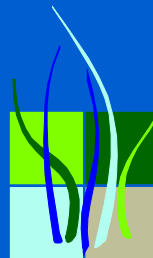


Teeltdegronduit



Teelt de grond uit prei Projectrapportage 2009-2013

Kees van Wijk*
John Verhoeven*
Erik van Os**
Jos Wilms*

* PPO-AGV

** Wageningen UR Glastuinbouw

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten

Teelt de grond uit

Het programma Teelt de Grond uit ontwikkelt rendabele teeltsystemen voor de vollegrondstuinbouw (groenten, bloembollen, boomteelt, fruit en zomerbloemen & vaste planten) die voldoen aan de Europese regelgeving voor de waterkwaliteit. Uitgangspunt is dat de systemen naast een sterke emissiebeperking ook voordelen voor ondernemers opleveren (zoals een grotere arbeidsefficiëntie, betere kwaliteit of nieuwe marktkansen) en gewaardeerd worden door de maatschappij. Onderzoekers van Wageningen UR (Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Wageningen UR Glastuinbouw en LEI) en Proeftuin Zwaagdijk werken in het programma nauw samen met telers, brancheorganisaties en adviseurs uit de sectoren. De financiers van het programma zijn het Ministerie van EL&I, het Productschap Tuinbouw en diverse andere partijen.

PPO publicatienummer: 584

Projectnummer: 32501745

BO-25.03-001-009

Financiers:

Ministerie van Economische Zaken

Stichting Asperge Fonds

Stichting Proef en Selectie Bedrijf

Productschap Tuinbouw

Rabobank

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten**

Adres : Postbus 430, 8200 AK Lelystad
: Edelhertweg 1, 8219 PH Lelystad
Tel. : +31 320 291 111
Fax : +31 320 230 479
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

SAMENVATTING	5
1 Aanleiding en doel	7
2 Van substraat naar water	9
3 Optimalisatie teeltsysteem op water.....	13
3.1 Drijver/houder-systeem	13
3.2 Optimaal plantmateriaal voor snelle start.....	15
3.3 Potentiële opbrengst	16
3.4 Houdbaarheid	17
3.5 Smaakonderzoek	17
3.6 Regen en besparing op nutriënten	18
3.7 Geelstreepvirus.....	19
3.8 Economie	20
3.9 Maatschappelijke acceptatie	22
4 Opschaling naar praktijk.....	23
4.1 Pakket van eisen.....	23
4.2 Praktijkexperiment	24
4.3 Marketing & meerwaarde.....	24
4.4 Mechanisatie van planten en oogst	25
4.5 Nieuwe uitdagingen	26
5 Prei Tdgu in perspectief; prestaties op Planet- Profit-People-onderwerpen	27
6 Conclusies	29
7 Aanbevelingen.....	31
Literatuur	33
Bijlage 1: Globaal jaarschema voor 1 ha continu teelt prei Tdgu met hoofdaanvoer in winter.	35
Bijlage 2: Globaal jaarschema voor 1 ha continu teelt Prei Tdgu met hoofdaanvoer in de winter van 80% volgroeide prei + 20% aanvoer prei van voorjaarshergroei.	36

SAMENVATTING

De preisector heeft in normale productie jaren te maken met overproductie en lage prijsvorming. De teelt is in die jaren weinig rendabel. Daarnaast beseft de sector dat de teelt op termijn beperkt zou kunnen worden omdat zij niet voldoet aan de richtlijnen van de (Europese) wet- en regelgeving wat betreft emissie van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen (gbm's). Daarom staat de preisector voor de uitdaging of er voor prei "meerwaarde" is te creëren met een andere "schonere" productiewijze zoals prei geteeld uit de grond, waar de handel en consument ook een betere prijs voor betalen, of een andere "schonere" productiewijze die productiever en efficiënter is, waardoor tegen lagere kosten geteeld kan worden.

Omdat de problematiek rond nutriënten- en gbm's emissie in meerdere buitenteelt sectoren speelt werd in 2009 een breed project *Teelt de grond uit* (Tdgu) gestart onder andere met het gewas prei. Dit programma had een looptijd van 4 jaar (2013). In dit rapport worden de resultaten van 4 jaar prei-onderzoek samengevat. Het *Prei-Tdgu*-onderzoek omvatte de volgende doelen:

1. Ontwikkeling van een duurzaam systeem voor de teelt van prei met de volgende randvoorwaarden: verbeterde kwaliteit, verhoogde oogstzekerheid, bedrijfseconomisch rendabel, beperking emissie van nutriënten, vermindering gebruik en emissie van gewasbeschermingsmiddelen, verbetering van arbeidsomstandigheden, vermindering van watergebruik, vermindering van energie en broeikasgasemissies;
2. In kaart brengen van de milieu-effecten van de nieuwe teeltsystemen;
3. Opschaling naar semi-praktijk schaal van het nieuwe teeltsysteem.

Uit de eerste proeven in 2008 en 2009 kwam naar voren dat de teelt van prei op water niet onderdoet voor de teelt van prei op substraat. Beide gaven een betere groei dan in de vollegrond. Gebruik van substraat brengt meer kosten met zich mee, meer arbeid, het legt meer beslag op grondstoffen en produceert meer afval. Hierdoor is de teelt in substraat afgevalen als ontwikkelrichting.

Het ontwikkelde teeltsysteem van prei op water bestaat uit een vijver met een waterdiepte van ca. 20-30 cm met daarop een drijver/houder voor de prei. Om de gewenste hoeveelheid wit te creëren groeit de prei in een donkere buis. Voor de teelt van prei op water kunnen voorlopig de gangbaar opgekweekte planten gebruikt worden, een opkweekoptimalisatie is echter nog wel mogelijk. Sorteren van plantmateriaal geeft een uniformer en zwaarder eindproduct. Uniform uitgangsmateriaal bepaalt in hoge mate de uniformiteit van het geoogste product en bepaalt dus in hoge mate het gemiddeld eindgewicht per plant. Het snoeien van wortels is beperkt mogelijk. Een wortellengte van ca. 4 cm lijkt optimaal. Planten met langere wortels zijn moeilijker te planten (in de buizen), planten met kortere wortels slaan moeilijker aan. De ideale hoogte van de preiplant boven het water is 1-2 cm boven het waterniveau, meer dan 2 cm geeft risico op snelle verdroging. Om ca. 14 cm wit te creëren is een buislengte van 20 cm ruim voldoende (geeft ca 16-18 cm wit). Een kortere buis (10 cm) geeft minder wit maar wel een zwaardere plant na dezelfde groeiperiode. Buislengte en -diameter hebben invloed op het aantal teelten per jaar. Vier teelten per jaar is goed mogelijk als de witlengte minder belangrijk is (in een 10 cm buis) en bij een kleinere diameter (een 32/28mm buis t.o.v. een 40/34mm buis). Drie teelten zijn maximaal mogelijk in een 20 cm buis met een 40/34mm diameter waardoor een zwaardere plant (200-250 g) en een hoog tonnage (>300 ton/ha) kan worden behaald, maar hiervoor is wel een langere teeltduur vereist.

De potentiële productie van een teeltsysteem van prei op water ligt tussen de 250 en 300 ton per ha. Dat kan met een waaier van preigewichten bereikt worden van enerzijds snelgegroeide lichtgewicht prei tot anderzijds langer groeiende zwaardere prei, en alle gewichten daartussen. Voor lichtgewicht prei is 100 planten/m² mogelijk, misschien zelfs meer, maar 200-250 ton/ha is dan maximaal. Het bedrijfseconomisch optimum ligt bij hogere plantdichtheden wel lager, want de kosten van plantmateriaal en arbeidskosten van planten en oogsten nemen toe met het plantgetal.

Uit het smaakonderzoek kwam naar voren dat er geen verschil is in smaak tussen de teelt op water en de teelt in de grond en dat er slechts kleine verschillen zijn tussen de rassen.

Op jaarbasis valt op het teeltsysteem meer regen dan de teelt nodig heeft. Maatregelen zijn nodig om dit neerslagoverschot af te vangen/voeren door aanpassing van het ontwerp van de drijver, overkapping of afvoer van overtollig basin water.

Het lijkt erop dat geelstreepvirus sneller symptomen geeft bij de teelt van prei op water in vergelijking met de teelt in de vollegrond. Nader onderzoek is nodig om herkomst en verspreiding van het virus te bepalen.

Begin 2013 is de eerste stap naar opschaling gemaakt. Een praktijkexperiment is gerealiseerd in Kamperland met twee vijvers van elk 200 m². Zuurstofgehalte in het water lijkt een belangrijke factor te zijn voor een gezonde wortelontwikkeling en daarmee algehele gezondheid van de plant. In samenwerking met het praktijknetwerk 'Meerwaarde voor prei geteeld op water' vindt een verkenning plaats naar de mogelijkheid hoe een meerwaarde uit de markt gehaald kan worden door prei op een andere manier te verkopen.

Op een groot aantal punten is de duurzaamheid van Tdgu prei beter dan de teelt in de volle grond. Het gebruik van water, nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen en het landgebruik scoren duidelijk beter bij Tdgu. Bij de kostprijs vergelijking tussen de teelt in de volle grond en de teelt op water zijn een aantal aannames nodig omdat nog maar beperkte ervaring is met teeltsystemen op water. Uit de vergelijking komt naar voren dat kostprijs voor de teelt op water ca. € 15 per 1000 kg duurder is dan bij de teelt in de grond. Om op arbeidskosten te besparen is mechanisering van planten en oogsten wenselijk. Het energieverbruik (met name voor het rondpompen van water) is een punt van aandacht voor zowel de broeikasgasemissie als de kostprijs. Natuurlijke en landschappelijke inpassing is bij de uiteindelijke uitvoering noodzakelijk voor de maatschappelijke acceptatie waarbij een heldere en transparante communicatie naar de omgeving belangrijk is.

Er zijn nog een aantal uitdagingen om het teeltsysteem te verbeteren en commercieel aantrekkelijk te maken. De belangrijkste zijn:

- Robuuster maken van het teeltsysteem op het gebied van ziekten/plagen (geelstreepvirus) en waterkwaliteit (zuurstof/bioleven/ontsmetten);
- Neerslag overschot opvangen/voorkomen in relatie tot lozing;
- Inrichting teeltlogistiek waaronder opkweek (op water?), logistiek ontwerp bedrijf inclusief mechanisatie planten en oogsten;
- Energieverbruik en meerwaarde creatie.

