



Kansrijke eiwitgewassen Fascinating 2022

Resultaten proefvelden Marwijksoord (zandgrond) en Valthermond (dalgrond)

Auteurs | R.D. Timmer & M.Toren

Rapport WPR-OT-1015



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Kansrijke eiwitgewassen Fascinating 2022

Resultaten proefvelden Marwijksoord (zandgrond) en Valthermond (dalgrond)

R.D. Timmer¹

M. Toren¹

¹ Wageningen University & Research

Lelystad, februari 2023

Rapport WPR-OT-1015

Timmer, R.D., Toren, M., 2022. *Kansrijke eiwitgewassen Fascinating 2022*; Wageningen Research, rapport WPR-OT-1015. 30 p. Foto's: M. Toren.

Dit projectrapport geeft de resultaten weer van het onderzoek dat WUR Open teelten heeft uitgevoerd in opdracht van Fascinating ISPT. Projectnummer WUR Open teelten : 3750441900.

Dit rapport is gratis te downloaden <https://doi.org/10.18174/629806>



© 2023 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Open teelten, Postbus 430, 8200 AK Lelystad;
T 0320 29 11 11; www.wur.nl/plant-research.

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR-OT-1015

Inhoud

1	Inleiding	5
2	WUR Open teelten Marwijksoord	6
2.1	Proefopzet en -uitvoering	6
2.2	Weer gedurende groeiseizoen	6
2.3	Groeiverloop gewassen	7
2.4	Opbrengst wintergranen	8
2.5	Opbrengst veldbonen	9
2.5.1	Akkerranden en bestuivers	9
2.6	Opbrengst erwten en lupinen	10
2.7	Opbrengst hennep	11
3	WUR Open teelten Valthermond	13
3.1	Proefopzet en -uitvoering	13
3.2	Weer gedurende groeiseizoen	13
3.3	Groeiverloop gewassen	14
3.4	Opbrengst wintergranen	16
3.5	Opbrengst veldbonen	17
3.5.1	Akkerranden en bestuivers	17
3.5.2	Ziektebestrijding	21
3.6	Opbrengst erwten, lupinen en klavers	23
3.7	Opbrengst hennep	25
4	Samenvatting en conclusies	27
	Bijlage 1 Proefveldschema Fascinating Marwijksoord 2022	28
	Bijlage 2 Proefveldschema Fascinating Valthermond 2022	29

1 Inleiding

In 2022 zijn in het kader van het project Fascinating (<https://ispt.eu/projects/fascinating>) net als in 2021 proeven uitgevoerd met diverse (eiwit)gewassen. Doelstelling van het onderzoek in 2022 was te komen tot een verdere selectie van de meest kansrijke eiwitproducerende gewassen. Van alle gewassen en objecten is de opbrengst per ha bepaald en zijn monsters aangeleverd aan Cosun en Avebe voor een analyse van het (ruw) eiwit.

Het veldonderzoek is uitgevoerd door WUR en SPNA waarbij SPNA het onderzoek heeft aangelegd op de locaties Ebelsheerd (Nieuw Beerta, zware klei) en Kollumerwaard (Munnekezijl, zavel) en WUR Open teelten op de locaties Kooijenburg (Marwijksoord, zand; afkorting KB) en 't Kompas (Valthermond, dal; afkorting KP). Dit rapport beperkt zich tot de WUR locaties.

De volgende punten zijn gehanteerd bij het uitvoeren van de veldproeven:

1. De omvang van de velden is voldoende om uit de opbrengst een goed eiwitprofiel te halen (afstemming Cosun en Avebe).
2. Teelt van de gewassen op basis van goede landbouwpraktijk, met vooraf afstemming met betrokken verwerker(s).
3. Monitoring van de gewasgroei (basiswaarnemingen, teeltregistratie, etc.)
4. Gewassen worden zoveel mogelijk bij elkaar op één perceel gelegd dat goed bereikbaar is voor demonstratie doeleinden.

De projectgroep heeft voor 2022 een aangepaste lijst met potentiële gewassen opgesteld (tabel 1). Deze is als uitgangspunt gekozen voor het onderzoek op zowel Kooijenburg (KB) als 't Kompas (KP). Niet alle gewassen lagen echter op beide locaties:

Tabel 1 Gewaskeuzes voor proefjaar 2022.

1	Zomerveldbonen	1 ras (bontbloeiër); proef met akkerranden en bestuivers;	(KB en KP)
2	Zomerveldbonen	1 ras (bontbloeiër); proef met gewasbeschermingsmiddelen, biostimulanten en bladmeststoffen;	(KP)
3	Lupine	2 typen (witte en blauwe lupine);	(KB en KP)
4	Erwten	2 typen (gele en groene erwt);	(KB en KP)
5	Klaver	2 typen (rode en witte klaver)	(KP)
6	Hennep	2 rassen; 2 N-trappen; 3 oogsttijdstippen;	(KB en KP)
7	Winterveldbonen	1 ras; 3 zaaitijdstippen; 3 zaaidiepten;	(KP)

Van alle veldjes is door WUR Open teelten de verse opbrengst, het vochtgehalte en de drogestofopbrengst bepaald en zijn monsters verstuurd naar de verwerkers (Cosun en/of Avebe) voor een bepaling van het ruw eiwitgehalte.

2 WUR Open teelten Marwijksoord

2.1 Proefopzet en -uitvoering

Op de proeflocatie Kooijenburg (Marwijksoord) van WUR Open teelten is in 2022 het Fascinating-onderzoek met eiwitgewassen voortgezet zoals beschreven in hoofdstuk 1 (proefveldschema in bijlage 1). De uitgezaaide gewassen (zomerveldbonen, erwten, lupinen en hennep) lagen bij elkaar op één perceel. In tabel 2 staan de bodem- en perceelsgegevens van het proefveld in Marwijksoord.

Tabel 2 Perceelsgegevens Fascinating proevenplatform; Marwijksoord 2022.

Perceel	10-13
Grondsoort	zand
Grondanalyse	P-beschikbaarheid 3.5, K-beschikbaarheid 375, pH 5.3, o.s. 5.1
Voorvrucht	zetmeelaardappelen
N-mineraal (voorjaar) 0-60cm -->	13 kg N/ha
Bemesting P en K	180 kg K ₂ O/ha; geen fosfaat
Bemesting N	geen N-bemesting, behalve aan de hennep; zie tabel 3
Grondbewerking	spitten 21 april
Beregening	geen
Veldjesgrootte	3 x 15m bruto

In tabel 3 zijn de belangrijkste teeltmaatregelen per gewas weergegeven. Proefvelden zijn gezaaid met een Vicon pneumaat in herhalingen.

Tabel 3 Teeltmaatregelen (eiwit)gewassen; Marwijksoord 2022.

Gewas	Ras	Zaaizaad (kg/ha)	Rijen-afstand	Zaai-datum	N-gift (kg N/ha)
Zomerveldboon	LG Cartouche	260	25cm	21 april	0
Lupine (wit)	Frieda	187	25cm	21 april	0
Lupine (blauw)	Boregine	109	25cm	21 april	0
Erwten (groen)	Cooper	147	25cm	21 april	0
Erwten (geel)	Tiberius	142	25cm	21 april	0
Hennep	USO 31/Fedora	32/37	12.5cm	18 mei	100/150

Van alle velden is de opbrengst en het vochtgehalte bij de oogst bepaald en zijn er monsters verstuurd naar de verwerkers (Cosun en Avebe) voor een bepaling van het ruw eiwitgehalte.

2.2 Weer gedurende groeiseizoen

April was een zonnige, vrij koele maand met een beperkte hoeveelheid neerslag. De eerste tien dagen van april waren nog wisselvallig en alle neerslag van de maand viel in deze dagen. Na 10 april bleef het de rest van de maand droog.

Op 21 april kon de eerste serie met gewassen gezaaid worden. Daarna bleef het 4 weken droog. Pas vanaf 16 mei t/m 8 juni viel er weer regen van betekenis (in totaal 92mm). Dit was heel gunstig voor de kieming en opkomst van de hennep en de begingroei van de in april gezaaide gewassen.

Mei was verder vrij zonnig met een gemiddelde temperatuur.

Juni was een warme en zeer zonnige maand met vrij veel neerslag. Deze neerslag viel in de 1^e en laatste week van de maand, met daartussen 2 droge weken. Al met al een zeer groeizame maand voor alle gewassen.

Juli en augustus waren heel zonnig en zeer droog; in de hele maand augustus viel zelfs maar 14mm

regen (tabel 4). Augustus was daarbij ook nog een zeer warme maand. In augustus konden de erwten, veldbonen en lupinen onder zeer droge en warme omstandigheden geoogst worden. September daarentegen was een sombere en wat frisse maand (met name in de 2^e helft van de maand gingen de temperaturen omlaag) en met een gemiddelde hoeveelheid neerslag.

Tabel 4 Weersgegevens groeiseizoen; Marwijksoord 2022.

Maand	Gemiddelde dagtemp. (°grC)	Gemiddelde min. temp. (°grC)	Gemiddelde max. temp. (°grC)	Neerslag (mm)	Straling tot (kJ)
April	8.4	3.5	13.0	38	37
Mei	13.3	7.6	18.6	48	47
Juni	16.1	9.9	21.6	79	53
Juli	17.5	10.8	23.2	28	49
Augustus	19.6	12.3	26.2	14	47
September	14.2	9.3	19.2	64	29

2.3 Groeiverloop gewassen

Veldbonen en erwten:

De veldbonen en erwten hadden in Marwijksoord een goede opkomst en regelmatige stand. Ook na de goede start maakten de gewassen een normale ontwikkeling door (foto 1). Het relatief droge seizoen zorgde ervoor dat er nauwelijks ziektenaantasting was, maar was niet optimaal voor de opbrengst. Met name veldbonen hebben vrij veel vocht nodig voor een hoge opbrengst.

De onkruidbestrijding werd uitgevoerd met een mix van bodemherbiciden op 21 april en gedurende het seizoen 2x een bespuiting met een contactherbicide (23 en 31 mei; erwten alleen op 31 mei). Dit heeft goed gewerkt. Door de goede gewasgroei die de onkruidontwikkeling onderdrukte waren verdere onkruidmaatregelen niet nodig. De ziektedruk bleef door het droge weer zeer beperkt. Bij de veldbonen werd einde bloei één keer een fungicidebespuiting uitgevoerd.



