brood en graanproduct	K	Sterke variaties
*	*	*	Peen en aardappel	Cd	Daling
*	*	*	Bladgroenten en rundernier	Pb	Daling
Batten, 1994	Australië	1935-1994	Tarwe	P, Fe, Cu, Mn, K	Geen verandering
Batten, 1994	Noord-Amerika en Groot-Brittannië	1935-1994	Tarwe	P, K, Mg, Ca, Mn	Daling
Adams et al., 2002	Engeland	1982-1998	Tarwe	Se	Geen verandering
Zhao et al., 1995	Brittannië	1981-1993	Tarwe	S	Daling
Ehlert et al., 2006	Nederland	2006	Landbouwgewassen: tarwe en aardappel	PO ₄ ³⁻	Daling
*	*	*	Landbouwgewassen: zomergerst, rogge, snijmais en grasland	PO ₄ ³⁻	Geen verandering

Bijlage 2. Interviews

Wouter van Eck

Wat is uw belangrijkste argument om wel (of niet) met voedselbossen te werken?

Het dient meerdere doelen. Het belangrijkste argument is dat een voedselbos als landbouwmethode, ook biodiversiteit, koolstofbinding en waterhuishouding realiseert. En dat laatste kan ook in natuurgebieden, maar omdat de huidige landbouwmanier faalt en meer schade oplevert dan positieve waarden is voor ons een reden om een voedselbos te beginnen om die doelen samen te brengen.

Als u het grootste tegen argument zou moeten geven, wat zou dat zijn?

Je zou kunnen zeggen dat een negatief argument is dat je nog niet altijd wordt begrepen door de autoriteiten. Dit levert wat democratische hobbels op. Een ander nadeel is dat voedselbossen zo populair zijn dat er veel over gezegd wordt maar niet altijd even goed onderbouwd wordt, waardoor misstappen opgehelderd moeten worden.

Ziet u de investering als een negatief iets?

Wel als nadeel als je het gelijk grootschalig wil aanpakken. Maar tegelijkertijd kost een mega stal of een mestvergister ook veel geld en iedereen snapt dat je dan eerst geld moet uitgeven. Ik vind dat de realisering gefinancierd zou kunnen worden in verband met de positieve effecten van een voedselbos op de publieke doelen. Tegelijkertijd vind ik dat dit geen beletsel zou moeten zijn.

Hoe ziet de toekomstige landbouw er volgens u uit?

De huidige landbouw is op een dood spoor. Het Europese landbouw heeft gefaald op maatschappelijke doelen en heeft juist bijgedragen aan de klimaatcrisis, het verlies van natuurwaarde en verslechtering van de bodem en waterhuishouding. Terwijl er miljarden euro's in verdwijnen. Datzelfde geld zal je moeten steken in een manier die wel de maatschappelijke doelen dient. Zo zou de overheid publieke middelen in moeten zetten om de waarde van insecten of koolstofbinding te kunnen bepalen. Ook moeten er scherpe regels ingezet worden om de landbouwmethode die de organische stof laat verdampen en de klimaatcrisis verergert tegen te gaan. Iedereen die nog gif spuit en het land ploegt zou beboet moeten worden. Maar zover zijn we nog niet. Welk denk ik dat in de loop van de eeuw het schip gaat keren omdat het zo niet door kan gaan. Zo is door de Brexit het landbouwbeleid in het Verenigd Koninkrijk erop vooruitgegaan. Dat zijn aspecten die tot denken zouden moeten zetten. Ik verwacht dat bomen een prominente rol gaan krijgen in de toekomstige landbouw. Dat betekent niet dat we ons volledige dieet aan moeten passen aan voedselbossen, maar dat mozaïeklandschappen moeten toenemen, waarbij voedselbossen en hoofdrol spelen. Ook moeten andere vormen van agroforestry, andere vormen van teelt van eenjarige gewassen en aangepaste veehouderij plaatsvinden, als dat past bij de bodem en luchtkwaliteit in het land. Dat betekent wel een veel kleinere veestapel.

Hoeveel % voedselbos en hoeveel % andere landbouw zou u willen zien?

Minimaal 40% van de huidige agrarische grond zou binnen 10 jaar voedselbos moeten zijn. Zodat op die gronden, die nu volledig falen, meer koolstof opgeslagen kan worden en de waterhuishouding verbeterd kan worden. Zo kunnen de insecten en vogels, waarvan 80% kwijt is geraakt, weer terugkomen. Hiernaast je blijft goed voedsel produceren. De veestapel is een beetje natte vinger werk, maar kan met 20% gehandhaafd worden. Ook moet de resterende meer ruimte en dierenwelzijn krijgen. Zo kan de ruimte die nu gebruikt wordt voor veevoer, wat geen voedsel voor de mens opgeleverd gespaard worden. Hiernaast zijn nog allerlei mengvormen in het landschap mogelijk

Moet het eetpatroon van de mens hiervoor veranderen?

Een klein beetje. De landbouw roept nu heel hard dat ze de wereld voeden met hun export. Maar er worden meer eiwitten geïmporteerd met soja dan er als productie van Nederland uit gaat. Dat vervoer van voedsel is niet goed voor het milieu en heeft geen goed verdienmodel. Het is bulkproductie dat op externe kostenefficiëntie gericht is en daarom blijft het milieu- en dierenwelzijn een randvoorwaarden waar geen rekening mee gehouden wordt. Het gaat erom dat de Nederlandse landbouw niet de Nederlandse bevolking voedt. Wij eten nauwelijks van onze bodem, want daar groeit gras en snijmais op dat wordt omgezet in vlees en zuivel wat we weer exporteren. Ook tarwe is een belangrijk product in de Nederlandse consumptie en komt uit landen zoals Canada, Frankrijk en Ukraine. Het voedingscentrum heeft dieetadviezen opgesteld. Daar hoort bij een handje noten per dag, maar de huidige noten consumptie is onder de standaard van wat het bij zo'n dieet zou moeten zijn en die komen nauwelijks uit Nederland, maar uit Turkije, China, Californië en Oezbekistan. Dit zou je toe kunnen voegen aan de voedselproductie in Nederland met behulp van rijenteelt of voedselbossen. Ons dieet zal altijd veranderen. Zo zal het evalueren en juist omdat een voedselbos een vrij lange aanlooptijd en de productie langzaam op gang komt zal de productie van een voedselbos over 5 tot 10 jaar populair gaan worden en kom je het tegen in tijdschriften.

Kan het aantal landbouwgrond wat er in Nederland is alle mensen in Nederland voeden?

In principe is Nederland groot genoeg om iedereen te voeden. Dat is deels gebaseerd op onzinnig importeren en deels de verschuiving van een dierlijk dieet naar plantaardig dieet. Dat wil niet zeggen dat er niks meer geïmporteerd mag worden, daar kun je kijken hoe het geproduceerd is en hoe de transportmethode zo milieuvriendelijk kan zijn. Maar niet met bulkproductie ten koste van regionale ecosystemen.

Welke stappen worden gezet tijdens een voedselbosproces?

Eerst plannen dan planten. Je moet goed weten waar het terrein geschikt voor is, zoals het waterlevel. Het moet aansluiten bij maatschappelijk structuren en deze benutten, zoals de aanwezigheid van wind en biodiversiteit waar allerlei organismen zich kunnen settelen. Als je begint met een kale akker moet je dit eerst realiseren. Ook moet je kijken naar de afzetwens en wat voor type producten daarbij horen. Dan kun je beginnen te puzzelen met de soorten vegetatielagen, de polycultuur en bedenken wat je kunt doen om te zorgen dat insecten en dieren voldoende voedsel uit je systeem kunnen halen en een schuilplek kunnen vinden. De hierna opvolgende drie jaar kun je aanplanten en daarna vooral niets doen. Het systeem laten groeien met terughoudend beheer.

Bij uw land hebben ze een stuk opgehoogd, is dit een standaardprocedure?

Nee dit is niet altijd nodig. Het is te overwegen als het waterpeil zo hoog is dat bepaalde gewassen niet mogelijk zijn. Als het de moeite waard is kun je een gedeelte ophogen of je past je beplantingsplan aan op die omstandigheden. Maar op plekken waar het water dieper staat, is dat niet nodig.