-

1 Aanleiding en doel

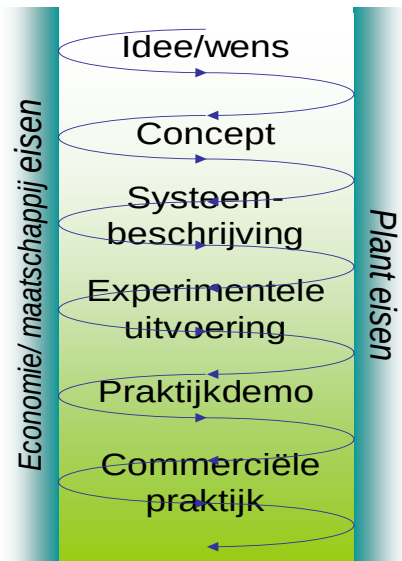
De preisector heeft in normale productie jaren te maken met overproductie en lage prijsvorming. De teelt is in die jaren weinig rendabel. Daarnaast beseft de sector dat de teelt op termijn beperkt zou kunnen worden omdat zij niet voldoet aan de richtlijnen van de (Europese) wet- en regelgeving wat betreft emissie van nutriënten- en gewasbeschermingsmiddelen (gwb's). Daarnaast is in de markt een toenemende aandacht voor gwb-residuen. Daarom stond de sector voor de uitdaging of er voor prei "meerwaarde" is te creëren met een andere "schonere" productiewijze zoals prei geteeld uit de grond waar de handel en consument ook een betere prijs voor betalen, of een andere "schonere" productiewijze die productiever en efficiënter is, waardoor tegen lagere kosten geteeld kan worden.

Uit een voorstudie van De Haan & van Wijk (2007) bleek dat innovatie van de teelt van vollegrondsgroenten op zandgronden noodzakelijk is om aan de nitraatrichtlijn en de Kader Richtlijn Water te kunnen gaan voldoen. Tegelijkertijd kwam naar voren dat de ervaringen met preiteelt-uit-de-grond schaars waren. Van Wijk en De Haan (2009) concludeerden dat met de teelt op goten uitspoeling van nutriënten fors verminderd kan worden maar dat voor prei nog grote onzekerheden bestonden over het ontwerp van een dergelijk teeltsysteem en de daarmee samenhangende kosten en opbrengsten. Omdat de problematiek rond nutriënten- en gbm-emissie in meerdere sectoren speelt werd in 2009 een breed programma *Teelt de grond uit* (Tdgu) gestart met meerdere gewassen, waaronder prei. De volgende doelen werden voor het project *Prei-Tdgu* geformuleerd:

- 1 Ontwikkeling van duurzame systemen (People, Planet, Profit) voor de teelt van prei met de volgende randvoorwaarden: verbeterde kwaliteit, verhoogde oogstzekerheid, bedrijfseconomisch rendabel, beperking emissie van nutriënten, vermindering gebruik en emissie van gewasbeschermingsmiddelen, verbetering van arbeidsomstandigheden, vermindering van watergebruik, vermindering van energie en broeikasgasemissies.
- 2 In kaart brengen van de milieu-effecten van de nieuwe teeltsystemen.

Om het doel van het project te halen is in de periode 2009-2013 onderzoek uitgevoerd op PPO Vredepeel met verschillende teeltsystemen op dichte teeltbakken met diverse mediums en op water. Toepassing van dichte teeltbakken voorkomt nutriëntenuitspoeling en beperkt gewasbeschermingsmiddelenemissie. Het onderzoek vond plaats onder begeleiding van de praktijk (telers, adviseurs, toeleveranciers (veredeling, plantenopkweek en systeemontwikkelaars). Na elke teelt zijn de resultaten geëvalueerd en zijn daar waar nodig systeemaanpassingen doorgevoerd. Tegelijkertijd is een eisenpakket geformuleerd waar een dergelijk duurzaam teeltsysteem aan zou moeten voldoen. Vanaf 2012 is gewerkt aan de opschaling van het gekozen teeltsysteem naar semi-praktijkschaal.

In de periode 2009-2013 zijn in het samenspel van economische/maatschappelijke eisen en de planteisen verschillende stappen doorlopen zoals in afbeelding 1 te zien is. Hierbij is de cyclus van concept/systeembeschrijving/experimenten uitvoeren een aantal keer doorlopen in de eerste paar jaar en in 2013 is de stap richting praktijkdemo gezet.



Afb.1: **De verschillende stappen van projectidee tot commerciële praktijktoepassing.**

Leeswijzer: deze eindrapportage geeft een samenvatting van de opzet en resultaten van alle onderzoeken en studies uitgevoerd binnen dit project van 2009-2013. In hoofdstuk 2 is de ontwikkeling van het teeltsysteem prei op substraat naar preiteelt op water beschreven. De optimalisatie van dit gekozen systeem met alle bijbehorende deelonderzoeken, zijn verwoord in hoofdstuk 3. Hoofdstuk 4 geeft het proces van opschaling in de praktijk weer. In hoofdstuk 5 worden de maatschappelijke prestaties volgens de Planet-People-Profit kenmerken van prei Tdgu vergeleken met de prei vollegrondsteelt. De aanbevelingen voor verdere ontwikkeling van prei Tdgu zijn vermeld in hoofdstuk 6. In de bijlagen zijn 2 voorbeelden van teeltplanning uitgewerkt voor prei Tdgu.

2 Van substraat naar water

In **2008** zijn de eerste proeven uitgevoerd met substraat en water (Van Wijk & De Haan, 2009). Daartoe is een proefopstelling op PPO Vredepeel gemaakt van 5 teelttafels en een bassin. Deze werden gevuld met substraat of met water dat rondgepompt wordt of gevuld met substraat. De bemesting wordt via 2 bakken toegediend (zie afb. 2).



Afb. 2: **Opstelling teeltsystemen uit de grond en en 2 bakken voor bemesting**

In 2008 zijn de volgende behandelingen beproefd:

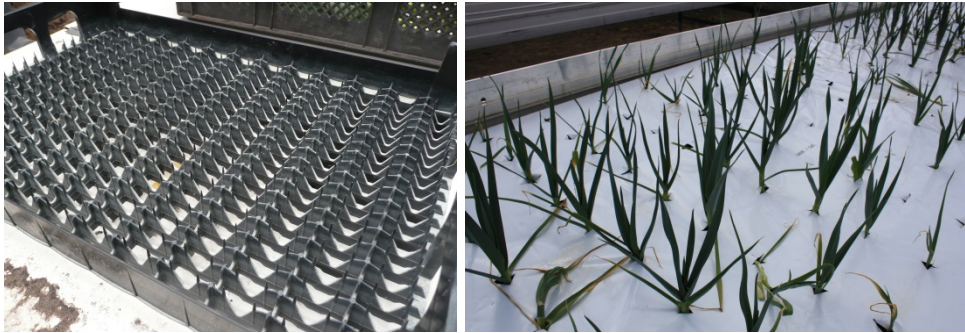
		Drain		Substraat		Plant	
		veel	weinig	weinig	veel	los	vast
1	Vloedgolf in gootjes		x	x		x	
2	Vloedgolf in trays		x	x		x	
3	Substraatbed		x		x		x
4	Deep flow	x		x		x	
5	Substraat Pot		x	x		x	
6	New Growing Syst	x		x		x	

Deze zes verschillende systemen zijn ontworpen met praktijkmensen en getest op kleine schaal. De resultaten van het eerste jaar wezen uit dat het telen van prei uit de grond mogelijk was. De systemen in substraat gaven een redelijke plant ontwikkeling gevolgd door deep flow (waterlaag) en new growing system. Het vloedgolf systeem gaf de minste ontwikkeling. De hoeveelheid wit was met de systemen nog onvoldoende. De veel belovende resultaten gaven aanleiding om prei in het programma Tdgu op te nemen. Afb. 3: Preiplanten net na planten in volvelds potgrond op tafels, in potten en in goten afgedekt met plastic (sept 2008).



Afb. 3: **Geoogste prei (onvoldoende wit) en net voor de oogst in december 2008.**

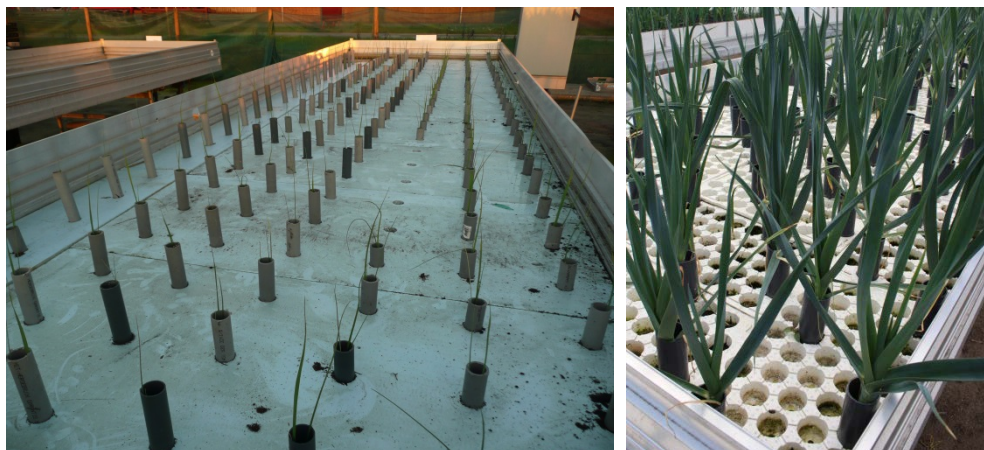
In **2009** zijn op Proefbedrijf PPO AGV in Vredepeel proeven uitgevoerd voor de teelt uit de grond met het gewas prei. Het doel van de proeven is om de emissie van nutriënten naar grond- en oppervlaktewater te verminderen (van Os et al, 2009).