Foto 1 De veldbonen (links) en erwten (rechts) hadden in Marwijksoord een goede stand.

Lupinen:

Ook de witte en de blauwe lupine hadden in Marwijksoord een goede opkomst en regelmatige stand. De onkruidbestrijding werd uitgevoerd met een mix van bodemherbiciden op 21 april en gedurende het seizoen 2x een bespuiting met een contactherbicide (31 mei en 14 juni). Dit heeft goed gewerkt, er ontstond geen gewasschade. Er ontwikkelden zich representatieve gewassen. De ziektedruk bleef laag, er werd geen fungicidebespuiting uitgevoerd.

Hennep:

De hennep in Marwijksoord werd onder goede omstandigheden op 18 mei gezaaid en kende een snelle maar onregelmatige opkomst. Met name USO31 kiemde slecht met als gevolg een lage plantdichtheid (foto 2). Ook op de andere proeflocatie in Valthermond was dit het geval. Vermoedelijk was de kiemkracht van zaad laag. Omdat er echter nog voldoende planten leken te staan voor een normale

gewasontwikkeling werd besloten om niet over te zaaien. Wel was er hierdoor een groot verschil in plantdichtheid tussen beide rassen. Dit heeft de resultaten van dit ras, met name op het 1^e tijdstip, vermoedelijk vrij sterk beïnvloed. Ook later in het seizoen bleef de groei (overigens bij beide rassen) achter bij wat je van hennep zou mogen verwachten. Er ontwikkelde zich een relatief kort en open gewas.

Op 2 tijdstippen werd een oogst uitgevoerd waarvan monsters naar Cosun werden gestuurd.



Foto 2 Het hennep ras USO31 (rechts) had op beide locaties een dunne stand.

2.4 Opbrengst wintergranen

Op de locatie Marwijksoord zijn gewasmonsters genomen uit een perceel winterrogge ten behoeve van het Fascinating project. Doel was om na te gaan hoeveel eiwit er in het voorjaar in een wintergraan (in dit geval winterrogge) zit en of dit een interessante hoeveelheid (van voldoende kwaliteit) is om te winnen. Rogge wordt veelal als (verplichte) groenbemester gezaaid na de teelt van snijmais om N-verlies (N-uitspoeling) te voorkomen. Het gewas wordt vervolgens in het voorjaar voorafgaande aan de volgende snijmaisteelt veelal doodgespoten en ondergewerkt. Het gewas zou ook geoogst kunnen worden als GPS (gehele plant silage) en verwerkt kunnen worden voor het eiwit.

Op 11 mei zijn gewasmonsters genomen, de opbrengst bepaald en zijn er monsters naar Cosun gestuurd voor eiwitanalyses. Het oogsttijdstip werd door Cosun bepaald maar was wat aan de late kant. In de praktijk wordt snijmais veelal in de laatste week van april en de eerste week van mei gezaaid. Oogst van de rogge zal derhalve in de praktijk half april/eind april plaatsvinden. De 2 weken extra groeiperiode zal effect hebben gehad op de (drogestof)opbrengst en wellicht ook op het eiwitgehalte, en daarmee op de eiwitopbrengst (tabel 5). Op het tijdstip van oogst was de rogge 104cm lang en werd de aar net zichtbaar (foto 3). De winterrogge was op 1 oktober gezaaid en heeft geen N-bemesting gehad.

Tabel 5 Opbrengst winterrogge; Marwijksoord 2022.

Gewas	Oogst-datum	Opbrengst t/ha vers	ds-%	Opbrengst t/ha ds	%-Ruw eiwit (ds)	Eiwit kg/ha (ds)
Winterrogge	11 mei	20.9	21.4	4.5	19.8	837

De eiwitopbrengst was ruim 800 kg per ha. Dit is iets lager dan met een 1^e snede van meerjarig gras (zie Fascinating rapportage 2021). Het ruw eiwitgehalte was weliswaar iets hoger dan van gras, de ds-opbrengst was lager. Voor Cosun was dit resultaat onvoldoende interessant om verder onderzoek te doen naar een wintergraan voor eiwitproductie.



Foto 3 De winterrogge in Marwijksoord op het tijdstip van oogst (aren verschijnen).

2.5 Opbrengst veldbonen

Bij zaadgewassen als erwten, veldbonen, lupine etc. is het van belang dat de zaden voldoende droog geoogst kunnen worden. Bij vochtpercentages boven de 15% zal er terug gedroogd moeten worden om het product (langere tijd) te kunnen bewaren.

2.5.1 Akkerranden en bestuivers

Hoewel bij veldbonen het percentage zelfbestuiving hoog kan zijn, speelt bestuiving door insecten een belangrijke rol bij de opbrengstvorming. O.a. recentelijk onderzoek door Inagro in België laat zien dat er grote rasverschillen bestaan in de mate van zelfbestuiving en het effect van insecten. Ook onderzoek door LBI geeft aan dat insectenbestuiving bijdraagt aan een stabiele hoge opbrengst. Bij de bestuivers zijn de verschillende hommelsorten veelal in de meerderheid. Echter niet alle bloembezoeken door hommels zijn "legitiem" (=bloemen worden aan de voorzijde binnengegaan waarbij bestuiving kan optreden). Vaak wordt er ook ingebroken aan de bloembasis waarbij via een bijtgaatje de honing wordt gestolen zonder de bloem te betreden (foto 10).

Bloeiende akkerranden om een veldbonenperceel zouden grote aantallen insecten kunnen aantrekken welke vervolgens vanuit de akkerranden de (bloeiende) veldbonen kunnen bestuiven. Om dit idee te toetsen zijn er zowel in Marwijksoord als Valthermond proeven aangelegd met en zonder akkerranden (foto 4). Van Hall Larenstein heeft diverse keren tellingen gedaan aan bestuivers (hommels, bijen etc.) in de proefopstelling met veldbonen in Valthermond. In Marwijksoord werden veldbonen gezaaid zonder akkerrand en met een akkerrand. Van beide situaties die ruim 100m uit elkaar lagen (zie bijlage 1) werd de opbrengst bepaald.

De proefstukken werd op 18 augustus onder warme en zeer droge omstandigheden geoogst. Het vochtgehalte bij de oogst was zeer laag en van het proefstuk met akkerranden nog weer (significant) lager dan zonder akkerranden. Het verschil in opbrengst was beperkt. De veldbonen tussen de akkerranden brachten bijna 300 kg per ha meer op maar dit verschil was niet betrouwbaar (tabel 6).



Foto 4 Akkerrand met wildmengesel langs de proef met veldbonen in Marwijksoord.

Het eiwitgehalte werd vastgesteld aan een mengmonster van beide stukken. Hierbij bleek het eiwitgehalte van het deel met akkerranden bijna 1% hoger te zijn dan van het deel zonder. Omdat dit werd bepaald aan een mengmonster (geen herhalingen) kon niet worden bepaald of het verschil betrouwbaar was. Het verschil in eiwitopbrengst per ha was wel (net aan) significant; het deel met akkerranden bracht iets meer dan 100 kg per ha meer op dan het deel zonder akkerranden. Of dit (beperkte) verschil is toe te schrijven aan de akkerranden en daarmee aan een intensiever bezoek van insecten, is niet vast te stellen. De beide proefstukken met veldbonen lagen weliswaar op hetzelfde perceel maar wel ca. 120m uit elkaar. De opbrengst op beide stukken zou ook zonder het verschil in akkerrand van elkaar kunnen verschillen.

Ook in Valthermond zijn positieve effecten gezien van bloeiende akkerranden op de opbrengst bij veldbonen (zie 3.5.1?). Het lijkt derhalve zinvol om hier verder onderzoek naar te doen.

Tabel 6 Opbrengst veldbonen; Marwijksoord 2022.

	Vocht-% bij oogst	Opbrengst t/ha, 15%	%-Ruw eiwit (ds)	Eiwit kg/ha (ds)
Zonder akkerranden	8.8	4.48	29.7	1132
Met akkerranden	8.1	4.77	30.6	1240
Lsd (0.05)	0.2	0.39		100

2.6 Opbrengst erwten en lupinen

Gele erwten

De gele erwt vormde net als in 2021 een langer en massaler gewas dan de groene erwt en het gewas bleef overeind staan tot aan de oogst. De opbrengst was met ruim 4 ton per ha (bij 15% vocht) op een goed niveau. Ook in 2021 behaalde de gele erwt op de locatie Marwijksoord een vergelijkbare opbrengst (4 t/ha). Het vochtgehalte van zowel de gele- als de groene erwt was bij de oogst met ca. 7.5% extreem laag (tabel 7). De erwten waren door het warme en zonnige weer sterk afgerijpt en ingedroogd.

Het ruw eiwitgehalte van de gele erwten was met ruim 26% relatief hoog; meestal ligt het gehalte rond de 22-23%. De eiwitopbrengst kwam bij een gemiddelde opbrengst van 4.2 t/ha uit op 1100 kg per ha (in 2021 in Marwijksoord was dit 750 kg/ha). Bij een eiwitopbrengst boven de 1000 kg/ha is gele erwt een interessant eiwitgewas.

Groene erwten

De groene erwt bleef in 2021 ver achter in opbrengst bij de gele erwt als gevolg van zware legering in de laatste fase van het seizoen. In 2022 bleef de groene erwt echter beter overeind staan en was de opbrengst met bijna 5 t/ha zelfs hoger dan die van de gele erwt (tabel 7).

Er zijn geen eiwitanalyses uitgevoerd aan de groene erwt door de verwerker.

Tabel 7 Opbrengst erwten en lupinen; Marwijksoord 2022.

