

# Controlled traffic farming Seizoensrijpaden

*Overzichtsrapportage 2020-2023*



*Onderzoek uitgevoerd door SPNA Agroresearch, in opdracht van de BO Akkerbouw*



# Controlled traffic farming Seizoensrijpaden

## *Overzichtsrapportage 2020-2023*

Opdrachtgevers: BO Akkerbouw

Auteur: Kirsten Berghuis

SPNA Projectnummer: 928

BO Akkerbouw projectnummer: O20011

Onderzoekslocatie: SPNA Ebelsheerd, Nieuw Beerta

Datum: Januari 2024

### **SPNA**

#### **Locatie Kollumerwaard**

Hooge Zuidwal 1

9853 TJ Munnekezijl

#### **Locatie Ebelsheerd**

Hoofdweg 26

9687 PL Nieuw Beerta

*Niks uit deze publicatie mag worden gekopieerd of elders worden gebruikt, zonder berichtgeving aan SPNA Agresearch, en altijd onder vermelding van de bron.*

## Inhoudsopgave

1.	Inleiding .....	4
2.	Proefopzet en uitvoering.....	6
2.1	Proefopzet.....	6
2.2	Uitvoering activiteiten.....	6
2.3	Uitvoering van metingen en waarnemingen.....	7
2.3.1	Waarnemingen gewas.....	7
2.3.2	Waarnemingen bodem.....	7
2.3.3	Opbrengstbepalingen.....	7
2.4	Statistische analyse .....	7
3.	Resultaten.....	8
3.1	Biologische teeltsysteem.....	8
3.1.1	2020 Pompoen .....	8
3.1.2	2021, erwt .....	9
3.1.3	2022, zomertarwe .....	10
3.2	Gangbaar teeltsysteem .....	10
3.2.1	2021, wintertarwe .....	10
3.2.2	2022, wintertarwe .....	12
3.2.3	2023, wintergerst .....	14
3.3	Financiële gevolgen van seizoenrijpaden.....	15
3.3.1	Kosten seizoenrijpaden .....	15
3.3.2	Opbrengsten.....	17
4.	Conclusie.....	19
4.1	Biologisch teeltsysteem.....	19
4.2	Gangbaar teeltsysteem .....	19
4.3	Financiële gevolgen van seizoenrijpaden.....	20
4.4	Ervaringen seizoenrijpaden bedrijfsleider Arjan Hofstee .....	21
	Bijlage 1: Proefveldschema biologisch perceel .....	22
	Bijlage 2: Proefveldschema gangbaar perceel .....	23
	Bijlage 3: Tabellen met indringingsweerstand .....	24

## 1. Inleiding

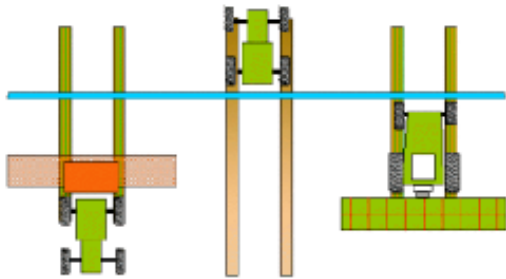
In Nederland wordt veel aandacht aan insporing, bandenspanning en bandbreedtes besteed. Het is hierbij belangrijk dat het gewicht over een zo groot mogelijke oppervlakte wordt verdeeld, zodat de bodem zo weinig mogelijk wordt belast. Wanneer er gereden wordt met erg grote machines kan er in sommige gevallen voor gekozen worden om de machine in hondengang te laten lopen of bijvoorbeeld bij bietenrooiers gebruik te maken van meerdere spoorbreedtes van de verschillende assen, zodat het gewicht over een zo groot mogelijke oppervlakte wordt verdeeld.

Er wordt echter nauwelijks gekeken of spoorbreedtes en bandbreedtes van verschillende machines met elkaar overeenkomen, laat staan of werkbreedtes van verschillende machines op elkaar afgestemd kunnen worden. Het effect van deze verschillen van breedtes van machines en werktuigen wordt in een rijpaden-systeem uit de weg gegaan, door het kiezen van een vaste breedte waar zowel trekker als werktuig binnen werken, welke het hele seizoen wordt gehandhaafd.

In de biologische landbouw in Nederland wordt steeds vaker gebruik gemaakt van vaste rijpaden. Er zijn verschillende systemen om dit te gebruiken. Bij intensieve teelten is het zelfs interessant om gebruik te maken van onbeteelde rijpaden, hier worden dan bedden van meestal 3 meter breed aangelegd, die permanent onbereden blijven. Met een breedspoor trekker (3,2 meter spoorbreedte) worden alle werkzaamheden door hetzelfde spoor uitgevoerd. Als resultaat wordt veelal een veel homogener gewasgroei waargenomen wat ook resulteert in een meeropbrengst.

Er zijn wereldwijd ook voorbeelden van graanbedrijven die gebruik maken van het zogenoemde CTF (controlled traffic farming) systeem. Hier worden meestal geen onbeteelde rijpaden aangelegd, maar wordt met relatief smalle banden alle bewerking door hetzelfde spoor gereden. Dit spoor wordt weliswaar meer verdicht dan normaal het geval is, maar hierdoor blijft wel een groot deel van de bodem onbereden. Er zijn twee manieren om dit uit te voeren. Ten eerste is er de optie om gebruik te maken van permanente rijpaden. Hierbij worden alle werkzaamheden vanaf hetzelfde spoor uitgevoerd, dus ook oogsten en transport van oogstproducten. In dit systeem kan eigenlijk niet geploegd worden, omdat met ploegen de grond opzij gekeerd wordt. Wanneer de sporen dan op exact dezelfde plaats blijven liggen, wordt de bereden grond met ploegen in het teeltbed gekeerd. Daarom wordt in dit systeem vaak gebruik gemaakt van niet-kerende grondbewerking. De tweede optie is het zogeheten seizoensrijpaden. Na het uitvoeren van de hoofdgrondbewerking (ploegen) worden alle werkzaamheden uitgevoerd op relatief smalle banden vanaf hetzelfde rijspoor. Na de teelt wordt de oogst weer "gewoon" willekeurig gereden. Ook bij dit tweede systeem zijn in andere delen van de wereld goede resultaten behaald.

Grote vraag is echter of de keuze van verschillende systemen qua rijpaden-voorziening een vermindering van bodem-belasting tot gevolg heeft, en ook in hoeverre de opbrengsten van de te telen gewassen wordt beïnvloed door de keuze van het teeltsysteem met seizoensrijpaden.



*Figuur 1: Illustratie van verschillende werk- en spoorbreedtes.*

### Doel en relevantie

Vaak hebben machines op een bedrijf heel uiteenlopende spoorbreedtes en werkbreedtes, waardoor bij opeenvolgende bewerkingen bijna de gehele bodem wordt aangereden, of zelfs verdicht. In het figuur hierboven is een schematische weergave van het machinepark van een willekeurig bedrijf. Hieruit blijkt dat zelfs al zouden alle bewerkingen vanuit hetzelfde spoor plaatsvinden, dan nog wordt bijna de gehele bodem bereid. In veel andere delen van de wereld worden machines en werkbreedtes veel beter op elkaar afgestemd, zodat alle werkzaamheden vanaf zogenoemde rijpaden kunnen worden uitgevoerd. Het voordeel hiervan is dat er slechts een beperkte oppervlakte wordt bereid en dat het grootste deel van de teeltoppervlakte volledig onbereid blijft. Hier kunnen plantenwortels dus ongestoord groeien, waardoor in de meeste gevallen een meeropbrengst kan worden gerealiseerd.