Afb. 3b: **Spijkerbed tray of fakirbed (links) en na planten afgedekt met beweegbaar foliedeksel (rechts)**



Afb. 4: **Weergave hoge potten met substraat.**



Afb. 5: **20 en 40mm buis in platen (links) en in polystyreen trays (rechts)**

Drie teeltsystemen, teelt met buizen in een dikke laag voedingsoplossing, teelt in hoge substraatpotten en teelt met een beweegbaar deksel (zie afb.3b, 4 en 5) zijn onderling vergeleken en met de traditionele teelt in de vollegrond. Behandelingen zijn uitgevoerd in een voorjaars- en een zomerteelt, waarbij binnen enkele behandelingen ook het effect van de plantdichtheid is onderzocht. Het effect van de behandelingen is beoordeeld op productie, hoeveelheid wit, rechtheid, hoeveelheid afval en de diameter van de prei.

De opkweekperiode duurde bij beide teelten ongeveer even lang ca. 80 dagen. Van de drie teeltsystemen voldeed het systeem met buizen het best. Watergeven was op dit systeem continu, dit heeft potentieel in de winter als voordeel dat er minder bevriezing optreedt. Het systeem met het beweegbaar foliedeksel zou verder moeten worden ontwikkeld. Het folie is niet het geschikte materiaal om prei te fixeren, bij omhooghalen zakte de plant er niet doorheen. Hierdoor ontstaat vrij veel kromme prei. Watergeven was eerst intermitterend, maar dit was te weinig, na overgang op continu watergeven werd een vergelijkbare opbrengst verkregen. Het systeem met substraat in 20cm hoge boomkwekerijtrays voldoet op zich goed. Het afvalprobleem is hier echter aanzienlijk. De vollegrond was minder in opbrengst door dunnere maar wel

wittere prei. Bovendien treedt gemakkelijker vervuiling van de prei op. Op een van de systemen was de EC 2,5-3,0 mS/cm geweest, dit gaf een betere opbrengst en een betere kleur in vergelijking met de lagere EC van 2,0-2,5. Bij deze laatste was met name bij veel regen de kleur onvoldoende.

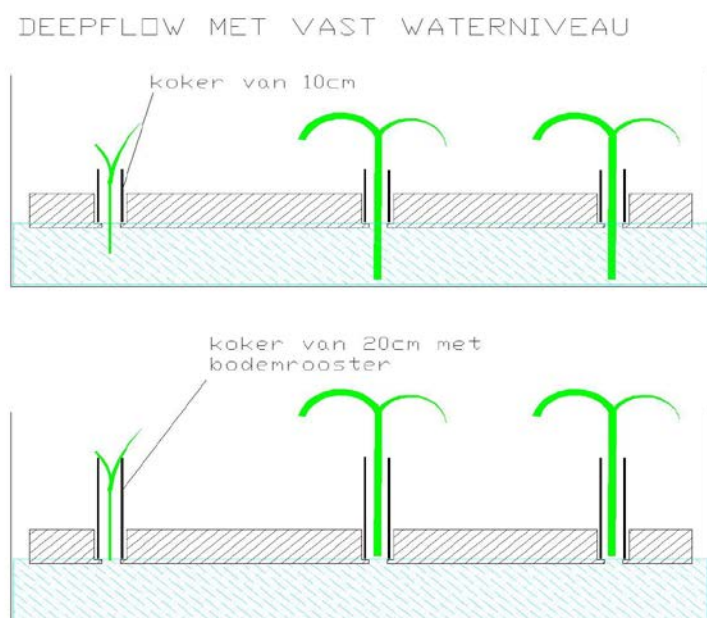
Samenvattend bleek uit het onderzoek in 2008 en 2009 dat teelt van prei op water niet onderdoet voor teelt van prei op substraat en het beter groeit dan in de vollegrond. Omdat gebruik van substraat meer kosten met zich mee brengt, meer arbeid kost, meer beslag legt op (eindige) grondstoffen en meer afval geeft, is gekozen voor de verdere ontwikkeling van preiteelt op water, met name voor het drijfsysteem op platen in een bassin. De optimalisatie van dit systeem in al zijn facetten (teelttechnisch, producttechnisch en economisch) is voortgezet in de jaren 2010-2013.

3 Optimalisatie teeltsysteem op water

In de jaren 2009 t/m 2012 is gewerkt aan het optimaliseren van het drijf/houder systeem waarbij onder andere plantdichtheid, buistype (diameter/lengthe), sorteren plantmateriaal, snoeien van wortels voor planten en raseffecten onderzocht zijn. Uitgebreide rapportage van de resultaten is terug te vinden in de jaarrapportages. (van Os, et al., 2009), (van Os et al., 2010), (van Os et al., 2011), (van Os,et al., 2012).

3.1 Drijver/houder-systeem

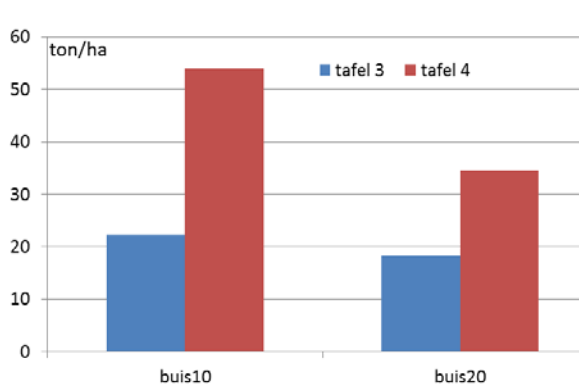
De drijver/houder drijft op het water, dit systeem wordt ook wel het deepflow systeem genoemd (zie afb. 6). Voor de drijver zijn de volgende eigenschappen van belang: voldoende drijfvermogen voor volgroeide preiplanten enerzijds en ervoor zorgen dat de preiplanten bij aanvang van de teelt niet te hoog boven het water hangen om weggroeicondities optimaal te houden. Een hoogte van 1-2 cm boven het waterniveau is ideaal, meer dan 2 cm geeft risico op snelle verdroging.



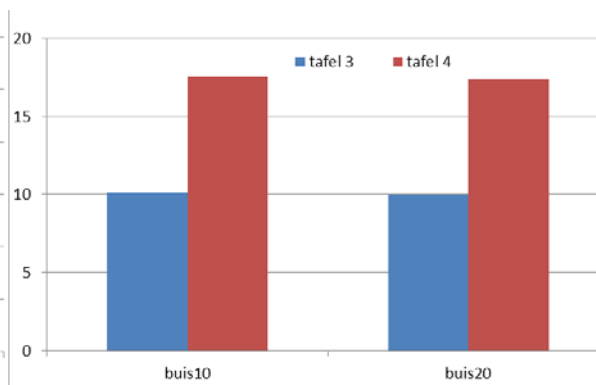
Afb. 6: Deepflow-systeem met kokers zonder bodem (boven) en met roosterbodem (onder).

Tevens is het belangrijk dat de drijver op termijn als een mechanisatie eenheid kan fungeren. Het gebruik van buizen, of een vergelijkbare buisachtige houder heeft het voordeel dat makkelijk planten mogelijk is met de zekerheid dat alle planten op de juiste diepte. Om te voorkomen dat planten door de bodem zakken is het noodzakelijk om de bodem van de buis te voorzien van een soort rooster. De buis wordt als houder voor de planten gebruikt om deze te fixeren op zijn plaats en om een voldoende lange witte schacht te creëren.

In 2010 is het onderzoek naar optimale buislengte en buisdiameter voortgezet. De 10 en 20 cm buislengten (afb. 9) gaven in drie teelten hetzelfde beeld: op buis 10 cm zijn de planten zwaarder (meer ton/ha) dan op de buis 20 cm, maar de hoeveelheid wit is op de 10 cm buis onvoldoende d.w.z. < 14 cm en op de 20 cm buis ruim voldoende; ca. 16-18 cm wit (zie afb. 7 en 8).



Afb.7: Relatie tussen buislengte en opbrengst



Afb 8: Relatie tussen buislengte en lengte wit.

De diameter van de buizen bepaalt het oogstmoment. De diameter van de buizen lijkt met 28mm binnendiameter aan de smalle kant. Hierdoor blijft bij de meeste rassen de prei te dun en dus te licht (meestal minder dan 200 g/stuk).

In 2011 is het effect onderzocht van buisdiameter op de opbrengst (kwaliteit). Een 32/28 mm (buiten/binnen diameter) buis verplicht tot een kortere groeiperiode dan een 40/34 mm buis om vastzitten te voorkomen. Als het eindgewicht per plant > 200 g per stuk moet zijn (diameter > 2cm) en/of een hoge opbrengst per ha (>300 ton/ha) is vereist dan is een buisdiameter 40/34mm met een lengte van 20cm nodig voor een lange teeltperiode. Indien kan worden volstaan met 10 cm wit, een dunnere prei (<200 g/pl) en daardoor een lagere opbrengst per ha kan een buisdiameter van 32/28 en een buislengte van 10cm volstaan.

Samenvatend: Buislengte en -diameter hebben invloed op het aantal teelten per jaar. Vier teelten per jaar is goed mogelijk als de witlengte minder belangrijk is (in een 10 cm buis) en bij een kleinere diameter (een 32/28mm buis t.o.v. een 40/34mm buis). Drie teelten zijn maximaal mogelijk als in een 20 cm buis met een 40/34mm diameter een langere teeltduur is vereist waardoor wel een zwaardere plant (200-250 g) en een hoog tonnage (>300 ton/ha) moet worden behaald.



Afb. 9: Prei in 20 cm buis (links) en, rechts, in 10 en 20 cm buis direct na planten



Afb. 10: **Plantdichtheidsproeven met 30, 40, 50 en 70 (links) planten per m² (rechts).**

Is de plantdichtheid in de vollegrond vooral bepaald door de rijspoorbreedte van de trekker, resulterend in een plantverband van 75 x 10 cm, bij de teelt op water is een vierkantsverband mogelijk, resulterend in 30, 40, 50 en 70 planten per m² (Afb. 10). Ook 100 pl/m² is mogelijk. Bij een toenemend plantgetal neemt de totale productie toe (zie afb. 13) maar tegelijkertijd lijkt de individuele plant gewicht na dezelfde groeiperiode af te nemen.