Wordt het oogsten altijd handmatig gedaan? Wat zijn de oogstplannen voor het voedselbos in Schijndel?

(Later deze eeuw) is het niet uitgesloten dat robotica achter de plukmethodes staat, omdat nu ook al robots worden gebruikt in allerlei sectoren. Het negatieve is dat ze in de landbouw steeds grotere en zwaardere machines zijn gaan gebruiken waar de bodemkwaliteit en de waterhuishouding erop achteruitging. Terwijl je ook met lichtere en slimmere machines kan werken. Zoals met sensoren en drones zodat arbeidsdruk verlaagd wordt. Aan de andere kan kun je ook afvragen wat er mis mee is om deeltijd voedselbosogster te zijn en in de

natuur werkzaam kan zijn. Ook oogst je op steeds verschillende manieren in tegenstelling tot bijvoorbeeld asperge steken wat werk is dat zich onder aan de arbeidsmarkt bevindt. Als het werk meer betaald omdat er een eerlijke prijs wordt betaald voor de producten kan het aantrekkelijker werk worden. We weten niet zeker hoe het in Schijndel gaat lopen maar staan open voor beide methodes om te kijken wat past.

Waarom zouden boeren de stap naar voedselbossen zetten?

Om gelukkig te worden. Naast dat is er nog maar een handje aan boeren dat de overstap heeft gemaakt. De meeste mensen die bezig zijn met voedselbossen zou je kunnen kwalificeren als zij-instromers. De boeren die mee zijn gegaan in het proces maar schaalvergroting hebben vaak weinig affiniteit met het voedselbossysteem. Omdat ze dat nooit hebben geleerd en niemand uit de buurt het doet. De landbouw is vrij ver van de natuurwaardering afgedreven. Er is eigenlijk een cultuurkloof ontstaan. Het zit ook niet in de adviezen van banken. Het is dan ook moeilijk om als boer die in een eigen subcultuur zit om te schakelen. Zeker als de subsidiestroom wel naar de methode uit gaat die je toepast. Op het moment dat de subsidiestromen anders verdeeld worden is het makkelijker om over te steken omdat je dan beloond wordt voor goede dingen.

Zouden stoppende boeren goede kandidaten zijn om over te stappen naar voedselbossen?

Ze hebben wel land maar die mensen hebben vaak een schuld. En de oplossing bij hen is dan vaak om te stoppen en hun waardevolle agrarische grond te verkopen. Als die mensen niet met hun schuldenlast zaten, zouden er sneller meer oplossingen in beeld komen, maar die waardevolle grond is een grote drempel om grond vrij te spelen voor andere systemen. Het is ook zo dat boeren die in de buurt van kwetsbare natura 2000 gebieden zitten, een vergoeding kunnen krijgen als ze willen stoppen. Het zou dan ideaal zijn om de systemen in te ruilen voor voedselbossystemen die de natuur versterkt. Op die logische plekken zou het proces van stoppen omgezet kunnen worden naar omvormen.

Het zou wel een oplossing kunnen zijn om een stuk grond te kunnen verkopen en daarmee het plantgoed aan te kunnen schaffen en de eerste jaren door te kunnen komen. Maar dan moet je wel een vooruitstrevende de boer hebben die niet alleen denkt aan de hoeveelheid grond en het bezitten hiervan.

Dat is waar. Sommige bedrijven zijn nu zo groot geworden dat ze een deel voedselbos kunnen realiseren. Een voedselbos heeft op den duur een hogere opbrengst dan het dominante landgebruik van nu: snijmais en raaigras. Je zou dus ook kunnen zeggen dat een deel van het land verkocht kan worden om hier plantgoed van aan te schaffen en de magere jaren door te komen. Hiernaast komen bij een melkveehouderij ook nog fosfaatrechten kijken die kunnen zorgen voor inkomst door de veestapel af te bouwen.

Mark Venner

Wat is nodig om een 'standaard boer' en zijn land om te vormen tot voedselbos(boer)?

Motivatie, ik denk dat voor veel boeren geld een belangrijk punt is. Als er compensaties zouden komen of regelingen die boeren tegenmoed komen als ze een vierkante meter natuur in plaats van een vierkante meter aardappel telen, zullen boeren gemotiveerder zijn om die overstap te maken. Als ik kijk in mijn omgeving, veel vrienden van mij zijn boer of willen dat worden. Zij vinden het gewoon leuk om op een tractor te rijden en ik denk dat dat ook wel een groepje boeren is die niet zouden overstappen. Misschien wel een andere landbouwmethode of landbouw die meer gericht is op innovatie en technologie maar ik zie ze niet snel een voedselbos beginnen. Ik denk dat veel boeren meer geven om de machines dan de natuur. Met name jongere

boeren (de nieuwe generatie) is zich bewust van de rol van biodiversiteit. Ik denk dus dat op het moment dat er geld beschikbaar zou zijn, de keuze sneller gemaakt wordt naar natuur inclusieve landbouw zoals een voedselbos. Als je ziet hoeveel geld er nu naar de landbouw gaat, zou er ook wat beschikbaar kunnen zijn voor voedselbossen. Ook Agrifirm (diervoeding) heeft in zijn nieuwsbrief het rendement van een voedselbos beschreven, ik denk dat boeren daar wel naar luisteren. Allerlei banken zijn bezig met het inspelen op die trend dus uiteindelijk zit er wel een kantelpunt. Een boer moet uiteindelijk wel gemotiveerd worden door geld denk ik.

Wat is jouw belangrijkste argument om met voedselbossen te werken?

Toekomstperspectief. Ik zie het niet voor me dat de huidige landbouw het gaat vol houden. Ik denk dat de bodem uitgeput raakt. Bij landbouw wordt vooral gekeken naar de korte termijn: hoe krijg je zo snel mogelijk, zo veel mogelijk massa. Zeker kleine boerderijen gaan dat niet overleven. Ik geloof er heilig in dat voedselbossen beter zijn voor de bodem en de ecologie, maar dat je uiteindelijk ook een betere boterham ermee kan verdienen dan met gangbare landbouw.

Als je het grootste tegen argument zou moeten geven, wat zou dat zijn?

Dat je moet weten waar je mee bezig bent. Je zou een stukje beheer, planten en ecologische kennis moeten hebben. Veel boeren weten hoe je een maisakker moet bewerken maar een voedselbos is een totaal andere manier van boeren. Ik denk dat dit en bijvoorbeeld het graag willen rijden op een tractor een probleem is voor even, omdat ze uiteindelijk wel moeten en dan is het alsof het nooit anders is geweest.

Hoe ziet de toekomstige landbouw er volgens jou uit?

Eenzijds natuur inclusieve landbouw waar voedselbossen een voorbeeld van zijn. Maar ook andere soorten landschapstypen zoals een grasland dat goed beheerd wordt met een hoge diversiteit aan soorten en structuurrijk is. Dat je alsnog die diversiteit in het landschap houdt maar het beheer totaal anders doet zodat je op zoveel mogelijk manieren kijkt hoe je diversiteit kan toepassen. Anderzijds spreek ik boeren die veel bezig zijn met innovatie en technologie denk aan drones die de gewassen bewateren waar het nodig is. Ditzelfde voor gewasbeschermingsmiddelen. Ik ben er alsnog geen voorstander van, maar ik denk dat de mens de komende jaren eenjarige gewassen wil blijven consumeren en eenjarige gewassen kun je niet op een ideale manier telen. Als ik het voor het zeggen zou hebben zou het er heel anders uitzien maar ik denk dat dat op het moment niet reëel is.

Denk je dat het realistisch is als 40% van de landbouw voedselbos zou zijn en 60% andere gewassen?

Dit lijkt mij realistisch. In Nederland produceren we veel te veel, in ieder geval voor ons eigen consumptiegedrag. Meer dan de helft van Nederland bestaat uit landbouwgrond. Als je kijkt naar het aantal personen dat hier leeft, is de productie gigantisch veel. Hiernaast is Nederland nummer 2 voedselproducent van de wereld, dan weet je dat je over produceert. Dan zou zelf 60% voedselbos kunnen zijn.