Doel van dit project is om te bepalen wat de voordelen-, uitdagingen en beperkingen zijn in het gebruik van een dergelijk systeem. Daarnaast wordt de combinatie gemaakt van verschillende grondbewerkingen omdat het hebben van verschillende grondbewerking strategieën effect kan hebben op de verschillen en de haalbaarheid tussen de verschillen de systemen. Daarnaast wordt gekeken naar zowel het gangbare als het biologische teeltsysteem, omdat er veel bewerkingen in het seizoen bij de biologische teelt worden uitgevoerd en de evt. voordelen van seizoensrijpaden groot kunnen zijn. Door het uitvoeren van dit project ontstaan er inzichten, ervaringen en praktische kennis van de know-how van rijpadenteelt op de klei. Omdat dit project wordt uitgerold op proefboerderij Ebelsheerd, zal het met name een impact hebben op bedrijven met een relatief zware klei bodem, omdat dit ook de grond is waarmee op Ebelsheerd gewerkt wordt. Inzichten in de mogelijkheden van dergelijke systemen kan een verbeterde bodemstructuur zijn en mogelijk ook een bijdrage leveren aan het toepassen van niet-kerende grondbewerking als blijkt dat de kansen groter zijn dan de uitdagingen.

In deze rapportage worden de uitvoering van deze proef, de resultaten en de te trekken conclusies gepresenteerd. Allereerst de manier van opzet en uitvoering van de proef van elk jaar. Vervolgens de resultaten van de jaren 2020, 2021, 2022 en 2023 en de financiële gevolgen van seizoensrijpaden. Als laatste worden te conclusies die te trekken zijn uit de resultaten van het onderzoek gepresenteerd.

## 2. Proefopzet en uitvoering

### 2.1 Proefopzet

Het project is aangelegd in het reguliere bouwplan van SPNA Ebelshoed, zowel gangbaar als biologisch. Middels gps is vastgelegd welke seizoenpaden voor drie jaar lang gebruikt worden. De proef heeft drie jaar lang op dezelfde percelen en de gewassen rouleren mee, zie Tabel 2 en 3.

In een dubbele veldproef worden twee systemen naast elkaar aangelegd in hetzelfde gewas, namelijk het standaard systeem waarbij gebruik gemaakt wordt van brede banden en onbeteelde seizoensrijpaden met 3,2 meter spoorbreedte

Naast de factor spoorbreedte is er ook een factor grondbewerking aangelegd en is er zowel in het gangbare teeltsystemen als ook in het biologische teeltsysteem onderzoek gedaan. De systemen worden in het gangbare teeltsystemen vergeleken op zowel geploegde grond (KG) als niet kerende grond (NKG). In het biologische teeltsysteem wordt alleen gebruik gemaakt van een niet kerende grondbewerking. E.e.a wordt vastgelegd met RTK GPS, zodat ieder jaar op exact dezelfde plaats wordt gereden. In onderstaand overzicht worden de objecten weergegeven.

*Tabel 1: De objecten voor zowel het proefveld met gangbaar teeltsysteem als het biologische teeltsysteem.*

Teeltsysteem	Systeem	Grondbewerking
Biologisch	Standaard	NKG
Biologisch	3,20 m rijpad	NKG
Gangbaar	Standaard	NKG
Gangbaar	3,20 m rijpad	NKG
Gangbaar	Standaard	Ploegen
Gangbaar	3,20 m rijpad	Ploegen

In bijlage 1 zijn de schematische weergaven van de proefvelden weergegeven.

### 2.2 Uitvoering activiteiten

De proeven zijn aangelegd en uitgevoerd in drie teeltseizoenen. Voor het biologische teeltsysteem is dit in de periode 2020-2023 geweest en voor het gangbare teeltsysteem is het onderzoek in de periode 2021-2024 uitgevoerd. Vanaf 2020 zijn diverse metingen en waarnemingen uitgevoerd.

*Tabel 2: Overzicht van de uitgevoerde activiteiten gangbaar teeltsysteem, NKG versus KG. (perceel 3 NKG, perceel 2A KG).*

Activiteit	Periode	Gewas
Vorbereiding & proefopzet	Jan 2020	-
Aanleg proefveld	Aug 2020	-
Uitvoering bewerkingen	Sep 2020/2021/2022	WT/WT/WG
Waarnemingen gewas	Feb t/m juni 2021/2022/2023	WT/WT/WG
Waarnemingen bodem	Feb t/m sep 2021/2022/2023	WT/WT/WG
Opbrengstbepaling	Aug 2021/2022/2023	WT/WT/WG

WG: wintergerst, WT: wintertarwe

Tabel 3: Overzicht van de uitgevoerde activiteiten biologisch teeltsysteem (perceel 7).

Activiteit	Periode	Gewas
Voorbereiding & proefopzet	Jan 2020	-
Aanleg proefveld	Feb 2020	-
Uitvoering bewerking	Teeltseizoen 2020/2021/2022	Pompoen/erwt/ZT
Waarnemingen gewas	Teeltseizoen 2020/2021/2022	Pompoen/erwt/ZT
Waarnemingen bodem	Teeltseizoen 2020/2021/2023	Pompoen/erwt/ZT
Opbrengstbepaling	Aug 2020/2021/2022	Pompoen/erwt/ZT

ZT: zomertarwe

### 2.3 Uitvoering van metingen en waarnemingen

In dit systeem-vergelijk, wat meerjarig ongewijzigd is aangelegd in het reguliere bouwplan op hetzelfde perceel, zijn op gezette momenten metingen aan gewas en bodem uitgevoerd om te kunnen bepalen wat de verschillen zijn in de systemen m.b.t. bodem- en plant ontwikkeling.

#### 2.3.1 Waarnemingen gewas

Tijdens het seizoen worden meerdere keren waarnemingen aan het gewas gedaan. Hierbij word een cijfer gegeven voor de stand van het gewas, waarbij 10 is een goede stand en 1 is een slechte stand. Als er ziekten worden geconstateerd tijdens de groei van het gewas zijn daar ook waarnemingen naar gedaan. Verder is ook gekeken naar de onkruiddruk in het gewas.

#### 2.3.2 Waarnemingen bodem

Er zijn in dit onderzoek waarnemingen gedaan naar de bodem, doormiddel van bodem-analyses. Verder is de bodem indringingsweerstand gemeten met een penetrologger.

#### 2.3.3 Opbrengstbepalingen

Van elk veldje zijn opbrengstbepalingen gedaan om zo het verschil in opbrengst tussen de verschillende objecten te kunnen bepalen. Dit is gedaan door per object 6 veldjes te oogsten en hiervan de opbrengst en eventueel kwaliteitsbepalingen uit te voeren.

### 2.4 Statistische analyse

Op basis van de resultaten is een variantie-analyse (ANOVA) uitgevoerd. In het geval de F-prob.-waarde van het effect van een factor kleiner is dan de onbetrouwbaarheidsdrempel van 0,05, wordt dit effect als significant beschouwd. In dit laatste geval wordt er een LSD-waarde bij de resultaten vermeld. LSD staat voor Least Significant Difference. Met deze LSD-waarde kan worden bepaald, welke niveaus van de betreffende factor significant van elkaar verschillen. Als er geen sprake is van een significant effect, wordt 'n.s.' vermeld.

### 3. Resultaten

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd die in het uitgevoerde onderzoek zijn verzameld. Eerst worden de resultaten van het biologische teeltsysteem weergegeven per jaar. Daarna worden de resultaten van het gangbare teeltsysteem weergegeven per jaar en als laatste wordt een doorrekening van de financiële gevolgen van een breedspoorstelsel gepresenteerd.

#### 3.1 Biologische teeltsysteem

In het biologische teeltsysteem is gedurende de proef drie verschillende gewassen geteeld. In 2020 pompoen, in 2021 erwt en in 2022 zomertarwe, omdat het biologische systeem alleen NKG kent is er geen vergelijk tussen NKG en ploegen gemaakt

##### 3.1.1 2020 Pompoen

Op 23 januari 2020 is de indringingsweerstand gemeten met een penetrologger. Hierbij zijn de weerstanden op verschillende bodemdiepten bepaald, zie Tabel 4.

Tabel 4: De resultaten van de metingen aan de indringingsweerstand in MegaPascal (MPa) op verschillende dieptes.

