

## Natuurpositieve eiwitgewassen

Potentie van peulvruchten voor de transitie naar natuurpositieve landbouw en consumptie in Nederland

Boki Luske, Iris Flamand, Jan-Paul van der Kolk, Jonas Schepens, Udo Prins, Willemijn Cuijpers



*In opdracht van:*



© 2023 Louis Bolk Instituut

Natuurpositieve eiwitgewassen - Potentie van peulvruchten  
voor de transitie naar natuurpositieve landbouw en  
consumptie in Nederland

Boki Luske, Iris Flamand, Jan-Paul van der Kolk, Jonas  
Schepens, Udo Prins, Willemijn Cuijpers

Trefwoorden: biodiversiteit, eiwittransitie, natuurinclusieve  
landbouw, bestuivers, stikstof, bodemkwaliteit

Publicatienummer 2023-003 LbP

70 pagina's

Deze publicatie is beschikbaar via  
[www.louisbolk.nl/publicaties](http://www.louisbolk.nl/publicaties)

[www.louisbolk.nl](http://www.louisbolk.nl)

[info@louisbolk.nl](mailto:info@louisbolk.nl)

T 0343 523 860

Kosterijland 3-5

3981 AJ Bunnik

 @LouisBolk

Louis Bolk Instituut: Onderzoek en advies ter bevordering van  
duurzame landbouw, voeding en gezondheid

## Voorwoord

Het Louis Bolk Instituut is door het Wereld Natuur Fonds Nederland (WWF-NL) gevraagd om de potentie van peulvruchten voor natuurpositieve productie en consumptie te verkennen. Voor het WWF-NL is het behoud en herstel van biodiversiteit een belangrijk thema. De landbouw heeft wereldwijd een groot effect op biodiversiteitsverlies. Ook in Nederland speelt dit en het WWF-NL werkt hier op verschillende fronten aan om de impact van de landbouw om te buigen van een negatieve impact naar een positieve. Iedere consument speelt daarin een rol en heeft middels het aankoopgedrag invloed op de biodiversiteit. De eiwittransitie (minder vlees, meer plantaardig) is hierin een belangrijk onderdeel om de impact van de voedselconsumptie op de natuur te verminderen. Dit rapport dient als kennisbron waarmee WWF-NL middels haar lobby de juiste dingen kan doen.



# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>9</b>
1.1 Agroecologische principes voor natuurpositieve landbouw	9
1.2 Peulvruchten en de eiwittransitie	10
1.3 Doel van dit project en onderzoeksvragen	10
1.4 Aanpak	11
1.5 Leeswijzer	11
<b>2 Afbakening</b>	<b>12</b>
2.1 Peulvruchten in deze studie	12
2.2 Teelt van peulvruchten in Nederland	12
<b>3 Karakteristieken van verschillende peulvruchten</b>	<b>15</b>
3.1 Veldbonen ( <i>Vicia faba</i> )	15
3.2 Lupine ( <i>Lupinus sp.</i> )	21
3.3 Droogbonen ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	24
3.4 Soja ( <i>Glycine max</i> )	25
<b>4 Bijdrage van peulvruchten aan opgaves in Nederland</b>	<b>27</b>
4.1 Opgaven voor de akkerbouw in Nederland	27
4.2 Uitgangspunten voor de scenarioberekeningen	28
4.3 Effect van veldbonen op Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's)	29
4.4 Effect van veldbonen op stikstof- en organischestofdynamiek	33
4.5 Bijdrage van peulvruchten aan opgaven in Nederland	35
4.6 Drukfactoren door de teelt en verwerking van peulvruchten	38
<b>5 Productie en consumptie van peulvruchten in Nederland</b>	<b>40</b>
5.1 Huidige productie van peulvruchten	40
5.2 Huidige consumptie van peulvruchten	40
5.3 Aanbevolen consumptie van peulvruchten	40
5.4 Toekomstige consumptie van peulvruchten	41
5.5 Verhouding productie en consumptie van peulvruchten	41
5.6 Peulvruchten als vijfde of zesde gewas	42
<b>6 Opschaling van de teelt van peulvruchten</b>	<b>44</b>
6.1 Inleiding	44
6.2 Interview Henk Janknegt, veldbonenteler Zeewolde	44
6.3 Interview Henk Kerkers, lupineteler in Deurne	47
6.4 Bijeenkomst met experts	49
<b>7 Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>52</b>
7.1 Peulvruchten en natuurpositieve productie	52
7.2 Opschalen van afzet	55
7.3 Consumptie vergroten	55
<b>Literatuur</b>	<b>57</b>
<b>Bijlagen</b>	<b>61</b>
Bijlage 1: Opbrengsten van peulvruchten	61

Bijlage 2: Bestuivers en insecten waargenomen in veldboon en lupine	64
Bijlage 3: Vruchtwisseling en bouwplan in vier scenario's	66
Bijlage 4: Vragenlijst interviews met telers	70

## Samenvatting

Deze studie gaat in op de potentie van peulvruchten om de akkerbouw in Nederland natuurpositief te maken. Peulvruchten zijn vlinderbloemige eiwitgewassen die een bijdrage kunnen leveren aan de gewenste eiwittransitie waarin Nederlanders minder dierlijke eiwit en meer plantaardig eiwit gaan consumeren. Voorbeelden van peulvruchten die in Nederland geteeld worden zijn veldbonen, lupine, bruine bonen, erwten en soja. De peulvruchten verschillen onderling in welke omstandigheden zij het beste groeien en welke opbrengsten en eiwitgehalten gehaald kunnen worden. Gehaltes aan anti-nutritionele stoffen in de bonen verschillen ook per ras binnen een peulvruchtgewas. Veldboon wordt gezien als het meest kansrijke gewas voor Nederland. Veldboon is aantrekkelijk voor bloembezoekende insecten en produceert nectar en ook stuifmeel, maar is wel droogtegevoelig en afhankelijk van bestuivende insecten (vooral lang-tongige hommels). Lupine is juist droogtetolerant en groeit ook op de zuurdere gronden. Maar lupine (witte en blauwe) is gevoelig voor schimmelziektes en kan hoge gehalten aan alkaloides en/of vicine/convicine gehalten bevatten. Lupine is overwegend zelfbestuivend en produceert geen stuifmeel, maar de bloemen worden toch bezocht door bloembezoekende insecten. Bruine boon wordt al lange tijd in Nederland geteeld, maar de opbrengst blijft achter op die van veldboon. Het gewas groeit op lichtere gronden, is droogtegevoelig en is overwegende zelfbestuivend. Soja is een vrij nieuw gewas en heeft als nadeel dat het een lang groeiseizoen nodig heeft, waardoor het lastig is de droge korrel te oogsten.

Wat deze peulvruchten met elkaar gemeen hebben is dat zij stikstof uit de lucht kunnen binden en fosfaat in de bodem kunnen mobiliseren (omzetten in een voor planten opneembare vorm). De gewasresten van peulvruchten zorgen voor organischestofaanvoer naar de bodem. De vastgelegde stikstof en fosfaat komt via deze gewasresten terug op het land. Ze bemesten het volggewas, waardoor (kunst)mest in de volgteelt wordt bespaard. Om de nutriënten van de gewasresten te benutten, is het zaaien van een groenbemester na de teelt een voorwaarde. Zo worden de nutriënten de winter 'overgetild' en wordt voorkomen dat deze alsnog uitspoelen.

De bloei van sommige peulvruchten draagt bij aan de nectar- en soms ook stuifmeelvoorziening voor bloembezoekende insecten, zoals hommels, wilde bijen en zweefvliegen. De bloeiperiode is echter beperkt. Om echt een bijdrage te leveren aan populatieopbouw van deze insecten zijn andere bloeiende gewassen en halfnatuurlijke elementen in het landschap nodig om een volledige bloeihoogte te verzorgen, net als nest- en schuilgelegenheden.

Het is niet vanzelfsprekend dat de teelt van peulvruchten natuurpositief is. Op dit moment worden de meeste peulvruchten op een gangbare wijze geteeld. Dat houdt in dat er op de percelen met peulvruchten gewasbeschermingsmiddelen worden ingezet (bodemherbiciden, fungiciden, insecticiden). Na de teelt zijn de meeste peulvruchten op dit moment bestemd als veevoer. Alleen bruine boon en lupine gaan voornamelijk richting humane consumptie. Verse peulvruchten (zoals sperzieboon en verse erwten) ook, maar

deze worden vanuit voedingsperspectief onder de groentegewassen geschaard, en zijn niet meegenomen in deze studie. Voor de andere peulvruchten is de markt voor humane consumptie nog heel klein. Voedseltechnologise bedrijven richten zich op de ontwikkeling van vleesvervangers, maar verwerken nu vooral peulvruchten uit het buitenland (o.a. soja, veldboon en lupine). De afzet van Nederlandse peulvruchten zoals veldbonen is nauwelijks rendabel, vanwege hoge grondprijzen en concurrentie met goedkope bonen uit het buitenland. Het opschalen van de teelt in Nederland is alleen zinvol als de afzetmarkt op een duurzame manier, samen met de consumptie van peulvruchten, zal groeien. Want ook de consumptie van peulvruchten blijft sterk achter op de gewenste consumptie uit het oogpunt van gezondheid en planetaire grenzen.

Uit deze studie zijn een aantal aanbevelingen gekomen. De eerste aanbeveling is dat om te komen tot natuurpositieve productie, de opschaling van de teelt van peulvruchten hand in hand moet gaan met de opschaling van natuurinclusieve teeltmethoden (denk aan het afbouwen van pesticideninzet, veredeling gericht op schimmelresistentie), opbouwen van populaties nuttige insecten voor bestuiving en plaagbeheersing en het realiseren van een groen-blauwe dooradering in gebieden. Onafhankelijk advies en kennisontwikkeling van en met boeren over natuurinclusieve teeltmethodes (bijvoorbeeld mengteelten voor onkruidonderdrukking, of mechanische onkruidbeheersing in combinatie met het lokaliseren van nesten van akkervogels) zijn nodig om hen in die transitie te ondersteunen, net als langjarige vergoedingen voor landschapsherstel. De tweede aanbeveling gaat over het opschalen van de afzetmogelijkheden van peulvruchten. Als de rendabele afzetmarkt groeit, zal de productie van peulvruchten vanzelf meegroeien. Overheden kunnen hierop sturen door importheffingen op eiwitgewassen van buiten de EU, het verplichten van voedingsmiddelenfabrikanten om regionale/lokale én natuurinclusief geteelde peulvruchten bij te mengen en door financiële ondersteuning van bedrijven die lokale, natuurinclusieve ketens ontwikkelen met peulvruchten. Hierbij kan ook gedacht worden aan het koppelen van de opschaling van de biologische landbouw aan de eiwittransitie. De derde aanbeveling gaat over het vergroten van de consumptie van peulvruchten. Ontwikkel een campagne voor consumenten die zich richt op imagoverbetering van peulvruchten, zoals de eenvoudige bereiding van peulvruchten, smaak en positieve bijdrage aan het milieu. Belangrijk is dat het dan niet om sterk bewerkte producten gaat (bijvoorbeeld op basis van eiwit-isolaten), maar juist om de pure of licht bewerkte peulvruchten, omdat deze een lagere CO<sub>2</sub>-voetafdruk hebben en gezonder zijn dan sterk bewerkte producten.



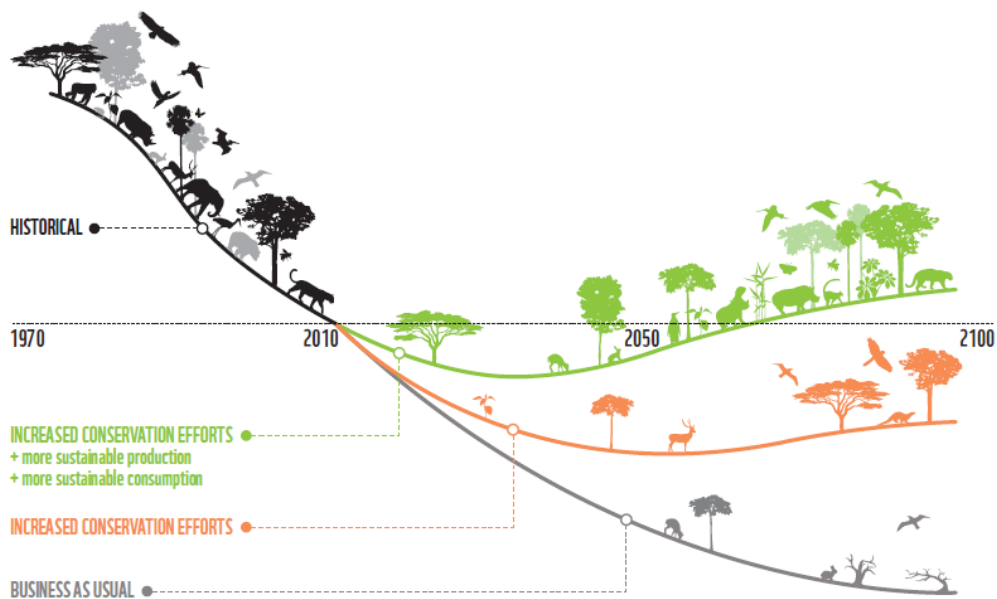
# 1 Inleiding

## 1.1 Agroecologische principes voor natuurpositieve landbouw

Het is bekend dat de landbouw een grote impact heeft op de biodiversiteit (Willett et al. 2019). Het toepassen van agro-ecologische principes in de landbouw kan die impact verminderen (FAO 2018). Volgens WWF is dit één van de pijlers voor natuurpositieve productie (WWF 2021) die kunnen leiden tot herstel van biodiversiteit (Figuur 1). Onder agro-ecologische principes worden verschillende ecologische en sociaal-economische onderwerpen verstaan, zoals het diversificeren van voedselsystemen, meer benutting van hulpbronnen/nutriënten, het sluiten van kringlopen, participatieve kennisontwikkeling, synergie tussen productie en ecologie, leefbaarheid van het platteland, voedselzekerheid, verantwoord beleid en eerlijke prijzen (FAO 2018). Het WWF hanteert agroecologische maatregelen die in drie schaalniveaus zijn onder te verdelen (Tekstvak 1).

Tekstvak 1. Drie niveaus van agroecologische maatregelen (WWF 2021):

1. Landbouwbedrijf:
  - a. Nutriënten kringlopen sluiten
  - b. Natuurlijke plaagbeheersing stimuleren
  - c. Groenbemesters in de vruchtwisseling
  - d. Gewasdiversificatie
  - e. Minder gewasbeschermingsmiddelen
  - f. Minder kunstmest
  - g. Verbeteren bodemvruchtbaarheid
2. Landschap:
  - a. Verweving/dooradering met halfnatuurlijke elementen
  - b. Herontwerpen van landbouwsystemen op basis van draagkracht
  - c. Ecosysteemdiensten stimuleren
  - d. Veerkracht van gebieden vergroten
3. Voedselsysteem
  - a. Bouwen van duurzame voedselsystemen
  - b. Lock-ins doorbreken
  - c. Boeren ondersteunen in transitie
  - d. Producenten en boeren met elkaar verbinden
  - e. Beleid en regelgeving gericht op duurzaamheid, participatie en eerlijkheid

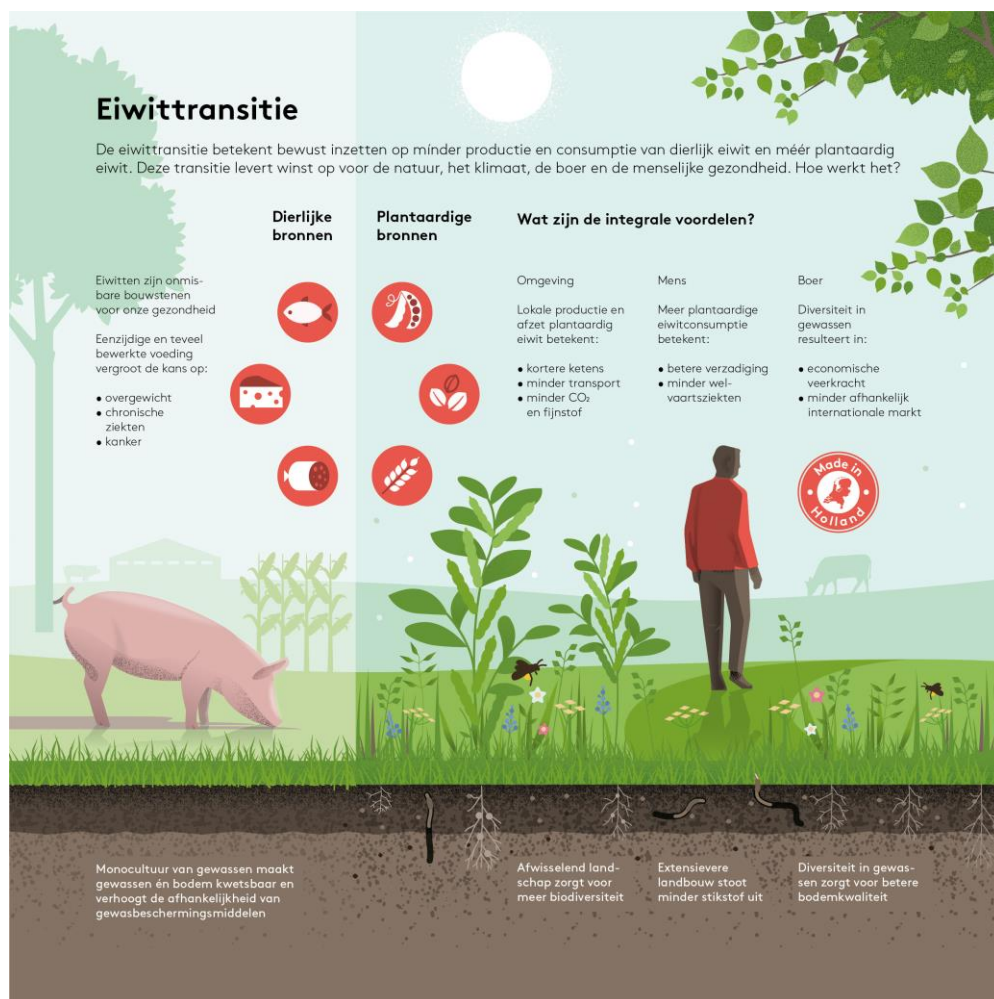


Figuur 1. Illustratie over hoe natuurpositieve productie samen met natuurbehoud kan zorgen voor biodiversiteitsherstel (WWF 2021).

## 1.2 Peulvruchten en de eiwittransitie

Deze studie is een verkenning van de potentie van vlinderbloemige eiwitgewassen (peulvruchten) voor natuurpositieve productie en consumptie in Nederland.

De consumptie van peulvruchten is een belangrijk onderdeel van de eiwittransitie. De eiwittransitie houdt in dat er minder dierlijke eiwitten, en meer plantaardige eiwitten worden geproduceerd en gegeten. Wereldwijd en in Nederland wordt een teveel aan vlees, mono- en disachariden en eieren gegeten en te weinig groente, fruit, peulvruchten en noten (Willet et al. 2019, RIVM 2016). Dat heeft een negatieve impact op de gezondheid van mensen en op ecosystemen en de biodiversiteit. Binnen de dierlijke consumptie is met name rood vlees en bewerkt vlees nadelig voor de gezondheid (Voedingscentrum 2023). De transitie naar meer plantaardig eiwit is gunstig voor de omgeving, de gezondheid van mensen en het landbouwsysteem (Figuur 2).



Figuur 2. De eiwittransitie uitgelegd in een infographic (Louis Bolk Instituut 2020).

## 1.3 Doel van dit project en onderzoeksvragen

Het doel van dit project is om de potentie van peulvruchten te onderzoeken voor natuurpositieve eiwitproductie. De focus ligt hierbij op de teelt en consumptie van peulvruchten in Nederland voor de humane consumptie.

De onderzoeksvragen zijn:

1. Draagt de teelt van peulvruchten bij aan de transitie naar natuurpositieve landbouw?
2. Hoe verhouden de huidige productie, de huidige consumptie, de gewenste consumptie en de productiepotentie zich tot elkaar?
3. Wat zijn huidige belemmeringen voor opschaling van de productie?
4. Welke kansen en belemmeringen ervaren praktijkbedrijven?

#### **1.4 Aanpak**

De basis van deze studie is beschikbare literatuur en databases. Vervolgens zijn verschillende instrumenten gebruikt om effecten van de teelt en scenario's over productie en consumptie in beeld te brengen. Zo is de Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw ingezet om de effecten op Kritische Prestatie Indicatoren op bedrijfsniveau in beeld te brengen. Tevens is het model NDICEA ingezet om het effect van peulvruchten op de stikstof- en koolstofdynamiek te illustreren. In een bijeenkomst met experts zijn kengetallen waarmee scenario's zijn doorgerekend, gecheckt en aangepast. Ook zijn kansen, knelpunten en bedreigingen voor de opschaling van de teelt van peulvruchten besproken. Aanvullend zijn twee akkerbouwers die peulvruchten telen en werken aan afzet en ketenontwikkeling geïnterviewd om kansen en belemmeringen voor praktijkbedrijven te inventariseren.

#### **1.5 Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 wordt de afbakening van het project weergegeven. In hoofdstuk 3 komen de karakteristieken van een aantal peulvruchten aan bod en in hoofdstuk 4 gaan we in op de bijdrage van peulvruchten op de opgaven in Nederland. De consumptie en de productie van peulvruchten in Nederland wordt in Hoofdstuk 5 besproken en Hoofdstuk 6 gaat in op welke factoren van invloed zijn op de opschaling van de teelt van peulvruchten, positief dan wel negatief. Hoofdstuk 7 is een synthese van deze bevindingen. Hierin worden aanbevelingen gegeven om de eiwittransitie te versnellen, zodat deze bijdraagt aan natuurpositieve productie.