Moet het eetpatroon van de mens hiervoor veranderen?

Het voedselpatroon verandert altijd. 100 jaar geleden aten ze anders dan 50 jaar geleden en ook anders dan nu. Het is de vraag of mensen bewust genoeg zijn om in te zien dat voedsel kopen uit een voedselbos een grotere bijdrage heeft dan voedsel van een biologische of gangbare boer. Eerst moeten de boeren gestimuleerd worden om een andere landbouwmethode toe te gaan passen. Uiteindelijk zijn het de consumenten die hier naartoe moeten gaan handelen. Echter produceer je in een voedselbos ook soorten die bekend zijn onder de mens. Voedselpakketten uit het voedselbos kunnen een oplossing

zijn, dan introduceer je soorten die de mens niet kent. Zo denk ik dat ze gewent kunnen raken. Ik denk dat het uiteindelijk allemaal natuurlijk verloop.

Wat zou jij zeggen tegen de huidige/klassieke boer zeggen om hen te kunnen overtuigen om naar een voedselbos om te vormen?

Dat de huidige landbouw op lange termijn niet meer mogelijk is en omdat ik geloof dat er meer voordelen uitkomen om voedselbosboer te worden dan gangbare boer te blijven. Op het moment moeten boeren zich steeds aanpassen aan regels, dat houdt ook een keer op. Ik denk dat je je als voedselbosboer niet aan hoeft te passen aan veranderende regels. Ook krijg je als gangbare boer steeds meer te maken met dierenwelzijn. Ik vind het niet goed als koeien elke dag in de stal staan, wel vind ik het kunnen als het op een goede manier wordt gedaan. Het houden van dieren is niet het probleem, het kan zelfs positief zijn als je ze gebruikt als natuurlijke begrazing.

Boeren weten ook dat deze manier van landbouw niet lang meer gaan duren. Ze gaan zich alleen steeds een beetje aanpassen om binnen de regels te vallen, ze kijken in kaders en niet naar totaal nieuwe methodes. Dit komt omdat boeren zich niet kunnen identificeren of praten met mensen die een voedselbos hebben. Daarom is het belangrijk om erover te praten en te leren.

Bram Derikx

In dit gesprek waren Bram Derikx (B.D) en Mark Venner (M.V) beide aanwezig.

Gaan er in de toekomst dingen veranderen in de landbouwsector?

B.D: Er gaan twee dingen veranderen. Het eerste en ook een belangrijke is dat de consument iets anders vraagt. Daar heeft de landbouw ook altijd goed naar geluisterd. Na de oorlog was de vraag om goedkoop, veilig en veel voedsel te produceren. Daar zijn we goed in geworden, koploper van de wereld zelfs. We hebben technieken en kennis ontwikkeld om dat zo optimaal te doen en hebben minder oog gehad voor de negatieve bijvangst, denk aan biodiversiteit en monocultuur. De consument gaat een andere vraag stellen en dat betekent dat de agrarische sector anders moet gaan produceren. Daarnaast is er ook het besef dat het binnen agrarisch Nederland anders moet. We zijn tegen de grenzen van ons kunnen aan het lopen. Er zal een vorm gaan ontstaan waar we iets meer afstappen van maximale productie en meer gaan naar optimale productie, dat hoop ik in ieder geval. En dat is belangrijk. We gaan dan niet terug naar een tijd waar koeien 5000 liter gaven, maar naar een tijd waar koeien 8000 liter gaven waarbij melkveebedrijven relatief eenvoudig kunnen produceren zonder last en er ook genoeg grond is om dat te kunnen doen. Waardoor je in staat gesteld wordt om zonder externe factoren te werken, denk aan voer, gewasbeschermingsmiddelen en drijfmest. Zodat we kringlopen ook makkelijker kunnen gaan sluiten.

M.V: dat is wel een complexe puzzel want ik spreek veel boeren die wel openstaan voor transitie maar je zit met een bedrijfsvoering waar banken iets verlangen en contracten lopen bij grote partijen. Ik snap in die zin ook wel dat boeren zich niet gewaardeerd voelen. Maar ik denk met name voor boeren waar het mogelijk is om, om te schakelen, dat zij het ook moeten laten zien. En hoe wordt een ALB of GLB ingericht dat het voor boeren makkelijker wordt om, om te schakelen of dat de motivatie niet alleen zin is maar ook in de vorm van compensatie. Veel boeren hebben een zetje nodig in de vorm van compensatie.

B.D: Het ALB is ook maar de kers op de taart als je kijkt naar areaal en bij de GLB zijn de maatregelen beperkt. Ik schetste net een beeld waar ik denk dat het naartoe gaat, maar hoe

we daar naartoe gaan wordt nog een struggle. Tegenwoordig is 1,5% rendement op een akker al best goed. Echter is er geen geld om te investeren. Als je iets gaat veranderen in je bedrijfsvoering dat geld kost, ga je meteen de min in. Er moet in die fase iets gebeuren. **M.V:** aan de andere kant moet je zelf ook overtuigd zijn dat het anders kan. Kleine boeren maken nauwelijks winst meer. Voedselbossen zijn dan wel het hele uiterste, het vergt een andere bedrijfsvoering en een andere manier van werken. De eerste 7 jaar heb je minimale opbrengst als je kijkt naar voedselproductie. Uiteindelijk nemen de opbrengsten wel op en rendeert het beter dan gangbare landbouw. Het begint bij bewustwording, dat is het belangrijkste. Ik geloof dat voedselbossen een deel uit kunnen maken van de toekomstige voedselproductie. Ik geloof ook dat de gangbare landbouw zal blijven bestaan maar je wel een mozaïek landschap creëert.

B.D: het begint inderdaad bij urgentie, als boeren geen urgentie voelen dan houdt het op. Urgentie kan op meerdere manieren, tussen de oren en in de portemonnee. Maar ze moeten wel allebei aanwezig zijn. Wat wij met het actieplan willen gaan doen, is boeren overtuigen dat het anders kan en dat het voor hun zelf ook beter is. Ik hoop dat bij de provincie en het waterschap ook urgentie is om dit aan te pakken en dit te willen. Na het overtuigen komt het opleiden, dan het uitvoeren en uiteindelijk zijn ze het. Dit is een transitie die langer gaat duren maar die boeren wel door moeten gaan maken. Er zijn ook al veel ondernemers die het kennen, maar die roepen het niet.

Dit gaat over natuur inclusieve landbouw, maar ziet u voedselbossen ook als toekomst?

B.D: In alle eerlijkheid, voor mij is het nog onbekend terrein. Ik zie agroforestry waarbij we bij stroken landbouw natuur gaan inbrengen. Dat zie is helemaal zitten. Bij voedselbossen heb ik wat zorgen over de aanlooptijd. Als boeren nu geen geld verdienen, hoe kunnen ze het voor elkaar krijgen om die eerste 7 of 10 jaar voor te financieren. Er moet dan extern geld bijkomen om dat te kunnen gaan doen. Het tweede ding wat ik mij afvraag is hoe de afzet gegarandeerd is na die 7 jaar. Het gaat om vraag en aanbod en ik weet niet of er voldoende vraag in Nederland is om die producten af te nemen.

Is er wel voldoende vraag voor de producten die nu geoogst worden in Nederland? Hoeveel wordt er daadwerkelijk in Nederland verkocht?

M.V: ik voorzie ook niet dat boeren volledig om moeten gaan naar een voedselbos. Boeren hebben tien tot honderden hectaren. Die zouden alvast een start kunnen maken op een deel van het terrein. Wat ik zelf het nadeel vind aan gangbare landbouw maar ook strokenlandbouw is de arbeid. Bij een voedselbos gaat de meeste tijd zitten in een juiste inrichting. Uiteindelijk beheer je het niet tot nauwelijks en na 7 jaar zijn er al opbrengsten rond de 3500 euro winst aan voedselproducten zit per hectare. Je hebt geen leasecontracten voor machines nodig en geen externe arbeidsuren. Bij strokenlandbouw heb je alsnog machines en arbeidsuren nodig. Echter zijn producten die je teelt nog niet echt bekend, maar 10 jaar geleden aten we ook nog geen avocado's. Er is wel een transitie gaande, waardoor je straks geen problemen krijgt om je producten te verkopen. Uiteindelijk denk ik ook niet dat er alleen voedselbossen kunnen zijn, het is een combinatie van voedselbossen, strokenbossen en gangbare landbouw. Ik zie zelf weinig nadelen, alleen die aanlooptijd. Maar hoeveel is 1 hectare als je 40 hectare in bezit hebt.