Gewas	Oogst- datum	Op- brengst t/ha vers	Vocht- % %	Op- brengst t/ha ds	Opbrengst t/ha, 15%	%-Ruw eiwit (ds)	Eiwit kg/ha (ds)
Erwten (groen)	16 aug	4.5	7.4	4.2	4.9	--	--
Erwten (geel)	16 aug	3.9	7.8	3.6	4.2	26.2	943
Lupine (wit)	31 aug	3.4	14.9	2.9	3.4	39.4	1143
Lupine (blauw)	16 aug	2.2	13.7	1.9	2.2	32.7	621

Lupinen

De opbrengst van de witte lupine was vrij goed met 3.4 t/ha (bij 15% vocht) en ook het vochtgehalte bij de oogst was voldoende laag. Bij de blauwe lupine traden oogstverliezen op door het openspringen van peulen, vermoedelijk door het zeer warme en droge weer in augustus. (Maar dit was in Marwijksoord iets minder ernstig dan in Valthermond; foto 14). De opbrengst was mede daardoor laag (ruim 2 t/ha). Het gewas was op 16 augustus voldoende afgerijpt en kon goed worden geoogst. Het vochtgehalte bij de oogst van de blauwe lupine was voldoende laag zodat er niet nagedroogd hoefde te worden.

Het ruw eiwitgehalte van de witte lupine was heel hoog (ruim 39%), veel hoger dan in 2021 (34%). Doordat de opbrengst ook goed was leverde de witte lupine een vrij hoge eiwitopbrengst per ha op van ruim 1100 kg.

De blauwe lupine had daarentegen een lager eiwitgehalte dan in 2021 (33% tov 38%) en icm de ook lage zaadopbrengst was de ruw eiwitopbrengst (net als in 2021) wederom laag.

2.7 Opbrengst hennep

In 2022 zijn er op het proefveld in Marwijksoord 2 verschillende hennepassen (USO31 en Fedora) uitgezaaid en bij beide rassen werden kort voor de zaai (16 mei) 2 N-bemestingsniveau's aangelegd (100 en 150 kg N/ha). Op 6 juli en 27 juli werd de hennep geoogst en bemonsterd. Op het 1^e tijdstip werd de gehele plant geoogst en verwerkt; op het 2^e tijdstip werd onderscheid gemaakt tussen stengel en blad en werden deze afzonderlijk verwerkt en bemonsterd.

Tabel 8 Opbrengst hennepassen (USO31 en Fedora); Marwijksoord 2022.

Oogstdatum 6 juli		USO31 100 N	USO31 150 N	Fedora 100 N	Fedora 150 N	USO31 gem	Fedora gem	Isd (0.05)
opbrengst vers (t/ha)	totaal	7.6	12.7	25.3	27.9	10.1	26.6	11.1
droge stof %	totaal	16.9	14.5	15.5	15.2	15.7	15.4	2.8
opbrengst ds (t/ha)	totaal	1.3	1.8	3.9	4.2	1.5	4.1	1.3
eiwitgehalte (ds)	totaal	14.7	26.8	23.0	32.1			
eiwitopbrengst (kg/ha)	totaal	189	494	902	1361			

Oogstdatum 27 jul		USO 31 100 N	USO 31 150 N	Fedora 100 N	Fedora 150 N	USO 31 gem	Fedora gem	Isd (0.05)
gewaslengte (cm)		155	180	188	180	168	184	50
opbrengst vers (t/ha)	stengel	5.5	9.6	19.1	20.3	7.6	19.7	8.4
	groen blad	2.4	4.0	5.6	5.9	3.2	5.7	3.3
	totaal	7.9	13.6	24.7	26.2	10.8	25.5	11.5
droge stof %	stengel	32.9	30.5	31.1	30.3	31.7	30.7	2.4
	groen blad	31.5	28.9	29.3	28.6	30.2	29.0	3.0
	totaal	2.6	4.0	7.6	7.9	3.3	7.7	3.3
opbrengst ds (t/ha)	stengel	1.8	2.9	5.9	6.2	2.3	6.0	2.5
	groen blad	0.7	1.1	1.6	1.7	0.9	1.7	0.8
	totaal	2.6	4.0	7.6	7.9	3.3	7.7	3.3
eiwitgehalte (ds)	groen blad	13.4	20.1	17.8	18.3			
eiwitopbrengst (kg/ha)	groen blad	101	232	292	309			

De drogestofopbrengst van het gehele gewas nam toe van gemiddeld 1.5 (USO31) en 4.1 (Fedora) t/ha op het 1^e tijdstip tot 3.3 (USO31) en 7.7 (Fedora) t/ha op het 2^e tijdstip. Dit zijn erg lage opbrengsten. Op beide oogstmomenten leverde Fedora een significant hogere opbrengst dan USO31 (tabel 8). Hierbij moet vermeldt worden dat de standdichtheid van USO31 veel lager was dan van Fedora door een lager opkomstpercentage. De hogere N-gift gaf een iets hogere ds-opbrengst maar het verschil was beperkt en niet betrouwbaar.

Het meest interessant voor de winning van eiwit zijn de groene bladeren. Fedora leverde op het 2^e oogsttijdstip een opbrengst van gemiddeld 1.7 t/ha aan groen blad op (op drogestof basis), bijna 2x zoveel als bij USO31. Gemiddeld over beide rassen was slechts 25% van de drogestof groen blad (en dus 75% stengel).

Het eiwitgehalte in het groene blad (droge stof) varieerde van 13% tot 20%. De eiwitopbrengst was laag en varieerde tussen ca. 100 en 300 kg per ha.

3 WUR Open teelten Valthermond

3.1 Proefopzet en -uitvoering

Op de proeflocatie 't Kompas (Valthermond) van WUR Open teelten is in 2022 het Fascinating-onderzoek met eiwitgewassen voortgezet zoals beschreven in hoofdstuk 1 (proefveldschema in bijlage 2). De uitgezaaide gewassen (zomerveldbonen, erwten, lupinen, klavers en hennep) lagen bij elkaar op één perceel. In tabel 9 staan de bodem- en perceelsgegevens van het proefveld in Valthermond.

Tabel 9 Perceelsgegevens Fascinating proevenplatform; Valthermond 2022.

Perceel	67V
Grondsoort	dalgrond
Grondanalyse	P-besch 13.5, K-besch 335, pH 5.1, o.s. 7.8
Voorvrucht	zetmeelaardappelen
N-mineraal (voorjaar) 0-60cm -->	18 kg N/ha
Bemesting P en K	180 kg K ₂ O/ha; geen fosfaat
Bemesting N	geen N-bemesting, behalve aan de hennep; zie tabel 10
Grondbewerking	spitten met aandrukrol, 14 april
Beregening	geen
Veldjesgrootte	3 x 15m

In tabel 10 (proefveld) zijn de belangrijkste teeltmaatregelen per gewas weergegeven. Proefvelden zijn gezaaid met een Vicon pneumaat in herhalingen.

Tabel 10 Teeltmaatregelen (eiwit)gewassen proefveld; Valthermond 2022.

Gewas	Ras	Zaaizaad (kg/ha)	Rijen-afstand	Zaai-datum	N-gift (kg N/ha)
Zomerveldboon	LG Cartouche	260	25cm	15 april	0
Lupine (wit)	Frieda	187	25cm	15 april	0
Lupine (blauw)	Boregine	109	25cm	15 april	0
Erwten (groen)	Cooper	147	25cm	15 april	0
Erwten (geel)	Tiberius	142	25cm	15 april	0
Klaver (wit)	Alice	20	12.5cm	15 april	0
Klaver (rood)	Vesma	20	12.5cm	15 april	0
Hennep	USO 31, Fedora	32-37/48-46	12.5cm	18 mei/16 juni	100/150
Winterveldboon	Tundra	246	25cm	3 tijdstippen	0

Van alle velden is de opbrengst en het vochtgehalte bij de oogst bepaald en zijn monsters verstuurd naar de verwerkers (Cosun en Avebe) voor een bepaling van het (ruw) eiwitgehalte.

3.2 Weer gedurende groeiseizoen

April was een zonnige, vrij koele maand met een beperkte hoeveelheid neerslag. De eerste tien dagen van april waren nog wisselvallig en alle neerslag van de maand viel in deze dagen. Na 10 april bleef het de rest van de maand droog.

Op 15 april kon de eerste serie met gewassen gezaaid worden. Daarna bleef het 4 weken droog. Pas vanaf 16 mei t/m 8 juni viel er weer regen van betekenis (in totaal 85mm). Dit was heel gunstig voor de kieming en opkomst van de hennep en de begingroei van de in april gezaaide gewassen.

Mei was verder vrij zonnig met een gemiddelde temperatuur.

Juni was een warme en zeer zonnige maand met gemiddelde hoeveelheid neerslag. Deze neerslag viel in de 1^e en laatste week van de maand, met daartussen 2 droge weken. Al met al een zeer groeizame maand voor alle gewassen

Juli en augustus waren heel zonnig en zeer droog; in de hele maand augustus viel zelfs maar 11mm regen (tabel 11). Augustus was daarbij ook nog een zeer warme maand. Eind juli werd de 1^e snede van de klavers geoogst. In augustus konden de erwten, veldbonen en lupinen onder zeer droge en warme omstandigheden geoogst worden.

September daarentegen was een sombere en wat frisse maand (met name in de 2^e helft van de maand gingen de temperaturen omlaag) en vrij veel neerslag.

Tabel 11 Weersgegevens groeiseizoen; Valthermond 2022.

Maand	Gemiddelde dagtemp. (°grC)	Gemiddelde min. temp. (°grC)	Gemiddelde max. temp. (°grC)	Neerslag (mm)	Straling tot (kJ)
April	8.5	3.4	13.1	44	36
Mei	13.9	8.1	19.4	52	48
Juni	16.7	10.4	22.1	56	52
Juli	17.7	11.6	23.0	40	48
Augustus	19.5	12.4	26.0	11	46
September	14.1	9.1	19.4	85	29

3.3 Groeiverloop gewassen

Zomerveldbonen en erwten

De veldbonen en erwten in Valthermond werden op 15 april gezaaid en hadden een goede opkomst en regelmatige stand. Ook na de goede start maakten de gewassen een normale ontwikkeling door (foto 5). Het relatief droge seizoen zorgde ervoor dat er nauwelijks ziektenaantasting was, maar was niet optimaal voor de opbrengst. Met name veldbonen hebben vrij veel vocht nodig voor een hoge opbrengst. Op 20 juli zijn daarom alle veldbonen beregend met 35mm; dit voorkomt onregelmatigheid in een proefveld.