## 2 Afbakening

### 2.1 Peulvruchten in deze studie

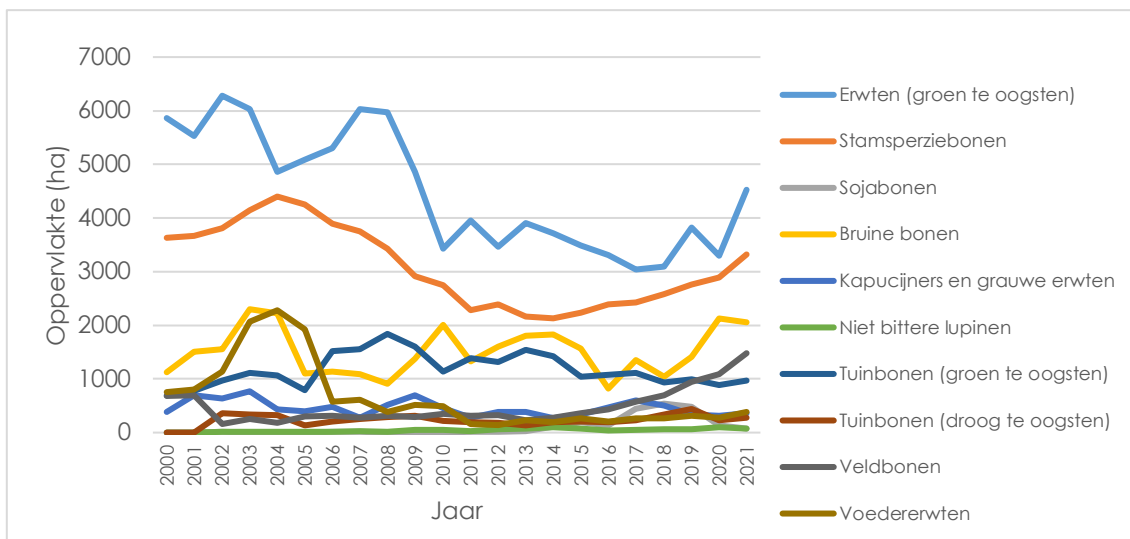
Peulvruchten zijn de zaden van vlinderbloemigen (*Fabaceae*), zoals erwten, bonen, linzen, sojabonen en pinda's. Officieel vallen sperziebonen, doperwten, snijbonen en peultjes ook onder de peulvruchten, maar omdat deze groen gegeten worden, schaaft men die onder de groentes (Voedingscentrum 2022). We beperken ons in deze studie tot de droog geoogste peulvruchten die in Nederland akkerbouwmatig geteeld worden. In de doorgerekende scenario's beperken we ons tot de akkerbouw. Effecten van minder vlees- of zuivelproductie in Nederland zijn niet meegenomen.

### 2.2 Teelt van peulvruchten in Nederland

De teelt van peulvruchten gebeurde de afgelopen tien jaar slechts op een klein deel van het landbouwareaal (Figuur 3). In 2021 was het totale areaal van alle peulvruchten geregistreerd binnen de akkerbouw 13.350 hectare (CBS 2022b). Zonder de 'groente' peulvruchten en de voedergewassen was het 4.340 ha. Maar ook van deze peulvruchten wordt op dit moment een deel ingezet als veevoer. Naar schatting was de teelt van peulvruchten in Nederland voor de humane consumptie 2.652 ha (Tabel 1). Dat is ongeveer de helft van het areaal aan peulvruchten en slechts 0,5% van het totale akkerbouwareaal in Nederland. De onzekerheid van deze schatting is groot, aangezien hierover geen cijfers zijn gepubliceerd.

#### *Tekstvak 2. Teelt van peulvruchten in het verleden*

Peulvruchten maken sinds lange tijd deel uit van het Nederlandse bouwplan. Onder invloed van Europese landbouwsubsidies piekte de oppervlakte (areaal) met peulvruchten in Nederland in 1987 met 45.000 hectare. Na de hervormingen van het Europese landbouwbeleid in 1992 en internationale handelsafspraken zoals de Blair House Agreement nam het areaal met peulvruchten snel af. De Blair House Agreement omvatte onder meer een liberalisatie van de handel in granen en oliegewassen tussen de VS en de EU, waardoor de import van soja en export van granen werd gestimuleerd (US-EU Blair House Agreement 1993).



Figuur 3. Arealen van peulvruchten in Nederland in de afgelopen 20 jaar (CBS 2022b).

Tabel 1. Arealen peulvruchten in 2021 (CBS 2022b) en grove schatting van de inzet van deze peulvruchten voor de humane consumptie. De schatting van het percentage bestemd voor humane consumptie is tijdens de expertsessie ingeschat (zie hoofdstuk 6.3). Aangezien er geen cijfers beschikbaar zijn is de onzekerheid van deze schatting groot.

Gewas	Areaal in 2021 (ha)	Perc voor humane consumptie (%)	Areaal voor humane consumptie (ha)
Veldbonen en tuinbonen (droog)	1.760	10%	176
Niet bittere lupinen	80	50%	40
Bruine bonen	2.060	100%	2.060
Kapucijners en grauwe erwten	360	100%	360
Sojabonen	80	20%	16
<b>Totaal</b>	<b>4.340</b>		<b>2.652</b>

Omdat het om relatief kleine arealen gaat, is er van sommige van deze gewassen weinig literatuur beschikbaar voor de teelt in Nederlandse omstandigheden. Daarom ligt de focus van deze studie op veldboon en lupine. Waar mogelijk is ook informatie over de teelt van bruine boon en soja meegenomen in de studie.

### *Tekstvak 3. Regionale teelt van veevoer*

Het mineralenoverschot dat we in Nederland kennen is grotendeels afhankelijk van de import van veevoer en productie van kunstmest (CLO 2022). Het verminderen van de aanvoer van eiwitrijk krachtvoer (met name soja) is dus belangrijk om het stikstofoverschot te verkleinen. Ongeveer de helft van de in Nederland geteelde peulvruchten wordt nu ingezet als veevoer. In deze studie gaan we niet verder in op het voerspoor, maar parallel aan de eiwittransitie (minder dierlijke en meer plantaardige eiwit consumptie) en het verkleinen van de veehouderijsector die afhankelijk is van geïmporteerd voer, kan de regionale teelt van peulvruchten in Nederland ook bijdragen aan het verkleinen van het stikstofoverschot.

## 3 Karakteristieken van verschillende peulvruchten

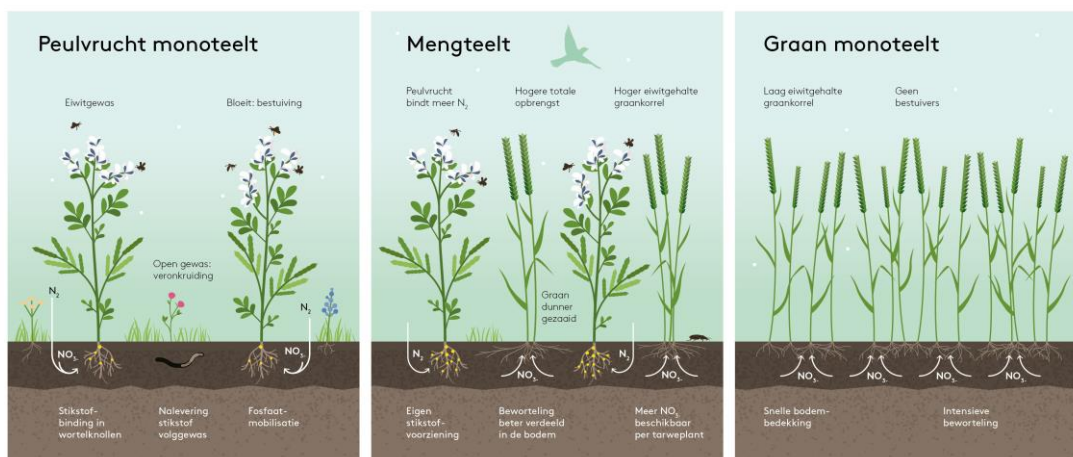
### 3.1 Veldbonen (*Vicia faba*)

**Geschiedenis** - De teelt van veldboon in Nederland kent een lange geschiedenis. Rond 1900 was het areaal veldbonen in Nederland ongeveer 35.000 ha. Na 1900 daalde het areaal gestaag tot in de vroege jaren 70'en het areaal vrijwel verdwenen was. Tot in 1973 de oliecrisis zich voordeed, en er hernieuwd interesse plaatsvond in de EU om te streven naar een hogere zelfvoorzienigheid. Ten gevolge van de oliecrisis en de hoge energiekosten, werd de fabricage van kunstmest ter discussie gesteld. Daarmee ontstond een hernieuwde interesse voor stikstofbindende gewassen (Sibma et al. 1989). Ook nu is er een hernieuwde interesse in zelfvoorziening en opschaling van de teelt van eiwitgewassen. Er is een interessante parallel te trekken met de periode hierboven beschreven.

**Bodem** - Klei, loss, zand- en dalgronden zijn allen geschikt voor de teelt voor veldbonen (Teelthandleiding veldbonen 2011). Maar het gewas stelt wel eisen aan de zuurgraad van de bodem. De pH bij dal- en zandgronden mag niet lager dan 5 en bij kleigrond niet lager dan 6 zijn (Boer et al. 2006). Andere bronnen vermelden minimale pH waarden van 6 voor zware grond en 5,4 voor lichte gronden (Limagrain 2022). Door hun droogtegevoeligheid komen veldbonen niet altijd goed tot hun recht op hoge droge zandgronden. Ook moet de bodemstructuur op orde zijn (geen bodemverdichting) (Prins et al. 2018a). Veldbonen zelf zijn goede voorvruchten omdat ze zorgen voor een intensief doorwortelde bodem wat gunstig is voor de gewassen die het jaar erna komen. Ze laten een goede bodemstructuur achter (Janknegt, pers. comm. 2023).

**Maaigewas** – Veldbonen zijn maaigewassen, net als de andere peulvruchten. Dit houdt in dat (vergeleken met rooigewassen) er voorafgaand aan de zaai en tijdens de oogst minder intensieve grondbewerking nodig is. Dat is gunstig voor de bodem.

**Onkruiden** - In het voorjaar duurt het vrij lang voordat veldboon een sluitend gewas vormt (met name zomerveldboon). Dat betekent dat onkruiden de kans krijgen om de nog kleine planten boven het hoofd te groeien. Daarom worden in de gangbare teelt vaak (bodem)herbicides ingezet. In de biologische teelt is mechanische onkruidonderdrukking nodig. Een andere mogelijkheid is om peulvruchten in een mengteelt te telen (Loman 2011; Figuur 4). De onkruidgevoeligheid geldt voor alle peulvruchten.



Figuur 4. Voordelen van het telen van peulvruchten in een mengteelt (bron: Louis Bolk Instituut).

**Stikstofbinding** – Veldbonen gaan een symbiose aan met stikstofbindende bacteriën. Deze vormen wortelknolletjes. Het percentage stikstofbinding kan variëren, maar ligt vaak rond de 70-80 procent van de totale stikstofinhoud van het gewas. Gemiddeld gaat om ca 90 kg N/ha die alleen al in de bovengrondse delen van de plant gebonden wordt. De veldboon hoeft daarom zelf niet met stikstof bemest te worden. Het telen van een vanggewas na de teelt van veldbonen is noodzakelijk om de stikstof vast te houden voor het volgende gewas (ca 70-80 kg N/ha; Schurer et al. 2022) en daarmee het uitspoelen van de stikstof naar het grond- of oppervlaktewater te voorkomen.

**Fosfaatmobilisatie** - Onderzoek met verschillende vlinderbloemigen geeft aan dat deze gewassen fosfaat uit de bodem kunnen mobiliseren (Nuruzzaman et al. 2005). Fosfaatmobilisatie houdt in dat fosfaat wordt omgezet in een vorm die plant opneembaar is. Veldboon vormt 'clusterroots', een intensief klompje wortels op plekken waar fosfaat in de bodem zit. Door het uitscheiden van bepaalde organische zuren op deze plek, wordt fosfaat losgemaakt van de bodem en opgenomen door de plant (Liu et al. 2006). Als de fosfaat eenmaal is opgenomen door de plant blijft deze na de teelt ook deels in de gewasresten achter, als organisch fosfaat, iets waar andere gewassen weer gebruik van kunnen maken. Zo verhoogt veldboon (en met hen vele andere peulvruchten) de algemene fosfaatbeschikbaarheid in een akkerbouwwruchtwisseling. Veel bodems in Nederland bevatten veel fosfaat, vanwege overbemesting in het verleden. Het overgrote deel van de fosfaat is stabiel aanwezig in de bodem, maar in een vorm die niet opneembaar is voor planten. Het zit gebonden aan bodemdeeltjes. Je kunt het vergelijken met een voorraadkast met granen en droge peulvruchten. Er moet eerst een maaltijd van bereid worden, voordat we deze kunnen eten. Vlinderbloemigen hebben de eigenschap om de fosfaat om te zetten in een plantopneembare vorm. Ze bereiden de maaltijd voor. Zo wordt gras-klover bijvoorbeeld ingezet om natuurgronden uit te mijnen (Timmermans et



al. 2010). Peulvruchten hoeven dus niet bemest te worden met fosfaat, maar kaliumbemesting is op zandgrond wel een aandachtspunt.

**Bestuiving** - Veldboon kan bestoven worden door bijen uit de geslachten *Apis*, *Andrena*, *Anthidium*, *Anthophora*, *Bombus*, *Chalicodoma*, *Colletes*, *Eucera*, *Halictus*, *Hoplitis*, *Lasioglossum*, *Megachile*, *Osmia* en *Stelis* (Scheper et al. 2014). In de praktijk zijn het vooral langtongige hommels die heel efficiënt zijn bij de bestuiving van veldboon, zoals bijvoorbeeld de tuinhommel (*Bombus hortorum*; Figuur 5). Van kort-tongige hommels (zoals de aardhommel (*Bombus terrestris*) is bekend dat zij bij moeilijk bereikbare bloemen 'inbreken' om de nectar te bereiken (Figuur 6; Peeters et al. 2012). Alleen wanneer de aardhommels stuifmeel verzamelen bovenop de bloem, dragen ze bij aan de bestuiving. Honingbijen hebben ook een te korte tong, en maken daarom gebruik van de gaatjes die hommels onder in de kelk gebeten hebben. De bloemen van veldboon dragen bij aan zowel de stuifmeel- als de nectarvoorziening voor bloembezoekende insecten.

Een goede opbrengst is dus deels afhankelijk van bestuivers (Cuijpers et al. 2021). Meestal rekenen telers op voldoende bestuivers die in de omgeving aanwezig zijn, maar soms is zichtbaar dat de peulzetting in bijvoorbeeld winterveldboon pas hoog in de plant begint, en er minder peulen gevormd worden. Dit geeft aan dat er te weinig bestuivers geweest zijn. Ook zien telers soms verschillen in zetting tussen de rand van het perceel (waar meer wilde bestuivers zijn) en het midden van het perceel. Als de teelt van veldbonen in gebieden toeneemt, zou er op meer plekken een tekort aan bestuivers kunnen ontstaan (Cuijpers & Heupink 2023). Aan de andere kant laat onderzoek in Duitsland ook zien, dat het aantal hommels toeneemt in gebieden waar veldboon geteeld wordt (Marzinzig et al. 2018). Het is dus belangrijk dat het landschap geschikt wordt gemaakt voor bestuivers (voldoende voedsel, nestgelegenheid, overwinteringsplekken) (BCTC z.d. a en b; Goulsen 2008).



Figuur 5. Tuinhommel verzamelt nectar en zorgt tegelijkertijd voor bestuiving van de veldboon (foto: Willemijn Cuijpers).



Figuur 6. Bijtgaatjes van aardhommels in de bloemen van veldboon. Via deze gaatjes kunnen kort-tongige hommels en bijen toch bij de nectar van de bloemen komen (foto: Willemijn Cuijpers)

**Bloembezoekende insecten** – Tijdens de bloei worden veel bloembezoekende insecten in veldbonenpercelen waargenomen. Het gaat om hommels, wilde bijen en zweefvliegen. Dit zijn voornamelijk algemene soorten, maar soms ook vrij zeldzame tot zeer zeldzame soorten, zoals grashommel en moshommel (zie Bijlage 2 voor een lijst met waargenomen soorten op veldboon).

**Plaaginsecten en natuurlijke vijanden** - In veldboon kunnen diverse plagen voorkomen zoals zwarte bonenluis (Figuur 7) en bladrandkever. Wanneer geen insecticiden worden ingezet vormen deze plaaginsecten een voedselbron voor natuurlijke vijanden, zoals gaasvliegen, zweefvliegen, sluipwespen, lieveheersbeestjes, soldaatjes en spinnen (Bos et al. 2014). Deze insecten zijn weer voedsel voor akkervogels, zoals veldleeuwerik en gele kwikstaart.

Naast bovengrondse plagen kunnen veldbonen schade ondervinden of waardplant zijn voor aaltjes (Teelthandleiding veldbonen 2011). Zo kunnen veldbonen het noordelijke wortelknobbelaaltjes *Meloidogyne hapla* sterk vermeerden en kunnen deze bij een hoge aantasting ook schade veroorzaken aan de veldboon (DLV plant 2012; WUR 2019a). *Meloidogyne hapla* is schadelijk voor veel gewassen zoals aardappel, peen, witlof en bieten. Het veroorzaakt vertakkingen van de penwortel van deze gewassen en dit kan grote impact hebben op de oogst.



Figuur 7. Veldboonplant aangetast door zwarte bonenluis (foto: Udo Prins).

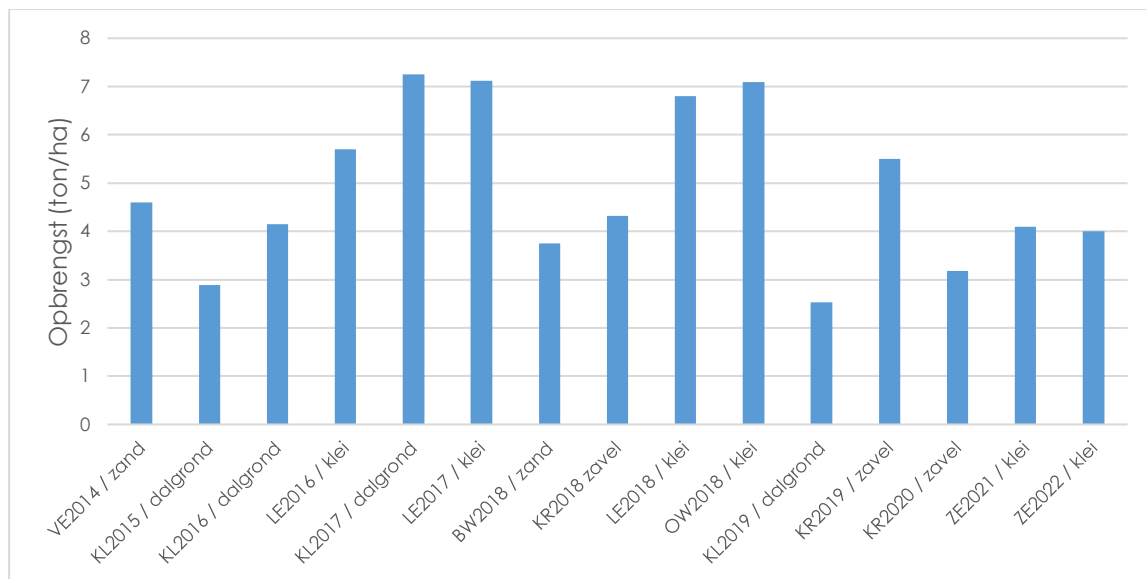
**Ziektedruk** - Met name in natte teeltjaren kan de hoge ziektedruk door schimmels tot lage opbrengsten leiden. Chocoladevlekkenziekte, *Ascochyta* bladvlekkenziekte en bruine roest zijn daar voorbeelden van. In die teeltomstandigheden kan de inzet van gewasbeschermingsmiddelen een significant effect hebben op de opbrengstcijfers (Cuijpers & Keijzer 2022; Bijlage 1). Dit geldt voor veldboon, maar ook voor andere peulvruchten.

**Vruchtwisseling** - Om de opbouw van bodemgebonden ziektes te voorkomen (schimmels en aaltjes) wordt aangeraden veldbonen niet meer dan 1:6 te telen (gangbaar). Dit houdt in dat veldboon maximaal eens in de zes jaar op hetzelfde perceel terugkomt. In de biologische teelt is dit meestal 1:8, maar dan wordt er vaak nog

wel een andere vlinderbloemige opgenomen in de vruchtwisseling (bijvoorbeeld gras-klover). Veldboon staat dan dus eens in de acht jaar op hetzelfde perceel, en vier jaar later staat er een andere vlinderbloemige.

**Opbrengst** - Onder gunstige omstandigheden is veldboon de meest productieve peulvrucht in Nederland. Er zijn steeds meer veldboonrassen beschikbaar, zowel zomer- als winterveldbonen. Winterveldbonen worden in oktober-november gezaaid en worden in juli-augustus geoogst. Winterveldboon kan opbrengsten tot 8 ton/ha halen, maar kent net als zomerveldboon grote fluctuaties in opbrengst. Bij zeer sterke vorst kan er aanzienlijke uitwintering optreden en moet er soms opnieuw gezaaid worden. Zomerveldbonen worden tussen februari en begin april gezaaid en rond half augustus geoogst. De opbrengst van zomerveldbonen ligt gemiddeld rond de 5 ton/ha maar kan fluctueren tussen de 2,5 – 7,2 ton/ha waarbij er grote verschillen tussen rassen optreden (Prins et al. 2018a; Cuijpers et al. 2021; Cuijpers & Keijzer 2022). Het ras Fuego is het referentiegewas dat afgelopen jaren is meegenomen in alle teeltproeven en rassenvergelijkingen met veldboon. Figuur 8 laat zien dat opbrengsten fluctueren per jaar en per bodemtype. Opbrengstfluctuaties zijn een gevolg van droogtegevoeligheid van veldboon, maar ook van gevoeligheid voor schimmelziekten en plagen. Daarnaast kan de opbrengst beperkt worden door een slechte bestuiving. Voor de toekomst is het belangrijk dat de veredeling zich richt op schimmel-,

droogte- en vorstresistentie in veldbonen, zodat de oogstzekerheid toeneemt en de inzet van fungiciden kan worden beperkt.



Figuur 8. Opbrengstcijfers van het referentie veldboonras Fuego (Wiersum plantbreeding) op verschillende bodemtypes en in verschillende teeltjaren in ton/ha. Twaalf proeven zijn uitgevoerd door het Louis Bolk Instituut en drie proeven door WUR open teelten (Cuijpers & Keijzer 2022).

**Eiwitgehalte** - Het eiwitgehalte van veldbonen ligt tussen de 28,7 – 33,5% bij een vochtpercentage van 15% (Prins et al. 2018a; Cuijpers et al. 2021; Cuijpers & Keijzer 2022).

**Toepassing** - Veldbonen worden op dit moment voornamelijk als veevoer gebruikt, maar kunnen bij de juiste keuze van het ras ook voor de humane consumptie worden ingezet. Op dit moment komen er veel nieuwe rassen veldboon op de markt, waarvan de veredeling in het buitenland heeft plaatsgevonden (Duitsland en het Verenigd Koninkrijk). De teeltomstandigheden zijn daar niet hetzelfde. Dat is de reden dat de rassen ook in Nederlandse omstandigheden worden getest. Voor de humane consumptie is het belangrijk dat het gehalte aan anti-nutritionele stoffen laag is, omdat het de verwerking van veldboon makkelijker maakt.