Object	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	30-40 cm	40-50 cm	50-60 cm	60-70 cm	70-80 cm
<b>Rijpaden</b>	0,2	<i>a</i> 0,4	0,8	1,1	1,3	1,3	1,2	1,2
<b>Standaard</b>	0,3	<i>b</i> 0,5	0,8	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2
<b>gemiddelde</b>	0,2	0,5	0,8	1,2	1,3	1,3	1,2	1,2
<b>F-prob.</b>	0,007	0,177	0,86	0,12	0,932	0,735	0,474	0,064
<b>C.V.%</b>	18,9	25	17,5	9,1	5,6	5,7	5	2,7
<b>L.S.D. (p&lt;0,05)</b>	0,06	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Uit de resultaten in Tabel 4 is te zien dat er een significant verschil zit in de indringingsweerstand tussen de 0 en 10 cm diepte. De rijpaden hebben een lagere indringingsweerstand dan het standaard systeem. De rijpaden hebben in het meest ondiepe deel van de bodem de indringingsweerstand verbeterd voor het gewas. Hier staat tegenover dat op alle andere dieptes geen significante effecten van de rijpaden zijn gevonden.

Aan het einde van het teeltseizoen zijn de opbrengsten bepaald door per object 6 veldjes van 3 x 10 meter te oogsten en te wegen. De opbrengsten zijn omgerekend naar kilogrammen per hectare, zie Tabel 5.

Tabel 5: De opbrengsten van de pompoen in 2020.

Object	kg/ha
<b>Rijpaden</b>	8051,7
<b>Standaard</b>	7550,3
<b>gemiddelde</b>	7801,0
<b>F-prob.</b>	0,302
<b>C.V.%</b>	10,2
<b>L.S.D. (p&lt;0,05)</b>	<i>n.s.</i>



Zoals te zien in Tabel 5 zijn er geen statistische verschillen in opbrengsten per hectare gevonden tussen het rijpaden systeem en het standaard systeem. Hoewel niet significant lijkt het rijpaden systeem een iets wat hogere opbrengst te hebben.

### 3.1.2 2021, erwt

In 2021 zijn in het biologische systeem erwten verbouwd. In juli zijn de veldjes geoogst, wederom 6 veldjes per herhaling voor de statistische analyse. Hierbij zijn twee waarnemingen gedaan eerste de teeltopbrengsten van biomassa (blad + peul), zie Tabel 6 en de teeltopbrengsten het verhandelbaar product (de erwt), zie Tabel 7.

Tabel 6: Teeltopbrengsten totale biomassa erwt (blad + peul).

Systeem	Opbrengst (kg/ha)	
Rijpaden	28.815	<i>b</i>
Standaard	22.148	<i>a</i>
Gemiddelde	25.481	
<i>F-prob.</i>	0,009	
<i>L.S.D. (p&lt;0,05)</i>	4.106	

Tabel 7: Teeltopbrengsten verhandelbaar product per systeem (de erwt).

Systeem	Opbrengst (kg/ha)	
Rijpaden	16.949	<i>b</i>
Standaard	12.033	<i>a</i>
Gemiddelde	14.491	
<i>F-prob.</i>	0,002	
<i>L.S.D. p&lt;0,05)</i>	2202	

Zowel in de opbrengst van verhandelbaar product als van de biomassa is er een significant hogere opbrengst voor het rijpaden systeem gevonden. Het seizoensrijpaden systeem heeft gezorgd voor 4.916 kg per hectare meer eindproduct. Een opbrengststijging van 40,9%.

Er is niet alleen een stijging in opbrengst van het eindproduct maar ook van de biomassa. Door de seizoensrijpaden is er 11.866 kg per hectare biomassa geresulteerd. Deze biomassa is een positief neveneffect.

Wat betreft onkruidruk en ziektedruk zijn geen waarneembare verschillen tussen de proefblokken en de teeltsystemen zichtbaar geweest. Op delen van het gehele proefveld was wel een hogere onkruidruk, maar dit is niet te relateren aan het teeltsysteem. Op delen van het veld is en was de onkruidruk ook voor de aanleg van de proef wat hoger.

Ook in 2021 zijn er waarnemingen naar de indringingsweerstand van de bodem gedaan. Er zijn op 3 maart, 21 juli en 13 oktober 2021 met een penetrologger de indringingsweerstand gemeten. Uit de resultaten van de veldproef van 2021 blijkt, dat maar in twee gevallen een significant verschil gemeten is tussen de indringingsweerstand. Namelijk tussen de doordringbaarheid van de grond op een diepte van 20 tot 40 centimeter, in de meting van 3 maart 2021. Waarbij het seizoensrijpaden systeem een significant lagere indringingsweerstand heeft dan het standaard systeem. Op 13 oktober 2021 heeft het seizoensrijpaden systeem ook een lagere indringingsweerstand dan het standaard systeem. Daar tegenover staat dat in 7 van de 9 uitkomsten geen significante verschillen zichtbaar zijn. Wat aangeeft dat in ruim driekwart van de gevallen niet aan te tonen is dat de verschillen aan het teeltsysteem te wijten valt.

Er is dus geen verband te leggen dat de indringingsweerstand direct beïnvloed wordt door het hanteren van seizoensrijpaden. En de meer opbrengsten vanuit de seizoensrijpaden is daarom ook nog niet te relateren aan de indringingsweerstand.

Er is wel een trend zichtbaar dat de indringingsweerstand bij de rijpaden lager is bij een penetratiediepte van 0-20 cm penetratiediepte op alle drie de meetmomenten. Het lijkt er dus op dat als de seizoensrijpaden invloed hebben op de indringingsweerstand dit het meest zichtbaar zal zijn in de bovenste bodemlaag. Al is er maar in één van de drie gevallen een significant verschil zichtbaar. De Tabellen met de indringingsweerstand staan in Bijlage 3.

### 3.1.3 2022, zomertarwe

In 2022 is op het biologische perceel zomertarwe geteeld. Wederom zijn er uit beide systemen zes veldjes geoogst waardoor een statistische analyse uitgevoerd kan worden.

*Tabel 8: Opbrengsten tussen de verschillende systemen, in het biologische teeltsysteem in 2022.*

Systeem	kg/ha	
<b>Rijpaden</b>	6517,0	<i>a</i>
<b>Standaard</b>	6906,4	<i>b</i>
<b>Gemiddelde</b>	6711,7	
<b>F-prob</b>	<0,001	
<b>C.V.%</b>	1,7	
<b>L.S.D.</b>	144	

Tabel 8 laat de opbrengsten van de beide teeltsystemen zien waarin het standaard teeltsysteem een significant hogere opbrengst heeft dan het rijpaden systeem. Ook de kwaliteitsbepalingen zijn uitgevoerd hierbij zijn geen verschillen gevonden.

In 2022 zijn geen metingen naar de indringingsweerstand verricht.

## 3.2 Gangbaar teeltsysteem

In het gangbare teeltsysteem zijn naast het rijpaden en standaard systeem ook niet-kerende grondbewerking (NKG) en ploegen (KG) vergeleken. In 2021 en 2022 is op het perceel wintertarwe verbouwd, in 2023 is wintergerst verbouwd.

### 3.2.1 2021, wintertarwe

Voor het vergelijk zijn de resultaten van de opbrengsten wintertarwe na de oogst van 2021 in onderstaande tabellen weergegeven. In augustus is de proef geoogst. In het proefveld zijn vanaf het eerste moment van bewerking waarnemingsveldjes in beide systemen uitgezet. In ieder systeem 6 veldjes, om daar de monsters te kunnen nemen. Elk jaar zullen dit dezelfde veldjes zijn op dezelfde plaats in het proefveld. Van deze veldjes is ook de opbrengstbepaling uitgevoerd. Van de waarnemingen uit de 6 veldjes per teeltsysteem is een gemiddelde genomen.

Tabel 9: Opbrengsten wintertarwe per object.