De onkruidbestrijding in de veldbonen werd uitgevoerd met een mix van bodemherbiciden op 21 april en gedurende het seizoen 3x een bespuiting met een contactherbicide (17, 23 en 31 mei); op 3 juni werd deze aangevuld met een grassenbestrijding. De ziektedruk bleef door het droge weer zeer beperkt. De veldbonen in de proef met groene en chemische GBM, biostimulanten en bladmeststoffen kregen gewasbespuitingen volgens schema (zie 3.5.2). Op de veldbonen in de bestuivingsproef werd einde bloei één keer een fungicidebespuiting uitgevoerd (28 juni). De erwten kregen alleen na het zaaien een mix van bodemherbiciden en bleven verder onbehandeld.

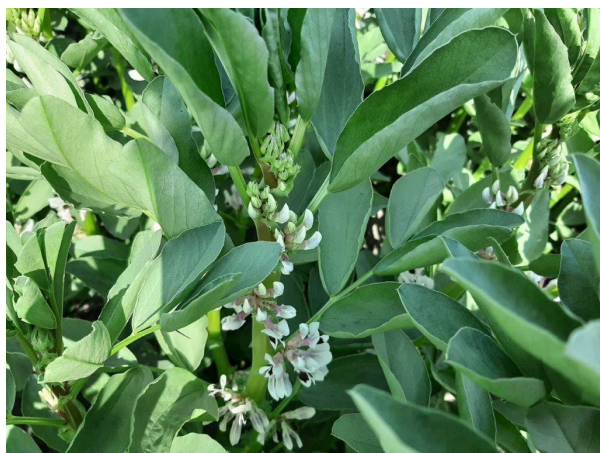


Foto 5 De veldbonen (links, 16 juni) en erwten (rechts, 4 juli) in Valthermond ontwikkelden zich tot mooie volle gewassen.

Lupinen:

Ook de witte en de blauwe lupine hadden in Valthermond een goede opkomst en regelmatige stand. De onkruidbestrijding werd uitgevoerd met een mix van bodemherbiciden op 21 april en gedurende het seizoen een bespuiting met een contactherbicide (31 mei). Dit heeft goed gewerkt, er ontstond geen gewasschade. Er ontwikkelden zich representatieve gewassen (foto 6). De ziektedruk bleef laag, er werd geen fungicidebespuiting uitgevoerd.



Foto 6 *Lupinen in Valthermond (links de witte en rechts de blauwe) hadden een mooie stand (4 juli).*

Hennep:

De hennep in Valthermond werd in eerste instantie op 18 mei gezaaid maar kende een onregelmatige opkomst. Met name USO31 had een (te) lage plantdichtheid. Daarom werd de proef opnieuw gezaaid op 16 juni. Hoewel dit erg laat is voor hennep werd een goed plantenbestand verkregen en ontwikkelde het gewas zich heel snel. Al gauw werd de bodem volledig bedekt en konden onkruiden zich niet meer ontwikkelen. Een onkruidbestrijding was niet nodig. Er ontstond een lang en dicht gewas (foto 7) waaraan op 2 tijdstippen een oogst werd uitgevoerd en waarvan monsters naar Cosun werden gestuurd.



Foto 7 *Ondanks overzaaien in Valthermond vormde de hennep een vrij lang en massaal gewas.*

Klavers

De klavers werden op 15 april gezaaid maar hadden een trage opkomst en begingroei. Met name de witte klaver had een hele trage beginontwikkeling. Pas in juni kwamen de klavers tot enige lengte en volume (foto 8). De witte klaver bleef relatief kort en had een wat onregelmatige stand. Eind juli werd de 1^e snede geoogst onder zeer warme en droge omstandigheden. De hergroei daarna was vanwege het warme en droge weer zeer traag. De witte klaver kwam iets beter terug na het maaien dan de rode.

In de klavers werden geen bespuitingen uitgevoerd. De grootste onkruiden werden handmatig verwijderd en verder bleef de onkruidontwikkeling beperkt tot vooral (straat)gras.



Foto 8 De witte (links) en rode klaver (rechts) kwamen pas in juni tot goede groei in Valthermond.

Winterveldbonen

De winterveldbonen zijn grotendeels volgens plan op 3 tijdstippen gezaaid, te weten 20 oktober en 15 november. Op het geplande 3^e zaaitijdstip van half december kon er niet gezaaid worden; dit tijdstip is uitgesteld naar het vroege voorjaar (febr-mrt) van 2023. Er werd op 3 verschillende zaaidieptes gezaaid, 5, 10 en 15 cm. De opkomst van de 1^e zaai was snel (7 november) en regelmatig. Er waren geen verschillen in opkomstsnelheid tussen de 3 zaaidieptes. De 2^e zaai deed er veel langer over om boven te komen. Eind december kwamen de planten boven.

3.4 Opbrengst wintergranen

Op de locatie Valthermond zijn gewasmonsters genomen uit een perceel wintergerst ten behoeve van het Fascinating project. Doel was om na te gaan hoeveel eiwit er in het voorjaar in een wintergraan (in dit geval wintergerst) zit en of dit een interessante hoeveelheid (van voldoende kwaliteit) is om te winnen. Wintergranen (meestal winterrogge, maar ook andere granen worden gebruikt) worden veelal als (verplichte) groenbemester gezaaid na de teelt van snijmais om N-verlies (N-uitspoeling) te voorkomen. Het gewas wordt vervolgens in het voorjaar voorafgaande aan de volgende snijmaisteelt veelal doodgespoten en ondergewerkt. Het gewas zou ook geoogst kunnen worden als GPS (gehele plant silage) en verwerkt kunnen worden voor het eiwit.

Op 11 mei zijn gewasmonsters genomen, de opbrengst bepaald en zijn er monsters naar Cosun gestuurd voor eiwitanalyses. Het oogsttijdstip werd door Cosun bepaald maar was wat aan de late kant. In de praktijk wordt snijmais veelal in de laatste week van april of de eerste week van mei gezaaid. Oogst van de wintergerst zal derhalve in de praktijk half april/eind april plaatsvinden. De 2 weken extra groeiperiode zal effect hebben gehad op de (drogestof)opbrengst en wellicht ook op het eiwitgehalte, en daarmee op de eiwitopbrengst (tabel 12). Op het tijdstip van oogst was de gerst 85 cm lang en werd de aar net zichtbaar (foto 9). De wintergerst was op 27 oktober gezaaid en had een gangbare 1^e N-bemesting gehad (maart) van 80 kg N per ha.

Tabel 12 Opbrengst wintergerst; Valthermond 2022.

Gewas	Oogst-datum	Opbrengst t/ha vers	ds-%	Opbrengst t/ha ds	%-Ruw eiwit (ds)	Eiwit kg/ha (ds)
Wintergerst	11 mei	54.0	17.8	9.4	17.2	1620

De eiwitopbrengst was met ruim 1600 kg per ha hoog, aanzienlijk hoger dan met een 1^e snede van meerjarig gras (zie Fascinating rapportage 2021). Het ruw eiwitgehalte was vergelijkbaar met gras, de ds-opbrengst veel hoger. Voor Cosun was dit resultaat toch onvoldoende interessant om verder

onderzoek te doen naar een wintergraan voor eiwitproductie. De kwaliteit van het eiwit speelt hierbij ook een rol.



Foto 9 De wintergerst in Valthermond op het tijdstip van oogst (kafnaalden komen tevoorschijn).

3.5 Opbrengst veldbonen

3.5.1 Akkerranden en bestuivers

Hoewel veldbonen in meer of mindere mate zelfbestuivend zijn, speelt bestuiving door insecten een belangrijke rol bij de opbrengstvorming. O.a. recentelijk onderzoek door Inagro in België laat zien dat er grote rasverschillen bestaan in de mate van zelfbestuiving en het effect van insecten. Ook onderzoek door LBI geeft aan dat insectenbestuiving bijdraagt aan een stabiele hoge opbrengst. Bij de bestuivers zijn de verschillende hommelse soorten veelal in de meerderheid. Echter niet alle bloembezoeken door hommels zijn "legitiem" (=bloemen worden aan de voorzijde binnengegaan waarbij bestuiving kan optreden). Vaak wordt er ook ingebroken aan de bloembasis waarbij via een bijtgaatje de honing wordt gestolen zonder de bloem te betreden (foto 10).



Foto 10 Inbraak van hommels aan de basis van veldbonenbloemen (links); rechts de gaatjes.

Bloeiende akkerranden langs of om een veldbonenperceel zouden grote aantallen insecten kunnen aantrekken welke vervolgens vanuit de akkerranden de (bloeiende) veldbonen zouden kunnen bezoeken en bestuiven. Om dit idee te toetsen zijn er zowel in Marwijksoord als Valthermond proeven

aangelegd met en zonder akkerranden. Langs één deel van de veldbonenproef werden akkerranden gezaaid, langs het andere gedeelte niet. De akkerranden bestonden uit een strook Facelia aan de voorzijde van het blok (foto 11), en een strook met een wildmengsel (met diverse soorten zoals o.a. boekweit, korenbloem, gipskruid) langs de achterzijde (foto 4).

Ook zijn er in Valthermond exclusiekooien geplaatst (kooien van insectengaas) over veldjes met veldbonen (15x3m) heen waarbij bestuivers werden verhinderd om de planten in de kooi te bestuiven (foto 11) waardoor op deze veldjes alleen zelfbestuiving mogelijk was. Deze kooien werden kort voor aanvang van de bloei geplaatst (9 juni) en aan het eind van de bloei (11 juli) weer verwijderd. De opbrengst met en zonder gaaskooi is bepaald op 23 augustus.

Van Hall Larenstein heeft diverse keren tellingen gedaan aan bestuivers (hommels, bijen etc.) rondom de proefopstelling met veldbonen in Valthermond (foto 11). Resultaten hiervan in tabel 13.