**Anti-nutritionele stoffen** - Veldboonrassen verschillen in de gehalten aan anti-nutritionele factoren zoals tannine, vicine/convicine gehalte (Prins et al. 2018b). Veredeling speelt een belangrijke rol om geschikte rassen op de markt te brengen waarvan de gehalten aan anti-nutritionele factoren voldoende laag zijn. De rassen Allison, Tiffany en Victus hebben een laag vicine/convicine gehalte, maar een hoog tannine gehalte. Bij de rassen LG Banquise en Taifun is dit net andersom. Bij andere rassen zoals Fuego, LG Cartouche en Trumpet zijn beide gehalten hoog (Cuijpers & Keijzer 2022).



**Verwerking** - De laatste jaren is er steeds meer aandacht voor de teelt van veldboon voor de humane consumptie. Met name voedingstechnologische bedrijven onderzoeken toepassingen van veldbonen voor vleesvervangers. Zij verwerken meel van veldbonen, of eiwitconcentraten en -isolaten. Door de verwerking tot met name eiwit-isolaten neemt de CO<sub>2</sub> voetafdrak van veldboon producten toe (Broekema & Smale 2011). In grote delen van de wereld is veldboon echter een belangrijke voedselbron, zonder dat hier verwerkende technologie voor nodig is.

### 3.2 Lupine (*Lupinus sp.*)

**Groeitypes** - Binnen de lupine zijn er verschillende soorten beschikbaar (Witte-, blauwe- en gele lupine) en verschillende groeitypes, namelijk het niet-vertakkende en het vertakkende type. In Nederland worden witte lupine (*Lupinus albus*) en de blauwe lupine (*Lupinus angustifolius*), het meeste toegepast voor de teelt van peulvruchten. Blauwe en witte lupine kunnen beiden witte of blauwe bloemen hebben. De soort onderscheid zich dus niet door bloemkleur. Wel is er een verschil in bladvorm te zien. Blauwe lupine heeft smalle deelblaadjes in het handvormige blad, terwijl witte lupine bredere deelbladeren heeft (Figuur 9 en 10).



Figuur 9. Blauwe lupine, witbloeiend (foto: Udo Prins)



Figuur 10. Witte lupine, blauwbloeiend (foto: Udo Prins)

**Bodem** - De zuurgraad en kalkgehalte van de grond zijn bepalend welk lupineras geteeld kan worden. Op gronden met een pH van 7-8 of hoger, kunnen blauwe en gele lupines niet meer groeien. In Nederland vinden we kalkrijke gronden in de zeekleigebieden. Bij hogere pH ranges zijn sommige witte lupinerassen wel geschikt (Prins 2015).

**Stikstof en fosfaat** - Voordelen van de teelt van lupine zijn stikstofbinding, fosfaatmobilisatie, bodemverbeteraar door diepe beworteling (penwortel) en een intensieve beworteling (veel dunne wortels met veel vertakkingen) (Nuijten & Prins 2014b; Lambers et al. 2013). De intensieve, diepe beworteling zorgt ervoor dat het gewas droogtoleranter is dan bijvoorbeeld veldboon. Net als de veldboon hoeft lupine niet bemest te worden. De stikstofbinding van lupine zorgt voor minder inzet van (kunst)mest in de vruchtwisseling, wanneer de vastgelegde stikstof via een groenbemester de winter over wordt getild.

**Opbrengst** – De juiste rassenkeuze, bodemkwaliteit en klimaatomstandigheden zijn essentieel voor een goede opbrengst (Nuijten & Prins 2014a). De opbrengst van lupine varieert tussen de 1,5 en 6 ton/ha (Bijlage 1) met een eiwitgehalte tussen de 25,7 en 40,2%.

Tabel 2. Opbrengsten (15% vocht) en pH range van witte, blauwe en gele lupine (Prins 2015).

	Opbrengst (ton/ha)	pH range	Opmerking
Blauwe smalbladige lupine	2 – 5	5 - 6,8	Slechte kalktolerantie, dus minder geschikt voor zeeleigebieden
Witte breedbladige lupine	2 – 6	5,5 - 7,5	Betere kalktolerantie dan blauwe lupine, wel geschikt voor zeelei gebieden
Gele lupine	1,5 - 2,5	4,5 - 6,0	Geschikt voor arme zandgronden, maar wordt nauwelijks geteeld op dit moment

**Anti-nutritionele stoffen** – Lupine kan hoge gehalten aan alkaloides bevatten, maar door veredeling zijn zoete rassen ontstaan, zoals het ras Feodora. De norm voor de humane consumptie is in de EU niet wettelijk bepaald, maar in de voedingsindustrie wordt meestal de Australische norm van 0,02% (200 mg/kg) aangehouden (Prins 2015; Nuijten & Prins 2014a). Bittere rassen zoals Mihai kunnen wel 11.000 mg/kg alkaloiden bevatten (Cuijpers & Heupink 2023). Het alkaloidengehalte wordt genetisch bepaald, maar ook beïnvloed door droogte en temperatuur. Een hogere temperatuur vanaf de bloei kan het gehalte flink laten toenemen. Daarnaast is er in de vermeerdering aandacht nodig voor het laag houden van alkaloidengehalten. Bij het vermeerderen van zoete lupinerassen kan met een klein aandeel kruisbestuiving, een aantal bittere F1 zaden ontstaan. Dit heeft te maken met de overerving van bitterheid dat dominant is ten opzicht van zoetheid. Op dit moment is de norm voor gecertificeerd zaaizaad (maximaal 2,5% bittere zaden) in de EU te hoog om goed zaaizaad voor humane consumptie te garanderen. De normen zijn nog gebaseerd op een Europese markt waarin lupine voornamelijk als veevoer geteeld wordt. Dit zorgt ervoor dat het alkaloidengehalte bij de oogst in sommige jaren boven de norm van 0,02 %

belandt, en de lupine niet meer voor humane consumptie geschikt is, of eerst uitgebreide verwerkingsstappen (weken en spoelen) moet ondergaan (Nuijten & Prins, 2014b). Niet alleen in de veredeling van nieuwe rassen, maar ook in de vermeerdering zou een laag alkaloïdegehalte een aandachtspunt moeten zijn, om met name de afzet richting humane voeding te versnellen.

**Zaadkwaliteit** - *Anthraco*se is een destructieve schimmelziekte die zaadoverdraagbaar is. Daarnaast zijn er in lupine nog een aantal andere zaadoverdraagbare schimmelziekten, zoals *Pleiochaeta*, die een opbrengst-reducerend effect hebben (Prins et al. 2018a). De aanschaf van een besmette partij zaai-zaad kan betekenen dat de oogst volledig mislukt. In de praktijk is er geen controle op *Anthraco*se besmetting van zaai-zaad, wat voor de telers een groot risico betekent. Een goede zaadhygiëne en schoon zaai-zaad is een aandachtspunt voor een succesvolle teelt. Daarnaast is het van belang dat niet-chemische methoden van zaai-zaadontsmetting ontwikkeld worden. Via veredeling zijn er nu wel *Anthraco*se-tolerante rassen op de markt, maar deze zijn in de praktijk nog ongeschikt voor humane consumptie door te hoge alkaloïden gehalten.

**Ziektes** - De weerbaarheid van de rassen tegen ziekten zoals *Anthraco*se (Figuur 11), *Pleiochaeta setosa* en *Stemphylium botryosum* is een sterk bepalende factor voor het wel of niet slagen van de teelt. Klimaatomstandigheden tijdens de teelt zijn mede bepalend voor de infectiedruk. Een vochtig voorjaar en zomer zorgt voor een hoge infectiedruk. Blauwe lupine is minder gevoelig voor *Anthraco*se dan witte lupine (Prins 2015). Naast schimmels zijn lupines vatbaar voor aaltjes (Prins et al. 2018b), daarom wordt aangeraden lupine niet vaker dan één keer in de zes jaar te telen. In de afwisseling met andere peulvruchten vormen lupines echter wel weer een interessante aanvulling. Daar waar veldbonen en erwten deels dezelfde grondgebonden ziekten opbouwen, geldt dat niet voor lupines. Het uitbreiden van het aandeel peulvruchten in een akkerbouwvruchtwisseling lukt daarom beter als voor een combinatie van veldbonen en lupine, of erwten met lupine wordt gekozen. In potproeven is gebleken dat lupine het aaltje *Pratylenchus penetrans* kan vermeerderen, maar in de praktijk is dit nog niet geleid tot schade. Ook andere vlinderbloemigen kunnen *Pratylenchus penetrans* vermeerderen. Ui, aardappel en chicorei zijn gevoelige voor deze soort.



Figuur 11. Witte lupine, ziek door *Anthraco*se (foto: Udo Prins).

**Bestuiving** - Lupine is overwegend zelfbestuivend en zelffertil. Zelfbestuiving houdt in dat het stuifmeel niet van de ene bloem naar de andere hoeft te worden overgebracht door insecten of de wind. De plant kan zichzelf bestuiven. Zowel witte als blauwe lupine is dus niet afhankelijk van bestuivers voor de opbrengst. In het algemeen wordt lupine al (door zelfbestuiving) bevrucht nog voordat de bloem open is. In blauwe lupine is het percentage kruisbestuiving 0-2%, in witte lupine ligt dit rond de 8% (Cuijpers & Heupink 2023). Lupine wordt dus wel bezocht door zowel solitaire bijen als hommels, maar deze dragen niet bij aan de opbrengst van het gewas. Omdat lupine alleen stuifmeel produceert en geen nectar, is het voor imkers een minder interessant gewas. Bloembezoekende insecten op Lupinesoorten zijn onder andere de bijengeslachten *Bombus*, *Eucera*, *Lasioglossum*, *Megachile* en *Osmia* (Scheper et al. 2014).

**Bloembezoekende insecten** - Een brede groep van bloembezoekende insecten vliegen op de bloemen van lupine (Bijlage 2). Behalve wilde bijen (solitaire bijen en hommels) bezoeken ook zweefvliegen vaak de bloemen van lupine. Hoewel ze in eerste instantie te licht zijn om de bloem open te maken, kunnen ze in een later stadium wel vaak bij de bloem, doordat grotere bijen of hommels de bloembladeren al hebben bezocht en deze permanent open zijn gaan staan (Cuijpers & Heupink 2023).

**Veredeling** - Uit het bovenstaande blijkt dat er nog stappen gemaakt moeten worden in de ontwikkeling van de lupineteelt in Nederland. Verdere veredeling en onderzoek zijn essentieel om tot acceptabele opbrengstniveaus en voldoende oogstzekerheid te komen met rassen die *Anthraco*-tolerant zijn, op tijd afrijpen (begin september, daarna wordt het te vochtig en drogen de bonen niet meer), weinig legeringsgevoelig zijn (dat betekent dat de planten rechtop blijven staan, ondanks wind of regen), een voldoende laag alkaloidengehalte, een hoog eiwitgehalte hebben en weerbaar zijn tegen ziekten en plagen.

### 3.3 Droogbonen (*Phaseolus vulgaris*)

**Soorten droogbonen** - Onder het soort *Phaseolus vulgaris* vallen diverse bonensoorten zoals stamslabonen, bruine bonen en kidney bonen. Deze laatste twee worden als droge bonen geteeld. In Nederland gaat het om bruine bonen die vooral in Zeeland en Zeeuws-Vlaanderen een plek in het akkerbouw-bouwplan hebben.

**Bodem** – De teelt en optimale omstandigheden van stamslabonen en bruine bonen komen voor een groot deel overeen. Het grootste verschil is dat stamslabonen vers geoogst worden en bruine bonen droog worden geoogst. Dit laatste zorgt ervoor dat de teeltduur van bruine bonen langer is. Droogbonen hebben de voorkeur voor lichtere gronden en



hebben een ondiep wortelstelsel waardoor er sneller beregend zal moeten worden ten opzichte van diep wortelende gewassen. Zure gronden met een pH lager dan 4,8 zijn ongeschikt voor de teelt van stamslabonen. De teelt op klei- en zavelgronden vraagt een minimale pH van 6,5 - 7 en bij zand- en dalgronden ligt de optimale pH rond de 5,7 (Neuvel et al. 1994).

**Bestuiving** –Bruine boon is overwegend zelfbestuivend. Wanneer de bloemen open gaan is deze reeds bestoven (Buijshand 1955). In de praktijk worden soms wel hommelveolen ingezet om een betere bestuiving te krijgen (ten Hoeven, pers. comm.). Of dit daadwerkelijk leidt tot hogere opbrengsten is niet vastgesteld in onderzoek. Er is ook nog weinig onderzoek gedaan naar het effect van bruine boon op bloembezoekende insecten, maar de eerste inzichten zijn dat de bloemen weinig aantrekkelijk zijn.

**Opbrengst** - De gemiddelde opbrengst van de bruine boon in Nederland is 3 ton/ha (CBS 2022b). Rassenproeven registreerden opbrengsten tussen de 2,2 – 4,1 t/ha (15% vocht) (Timmer 2012).

### 3.4 Soja (*Glycine max*)

**Nieuw gewas** - Soja wordt nog niet zo lang geteeld in Nederland. De teelt kende in 2018 een piek met een areaal van 540 hectare maar daarna is het areaal weer sterk gedaald tot 80 ha in 2021 (CBS 2022b).

**Bodem** - De optimale pH voor soja ligt tussen de 5,5 en 7,0 (ILVO 2017), maar onderzoek laat zien dat zowel de teelt op zware klei met een pH van 7,7 (Timmer 2014a) en de teelt op zand met een pH van 5,5 (Timmer 2014b) mogelijk zijn. Soja is vorstgevoelig, de mate van gevoeligheid is afhankelijk van het ras.

**Afrijping** - Afrijpingstijdstip is bepalend voor een geslaagde teelt van soja. Veel van de huidige rassen rijpen te laat af. Dat betekent dat ze niet droog geoogst kunnen worden, omdat het in de herfst te vochtig is. In teeltonderzoeken is de soja vaak begin oktober in een vroeger stadium (vers) geoogst. Om de oogstzekerheid te waarborgen moeten rassen uiterlijk eind september oogstrijp zijn (Timmer 2014a; Timmer 2014b). Voor de ontwikkeling van soja in Nederland is dit cruciaal.

**Ziektes** - Er zijn tal van ziekten en plagen die in soja voorkomen. Belangrijke schimmels zijn *Sclerotinia sclerotiorum* en *Rhizoctonia solani*. Verder zijn er diverse insecten en virussen die voorkomen in de teelt van soja (ILVO 2017).

**Bestuiving** - Soja is ook overwegend zelf-bestuivend met minder dan 1% kruisbestuiving, alhoewel het percentage kruisbestuiving afhangt van ras, omgeving en de aanwezigheid

van bestuivers (Ray et al. 2003). In de weinige veldonderzoeken in soja percelen in Nederland zijn weinig bloembezoekende insecten aangetroffen (Bijlage 2). Soja lijkt dus niet veel bij te dragen aan de voedselvoorziening van bloembezoekende insecten.

**Opbrengst** – De gemiddelde opbrengst van soja is 2,8 ton/ha (tussen 2,2 – 4,5 ton/ha, 15% vocht) met een eiwitpercentage van 39,6% (Bijlage 1).

## 4 Bijdrage van peulvruchten aan opgaves in Nederland

### 4.1 Opgaven voor de akkerbouw in Nederland

Nederland staat voor een aantal grote maatschappelijke uitdagingen, zoals het herstel van biodiversiteit, het verminderen van broeikasgasemissies en het aanpassen aan een veranderend klimaat. De akkerbouw in Nederland heeft net als alle bedrijven, sectoren, overheden en consumenten hierin een rol te vervullen. In relatie tot klimaatadaptatie is het verbeteren (of in ieder geval in stand houden van) de bodemkwaliteit en het watervasthoudendvermogen van de bodem zeer relevant voor de akkerbouw (Tabel 3). In dit hoofdstuk gaan we in op wat de teelt van peulvruchten kan betekenen voor deze maatschappelijke opgaves. Dit wordt gedaan aan de hand van de Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw (BMA) (van Doorn et al. 2021), waarmee verschillende scenario's worden doorgerekend. De BMA is een instrument waarmee akkerbouwbedrijven op basis van een aantal kritische prestatie indicatoren (KPI's) inzichtelijk maken wat zij doen aan biodiversiteitsherstel en bodemkwaliteit. Voor vier scenario's (zie 4.2) zijn de KPI's berekend zoals dit ook gedaan is in de praktijktoets van de BMA (van Doorn et al. in press). Deze zijn vergeleken met de referentie- en streefwaarden uit van Doorn et al. (2021). Vervolgens zijn dezelfde scenario's doorgerekend met het model NDICEA (Van der Burgt et al. 2006) om het effect van peulvruchten op de stikstof- en organischestofdynamiek in de bodem inzichtelijk te maken. De uitgangspunten voor de scenario's worden hieronder toegelicht.

Tabel 3. Relatie tussen maatschappelijke opgaven en kritische prestatie indicatoren.

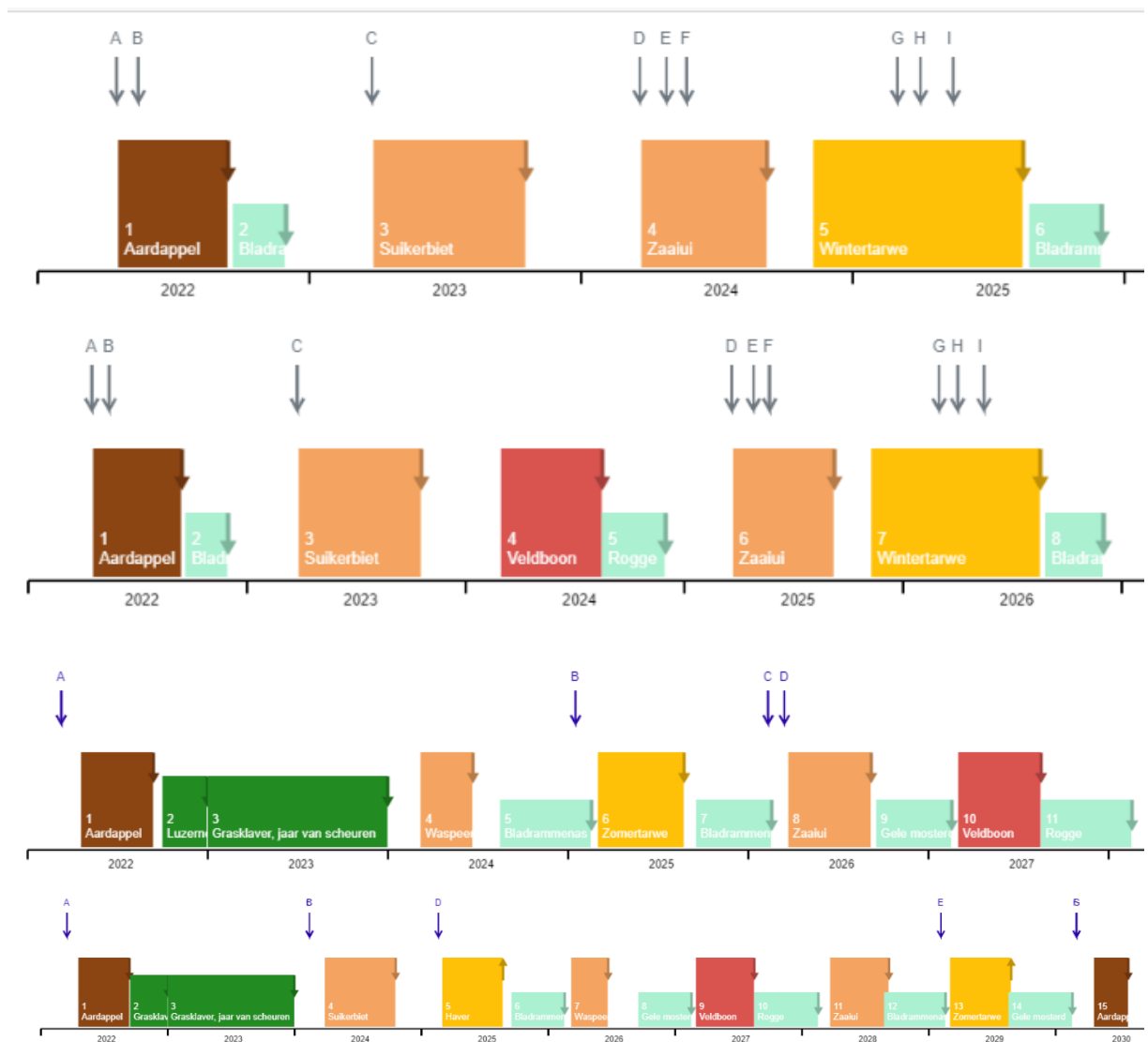
Opgave	KPI's
Herstel biodiversiteit	Percentage natuur & landschap, gewasdiversiteit (bouwplan), milieubelasting gewasbeschermingsmiddelen, organischestofbalans
Behouden/verbeteren bodemvruchtbaarheid	Organischestofbalans, percentage rustgewassen, gewasdiversiteit (vruchtwisseling),
Verbeteren waterkwaliteit	Milieubelasting gewasbeschermingsmiddelen, stikstofbedrijfsoverschot
Verminderen klimaatemissies	Organischestofbalans, Carbon Footprint
Vergroten watervasthoudend vermogen van de bodem	Organischestofbalans

## 4.2 Uitgangspunten voor de scenarioberekeningen

Er is uitgegaan van een bouwplan van 80 hectare, waar alle gewassen een gelijk areaal innemen (Tabel 4). Voor het gemak gaan we er van uit dat ieder gewas één perceel is in het bouwplan. Er is gebruik gemaakt van een gangbaar vierjaren bouwplan voor de akkerbouw in Flevoland (Hoogmoed et al. 2021; Figuur 12). Deze bestaat uit aardappel, suikerbieten, zaai-ui en wintertarwe (1:4 rotatie). Na de wintertarwe en aardappel wordt een groenbemester gezaaid, in dit geval bladrammenas. In het bouwplan wordt bemest met kunstmest (afgestemd op gewas) en na de wintertarwe wordt er 15 ton drijfmest toegepast. Er zijn drie alternatieve scenario's berekend: één waarbij er een extra jaar veldboon bijkomt (1:5 rotatie) en twee biologische alternatieven met respectievelijk een 1:6 en een 1:8 rotatie gebaseerd op Zanen et al. (2008). Er is gekozen voor veldboon als eiwitgewas voor humane consumptie aangezien deze een grote potentie heeft voor Nederland. De veldboon is ingepast in het bouwplan steeds tussen twee rooigewassen in, zodat de bodem daartussen meer rust heeft met veldboon ertussen, en de vastgelegde stikstof ten goede komt aan het volggewas. Er is geen bemesting toegepast voor veldboon of gras-klover, maar voor de andere gewassen wel (Bijlage 3; Tabel 3-1). De referentiebodem was een lichte kleibodem en had een initieel organischestofgehalte van 1.9%, een pH van 7. Na de veldboon wordt winterrogge gezaaid als groenbemester. In de twee gangbare scenario's zijn de bouwplannen identiek, behalve dat veldboon is toegevoegd, waardoor de arealen per gewas kleiner zijn geworden. In beide scenario's is uitgegaan van de inzet van gewasbeschermingsmiddelen voor de teelt. Het gaat om verschillende (bodem)herbiciden, fungiciden, insecticiden, loofdoding in aardappel en groeiregulator in wintertarwe. Voor de teelt van veldboon gaat het om de herbiciden Centium en Boxer, insecticide Pirimor en fungicide Amistar (Bijlage 3; Tabel 3-2). In de twee biologische scenario's zijn geen gewasbeschermingsmiddelen ingezet en is er ruige mest toegepast. In het Biologisch ++ scenario is meegerekend dat naast de maai-gewassen veldboon, haver en zomertarwe een bloeiende akkerrand van 6 meter is aangelegd.