B.D: Ik weet niet wat de investeringskosten zijn maar de plantaankoop is ook niet voor niets. Niet iedereen heeft 10.000 oer hectare.

M.V: Hoeveel kosten die machines die gebruikt worden, veel boeren hebben er ook nog meerdere. Bij de ontwikkeling hiervan heb je het niet over duizenden euro's maar over tonnen.

B.D: Die betalen ze niet zelf, die huren ze dus dat is toch anders. Ik gooi het idee ook niet weg, ik denk alleen dat boeren en nog iets te ver van hun bed vinden. Dat moet langzaam gaan groeien want er zit zeker potentie in. Maar ik denk niet dat het, het agrarisch landschap helemaal gaat veranderen. Volgens mij moeten we dat ook niet willen want dan verlies je het concept. Op het moment dat jij een andere manier van bedrijfsvoering aanneemt, dan moet je wel die markt houden. Het tweede aspect is dat zo'n natuur inclusieve manier van landbouw afschrikt. Een stap verder naar voedselbos helpt niet mee aan het draagvlak

M.V: Het is belangrijk dat we niet terugvallen in: 'maar zo hebben we het altijd gedaan'. Want een transitie is gewoon nodig.

B.D: de LLTB is ook al jaren bezig om zich voor te bereiden wat komen gaat.

Kan het aantal landbouwgrond wat er in Nederland is alle mensen in Nederland voeden?

B.D: Nee, we produceren gigantisch veel, maar als je puur naar het areaal kijkt hebben we tekort.

Is dat niet een heel vertekend beeld? Dat al dat voedsel wat in Nederland geproduceerd wordt, niet door de Nederlanders wordt geconsumeerd.

B.D: Dat is een consequentie van dat we heel goed zijn in Nederland in het efficiënt en veel produceren van voedsel. We moeten ons ook realiseren dat we bijna 100 miljard euro exporteren, maar ook 60 miljard importeren. Netto is het niet zo hoog als heel veel mensen roepen. Hiernaast exporteren wij vooral naar Duitsland, België en Engeland, de landen om ons heen. Dus we transporteren regionaal. Desondanks zitten we wel met een overschot aan residuen en willen we naar een natuur inclusieve landbouw zonder externe input vanuit Zuid-Amerika enzovoort. Dan gaat die import terug naar beneden en de export. Als je het proces helemaal gesloten wil hebben, dan hebben we te kort. Dan heb je misschien wel andere productiemethode nodig zoals voedselbossen.

Marco de Redelijkheid

Met wat voor activiteiten is het waterschap bezig omtrent watergebruik in de huidige landbouw?

Het waterschap is bezig met het oplossen van knelpunten. In het verleden deden ze dit meestal met technische oplossingen, denk aan regenwaterbuffers, het verbreden van beken en dijken en muurtjes bouwen. Tegenwoordig zijn we samen met de provincie bezig om erosie maatregelen in te voeren voor boeren. Handelingen die boeren uit kunnen voeren zodat er minder afstroming en erosie plaatsvindt. Op het moment wordt nog breder gekeken. Waterschap is bezig met een programma genaamd 'Water in Balans'. In dit programma wordt gekeken naar vier spreekwoordelijke knoppen waaraan gedraaid kan worden zodat oplossingen gevonden kunnen worden voor de wateroverlast die ontstaat door klimaatverandering. Gekeken wordt naar landelijk buitengebied, stedelijk bebouwd gebied, watersystemen (beken en beekdalen) en schade beperken in je eigen woning. Samen met (natuur)terreinbeheerder en de agrarische sector wordt gekeken hoe water vastgehouden kan worden.

Wat is uw belangrijkste argument om wel (of niet) met voedselbossen te werken?

De reden dat het waterschap geïnteresseerd is in voedselbossen, is de combinatie van de voordelen van een basissysteem bos en de voordelen van een productiesysteem. Vragen die

ik heb zijn over de verschillen tussen bossen en akkers, en de verschillen tussen bossen en voedselbossen.

Bossen hebben een andere waterbalans, regen die valt wordt opgevangen door bladeren, vanaf hier verdampt het weer. De begroeiing stuurt zelf vocht naar de luchtlaag. Ook heeft de bodem een verkoelend effect en is de wortelstructuur in een bos veel uitgebreider en dieper dan op een akker. Dit zorgt voor bodemstructuur, waardoor minder verslemping plaatsvindt van aggregaten.

Wat zijn de verschillen qua bodemdiversiteit en watercapaciteit tussen monocultuur en een gemengd bos?

Een kant van het verhaal is de natte kant. Ik vond een studie naar oppervlakkige afstroming van water. Hier kwam uit dat een bos met een goede gelaagdheid beter water remt dan een bos met vooral een kroonlaag. De structuur (van een voedselbos) is dus relevant voor afstromend water. Ik heb niet gevonden of een andere bodemstructuur in de bodem aanwezig is maar dit zal mij niet verbazen, omdat er veel wortelvormige soorten aanwezig zijn zoals diep wortelende en oppervlakkige wortels, maar ook penwortels.

De andere kant van het verhaal is de droge kant. natuurgebieden verdrogen en de landbouw gaat piepen. Zeker als ze later niet meer mogen beregenen met grondwater. Een bossysteem houdt water vast en geeft dit langzaam af aan de omgeving. Landelijke gebieden kunnen dan ook zo inricht worden dat hoge gedeeltes uit bos bestaan en lagere gedeeltes uit akker.

Een mechanisme dat weinig onderzocht is, is wat bomen en bossen doen voor het continentale weersysteem. Bossen werken als een soort waterpomp, regen wordt in de atmosfeer gelaten. Alle continenten op 800 kilometer van de zee zouden droog moeten zijn, omdat wolken uitgeregend zijn. Door de aanwezigheid van bossen wordt water opnieuw in circulatie gebracht. Echter is niet veel van deze waterpompfunctie bekend. Ook loopt een onderzoek naar bedrijventerreinen die slecht zijn voor watersystemen, de bodem, natuur en uitdroging. Echter is dit lastig meetbaar te maken.

De derde kant van het verhaal gaat over de waterkwaliteit van natuurlijk bos of voedselbossen. Hier wordt niet bemest, waardoor de mest of bestrijdingsmiddelen niet kunnen uitspoelen naar grondwater en daardoor niet naar oppervlaktewater uitspoelen. Ook wordt stikstof in een bos anders omgezet. Dit zorgt voor minder uitspoeling. Bos structuren kunnen zinnig zijn als buffer tussen intensief grondgebruik en beken, om verwaaiing van mest en bestrijdingsmiddelen tegen te gaan. Het heeft een zuiverende werking.

De verschillen tussen een gemengd bos en voedselbos zijn nog niet duidelijk. Afgaand op mijn gevoel zal het verschil niet groot zijn, misschien zelfs gunstiger voor een voedselbos. Het terughoudend beheer en het speciale ontwerp houden gelaagdheid in stand. 7 of 9 lagen zijn gunstig voor oppervlakkige afstroom van water. Hierdoor blijft het in een bos hangen. Ook werkt een voedselbos als buffer ook effectiever omdat in hier meer struiklaag aanwezig is dan in een normaal bos. In veel natuurlijk bossen is de struiklaag slecht ontwikkeld.

Hoeveel water kan worden vastgehouden als de bodem 1% organische stof bevat?