Insecten tellingen Van Hall Larenstein

In proeven met veldbonen op de locatie Valthermond zijn in de periode van 17-25 juni 2022 metingen gedaan door Van Hall aan (bestuivende) insecten op 2 verschillende plekken (met bloeiende akkerrand en zonder bloeiend akkerrand). Daarnaast zijn metingen gedaan in slootkantvegetatie als referentie. De akkerranden langs de proefveldjes waren ingezaaid met aan één kant Phacelia en aan de andere kant met een bloemenmengsel met o.a. boekweit. Daarnaast was er een controleveld op enige afstand zonder akkerranden.

Er zijn metingen gedaan met kleurvallen en met plakvallen. De vallen zijn geplaatst in de veldbonenveldjes zonder gaaskooi, in de randstroken met en zonder bloemenstroken en bij lokale slootkantvegetatie als referentie.

Analyse bestond uit het determineren tot op soortgroep van de kleurvallen en de plakvallen.

Daarnaast zijn relevante soortgroepen (bijen, zweefvliegen en andere eenvoudig herkenbare soorten) tot op soort gedetermineerd.

Daarnaast zijn er observaties gedaan aan het aantal aanwezige bestuivers in ongeveer 10 min observatietijd per meetpunt, waarbij stapsgewijs langs de strips is gelopen.

Bijen en hommels zijn de belangrijkste bestuivers bij veldbonen.

Resultaten kleurvallen

De bloemenranden lijkt niet meer bijen te lokken naar vallen in de veldbonen, eerder wat minder, maar bij de lage aantallen is dat moeilijk te stellen.

Valthermond			Met Bloemenrand							Zonder Bloemenrand						
			Veldbonen			Tota	BR	BR2	REF	Veldbonen			Tota	BR	BR2	REF
			1	2	3	gem	PHA	BW	Sloot	1	2	3	gem	VB	VB	Sloot
Bijen en Hommels			1	2	3	gem				1	2	3	gem			
	Andrenidae	Grote roetbij	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	1	2
	Apidae	Aardhommel	2	0	0	0.7	2	0	0	0	1	1	0.7	0	1	0
	Apidae	Honingbij	0	1	0	0.3	1	0	0	0	0	1	0.3	0	0	0
	Apidae	Tuinhommel	0	0	0	0.0	0	0	0	1	0	0	0.3	1	1	0
	Apidae	Veldhommel	1	0	0	0.3	0	0	0	0	1	0	0.3	0	0	0
	Halictidae	Gewone geurgroefbij	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	1	0.3	0	0	0
	Halictidae	Gewone smaragdgroefbij	0	0	0	0.0	0	0	2	0	0	0	0.0	0	0	1
	Halictidae	Parkbronsgroefbij	1	0	0	0.3	1	0	0	0	0	0	0.0	0	0	0
	Megachilidae	Gewone behangersbij	0	0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0	1
	Melittidae	Klokjesdikpoot	0	0	0	0.0	0	0	0	1	0	0	0.3	0	0	0
	Melittidae	Pluimvoetbij	3	2	0	1.7	0	0	0	1	5	0	2.0	3	3	1
aantal individuen			7	3	0	3.3	4	0	2	3	7	3	4.3	4	6	5
aantal soorten			4	2	0	5	3	0	1	3	3	3	7	2	4	3
aantal bestuivers			2	1	0	1.0	3	0	0	1	1	2	1.3	1	2	0
aantal soorten bestuivers			1	1	0	2	2	0	0	1	1	2	3	1	2	0

Resultaten plakvallen

Grote diversiteit aan insecten zijn geteld, veelal andere insectensoorten dan degene die de veldbonen bestuiven. Zonder op de aantallen in te gaan lijken de insectenaantallen en wellicht ook insectendiversiteit in Valthermond lager te zijn dan bij SPNA Kollumerwaard.

Resultaten observaties

Bij de observaties zijn alle aanwezige honingbijen en hommels geteld in 10 min tijd over een 12m lengte met een geschat overzicht oppervlak van 1.5m. Er zijn 5 observaties gedaan in Valthermond en 6 bij SPNA van tussen de 7 en 10 minuten. Bij de observaties zijn 436 hommels en honingbijen geteld. De aantallen zijn weergegeven per observatieronde gemiddeld per minuut (om te corrigeren voor observatietijd).

	bestuivers	opnames
	#	#
Aardhommel	236.00	11
Akkerhommel	9.00	11
Steenhommel	10.00	11
Tuinhommel	1.00	11
Hommel overig	12.00	11
Honingbij	168.00	11

Bij SPNA zijn wat minder hommels en ongeveer gelijke hoeveelheden honingbijen gezien vergeleken met Valthermond.

Lokatie	SPNA Kollumerwaard		Valthermond	
	# bestuivers	#/min	# bestuivers	#/min
	gem	gem	gem	gem
Aardhommel	14.33	1.39	30.00	3.91
Akkerhommel	0.00	0.00	1.80	0.24
Steenhommel	0.17	0.02	1.80	0.24
Tuinhommel	0.00	0.00	0.20	0.02
Hommel overig	1.33	0.12	0.80	0.08
Honingbij	15.83	1.53	14.60	1.96

De grootste aantallen aardhommels en honingbijen zijn vooral in de Phacelia-rand gevonden. Ook in de veldbonen zijn relatief veel hommels en honingbijen gezien.

Plots	Bloemenrand plots			Controle plots		
	Phacelia	Boekweit	Veldbonen	VB/gras	VB/gras	Veldbonen
	#/min	#/min	#/min	#/min	#/min	#/min
	gem	gem	gem	gem	gem	gem
Aardhommel	10.21	0.22	1.3	1	0.55	0.94
Akkerhomme	0.35	0	0.15	0.1	0	0
Steenhomme	0.07	0.38	0	0	0	0.19
Tuinhommel	0	0	0	0.05	0	0
Hommel overig	0	0	0.14	0.1	0.28	0.18
Honingbij	4.09	0.23	3.26	0.48	0.46	1.2

In de Veldbonen zijn Hommels en Honingbijen gezien als bestuivende bloembezoeker (de bloem in en daarmee actief bestuivend), als rover (nectar halen bij een gat in de voet van de bloem) en als extrafloraal nectarklier bezoeker. De hommels leken meer de bloemen effectief bestuivend te bezoeken dan de Honingbijen.

Veldbonen	Aantal	Aantal per minuut					effectief
	# bestuivers	totaal	vliegend	in bloem	rovend	extrafloraal	bezoek
	gem	gem	gem	gem	gem	gem	%
Aardhommel	10.00	1.12	0.12	0.60	0.38	0.02	60
Akkerhommel	0.50	0.08	0.00	0.04	0.04	0.00	50
Steenhommel	1.00	0.09	0.02	0.05	0.02	0.00	71
Honingbij	17.75	2.23	0.35	0.50	0.61	0.77	27

Eerste voorzichtige conclusie: Er werden niet meer hommels geteld in de veldbonen door de bloemenranden.



Foto 11 Gaaskooien(exclusietenten) die insecten verhinderden om de veldbonen te bestuiven (links); akkerrand met facelia langs veldbonenproef (rechts).

Effect van bestuivers op opbrengst

Op 2 gedeelten van het Fascinating proefperceel in Valthermond die ca. 260 m uit elkaar lagen (zie bijlage 2) werden veldbonen uitgezaaid voor een onderzoek naar het effect van bestuivers. Op beide gedeelten werden 3 veldjes overkapt.

Behalve het uitsluiten van insecten heeft het plaatsen van een gaaskooi ook effect op de groeiomstandigheden van de veldbonen. Zo was het gewas in een gaaskooi significant langer dan in het open veld (tabel 14).

Tabel 14 Effect van akkerrand en gaaskooi op opbrengst van veldbonen; Valthermond 2022.

Object	Akkerrand	Gaaskooi	gewas- lengte (cm)	vocht% bij oogst	Opbrengst (kg/ha,15%)	% ruw eiwit (ds)	eiwit kg/ha (ds)
A	nee	nee	120	10.1	6100	29.1	1510
B	nee	ja	133	11.6	5950	30.3	1530
		lsd	11	1.0	660		170
C	ja	nee	104	9.0	8710	31.4	2325
D	ja	ja	125	10.3	7540	31.3	2010
		lsd	11	1.0	660		170

Op het gedeelte zonder akkerranden was de opbrengst van de veldbonen in het open veld 6.1 t/ha. Onder een gaaskooi was deze opbrengst slechts 0.15 t/ha lager. Het uitsluiten van insecten had op deze plek (dus zonder de extra aantrekkingskracht van een bloeiende akkerrand) geen significant lagere opbrengst tot gevolg. Ofwel, de zelfbestuiving was geheel verantwoordelijk voor de opbrengstvorming.

Op het gedeelte van het perceel waar de akkerranden langs het proefstuk waren gezaaid was de opbrengst in het open veld 8.7 t/ha, zo'n 2.6 ton hoger dan in de vergelijkbare situatie zonder akkerranden. Dit verschil is niet zonder meer aan de akkerranden toe te schrijven. Omdat er een grote afstand was tussen beide delen van de proef is het goed mogelijk dat er een verschil is in bodem- en groeiomstandigheden. Beide situaties zijn dus niet zonder meer met elkaar te vergelijken. Wel kon het effect van het uitsluiten van insecten op de opbrengst worden vastgesteld: was dit in de situatie zonder akkerranden niet aanwezig, bij de situatie met akkerranden was dit effect bijna 1.2 t/ha. Het lijkt erop dat de akkerranden meer insecten hebben aangetrokken en dat deze ook een positief effect op de bestuiving en de opbrengst hebben gehad. Dit wordt echter niet ondersteund door de tellingen van Van Hall (zie hiervoor).

Er moet wel worden opgemerkt dat het effect is vastgesteld in veldjes direct naast de akkerranden. Het is de vraag hoever dit effect reikt op een (groot) praktijkperceel.

Opbrengstanalyse aan veldbonenplanten

Van elk veldje in de akkerrandenproef zijn kort voor de oogst 10 planten verzameld en in het lab zijn hieraan de verschillende opbrengstcomponenten bepaald. Doel was om na te gaan waar de opbrengstverschillen uit tabel 14 aan toe te schrijven zijn.