Tabel 4. Uitgangspunten van de vier scenario's voor de berekening van Kritische Prestatie Indicatoren op bedrijfsniveau.

	<b>Referentie bouwplan 1:4</b>	<b>Referentie- bouwplan + veldboon 1:5</b>	<b>Biologisch bouwplan + 1:6</b>	<b>Biologisch bouwplan ++ 1:8</b>
Areaal ieder gewas (ha)	20	16	13,33	9,93
Aantal percelen	4	5	6	8
Akkerrand	Nee	Nee	Nee	Ja
Onkruidbeheersing	Chemisch	Chemisch	Mechanisch	Mechanisch
Plaaigbeheersing	Chemisch	Chemisch	Natuurlijk	Natuurlijk



Figuur 12. Overzicht van de gewassen in de verschillende bouwplannen waarvan de KPI's zijn berekend en die zijn doorgerekend met het programma NDICEA. De pijlen geven de tijdstippen van bemesting aan. Van boven naar beneden zijn de volgende bouwplannen weergegeven: gangbaar bouwplan (1:4), gangbaar bouwplan met extra jaar veldboon (1:5), biologisch bouwplan met veldboon (1:6) en een biologisch bouwplan met veldboon en akkerranden (1:8). Details over bemesting en inzet van gewasbescherming zijn terug te vinden in bijlage 3.

### 4.3 Effect van veldbonen op Kritische Prestatie Indicatoren (KPI's)

Om het effect van peulvruchten op KPI's op bedrijfsniveau te illustreren, zijn vier beschreven scenario's doorgerekend aan de hand van de Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw

1. **Percentage rustgewassen:** In het gangbare akkerbouw-bouwplan, is het percentage rustgewassen 25% (wintertarwe) (Tabel 5). Wanneer veldbonen erbij komen, neemt het aandeel toe naar 40% (dit komt overeen met het landelijk gemiddelde). In de biologische scenario's is het aandeel rustgewassen 50%, omdat er ook gras-klaver, granen en veldbonen in de vruchtwisseling zijn opgenomen.
2. **Organischestofbalans:** De berekening van de KPI organischestofbalans is op basis van de effectieve organischestof (EOS). EOS is de organischestof die na een jaar

nog aanwezig is op het perceel. De organischestofbalans is negatief voor het gangbare scenario, ook wanneer veldboon is toegevoegd. Maar de balans is dan wel iets minder negatief. In de biologische scenario's, met meer inzet van organische meststoffen (ruige mest), groenbemesters en rustgewassen (veldbonen, gras-klover en granen), is wel een positieve organischestofbalans te realiseren (zie ook volgende paragraaf). Dat ligt dus niet alleen aan de veldboon in deze scenario's maar aan het gehele bouwplan en het bemestingsregime.

3. **Stikstofbodemoverschot:** In de beide gangbare scenario's is het stikstofbodemoverschot boven de referentiewaarde, maar met veldboon is het overschot wel kleiner. Dat komt omdat veldboon niet bemest hoeft te worden. Het stikstofbedrijfsoverschot in beide biologische scenario's ligt onder de referentie- en streefwaarde, omdat alle gewassen in het bouwplan een lagere bemesting krijgen.
4. **Percentage bodembedekking:** Het percentage bodembedekking blijft in de gangbare scenario's gelijk, beide zijn 72%. Dit komt omdat we zijn uitgegaan van een vroege oogst van c-aardappel, waarna ook een groenbemester is gezaaid. Zou dit niet gebeuren, dan zou het gangbare scenario met veldboon een hogere bodembedekking hebben dan het referentiebouwplan. In de biologische scenario's neemt de bodembedekking toe, omdat er meer groenbemesters zijn ingezet en grasklover 1,5 jaar blijft liggen.
5. **Gewasdiversiteit:** De KPI gewasdiversiteit neemt toe met het aantal gewassen in het bouwplan. Omdat in deze scenario's de gewassen een gelijk aandeel hebben, zijn de berekende waarden van de Hill-Shannon index gelijk aan het aantal gewassen in het bouwplan. De Hill-Shannon Index is een maat die veel toegepast wordt in de ecologie om soortenrijkdom uit te drukken. Het is een maat voor het aantal soorten en de verdeling van de soorten. Het inpassen van veldboon heeft dus een positief effect op de KPI gewasdiversiteit (omdat er meer soorten/gewassen in het bouwplan zijn opgenomen), maar dit zou ook zo zijn geweest met een ander alternatief gewasstype. Hetzelfde geldt voor de randendichtheid. De score van de randendichtheid wordt vooral bepaald door de ruimtelijke oriëntatie van percelen en perceelsgrootte.
6. **Natuur- en landschapsbeheer:** Het telen van veldboon heeft geen direct effect op het percentage landschapselementen op het bedrijf. De aanleg en beheer van landschapselementen is eerder afhankelijk van de mogelijkheid om mee te doen aan regelingen, zoals het ANLb.
7. **Carbon Footprint:** De Carbon Footprint is niet doorgerekend, maar waarschijnlijk heeft de teelt van peulvruchten een reducerend effect op de carbon footprint per hectare. Dat komt omdat er minder intensieve grondbewerkingen nodig zijn voor de teelt van peulvruchten, vergeleken rooigewassen (LTO Noord 2020) en omdat peulvruchten weinig inzet van (kunst)mest vragen. Wanneer de carbon footprint echter per kilogram product wordt berekend (en dus niet per gemiddelde hectare

van een bedrijf), dan kan deze juist stijgen. Peulvruchten hebben namelijk een veel lagere opbrengst per hectare dan rooigewassen, dus de CO<sub>2</sub> emissie wordt door een veel kleinere opbrengst gedeeld. Wordt de CO<sub>2</sub> emissie per kg eiwit uitgedrukt, dan kan deze wel laag zijn vergeleken bijvoorbeeld een kg eiwit in zuivel of vlees. Het kiezen van de juiste eenheden is dus iets om alert op te zijn bij het verder uitwerken van deze KPI, want de Carbon Footprint per kg product stuurt vooral aan op efficiëntie en niet op biodiversiteit. Onzeker is nog het effect van de teelt van peulvruchten op de methaan- en lachgasemissie uit de bodem (Bos et al. 2007).

8. **Milieubelasting gewasbeschermingsmiddelen:** De KPI Milieubelasting door gewasbescherming is voor beide gangbare scenario's in beeld gebracht voor bodemleven en waterleven volgens de Milieumeetlat (CLM 2023). Veldboon in het bouwplan levert een iets lagere milieubelasting op (één overschrijding minder en ook een middel minder dat schadelijk is voor bestuivers of natuurlijke bestrijders), maar voor waterleven scoort het scenario met veldboon juist net iets slechter. Dat heeft te maken met de middelen die in de teelten worden ingezet. De verschillen zijn zo klein, dat het toevoegen van veldboon in het bouwplan geen vermindering van milieudruk veroorzaakt. De twee biologische scenario's scoren wel veel beter, omdat er geen gewasbescherming wordt ingezet.

Tabel 5. Resultaten van de vier scenario's op de KPI's van de Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw. Toegepaste rekenmethodes staan beschreven in van Doorn et al. (in press). \*Veldboon heeft geen effect op de KPI natuur & landschap en randendichtheid. Verschillen in resultaten komen door aannames over de ruimtelijke ordening van percelen in de vier scenario's. \*\*De milieubelasting voor grondwater is in deze berekening niet meegenomen.

KPI	Gang- baar	Gang- baar +	Biolo- gisch +	Biolo- gisch ++	Referen- tie- waarde	Streef- waar- de	Eenheid
<b>Rustgewassen</b>							
% Rustgewassen	25%	40%	50%	50%	39%	50%	%
<b>Organischestofbalans</b>							
Organischestofbalans	-515	-385	27	416	0	1000	kg EOS/ha
<b>Stikstofbedrijfsoverschot</b>							
Stikstofbedrijfsoverschot	209	127	31	29	105	55	kg N/ha
<b>Bodembedekking</b>							
% Bodembedekking	72%	72%	88%	83%	?	?	%
<b>Natuur en landschap*</b>							
% Natuur en landschap	0%	0%	0%	1%	5%	10%	%
<b>Gewasdiversiteit</b>							
Shannon Index	1,39	1,61	1,79	2,08	1,39	2,08	
Hill-Shannon Index	4,0	5,0	6,0	8,0	4,01	8,00	
Randendichtheid*	89,4	100,0	109,5	126,9	200	400	m/ha
<b>Middeleninzet</b>							
MBP Waterleven	82	95	0	0	-	-	MBP
MBP Bodem	218	201	0	0	-	-	MBP
Milieubelasting GBM**	300	296	0	0	-	-	MBP
Milieubelasting GBM (>100 totaal)	0	0	0	0	0	0	Overschrijdingen
Milieubelasting GBM (>10 totaal)	8	7	0	0	0	0	Overschrijdingen
Inzet middelen uit Cat. B of C (bestuivers of natuurlijke vijanden)	9	8	0	0	0	0	Aantal keer



## 4.4 Effect van veldbonen op stikstof- en organischestofdynamiek

### 4.4.1 Stikstofdynamiek

Om te kijken hoe de stikstofdynamiek verloopt bij de inpassing van veldbonen in de gewasrotatie is gebruik gemaakt van het stikstofmodel NDICEA (van der Burgt et al. 2006). Dit model modelleert de afbraak van organischestof die wordt aangevoerd via mest en gewasresten. De beschikbaarheid van stikstof voor het gewas wordt bepaald aan de hand van de mineralisatie van organische stikstof. Er zijn nog veel vragen over hoe de N fixatie precies werkt in peulvruchten, vooral over wanneer de plant begint met binden van stikstof. Men gaat er vanuit dat de plant dit doet wanneer de minerale stikstof in de bodem onder een bepaalde drempelwaarde is. In het model NDICEA is de default drempelwaarde ingesteld op 15 kg N/ha, met een range van 5-40 kg N/ha. Bij deze drempelwaarde begint veldboon pas bij lagere gehalten dan 30 kg/ha stikstof te binden, en wordt het volledige potentieel pas benut bij bodemgehalten lager dan 15 kg N/ha. Het is nodig om deze drempelwaarde in te stellen op 40 kg N/ha, omdat het gewas anders in het model nauwelijks stikstof zal binden. Afhankelijk van andere factoren, zal het percentage stikstofbinding dan rond de 70-80 procent uitkomen (Cuijpers et al. 2021). Dit komt overeen met wat in andere studies is gevonden (Hatch et al. 2010; Sarmiento et al. 2012).

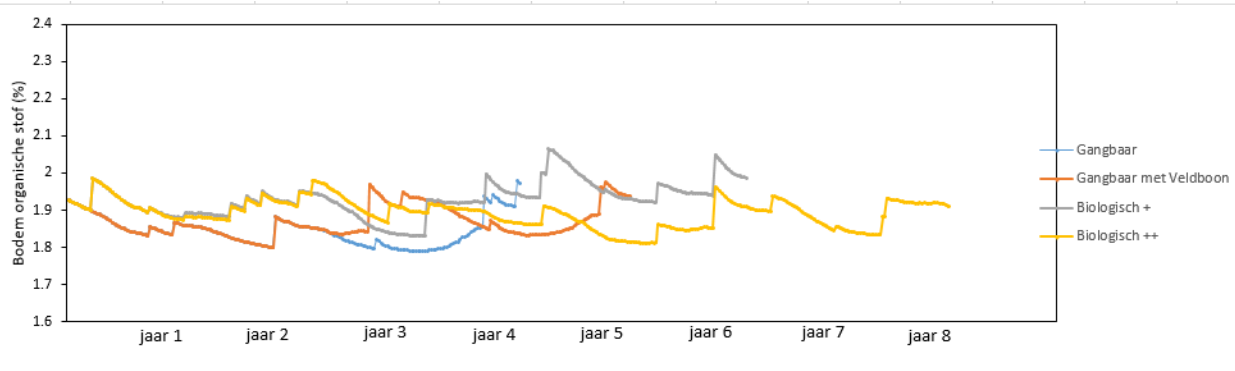
De resultaten in Tabel 6 geeft de balans weer van stikstof die volgen uit de verkennende modellering. Hieraan is af te lezen dat het scenario met veldboon (1:5) voor een belangrijk deel wordt bepaald door de stikstof die wordt gebonden door veldboon. De totale aanvoer van stikstof is daarom vergelijkbaar tussen de twee gangbare scenario's. Maar het scenario met veldboon is minder afhankelijk van kunstmest, omdat de veldboon zichzelf van stikstof voorziet. De uitspoeling van stikstof is wel vergelijkbaar tussen deze bouwplannen. In de twee biologische bouwplannen zijn vlinderbloemigen een belangrijk onderdeel, waaronder de teelt van veldbonen en grasklaver. Naar verhouding is het aandeel veldbonen en grasklaver hoger in de 1:6 rotatie. Dit is ook terug te zien in de hogere stikstofbinding bij het 1:6 bouwplan ten opzichte van het 1:8 bouwplan (Tabel 6). Dat stikstofbinding een belangrijkere rol speelt in de biologische bouwplannen is ook te zien aan het feit dat de totale bemesting in beide biologische bouwplannen veel lager ligt dan in de gangbare bouwplannen, terwijl de totale aanvoer van stikstof vergelijkbaar is. Toch is de uitspoeling stukken lager in de biologische bouwplannen. Dit komt doordat de beschikbaarheid en de opname van stikstof in de biologische bouwplannen beter op elkaar aansluit. Dit komt omdat nutriënten uit organische meststoffen vrijkomen op het moment dat het bodemleven actief is en de temperatuur omhoog gaat. Dit is ook het moment dat planten groeien. Daardoor zijn er minder verliezen van stikstof naar het water te verwachten, vergeleken met een scenario waar minerale vorm van stikstof wordt toegepast. Minerale vormen van stikstof zijn direct opneembaar voor planten, maar bij een teveel spoelt deze gemakkelijk uit, omdat deze niet gebonden is aan organischestof.

#### 4.4.2 Organischestofdynamiek

Het model NDICEA brengt ook de organischestofdynamiek binnen een vruchtwisseling in beeld. Het verschil met de berekening van de KPI organische balans is dat er niet naar effectieve organischestof wordt gekeken, maar naar alle organischestof in de bodem. De effectieve organischestof is wat na een jaar nog aanwezig is. In werkelijkheid blijft de afbraak van organischestof door het bodemleven ook na dat jaar nog doorgaan. Dat neemt NDICEA mee in de modellering van de organischestofdynamiek. In Figuur 13 is te zien dat alle bouwplannen ongeveer een vergelijkbare dynamiek laten zien. Het organischestofgehalte gaat omhoog bij aanvoer van organische meststoffen, gewasresten van met name maaisgewassen en groenbemesters. Het gangbare scenario neemt, over de gehele vruchtwisseling gezien, iets af in organischestof, gangbaar met veldboon blijft ongeveer gelijk. Het organischestofgehalte in de bodem is dus met veldboon beter in balans. Dat is te verklaren doordat veldboon ten opzichte van rooigewassen meer gewasresten achterlaat en doordat er een groenbemester kan worden geteeld na de veldboon (Figuur 12). Veldboon wordt eerder geoogst dan veel rooigewassen waardoor er nog genoeg tijd is voor de ontwikkeling van een groenbemester. Dat geldt overigens niet voor alle peulvruchten. Soja kan bijvoorbeeld pas laat geoogst worden (waardoor het zaaïen en de ontwikkeling van een groenbemester wordt bemoeilijkt). Het biologische scenario laat over de zes jaar van de vruchtwisseling een lichte stijging zien van het organischestofgehalte. Het biologische scenario met acht gewassen blijft ongeveer gelijk. Het verschil tussen de twee biologische scenario's is dat in de 1:6 vruchtwisseling grasklaver relatief een groter aandeel heeft in het geheel en dus iets beter uitkomt.

Tabel 6. Uitkomsten van de verkennende modellering van de bouwplannen in Flevoland op kleigrond. De cijfers geven de gemiddelde balans (aanvoer en afvoer) weer per jaar over de respectievelijk 4, 5, 6 en 8 jaar die zijn gemodelleerd in NDICEA.

	Balans van stikstof en organischestof	Referentie-bouwplan	Referentie-bouwplan met extra jaar	Biologisch bouwplan + 1:6 veldboon	Biologisch bouwplan ++ 1:8
	Aanvoer mest N	204	127	43	31
	Stikstofbinding	0	50	122	91
	Deposities N	25	25	25	25
	<b>Totaal aanvoer N</b>	<b>229</b>	<b>202</b>	<b>191</b>	<b>147</b>
	Afvoer producten N	144	163	143	124
	<b>Berekend stikstofoverschot</b>	<b>85</b>	<b>39</b>	<b>57</b>	<b>23</b>
Stikstof (kg N/ha/jr)	Denitrificatie N	35	32	14	9
	Uitspoeling / denitrificatie ondergrond N	107	88	40	20
	Toename / afname organische N	-53	-41	6	9
	Toename / afname minerale N bodem	-3	-1	-1	-4



Figuur 13. Dynamiek van het organischestofgehalte in de bodem, gemodelleerd met NDICEA voor de vier scenario's.

#### 4.5 Bijdrage van peulvruchten aan opgaven in Nederland

Uit voorgaande hoofdstukken is op te maken dat peulvruchten de potentie hebben om een positieve bijdrage leveren aan biodiversiteitsherstel vanwege de volgende eigenschappen:

**Minder bemesting nodig** – Alle peulvruchten zijn in staat om in samenwerking met *Rhizobium* bacteriën stikstof uit de lucht te binden. De stikstofbinding vindt plaats in wortelknolletjes. Vlinderbloemigen zijn ook in staat om fosfaat te mobiliseren (van Wijk et al. 2015). Vanwege deze eigenschappen zijn peulvruchten vrijwel zelfvoorzienend voor stikstof en fosfaat. Dat houdt in dat ze niet met N of P bemest hoeven te worden en in combinatie met een groenbemester komt de vastgelegde stikstof en gemobiliseerde fosfaat ten goede aan het volggewas. Op die manier dragen peulvruchten bij aan de verminderde inzet van (kunst)mest in de akkerbouw. Het gaat om ca 70-80 kg N/ha voor het volggewas. Dit is gunstig voor de waterkwaliteit, vermindering van klimaatemissies (lachgas door bemesting of emissie door productie van kunstmest). Wanneer geen groenbemester wordt gezaaid na de peulvrucht, is de kans aanwezig dat de vastgelegde stikstof alsnog verloren gaat (uitspoeling). De positieve bijdrage van peulvruchten aan de waterkwaliteit en verminderde inzet van (kunst)mest gaat daarmee ook verloren.

**Watervasthoudend vermogen** – Peulvruchten zijn maaigewassen. De gewasresten hebben een lage C/N verhouding (relatief weinig koolstof en veel stikstof) waardoor ze gemakkelijk afgebroken worden door het bodemleven (mineralisatie). De nutriënten in de gewasresten komen daarbij weer beschikbaar voor het volggewas. De bijdrage van peulvruchten aan het organischestofgehalte van de bodem is dus relatief. Deze moet altijd in het licht van de gehele vruchtwisseling gezien worden. De verhouding maaigewassen/rooigewassen en groenbemers in de vruchtwisseling is daarbij van belang, net als het type bemesting. Organische meststoffen dragen wel bij aan het verbeteren van het watervasthoudend vermogen van de grond, terwijl kunstmest dit niet doet.

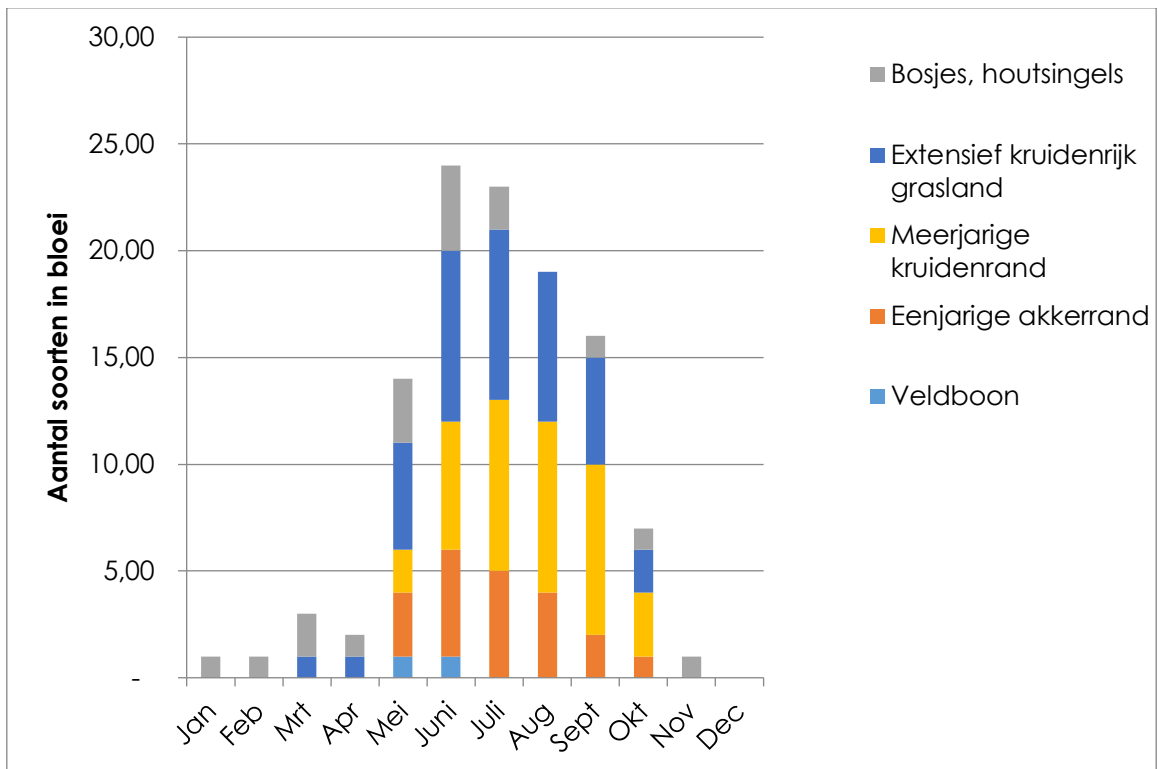
**CO<sub>2</sub> vastlegging** - Peulvruchten leveren als maai­gewas een bijdrage aan de organischestofopbouw in de bodem en dus voor CO<sub>2</sub> -vastlegging. Dit moet echter wel gezien worden in het licht van de gehele vruchtwisseling (zie vorige punt). Ook kunnen peulvruchten CO<sub>2</sub>-emissies voorkomen, omdat er minder kunstmest nodig is (in een gangbare vruchtwisseling).