3.2 Optimaal plantmateriaal voor snelle start

Om met optimaal plantmateriaal de teelt te starten is onderzocht de invloed van *opkweekmethode*, *sorteren van plantmateriaal*, *wortelsnoei* en *raskeuze* op de *weggroei* en *opbrengst*.

In 2009 zijn drie *opkweekmethoden* vergeleken (steenwolplug, preforma lijmplug en losse plant) in een voorjaars- en een zomerteelt. Het effect van de behandelingen was beoordeeld op productie, hoeveelheid wit, rechtheid, hoeveelheid afval en de diameter van de prei. De opkweekperiode duurde bij beide teelten ongeveer even lang: ca. 80 dagen. In het algemeen kan gezegd worden dat er geen verschillen waren in opbrengst veroorzaakt door het plugtype of de losse plant. Een goede opkweek is echter wel een vereiste om een snelle teelt te realiseren. Het uitgangsmateriaal moet ook voldoende uniform zijn.

In 2010 waren de planten in de eerste teelt op drie verschillende manieren opgekweekt: Fiberneth kokosplug, steenwolplug en als losse plant. De opkweekmethode met losse planten voldeed teelttechnisch net zo goed als de opkweek in pluggen. Daarnaast zijn losse planten goedkoper en sluit de opkweekmethode nu dichter aan bij de praktijk. Voor volgende proeven is daarom steeds gekozen voor de opkweek van losse planten. Het *snoeien van wortels* is beperkt mogelijk. Een wortellengte van ca. 4 cm lijkt optimaal. Planten met langere wortels zijn moeilijker te planten (in de buizen), planten met kortere wortels slaan moeilijker aan. *Sorteren van plantmateriaal* geeft een uniformeren zwaarder eindproduct. Uniform uitgangsmateriaal bepaalt in hoge mate de uniformiteit van het geoogste product en bepaalt dus in hoge mate het gemiddeld eindgewicht per plant. Met het rooien van de losse planten kan hier rekening mee worden gehouden.

Het onderzoek in 2012 bevestigde het feit dat sorteren van plantmateriaal tot een uniformere eenmalige oogst leidt. Plantleeftijd speelt bij de teelt op water een kleinere rol als bij de teelt in de vollegrond. Een 14 weeks plant geeft een hogere opbrengst met dezelfde kwaliteit als een 12 of 10 weeks plant, waarschijnlijk veroorzaakt door de snelle (weg)groei op water.

Snelle hoog opgroeiende rassen zijn gewenst voor deze teeltmethode en dat voor het gehele jaar.

Aanvullende rassenproeven zijn wel nodig om dit beter te onderbouwen.

De eerste weken na het planten heeft de plant het moeilijk om direct door te groeien. Vervanging van wortels vindt dan plaats. In die periode moet de verdamping worden beperkt. In maart 2011 was het schraal weer waardoor om deze reden uitval optrad. Afdekking met vliesdoek kan een oplossing zijn.



Afb.11: Ongelijk plantmateriaal geeft een minder uniform eindproduct, en omdat geoogst moet worden als de eerste prei vastgroeit in de buis, kost het ook opbrengst.

3.3 Potentiële opbrengst

Bij het bepalen van de potentiële opbrengst per jaar zijn zowel teeltduur als plantdichtheid van belang. In 2009 bleek dat, indien naar een onderscheidbaar product wordt gestreefd met een diameter van 25-30 mm., de teeltduur tussen planten en oogsten ca. 40-50 dagen was. Dit betekent dat 4 teelten per jaar mogelijk zijn (twee teelten in vroege voorjaar en najaar met een teeltduur van ca. 75 dagen en twee teelten in de zomer van ca. 45 dagen) met 30-50 planten per m² en een geschatte opbrengst van in totaal 250 ton/ha. In 2010 zijn door het jaar heen verschillende rassen gebruikt (tabel 1) omdat die volgens teeltadviseurs het beste bij betreffende teeltperiode zouden passen.

Tabel 1: **Overzicht teeltschema's en rassen Tdgu prei, PPO Vredepeel 2010**

Teelt	Ras	Plantdatum	Oogstdatum	Opkweekduur (dg)	Teeltduur (dg)
1	Volta	24 maart	25 mei	100	61
2	Megaton	31 mei	13 juli	91*	43
3	Belton	20 juli	7 sept.	84*	49
4	Harston	17 sep	19 jan.	84*	125
			21 feb		157

**Geschatte opkweekduur (exacte zaaidatum onbekend)*

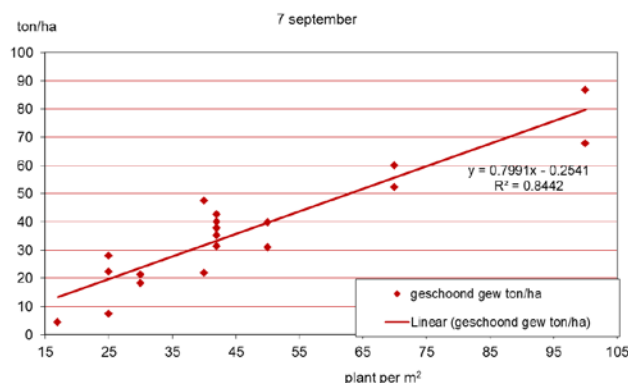
De start op 24 maart 2010 was laat doordat het in februari en maart continu is bleef vriezen, pas na de vorst kon met de opbouw en installatie worden begonnen. Tussen de teelten bleef het systeem een week leeg om het teeltsysteem schoon te maken. De 4^e teelt was al laat geplant en kreeg al in november te maken invallende vorst en sneeuw. Daarom is niet in december maar in januari een deel geoogst. Op 21 februari 2011 opnieuw een partij geoogst om inzicht te krijgen in de hergroei na de wintervorst.

In 2011 bleken 4 teelten per jaar zijn mogelijk maar dit is wel sterk afhankelijk van het weer. De rassenkeuze is daarbij zeer belangrijk en wordt anders dan bij de teelt in de grond. Snel doorgroeiende rassen die veel lengte hebben verdienen de voorkeur.



Afb 12: Verschillende rassen in 2011 met voldoende diameter en witlengte

Er bestaat een relatie tussen plantdichtheid en opbrengst. In 2010 zijn verschillende plantdichtheden beproefd ter bepaling van de optimale plantgetal bij de teelt op water. Uit de oogst van de 1^e en 2^e teelt werd duidelijk dat 70 planten/ m² niet de maximale plantdichtheid hoefde te zijn. Daarom is in de 3^e teelt (oogstdatum 7 sept) ook een plantdichtheid met 100 planten/m² beproefd. In afb. 10 is, als voorbeeld wat mogelijk is, de relatie tussen plantdichtheid en opbrengst weergegeven van de 3^e teelt.



Afb. 13: **Relatie tussen plantdichtheid (planten/m² en opbrengst (t/ha), Tdgu prei, PPO Vredepeel 2010**

Bij gebruik van 28mm buizen wordt een lichtere prei geoogst tot 200 gram, afhankelijk van jaargetijde en ras, maar de plantdichtheid kan hierdoor bij tdgu fors omhoog; verhoging van 17-25 planten/ m² in een vollegrondsteelt naar 70-100 planten/m² bij tdgu is mogelijk. Daarmee kan met 4 teelten per jaar 200-300 ton/ha geschoonde prei geoogst worden. Onderzoek in 2011 bevestigen deze resultaten.

Als het eindgewicht per plant boven de 200 g per stuk moet zijn met preidikte > 2cm, of een hoge opbrengst per ha (>300 ton/ha) bereikt moet worden, dan is een buisdiameter 40/34mm met een lengte van 20 cm vereist. Dit geeft voldoende lengte wit boven de 14 cm. Maar door de langere groeitijd zijn maar 3 teelten per seizoen mogelijk. Vier teelten per jaar zijn wel mogelijk als de witlengte minder belangrijk is en een jonge plant kan worden geoogst. Geteeld wordt dan in een 10 cm lange buis met een kleinere diameter 32/28mm.

Samenvattend kan gesteld worden dat de potentiële productie van een teeltsysteem van prei op water tussen de 250 en 300 ton per ha ligt. Dat kan met een waaier van preigewichten bereikt worden van enerzijds snelgroeïende lichtgewicht prei tot anderzijds langer groeiende zwaardere prei, en alle gewichten daartussen. Voor lichtgewicht prei is 100 planten/m² daarbij nog niet het teeltkundig optimale plantgetal, want de opbrengstcurve buigt daar nog niet af naar beneden. Het bedrijfseconomisch optimum ligt wel lager want de kosten van plantmateriaal en arbeidskosten van planten en oogsten nemen toe met het plantgetal.

3.4 Houdbaarheid

Tweemaal zijn houdbaarheidsproeven uitgevoerd. De eerste keer betrof het een kleine proef en kon geen verschil in houdbaarheid tussen behandelingen worden gevonden. De tweede keer in 2013 gaf de prei op water eerder (na 14 dg) slap blad te zien dan vollegrondsprei (9% tegen 6% gewichtsverlies van hetzelfde ras). Extra maatregelen om uitdroging te voorkomen lijken nodig. Vergelijking is echter moeilijk doordat partijen klein zijn en er vaak behandelingsverschillen optreden (kisten zijn niet even vol, randeffecten bij stapeling op een pallet).

3.5 Smaakonderzoek

Na afloop van de 2e teelt in 2012 is met de geoogste prei een smaakproef gehouden bij Wageningen UR Glastuinbouw in Bleiswijk (Van Os, e.a. 2012). Verschillende partijen (3 rassen van de teelt op water, 1 ras geteeld bij hogere EC, 1 ras van de vollegrond, 1 ras uit de supermarkt) zijn volgens standaard recept van klaargemaakt (zie afb. 14) en vervolgens geproefd door een panel van deskundigen (afb. 15).



Afb. 14: Gesneden prei klaar voor bereiding in stoomoven. Afb. 15: Proevers in actie.