Systeem	Grondbewerking	Opbrengst (kg/ha)	
Rijpaden	NKG	9521	<i>a</i>
Rijpaden	KG	9524	<i>a</i>
Standaard	NKG	9396	<i>a</i>
Standaard	KG	9744	<i>b</i>
<b>F-prob</b>		<i>0,002</i>	
<b>L.S.D. (p&lt;0.05)</b>		<i>160.5</i>	

De gemiddelde opbrengsten per object wintertarwe zijn in Tabel 9 weergegeven. Het blijkt dat voor 2021 in het standaard teeltsysteem met kerende grond bewerking significant hoger is dan de overige teeltsystemen.

Tabel 10: Teeltopbrengsten wintertarwe per type grondbewerking.

Systeem	Opbrengst (kg/ha)	
NKG	9459	<i>a</i>
KG	9634	<i>b</i>
<b>F-prob.</b>	<i>0.012</i>	
<b>L.S.D. (p&lt;0.05)</b>	<i>133,5</i>	

Als alleen wordt gekeken naar de factoren niet-kerende grondbewerking en kerende grondbewerking (ploegen) dan blijkt dat de opbrengst van wintertarwe met plegen een significant hogere opbrengst (kg/ha) geeft dan wanneer de grond niet kerend is bewerkt. Dit verschil is vaker zichtbaar, vooral in de eerste jaren na het overstappen op niet kerende grondbewerking.

Tabel 11: Teeltopbrengsten wintertarwe teeltsysteem per hectare.

Systeem	Opbrengst (kg/ha)
Rijpaden	9523
Standaard	9570
<b>F-prob.</b>	<i>0.012</i>
<b>L.S.D. (p&lt;0.05)</b>	<i>n.s.</i>

Het seizoensrijpadensysteem heeft in deze veldproef een vergelijkbare opbrengst in kg per hectare in gangbare wintertarwe gezorgd.

Er zijn geen verschillen wat betreft de stand, onkruiddruk en ziektedruk in het teeltseizoen 2020/2021 gevonden in de wintertarwe tussen de verschillende waarnemingsvelden, teeltsystemen en grondbewerkingen.

Doordat de opbrengsten per hectare van het seizoensrijpadensysteem en het standaard systeem vergelijkbaar zijn, maar ook de omzet en de kosten voor de diverse gewasbehandelingen, is er in 2021 voor de veldproef wintertarwe in de gangbare teelt geen financieel voordeel van het seizoen rijpadensysteem ten opzichte van het standaard systeem.

In 2021 is er op twee momenten met een penetrologger de indringingsweerstand bepaald op drie verschillende diepen. De resultaten van de metingen is in onderstaande tabellen weergegeven.

Tabel 12: Indringingsweerstand van de verschillende teeltsystemen in november 2020.

Systeem	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
KG-rijpaden	0,46	0,88	a 1,22 ab
KG-standaard	0,43	0,82	a 1,47 c
NKG-rijpaden	0,40	1,27	c 1,40 bc
NKG-standaard	0,39	1,12	b 1,17 a
<i>F-prob.</i>	0,14	<0,001	0,01
<i>L.S.D. (p&lt;0,05)</i>	n.s.	0,15	0,18

Tabel 13: Indringingsweerstand van de verschillende teeltsystemen in juli 2021.

Systeem	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
KG-rijpaden	0,59	a 1,11	1,42 ab
KG-standaard	0,63	ab 1,23	1,64 b
NKG-rijpaden	0,73	b 1,35	1,50 b
NKG-standaard	0,71	b 1,19	1,14 a
<i>F-prob.</i>	0,031	0,203	0,015
<i>L.S.D. (p&lt;0,05)</i>	0,11	n.s.	0,3

In november 2020 is de indringingsweerstand in de eerste 20 cm niet significant verschillend. In de diepte tussen de 20 en 40 cm hebben de systemen KG-rijpaden en KG-standaard de laagste indringingsweerstand en NKG-rijpaden systeem heeft de hoogste indringingsweerstand. Op de diepte 40 tot 60 cm heeft het KG-standaard systeem de hoogste indringingsweerstand.

In juli 2021 in de indringingsweerstand opnieuw gemeten, op de diepte 0 tot 20 cm heeft de KG-rijpaden systeem de laagste indringingsweerstand. Op de diepte 40 tot 60 cm heeft het teeltsysteem NKG-standaard de laagste indringingsweerstand.

Alles overziend is het lastig hieruit een eenduidige uitspraak te kunnen doen over de invloed van het teeltsysteem op de indringingsweerstand.

### 3.2.2 2022, wintertarwe

In 2022 is op het gangbare perceel opnieuw wintertarwe verbouwd. Van alle systemen zijn zes veldjes geogst zodat er een statistische analyse gemaakt kan worden. De resultaten van de opbrengsten staan in onderstaande tabellen.

Tabel 14: Opbrengsten wintertarwe, eiwitgehalte, zetmeel, zeleny en HL.

Systeem	kg/ha	eiwit	zetmeel	zeleny	HL
Rijpaden-KG	9872,1 b	11,2	62,1	b 37,7	76,6
Rijpaden-NKG	9803,8 b	11,4	61,9	b 39,0	75,8
Standaard-KG	9902,4 b	11,2	62,1	b 37,3	78,8
Standaard-NKG	9636,9 a	11,1	61,7	a 37,8	73,5
Gemiddelde	9803,8	11,2	61,9	38,0	76,2
<i>F-prob.</i>	0,008	0,211	<0,001	0,258	0,633
<i>C.V.%</i>	1,3	1,8	0,2	3,9	9,1
<i>L.S.D. (p&lt;0,05)</i>	152,6	n.s.	0,18	n.s.	n.s.

Zoals te zien in Tabel 14 is er een significant verschil gevonden de opbrengst in aantal kg per hectare, waarbij het object standaard-NKG een significant lagere opbrengst heeft dan de andere objecten. Ook

bij het zetmeel gehalte heeft het object standaard-NKG een significant lagere zetmeel gehalte. Bij de andere kwaliteitswaarnemingen zijn er geen verschillen gevonden.

Om een goed beeld van het effect van de verschillende teeltsystemen te kunnen krijgen is er een uitsplitsing gemaakt in rijpaden versus standaard teeltsysteem en een vergelijk tussen kerende en niet-kerende grondbewerking.

Tabel 15: Opbrengsten wintertarwe, eiwitgehalte, zetmeel, zeleny en HL. Vergelijk rijpaden en standaard.

Systeem	kg/ha	eiwit	zetmeel	zeleny	HL
Rijpaden	9837,9	11,3	62,0	38,3	76,2
Standaard	9769,6	11,2	61,9	37,6	76,1
Gemiddelde	9803,8	11,2	61,9	38,0	76,2
F-prob.	0,3	0,1	0,114	0,234	0,981
C.V.%	1,6	1,8	0,3	4	9,1
L.S.D. ( $p < 0,05$ )	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabel 16: Opbrengsten wintertarwe, eiwitgehalte, zetmeel, zeleny en HL. Vergelijk KG en NKG.

Systeem	kg/ha	eiwit	zetmeel	zeleny	HL
KG	9887,2	11,2	62,1	37,5	77,7
NKG	9720,3	11,3	61,8	38,4	74,7
Gemiddelde	9803,8	11,2	61,9	38,0	76,2
F-prob.	0,007	0,638	<0,001	0,142	0,288
C.V.%	1,4	1,9	0,3	3,9	8,9
L.S.D. ( $p < 0,05$ )	115,2	n.s.	0,14	n.s.	n.s.

Zoals is weergegeven in Tabel 15 zijn er geen significante verschillen tussen het seizoenrijpaden systeem en het standaard teeltsysteem gevonden. Tussen kerende en niet-kerende grondbewerking is zoals te zien in Tabel 16 wel een significant verschil gevonden tussen beide systemen. De kerende grondbewerking heeft een statistisch significant hogere opbrengst en hoger zetmeel gehalte. Toch zijn deze verschillen zo klein dat het lastig is hier een effect van het teeltsysteem in te kunnen zien.

Tijdens het seizoen zijn op meerdere momenten waarnemingen naar de stand, het aantal planten per m<sup>2</sup> en de ziektedruk uitgevoerd. De belangrijkste resultaten zijn weergegeven in Tabel 17. De beoordelingen van de stand en septoria zijn uitgevoerd op een schaal van 1 tot 10, waarbij 1 een slechte stand of veel septoria is en 10 een goede stand of geen septoria.