**Bijdrage aan bodemkwaliteit** – Vrijwel alle peulvruchten laten een goede bodemstructuur achter, vanwege de intensieve en diepe en intensieve beworteling. Dat is gunstig voor de volggewassen. Andere maai­gewassen zoals grassen en granen doen dit ook. Rooigewassen laten een minder goede structuur achter. Bij de oogst blijven gewasresten van peulvruchten (stro, wortels en peulen) achter op het veld. De organischestof van de gewasresten komt ten goede aan de bodemkwaliteit en het bodemleven.

**Nectar en stuifmeel voorziening** – De meeste peulvruchten dragen tijdens de bloei­periode bij aan de voedselvoorziening van bloembezoekende insecten, zoals honingbijen, wilde bijen, hommels en zweefvliegen (Heupink 2018). De bloei­periode (Tabel 7), de bloemdichtheid, de aantrekkelijkheid voor verschillende insecten, bloemvorm en bereikbaarheid van nectar en stuifmeel verschilt per gewas. Met name veldboon en lupine worden veel bezocht door verschillende bloembezoekende insecten. Bruine boon en soja lijken minder aantrekkelijk voor bloembezoekende insecten. De omgeving van een perceel bepaalt grotendeels welke soorten bloembezoekende insecten in de gewassen te vinden zijn. Om hommels en wilde bijen het hele vliegseizoen van voedsel te voorzien, zijn er naast peulvruchten ook andere bloeiende gewassen en halfnatuurlijke elementen nodig in het landschap (Godijn et al. 2019). Bloemrijke akkerranden zijn bijvoorbeeld belangrijk om buiten de bloei­periode van de peulvruchten bestuivers en natuurlijk vijanden van plaaginsecten van nectar en stuifmeel te voorzien (van Rijn 2018; Figuur 14). Een continu aanbod, binnen een jaar en over meerdere jaren, van nectar en stuifmeel is een aandachtspunt. Ook voor akkervogels, is alleen het vergroten van de gewasdiversiteit niet voldoende. Factoren als perceels­grootte, landschapsheterogeniteit, de aanwezigheid van overjarige elementen in het landschap en minder intensief grondgebruik zijn ook van belang (Redlich et al. 2018).

Tabel 7. Bloeiperiode van peulvruchten in de Nederlandse situatie (Louis Bolk Instituut 2015, Bureau FaunaX 2018; Neuvel et al. 1944; ILVO 2017). Peulvruchten zijn een aanvulling in het landschap, maar verzorgen op zichzelf geen volledige bloeihoog.

Latijnse naam	Nederlandse naam	Jan	Feb	Mrt	Apr	Mei	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dec
<i>Vicia faba</i>	Veldboon					■	■						
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Droogbonen							■					
<i>Pisum sativum</i>	Erwten						■						
<i>Glycine max</i>	Soja								■				
<i>Lupinus albus</i>	Witte lupine							■					
<i>Lupine angustifolius</i>	Blauwe lupine							■					



Figuur 14. Bloei van veldboon en de bloei van andere soorten die in landschapselementen in de buurt van veldboonpercelen kunnen staan. Het betreft een theoretisch voorbeeld. De eenjarige akkerrand in dit voorbeeld bestaat uit: boekweit, bolderik, karwij, klaproos, kleine zonnebloem, korenbloem. De meerjarige akkerrand bestaat uit: duizendblad, grote kaardenbol, kaasjeskruid, luzerne, rode klaver, smalle weegbree, wilde cichorei, wilde peen. Extensief kruidenrijk grasland bestaat uit: ereprijs, gewoon biggenkruid, kruipende boterbloem, sint-janskruid, speenkruid, vogelwikke, wilde marjolein, witte klaver. Bosje of houtsingel bestaat uit: framboos, hazelaar, hondsroos, Gelderse roos, meidoorn, klimop, katwilg, veldesdoorn (Bron: Louis Bolk Instituut 2015)).

#### 4.6 Drukfactoren door de teelt en verwerking van peulvruchten

De huidige praktijk zien dat de teelt en de verwerking van peulvruchten ook voor drukfactoren op het milieu zorgt. Om de opschaling op een natuurpositieve wijze te laten verlopen, zijn dit belangrijke aandachtspunten. De belangrijkste drukfactoren worden hier benoemd:

**Onkruidbeheersing** - In het voorjaar duurt het vrij lang voordat peulvruchten een sluitend gewas vormen. Dat betekent dat onkruiden de kans krijgen om de nog kleine planten boven het hoofd te groeien. Daarom worden in de gangbare teelt vaak (bodem)herbiciden ingezet. In de biologische teelt is mechanische onkruidonderdrukking nodig. Mechanische onkruidbestrijding in het voorjaar kan nadelig zijn voor broedende akkervogels en zou daarom gecombineerd moeten worden met het markeren van nestlocaties (Kragten & de Snoo 2007). Een andere mogelijkheid is om peulvruchten in een mengteelt te telen (Loman 2011; Figuur 4).

**Ziektebestrijding** - De meeste peulvruchten zijn gevoelig voor schimmelziektes die de opbrengst sterk kunnen beïnvloeden. Dat betekent dat er in de gangbare teelt vaak fungicides worden ingezet. De KPI Milieubelasting gewasbeschermingsmiddelen was in het gangbare scenario met veldboon dan ook ongeveer gelijk. Vanwege de mogelijke opbouw van bodemgebonden schimmelziektes worden peulvruchten binnen de gangbare teelt slechts 1 op de 6 jaar in de vruchtwisseling opgenomen. In de biologische teelt is dit eerder 1 op de 8 jaar, in combinatie met een andere vlinderbloemige als rustgewas (meestal gras-klover). Voor een natuurpositieve teelt zal de inzet van fungiciden teruggebracht moeten worden. Dat kan door te werken aan veredeling van rassen op schimmelresistentie. Voor soja geldt dat dit gewas minder gevoelig is voor ziektes en plagen, maar dat het groeiseizoen in Nederland voor dit gewas eigenlijk net te kort is, waardoor de oogst ook tegen kan vallen.

**Plagbestrijding** – De meeste peulvruchten zijn aantrekkelijk voor o.a. bladluizen. Ondanks dat bladluizen voor een deel ten prooi vallen aan natuurlijke vijanden als zweefvliegen, lieveheersbeestjes, spinnen, gaasvliegen en sluipwespen, kan een flinke kolonisatie van bladluizen nadelig zijn voor de teelt (Godijn et al. 2019). In de gangbare teelt van peulvruchten worden daarom vaak insecticiden ingezet. Voor een natuurpositieve teelt zal de inzet van pesticiden teruggebracht moeten worden. Dit kan door de populaties van natuurlijke vijanden van plaaginsecten in gebieden te verbeteren. Op die manier wordt het landschap ook geschikter voor akkervogels. Een andere route is om de veredeling van peulvruchten te richten op plagtolerantie..

**Verwerking** – Peulvruchten produceren stoffen die nadelig zijn voor de vertering, zoals tannines en alkaloiden (bitterstoffen). Dat betekent dat peulvruchten een bewerking nodig

hebben voordat ze geconsumeerd kunnen worden. Deze bewerking kan bestaan uit weken, spoelen en koken.

Peulvruchten kunnen als droge bonen worden verkocht, maar ook tot verschillende producten verwerkt worden, zoals conserven, meel, eiwitconcentraten of -isolaten. Droge bonen of meel van peulvruchten zorgt gedurende de verwerking voor de minste CO<sub>2</sub> emissie tot aan het winkelschap (ca 500-1000 kg CO<sub>2</sub>/ha). De consument moet dan zelf nog wel een bereiding uitvoeren om de peulvruchten te kunnen eten. Bij conserven zorgt de verpakking voor het grootste deel van de CO<sub>2</sub>-emissie in de keten, maar de totale emissie is ongeveer gelijk aan die van meel (ca 600-1000 kg CO<sub>2</sub>/kg). De productie van eiwitconcentraten en -isolaten veroorzaken meer uitstoot in de keten (respectievelijk 1000-1250 en 2500-3000 kg CO<sub>2</sub>/ha) (Broekema & Smale 2011). Voedseltechnologise bedrijven zijn op dit moment vooral bezig met het ontwikkelen van nieuwe producten gebaseerd op eiwitconcentraten en -isolaten, waardoor een deel van de milieuwinst verloren gaat.

## 5 Productie en consumptie van peulvruchten in Nederland

### 5.1 Huidige productie van peulvruchten

Op basis van de arealen aan peulvruchten in Nederland en de gemiddelde opbrengst per hectare is de huidige productie berekend (Tabel 8). Deze komt naar schatting neer op een totale productie van ongeveer 8.700 ton droge stof per jaar (2.000 ton eiwit).

*Tabel 8. Huidige productie van peulvruchten in Nederland voor humane consumptie geschat op basis van arealen voor humane consumptie (Tabel 1), gemiddelde opbrengsten en gemiddelde eiwitpercentages.\*Aangezien de meeste peulvruchten op dit moment gangbaar geteeld worden, zijn hier de opbrengsten per hectare met inzet gewasbeschermingsmiddelen genomen.*

Gewas	Gemiddelde opbrengst* (ton DS/ha)	Eiwit-gehalte (% DS)	Productie voor humane consumptie (ton DS/j)	Eiwit-productie (ton eiwit/j)
Veldbonen en tuinbonen (droog)	5,5	33%	968	319
Niet bittere lupinen	2	36%	80	29
Bruine bonen	3,5	23%	7.210	1.622
Kapucijners en grauwe erwten	4	23%	1.440	324
Sojabonen	2,8	43%	45	19
<b>Totaal</b>			<b>8.695</b>	<b>1.966</b>

### 5.2 Huidige consumptie van peulvruchten

Gemiddeld eten Nederlanders één keer in de drie weken peulvruchten (RIVM 2020). De huidige consumptie bedraagt 5 gram per persoon per dag (bereid product).<sup>1</sup> Omgerekend naar plantaardig eiwit, dan gaat het om een inname van 0,31 g pppd (excl. noten, groente en granen; Tabel 9). Gemiddeld heeft de Nederlander een eiwitinname van 78,4 gram eiwit per dag (van plantaardige en dierlijke oorsprong). Slechts 0,4% (0,31 g) van de dagelijkse eiwitinname is afkomstig van peulvruchten. Dat betekent dat de huidige eiwitconsumptie uit peulvruchten in Nederland ongeveer 2013 ton eiwit per jaar bedraagt.

Consumenten geven aan dat de lange bereidingstijd, flatulentie, onbekendheid en het imago als 'voedsel voor de armen' een barrière zijn om peulvruchten te eten (Henn et al. 2022).

### 5.3 Aanbevolen consumptie van peulvruchten

Er bestaan verschillende adviezen over de gewenste consumptie van peulvruchten, maar in alle gevallen ligt de gewenste inname vele malen hoger dan de huidige consumptie in Nederland. Het Voedingscentrum (2022) adviseert een totale eiwitinname van 58 gr pppd,

<sup>1</sup> Zeer recente cijfers laten een stijging zien van de consumptie van peulvruchten, namelijk van 7 gram pppd (bereid product) (bron: <https://www.wateetnederland.nl/>). In deze studie rekenen we nog met 5 g pppd.



waarvan 60% van plantaardige oorsprong. Omdat deze categorie ook groente, granen, noten en fruit bevat, gaan we er in dit onderzoek van uit dat 50% hiervan afkomstig is van peulvruchten (17,4 g pppd).

Willet et al. (2019) adviseert een inname van 75 g peulvruchten (excl. pinda). Omgerekend naar eiwit van peulvruchten die nu in Nederland geteeld worden is dit ongeveer 23 g pppd (Tabel 9). Hieruit komt naar voren dat er verschil zit tussen het advies van het Voedingscentrum en het advies van Willet et al. (2019). Deze laatste neemt dan ook de productie binnen planetaire grenzen mee, terwijl het Voedingscentrum hier geen rekening mee houdt.

Tabel 9. Huidige en gewenste eiwitinname via peulvruchten per persoon per dag uit verschillende bronnen.

	Inname eiwit afkomstig van peulvruchten (g pppd)	Bron
Huidige inname	0,31	RIVM 2020
Gewenste inname	17,4	Voedingscentrum 2022
Gezond eetpatroon binnen planetaire grenzen	23,5	Willet et al. 2019

#### 5.4 Toekomstige consumptie van peulvruchten

De huidige bevolking van Nederland bestaat uit 17,6 miljoen mensen. De prognose is dat de bevolking de komende jaren zal groeien tot 19,6 miljoen in 2050 (CBS 2022). De toekomstige gewenste consumptie zal net als de bevolking groeien. Schattingen op basis van adviezen over de gewenste inname van het Voedingscentrum en Willet et al. (2019) zijn te vinden in Tabel 10.

Tabel 10. Schatting van de huidige en toekomstige inname van eiwit via peulvruchten.

Huidige consumptie (ton eiwit/j)	Benodigde gewenste eiwitinname peulvruchten (ton eiwit/j)	
Jaar 2021	Jaar 2021	Jaar 2050
2.013 <sup>1</sup>	111.714 <sup>2</sup>	124.416 <sup>2</sup>
	151.143 <sup>3</sup>	168.328 <sup>3</sup>

Bron: <sup>1</sup>RIVM 2020, <sup>2</sup>Volgens advies Voedingscentrum, <sup>3</sup>Volgens advies Willet et al. 2019.

#### 5.5 Verhouding productie en consumptie van peulvruchten

De huidige productie van peulvruchten voor humane consumptie is ongeveer gelijk aan de huidige consumptie (beiden ca 2000 ton eiwit/jaar; Tabel 8 en Tabel 10). Het is echter onvoldoende voor de gewenste consumptie. Ook voor de toekomstige gewenste

consumptie is dit onvoldoende (Tabel 10). Wanneer Nederland zelfvoorzienend zou zijn qua peulvruchtenproductie, dan is er ongeveer 90.000 ha aan areaal nodig voor peulvruchten. Dat is ca 17% van het huidige akkerbouwareaal.

## 5.6 Peulvruchten als vijfde of zesde gewas

Om een indruk te geven wat het kan opleveren wanneer peulvruchten als vijfde of zesde gewas worden opgenomen in het huidige standaard bouwplan, zijn twee scenarioberekeningen gemaakt.

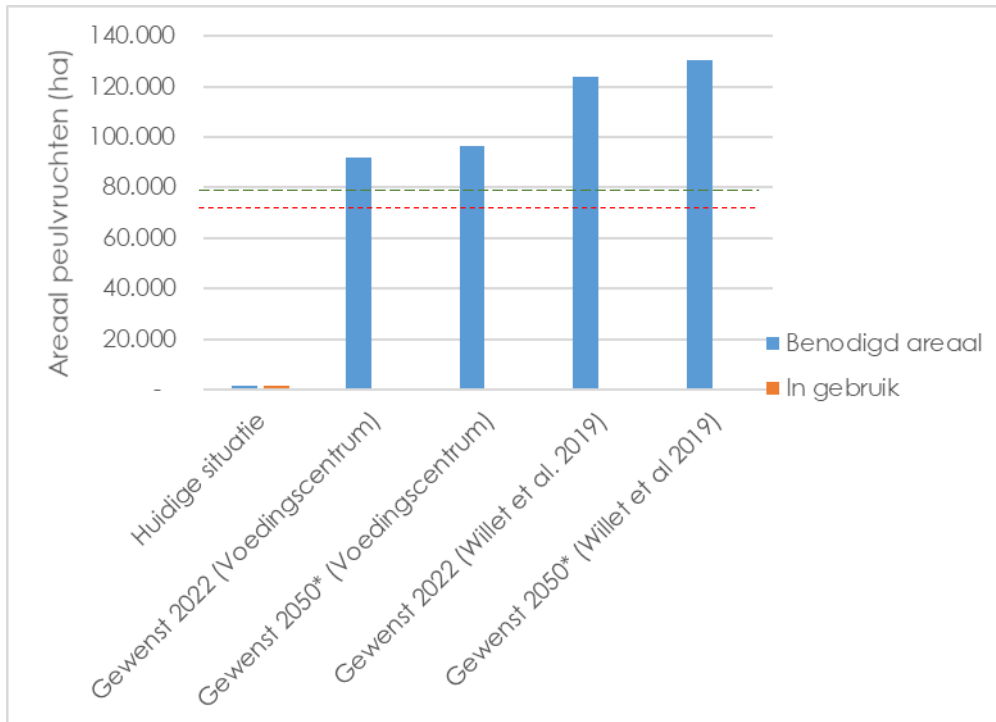
- In het eerste scenario gaan we ervan uit dat een vierde deel van het areaal van de belangrijkste rooigewassen aardappelen, suikerbieten en uien, wordt vervangen door peulvruchten. Het areaal aan maaigewassen (granen en maïs) blijft intact. Op die manier vormen peulvruchten een vijfde gewas, zonder dat het ten koste gaat van een ander maaigewas.
- In het tweede scenario gaan we er vanuit dat het areaal van de top vier van de akkerbouwgewassen (inclusief granen en maïs) voor een zesde deel plaatsmaakt voor de teelt van peulvruchten.
- Voor beide scenario's is de toekomstige productie per hectare iets verhoogd, omdat we verwachten dat er door verbeteringen in de teelt en veredeling, peulvruchten iets meer eiwit per hectare zullen opleveren. Ook is de verhouding van de verschillende peulvruchten aangepast (Tabel 11). Dit zijn aannames voor de scenarioberekening.

Tabel 11. Uitgangspunten voor de scenarioberekeningen. De huidige verhouding van arealen peulvruchten is gebaseerd op CBS cijfers. De toekomstige verhouding en arealen zijn aannames.

Gewas	Huidige situatie		Toekomst	
	Verhouding arealen	Eiwitproductie (ton eiwit/ha)*	Verhouding arealen	Eiwitproductie (ton eiwit/ha)
Veldbonen	0,41	1,81	0,35	1,99
Lupines	0,02	0,72	0,30	0,86
Bruine bonen	0,47	0,79	0,20	0,87
Kapucijners en erwten	0,08	0,90	0,10	0,99
Sojabonen	0,02	1,20	0,05	1,20
<i>Totaal</i>	<i>1,00</i>		<i>1,00</i>	
<b>Gewogen gemiddelde</b>	-	<b>1,22</b>	-	<b>1,29</b>

Met de beide scenario's is berekend dat er een areaal van respectievelijk 70.000-75.000 ha aan peulvruchten in Nederland bijkomt (zie stippellijnen in Figuur 15). Ervan uitgaande dat de gehele oogst voor de humane consumptie zijn weg vindt en bij Nederlandse consumenten terecht komt, betekent dit een productie van ca 92.500 -100.000 ton

eiwit/jaar. Dat is nog niet voldoende voor de huidige gewenste inname van eiwit (Tabel 10). Ook voor de toekomstige gewenste inname van eiwit via peulvruchten is dit onvoldoende.



Figuur 15. Areaal peulvruchten voor huidige situatie, huidige gewenste inname en toekomstige gewenste inname. De stippellijnen geven de resultaten van scenariostudie weer (scenario veldboon als 5<sup>e</sup> gewas en vermindering van areaal rooigewassen: onderste stippellijn, scenario veldboon als zesde gewas en vermindering areaal van top 4 akkerbouwgewassen: bovenste stippellijn).

## 6 Opschaling van de teelt van peulvruchten

### 6.1 Inleiding

Aan de hand van twee interviews met telers van peulvruchten zijn stimulerende en belemmerende factoren voor de opschaling van de peulvruchten teelt in Nederland samengebracht. Hierbij is gevraagd naar zowel opschaling op landbouw- als op ketenniveau. Zie Bijlage 4 voor de volledige vragenlijst. De telers zijn geselecteerd op basis van teeltsysteem (gangbaar/natuurinclusief), schaalgrootte (groot/klein), gewas dat geteeld wordt (veldboon/lupine) en regio (Flevoland/Noord-Brabant). Op deze manier is gestreefd om kennis en ervaring van twee zeer verschillende telers bij elkaar op te brengen. Ook is een bijeenkomst belegd met onderzoekers die veel ervaring hebben met de teelt van peulvruchten en de afgelopen 15 jaar betrokken zijn geweest bij praktijkproeven en ketenontwikkelingsprojecten.

### 6.2 Interview Henk Janknegt, veldbonenteler Zeewolde

#### Een stem krijgen in de afzetmarkt -

Henk Janknegt teelt al enkele jaren veldbonen op kalkrijke zeeklei in Zeewolde. Daarnaast teelt hij ook gewassen als suikerbieten, uien en granen. Hij is voorzitter van de producentenorganisatie Eiwitboeren en heeft geholpen bij het opzetten ervan. Hij merkte dat je als individuele agrariër geen stem hebt in de afzetmarkt, maar in een groep wel. Producentenorganisaties kunnen namelijk wel afspraken maken met afnemers. "Het was een goed moment om de producentenorganisatie te starten omdat het areaal van veldbonen nog niet zo groot was. Daardoor kan de producentenorganisatie tegelijk groeien met het areaal". Henk vertelt dat er van allerlei organisaties bij betrokken zijn, zelfs een Mexicaanse bonenboer. Akkerbouwers hebben beslissingsrecht, andere partijen binnen de organisatie niet. Het doel is om naast kleinere organisaties er ook grotere organisaties erbij te gaan betrekken.