Er wordt gezegd dat een voedselbos 170.000 liter vasthouden. Dit vind ik iets te positief ingeschat, maar de berekeningen kloppen wel. Het hangt af van de vorm van organisch stof, ruw en onverteerd of gemineraliseerd, Ook verschilt de structuur van de bodemmatrix. In een onderzoek naar waterberging op een akker, komt het getal zeker lager dan 170.000. In Brabant bij een onderzoek genaamd Koepelplan Voedselbossen wordt het nog

ingewikkelder gemaakt. Een paragraaf in het onderzoek gaat over het watervasthoudend vermogen en gaan ze uit van 170.000 liter in de bovenste 30 centimeter. Op termijn zakt dat hoge organische stof naar één meter diepte. Organische stof blijft in de bovenlaag hangen, dus zo diep zal het niet gaan, tenzij je een groenteteeltsysteem hanteert. Ik vraag mij af of dat bij een bossysteem zo werkt. Het heeft een sponswerking: de eerste 30 centimeter zuigt zich vol met water en geeft dit uiteindelijk af. Als dit vier keer per jaar zou gebeuren, zou je 170.000 liter met vier moeten vermenigvuldigen. Dit is erg optimistisch gerekend. Echter is dit ook bedacht vanuit een theoretische berekening, misschien werkt het in realiteit toch anders.

Zijn er volgens u vragen die gesteld zouden moeten worden bij voedselbossen?

Vragen die gesteld zouden moeten worden zijn:

- wat is de invloed van bomen en bossen op het weersysteem?
- Wat zijn de verschillen tussen voedselbossen en natuurlijke bossen omtrent waterinfiltratie en oppervlakkige afstroming?
- In hoeverre zijn gebieden die bedoeld zijn voor waterberging, geschikt om voedsel te produceren? En kunnen deze rendabel zijn? Moeten hier dan soorten geteeld worden die tegen natte situaties kunnen?
- Is het een feit dat een bos meer water verdampt dan een grasland of een akker? En hoeverre is dat gunstig of ongunstig?

Als u het grootste tegen argument zou moeten geven, wat zou dat zijn?

Dat veel mensen voedselbossen zien als hobby. Mensen zien het nog als een sociaal iets. Dit zijn sceptische reacties.

Ook is er een bekende discussie over exoten. Hier heb ik zelf, in Susteren bij beek de Middelsgraaf, iets ondervonden. Naast de beek ligt een (oud) bosplantsoen met opvallend veel appelbomen. Een lokaal initiatief heeft dit mogen omvormen tot voedselbos Haverland. Tussen het voedselbos en de beek ligt een strook van 10 meter grasland. Dit is eigendom van het waterschap. Hier stonden zomereiken die doodgegaan zijn. De vraag van haverland was of ze de strook mochten gebruiken als overgangsstuk. Van de ecooloog die betrokken was mocht de zone geen exoten bevatten. Hij had geen angst voor verspreiding, maar wou puur authentieke natuur bij de beek.

Is deze exotenangst ook aanwezig bij water?

Er is geen gevaar voor waterkwaliteit door exoten.

Bijlage 3. Rekenmethode energieopbrengst bij gangbare gewassen

In Tabel 1 is weergegeven hoeveel aardappel- en sperzieboongewassen per hectare opbrengen. Ook zijn de voedingswaarden per 100 gram aardappel en sperzieboon getoond.

Tabel 1. Opbrengst van één hectare aardappel- en sperzieboongewas en voedingswaarden per 100 gram per product

	Opbrengst per hectare (kg)	Calorieën (kcal)	Vetten (gram)	Koolhydraten (gram)	Eiwit (gram)
Aardappel	47.900	87	0,1	20,13	1,87
Sperzieboon	12.283	31	0,12	7,13	1,82

Omdat aardappelen niet elk jaar op hetzelfde perceel mogen staan, bestaat vruchtwisseling. Het eerste jaar staan aardappelen, het tweede jaar suikerbieten en het derde jaar wintertarwe (Spruijt et al., 2012). In onderstaande alinea's is de energieopbrengst en het energieverbruik berekend.

Berekeningen energieopbrengst vruchtwisseling tussen aardappel-, suikerbiet- en wintertarwegewassen.

In 2019 werd 83.900 kilogram (83,9 ton) aan suikerbiet per hectare geoogst (CBS, 2020). Echter wordt de suikerbiet door de mens niet in zijn geheel gegeten. Het gemiddelde gewicht van een suikerbiet bedraagt 900 gram, 150 gram hiervan is suiker dat wordt geconsumeerd door de mens, oftewel 17% (Kenniscentrum suiker & voeding, z.d.). 17% van 83.900 kilogram suikerbieten is 14.263 kilogram. Per hectare suikerbiet wordt 14.263 kilogram suiker gewonnen. Naast suikerbiet werd in 2019 9.800 kilogram (9,8 ton) wintertarwe per hectare geoogst (CBS, 2020). 10% (980 kilogram) van deze opbrengst wordt verwerkt in voeding voor de mens. In Tabel 2 worden de opbrengsten en de voedingswaarden voor suiker en gebroken tarwe weergegeven.

Tabel 2. Suiker en wintertarwe opbrengst per hectare en hen voedingswaarden per 100 gram

	Opbrengst per hectare (kg)	Calorieën (kcal)	Vetten (gram)	Koolhydraten (gram)	Eiwit (gram)
Suikerbiet	14.263	387	0	100	0
Wintertarwe	980	338	1,66	80,88	10,84

In Tabel 3 zijn deze voedingswaarden vermenigvuldigd met de geoogste kilogrammen.

Tabel 3. Energieopbrengst uit één hectare suikerbiet- en wintertarwegewas als de gewassen elk jaar op een perceel zouden staan

	Opbrengst per hectare (kg)	Calorieën (kcal)	Vetten (kg)	Koolhydraten (kg)	Eiwit (kg)
Suikerbiet	14.263	55.197,81	0,0	14,26	0,0
Wintertarwe	980	3.312,40	0,02	0,79	0,11

Door de vruchtwisseling staan de suikerbietgewassen en wintertarwegewassen maar één keer in de drie jaar op de akker. In Tabel 4 zijn de voedingswaarden van Tabel 3 gedeeld door drie.

Tabel 4. Energieopbrengst één hectare suikerbiet- en wintertarwegewas als de gewassen één keer in de drie jaar op een perceel zouden staan

Gewas	Opbrengst per hectare (kg)	Calorieën (kcal)	Vetten (kg)	Koolhydraten (kg)	Eiwit (kg)
Suikerbiet	14.263	18.399,27	0	4,75	0
Wintertarwe	980	1.104,13	0,01	0,26	0,04

Berekeningen energieverbruik vruchtwisseling tussen aardappel-, suikerbiet- en wintertarwegewassen.

Tabel 5. Energieverbruik van een wintertarwe en suikerbietteeltproces per hectare en per ton

Gewas	Drager	Teelt		Totaal (GJ)	
		Liter of kWh	GJ	Per ha	Per ton
Wintertarwe	Aardgas (m3)	0	0		
	Diesel (l)	164	5,82		
	Elektriciteit (kWh)	0	0		
	Energie totaal		5,82	5,82	0,72
Suikerbiet	Aardgas (m3)	0	0		
	Diesel (l)	190	6,75		
	Elektriciteit (kWh)	0	0		
	Energie totaal		6,75	6,75	0,09

Noot. Aangepast van 'Energiebesparing op het agrarisch bedrijf', door Kamp, J., van Reeuwijk, P., Schoorl, F. & Montsma, M., 2010, 26 maart. Geraadpleegd van <https://edepot.wur.nl/139690>

Ook de energie die verbruikt wordt tijdens het teeltproces van wintertarwe en suikerbiet, wordt meegenomen. In Tabel 5 wordt het totale energieverbruik van de teeltprocessen weergegeven in GigaJoules(GJ). Omdat het energieverbruik bestaat uit diesel, stroom en gas is het omgerekend naar een algemene eenheid: GigaJoules. De volgende omrekenfactor is gehanteerd: 1 kWh elektriciteit = 9 MJ.

Het energieverbruik van loonwerkers tijdens de teelt is ook meegerekend (Kamp et al., 2010).