Tabel 15 Effect van akkerrand en gaaskooi op gewascomponenten veldbonen; Valthermond 2022.

	Geen Akkerrand Geen gaaskooi	Geen Akkerrand Wel gaaskooi	Isd (0.05)	Wel akkerrand Geen gaaskooi	Wel akkerrand Wel gaaskooi	Isd (0.05)
gewaslengte	120 cm	133 cm	11 cm	104 cm	125 cm	11 cm
etages met peulen	6.3	9.2	1.4	8.2	12.0	1.4
peulen per plant						
groot	10.4	10.8	2.4	15.4	15.0	2.4
klein met 1 boon	0.5	2.1	1.1	0.3	2.0	1.1
klein zonder boon	0.5	0.5	0.7	1.1	1.1	0.7
totaal met boon	10.9	12.9	2.5	15.7	17.0	2.5
peulen per etage	1.7	1.4	0.2	1.9	1.4	0.2
bonen per peul	3.2	2.6	0.5	3.6	3.0	0.5
bonen per plant	35.3	33.3	10.4	56.5	50.5	10.4
1000-kg	590	699	44	566	635	44
gewicht per plant	20.9	23.1	6.1	31.9	32.0	6.1

In het proefstuk zonder akkerranden bleek er geen (significant) verschil te bestaan in: het aantal peulen per plant, het aantal bonen per plant en het gewicht aan bonen per plant. Dit laatste sluit aan bij de combineopbrengsten die ook lieten zien dat er geen verschil was binnen de gaaskooi en daarbuiten. Wel waren de planten buiten de kooi korter en hadden ze minder etages met peulen maar dit werd gecompenseerd door iets meer peulen per etage en bonen per peul. Het duizendkorrelgewicht van de bonen was weer lager dan in de gaaskooi maar het totaal aan gewascomponenten kwam uiteindelijk uit op een niet significant verschillend gewicht per plant.

In het proefstuk met akkerranden bleek er (net als bij het proefstuk zonder) geen (significant) verschil te bestaan in: het aantal peulen per plant, het aantal bonen per plant en het gewicht aan bonen per plant. Ook waren de planten (net als bij het proefstuk zonder) buiten de kooi korter en hadden ze minder etages met peulen maar werd dit gecompenseerd door iets meer peulen per etage en bonen per peul. Het duizendkorrelgewicht van de bonen was ook weer lager dan in de gaaskooi maar het totaal aan gewascomponenten kwam uiteindelijk uit op een niet significant verschillend gewicht per plant. Dit laatste sluit echter niet aan bij de combineopbrengsten die lieten zien dat er een groot en significant verschil was binnen de gaaskooi en daarbuiten.

Het grote verschil in opbrengst tussen beide proefstukken (6 t/ha en 7.5-8.5 t/ha) lijkt toe te schrijven te zijn aan het veel hogere aantal peulen per plant op het gedeelte met akkerranden.

3.5.2 Ziektebestrijding

Veldbonen kunnen worden aangetast door verschillende bladziekten. De belangrijkste hiervan zijn de chocoladevlekkenziekte (*Botrytis fabae*), de bladvlekkenziekte (*Ascochyta fabae*), de grauwe schimmel (*Botrytis cinerea*) en de bruine roest (*Puccinia fabae*). Het risico op aantasting door de eerste drie is vooral groot tijdens de bloeiperiode met name als het wisselvallig weer is. Vallende bloembladjes die blijven plakken aan het gewas, en ook of kleine beschadigingen, vormen veelal een invalspoort voor deze bladschimmels. Na de bloei, tijdens de afrijpings-periode, kan er door bruine roest nog een flinke gewasaantasting optreden. De bladschimmels tasten het blad aan waardoor deze volledig verbruinen en uiteindelijk afvallen. Door verlies aan groen bladoppervlak kan dit, vooral tijdens regenachtige perioden tijdens en na de bloei, gemakkelijk leiden tot een flinke opbrengstderving van wel 25-30%. Er zijn enkele fungiciden toegelaten om een veldbonengewas te beschermen tegen deze schimmels. Hiervoor is het noodzakelijk dat de bespuitingen preventief worden ingezet, dus voordat of zodra de 1^e symptomen zichtbaar worden.

Daarnaast zijn er de laatste jaren steeds meer zogenaamde "groene" gewasbeschermingsmiddelen op de markt waaronder diverse schimmelbestrijders. Veelal zijn dit bacteriepreparaten die tegen bepaalde soorten schimmels kunnen worden ingezet. In een vrij grote veldproef (17 objecten in 3 herhalingen) in Valthermond zijn diverse chemische- en groene gewasbeschermingsmiddelen getest op hun werking tegen bladschimmels in veldbonen. Ook bladmeststoffen en biostimulanten waren opgenomen in het spuitschema. Op 3 tijdstippen werd er gespoten (tabel 16). Het 1^e tijdstip was bij begin bloei, het 2^e tijdstip bij midden bloei en het 3^e tijdstip bij einde bloei. Op 23 augustus werd de proef onder warme

en droge omstandigheden geoogst; het vochtgehalte van de bonen was bij de oogst gemiddeld 9.5% en verschilde niet per object.

Tabel 16 Opbrengst fungicideproef veldbonen; Valthermond 2022.

Object	T1 (10 juni)	T2 (22 juni)	T3 (5 juli)	Groen blad (12 aug)	Opbrengst (kg/ha,15%)
A	---	---	---	2.7	4900
B	Middel P	---	---	3.0	4900
C	Middel P	---	Middel P	4.7	5150
D	Middel A	---	Middel A	4.3	5085
E	Middel S1	---	Middel S1	3.0	5082
F	Middel S2	---	Middel S2	3.0	5015
G	Middel S3	---	Middel S3	4.0	5028
H	Middel Z	Middel Z	Middel Z	2.7	5013
J	Middel M	Middel M	Middel M	2.0	5153
K	Middel T	Middel T	Middel T	1.3	5046
L	Middel B	Middel B	Middel B	2.7	4962
M	Middel T2	Middel T2	Middel T2	2.0	5198
N	Middel C	Middel C	Middel C	2.3	4892
P	Middel P + W	---	Middel P + W	5.3	5087
R	Middel EB	Middel EB	Middel EB	2.0	4806
S	Middel P	Middel T2	Middel T2	3.3	4978
T	Middel P + Middel B + Middel Z	---	Middel A + Middel B + Middel Z	4.7	5036
Isd				1.9	460
Fprob				0.01	0.96

De meeste van de toegepaste middelen waren op het moment van spuiten (nog) niet toegelaten in veldbonen. Door het zeer warme en droge weer werden er tijdens de bloei en de afrijpingsperiode nauwelijks bladschimmels waargenomen (foto 12). Hier en daar enkele chocoladevlekken en tegen het eind wat bladvlekken en roest. Elf dagen voor de oogst werd de proef beoordeeld op de mate van afrijping/groen blad. Door ziekteaantasting verliest het gewas eerder z'n groene blad en rijpt vroeger af. Dit gaat ten koste van de opbrengst. De objecten J,K,M,N,R waren het verst in afrijping en hadden het minste groene blad (tabel 16); zelfs iets minder groen blad dan het onbehandelde object (hoewel de verschillen klein en niet significant waren). De objecten waarbij op T3 met Middel P of Middel A (toegelaten fungiciden) waren gespoten (C,D,P,T) bleven het langste groen. Uiteindelijk bleek geen van de objecten een significant effect te hebben gehad op de opbrengst. Het onbehandelde object leverde een opbrengst van 4.9 t/ha op en alle andere behandelingen zaten tussen de 4.8 en 5.2 t/ha (tabel 16).



Foto 12 Op 27 juli waren de veldbonen nog groen en gezond; weinig aantasting in de GBM-proef.

3.6 Opbrengst erwten, lupinen en klavers

Gele erwt

Het vochtgehalte van zowel de gele- als de groene erwt was bij de oogst met ca. 7.5% extreem laag (tabel 17). De erwten waren door het warme en zonnige weer sterk afgerijpt en ingedroogd (foto 13). De opbrengst van de gele erwt (4.3 t/ha bij 15% vocht) was niet hoog en ook een stuk lager dan in 2021 (5.7 t/ha). Het eiwitgehalte was met ruim 23% op een gemiddeld niveau en ook de zaadopbrengst was gemiddeld waardoor ook de eiwitopbrengst per ha niet hoog was (ca. 850 kg/ha).



Foto 13 Doodrijpe erwten (links), die minder problemen met legering gaven dan in 2021; 15 augustus 2022, Valthermond.

Groene erwt

De groene erwt deed het in 2022 iets beter dan de gele erwt (tabel 17) in tegenstelling tot in 2021 toen de gele erwt veel meer opbracht dan de groene. In 2021 trad er bij de groene erwt aan het eind van het seizoen sterke legering op en was het gewas moeilijk te oogsten en traden er oogstverliezen op. In 2022 bleef zowel de gele als de groene erwt tot aan de oogst vrij goed overeind staan (foto 13). Het eiwitgehalte was met bijna 23% op een gemiddeld niveau en ook de zaadopbrengst was gemiddeld waardoor ook de eiwitopbrengst per ha niet hoog was (ca. 900 kg/ha).

Van de groene erwt werd in Valthermond tijdens het seizoen ook een vers gewasmonster genomen en naar Cosun gestuurd voor een eiwitanalyse. Het monster werd op 6 juli genomen op het moment dat het gewas in volle bloei stond en de eerste peultjes zich onderin het gewas begonnen te vormen. De verse opbrengst (gehele gewas werd bij de grond afgesneden) was 26.9 t/ha met een ds-gehalte van 18.4%. De drogestof-opbrengst was daarmee 5.0 t/ha. Het eiwitgehalte was 10.8% (ds-basis) en de eiwitopbrengst 539 kg per ha (ds-basis).