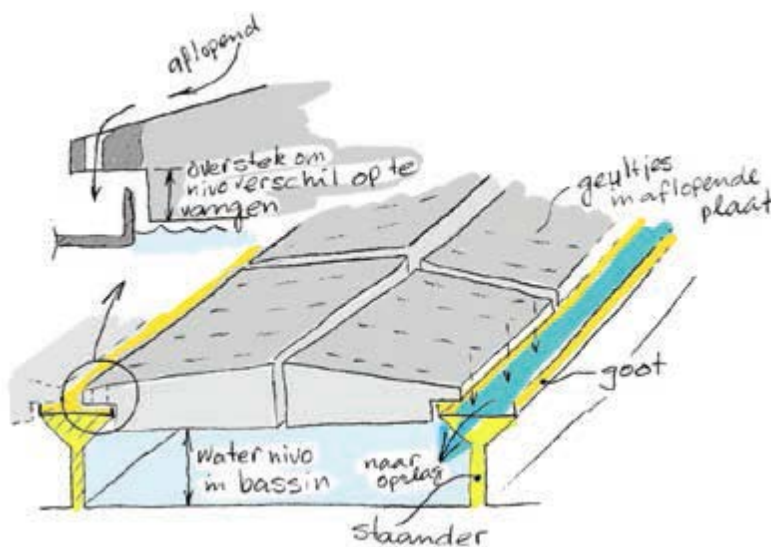
Uit het smaakonderzoek kwam als belangrijkste conclusie naar voren dat er geen verschil is in smaak tussen de teelt op water en de teelt in de grond en dat er zijn kleine verschillen zijn tussen de rassen.

3.6 Regen en besparing op nutriënten

Voor de gewassen van “Teelt de Grond Uit” is geschat hoe groot het neerslagoverschot op jaarbasis is. In 2012 is een inventarisatie gemaakt voor preiteelt op water. Het neerslagoverschot is ca 300-500 mm per jaar bij continue teelt. Indien in de winter niet wordt doorgeteeld (3 maanden, dec - feb) is het mogelijk om het regenwater gescheiden op te vangen door het teeltsysteem af te dekken. Het neerslagoverschot daalt hierbij met ca 200 mm tot 100 – 300 mm per jaar. Indien in de winter wel wordt doorgeteeld moet bovenstaand overschot van 300-500 mm in zijn geheel worden opgeslagen, omdat het via het systeem wordt afgevoerd, het bevat nutriënten ($100 \text{ mm} = 100 \text{ l/m}^2 = 1000 \text{ m}^3/\text{ha}$).

De aanleg van een basin om het systeemwater in op te vangen is noodzakelijk. Bij een opslagcapaciteit van 500 -1000 m^3/ha zal een deel moeten worden afgevoerd in de winter. Ook hier verdient het aanbeveling de EC te meten en een norm proberen vast te stellen waaronder geloosd mag worden.

Alternatief is het aanpassen van het teeltsysteemontwerp. De meest eenvoudige manier is het voorkomen dat de neerslag in het teeltsysteem komt door een (sluitbare) overkapping. Een andere mogelijkheid is het aanpassen van de drijver, waarbij de neerslag afgevoerd wordt via een afvoergoot (afb. 16).



Afb. 16: Mogelijk ontwerp voor aanpassen van de drijver waarbij de neerslag wordt afgevoerd via een afvoergoot.

In 2012 is een eerste aanzet gemaakt tot het bepalen van de emissie van stikstof en het verschil hierin bij de vollegrondsteelt en de teelt op water. De stikstofopname door de prei per bruto ton opbrengst blijkt hetzelfde te zijn (ca. 2,9 kg). De hiervoor benodigde gift is verschillend: 6,7 kg N per ton geoogste prei geteeld in de grond en 3 kg voor de teelt op water. De emissie bij de teelt op water wordt in een technisch gesloten systeem voornamelijk bepaald door de wens/noodzaak om de voedingsoplossing meer of minder regelmatig te verversen. Als na elke teelt de oplossing moet worden verversd wordt per ha ca. 200 kg N geloosd in het milieu; bij 3 of 4 teelten per jaar zou dit neerkomen op 600-800 kg N/ha/jaar. Dat is veel maar nog altijd minder dan bij de vollegrondsteelt (uit de grond: 800 kg/300 ton prod = ~3 kg N per ton geoogst product dat door spui wordt geloosd, dus 2,9 naar het gewas en 3 kg naar het milieu = 5,9 kg N als maximale N behoefte voor de teelt uit de grond. Dit kan vergeleken worden met een behoefte aan N voor de vollegrond van 6,7 kg per ton geoogste prei. In de proeven in Vredepeel is op enkele tafels maar eenmaal per jaar de oplossing verversd (=0,75 kg N geloosd per ton geoogst product. Hier moet voor de teler een spuistrategie worden bepaald. Complicerende factor is de neerslag. Als de regen via het teeltsysteem moet worden afgevoerd is er bij een jaarlijks neerslagoverschot een grote hoeveelheid met nutriënten vervuilde waterstroom naar het milieu te verwachten. In een aparte notitie zijn oplossingen aangedragen voor het neerslagoverschot (Van Os *et al.*, 2013). De meest simpele oplossing is om de voedingsoplossing niet op het oppervlaktewater te lozen, maar te hergebruiken op gras- of bouwland vanwege de bemestende waarde.

3.7 Geelstreepvirus

In de eerste teelt in 2012 is het geelstreepvirus (zie afb. 17 & 18) geconstateerd in het teeltsysteem op water. Uit onderzoek bleek dat het om het geelstreepvirus ging dat, volgens de bekende literatuur, door luizen wordt overgebracht. Het virus werd zowel in het blad als in de wortels aangetoond. Niet is aangetoond of het virus daadwerkelijk door het rondstromende water wordt verspreid. Bij de prei op water zijn nooit bespuitingen tegen luis uitgevoerd. Na de eerste teelt is in 2012 is de vijver schoongemaakt, echter op nagenoeg dezelfde plaatsen in de vijver kwamen het virus terug maar wel in mindere mate. In de 3^e teelt zijn de symptomen van geelstreepvirus niet meer waargenomen na nogmaals schoonmaken.

In 2013 is een proef opgezet in een kas om de verspreiding van het geelstreepvirus te testen (via water en via luis overdracht). De proef kon niet betrouwbaar uitgevoerd worden omdat in het onbesmette plantmateriaal al bij aanvang van de proef geelstreepvirus aangetroffen werd. In alle bladmonsters van de prei geteeld in de grond kon het geelstreepvirus eveneens worden aangetoond. De resultaten geven aan dat geelstreepvirus in het plantmateriaal kan voorkomen. Verder onderzoek zal in 2014 de oorsprong en de verspreidingsmethode van het virus moeten gaan opleveren.



Afb. 17 & 18: Prei met symptomen veroorzaakt door preigelstreepvirus

3.8 Economie

Voor de berekening van de kostprijs voor prei geteeld uit de grond is de KWIN-methode (Kwantitatieve Informatie, 2010) toegepast. Als referentie zijn de saldoberekeningen van prei vollegrondsteelt gemiddeld over zomer, herfst laat en winter laat, gebruikt. De opbrengstprijzen zijn voor vollegrondsprei en prei geteeld op water voorlopig gelijk gehouden, omdat de verwachte meerwaarde voor prei geteeld op water zich nog moet bewijzen.

Kostenposten: Om een goede vergelijking te kunnen maken is uitgegaan van eigen mechanisatie, op het gaten ponsen na, zodat de kosten van machines en werktuigen goed in beeld zijn tegenover de installatie van prei op water. Tevens is de pachtprijs aangepast aan de meer reguliere pachtprijzen die betaald worden in de praktijk (€1.000). Bij kosten voor bemesting zijn alleen de meststoffen meegerekend die voor de teelt gegeven zijn of te wel de kosten van bouwplan bemesting en de nalevering van de bodem is niet meegenomen. Zoals in tabel 2 te zien is komt de gemiddelde kostprijs voor prei geteeld in de grond bij deze berekening neer op €497,- per 1000 kg verkoopbaar product.

Bij de berekening van de kostprijs voor de teelt van prei op water zijn de ervaringen meegenomen van de pilotproeven op PPO Vredepeel en de ervaringen bij de teelt van bladgewassen op water. Omdat de ontwikkeling van prei teelt op water nog in een beginstadium is, zijn een aantal posten vooral een indicatie. Voor de potentiële productie zijn een tweetal scenario's uitgewerkt (zie bijlage 1 en 2).

Omdat er uitgegaan wordt dat het gewicht per geoogste prei op water lager is dan in de grond zijn de kosten voor het uitgangsmateriaal per kg eindproduct hoger. De kosten voor bemesting lijken een stuk hoger dan in de grond echter dit geeft een vertekend beeld. Bij de teelt op water zijn alle meststoffen gerekend en in de grond zijn geen kosten opgenomen voor bouwplanbemesting (van met name fosfaat en kali) en nalevering van de bodem. Eigenlijk zou dus de kosten voor bemesting in de grond zelfs nog hoger moeten liggen dan bij de waterteelt aangezien de teelt in de grond minder efficiënt is. De inzet van gewasbeschermingsmiddelen is fors lager aangezien geen bodemherbiciden nodig zijn en de ervaring tot nu toe leert dat (nagenoeg) geen fungiciden of insecticiden nodig zijn. In de eerste praktijksystemen van bladgewassen op water is opgevallen dat het stroomverbruik hoog is. Voor prei is voornamelijk uitgegaan van die ervaring. Inmiddels is de rondpomptijd bij bladgewassen al terug gebracht en zal de energiekosten ook voor prei potentieel naar beneden kunnen. De kosten voor afzet en overige grondstoffen zijn voor de teelt in de grond en op water nagenoeg gelijk. Voor de teelt op water zijn geen loonwerkkosten nodig. De arbeidskosten zijn voor de teelt op water lager geschat aangezien de prei makkelijker te planten is en de schoning eenvoudiger is. De teelt op water leent zich om in de toekomst verder de automatiseren/mechaniseren. Hierdoor zal de kostenpost arbeid afnemen (en daarmee de afhankelijkheid). Daarentegen zal de investering in het systeem natuurlijk toenemen. Voor pacht nemen de kosten fors af omdat per oppervlakte-eenheid veel meer prei geteeld kan worden in een systeem op water ten opzichte van de grondteelt. In de berekening is gerekend met een pachtprijs van €679,- per ha (gemiddelde pachtprijs in zoudelijk veehouderijgebied). Pachtprijzen voor 'prie grond' liggen over het algemeen hoger in de richting van €1.000,- per ha oftewel de kosten voor pacht voor teelt in de grond kan ca 47% hoger liggen (10 € per 1.000 kg prei). Bij teelt in de grond vallen onder *kapitaalgoederen* in tabel 2 de kosten van afschrijving, rente, onderhoud en verzekering van machines en werktuigen. Bij de preiteelt op water slaan deze 4 kostenposten op de aanschaf van de vijver, drijvers, watertechnische installatie, kraan, op drukunit/spuitboom, oogstlijn, materiaal voor transportgoot, bronpomp en alarmering. De prijzen daarvan zijn gebaseerd op de eerste teeltsystemen op water in de praktijk.