Zo is in Tabel 5 waar te nemen dat één ton wintertarwe 0,72 GJ verbruikt. Deze 0,72 GJ wordt vermenigvuldigd met het aantal ton: 9,8. Het totale wintertarwep proces kost 7,06 GJ. Als dit omgezet wordt in kilocalorieën, komt het uit op **1.686.252 kcal**.

Ook het energieverbruik van de suikerbietteelt wordt meegenomen. 0,09 GJ per ton wordt vermenigvuldigd met 83,9 ton. Het totale suikerbietproces kost 7,55 GJ. Als dit omgezet wordt naar kilocalorieën, komt het uit op **1.803.286 kcal**.

Bijlage 4. Rekenmethode energieopbrengst bij voedselbossen

In Tabel 1 zijn de dertien eetbare plantensoorten, de hoofdopbrengst van een volwassen plant, het totaal aantal planten op één hectare en de voedingswaarden per product per 100 gram weergegeven. Bij de kastanje, de hazelnoot, de Engelse walnoot en de Europese pruim is rekening gehouden met het schaalgewicht in de opbrengstberekening. Deze soorten zijn geselecteerd uit het rapport DESIGN AND PERFORMANCE EVALUATION OF A 1HA PRODUCTIVE FOOD FOREST MODEL (Boulestreau, Y; Van Eck, W., 2016).

Tabel 1. Hoofdopbrengst van één hectare voedselbos en voedingswaarden per 100 gram per product

Soort	Hoofdopbrengst op volwassen leeftijd per plant (kg)	Voedingswaarden per 100 g				
		Totaalaantal planten op 1 hectare	Calorieën (kcal)	Vetten (gram)	Koolhydraten (gram)	Eiwitten (gram)
Hardy kiwi/ kiwibes <i>Actinidia arguta</i>	56	72	15	0,12	3,62	0,27
Ramson/ Daslook <i>Allium Ursinum</i>	0,175/m ²	8330	44	0,5	5,7	2,6
Appelbes <i>Aronia spp.</i>	10	96	55,2	0,23	10,8	1,53
Kastanjes <i>Castanea spp.</i>	30 20% is schaalgewicht 24	11	196	1,25	44,17	1,63
Hazelnoten <i>Corylus spp.</i>	10 50% is schaalgewicht 5	57	88	8,5	2,34	2,09
Herfstolijf * <i>Eleagnus umbellata</i>	10	60	0	23,1	0	42,4
Aardbei <i>Fragaria spp.</i>	0,5	683	32	0,3	7,68	0,67
Engels walnoot <i>Juglans Regia</i>	63 53% is schaalgewicht 29,6	10	654	65,21	13,71	15,23
Apple <i>Malus domestica</i>	77	51	72	0,23	19,06	0,36
Europese pruim <i>Prunus domestica</i>	8 Ong. 90% eetbaar 7,2	48	46	0,28	11,42	0,7
Rabarber <i>Rheum spp.</i>	1,6	498	21	0,2	4,54	0,9
Rode bes <i>Ribes sylvestre</i>	3	504	56	0,2	13,8	1,4
Vlierbes <i>Sambucus canadensis</i>	7	54	73	0,5	18,4	0,66

Bijlage 5. Toelichting op de berekende eindscores

In de Tabellen 1, 2, 3 en 4 is de eindscore berekend door de gemiddelde grootte te vermenigvuldigen met de relatieve grootte. De gemiddelde score is bepaald door te kijken naar de effecten van de productie van een gemiddeld voedselproduct op het natuurlijk kapitaal. De relatieve score is bepaald door te kijken naar de effecten van de productie van een specifiek voedselproduct op het natuurlijk kapitaal. In dit geval zijn dat aardappels, sperziebonen, tamme kastanjes en rode bessen. De scores van het aardappel- en sperzieboongewas zijn overgenomen zijn uit het rapport: 'Maatschappelijke effecten van voedsel. Een verkenning van een nieuwe methodiek.' (Baltussen et al., 2017). De scores van de tamme kastanje en de rode bes zijn berekend met hulp van E. Rietjens, M. Venner en F. van Gorkum, literatuur en de expertinterviews. Ook is de scorebepaling van de gemiddelde grootte voor het voedselbos, de relatieve grootte voor de tamme kastanje en de relatieve grootte voor de rode bes toegelicht.

Scoreberekening aardappelgewas

Tabel 1. Gemiddelde, relatieve en eindscore van de effecten van een aardappelgewas op het natuurlijk kapitaal

Externaliteiten	Gemiddelde grootte aardappelgewas	Relatieve grootte aardappelgewas	Eindscore aardappelgewas
Aquatisch ecosysteem	-1	5	-5
Terrestrisch ecosysteem	-4	4	-16
Bodemkwaliteit	-3	4	-12
Luchtkwaliteit	-4	4	-16
Waterkwaliteit	-4	3	-12
Landgebruik	-4	4	-16
Bijdrage aan klimaatverandering	-5	3	-15
Beperking van klimaatverandering	1	0	0
Uitputting hulpbronnen	-4	3	-12
Natuurwaarde	1	0	0

Scoreberekening sperzieboongewas

Tabel 2 .Gemiddelde, relatieve en eindscore van de effecten van een sperzieboongewas op het natuurlijk kapitaal

Externaliteiten	Gemiddelde grootte sperzieboongewas	Relatieve grootte sperzieboongewas	Eindscore sperzieboongewas
Aquatisch ecosysteem	-1	6	-6
Terrestrisch ecosysteem	-4	4	-16
Bodemkwaliteit	-3	5	-15
Luchtkwaliteit	-4	4	-16
Waterkwaliteit	-4	3	-12
Landgebruik	-4	5	-20
Bijdrage aan klimaatverandering	-5	4	-20
Beperking van klimaatverandering	1	0	0
Uitputting hulpbronnen	-4	4	-16
Natuurwaarde	1	0	0

Toelichting scoreberekening gemiddelde grootte

Aquatisch ecosysteem: Gekeken is naar emissies van schadelijke stoffen, landbewerking en –gebruik en biodiversiteit. Een voedselbos is geen voorbeeld van een aquatisch ecosysteem en heeft niet veel te maken met het onderwaterleven. Hierdoor zijn de effecten niet groot, maar wel positief, vandaar een score van 1. De positieve kant is aanwezig omdat geen mest of bestrijdingsmiddelen worden uitgespoeld en terecht kunnen komen in grond- of oppervlaktewateren in de omgeving.

Terrestrisch ecosysteem: Gekeken is naar emissies van schadelijke stoffen, landbewerking en -gebruik en biodiversiteit. Een voedselbos wordt zonder bodembewerking aangelegd en ontworpen als een goed gelaagd bos. Het beheer is terughoudend, waardoor de vegetatie zich zo natuurlijk mogelijk kan ontwikkelen, net zoals de organismen. In het rapport 'Voedselbossen: rijk voor mens en natuur?' is de biodiversiteit van een voedselbos en natura 2000 gebied gemeten. Hieruit bleek dat in het voedselbos, voor een aantal insecten, meer soorten en individuen voorkwamen dan in het Natura 2000 gebied. Ook worden geen gewasbeschermingsmiddelen of zware machines gebruikt, waardoor geen schadelijke stoffen worden uitgespoeld of uitgestoten. Een score van 6 en geen 7 wordt gegeven omdat iets van beheer plaatsvindt.

Bodemkwaliteit: Gekeken is naar het koolstofgehalte in de bodem. Het koolstofgehalte hangt af van bodembewerking en nutriënten management. In een voedselbos wordt de grond niet omgeploegd, waardoor wortels en insectengangen in stand blijven. Door het instant houden van wortels spoelt de bovenste bodemlaag niet weg en kunnen water, lucht en vervuilde stoffen in de bodem opgenomen en gefilterd worden (Handboek bodem en

bemesting, z.d.). Een score van 6 en geen 7 wordt gegeven omdat het aangeplant wordt (in plaats van natuurlijke groei) waardoor de grond minimaal bewerkt wordt.