Witte lupine

De opbrengst van de witte lupine was met 4 t/ha bij 15% vocht (tabel 17) heel hoog en ook aanzienlijk hoger dan in 2021 (2.7 t/ha). In 2021 ondervond de witte lupine gewasschade door een herbicidebespuiting en dit heeft de opbrengst toen vermoedelijk beperkt. Het opbrengstniveau van de witte lupine in Valthermond was ook hoger dan in Marwijksoord (3.4 t/ha). Het vochtgehalte van de witte lupine was bij de oogst echter veel te hoog (ruim 30%). Dit betekent dat de zaden na de oogst flink teruggedroogd dienen te worden om deze te kunnen bewaren, en dat rekening moet worden gehouden met droogkosten.

Het eiwitgehalte van de witte lupine was gemiddeld (ca. 34%) maar door de hoge opbrengst kwam de eiwitopbrengst per ha toch ruim boven de 1000 kg per ha uit (1161 kg/ha).

Blauwe lupine

Bij de blauwe lupine trad halverwege augustus zaadverlies op door het openspringen van peulen (foto 14). Het gewas was nog niet volledig afgerijpt maar vanwege de zaadverliezen werd er besloten toch te oogsten. De opbrengst was mede door de zaadverliezen laag (tabel 17). Het vochtgehalte van de zaden was bij de (noodgedwongen vroege) oogst veel te hoog.

Aan de blauwe lupine is geen eiwitanalyse uitgevoerd.

Tabel 17 Opbrengst (eiwit)gewassen proevenplatform; Valthermond 2022.

Gewas	Oogst-datum	Op-brengst t/ha vers	ds -%	Vocht-%	Op-brengst t/ha ds	Op-brengst t/ha, 15%	% Ruw eiwit (ds)	Eiwit kg/ha (ds)
Erwten (groen)	15 aug	3.5		7.3	4.0	4.7	22.6	907
Erwten (geel)	15 aug	3.2		7.7	3.6	4.3	23.4	852
Lupine (wit)	25 aug	3.9		30.8	3.4	4.0	34.3	1161
Lupine (blauw)	15 aug	2.2		32.5	1.9	2.2	--	--
Klaver (wit)	27 jul	14.3	15.7		2.3		19.5	438
	13 okt	3.3	15.6		0.5		--	--
	totaal	16.6			2.8			546*
Klaver (rood)	27 jul	21.2	22.5		4.8		13.7	653
	13 okt	11.6	17.0		2.0		--	--
	totaal	32.8			6.8			932*

* Ervan uitgaande dat het eiwitgehalte van de 2^e oogst gelijk is aan dat van de 1^e oogst



Foto 14 De blauwe lupine werd op 15 augustus geoogst in Valthermond; gewas nog vrij groen maar peulen rijp (links) en zaden beginnen uit te vallen (rechts).

Klavers

Eind juli werd de 1^e snede geoogst onder zeer warme en droge omstandigheden. De hergroei daarna was vanwege het droge weer zeer traag. De witte klaver kwam iets beter terug na het maaien dan de rode. De totale drogestof opbrengst van de rode klaver was met bijna 7 t/ha (tabel 17) beneden gemiddeld en die van de witte klaver was laag (2.8 t/ha). Rode klaver kan in het 1^e jaar van zaaien wel 8 t/ha drogestof opbrengen en witte klaver wel 4 t/ha.

Het eiwitgehalte van de rode klaver was bij de 1^e oogst bijna 14%; aan de 2^e oogst is geen eiwitanalyse uitgevoerd. Ervan uitgaande dat dit eiwitgehalte gelijk zou zijn geweest aan dat van de 1^e oogst zou de totale eiwitopbrengst per ha uitgekomen zijn op ruim 900 kg/ha.

Hoewel het eiwitgehalte van de witte klaver aanzienlijk hoger was dan van de rode klaver (bijna 20% tov bijna 14%) zou de totale opbrengst van beide oogsten voor dit gewas uitgekomen zijn op niet meer dan ruim 500 kg/ha.

3.7 Opbrengst hennep

In 2022 zijn er op het proefveld in Valthermond 2 verschillende hennepassen (USO31 en Fedora) uitgezaaid en bij beide rassen werden 2 N-bemestingsniveau's aangelegd (100 en 150 kg N/ha). Op 27 juli en 30 augustus werd de hennep geoogst en bemonsterd. De drogestofopbrengst van het gehele gewas nam toe van gemiddeld ca. 4-5.5 t/ha (resp. USO31 en Fedora) op het 1^e tijdstip tot ca. 9.5-13.5 t/ha op het 2^e tijdstip. Op beide oogstmomenten leverde Fedora een significant hogere opbrengst dan USO31 (tabel 18) en was er geen significant verschil tussen de beide N-bemestingsobjecten.

Tabel 18 Opbrengst hennepproef; Valthermond 2022.

Oogstdatum 27 juli		USO31 100 N	USO31 150 N	Fedora 100 N	Fedora 150 N	USO31 gem	Fedora gem	Isd (0.05)
gewaslengte (cm)		180	172	188	185	176	186	11
opbrengst vers (t/ha)	stengel	19.4	20.3	23.7	25.7	19.9	24.7	3.9
	groen blad	7.4	7.6	7.3	7.9	7.5	7.6	1.3
	totaal	27.4	29.0	32.1	34.7	28.2	33.4	5.1
droge stof %	stengel	12.6	11.8	14.7	14.6	12.2	14.7	0.7
	groen blad	19.7	19.3	20.5	21.2	19.5	20.9	1.3
opbrengst ds (t/ha)	stengel	2.4	2.4	3.5	3.8	2.4	3.6	0.3
	groen blad	1.5	1.5	1.5	1.7	1.5	1.6	0.2
	totaal	4.0	4.1	5.2	5.7	4.1	5.5	0.5
eiwitgehalte (ds)	groen blad	30.0	24.8	26.6	28.4			
eiwitopbrengst (kg/ha)	groen blad	437	364	398	476			

Oogstdatum 30 aug		USO 31 100 N	USO 31 150 N	Fedora 100 N	Fedora 150 N	USO 31 gem	Fedora gem	Isd (0.05)
gewaslengte (cm)		277	285	295	275	281	285	52
opbrengst vers (t/ha)	stengel	26.4	26.8	34.2	34.8	26.6	34.5	4.3
	groen blad	6.8	7.1	12.0	9.3	6.9	10.7	3.9
	totaal	33.7	34.3	46.4	44.1	34.0	45.2	6.7
droge stof %	stengel	31.1	28.6	31.9	29.5	29.9	30.7	3.2
	groen blad	23.4	22.5	21.7	22.9	22.9	22.3	2.0
opbrengst ds (t/ha)	stengel	8.2	7.7	10.9	10.3	8.0	10.6	1.6
	groen blad	1.6	1.6	2.6	2.1	1.6	2.4	0.9
	totaal	9.9	9.4	13.5	12.4	9.7	13.0	1.9
eiwitgehalte (ds)	groen blad	24.6	23.4	27.0	25.3			
eiwitopbrengst (kg/ha)	groen blad	391	373	703	539			

Het meest interessant voor de winning van eiwit zijn de groene bladeren. De hogere opbrengst van Fedora was op het 1^e oogsttijdstip echter vooral te danken aan een hogere stengelopbrengst. De hoeveelheid blad was bij beide rassen nagenoeg gelijk. Op het 2^e oogsttijdstip was net alleen de totale ds-opbrengst maar ook de opbrengst aan groen blad bij Fedora significant hoger. Opvallend was dat bij USO31 de hoeveelheid groen blad (zowel op verse basis als drogestof basis) niet was toegenomen bij een later oogsttijdstip. Bij Fedora was dit wel het geval (van 1.6 t/ha tot 2.4 t/ha drogestof). Het aandeel blad in de totale drogestof-productie nam overigens sterk af gedurende het seizoen van 29-37% op het 1^e tijdstip tot 16-18% op het 2^e tijdstip. De gewasgroei en toename van de drogestof productie was vooral terug te vinden in het stengelaandeel.

Het eiwitgehalte van de hennepbladeren was in Valthermond aanzienlijk hoger dan in Marwijksoord. Het varieerde tussen ca. 23% en 30% waarbij er geen duidelijk verschil was tussen de beide rassen en de beide N-giften. Wel leek het eiwitgehalte op het 2^e oogsttijdstip iets lager dan bij het 1^e oogsttijdstip.

De eiwitopbrengst lag op het 1^e tijdstip rond de 350-450 kg per ha en was niet duidelijk verschillend tussen beide rassen en N-giften.

Op het 2^e oogsttijdstip was er een verschil tussen beide rassen. Terwijl bij USO31 de eiwitopbrengst ongeveer gelijk was aan het niveau bij het 1^e tijdstip (rond de 400 kg/ha), was de eiwitopbrengst bij Fedora aanzienlijk hoger (ca. 500-700 kg/ha). Dit was met name het gevolg van een hogere opbrengst aan groen blad. Fedora lijkt daarmee een iets bladrijker ras te zijn en wellicht interessant voor een productie van eiwit uit groen blad.

4 Samenvatting en conclusies

Op de WUR locaties 't Kompas (Valthermond, dalgrond) en Kooijenburg (Marwijksoord, zandgrond) zijn in 2022 proeven met eiwitgewassen uitgevoerd in het kader van het project Fascinating. Op een daarvoor ingericht perceel zijn veldbonen, erwten (groene en gele), lupinen (blauwe en witte), klavers (witte en rode) en hennep uitgezaaid. Van al deze gewassen werd de opbrengst bepaald (verse- en drogestof-opbrengst) en werden gewasmonsters en monsters van het oogstproduct verstuurd naar de verwerkers Cosun en Avebe voor bepaling van het (ruw) eiwitgehalte en de eiwitkwaliteit.

De groei en ontwikkeling op beide locaties was van de meeste gewassen zeer voorspoedig en er ontstonden regelmatige en representatieve proefvelden. Alleen de klavers (Valthermond) hadden een trage start en kwamen pas laat op gang. Verder had één van de hennepassen een matige opkomst en daarom werd besloten om de proef in Valthermond over te zaaien.

De opbrengst van de gewassen was gemiddeld tot goed, bijvoorbeeld 6-8.5 t/ha voor veldbonen, 4-5 t/ha voor erwten en 2-4 t/ha voor de lupinen.