Tabel 2: **Opbrengstprijs en kostprijs in € per 1.000 kg van prei teelt in de grond en prei continu teelt op water a) met 'hoofdaanvoer in winter van volgroeid product en b) met 'hoofdaanvoer in winter met 20% hergroei in het voorjaar'**

	teelt in de grond *	a) continu teelt op water, hoofdaanvoer in de winter	b) continu teelt op water, hoofdaanvoer in de winter en met 20 % hergroei in voorjaar **
	(€ per 1.000 kg prei)	(€ per 1.000 kg prei)	(€ per 1.000 kg prei)
opbrengstprijs	467	467	467
<i>Kosten:</i>			
uitgangsmateriaal	111	124	124
bemesting	8 (17)	17	17
gewasbeschermingsmiddelen	15	1	1
energie	15	44	38
overige grond- en hulpstoffen	2	0	0
afzetkosten	113	113	113
overige productgebonden kosten	4	5	5
loonwerk	7	0	0
arbeid	112	85	85
pacht	21 (31)	2	2
kapitaalgoederen	89	170	146
kostprijs	497 (516)	562	531

*Tussen haakjes is bij bemesting gelijke kosten weergegeven in verband met de bouwplanbemesting en bij pacht is de pachtprijs in de praktijk weergegeven.

**De vergelijking van de alternatieve continueelt 'hoofdaanvoer in winter met 20 % hergroei in het voorjaar' wordt in deze studie verder buiten beschouwing gelaten, omdat ze teeltkundig nog niet in proeven is getoetst.

Resultaten: Bij de vergelijking van de kostprijs tussen teelt in de grond en op water is de kostprijs op water bij continue teelt met hoofdaanvoer in de winter €65/1000 kg hoger.

Ook is een alternatief teelt- en aanvoerscenario b) doorgerekend voor Tdgu waarbij de 'hoofdaanvoer ligt in winter met 20 % hergroei in voorjaar'. De opzet en het aanvoerschema daarvan staan in bijlage 2. Voor dit scenario zijn 1.480.000 planten per jaar nodig en de totale productie bedraagt 333,3 ton prei per jaar. Zoals tabel 2 toont, is in scenario b) de kostprijs €31 per 1000 kg product lager dan in scenario a) door de lagere stroomkosten en kosten voor kapitaalgoederen per hoeveelheid geoogst product. Wel is de kostprijs nog €34 per 1000 kg product hoger dan bij de prei vollegrondsteelt.

Wanneer voor de bemesting in de volle grond het zelfde niveau aangehouden wordt als voor teelt de grond uit (in verband met de bouwplanbemesting) en de pachtprijzen voor 'preigrond' meegenomen wordt dan neemt de kostprijs voor teelt in de grond met (9 + 10) 19€/1000 kg toe. Daarmee is het verschil tussen 'uit' en 'in' de grond nog (34-19) €15 per 1000 kg product.

Zoals eerder aangegeven liggen de kostprijzen eigenlijk dicht bij elkaar omdat bij de bemesting in de grondteelt niet alle kosten zijn meegerekend en met een lagere pachtprijs is gerekend dan in de praktijk van toepassing is. Bij de teelt op water ligt de uitdaging om de kosten te verlagen. De kosten van energie kunnen naar verwachting naar beneden worden bijgesteld omdat er minder gepompt gaat worden. Nader onderzoek zal dit moeten bevestigen. Daarnaast zal op termijn de kosten van het teeltsysteem lager worden zodra meerdere ontwikkelingspartijen zich op deze markt gaan begeven en het ontwerp zo eenvoudig mogelijk opgezet is.

In het praktijknetwerk 'Meerwaarde voor prei geteeld op water' vindt een verkenning plaats naar de mogelijke hogere opbrengstprijs voor prei geteeld op water. Gezien de unieke verkoop argumenten, zandvrij, schoon en duurzaam is de verwachting dat een meerwaarde te realiseren is. Medio 2014 komen de eerste bevindingen beschikbaar.

3.9 Maatschappelijke acceptatie

Voor de opschaling van teelt de grond uit systemen is het belangrijk dat de maatschappij de ontwikkeling accepteert. Hiertoe is vanuit het programma teelt de grond uit met betrokken stakeholders (overheden, waterschappen, telers, LTO, milieu organisaties) gesproken over de ontwikkeling en implementatie. Daarnaast zijn groepsinterviews en bijeenkomsten gehouden met burgers.

Vanuit stakeholders is een positief kritisch geluid naar voren gekomen. De ontwikkeling wordt als innovatief gezien waar qua emissie naar de omgeving winst te halen is. Men vindt het wel belangrijk om de gehele duurzaamheid voldoende in het oog te houden (vooral Planet en People) en zien uitdagingen rond de inpassing in het landschap (Ruimtelijke Ordening). Burgers zien het als een moderne, nette en schone ontwikkeling waarbij het wel met zorg in het landschap geplaatst moet worden. Voor de burger weegt het eigen, korte termijn belang vaak zwaarder dan voordelen van het nieuwe teeltsysteem voor anderen en/of de langere termijn.

Conclusie: Natuurlijkheid en landschappelijke inpassing is bij de uiteindelijke uitvoering noodzakelijk waarbij heldere en transparante communicatie naar omgeving belangrijk is.

4 Opschaling naar praktijk

4.1 Pakket van eisen

Voor prei zijn vooraf door telers en onderzoekers de volgende systeemeisen geformuleerd, ingedeeld naar een aantal Profit-Planet-People (PPP) categorieën (zie tabel 3).

Tabel 3: **Geformuleerde systeemeisen, ingedeeld naar een aantal Profit-Planet-People (PPP) categorieën voor opschaling naar de praktijk**

PPP	Categorie	Deelcategorie	Systeemeis	Streefwaarde of uitvoeringsvorm
Profit	Bedrijfskundig	kosten/ investering	Eenvoud	Geen complexe systemen
		Leeftijd/ duurzaamheid	10-15 jaar	Robuuste materialen
	Logistiek	Afspraak afzetmarkt	Continue levering prei	Continue levering prei
		Verwerking	Makkelijk te schonen	minimaal aantal bladeren verwijderen
	Arbeid	Ergonomie	Mechanisatie planten & oogsten	Drijf eenheden moeten mechaniseerbaar zijn
		Inzet		
	Planteisen	Kwantiteit	Hoge opbrengst	
		Kwaliteit	Geen substraat of zand in prei	Geen
			uniformiteit	Eenmalige oogst van drijfeenheid
			Rechte prei	Recht
			Lengte wit	14 cm
			Juiste dikte	Stuurbaarheid gewenst en mogelijk
	Teeltsysteem	Algemeen	robuust	Minimale monitoring
		Klimaat	Bij vorst moet het systeem blijven functioneren *	
		Ziektewering	Weerbaar water	Enten met nuttige populatie
		Substraat	Geen substraat	
Planet	Milieu	Nutrienten	Lage emissie van N en P	
		Gewasbescherming	Minimaal gbm gebruik	
		Watergebruik		
		energie	duurzaam	Efficient rondpompen voedingsoplossing
		Duurzame materialen		
	Broeikasgassen		Lager of gelijk aan volle grond	
	Biodiversiteit			
People	Maatschappelijke acceptatie	Esthetische waarde	Passend in het landschap	
	Beleving	Consument	Onderscheidbaar	"Prei zandvrij"
	Voedselveiligheid	voedselveiligheid	Gelijk-beter dan prei vollegrond	

**Zo nodig teelt onder kap of in kas, geen voetverwarming omdat prei dan krom groeit, ** Bij teeltwisseling reinigen met heet water of waterstofperoxide. xx= nog onbekende streefwaarde.
Bij sommige eisen zijn exacte streefwaarden genoemd. Bij andere eisen is richting gegeven aan wat wenselijk is, maar is de eis niet gekwantificeerd. Dat is aangeduid met xx.*

4.2 Praktijkexperiment

Voor de uiteindelijke brede introductie in de praktijk is het noodzakelijk om onder praktijkomstandigheden bij een teler in de praktijk de teelt van prei op water uit te voeren. In deze fase kan de betrouwbaarheid van de verschillende kengetallen (productie, arbeid, milieubelasting (grond- en oppervlaktewater en energie) verhoogd worden. Tevens kan dit systeem als belangrijk demonstratieobject fungeren bij de kennismaking van het teeltsysteem door de praktijk.

In overleg met de telers uit de begeleidingscommissie van het project is ervoor gekozen om een opgeschaald systeem te bouwen bij Robert Sandee in Kamperland. Het feit dat het in Kamperland op kleigrond moeilijker is om kwalitatief goede prei te telen en het feit dat de afnemer van Robert Sandee open staat voor prei geteeld op water waren aanvullende argumenten om voor Kamperland te kiezen.

Om het praktijkexperiment te realiseren was het nodig om een ontwerp te hebben voor de vijver en drijvers. Vanuit het pakket van eisen en in samenspraak met de teler zijn gesprekken gevoerd met verschillende ontwikkelaars van teeltsystemen op water. Uiteindelijk is met Maurice v/d Knaap van Cultivation Systems in zee gegaan om met name de drijver verder te ontwerpen en op beperkte schaal te produceren.



Afb. 19: **Impressie van de praktijkteelt prei op water in uitvoering bij Robert Sandee, Kamperland.**

In april 2013 zijn de eerste planten gezet op het nieuwe systeem met het plan om ongeveer elke 2 weken te planten zodat er continue geoogst kan worden. Afb. 17 geeft een impressie van de teelt in uitvoering. Anno december 2012 is er al regelmatig geoogst en geleverd aan plaatselijke afzetketens. De opschaling brengt ook de eerste uitdagingen ter voorkoming van ziekten en plagen aan de oppervlakte; geelstreepvirus en luis.