Luchtkwaliteit: Gekeken is naar de uitstoot van fijnstof, ammoniak en andere smogvormende stoffen. In een voedselbos is geen vee aanwezig, ook wordt geen gebruik gemaakt van stikstofhoudende mest, waardoor geen emissies vrijkomen. Hiernaast wordt geen gebruik gemaakt van grote machines, waardoor ook hier emissies worden gespaard. Een bos vangt dan ook gemiddeld tien keer meer fijnstof op dan gewassen op een open akker (Hoffman, 2009). Een score van 5 wordt gegeven omdat het transport van het geogoste product naar het verkoop- of verwerkpunt wordt meegerekend.

Waterkwaliteit: Gekeken is naar de beschikbaarheid en kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Een voedselbos kan zichzelf reguleren en heeft een water bufferend vermogen, waardoor niet geïrrigeerd hoeft te worden. Ook wordt geen gebruik gemaakt van bestrijdingsmiddelen of mest, waardoor deze ook niet kunnen uitspoelen in grond- of oppervlaktewater. Omdat een voedselbos alleen maar positief is voor de waterkwaliteit wordt een score van 7 toegekend.

Landgebruik: Gekeken is naar het effect van landbezetting en transformatie. In een voedselbos wordt geen gebruik gemaakt van ziektebestrijding, ook wordt de grond niet bewerkt, bemest of bewatert. Een score van 6 en geen 7 wordt gegeven omdat enkele keren beheer in de vorm van snoeien of het verwijderen van een plant plaatsvindt.

Bijdrage aan klimaatverandering: Gekeken is naar de emissies van koolstofdioxide, lachgas en methaan. In voedselbossen worden geen machines gebruikt, waardoor uitstoot van koolstofdioxide plaatsvindt. Ook wordt geen dierlijke of kunstmest gebruikt of geproduceerd, waardoor geen lachgas of methaan uitgestoten wordt. Een score van 7 wordt gegeven omdat een voedselbos geen bijdrage levert aan klimaatverandering. Het is een positieve score omdat de gangbare gewassen een negatieve score is toegekend in het rapport 'Maatschappelijke effecten van voedsel' en gangbare gewassen en precies tegengestelde bijdrage leveren aan klimaatverandering dan voedselbossen.

Beperking van klimaatverandering: Gekeken is naar opslag/reductie van broeikasgassen. Het broeikasgas koolstofdioxide wordt in de bodem (biomassa) en in de vegetatie van voedselbossen opgeslagen. Een voedselbos draagt, van alle vegetatiesoorten in West-Europa, het meest bij aan de beperking van klimaatverandering waardoor het 'niet beter kan' en een score van 7 is gegeven.

Uitputting hulpbronnen: Gekeken is naar het gebruik van fossiele brandstoffen. In een voedselbos wordt geen gebruik gemaakt van machines. Wel wordt de oogst getransporteerd naar de verwerkings- of verkoopplaats. Omdat deze brandstoffen niet opnieuw ontstaan in een voedselbos, blijft de score negatief. Een score van -1 is gegeven omdat geen hulpbronnen worden uitgeput, maar ook geen nieuwe ontstaan.

Natuurwaarde: Gekeken is naar de landschapswaarde van een voedselbos: vegetatie, flora en fauna en het ecosysteem. De kwaliteit van de flora en fauna in een voedselbos is hoog omdat beide toegang krijgen en zich ontwikkelen en evolueren tot (pure, ongerepte) natuur,

denk aan successie. De vegetatie vormt zich na de aanplant als gelaagd bos, echter is de aanplant ontworpen en niet natuurlijk ontstaan. Deze flora, fauna en vegetatie zijn onderdelen van een ecosysteem. Een score van 6 en geen 7 is gegeven omdat het aangeplant is en niet natuurlijk is ontstaan.

Scoreberekening tamme kastanje

Tabel 3. Gemiddelde, relatieve en eindscore van de effecten van een rode bessenstruis uit het voedselbos op het natuurlijk kapitaal

Externaliteiten	Gemiddelde grootte Voedselbos	Relatieve grootte Tamme kastanje	Eindscore Tamme kastanje
Aquatisch ecosysteem	1	4	4
Terrestrisch ecosysteem	6	6	36
Bodemkwaliteit	6	6	36
Luchtkwaliteit	5	6	30
Waterkwaliteit	7	4	28
Landgebruik	6	4	24
Bijdrage aan klimaatverandering	7	4	28
Beperking van klimaatverandering	7	7	49
Uitputting hulpbronnen	-1	4	-4
Natuurwaarde	6	6	36

Toelichting relatieve grootte tamme kastanje

Aquatisch ecosysteem: Gekeken is naar emissies van schadelijke stoffen, landbewerking en –gebruik en biodiversiteit. Een voedselbos is geen voorbeeld van een aquatisch ecosysteem en heeft niet veel te maken met het onderwaterleven. Hierdoor zijn de effecten niet groot, maar wel positief. De positieve kant is aanwezig omdat geen mest of bestrijdingsmiddelen worden uitgespoeld en terecht kunnen komen in grond- of oppervlaktewateren in de omgeving. Een score van 4 staat gelijk aan de score van de gemiddelde grootte. Deze wordt gegeven omdat de tamme kastanje dezelfde invloed heeft als een gemiddelde voedselbossoort.

Terrestrisch ecosysteem: Gekeken is naar emissies van schadelijke stoffen, landbewerking en –gebruik en biodiversiteit. Een voedselbos wordt zonder bodembewerking aangelegd en ontworpen als een goed gelaagd bos. Het beheer is terughoudend, waardoor de vegetatie zich zo natuurlijk mogelijk kan ontwikkelen, net zoals de organismen. Deze organismen zijn dan ook ruimschoots aanwezig in en rondom de boom om onder andere de kastanjes te consumeren. Hiernaast heeft een tamme kastanje een levensduur van 200 tot 500 jaar. In deze jaren hoeft geen nieuwe boom herplant te worden, waardoor minder landbewerking

plaats vindt. Een nadeel is dat als de tamme kastanje volgroeid is, minder zonlicht onder de boom kan komen, waardoor minder biodiversiteit aanwezig is. Een score van 6 wordt gegeven omdat een tamme kastanje meer organismen aantrekt dan een gemiddelde voedselbossoort. Het bovenstaande nadeel zorgt voor een score van 6 in plaats van een 7.

Bodemkwaliteit: Gekeken is naar het koolstofgehalte in de bodem. Het koolstofgehalte hangt af van bodembewerking en nutriënten management. De tamme kastanje heeft een groot wortelstelsel met complexe schimmels, waardoor nutriënten geabsorbeerd en getransporteerd kunnen worden. Een score van 6 wordt gegeven omdat een tamme kastanje een groter wortelstelsel en complexere schimmels heeft dan een gemiddelde voedselbossoort.

Luchtkwaliteit: Gekeken is naar de uitstoot van fijnstof, ammoniak en andere smogvormende stoffen. In een voedselbos is geen vee aanwezig, ook wordt geen gebruik gemaakt van stikstofhoudende mest, waardoor geen emissies vrijkomen. Hiernaast kan een tamme kastanje maximaal stikstofoxide en ozon opnemen of vastleggen. Ook kan het een gemiddeld aantal fijnstofdeeltjes opnemen of vastleggen (Hoffman, 2009). Een score van 6 en geen 7 wordt gegeven omdat andere boomsoorten meer fijnstofdeeltjes op kunnen nemen of vast kunnen leggen dan de tamme kastanje.

Waterkwaliteit: Gekeken is naar de beschikbaarheid en kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Een voedselbos kan zichzelf reguleren en heeft een water bufferend vermogen, waardoor niet geïrrigeerd hoeft te worden. Ook wordt geen gebruik gemaakt van bestrijdingsmiddelen of mest, waardoor deze ook niet kunnen uitspoelen in grond- of oppervlaktewater. Een score van 4 staat gelijk aan de score van de gemiddelde grootte. Deze wordt gegeven omdat de tamme kastanje dezelfde invloed heeft op de waterkwaliteit als een gemiddelde voedselbossoort.