Het ruw eiwitgehalte was voor alle erwten, bonen en lupinen gemiddeld tot goed en door de goede opbrengsten was ook de eiwitopbrengst per ha voor de meeste zaadgewassen vrij hoog. Veldboon was het meest interessante, perspectiefvolle zaadgewas. Maar ook witte lupine en (gele) erwt bieden goede mogelijkheden om een interessante hoeveelheid eiwit per ha te produceren.

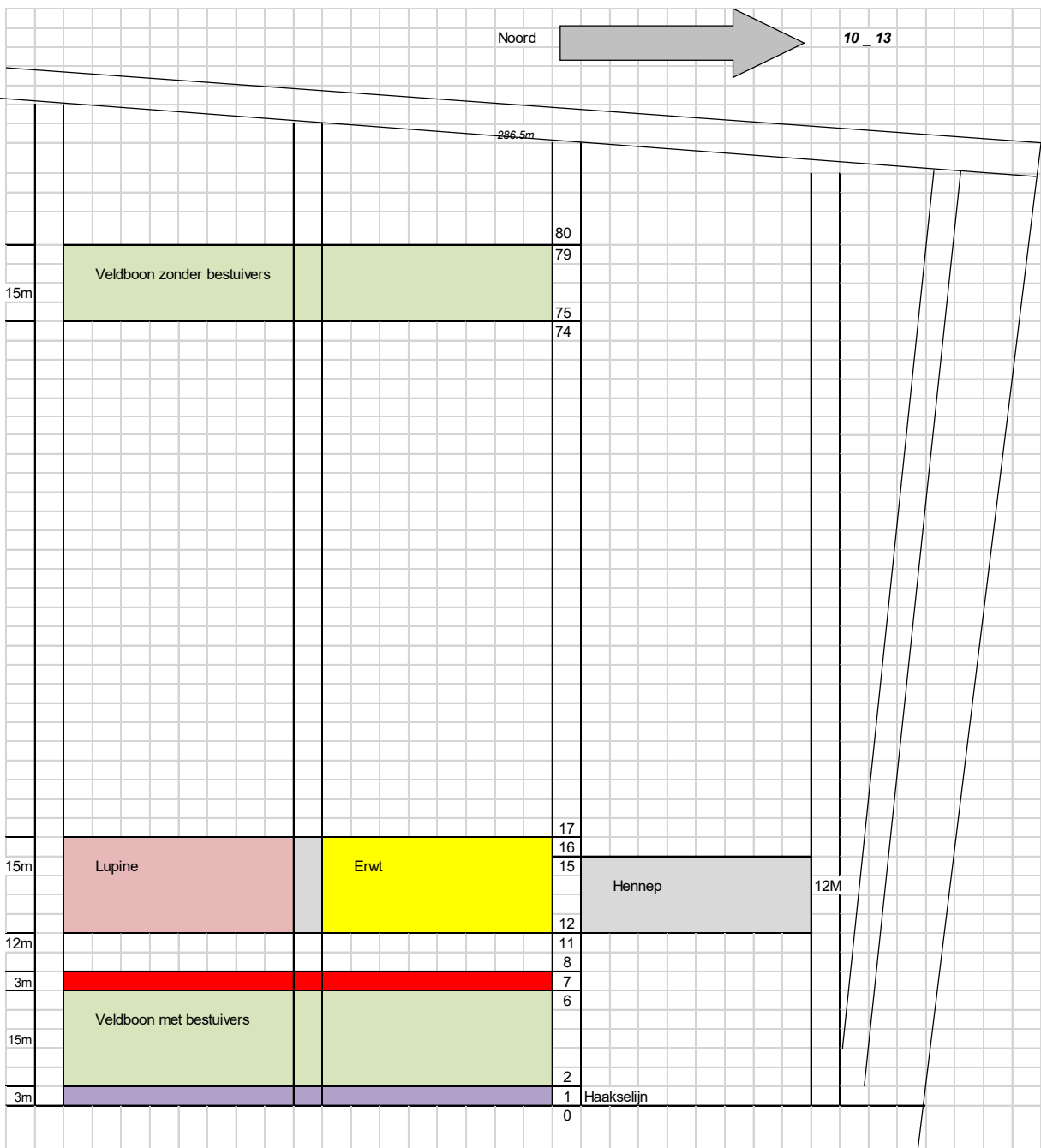
Bij veldbonen is het effect van diverse fungiciden (groene en chemische), biostimulanten en bladmeststoffen onderzocht op de gezondheid van het gewas en de opbrengst. Helaas was er dit jaar nauwelijks aantasting door bladschimmels en konden er geen verschillen worden vastgesteld tussen behandelde en onbehandelde veldjes. Omdat bekend is dat bladschimmels ernstig opbrengstverlies tot gevolg kunnen hebben is voortzetting van dit onderzoek belangrijk.

Ook is er onderzoek gedaan naar het stimuleren van de belangrijkste bestuivers bij veldbonen (hommels en bijen) op de peul- en zaadvorming en daarmee op de opbrengst. Er zijn aanwijzingen gevonden dat de bestuivers substantieel bijdragen aan de opbrengst (meeropbrengst soms >1 ton/ha) maar dit was niet op alle locaties en proefstukken even duidelijk. Vervolgonderzoek is gewenst.

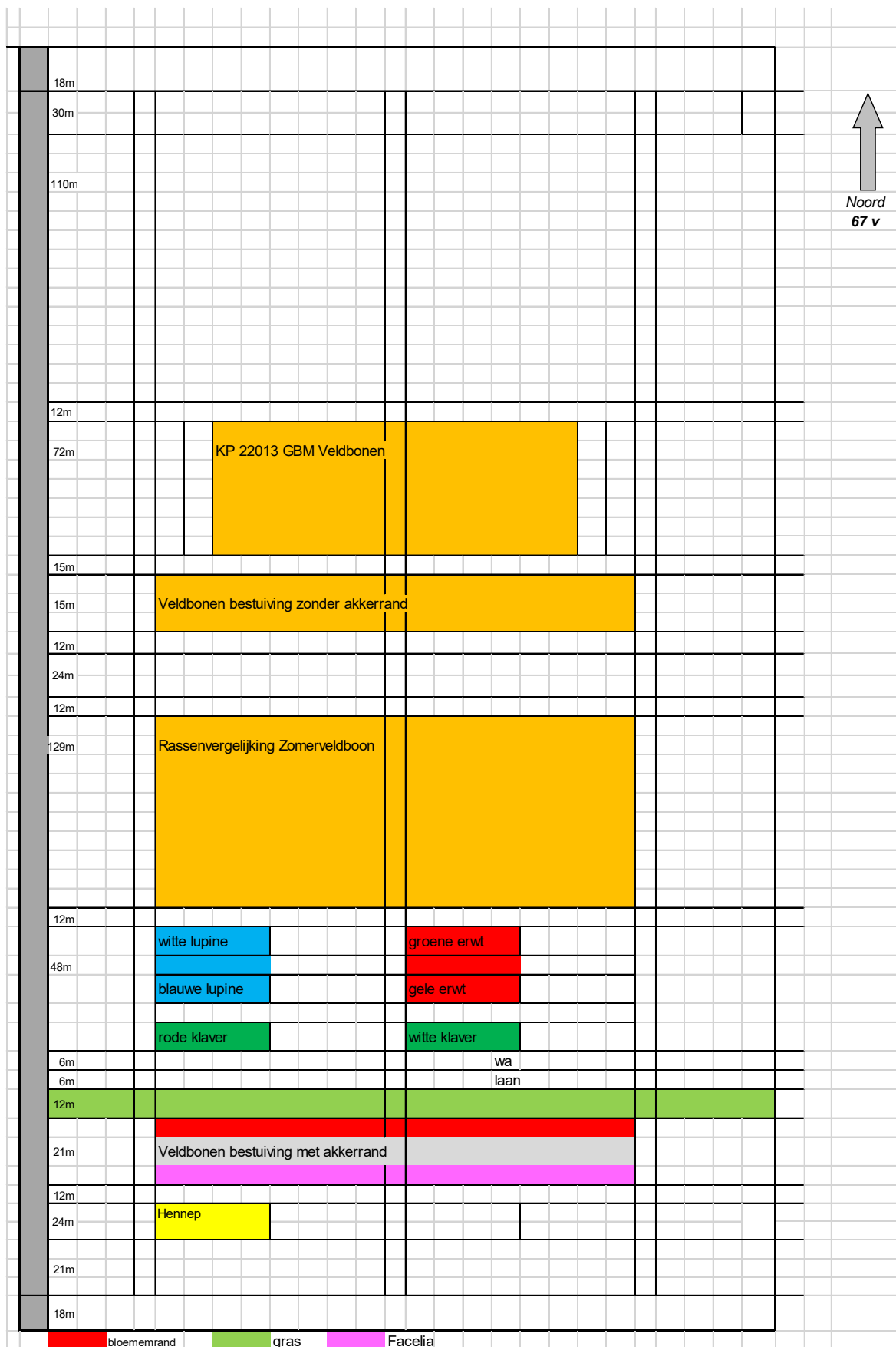
De gewassen waarbij het gaat om de verse, groene, biomassa-productie (witte en rode klaver en hennep) gaven representatieve opbrengsten. Door de verwerker werden hieraan het eiwitgehalte en de eiwitkwaliteit bepaald. Ook aan enkele wintergranen en aan het verse materiaal van een erwtengegewas werden deze analyses uitgevoerd. Conclusie was dat geen van deze gewassen op dit moment voldoende perspectief biedt om het onderzoek hieraan binnen Fascinating voort te zetten.

De verwerkers Cosun en Avebe hebben op basis van de voorliggende resultaten en van elkaar verschillende doelstellingen en uitgangspunten, hun eigen conclusies getrokken t.a.v. het perspectief van verschillende gewassen voor vervolgonderzoek.

Bijlage 1 Proefveldschema Fascinating Marwijksoord 2022



Bijlage 2 Proefveldschema Fascinating Valthermond 2022



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen University & Research

Open Teelten

Edelhertweg 1

Postbus 430

8200 AK Lelystad

T (+31)320 29 11 11

www.wur.nl/openteelten

Rapport WPR-OT-1015

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.800 medewerkers (6,000 fte) en 12.900 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