Tabel 17: Waarneming naar de stand op 11 april, aantal planten per m<sup>2</sup> op 21 maart, stand op 1 juli en een beoordeling van de septoria op 1 juli.

Systeem	Stand 11-4		pl/m <sup>2</sup> 21-3		Stand 1-7		Septoria 1-7	
Rijpaden-KG	7,2	b	25,2	ab	6,8	b	6,8	b
Rijpaden-NKG	6,7	ab	22,3	a	6,6	b	6,8	b
Standaard-KG	7,3	b	26,0	b	6,9	b	6,7	b
Standaard-NKG	6,2	a	26,8	b	5,7	a	6,0	a
Gemiddelde	6,8		25,1		6,5		6,6	
F-prob.	0,044		0,046		0,008		0,036	
C.V.%	10,5		10,6		9,5		7,7	
L.S.D. ( $p < 0,05$ )	0,866		3,91		0,742		0,605	

Zoals te zien in Tabel 17 zijn er statistische verschillen gevonden in waarnemingen aan het gewas gedurende het groeiseizoen. Het object standaard-NKG is statistisch slechtere stand op 11 april en 1 juli. Ook heeft dit object statistisch significant hogere septoriadruk op 1 juli dan de andere objecten. Het object rijpaden-NKG heeft statistisch significant het laagste aantal planten per vierkante meter op 21 maart.

De resultaten van de waarnemingen tijdens het groeiseizoen zijn terug te zien in de resultaten van de opbrengsten waarbij het object standaard-NKG een slechtere stand tijdens het groeiseizoen kende, heeft ook een significant lagere opbrengst.

### 3.2.3 2023, wintergerst

Op de gangbare percelen zijn in 2023 wintergerst verbouwd. Voor het vergelijk zijn de resultaten van de opbrengsten in onderstaande tabellen weergegeven.

Tabel 18: Opbrengsten wintergerst, eiwitgehalte, zetmeel, zeleny en HL.

Systeem	kg/ha	eiwit	zetmeel	zeleny	HL
Rijpaden-KG	9355,3	11,5	65,6	36,0	70,5
Rijpaden-NKG	9236,6	11,5	65,5	35,3	70,4
Standaard-KG	9394,5	11,5	65,5	35,2	70,7
Standaard-NKG	9269,8	11,4	65,6	35,0	70,6
Gemiddelde	9314,1	11,5	65,5	35,4	70,5
<i>F-prob.</i>	<i>0,069</i>	<i>0,689</i>	<i>0,936</i>	<i>0,937</i>	<i>0,714</i>
<i>C.V.%</i>	<i>1,2</i>	<i>1,3</i>	<i>0,3</i>	<i>8,2</i>	<i>0,7</i>
<i>L.S.D. (p&lt;0,05)</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

In Tabel 18 zijn de opbrengsten van de wintergerst te zien, er zijn geen statistische verschillen gevonden tussen de objecten in de opbrengsten. Verder zijn het eiwitgehalte, zetmeelgehalte, zeleny-getal en hectolitergewicht weergegeven. Ook hierin zijn geen verschillen tussen de objecten gevonden.

Naast deze uitsplitsing in systemen kunnen er nog twee andere uitsplitsingen worden gemaakt waarbij kerende en niet-kerende groundbewerking met elkaar vergeleken kunnen worden. En een uitsplitsing waarbij rijpaden en standaard rijsporen met elkaar vergeleken kunnen worden. De resultaten hiervan staan in Tabel 19 en Tabel 20.

Tabel 19: Opbrengsten wintergerst, eiwitgehalte, zetmeel, zeleny en HL vergelijk tussen KG en NKG.

Systeem	kg/ha	eiwit	zetmeel	zeleny	HL
KG	9374,9	11,5	65,5	35,6	70,6
NKG	9253,2	11,4	65,5	35,2	70,5
Gemiddelde	9314,1	11,5	65,5	35,4	70,5
<i>F-prob.</i>	<i>0,009</i>	<i>0,28</i>	<i>0,899</i>	<i>0,717</i>	<i>0,622</i>
<i>C.V.%</i>	<i>1,1</i>	<i>1,3</i>	<i>0,2</i>	<i>7,9</i>	<i>0,7</i>
<i>L.S.D. (p&lt;0,05)</i>	<i>88,7</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Tabel 20: Opbrengsten wintergerst, eiwitgehalte, zetmeel, zeleny en HL vergelijk tussen rijpaden en standaard.

Systeem	kg/ha	eiwit	zetmeel	zeleny	HL
Rijpaden	9296,0	11,5	65,5	35,7	70,4
Standaard	9332,1	11,5	65,5	35,1	70,6
Gemiddelde	9314,1	11,5	65,5	35,4	70,5
<i>F-prob.</i>	<i>0,472</i>	<i>0,593</i>	<i>0,899</i>	<i>0,612</i>	<i>0,28</i>
<i>C.V.%</i>	<i>1,3</i>	<i>1,3</i>	<i>0,2</i>	<i>7,8</i>	<i>0,7</i>
<i>L.S.D.</i> <i>(p&lt;0,05)</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>	<i>n.s.</i>

Zoals te zien in Tabel 19 is er wel een significant verschil gevonden tussen kerende en niet-kerende grondbewerking in opbrengst in kg per hectare. De kerende grondbewerking (ploegen) heeft een hogere opbrengst. Echter het verschil in opbrengst is niet dermate groot dat van een groot effect gesproken kan worden. In Tabel 20 is te zien dat er geen significant verschil zit tussen de opbrengsten van het seizoenrijpaden systeem en het standaard systeem. In beide gevallen zijn er geen significante verschillen gevonden in de kwaliteitsgegevens van de gerst.

Tijdens het seizoen zijn meerdere waarnemingen gedaan naar de stand van het gewas en de ziektedruk. Hieruit zijn geen verschillen tussen de objecten gekomen. Ook in onkruiddruk zijn geen verschillen waargenomen.

### 3.3 Financiële gevolgen van seizoensrijpaden

In 2021 is door een afstudeerstudent van het Van Hall Larenstein in Leeuwarden een scriptie geschreven over de financiële gevolgen van seizoensrijpaden.

Hierbij is een analyse gemaakt van de kosten om over te stappen op een rijpaden systeem en de verbetering van de bodem die nodig is om deze investering te kunnen maken.

#### 3.3.1 Kosten seizoensrijpaden

Voor de omschakeling naar seizoensrijpaden, zijn er aanpassingen aan het machinepark nodig. Deze kosten berekening is gerekend met een bedrijfsomvang van 50 hectare. Om een bedrijfsuitvoering met 50 hectare op seizoensrijpaden draaiende te houden, is een tweetal breedspoortrekkers noodzakelijk. Praktijkervaringen prijzen een trekker voor de lichte werkzaamheden (minder dan 100 pk) en een voor het zware grondwerk (130 pk of meer). De kosten voor de verbreding verschillen niet bij een respectievelijke lichte of zware trekker. Voor de berekening is gerekend met de kosten voor ombouw van twee trekkers met vierwielaandrijving.

Voor de overige kosten moet gedacht worden aan werktuigen, die ook afgesteld dienen te worden op het breedspoor systeem. In de praktijk gaat hier om het verbreden van de eggen, onkruidbranders en aanpassingen aan de frees. Telers kunnen deze laswerkzaamheden vaak zelf uitvoeren. Maar het kan ook voorkomen dat dit door een mechanisatiebedrijf gedaan moet worden. De gemaakte kosten zijn bij telers in de praktijk en uit voorgaande studies verzameld. Voor het vergelijk is de gemiddelde prijs genomen voor de aanpassing aan werktuigen van €3.000,- voor een bedrijfsomvang van 50 hectare.