4.3 Marketing & meerwaarde

Prei is in de huidige marktsituatie geworden tot een bulkproduct voor vers of snijderij met lage marges. Met de teelt van prei op water is het mogelijk om een emissie vrij/arm en residu vrij/arm product te telen.

Daarnaast bevat de prei geteeld op water aanzienlijk minder zand.

Met deze unieke verkoopargumenten hebben een paar telers de uitdaging opgepakt om te onderzoeken of een meerwaarde uit de markt te halen voor prei geteeld op water. In 2013 is een eerste marktconcept ontwikkeld en is in samenwerking met Agrimarkt de prei geteeld op water in verpakte vorm in één van hun winkels gelegd (zie Afb.20). In 2014 zal het concept verder geoptimaliseerd worden en zal tevens het verdienmodel uitgewerkt worden.



Afb. 20: Advertentie en etiket van de kleinverpakking.

4.4 Mechanisatie van planten en oogst

Gezien de relatief kleine schaal van het praktijkexperiment (400m²) zijn alle plant en oogsthandelingen handmatig uitgevoerd. Met het ontwerp van de drijver en het teeltsysteem is rekening gehouden dat op termijn het planten en oogsten gemechaniseerd kan worden.

Om de noodzaak van mechanisatie van een dergelijk teeltsysteem op grotere schaal te onderbouwen is een tijdregistratie uitgevoerd van zowel het planten als het oogsten. Aan de voorkant van het bassin vindt het planten plaats en aan het eind van het bassin de oogst. Het schonen van de prei vindt plaats in een schuur (zie afb. 21 en 22). Bij de economische analyse (paragraaf 3.8) is bij het systeem uitgegaan dat de oogstbare prei via een transportvijver in de schuur komt.



Afb. 21 & 22: De geschoonde prei hoefde niet gewassen te worden, en kon direct in kleinverpakking gedaan worden.

Conclusie registratie planten: uit de tijdregistratie kwam naar voren dat het handmatig planten bij Prei Tdgu ca 1,3 keer zoveel tijd in beslag neemt dan het gemechaniseerd planten in de vollegrond. Verdere mechanisatie kan op termijn de benodigde tijd verder terugdringen.

Conclusie registratie oogst: De handmatige oogst (preiplanten uit de buizen halen) bij Prei Tdgu op het praktijkbedrijf kost ca 5 uur per 10.000 stuks. Een vergelijking met de teelt in de grond is lastig te maken aangezien de oogst in het veld in het algemeen mechanisch plaats vindt. Mechanisatie van de oogst bij Prei

Tdgu is wenselijk bij verdere opschaling. De verdere schoning/verwerking kan in principe hetzelfde zijn als bij teelt in de grond.

Voor het praktijkbedrijf van Robert Sandee, Kamperland ligt de vergelijking met de teelt in de grond anders. De preiteelt vindt op zijn bedrijf plaats op zware kleigrond. Om prei te kunnen oogsten met voldoende wit groeit de prei op/in ruggen. De oogst vindt plaats middels een preilichter waarna de prei opgeraapt en in fust gedaan wordt. Onder te natte omstandigheden moet het rooien zelfs handmatig. Vervolgens moet de prei geschoond en gewassen worden. Vergeleken daarmee gaat de preiteelt op water qua oogsten en schonen veel sneller en onder betere arbeidsomstandigheden, aldus de ondernemer. Verder kan de oogst van prei bij Tdgu, *altijd*, los van de weersomstandigheden, uitgevoerd worden. Ook hoeft bij Tdgu geen oogstgrond en minder bladafval afgevoerd te worden.

4.5 Nieuwe uitdagingen

Bij de opschaling voor de praktijk dienen zich nieuwe uitdagingen aan:

Achterblijvende wortelgroei; deze trad op in enkele teelten in Kamperland op (zie afb. 23). Uit analyses bleek dat de vermoedelijke oorzaak zuurstof tekort was. Gedurende enkele maanden is waterstofperoxide gedoseerd om het zuurstofgehalte in het water te verhogen, voordeel van waterstofperoxide zou zijn dat dit naast zuurstof een ontsmettende bijwerking heeft en dat deze methode geen temperatuurverhoging van het water oplevert. Aangezien dit niet het gewenste resultaat bleek te hebben is op kleine schaal een oriënterende bakkenproeven opgezet om de oorzaak te achterhalen en een oplossing te vinden (afb. 24). Waarneming bij het praktijksysteem lieten zien dat continu doseren van waterstofperoxide niet de gewenste wortelgroei oplevert: in een bacterieel schoon systeem reageert waterstofperoxide met de dan aanwezige oporganische stof en dat zijn de wortels. De bakkenproef liet zien dat toediening van extra zuurstof middels bruissteentjes de beste wortelontwikkeling gaf. Het vermoeden bestaat dat waterstofperoxide de wortels van de prei aantast. Uit de zuurstofmeting in het teeltsysteem lijkt naar voren te komen dat de zuurstofgehalten aan de lage kant zijn (2-4 ppm), terwijl >5 ppm wenselijk wordt geacht. Voor 2014 is de uitdaging om gedurende de teelt meer zuurstof in het water te krijgen.



Afb. 23: **Achterblijvende wortelgroei**



Afb. 24: **Eerste zicht op een oplossing?**

Geelstreepvirus; dit kwam in 2012 al voor in de proefopstelling van PPO Vredepeel en deed zich in 2103 ook voor in de prei op het praktijkbedrijf in Kamperland. In paragraaf 3.7 is dit probleem nader beschreven en vermeld welk onderzoek daarvoor gestart is. Of verspreiding via het water een belangrijk issue is kon nog niet worden aangetoond, dit zal in de komende jaren worden aangepakt. Daarnaast zal onderzocht moeten worden of het optreden van het virus in de vollegrondsteelten een probleem is of niet.

5 Prei Tdgu in perspectief; prestaties op Planet-Profit-People-onderwerpen

Om de prestaties op het gebied van PPP in kaart te brengen is in 2012/2013 door PPO en het LEI over alle gewassen een studie uitgevoerd, genaamd *Teelt de Grond Uit in perspectief* (Breukers, 2013).

De studie had voor prei als doel te analyseren wat de huidige prestaties zijn van de *prei op water* bij toepassing in de praktijk vergeleken met de preiteelt in de volle grond. De duurzaamheid van het teeltsysteem wordt hiermee verantwoord naar stakeholders, telers en belangstellenden. Zij willen weten of er onderbouwde en bewezen voordelen zijn op het gebied van Planet, People en Profit (PPP). De vergelijking is gemaakt op 15 PPP-onderwerpen (Tabel 4). Voor prei is het een oriënterende studie voor het teeltsysteem op water, dat nog zeer beperkt in de praktijk wordt toegepast. De vergelijking is gebaseerd op onderzoeksresultaten van Tdgu prei op PPO Vredepeel 2009-2012, aangevuld met onderzoeks- en praktijkervaringen met Tdgu bladgewassen, waarvoor in grote lijnen hetzelfde teeltsysteem gebruikt wordt. Verder is de expertise gebruikt van de ketenpartijen in de begeleidingscommissie Tdgu en prei teeltonderzoekers. Ook zijn diverse literatuurbronnen geraadpleegd.

In deze studie wordt uitgegaan van een aantal onzekerheden. De belangrijkste zijn:

- Inschatten van het energieverbruik;
- Hoe lang kan het bassinwater worden hergebruikt, frequentie van lozen;
- Waterverbruik en klimaatinvloeden (temperatuur, instraling, hoeveelheid en verdeling van de neerslag);
- Inschatting nutriëntenemissie met name voor stikstof;
- Meerprijs voor prei geteeld op water?
- Hoe waardeert de consument de preiteelt op water?
- Ondanks alle onzekerheden is deze opzet anno 2012 de best mogelijke vergelijking van de duurzaamheidsvergelijking van de systemen.

Tabel 4 geeft een overzicht van de prestaties van de duurzaamheidskenmerken voor de teelt van prei *op water* in vergelijking met de vollegrondsteelt. Hoe te lezen? Bijvoorbeeld op gebied van *energieverbruik* scoort preiteelt op water slechter (energieverbruik neemt toe) en bij watergebruik scoort preiteelt op water beter (minder watergebruik dan in vollegrondsteelt).

Tabel 4: **Overzicht van prestaties van de prei teelt op water vergeleken met een prei vollegrondsteelt.**

	prei
PLANET	
broeikasgassen	-
energieverbruik	-
verbruik veen	0
waterverbruik	+
N-verbruik	+
P2O5-verbruik	0
kg actieve stof	+
MBP waterleven	+
MBP grondwater	+
MBP bodemleven	+
landgebruik	+
PEOPLE	
arbeidsbehoefte	+
PROFIT	
kostprijs	-
Opbrengstprijis (a)	0
Rentabiliteit (a)	-

“+” betekent een betere prestatie, “-” betekent een slechtere prestatie op water in vergelijking met de vollegrondsteelt. Een verschil van minder dan 5% tussen de twee systemen is aangegeven met een “0”.

^a van rentabiliteit en opbrengstprijis is het teken omgekeerd zodat de interpretatie hetzelfde is als alle andere indicatoren.

Worden de prestaties van *prei teelt op water* vergeleken met de *prei vollegrondsteelt* dan is de score op duurzaamheidskenmerken als volgt:

Van de 15 beoordeelde PPP onderwerpen is *prei teelt op water*:

- op 8 stuks de prestatie van Tdgu *beter* dan in de vollegrondsteelt (waterverbruik, N-verbruik, kg actieve stof, MBP waterleven, MBP grondwater, MBP bodemleven, landgebruik en arbeidsbehoefte);
- op 3 onderwerpen is de prestatie *gelijk* (verbruik veen, P₂O₅-verbruik, opbrengstprijis);
- op 4 onderwerpen is de prestatie *slechter* (broeikasgasemissie, energieverbruik, kostprijs en rentabiliteit).

Op in totaal 11 onderwerpen presteert het systeem Teelt-de-grond-uit *beter* of *tussen gelijk en beter*. Zo gerekend, is het Tdgu prei dus positief.