Landgebruik: Gekeken is naar het effect van landbezetting en transformatie. In een voedselbos wordt geen gebruik gemaakt van ziektebestrijding, ook wordt de grond niet bewerkt, bemest of bewatert. Een score van 4 staat gelijk aan de score van de gemiddelde grootte. Deze wordt gegeven omdat de tamme kastanje dezelfde manier van landgebruik heeft als een gemiddelde voedselbossoort

Bijdrage aan klimaatverandering: Gekeken is naar de emissies van koolstofdioxide, lachgas en methaan. In voedselbossen worden geen machines gebruikt, waardoor uitstoot van koolstofdioxide plaatsvindt. Ook wordt geen dierlijke of kunstmest gebruikt of geproduceerd, waardoor geen lachgas of methaan uitgestoten wordt. Een score van 4 staat gelijk aan de score van de gemiddelde grootte. Deze wordt gegeven omdat de tamme kastanje dezelfde bijdrage levert aan klimaatverandering als een gemiddelde voedselbossoort.

Beperking van klimaatverandering: Gekeken is naar opslag/reductie van broeikasgassen. Een tamme kastanje kan maximaal koolstofdioxide uit de atmosfeer opnemen en vastleggen (Hoffman, 2009). Ook hoeft geen energie gebruikt te worden om de boom

te herplanten omdat het een levensduur heeft van 200 tot 500 jaar. Door deze vastlegging van broeikasgassen en de levensduur is de tamme kastanje een optimale soort en wordt een score van 7 gegeven.

Uitputting hulpbronnen: Gekeken is naar het gebruik van fossiele brandstoffen. In een voedselbos wordt geen gebruik gemaakt van machines. Wel wordt de oogst getransporteerd naar de verwerkings- of verkoopplaats. Omdat deze brandstoffen niet opnieuw ontstaan in een voedselbos, blijft de score negatief. Een score van 4 staat gelijk aan de score van de gemiddelde grootte. Deze wordt gegeven omdat de tamme kastanje dezelfde invloed heeft het uitputten van hulpbronnen als een gemiddelde voedselbossoort.

Natuurwaarde: Gekeken is naar de landschapswaarde van een tamme kastanje in een voedselbos: flora en fauna en het ecosysteem. Een vergroeide of eeuwenoude tamme kastanje is vaak aanwezig in het landschap of voedselbos en wordt geaccepteerd en gewaardeerd. Echter is de vegetatie, door het gebrek aan zonlicht, onder de boom minder divers en zet de tamme kastanje de concurrentie naar zijn hand. Een score van 6 wordt gegeven omdat een oude tamme kastanje meer wordt gewaardeerd dan het gemiddelde voedselbossoort, Door de minder diverse vegetatie onder de tamme kastanje is een score van 6 en geen 7 gegeven.

Scoreberekening rode bes

Tabel 4. Gemiddelde, relatieve en eindscore van de effecten van een tamme kastanje uit het voedselbos op het natuurlijk kapitaal

Externaliteiten	Gemiddelde grootte Voedselbos	Relatieve grootte Rode bes	Eindscore Rode bes
Aquatisch ecosysteem	1	4	4
Terrestrisch ecosysteem	6	3	18
Bodemkwaliteit	6	3	18
Luchtkwaliteit	5	3	15
Waterkwaliteit	7	4	28
Landgebruik	6	4	24
Bijdrage aan klimaatverandering	7	4	28
Beperking van klimaatverandering	7	4	28
Uitputting hulpbronnen	-1	4	-4

Toelichting relatieve grootte rode bes

Aquatisch ecosysteem: Gekeken is naar emissies van schadelijke stoffen, landbewerking en -gebruik en biodiversiteit. Een voedselbos is geen voorbeeld van een aquatisch ecosysteem en heeft niet veel te maken met het onderwaterleven. Hierdoor zijn de effecten niet groot, maar wel positief. De positieve kant is aanwezig omdat geen mest of bestrijdingsmiddelen worden uitgespoeld en terecht kunnen komen in grond- of oppervlaktewateren in de omgeving. Een score van 4 staat gelijk aan de score van de gemiddelde grootte. Deze wordt gegeven omdat de rode bes dezelfde invloed op het aquatisch ecosysteem heeft als een gemiddelde voedselbossoort.

Terrestrisch ecosysteem: Gekeken is naar emissies van schadelijke stoffen, landbewerking en -gebruik en biodiversiteit. Een voedselbos wordt zonder bodembewerking aangelegd en ontworpen als een goed gelaagd bos. Het beheer is terughoudend, waardoor de vegetatie zich zo natuurlijk mogelijk kan ontwikkelen, net zoals de organismen. Op en rondom een rode besenstruik bevinden zich minder organismen dan de gemiddelde voedselbossoort, waardoor een score van 3 wordt gegeven.

Bodemkwaliteit: Gekeken is naar het koolstofgehalte in de bodem. Het koolstofgehalte hangt af van bodembewerking en nutriënten management. De rode besenstruik heeft een kleiner wortelstelsel dan een gemiddeld voedselbosproduct. Ook heeft het minder complexe schimmels. Wel laat het bladeren los die zorgen voor organisch stof. Door dit kleinere wortelstelsel en de minder complexe schimmels wordt een score van 3 gegeven.

Luchtkwaliteit: Gekeken is naar de uitstoot van fijnstof, ammoniak en andere smogvormende stoffen. In een voedselbos is geen vee aanwezig, ook wordt geen gebruik gemaakt van stikstofhoudende mest, waardoor geen emissies vrijkomen. Een rode besenstruik kan minder dan gemiddeld stikstofoxide en ozon opnemen of vastleggen. Ook kan het minder dan het gemiddelde aantal fijnstofdeeltjes opnemen of vastleggen (Hoffman, 2009). Een score van 3 wordt gegeven omdat de rode bes minder van bovenstaande stoffen kan opnemen of vastleggen dan een gemiddelde voedselbossoort.

Waterkwaliteit: Gekeken is naar de beschikbaarheid en kwaliteit van grond- en oppervlaktewater. Een voedselbos kan zichzelf reguleren en heeft een water bufferend vermogen, waardoor niet geïrrigeerd hoeft te worden. Ook wordt geen gebruik gemaakt van bestrijdingsmiddelen of mest, waardoor deze ook niet kunnen uitspoelen in grond- of oppervlaktewater. Een score van 4 staat gelijk aan de score van de gemiddelde grootte. Deze wordt gegeven omdat de rode bes dezelfde invloed heeft op de waterkwaliteit als een gemiddelde voedselbossoort.

Landgebruik: Gekeken is naar het effect van landbezetting en transformatie. In een voedselbos wordt geen gebruik gemaakt van ziektebestrijding, ook wordt de grond niet bewerkt, bemest of bewatert. Een score van 4 staat gelijk aan de score van de gemiddelde

grootte. Deze wordt gegeven omdat de rode bes dezelfde manier van landgebruik heeft als een gemiddelde voedselbossoort

Bijdrage aan klimaatverandering: Gekeken is naar de emissies van koolstofdioxide, lachgas en methaan. In voedselbossen worden geen machines gebruikt, waardoor uitstoot van koolstofdioxide plaatsvindt. Ook wordt geen dierlijke of kunstmest gebruikt of geproduceerd, waardoor geen lachgas of methaan uitgestoten wordt. Een score van 4 staat gelijk aan de score van de gemiddelde grootte. Deze wordt gegeven omdat de rode bes dezelfde bijdrage levert aan klimaatverandering als een gemiddelde voedselbossoort.

Beperking van klimaatverandering: Gekeken is naar opslag/reductie van broeikasgassen. De opname van koolstofdioxide uit de atmosfeer van een rode bessenstruik is gelijk aan de opname van het gemiddelde voedselbosproduct. Een score van 4 staat gelijk aan de score van de gemiddelde grootte. Deze wordt gegeven omdat de rode bes dezelfde beperking heeft aan klimaatverandering als een gemiddelde voedselbossoort

Natuurwaarde: Gekeken is naar de landschapswaarde van een voedselbos: vegetatie, flora en fauna en het ecosysteem. De mens heeft geen afkeer tegen de rode bessenstruik. Ook heeft het geen toegevoegde waarde, waardoor een score van 4 wordt geven. Deze staat gelijk aan de score van de gemiddelde grootte.