Figuur 16. Henk Janknegt (foto: Akker van het Noorden)

#### Meer onafhankelijke kennis over rassen -

Tot in de jaren '80 bestond er nog een gebruikswaaronderzoek die rassen met elkaar vergeleek. Die aanbevelende rassenlijst bestaat nu niet meer. Henk zegt: "Als ik nu een ras koop, krijg ik de cijfers en

gewaseigenschappen aangeleverd van het zaadbedrijf zelf. Tegenwoordig zijn er heel veel rassen en er is geen manier om die onafhankelijk van elkaar te vergelijken." Er moet dus volgens hem onafhankelijk vergelijkbaar onderzoek komen om te zien wat het gewas opbrengt. Henk werkt er hard aan om dat voor elkaar te krijgen.

Een andere gerelateerde noodzaak is dat de teelt van veldbonen opgeschaald moet worden, maar de teler gaat pas areaal bouwen als hij opbrengstzekerheid heeft. "Het is een kip-ei verhaal", zegt Henk. De nationale rassenlijst kan er straks voor zorgen dat telers wel opbrengstzekerheid hebben.

**Ziektes en plagen** - Omdat veldbonen een kleine teelt is, zijn er uitzonderingen nodig in de richtlijnen van ziekte en plaagbestrijding. Zo kan het gewas last hebben van de chocoladevlekkenziekte, waarbij er maar 1 middel toegestaan is om die ziekte te bestrijden. Henk merkt bij zijn collega's dat met kennis bij de teler en tijdig ingrijpen dit probleem voorkomen kan worden. "Je opbrengst kan halveren als veldbonen last hebben van deze ziekte".

Wat betreft luis is het belangrijk dat je als boer weet wat de schadedrempel is, legt Henk uit. "Ik heb een adviseur nodig die mij vertelt wat die drempel is, anders begin ik er niet aan". Samenwerken met de natuur is ook een makkelijke oplossing. Henk vertelde over zijn persoonlijke ervaring van luis bestrijding met lieveheersbeestjes. "Daarvoor moet je als boer iets meer durven of begeleiding krijgen".

**Onkruidbeheersing** - Onkruid blijkt geen groot probleem te zijn bij het telen van veldbonen. Henk zaait (op 12 cm afstand) en past direct bodemherbicide toe. Het onkruid krijgt geen kans om te groeien en als de bodem eenmaal bedekt is omdat het gewas groot genoeg is, is bestrijding niet meer nodig.

**Minder bemesting nodig** - "Het effect van de inpassing van de eiwitgewassen op het bouwplan is behoorlijk groot." Henk vertelt dat veldboon zelf geen stikstofbemesting nodig heeft. Na de oogst van de veldboon, teelt hij een groenbemester om de gebonden stikstof vast te houden. "Zo til ik de stikstof die gebonden is door de veldboon de winter over en is die beschikbaar voor het volggewas". Als hij het jaar daarna suikerbieten teelt kan hij 80 kg minder stikstof bij mesten. Hij noemt dat een 'bijvangst'. "Die bijvangst zou beter gewaardeerd moeten worden, maar het valt tegen om deze reductie aan stikstof bij afnemers aan het licht te krijgen." Henk vindt dat hij een beloning zou mogen krijgen. "Mijn bieten zijn duurzamer geteeld dan die van mijn buurman waardoor mijn 'efficiency' hoger is."

**Saldo** - Ruime bouwplannen maken zijn heel belangrijk aangezien Henk met een rotatiegrootte van 1:6 teelt (1:8 is optimaal zei hij). "Helaas conflicteert dat met het economisch model", legt Henk uit. "Veldbonen en lupine moeten saldo opleveren."

**Bodemstructuur** - De veldboon maakt een behoorlijk diepe penwortel van 40-50 cm, en door het wortelstelsel houd je een mooie bodemstructuur over, zegt Henk. Daardoor is ook veldboon naast een hoofdgewas tegelijk een groenbemester. "De veldboon maakt de grond voor elk type groenbemester geschikt; het heeft altijd een positief effect".

**Ecoregeling** - Henk is geen voorstander van de huidige Ecoregeling: "ik heb collega's die niet uitkomen en dan stoppen ze 2 á 3 hectare bonen in het veld, en dan kunnen ze voor brons of zilver gaan". Dat zorgt ervoor dat het initiële doel waarvoor de Ecoregeling in het leven is geroepen, dus voor de agrodiversiteit, niet behaald wordt. Zo legt Henk uit dat agrariërs ervan uitgaan dat bonenteelt toch niks opbrengt. "Aandacht voor de teelt van het gewas ontbreekt, dat is een minpunt".

**Ongelijk speelveld** - De prijs van veldbonen in Nederland is slecht omdat we internationaal gezien een ongelijk speelveld hebben, vertelt Henk. "Helaas zijn onze bonen niet rood-wit-blauw gekleurd." Henk zegt dat in België de veldbonentelers wel 600 euro per hectare van de overheid krijgen. Dat leidt ertoe dat grote bedrijven internationaal gezien zo goedkoop mogelijk inkopen en zo duur mogelijk verkopen. Henk heeft twee keer berekend wat hij als teler verdient in de keten bij de verkoop van bewerkte producten op basis van veldbonen. Daarna besloot hij geen contract meer aan te gaan met de afnemer. "De route van plantaardige eiwitten is op dit moment enorm inefficiënt".

**Afzetmarkt** - Ook bij de GLB-regeling moeten we oppassen dat we niet het onbedoelde greenwashing effect van 'een klein beetje bonen telen' krijgen, zegt Henk. Volgens hem zou het volgende de basis moeten zijn: "Maak telers ervan bewust dat bonen een saldo moeten opbrengen". Henk legt uit dat in de veehouderij-sector de beleidsconstructie wel werkt: "de opbrengst van de melk levert een extra prijs op omdat die Nederlands gelabeld is en dat hebben akkerbouwers niet. Onze bonen worden vergeleken met die uit het buitenland." Op dit moment willen de bonentelers wel maar de afzetmarkt werkt onvoldoende mee. Zo noemt Henk een voorbeeld van supermarkten in Frankrijk, waar veel nationaal geteelde bonen herkenbaar aangeboden worden. In Nederland gebeurt dat alleen voor het groente en fruit. Henk wil dat binnen de keten de rolverdeling anders wordt. Hij wilt dat de producentenorganisatie direct met de verwerkers afspraken kan maken. Toeleveringsbedrijven zullen dus hun verdienmodel moeten veranderen volgens Henk: "ze zouden een meer faciliterende rol moeten krijgen, want ze hebben enorm veel kennis en expertise op teelniveau".

**De rol van de overheid** - Daar speelt de overheid ook een belangrijke rol in zegt Henk: "De maatschappelijke verantwoordelijkheid van de grote coöperaties en die van de supermarkten zou de overheid zich hard voor moeten maken". Dringende maatregelen

zullen uiteindelijk nodig zijn als supermarkten niet zelf gaan bewegen legt Henk uit. “Wie betaald, bepaald”, is de kreet die Henk meerdere malen tijdens het gesprek noemt. Een voorbeeld wat Henk noemt waar de overheid een rol zou kunnen spelen is de bijmengplicht, waarbij een bepaald percentage van de producten in de schappen (ook bewerkt) op Nederlandse bodem geteeld is.

**Markt- en prijsbeleid** - “Met de noodzaak voor meer plantaardig eten, de wereldwijde vraag, het stikstofprobleem en nog 10 andere dingen, moeten we met z'n allen links- of rechtsom iets gebeuren”. Daar wilt Henk zich hard voor maken. En daarom nam hij de route van de productenorganisatie oprichten. De overheid zou volgens hem een nieuwe markt en prijsbeleid moeten creëren. Daarnaast is het nodig om focus te leggen op de humane sector: “we hebben inmiddels leden die vragen of ze voor die sector kunnen produceren”.

### 6.3 Interview Henk Kerkers, lupineteler in Deurne

**LuPeel** - Henk Kerkers heeft een moestuin van twee hectare met ‘vergeten’ groenten. Hij teelt meer dan 100 verschillende soorten op een zo natuurlijk mogelijke manier. Hij is niet SKAL gecertificeerd, maar gebruikt zo min mogelijk chemie, bestrijdingsmiddelen en kunstmest. Hij is initiatiefnemer voor het opzetten van telersvereniging LuPeel. Het doel van de vereniging is om de lokale teelt en keten van lupine te ontwikkelen.



Figuur 17. Henk Kerkers (foto: LinkedIn)

**Het begin** - Henk is in 2016 begonnen met het telen van lupine om de bodem

vruchtbaarder te maken en wist niet dat het boontje gegeten kon worden. “Via een kok die langskwam in mijn moestuin kwam ik er achter, dat je lupine ook kon eten. Daarna ben ik er meer over gaan lezen,” vertelt Henk. Inmiddels weet hij dat lupine stikstofbindend, eiwitrijk en dus een ideale groenbemester is.

Henk bedacht om een project op te zetten genaamd ‘Lupine op de kaart’. Dat was in samenwerking met verschillende partijen zoals Innovatiehuis de Peel, koks, koksscholen en onderwijsinstellingen. Dat leverde veel publiciteit op. Belletjes van kleinschalige collega-boeren begonnen binnen te stromen. In 2020 heeft Henk voor het eerst lupine gezaaid met als doel het ook te oogsten. Het resultaat van het project ‘Lupine op de kaart’ was een eigen merknaam, LuPeel, waardoor duidelijk werd dat lupines (en de verwerkte producten) afkomstig zijn uit de Peel. Henk legt uit dat die herkenbaarheid en communicatie richting de consument zeer belangrijk is. “De verwerking van lupine kunnen we uit handen geven,

zolang maar helder is dat het eindproduct van lokaal geteelde ingrediënten gemaakt is, waarmee je een bijdrage levert aan verbetering van onze bodem en biodiversiteit"

**Zaaizaad** - In het begin was het heel lastig om aan zaaizaad te komen, zegt hij. Het jaar 2021 was een heel slecht jaar voor de lupineteelt. Door besmet zaaizaad hadden alle boeren die aan het project deelnamen, last van *Anthracnose* waardoor de opbrengst van Henk slechts 50 kg lupine was. In 2022 was er een mooie opbrengst, waarbij de smaak van een bepaald ras minder was.

**Kennis over de teelt** - Het is belangrijk om kennis te vergroten over de teelt, zegt Henk. Leren van de ziektes die zich voordoen, zoals *Anthracnose*. Belangrijk voor het zaaizaad is dat het vrij moet zijn van ziektekiemen. "Het is een arbeidsintensieve teelt maar niet moeilijk", zegt Henk. Zo heeft hij in het afgelopen jaar 9 keer handmatig gewied als onkruidbestrijding.

**Vruchtwisseling** - Teeltkundig een verbreding van het bouwplan, legt Henk uit, want lupine is een stikstofbinder en goed voor de biodiversiteit en de bodemvruchtbaarheid. De optimale rotatiedichtheid van 1 op 10 is niet haalbaar, maar 1 op 6 is al een mooie stap, zegt Henk. "Economisch stelt lupine op dit moment niks voor," zegt Henk. "Je moet de opbrengst in het groter geheel zien."

**Rol van de overheid** - Henk legt uit dat de rol van de overheid van belang is, naast de rol die hij zelf als teler heeft. "De overheid kan namelijk dwingende maatregelen opleggen, zoals dat ook ooit gedaan is met de verkoop van gloeilampen," zegt Henk. Wat we nú zouden moeten doen is volgens Henk het volgende:

1. Europa moet een voedselvisie opstellen. Elk werelddeel moet voor zijn eigen voedsel kunnen zorgen wat van dichtbij komt. Kennisdeling is belangrijk en Europa is geen grote landbouwexporteur. Henk noemt het ook wel: "van economisch denken naar planeetdenken".
2. De communicatie en bewustwording van het product van de verwerkers richting de consument moet beter. De consument moet weten wat erin zit en waar het vandaan komt. Als Nederland alleen krijgen we dat niet veranderd, dat moet Europa breed. Volgens Henk zijn grote organisaties zoals WWF en Greenpeace enorm belangrijk in die communicatie, want ze hebben een grote achterban aan consumenten.

**Regelgeving** - Henk merkt dat de telers wel willen veranderen, maar de meeste verwerkers/verkopers niet. Het verplicht maken dat bijvoorbeeld 20% van de grondstoffen 'natuurlijk' en lokaal geproduceerd moet zijn van de verwerkers/verkopers, zou volgens Henk een effectieve maatregel van de overheid kunnen zijn. Doe je dat als verwerker niet, dan kan je een boete verwachten.



**Meer betalen voor voedsel** - Henk vindt dat de Ecoregeling en alle EU-subsidies afgeschaft zouden moeten worden. Hij vindt dat consumenten meer voor voedsel zouden moeten betalen dan het belastinggeld via subsidies terug te laten lopen. Het hele systeem moet dus omgegooid worden.

**Mestwetgeving** - Henk vindt dat er kunstmestregelgeving zou moeten komen. Organische mest is veel beter dan kunstmest en dat terwijl kunstmest op dit moment onbeperkt toegepast kan worden. Er moeten dus strengere eisen komen op het gebruik van kunstmest. "Alle stikstofbelastende input die je als bedrijf geeft aan de bodem zou moeten resulteren in een verhoging in prijs. Daarmee stimuleer je dat agrariërs groenbemesters gaan gebruiken", licht Henk toe. Hij zegt: "het is ongelooflijk hoe Europa en Nederland zo veel regelgeving over mest hebben kunnen maken, maar niet over kunstmest."

## 6.4 Bijeenkomst met experts

Tijdens de expertbijeenkomst op 17 januari 2023 werden onderzoekers Willemijn Cuijpers en Udo Prins gevraagd om mee te denken over de opschaling van de teelt en afzet van peulvruchten in Nederland. De tussenresultaten van dit onderzoek werden voorgelegd door Jan-Paul van der Kolk en Boki Luske. Blinde vlekken en de status van de verschillende peulvruchten in Nederland kwamen aan bod in het gesprek. In het gesprek werden de volgende zaken, die betrekking hebben op de opschaling en potentie van de teelt van peulvruchten, benoemd:

### Markt en beleid

- Wat echt nodig is, is een goede marktontwikkeling voor peulvruchten in Nederland.
- Veel marktpartijen gaan voor goedkopere bonen uit het buitenland, waardoor de teelt van peulvruchten niet opschaalt. In België krijgen telers €600,- per hectare subsidie voor de teelt van peulvruchten (Inagro 2022). In Duitsland wordt de teelt van een 5<sup>e</sup> gewas gestimuleerd (in het kader van vergroening van de landbouw via gewasdiversiteit).
- Door hoge grondprijzen is de teelt van peulvruchten al snel niet rendabel in Nederland.
- Een grote campagne om Nederland aan de peulvruchten te krijgen is nodig.
- Voedseltechnologie richt zich sterk op het uit elkaar trekken van peulvruchten en vervolgens met de eiwitten weer een product in elkaar te knutselen. Een deel van de milieuwinst gaat hiermee verloren, want kost veel energie. Beter is om in te zetten op lichte verwerking. Dat is ook gezonder, dan sterk bewerkt voedsel (Chang et al. 2023)
- Overheden die gronden bezitten kunnen natuurinclusieve landbouw (en dus de teelt van peulvruchten) stimuleren door NIL-boeren voorrang te geven bij gronduitgifte en korting op pacht te geven. Via een kwalitatieve verplichting

kunnen afspraken juridisch worden vastgelegd. Het Groenontwikkelfonds Brabant hanteert deze werkwijze (GOB 2023).

- De ecoregelingen stimuleren eiwitgewassen, maar het is de vraag wat hier van terecht komt. Wanneer er geen markt is, worden deze gewassen mogelijk voor de sier ingezaaid op percelen die niet geschikt zijn, zodat het bedrijf dan Goud scoort volgens de ecoregelingen. Maar dat betekent niet dat de peulvruchten ook geoogst worden.
- Indirect kan het GLB en de vergroting van natuurgebieden er ook voor zorgen dat de druk op landbouwgrond nog meer toeneemt. En dat er nog een verdere intensificatie van teelten plaatsvindt, denk aan bollen, laanbomen en groentegewassen. Deze teelten leveren meer op, maar worden wel geteeld met de inzet van veel gewasbeschermingsmiddelen.
- De piek van de teelt van peulvruchten in de jaren '80 vorige eeuw, was voornamelijk voederteelt. Door de Blair House Agreement werd het goedkoper om soja te importeren dan het zelf te telen. Opvallend genoeg wordt de mestwetgeving steeds strenger, maar de import van soja is geen onderdeel van veranderend beleid. Net als de inzet van kunstmest. Terwijl deze (samen met verbranding van fossiele brandstoffen) zorgen voor de stikstofuitstoot.
- Lupine is (net als pinda) een allergeen en stelt dus eisen aan de etikettering. Voor sommige kleinschalige bedrijven is het opzetten van een nieuwe verwerkingslijn met lupine daarom erg duur. Alle producten die van het bedrijf komen moeten een aangepast etiket. Of de verwerking moet op een aparte locatie plaatsvinden. De overheid kan er ook voor zorgen dat dit soort initiële kosten voor peulvruchten initiatieven in Nederland tegemoet worden getreden.

## **Teelt**

- Er is nog veel onzekerheid over hoeveel van de gebonden stikstof door peulvruchten de winter over getild kan worden. Inzet van een groenbemester is nodig na een peulvrucht. Onderzoek aan conserven erwten heeft laten zien dat de gewasresten snel mineraliseren en dat de gebonden stikstof snel weer vrijkomt uit de gewasresten.
- In de cijfers van opbrengsten per hectare worden soms misoogsten niet meegenomen. Daardoor lijken opbrengsten hoger, maar in wezen is de oogst soms nul, bijvoorbeeld als er een ziekte uitbreekt (*Anthracoze*) of soja niet geoogst kan worden door te late afrijping.
- De oogstzekerheid van peulvruchten is klein door vooral schimmelziektes.
- Veldbonen hebben meer last van plaaginsecten dan lupine. De opbrengst van lupine in biologische teelt is nagenoeg gelijk als in de gangbare teelt. Bij veldboon kunnen plagen de opbrengst verlagen (zie bijlage 1).

- Lupine biedt mogelijkheden voor verbetering van opbrengsten. Aandachtspunt is zaadhygiëne, daar is grote winst mee te boeken voor verminderde overdracht van *Anthraco*se.
- Bruine bonen teelt is vaak contractteelt. Dat betekent dat de oogst van tevoren wordt ingepland op basis van de verwerkingsfabriek. De oogst vindt soms ook in natte omstandigheden plaats, waardoor de bodemstructuur door de oogstmachine kapot wordt gereden. In dat geval laat de peulvrucht geen goede bodemstructuur achter. Het goed kunnen timen van oogstwerkzaamheden is dus een voorwaarde voor behoud/verbetering van de bodemkwaliteit en bodemleven.
- Soja heeft waarschijnlijk minder potentie voor Nederland. Er zijn al veel rassen beschikbaar, maar telkens blijkt het groeiseizoen te kort om droge korrel te kunnen oogsten.
- Wanneer de teelt van veldbonen in gebieden sterk toeneemt, kan er ook een bestuivingstekort optreden. Belangrijk is dus de groei geleidelijk gaat en dat het landschap mee verandert met voldoende andere bloeiende gewassen en halfnatuurlijke elementen.
- Natuurinclusieve akkerbouw houdt in: vruchtwisseling van minstens 1:6 en minstens 50% granen in het bouwplan.

## 7 Conclusies en aanbevelingen

### 7.1 Peulvruchten en natuurpositieve productie

Uit voorgaande hoofdstukken is op te maken dat de opschaling van de teelt van peulvruchten kan bijdragen aan een meer natuurpositieve akkerbouw in Nederland. In Nederland gaat het vooral om veldbonen, lupines, droogbonen en soja. Deze gewassen stellen ieder wat andere eisen aan de bodem. Niet iedere peulvrucht kan overal geteeld worden en ieder gewas heeft zijn eigen karakteristieken. In onderstaande tabel zijn de eigenschappen van vier peulvruchten kwalitatief uitgedrukt.

Tabel 12. Eigenschappen van peulvruchten kwalitatief uitgedrukt. Plusjes geven een grote tolerantie of positieve bijdrage weer, minnetjes geven een lage tolerantie weer of een negatieve bijdrage aan natuurpositieve teelt. Plusminnetjes zitten daar tussenin.

	Veldboon	Lupine	Bruine boon	Soja
Droogtetolerantie	-	+	-	?
pH range	+	-	-	?
Plaagtolerantie	+/-	+	?	?
Ziekteresistentie	-	-	?	-
Bestuivingsafhankelijk	++	-	+/-	-
Oogstzekerheid	++	+/-	+	--
Organischestofaanvoer gewasresten	++	+	+	+
Stikstofbinding	++	++	++	++
Insecten	++	++	+/-	+/-

Positieve eigenschappen die alle peulvruchten hebben is dat ze stikstof binden, zelf dus niet bemest hoeven te worden en ook het volggewas van een dosis stikstof kunnen voorzien via de gewasresten. De teelt van vlinderbloemigen maakt de akkerbouw een klein beetje minder afhankelijk van dierlijke mest en/of kunstmest. Peulvruchten zijn maaigewassen en zorgen voor organischestofaanvoer richting de bodem, dat is gunstig voor het bodemleven en de bodemvruchtbaarheid. Of het organischestofgehalte ook toeneemt, hangt af van de gehele vruchtwisseling en bemestingsregime. Ook laten peulvruchten een goede bodemstructuur achter voor het volggewas. Tijdens de bloei bieden peulvruchten nectar en stuifmeel voor bloembezoekende insecten. Tegelijkertijd zorgen bij een aantal peulvruchten de bestuivers ook voor een betere opbrengst vanwege kruisbestuiving. Dit laatste is overigens niet altijd het geval, want veel (kort-tongige) hommels knagen gaatjes in de bloemen om direct bij de nectar te komen, zonder daarbij voor bestuiving te zorgen. Ook zijn sommige peulvruchten (lupine, bruine boon en soja) grotendeels zelfbestuivend en dus niet afhankelijk van bloembezoekende insecten.

Er zitten wel een paar aandachtspunten aan de teelt van peulvruchten om de natuurpositieve eigenschappen van peulvruchten tot uitdrukking te laten komen.