Kosten aanpassingen machinepark (50 ha)	Bedrag in €
Verbreding assen trekkers	€50.000,-
Aanpassing werktuigen	€3.000,-
<b>Totale gemiddelde investering</b>	<b>€53.000,-</b>

Voor het vergelijken van de kosten tussen het reguliere teeltsysteem en de seizoensrijpaden, zijn de gegevens van Kwalitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt 2018 ingezet. Hierin zijn de gemiddelde kostprijzen en arbeidsbehoefte per gewas in vermeld. En aan de hand daarvan zijn de kosten opgezet, zodat uiteindelijk de winst of verlies in kaart gebracht kan worden.

Berekende loonkosten voor de ondernemer is in de KWIN-AVG, gebaseerd op de CAO Open Teelten, vastgesteld op €27,14 per uur.

Voor het handwieden van de biologische erwten zijn scholieren ingezet. De gemiddelde leeftijd van de groep was 17 jaar. Via de CAO Open Teelten is het Wettelijk Minimum Loon vastgesteld op €9,69 per uur, vanaf 23 jaar en ouder. Een 17-jarige verdient 50% van het WML. Dit komt neer op een uurloon van €4,85. In de berekening wordt alleen voor het handwieden het uurloon van €4,85 gerekend. Voor alle overige bewerkingen de €27,14 per uur.

Via de teeltregistratie van Arjan Hofstee, zijn de arbeidsuren voor SPNA naar voren gekomen. In de veldproef tussen de standaard teeltwijze en de seizoensrijpaden, is een groot verschil in de benodigde uren voor het handwieden zichtbaar. In de standaard teeltwijze is dusdanig meer onkruid gegroeid, dat er ruim meer uren nodig zijn geweest om het 'schoon' te krijgen. In de seizoensrijpaden is in het teeltjaar 1,5 uur aan handwieden toegekend. En in het reguliere teeltsysteem zijn daar 30 uren voor nodig geweest. Het verschil in kosten wordt meegenomen in de doorrekening.

Gedurende het onderzoek zijn de kosten voor het energieverbruik per teeltsysteem niet goed in beeld gebracht. Derhalve zijn deze niet in de kostprijs meegenomen en zijn deze voor beide systemen gelijk getrokken. Een kanttekening is dat de intensiviteit van de bedrijfssituatie hier dragend is, en deze per praktijksituatie erg verschillen kan.

Voor de saldoberekening van een hectare biologische doperwten, is uitgegaan van de gegevens van KWIN-AVG. In KWIN wordt er van uitgegaan dat het zaaien en oogsten allemaal via loonwerkers uitgevoerd wordt. De kosten voor zaaizaad, zaaien en oogsten zijn bij de kostenpost loonwerk meegenomen. Het verschil in ingezet zaaizaad is in de teeltopbrengsten verwerkt.



Tabel 21: Saldoberekening voor het telen van een hectare biologische doperwten op kleigrond.

	Hoeveelheid eenheid	Prijs eenheid	Bedrag
Hoofdproduct	12.033	€0,88	€9.626,40
<b>Brutogeldopbrengst (a)</b>			<b>€9.626,40</b>
<b>Energie</b>			
Diesel	53 L	€1,10	€58,30
<b>Loonwerk</b>			
Zaai + zaaien doperwten BIO	1 ha	€560	€560
Oogsten-plukdorsen doperwten	1 ha	€450	€450
<b>Toegerekende kosten (b)</b>			<b>€1.068,30</b>
<b>Saldo per eenheid loonwerk (a + b)</b>			<b>€8.558,10</b>

Tabel 22: Arbeidsbehoefte regulier teeltsysteem vs seizoensrijpaden.

Arbeidsbehoefte	Regulier	Seizoensrijpaden
Grondbewerking	3 uur	3 uur
Handwieden	30 uur	1,5 uur
Overige gewasverzorging	1 uur	1 uur
<b>TOTAAL</b>	<b>34 uur</b>	<b>5,5 uur</b>
<b>Kosten arbeid (c)</b>	<b>€253,91</b>	<b>€115,83</b>
<b>Totale toegerekende kosten (b+c)</b>	<b>€1.322,21</b>	<b>€1.184,13</b>

### 3.3.2 Opbrengsten

Voor het vergelijk zijn de resultaten van de oogst 2021 ingezet. Het betreft het 2<sup>de</sup> jaar van de veldproef waar erwt op verbouwd is. In juli heeft de oogst van beide teeltsystemen plaatsgevonden. In het proefveld zijn vanaf het eerste moment van bewerking waarnemingsveldjes in beide systemen uitgezet. In ieder systeem 6 veldjes, om daar de monsters te kunnen afnemen. Op deze manier is een gemiddelde genomen.

Tabel 23: Teeltopbrengsten erwt en de opbrengsten gecorrigeerd voor het gebruikte uitgangsmateriaal.

Object	Kg/peul per ha	Kg/ha na correctie uitgangsmateriaal
<b>Rijpaden</b>	16.949 kg	18.079 kg
<b>Standaard</b>	12.033 kg	12.033 kg

In Tabel 23 zijn de opbrengsten van de rijpaden en standaard teeltsysteem weergegeven. Daarnaast zijn de is voor het rijpaden systeem minder uitgangsmateriaal gebruikt, dus zijn ook de opbrengsten gecorrigeerd voor het gebruikte uitgangsmateriaal weergegeven.

Tabel 24: Financiële opbrengsten per hectare.

Systeem	Aantal kg	Afzetprijs	Omzet	Kosten	Winst
Standaard	12.033	€0,88	€9.626,40	€1.322,21	€8.304,19
Rijpaden	18.079	€0,88	€14.463,20	€1.184,13	€13.279,07
Vershil	6.046		€4.836,80	€-138,08	€4.974,88

In Tabel 24 zijn de financiële opbrengsten per hectare weergegeven van beide teeltsystemen. Het rijpaden systeem had een significant hogere opbrengst in kg/ha. Door dat minder uren handschoffelen nodig waren dan in het standaard systeem zijn ook minder kosten gemaakt waardoor het financiële verschil nog wat groter werd.

## 4. Conclusie

De proef is drie jaar lang op dezelfde percelen uitgevoerd. De grondbewerkingen zijn volgens protocol uitgevoerd, eveneens alle waarnemingen. In dit hoofdstuk worden de conclusies gepresenteerd die zijn te trekken op basis van de gevonden resultaten. Om hierin een goed overzicht te houden wordt dit opgedeeld in paragrafen. Allereerst de conclusies van seizoenrijpaden teeltsysteem in de biologische teelt, vervolgens de gangbare teelt en daarna de financiële gevolgen van rijpadenteelt. Als laatste worden de ervaringen van Arjan Hofstee, bedrijfsleider Ebelsheerd, met seizoenrijpaden gedeeld.

### 4.1 Biologisch teeltsysteem

In het biologische teeltsysteem is in 2020 begonnen met het vergelijken tussen standaard en seizoenrijpaden teeltsystemen. In dat jaar is als eerste gewas pompoen geteeld. Er is in dat jaar geen significant verschil gevonden in de opbrengst. De indringingsweerstand is iets lager in het rijpaden systeem dan in het gangbare systeem in de eerste 10 cm.

In 2021 is erwt verbouwd op het biologische perceel. In deze teelt heeft het rijpaden systeem een significant hogere opbrengst dan het standaard systeem, zowel in totale biomassa (blad + peul) als in verhandelbaar product (erwt). Het rijpaden systeem heeft 40% meer opbrengst.

In 2022 is zomertarwe geteeld op het biologische perceel. Hier werd een significant hogere opbrengst gevonden in het standaard teelt systeem ten opzichte van het rijpaden systeem.

Over de drie jaren kijkend waarin dit onderzoek is uitgevoerd, kan worden geconcludeerd dat een rijpaden systeem voordelen kan hebben in de biologische teelt. Bij gewassen als erwt en pompoen kan het zorgen voor minder onkruiddruk omdat mechanisch onkruid bestrijden makkelijker en eerder kan worden uitgevoerd. Tevens kan het leiden tot een lagere ziektedruk omdat verspreiding over de rijpaden minder snel gaat. Voor een gewas als zomertarwe weegt de voordelen van minder onkruid en ziektedruk niet op tegen het verlies aan oppervlakte en daarmee verlies van opbrengst.