- De teelt van peulvruchten moet gecombineerd worden met een groenbemester die vastgelegde stikstof de winter over kan fillen. Zonder groenbemester kan de stikstof alsnog deels wegspoelen.
- De bloei van peulvruchten zorgt voor een relatief korte periode (één tot twee maanden) voor bloei. Om bloembezoekende insecten te ondersteunen zijn andere bloeiende gewassen en halfnatuurlijke elementen in het landschap nodig, net als voldoende nestgelegenheden voor bloembezoekende insecten.
- Het verbreden van het standaard akkerbouw-bouwplan met een peulvrucht heeft een licht positief effect op de bodemvruchtbaarheid en de gewasdiversiteit in Nederland. Maar daarmee zijn we er nog niet. Voor de bodemgezondheid is sowieso een zesde gewas in de standaard vruchtwisseling nodig om peulvruchten te telen. Voor het organischestofgehalte van de bodem zou dit zesde gewas dan nog een maai-gewas moeten zijn.
- De teelt van peulvruchten is niet per definitie natuurpositief. De meeste peulvruchten in Nederland worden op een gangbare wijze geteeld, waarbij verschillende gewasbeschermingsmiddelen worden ingezet (herbiciden, fungiciden en insecticiden). Het afbouwen van de afhankelijkheid van deze middelen voor een geslaagde teelt is belangrijk om de teelt natuurpositief te maken. Daarvoor zijn goede schimmelresistente rassen nodig (veredeling), verbeterde zaadhygiëne (m.n. voor lupine) en voldoende leefgebied voor natuurlijke vijanden van plaaginsecten.

Het is dus essentieel dat er niet alleen ingezet wordt voor de opschaling van de teelt van peulvruchten, maar ook op het opschalen van de biologische en natuurinclusieve landbouw in Nederland. Een aantal ontwikkelingen die hieraan bijdragen zijn:

- Verbeterde zaadhygiëne kan ervoor zorgen dat de ziektedruk van peulvruchten vermindert. Een ziekte als *Anthraxnose* kan hiermee voorkómen worden.
- Veredeling op met name schimmelresistentie is belangrijk, zodat peulvruchten minder gevoelig worden voor ziektes en de oogstzekerheid vergroot wordt. Veredeling kan zich ook richten op eigenschappen waardoor peulvruchten minder aantrekkelijk voor plaaginsecten worden. Denk aan behaarde bladeren of steviger celwanden waardoor bladluizen minder gemakkelijk de planten kunnen aanpakken. Een vroege afrijping van bijvoorbeeld soja is ook een belangrijke eigenschap.
- Agro-ecologische teeltpraktijken voor onkruidonderdrukking zijn belangrijk om de inzet van (bodem)herbiciden voor de teelt van peulvruchten te verminderen. Het stimuleren van mechanische onkruidbestrijding (bijvoorbeeld een subsidieregeling voor mechanisatie) of kennisverspreiding over het toepassen van mengteelten of onderzaai voor onkruidonderdrukking kan hier ook aan bijdragen. De eiwittransitie koppelen aan de opschaling van biologische landbouw in Nederland, is een kans om beide transitieopgaves (meer plantaardig eiwit én meer natuurinclusieve landbouw) gezamenlijk aan te pakken.
- Grondeigenaren, waaronder overheden, kunnen natuurinclusieve bedrijven stimuleren, door het type bedrijfsvoering mee te wegen in de gunning van

pachtgronden. Zij kunnen bijvoorbeeld voorrang geven aan pachters met een natuurinclusieve bedrijfsvoering (bijv. op basis van KPI's) in plaats van de hoogste bidder. Juridisch kan de natuurinclusieve bedrijfsvoering in het pachtcontract worden vastgelegd middels een kwalitatieve verplichting.

- Het huidige stelsel voor agrarisch natuur- en landschapsbeheer (ANLb) is slechts in een klein deel van Nederland van toepassing. Uitbreiden van deze regelingen naar meer gebieden kan helpen een betere groen-blauwe dooradering te krijgen. Het nieuwe Gemeenschappelijke Landbouwbeleid (GLB) dat dit jaar ingaat, is niet stimulerend voor het ANLb, maar eerder concurrerend.
- De Ecoregelingen van het GLB stimuleren nu de teelt van vlinderbloemigen in overdreven mate, maar aangezien rendabele afzet ontbreekt op dit moment, zal het naar verwachting niet leiden tot een serieuze teelt van peulvruchten. Het geeft nu eigenlijk een perverse prikkel. Het loont om een stukje met peulvruchten in te zaaien. De verwachting is dat er wel gezaaid wordt, maar niet geoogst, of dat er vooral luzerne wordt geteeld. Indirect leiden de huidige Ecoregelingen tot meer druk op grond. Mogelijk gaan akkerbouwers op de percelen die over blijven er alles aan doen om renderende gewassen te telen. Dit kan als bijwerking hebben dat juist meer gewasbescherming wordt ingezet (bijvoorbeeld omdat er gekozen wordt voor verhuur aan grond voor de teelt van bollen, lelies, boomteelt etc.).
- Nu ook het uitrijden van dierlijke mest verder wordt beperkt dit jaar, kan het zijn dat vlinderbloemigen toch interessanter worden om in de akkerbouwvruchtwisseling op te nemen. Kunstmest is in verhouding duur, maar is opvallend genoeg niet aan banden gelegd. Al met al is er op dit moment zoveel in beweging in de landbouw en de regelgeving, dat het moeilijk te voorspellen is hoe het precies uit gaat pakken.

Kortom: Om de biodiversiteit te verbeteren is veel meer nodig dan alleen het opschalen van de teelt van peulvruchten. Om tot natuurpositieve productie te komen moet er tegelijkertijd gewerkt worden aan grotere toepassing van natuurinclusieve teeltmethoden. Dan gaat het bijvoorbeeld om het afbouwen pesticiden in de akkerbouw, veredeling van peulvruchten gericht op ziekteresistentie (met name schimmelziektes) en het opbouwen van populaties van soorten die helpen bij de bestuiving en plaagbeheersing (functionele agrobiodiversiteit), het realiseren van groen-blauwe dooradering in gebieden en het toepassen van teeltmethodes die de inzet van herbiciden terugbrengen (bijv. door mengteelten).

Het opschalen van de teelt zou dus het beste kunnen plaatsvinden door boeren te ondersteunen in voldoende kennis over natuurinclusieve teeltmethoden en het aanbieden van onafhankelijk advies hierover. Ook lobby voor langjarige vergoedingen voor landschapsherstel zijn belangrijk. Anders is de kans groot dat de teelt van peulvruchten wel opschaalt, maar dat dit niet het gewenste effect heeft op het verduurzamen van de akkerbouw.

## 7.2 Opschalen van afzet

De peulvruchtenteelt in Nederland voor de humane consumptie is op dit moment heel klein. De oorzaak hiervan is het ontbreken van een afzetmarkt. De teelt in Nederland rendeert op dit moment niet of nauwelijks, vanwege concurrentie uit het buitenland en de hoge grondprijzen in Nederland. In België wordt de teelt van peulvruchten sterk gesubsidieerd en in Duitsland liggen de grondprijzen een stuk lager dan in Nederland. De verwerkende industrie van bijvoorbeeld veldbonen kiezen eerder voor goedkope grondstoffen, dan voor lokale grondstoffen. In het geval van lupine en soja worden bonen uit respectievelijk Australië en Zuid-Amerika geïmporteerd. Zolang de voedingsmiddelenindustrie geen prikkel ervaart om lokale peulvruchten te verhandelen, zal deze situatie blijven bestaan.

Het opschalen van de teelt in Nederland heeft eigenlijk alleen zin als de afzetmarkt verbeterd. Het vergroten van de afzet van Nederlandse peulvruchten kan op verschillende manieren plaatsvinden:

- Importheffingen op peulvruchten van buiten de EU
- Voedingsmiddelenbedrijven verplichten tot bijmengen van regionale/lokale én natuurinclusief geteelde peulvruchten
- Financiële ondersteuning van bedrijven die lokale, natuurinclusieve ketens ontwikkelen
- Koppelen van de opschaling van de biologische landbouw aan de eiwittransitie, en andersom.

Kortom: Het heeft veel zin om in te zetten op het vergroten van de afzetmarkt voor Nederlandse peulvruchten. Als de vraag toeneemt zullen Nederlandse boeren hierop anticiperen en zal de teelt automatisch meegroeien.

## 7.3 Consumptie vergroten

De consumptie van peulvruchten in Nederland blijft ver achter op de adviezen voor gezondheid van mens en natuur. Peulvruchten hebben het imago van 'voedsel voor arme mensen' en 'winderigheid' waardoor ze niet populair zijn. Een grote campagne om dit imago te veranderen is belangrijk, zodat Nederlanders meer peulvruchten gaan eten. De eenvoudige bereiding, smaak en de positieve bijdrage van peulvruchten aan het milieu zou in een campagne voorop moeten staan. Die campagne zal zich dan niet alleen moeten richten op vleesvervangers (die sterk bewerkt zijn), maar ook op het bereiden en consumeren van licht verwerkte peulvruchten. De voedingsmiddelenindustrie richt zich nu vooral op het ontwikkelen van sterk bewerkte producten, waar (delen van) peulvruchten een onderdeel zijn. Qua gezondheid en klimaat effecten is dit niet de meest gewenste ontwikkeling. De overheid, belangenorganisaties, onderzoek en de sector zelf zouden daarom bedrijven en initiatieven die juist op de consumptie van 'pure' peulvruchten richten moeten ondersteunen.





## Literatuur

- Agrifirm, z.d Informatiefolder Sojateelt: Sojateelt in Nederland. Op naar 2020kg eiwit per ha.
- BCTC, z.d.(a) Managing field margins for bumblebees. Factsheet 7, Land management series. Bumblebee Conservation Trust.
- BCTC, z.d. (b) Managing hedges and edges for bumblebees. Factsheet 6. Land management series. Bumblebee Conservation Trust.
- Boer HC, de, Zom RLG & GAL Meijer (2006). Haalbaarheid vervanging soja in nederlandse melkveerantsoenen = feasibility of replacement of soy in dutch dairy rations. Animal Sciences Group.
- Bos, J.F.F.P., J.J. de Haan en W. Sukkel (2007). Energieverbruik, broeikasgasemissies en koolstofopslag: de biologische en gangbare landbouw vergeleken. Plant Research International, Wageningen.
- Bos M, Luske B & L Janmaat (2014). Akkernatuur – herken en stimuleer nuttige natuur. 2014-039 LbD. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Buijshand TJ, 1955. Enige ervaringen met het veredelen van bonen (*Phaseolus* spp). Mededeling No 1, 1955. Proefstation voor de groenteteelt in de vollegrond, Naaldwijk.
- Burgt van der, GJHM, Oomen GJM, Habets ASJ & WAH Rossing (2006). The NDICEA model, a tool to improve nitrogen use efficiency in cropping systems. Nutrient Cycling in Agroecosystems 74: 275-294.
- Bureau FaunaX (2018). Inventarisatie bestuivers drie landbouwpercelen Groningen en Drenthe. Kansen en perspectieven voor bestuiving van veldboon en lupine. Rapport 18060, Bureau FaunaX, Gorredijk.
- Broekema R & E Smale (2011). Nulmeting peulvruchten- Inzicht in milieueffecten en nutritionele aspecten van peulvruchten. Blonk Milieu Advies, Gouda.
- Chang K, Gunter MJ, Rauber F, Levy RB, Huybrechts I, Kliemann N, Millett C & EP Vamos (2023). Ultra-processed food consumption, cancer risk and cancer mortality: a large-scale prospective analysis within the UK Biobank. The Lancet: DOI:<https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2023.101840>.
- CBS 2022a. Bevolking in de toekomst. <https://www.cbs.nl/nl-nl/visualisaties/dashboard-bevolking/bevolkingsgroei/toekomst> Geraadpleegd op 16-01-2023.
- CBS 2022b. Akkerbouwgewassen; productie naar regio, <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/7100oogs/table?ts=1674047505656>, geraadpleegd op 18-01-2023.
- CLM 2023. <https://www.milieumeetlat.nl/nl/bereken-open-teelt.html>, geraadpleegd op 15-1-2023.
- CLO 2022. Balans van stikstof in de landbouw, <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0094-stroomschema-stikstof-en-fosfor>, geraadpleegd op 17-02-2023
- Cuijpers W & Heupink D (2023). Bestuiving en oogstzekerheid in nieuwe eiwitgewassen. Louis Bolk Instituut, Bunnik.
- Cuijpers W, Keijzer P & D Heupink (2021). FlevoVeldboon - Eindrapportage 2020. Louis Bolk Instituut, Bunnik.
- Cuijpers W, MH Johannsson, P Bebeli & M van den Berg (2021). Lupinus mutabilis for increased biomass from marginal lands and value for biorefineries. D5.1 Assessment of lupin beneficial effect on soil. LIBBIO report.
- Cuijpers W & P Keijzer (2022). Rassenonderzoek zomerveldboon - Pilot Flevoveldboon 2021-2022. Louis Bolk Instituut, Bunnik.
- Delphy (2021). Gewasbeschermingsgids Akkerbouw. Delphy, Wageningen.
- DLV Plant, PPO-AGV & HLB 2012. Actieplan Aaltjesbeheersing.
- Doorn van A, Schütt J, Visser T, Waenink R, Baayen R, Dekkers M-F, Selin Noren I, Sukkel W, Heupink DT, Koopmans C, Deijl L & C Weebers (2021). BiodiversiteitsMonitor Akkerbouw: Wetenschappelijke onderbouwing en toepassing in de praktijk. No. 3121. Wageningen Environmental Research en Louis Bolk Instituut, Wageningen en Bunnik.

- Doom van A, Waenink R, Luske B, Wit de D, Bruijnes J, Sukkel W, Koopmans C & C. Weebers (in press). De Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw in de praktijk. Resultaten van de praktijktoets. WER, Wageningen.
- FAO 2018. Scaling Up agroecology to achieve the Sustainable Development Goals. Rome, Italy.
- GOB 2023. <https://www.groenontwikkelfondsbrabant.nl/homepage/wat-kunnen-wij-voor-u-betekenen/duurzaamheidsscore>, geraadpleegd op 27-01-2023
- Godijn N., K.C. Fokker, P. Wiersma, L. Slikboer, A. Klok & T. Zeegers. 2020. Experiment hoogwaardige akkernatuur Zegepolder – Integrale rapportage 2019. Stichting Grauwe Kiekendief – Kenniscentrum Akkervogels, Scheemda.
- Goulson, D, GC Lye & B Darvill (2008). Decline and Conservation of Bumble Bees. Annual Review of Entomology, 53(1), 191–208. doi:10.1146/annurev.ento.53.1031
- Hatch DJ, Joynes A & A Stone (2010). Nitrogen uptake in organically managed spring sown lupins and residual effects on leaching and yield of a following winter cereal. Soil Use and Management 26: 21-26.
- Henn K, Goddyn H, Olsen SB & WLP Bredie (2022). Identifying behavioral and attitudinal barriers and drivers to promote consumption of pulses: A quantitative survey across five European countries.
- Heupink D (2018). Kansrijke eiwitgewassen, eindrapportage stageverslag. Bestuiving van lupine en veldboon. Louis Bolk Instituut, Bunnik.
- Hoeven, ten H. Persoonlijke communicatie op 17 januari 2023.
- Hoogmoed M, Janmaat L, Verstand D, Bijke JW, Schurer BLM, Timmermans BGH, Heesmans HIM, Specken J, Westerhof H, Michielsen C, Colombijn-van der Wende K & C. Koopmans (2021). Bodem & Klimaat Netwerk Akkerbouw - Voortgangsrapportage maart 2021 Slim Landgebruik.
- ILVO (2017). Teeltgids: sojateelt voor starters.
- Inagro (2022). <https://inagro.be/teelt-en-dier/akkerbouw/eiwitrijke-gewassen/wetgeving-en-subsidie-bij-eiwitrijke-gewassen/welke>, geraadpleegd op 27-01-2023.
- Janknegt, persoonlijke communicatie in januari 2023.
- Keijzer & Cuijpers 2020. Actieplan "Naar een landelijke veldboonketen. 'Inventarisatie lopende initiatieven, identificatie witte vlekken en voorstel voor actie. Louis Bolk Instituut.
- Kragten, S & GR de Snoo (2007). Nest success of Lapwings Vanellus vanellus on organic and conventional arable farms in the Netherlands. Ibis, doi: 10.1111/j.1474-919x.2007.00702.x.
- Lambers H, Clements JC & MN Nelson (2013). How a phosphorus-acquisition strategy based on carboxylate exudation powers the success and agronomic potential of lupines (Lupinus, Fabaceae). American Journal of Botany, 100(2), 263-288.
- Limagrain 2022. Whitepaper veldboon, <https://www.lgseeds.nl/news/post/veldbonen-hoogste-eiwitopbrengst-van-eigen-land/> geraadpleegd op 12-12-2022.
- Liu, H , White PJ & C Li (2006). Biomass partitioning and rhizosphere responses of maize and faba bean to phosphorus deficiency. Crop and Pasture Science 67(8) 847-856. <https://doi.org/10.1071/CP16015>
- Loman F (2011). Minder onkruid in lupinen met mengteelt. Akkerwijzer <https://www.akkervijzer.nl/artikel/87882-minder-onkruid-in-lupinen-met-mengteelt/>
- Louis Bolk Instituut (2015). Drachtkalender online toegankelijk via: <https://www.drachtkalender.nl/>
- Louis Bolk Instituut, K. Moons & W. Roetemeijer (2020). Jaarverslag 2019 - Integraliteit. Louis Bolk Instituut, Bunnik.
- LTO Noord (2020). <https://www.ltonoord.nl/belangenbehartiging/bewust-omgaan-met-biodiversiteit-energie-en-kringlopen/vruchtbare-kringloop-zuid-holland/project-updates/co2-uitstoot-van-akkerbouwproducten-berekend>, geraadpleegd op 15-02-2023.
- Marzinzig B, L Brünjes, S Biagioni, H Behling, W Link & C Westphal (2018). Bee pollinators of faba bean (Vicia faba L.) differ in their foraging behaviour and pollination efficiency. Agriculture, Ecosystems and Environment 264: 24-33 doi.org/10.1016/j.agee.2018.05.003
- Neuvel JJ, Zwanepol S & HHH Titulaer (1994). Teelt van stamslabonen, flageolets en bruine bonen (1e dr, Ser. Teelthandleiding, nr. 66). Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Volleggrond.

- Nuijten HACP & U Prins (2014a). Witte lupine voor kalkrijke bodems: onderzoek over twee jaar naar perspectiefvolle lijnen. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Nuijten HACP & U Prins (2014b). Kalktolerante lupinerassen: tweejarige test van lupinelijnen (blauw, wit) op kalkrijke zavelgrond in Zeeland. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Nuruzzaman M, Lambers H, Bolland MD & EJ Veneklaas (2005). Phosphorus benefits of different legume crops to subsequent wheat grown in different soils of Western Australia. *Plant and Soil*, 271 (1–2), 175–187.
- Peeters TM, Nieuwenhuijsen H, Smit J, Van der Meer F, Raemakers IP, Heitmans WRB., ... & M. Roos (2012). De Nederlandse bijen (No. 11). Naturalis Biodiversity Center & European Invertebrate Survey.
- Prins (2015a). Teelthandleiding peulvruchten op natuurgronden. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Prins U (2015b). Lupine voor menselijke consumptie: teelthandleiding. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Prins U, Cuijpers W, & R Timmer (2018a). Kansrijke eiwitgewassen : eindrapportage veldproeven 2018. Louis Bolk Instituut.
- Prins U, Cuijpers W, & R Timmer (2018b). Kansrijke eiwitgewassen : eindrapportage veldproeven 2017. Louis Bolk Instituut en WUR.
- Prins U & RD Timmer (2017). Kansrijke eiwitgewassen: eindrapportage veldproeven 2016. Louis Bolk Instituut.
- Redlich S, Martin EA, Wende B & I Steffan-Dewenter (2018). Landscape heterogeneity rather than crop diversity mediates bird diversity in agricultural landscapes. *PLoS ONE* 13(8): e0200438. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200438>.
- Ray JD, Kilen TC, Abel CA & RL Paris (2003). Soybean natural cross-pollination rates under field conditions. *Environ. Biosafety Res.* 2 (2003) 133-138. DOI: 10.1051/ebr:2003005
- RIVM 2016. Consumptie van voedingsmiddelen - Voedselconsumptiepeiling 2012-2016. <https://www.waateetnederland.nl/resultaten/voedingsmiddelen/consumptie> Geraadpleegd op 15-12-2022.
- Rijn van PCJ (2018). Waarde van akkerranden in de Hoeksche Waard. IBED. [https://pure.uva.nl/ws/files/31920104/Waarde\\_van\\_Akkerranden\\_rapport2018.pdf](https://pure.uva.nl/ws/files/31920104/Waarde_van_Akkerranden_rapport2018.pdf)
- Sarmiento L, Abadín J, González-Prieto S & T Carballas (2012). Assessing and modeling the role of the native legume *Lupinus meridanus* in fertility restoration in a heterogeneous mountain environment of the tropical Andes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*: 159 (2012) 29-39.
- Scheper J, Reemer M, Kats, van R & D. Kleijn (2014). Museum species reveal loss of pollen host plants as key factor driving wild bee decline in the Netherlands. *PNAS* 111 (49) 17552-17557 <https://doi.org/10.1073/pnas.1412973111>
- Schurer B, Cuijpers W & M Hoogmoed (2022). Late inzaai van groenbemesters, en inzet van vanggewassen na veldboon. Louis Bolk Instituut, Bunnik.
- Sibma L, Grashoff C & JK Hulze (1989). Ontwikkeling en groei van veldbonen (*Vicia faba*) onder Nederlandse omstandigheden (No. 3). Pudoc.
- Timmer RD (2012). Verbetering ketenresultaat door beter uitgangsmateriaal bruine bonen (No. 487). PPO AGV.
- Timmer RD (2014a). Ontwikkeling van de sojateelt in Zuidoost Nederland.
- Timmer RD (2014b). Ontwikkeling van de sojateelt in Noord Nederland.
- Timmer RD & CLM de Visser (2020). Factoren die het eiwitgehalte van sojabonen beïnvloeden (No. WPR-833). Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten.
- Timmermans BGH, Eekeren, van N & M Bos (2010). Fosfaat uitmijnen op natuurpercelen met gras/klaver en kalibemesting: Handreiking voor de praktijk. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Teelthandleiding veldbonen (2022). <http://edepot.wur.nl/182660>.
- US-EC Blair House Agreement (1993). <http://aei.pitt.edu/101105/> gevonden op 15-12-2022.
- Voedingscentrum (2022). <https://www.voedingscentrum.nl/nl/service/vraag-en-antwoord/vragen-aan-het-voedingscentrum/verhouding-plant aardig-en-dierlijk-eiwit.aspx> Geraadpleegd op 15-12-2022.
- Voedingscentrum (2023). <https://www.voedingscentrum.nl/encyclopedie/vlees.aspx>, Geraadpleegd op 15-02-2023.