### 4.2 Gangbaar teeltsysteem

In het gangbare teeltsysteem is de proef een jaar later van start gegaan dan in de biologische teelt dit kwam, omdat er werd begonnen met een wintertarwe en dat pas in de herfst gezaaid kan worden. Naast het standaard en seizoenrijpaden teeltsysteem is er ook een vergelijk gemaakt tussen kerende en niet-kerende grondbewerking.

In 2021 is er wintertarwe gezaaid, het object standaard kerende grondbewerking heeft hierin een significant hogere opbrengst dan de andere objecten.

Als alleen wordt gekeken naar de factoren kerende en niet-kerende grondbewerking dan blijkt dat de opbrengst van wintertarwe met ploegen ene significant hogere opbrengst geeft dan wanneer de grond niet-kerend is bewerkt. Dit verschil is vaker zichtbaar, vooral in de eerste jaren na het overstappen op niet kerende grondbewerking.

Het seizoenrijpadensysteem heeft in deze veldproef bij SPNA een vergelijkbare opbrengst opgeleverd. Bij de standaard methode is gerekend met 100% teeltoppervlakte en bij het seizoenrijpaden met 93,75% (100%-6,25%) om voor de niet beteelde rijpaden te corrigeren. Als er niet gecorrigeerd zou worden, zou het seizoenrijpaden systeem 6,1% meer opbrengst hebben. Dit komt vrijwel overeen met het percentage verminderde landgebruik.

Uit de resultaten van de veldproef van 2021 van wintertarwe in gangbare teelt blijkt, dat er geen significante verschillen in de indringingsweerstand zijn gemeten als het seizoenrijpaden systeem wordt vergeleken met het standaard teeltsysteem.

De indringingsweerstand zijn op bepaalde dieptes soms wel significant verschillend, echter is dit niet eenduidig. Als bijvoorbeeld de resultaten worden vergeleken van kerende en niet-kerende grondbewerking in de bovenste 20 cm van de bodem, dan is te zien dat na zaai in november de geploegde grond een lagere indringingsweerstand had ten opzichte van de niet-kerende grondbewerking. Echter zijn net voor de oogst de resultaten tegenovergesteld. Mogelijk komt dit doordat na de kerende grondbewerking de grond extra los is en minder structuur heeft, en dus minder indringingsweerstand geeft, waardoor wortels van gewassen mogelijk beter kunnen groeien. Maar deze kerende grondbewerking kan mogelijk een negatief effect hebben tijdens het natte teeltseizoen van 2021, omdat de bodemstructuur minder intact is (en zo ok het bodemleven) in vergelijking met niet-kerende grondbewerking, waardoor afwatering van de grond door structuur verlies minder is tijdens een zeer nat teeltseizoen.

In 2022 is er opnieuw wintertarwe geteeld op het gangbare perceel. Het object standaard niet-kerende grondbewerking heeft een significant lagere opbrengst dan de andere objecten. Als alleen de seizoensrijpaden met de standaard teeltsysteem worden er geen significante verschillen gevonden. De resultaten van de twee teeltsystemen liggen er dicht bij elkaar, daardoor kunnen geen eenduidige conclusie worden getrokken over de verschillen tussen de teeltsystemen.

Het vergelijk tussen kerende en niet-kerende grondbewerking wordt wel een significant verschil gevonden. waarbij kerende grondbewerkingen een betere opbrengst kende.

In 2023 is er wintergerst gezaaid op het gangbare perceel. Tussen de seizoensrijpaden en standaard teeltsysteem zijn geen significante verschillen gevonden. Tussen de kerende en niet-kerende grondbewerking zijn wel significante verschillen gevonden, waarbij kerende grondbewerking een significant hogere opbrengst kende.

In het gangbare teeltsysteem zijn er geen significante verschillen gevonden tussen het seizoensrijpaden systeem en het standaard systeem. Wel zijn er verschillen gevonden tussen kerende en niet-kerende grondbewerking, waarbij kerende grondbewerking drie jaar lang significant betere opbrengsten kende kan niet-kerende grondbewerking. Dit komt vaker voor in de eerste jaren na overschakeling op NKG.

### 4.3 Financiële gevolgen van seizoensrijpaden

Om de financiële gevolgen van seizoensrijpaden teelt goed in beeld te brengen is begonnen bij het in kaart brengen van de extra kosten. Vooral de verbreding van de assen van de trekkers is een grote kostenpost van €50.000,-. Daarnaast moeten verschillende werktuigen worden aangepast deze aanpassingen kan een teler zelf uitvoeren, of voor een niet al te hoge kosten door een mechanisatiebedrijf laten uitvoeren.

De analyse van in de biologische teelt van doperwten is er een meer opbrengst in seizoensrijpaden gevonden. Door de seizoensrijpaden kon eerder mechanisch onkruid worden verwijderd waardoor er veel minder uren handschoffel werk nodig was dan in het standaard systeem. Hierdoor zijn minder kosten gemaakt dan in het rijpaden systeem.

Vooral het voordeel van vroeg mechanisch kunnen schoffelen in de biologische teelt zorgt voor minder uren handschoffelen nodig zijn en minder onkruiddruk.

In de gangbare teelt zijn die voordelen er niet en is de meer opbrengst vaak gelijk het verlies van betaalde oppervlakte wat maakt dan de investering in het verbreden van de assen er niet uitkomt.

#### 4.4 Ervaringen seizoensrijpaden bedrijfsleider Arjan Hofstee

Bedrijfsleider Arjan Hofstee heeft zijn praktijk-ervaringen met de verschillende spoorbreedtes op papier gezet, hieronder zijn bevindingen:

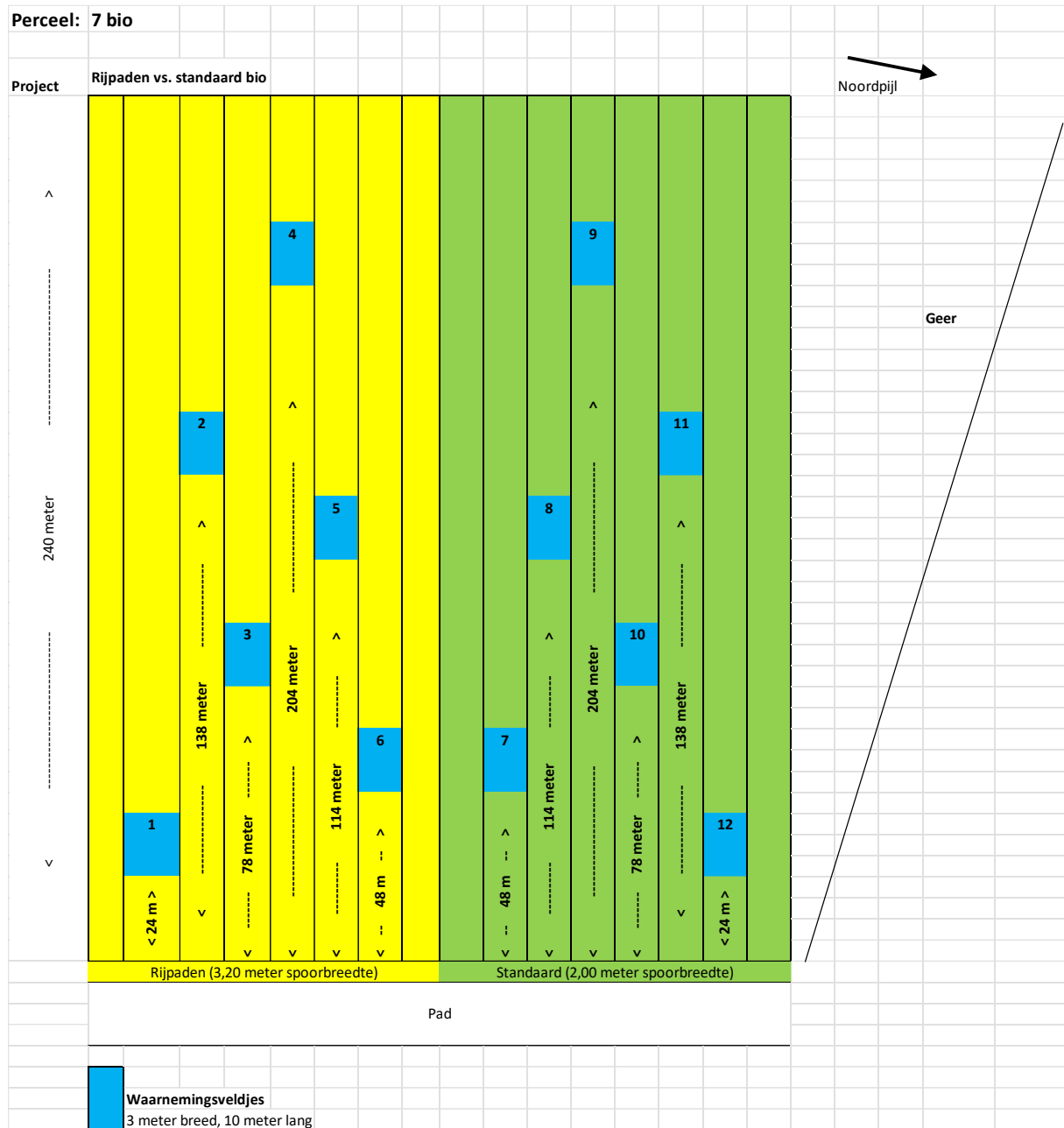
“We zijn begonnen in 2017 op Ebelsheerd met biologische teelt, en toen zijn we ook gelijk gestart met seizoensrijpaden. Op de biologische kavels rijden we op 3 meter 20 en voor het vergelijk van het onderzoek is er ook gereden op 2 meter. Dit is de standaard spoorbreedte op het praktijk gedeelte. Bij de biologische doperwten zie je wel positieve verschillen. Dit komt omdat je in de biologische teelt gemiddeld zo’n acht keer misschien negen keer door het gewas rijdt. Wanneer je op seizoensrijpaden rijdt, rijdt je eigenlijk over je gewas en heb je minder structuurschade in het bed van je doperwten. Dat zijn onze bevindingen hier op de zware kleigrond.

Het onderzoek heeft ook gelegen in gangbare wintertarwe, hier was het verschil nihil. Wij denken dat dat komt omdat in het gangbare deel er maar weinig bewerkingen worden uitgevoerd op die spoorbreedtes en daardoor het verschil ook minder groot is. Op het biologisch gedeelte waren de opbrengst percentages zo’n 10% hoger. Bij de doperwten (biologisch) zag je verschil optisch ook heel goed. Bij seizoensrijpaden waren het strakke bedden van bovenaf en bij het 2 meter spoor zag je een dal in het gewas. Dat is gewoon structuur schade wat je hebt door het gebruik van mechanisatie.”

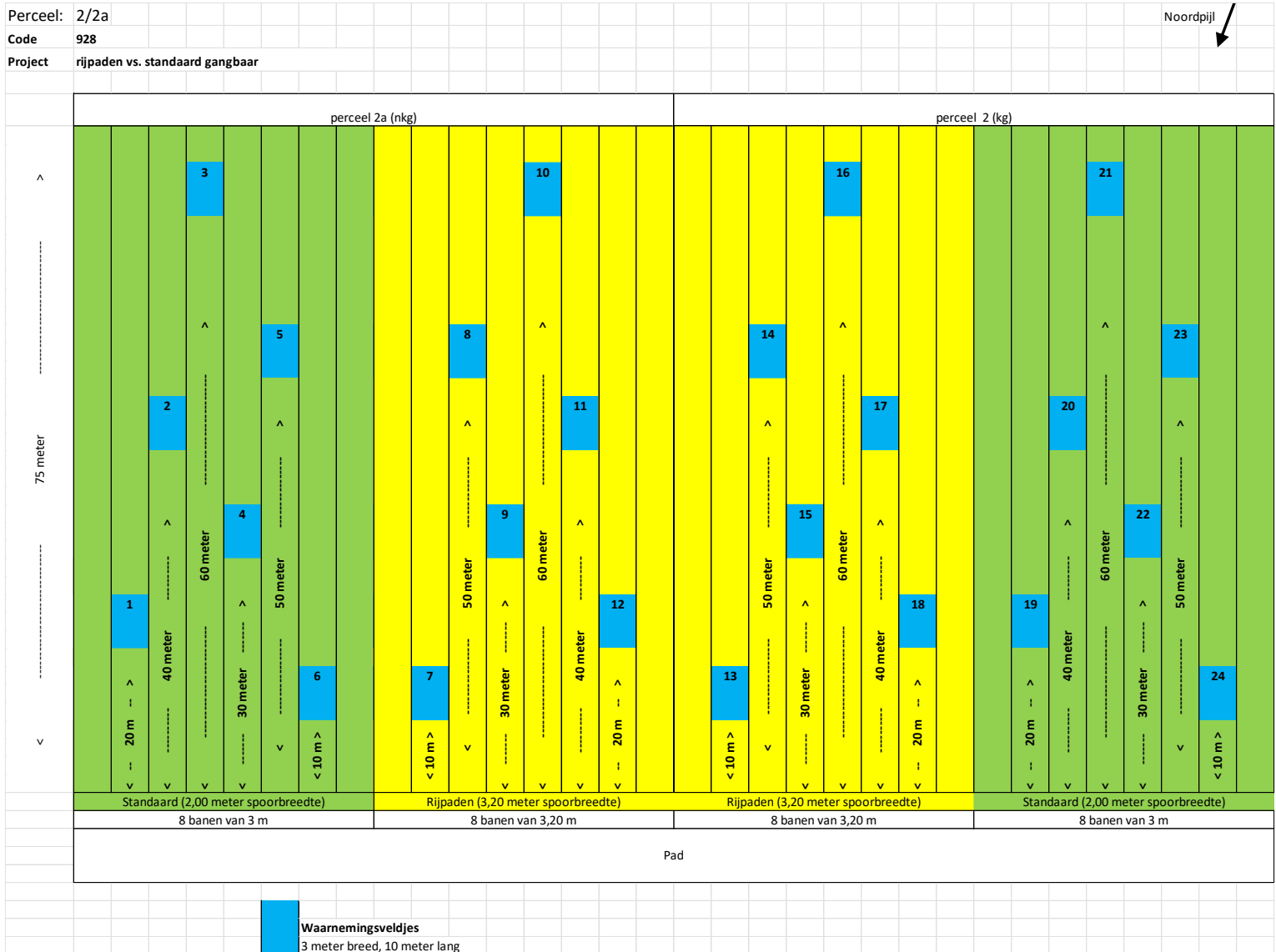
Op de website van Crkls staat een interessant artikel over dit onderzoek, en is er tevens een YouTube publicatie beschikbaar waarin bedrijfsleider Arjan Hofstee verteld over dit onderzoek.

<https://www.crkls.nl/onderzoeken/biodoperwt-profiteert-van-seizoensrijpaden-gangbare-wintertarwe-niet/>

## Bijlage 1: Proefveldschema biologisch perceel



## Bijlage 2: Proefveldschema gangbaar perceel



### Bijlage 3: Tabellen met indringingsweerstand

#### Biologisch teeltsysteem indringingsweerstand in MegaPascal (MPa).

3-3-2021	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
Rijpaden	0.58	1.14	1.36
Standaard	0.68	1.35	1.47
L.S.D. ( $p < 0.05$ )	n.s.	0.18	n.s.

21-7-2021	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
Rijpaden	1,25	1,69	1,60
Standaard	1,34	1,64	1,52
L.S.D. ( $p < 0.05$ )	n.s.	n.s.	n.s.

13-10-2021	0-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
Rijpaden	0,47	1,22	1,28
Standaard	0,60	1,11	1,14
L.S.D. ( $p < 0.05$ )	0,11	n.s.	n.s.