- Willett W, Rockström J, Loken B, Springmann M, Lang T, Vermeulen S, ... & CJ Murray (2019). Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393 (10170), 447-492.
- Wijk, van C, Rietberg P & B Timmermans (2015). Naar een betere benutting van bodemfosfor : onderzoek in 2012-2013. Biokennis PPO en Louis Bolk Instituut.
- WUR 2019a. [https://www.aaltjesschema.nl/Basiskennis/Soortenaaltjes/Meloidogynespp\(wortelknobbelaaltjes\)/Meloidogynehapla.aspx](https://www.aaltjesschema.nl/Basiskennis/Soortenaaltjes/Meloidogynespp(wortelknobbelaaltjes)/Meloidogynehapla.aspx) geraadpleegd op 24-01-2023.
- WUR 2019b. [https://www.aaltjesschema.nl/SchemaInfo/PRPE\\_LUPAL.aspx](https://www.aaltjesschema.nl/SchemaInfo/PRPE_LUPAL.aspx) , geraadpleegd op 15-02-2023.
- WWF 2021. Farming with biodiversity, towards nature-positieve production at scale. WWF International, Gland, Switzerland.
- Zanen M, Bokhorst J, Berg ter C & C Koopmans (2008). Strategieën voor duurzaam bodemmanagement – Ervaringen uit de biologische landbouw. Louis Bolk Instituut, Driebergen.

## Bijlagen

### Bijlage 1: Opbrengsten van peulvruchten

Tabel 1-1. Gemiddelde, minimale en maximale opbrengsten zomer- en winterveldbonen van 2015 - 2022 in diverse rassen onderzoeken. Het vergelijk tussen wel of niet toepassen van gewasbeschermingsmiddelen gaat niet over de toepassing van herbiciden. Bronnen: 1= Prins et al. 2018a, 2= Cuijpers et al. 2021 3= Cuijpers & Keijzer, 2022

Gewas	Gemiddelde opbrengst met	Gemiddelde opbrengst	Opbrengst min/max met	Opbrengst min/max	Jaar	Grond
	GWB ton/ha 15% vocht	zonder GWB ton/ha 15% vocht	GWB ton/ha 15% vocht	zonder GWB ton/ha 15% vocht		
Veldboon (winter) <sup>1</sup>	5,6	4,8	3,8 - 6,7	3,6 - 5,4	2017	Dalgrond
Veldboon (winter) <sup>1</sup>	6,6		5,4 - 7,7		2017	Zeeklei
Veldboon (winter) <sup>1</sup>	2,4	1,8	1,8 - 3,4	1,3 - 2,4	2018	Zandgrond
Veldboon (winter) <sup>1</sup>	2,4	2,9	1,6 - 5,0	2,0 - 4,8	2018	Zeeklei
Veldboon (winter) <sup>1</sup>	6		5,3 - 7,3		2018	Zeeklei
Veldboon (zomer) <sup>1</sup>		2,7		2,5 - 2,9	2015	dalgrond
Veldboon (zomer) <sup>1</sup>		4,2		3,5 - 4,9	2016	dalgrond
Veldboon (zomer) <sup>1</sup>	5	3,9	3,9 - 5,5	3,6 - 4,4	2016	Zeeklei
Veldboon (zomer) <sup>1</sup>	8,2	6,8	7,5 - 8,5	6,3 - 7,2	2017	Zeeklei
Veldboon (zomer) <sup>1</sup>	6,9	6,8	6,1 - 7,6	6,3 - 7,2	2017	dalgrond
Veldboon (zomer) <sup>1</sup>	3,3	3,1	1,3 - 4,0	1,1 - 4,0	2018	Zandgrond
Veldboon (zomer) <sup>1</sup>	6,3	6,1	3,2 - 7,5	3,0 - 7,5	2018	Zeeklei
Veldboon (zomer) <sup>1</sup>	6,6	6,5	4,0 - 7,4	4,2 - 7,3	2018	Zeeklei
Veldboon (zomer) <sup>2</sup>	3,1		1,7 - 4,9		2020	Diverse
Veldboon (zomer) <sup>3</sup>		3,5		2,6 - 4,4	2021	Zeeklei
Veldboon (zomer) <sup>3</sup>	7,9	4,6	7,4 - 8,0	4,0 - 5,1	2022	Zeeklei

Tabel 1-2. Opbrengstcijfers ton/ha 15% vocht van verschillende rassen en veredelingsonderzoeken in witte en blauwe lupine. Het vergelijk tussen wel of niet toepassen van gewasbeschermingsmiddelen gaat niet over de toepassing van herbiciden. Bronnen: 1= Nuijten & Prins 2014b, 2= Prins & Timmer 2017, 3= Prins et al. 2018b, 4= Prins et al. 2018a, 5= Nuijten & Prins 2014a.

Gewas	Gemiddelde opbrengst met GWB ton/ha 15% vocht	Gemiddelde opbrengst zonder GWB ton/ha 15% vocht	Opbrengst min/max met GWB ton/ha 15% vocht	Opbrengst min/max zonder GWB ton/ha 15% vocht	Jaar	Grond
Lupine blauw <sup>1</sup>			2,2 - 5,8		2012	Zavel
Lupine blauw <sup>1</sup>			0,5 - 1,7		2013	Zavel
Lupine blauw <sup>2</sup>		2,8		2,5 - 3,2	2015	Dalgrond
Lupine blauw <sup>3</sup>		1,4		0,8 - 2,5	2017	Dalgrond
Lupine blauw <sup>4</sup>		2,5		1,5 - 3,3	2018	Dalgrond
Lupine blauw/wit <sup>3</sup>	2,2	2	0,5 - 4,2	0,8 - 3,5	2017	Dalgrond
Lupine wit <sup>1</sup>			1,0 - 5,4		2012	Zavel
Lupine wit <sup>1</sup>			1,2 - 4,5		2013	Zavel
Lupine wit <sup>2</sup>		2		1,9 - 2	2015	Dalgrond
Lupine wit <sup>3</sup>		3,1		2,8 - 3,4	2017	Dalgrond
Lupine wit <sup>3</sup>	2,5		2,1 - 2,6		2017	Zeeklei
Lupine wit <sup>4</sup>		2,9		2 - 3,8	2018	Dalgrond
Lupine wit <sup>5</sup>				1,4 - 5,2	2012 - 2013	Diverse

Tabel 1-3. Opbrengstcijfers ton/ha 15% vocht van verschillende rassen en veredelingsonderzoeken in soja. Het vergelijk tussen wel of niet toepassen van gewasbeschermingsmiddelen gaat niet over de toepassing van herbiciden. \*= niet bekend welk vochtpercentage \*\*=gewasbescherming niet bekend. Bronnen: 1=Timmer 2014, 2=Timmer 2014a, 3= Prins et al. 2018b, 4=Timmer & Visser 2020, 5= Agrifirm, z.d.

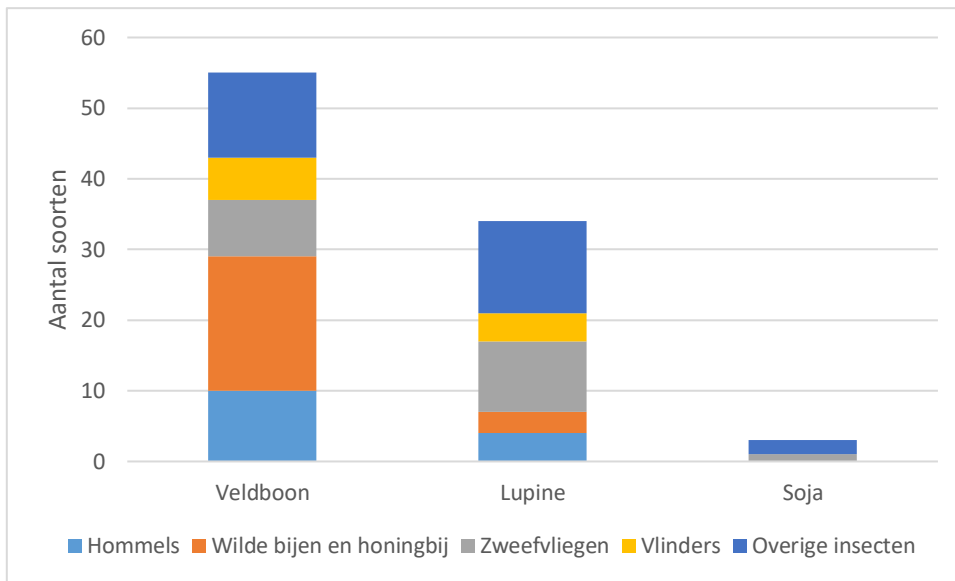
<b>Gewas</b>	<b>Gemiddelde opbrengst met GWB ton/ha 15% vocht</b>	<b>Gemiddelde opbrengst zonder GWB ton/ha 15% vocht</b>	<b>Opbrengst min/max met GWB ton/ha 15% vocht</b>	<b>Opbrengst min/max zonder GWB ton/ha 15% vocht</b>	<b>Jaar</b>	<b>Grond</b>
Soja <sup>1</sup>	3		2,9 - 3,3		2014	Zand
Soja <sup>2</sup>		3,2		2,6 - 3,6	2014	Zware klei
Soja <sup>2</sup>		3,2		1,9 - 3,7	2014	Zand
Soja <sup>3</sup>	3,7		2,6 - 4,4		2016	Zeeklei
Soja <sup>3</sup>		3,2		2,9 - 3,6	2016	Dalgrond
Soja <sup>3</sup>	2,6	2,7	2,3 - 2,8	2,1 - 3,3	2017	Dalgrond
Soja <sup>3</sup>	3,8		3,5 - 4,1		2017	Zeeklei
Soja <sup>4</sup>	2,2**				2018	Onbekend
Soja <sup>4</sup>	4,5**				2018	Onbekend
Soja <sup>4</sup>			3,5 - 4		2019	Onbekend
Soja <sup>5</sup>	2,8**		2,5 - 3,0		2013 - 2018	Diverse

## Bijlage 2: Bestuivers en insecten waargenomen in veldboon en lupine

Tabel 2-1. Bestuivers waargenomen in de gewassen veldboon en lupine in verschillende gebieden in Nederland (Bureau FaunaX, 2018; Heupink 2018). Voor bijen en hommels is ook de status van de soort weergegeven, zoals vermeld in Peeters et al. (2012).

Veldboon	Lupine	Soort (Nederlands)	Soort (Latijn)	Groep	Status
Ja	ja	Tuinhommel	Bombus	Hommels	algemeen
Ja	ja	Steenhommel	Bombus	Hommels	zeer algemeen
Ja		Moshommel	Bombus	Hommels	vrij zeldzaam
Ja	ja	Akkerhommel	Bombus	Hommels	zeer algemeen
Ja	ja	Weidehommel	Bombus	Hommels	zeer algemeen
Ja		Grashommel	Bombus	Hommels	vrij zeldzaam
ja		Late hommel	Bombus	Hommels	zeldzaam
ja		Vierkleurige	Bombus	Hommels	algemeen
ja	ja	Aardhommel	Bombus	Hommels	zeer algemeen
ja		Zandhommel	Bombus	Hommels	zeldzaam
ja	ja	Honingbij	Apis mellifera	Honingbij	gedomesticeer
ja		Grasbij	Andrena	Wilde bijen	zeer algemeen
ja		Wikkebij	Andrena	Wilde bijen	zeldzaam
ja		Donkere zomerzandbij	Andrena	Wilde bijen	vrij zeldzaam
ja		Bremzandbij	Andrena	Wilde bijen	vrij algemeen
ja		Fluitenkruidbij	Andrena	Wilde bijen	vrij algemeen
ja		Geelstaartklaverzandbij	Andrena	Wilde bijen	vrij algemeen
ja		Gewone sachembij	Anthophora	Wilde bijen	vrij algemeen
ja		Schorzijdebij	Colletes	Wilde bijen	vrij zeldzaam
ja		Gewone langhoornbij	Eucera	Wilde bijen	zeldzaam
ja		Zuidelijke langhoornbij	Eucera	Wilde bijen	zeer zeldzaam
ja		Berijpte geurgroefbij	Lasioglossum	Wilde bijen	vrij algemeen
ja		Gewone smaragdgroefbij	Lasioglossum	Wilde bijen	algemeen
	ja	Tuinbladsnijder	Megachile	Wilde bijen	algemeen
ja		Lathyrusbij	Megachile	Wilde bijen	vrij algemeen
ja		Gewone behangersbij	Megachile	Wilde bijen	vrij algemeen
ja	ja	Grote bladsnijder	Megachile	Wilde bijen	algemeen
ja		Smalbandwespbij	Nomada	Wilde bijen	algemeen
ja		Gewone tubebij	Stelis	Wilde bijen	vrij zeldzaam
ja	ja	Snorzweefvlieg	Episyphus	Zweefvliege	nd
ja		Weidevlekoog	Eristalinus	Zweefvliege	nd
ja	ja	Kleine bijvlieg	Eristalis	Zweefvliege	nd
ja	ja	Hommelbijvlieg	Eristalis	Zweefvliege	nd
ja	ja	Terrasjeskommazweefvlie	Eupeodes	Zweefvliege	nd
ja	ja	Citroenpendelvlieg	Helophilus	Zweefvliege	nd
	ja	Gewone	Melanostoma	Zweefvliege	nd
	ja	Krieltje spec.	Paragus spec.	Zweefvliege	nd
ja	ja	Grote langlijf	Sphaerophori	Zweefvliege	nd
ja	ja	Menuetweefvlieg	Syrpitta pipiens	Zweefvliege	nd
ja	ja	Bessenbandzweefvlieg	Syrphus ribesii	Zweefvliege	nd





Figuur 19. Aantal soorten insecten waargenomen in het gewas in praktijkonderzoek. Data verzameld in 2018 en 2019 op landbouwpercelen in Klazienaveen, Bellingwolde, Oostwold en Kraggenburg (Bureau FaunaX 2018; Heupink 2018)).

### Bijlage 3: Vruchtwisseling en bouwplan in vier scenario's

Tabel 3-1. Gewassen, opbrengsten en bemestingen van de verschillende scenario's die zijn gemodelleerd in Flevoland: een gangbaar bouwplan, een bouwplan met een jaar extra veldboon, een 6-jarig biologisch bouwplan en een 8-jarig biologisch bouwplan.

	<b>Gangbaar</b>	<b>Gangbaar + veldboon</b>	<b>Biologisch +</b>	<b>Biologisch ++</b>
Rotatie	1:4	1:5	1:6	1:8
Gewas 1	<b>C-Aardappel +</b> bladrammenas Opbrengst: 52 t/ha Bemesting: 250 kg N/ha kunstmest	<b>C-Aardappel +</b> bladrammenas Opbrengst: 52 t/ha Bemesting: 250 kg N/ha kunstmest	<b>C-Aardappel +</b> grasklaver Opbrengst: 30 t/ha Bemesting: 18 t/ha potstalmest	<b>C-Aardappel +</b> grasklaver Opbrengst: 30 t/ha Bemesting: 18 t/ha potstalmest
Gewas 2	<b>Suikerbiet</b> Opbrengst: 95 t/ha Bemesting: 150 kg N/ha kunstmest	<b>Suikerbiet</b> Opbrengst: 95 t/ha Bemesting: 150 kg N/ha kunstmest	<b>Grasklaver</b> Opbrengst: 11 t/ha Bemesting: geen	<b>Grasklaver</b> Opbrengst: 11 t/ha Bemesting: geen
Gewas 3	<b>Zaai-ui</b> Opbrengst: 60 t/ha Bemesting: 170 kg N/ha kunstmest	<b>Veldboon +</b> winterrogge Opbrengst: 6 t/ha Bemesting: geen	<b>Peen +</b> bladrammenas Opbrengst: 30 t/ha Bemesting: geen	<b>Suikerbiet</b> Opbrengst: 60 t/ha Bemesting: 14 t/ha vaste mest, 1 t/ha vinassekali
Gewas 4	<b>Wintertarwe +</b> Bladrammenas Opbrengst: 9,5 t/ha Bemesting: 245 kg N/ha kunstmest	<b>Zaai-ui</b> Opbrengst: 60 t/ha Bemesting: 170 kg N/ha kunstmest	<b>Zomertarwe +</b> bladrammenas Opbrengst: 5,5 t/ha Bemesting: 10 t/ha vaste mest	<b>Haver +</b> bladrammenas Opbrengst: 4 t/ha Bemesting: 5 t/ha vaste mest
Gewas 5		<b>Wintertarwe +</b> Bladrammenas Opbrengst: 9,5 t/ha Bemesting: 245 kg N/ha kunstmest	<b>Zaai-ui +</b> gele mosterd Opbrengst: 30 t/ha Bemesting: 14 t/ha vaste mest, 1,7 t Vinassekali	<b>Peen +</b> bladrammenas Opbrengst: 30 t/ha Bemesting: geen
Gewas 6			<b>Veldboon +</b> winterrogge Opbrengst: 5,5 t/ha Bemesting: geen	<b>Veldboon +</b> winterrogge Opbrengst: 5,5 t/ha Bemesting: geen
Gewas 7				<b>Zaai-ui +</b> bladrammenas Opbrengst: 30 t/ha Bemesting: Geen

---

Gewas 8

**Zomerarwe** + gele  
mosterd  
Opbrengt: 6 t/ha  
Bemesting: 10 t/ha potstal

---

Tabel 3-2. Pesticiden (middel, dosering, frequentie) ingezet in de berekende gangbare scenario's. De inzet van gewasbeschermingsmiddelen in c-aardappel, wintertarwe, zaai-ui en suikerbiet is gebaseerd op praktijkdata (van Doorn et al. in press). Inzet van gewasbescherming in veldboon is gebaseerd op Delphy (2021) en praktijkdata (Prins, pers. comm). Voor beide scenario's geldt dat inzet van fungiciden en insecticiden van jaar tot jaar kan verschillen, afhankelijk van de ziekte- en plaagdruk. Het is dus een voorbeeld van middelen die in de praktijk worden ingezet.

	Herbiciden	Insecticiden	Fungiciden	Kiemremming/ loofdoding/ groeiregulator
<b>C-aardappel</b>				
Januari t/m augustus	Centium 360 CS, 0,25 l/ha, 1x Challenge, 1,4259 l/ha, 1 x	Gazelle, 0,25 kg/ha, 1x	Curzate Partner, 0,2 kg/ha, 1x Narita, 0,5 l/ha, 1x Propulse, 0,4 l/ha, 2x Ranman Top, 0,5 l/ha 3x Versilus, 0,45 kg/ha, 5x Zorvec Endavia, 0,4 l/ha, 3x	Himalaya 60 SG, 4,286 kg/ha, 1x Royal MH, 0,714 kg/ha, 1x Quickdown, 0,8 l/ha, 1x
Vanaf 1 sept	Spotlight Plus, 1,0 l/ha, 1x			Quickdown, 0,8 l/ha, 1x
<b>Suikerbiet</b>				
Januari t/m augustus	Betanal Tandem, 0,75 l/ha, 3x Bettix SC, 0,265 l/ha, 1x Corzal SE, 0,292 l/ha, 1x Frontier Optima, 0,9 l/ha, 1x Goltix SC, 0,6 l/ha, 4x Safari DuoActive, 0,08 kg/ha, 2x	Teppeki, 0,140 kg/ha, 1x	Mirador Xtra, 1,0 l/ha, 1x Spyrale, 1,0 l/ha, 1x	

Vanaf 1 sept			Mirador Xtra, 0,332 l/ha, 1x Spyrale, 0,663 l/ha, 1x
<b>Zaai-ui</b>			
Januari t/m augustus	AZ 500, 0,2 l/ha, 1x Boxer, 1,7 l/ha, 1x Stomp 400 SC, 1 l/ha, 1x Wing P, 1,2 l/ha, 2x	Batavia 0,65 l/ha, 2x Decis, 0,5 l/ha, 1x	Amistar, 0,769 l/ha, 1x Fandango, 0,7 l/ha, 2x Luna Experience, 0,36 l/ha, 2x Winby, 0,4 l/ha, 1x Zorvec Endavia 0,38 l/ha, 3x
<b>Wintertarwe</b>			
Januari t/m augustus	Agroxone MCPA, 2 l/ha, 1x Capri Twin, 0,275 kg/ha, 1x Tapir, 1 l/ha, 1x	Decis, 0,25 l/ha, 1x	Elatas Era, 1 l/ha, 1x Stabiel N CCC, 0,5 l/ha, 1x Trimaxx, 0,25 l/ha, 1x
Vanaf 1 sept			Priaxor EC, 1 l/ha, 1x Revystar, 1 l/ha, 1x
<b>Veldboon</b>			
Januari t/m augustus	Centium, 0,25 l/ha, 1x Boxer, 3 l/ha, 1x	Pirimor, 0,5 kg/ha, 2x	Amistar, 1 l/ha, 2x

## Bijlage 4: Vragenlijst interviews met telers

Voorstellen	<p><i>Kun je iets over jezelf vertellen en de telersvereniging Lupeel/producenten organisatie Eiwitboeren?</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Als akkerbouwer en het ontstaan van je bedrijf</i></li><li>• <i>Hoe en waarom is de organisatie?</i></li><li>• <i>Wat is de ambitie voor de toekomst?</i></li></ul>
Teelt	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Waar lopen jullie tegenaan op gebied van teelt?</i></li><li>• <i>Ziekten en plagen</i></li><li>• <i>Zaaizaad beschikbaarheid</i></li><li>• <i>Onkruidbeheersing</i></li><li>• <i>Welke effecten heeft de inpassing van de eiwitgewassen gehad op het bouwplan? (teeltkundig, bodemkwaliteit)</i></li></ul>
Bedrijfsmatig	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Welke effecten heeft de inpassing van de eiwitgewassen gehad op het bedrijf? (economisch)</i></li></ul>
Beleid	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Welk bestaand beleid helpt landbouwbedrijven bij de eiwittransitie?</i></li><li>• <i>GLB-NSP</i></li><li>• <i>Ecoregeling</i></li><li>• <i>...</i></li><li>• <i>Welk beleid werkt belemmerend voor de eiwittransitie?</i></li><li>• <i>Is er op dit moment beleid die stimuleert in de eiwittransitie? (Bijvoorbeeld heffingen op vlees, eiwit uit het buitenland etc)</i></li></ul>
Regelgeving	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Welke bestaande regelgeving helpt bedrijven bij de eiwittransitie? Bijvoorbeeld, pachtwetgeving en mestwetgeving.</i></li><li>• <i>Welke nieuwe regelgeving is er nodig om de bedrijven peulvruchten op te nemen in het bouwplan?</i></li><li>• <i>Is er aanvullend wetgeving nodig die ketenpartijen stimuleert richting de eiwittransitie?</i></li></ul>
Afzet en keten	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Hoe verloopt de vermarkting en verkoop van de Lupines?</i></li><li>• <i>Hoe verloopt de samenwerking binnen de organisatie?</i></li><li>• <i>Maakt jullie organisatie gebruik van een korte keten? Wat zijn hier de voor en nadelen van? En welke stappen zijn hierin nog te nemen?</i></li></ul>