Negatieve scores en aanbevelingen tot verbetering.

Kostprijs: De kostprijs is voor Tdgu prei 1.5-6,5ct per kg prei *hoger* dan bij vollegrondsteelt prei (zie paragraaf 3.8). Dat wordt vooral veroorzaakt door de hoge kapitaalkosten voor de vijver en ander equipment. Door schaalvergroting en verder ontwikkeling van het systeem zullen deze kosten dalen. De optimalisering van de vollegronds preiteelt is zeker al 50 jaar gaande, de ontwikkeling van prei teelt op water pas 5 jaar. Ook minder stroomverbruik en automatisering van opzetten en planten kunnen de kostprijs doen dalen, zoals verderop verwoord wordt. Door de keuze van een ander continu teeltschema (hoofdaanvoer in de winter met 20 % hergroei in het voorjaar) wordt de kostprijs theoretisch ruim € 0,03 /kg lager. Dit vraagt eerst nader onderzoek of het teelttechnisch mogelijk is vanwege kans op schotvorming. De kostprijs kan ook lager uitkomen door de vijver beter te benutten. Bij continu-teelt prei is er nog ruimte voor korte tussenteelten in het voorjaar. Geschikte teelten daarvoor en de omvang van de verlaging daarvan dienen nader te worden onderzocht.

Arbeid: Ook *arbeid* is een aanzienlijke kostenpost. De gevoeligheidsanalyse laat zien dat een hogere arbeidsefficiëntie een sterke invloed heeft op de rentabiliteit. Arbeidsbeparing door (deels) automatisering van opzetten van planten, het oogsten en schonen & sorteren kan de kostprijs verlagen, en moet dus een speerpunt zijn.

Elektriciteitsgebruik bij prei teelt uit de grond is fors hoger dan bij de vollegrondsteelt, vooral door gebruik van pompen voor watercirculatie. Een meer efficiënte watercirculatie kan kosten besparen. Watercirculatie is nodig om het water rond de wortels regelmatig te verversen om zowel zuurstof als nutrienten te geven.

Broeikasgasemissie: Daarnaast geeft een hoog stroomgebruik fors meer *broeikasgasemissie* bij Tdgu bij gebruik van *grijze* stroom. Overschakelen op het gebruik van *groene* stroom, of zelf energie opwekken met windmolen of zonnepanelen, kantelt dit plaatje en zorgt er voor dat Tdgu juist minder uitstoot van broeikasgas geeft dan de vollegrondsteelt.

Prijsvorming: De snelste weg om tot een rendabele Tdgu prei te komen is zorg dragen voor een betere prijsvorming van dit hoogwaardige product. Ook de gevoeligheidsanalyse geeft dit aan. De factor opbrengstprijis is het meest effectief, omdat daar weinig kosten mee gemoeid zijn. De onderwerpen waarop steeds actie gezet moet worden naar handel, verwerkers en consumenten zijn a) naamsbekendheid van dit product, b) zijn positieve image vanwege minder milieubelasting en een schoner en hygiënischer product, c) meer leverzekerheid en d) een meer uniform eindproduct qua kwaliteit.

Deze studie is een basis om tot een goede vergelijking te komen maar is een momentopname voor de stand van zaken anno 2012. Ze zal komende jaren steeds geactualiseerd moeten worden. Het voordeel van deze studie is dat de onderwerpen in kaart gebracht zijn, en er een eerste indicatie is hoe het totale plaatje aan de hand van deze PPP-onderwerpen eruit ziet.

6 Conclusies

Ontwikkeling teeltsysteem

- Uit de eerste proeven in 2008 en 2009 kwam naar voren dat de teelt van prei op water voordelen biedt boven de teelt op substraat. Beide gaven een betere groei dan in de vollegrond. Gebruik van substraat brengt meer kosten met zich mee, kost meer arbeid, en legt meer beslag op grondstoffen en produceert meer afval, waardoor het is afgefallen als ontwikkelrichting.
- Het teeltsysteem van prei op water bestaat uit een vijver met een waterdiepte van ca. 20-30 cm met daarop een drijver met houder voor de prei. Voor de teelt van prei op water kunnen de gangbaar opgekweekte planten gebruikt worden. Om een hoeveelheid wit te creëren groeit de prei in een donkere huls (buis).
- De ideale hoogte bij het planten van de preiplant is 1-2 cm boven het waterniveau, meer dan 2 cm geeft risico op snelle verdroging. Het snoeien van wortels is beperkt mogelijk. Een wortellengte van ca. 4 cm lijkt optimaal. Planten met langere wortels zijn moeilijker te planten (in de buizen), planten met kortere wortels slaan moeilijker aan.
- Sorteren van plantmateriaal geeft een uniformer en zwaarder eindproduct. Uniform uitgangsmateriaal bepaalt in hoge mate de uniformiteit van het geoogste product en daardoor het gemiddeld eindgewicht per plant.
- Om ca. 14 cm wit (markteis) te creëren is een buislengte van 20 cm voldoende (geeft ca. 16-18 cm wit). Een kortere buis (10 cm) geeft minder wit maar wel een zwaardere plant in dezelfde groeiperiode.
- Buislengte en -diameter hebben invloed op het aantal teelten per jaar. Vier teelten per jaar is goed mogelijk als de witlengte minder belangrijk is (in een 10 cm buis) en bij een kleinere diameter (een 32/28mm buis t.o.v. een 40/34mm buis). Drie teelten zijn maximaal mogelijk als in een 20 cm buis met een 40/34mm diameter een langere teeltduur is vereist waardoor wel een zwaardere plant (200-250 g) en een hoog tonnage (>300 ton/ha) moet worden behaald.
- De potentiële productie van een teeltsysteem van prei op water ligt tussen de 250 en 300 ton per ha ligt. Dat kan met een waaier van preigewichten bereikt worden van enerzijds snelgegroeide lichtgewicht prei tot anderzijds langer groeiende zwaardere prei. Voor lichtgewicht prei is 100 planten/m² (ca. 200 g/plant) mogelijk. Het bedrijfseconomisch optimum ligt wat lager bij 70-80 planten/m², want de kosten van plantmateriaal en arbeidskosten van planten en oogsten nemen toe met het plantgetal.
- De teelt op water is, veel meer dan de teelt in de vollegrond, een planmatige productie met duidelijke momenten van planten, oogsten en eventueel schoonmaken.
- Uit het smaakonderzoek kwam naar voren dat er geen verschil is in smaak tussen de teelt op water en de teelt in de grond en dat er kleine verschillen zijn tussen de rassen.
- Op het teeltsysteem valt meer regen dan de teelt nodig heeft. Maatregelen zijn nodig om dit neerslagoverschot af te vangen/voeren door aanpassing in het ontwerp van de drijver, overkapping of afvoer van overtollig basin water (bemesting van gras- of bouwland).
- Het lijkt erop dat geelstreepvirus zich sneller uit bij de teelt van prei op water. Nader onderzoek is nodig om de verspreiding van het virus te onderzoeken.
- Drie jaar onderzoek met 6 kleine profeenheden van elk 9 m² is gevolgd door een eerste opschaling naar twee vijvers van elk 200 m² bij een teler in 2013. Het volgen van dit praktijkexperiment is belangrijk om volgende stappen te maken. Nieuwe uitdagingen zijn hierbij teeltoptimalisatie, ziekteverspreiding, logistiek en verdere mechanisatie.
- Zuurstofgehalte in het praktijkexperiment lijkt een belangrijke factor te zijn voor een gezonde wortelontwikkeling en daarmee algehele gezondheid van de plant.

Duurzaamheid (People/Planet/Profit)

- Bij de kostprijsvergelijking tussen de teelt in de volle grond en de teelt op water zijn een aantal aannames nodig omdat nog maar beperkte ervaring is met teeltsystemen op water. Uit de vergelijking komt naar voren dat de kostprijs voor de teelt op water ca. € 15 per 1000 kg duurder is dan bij de teelt in de grond. Met name de kosten voor arbeid en het teeltsysteem moeten verder worden verlaagd, terwijl de productie om een strakke planning vraagt om het maximale er uit te krijgen.
- Natuurlijke en landschappelijke inpassing is bij de uiteindelijke uitvoering noodzakelijk voor de maatschappelijke acceptatie waarbij een heldere en transparante communicatie naar de omgeving belangrijk is.
- Om op arbeidskosten te besparen is mechanisering van planten en oogsten wenselijk.
- Qua duurzaamheid is energieverbruik (pompen) een belangrijk punt van aandacht voor de broeikasgasemissie en kosten.

7 Aanbevelingen

In de projectperiode 2009-2013 zijn grote stappen gemaakt naar een nieuw systeem voor preiteelt op water. Aangetoond is dat, met forse reductie van mineralenemissie en gewasbeschermingsmiddelen een 6-7-voudige productie bereikt kan worden. Toch zijn er nog een aantal uitdagingen tot verbetering, die aangepakt moeten worden om tot een commercieel rendabele teeltwijze te komen en op de kortere of langere termijn resultaat zullen hebben.

Uitdagingen met resultaat op korte termijn (1-5 jaar)

- Teeltkundige uitdagingen
 - o Verder onderzoek ter voorkoming van geelstreepvirus, voor Teelt op water (speelt ook in de vollegrondsteelt prei.);
 - o Watermilieu robuuster maken, zodat ziekten niet gedijen en de wortelgroei goed verloopt; goede waterkwaliteit met voldoende zuurstof; eventueel overwegen een ontsmettingssysteem in het recirculatiecircuit op te nemen;
 - o Voorkomen dat het drainwater frequent geloosd moet worden (ophoping van ballaststoffen) door goede nutriëntenregeling en regenwater niet in het systeem te laten komen.
 - o Optimaliseren van de continue teelt-modellen op praktijkschaal op basis van de vraag van de afnemers;
 - o Mogelijke sturingsmechanismen ontwikkelen op houdbaarheid;
 - o Doorkijk naar mechanisatie/automatisering van planten en oogsten;
 - o Optimaliseren van raskeuze prei voor teelt op water *per teeltseizoen*;
 - o Uitgangsmateriaal via waterteelt produceren, zodat wortels al aan watermilieu gewend zijn bij de start van de hoofddeelt.
- Bedrijfseconomische uitdagingen:
 - o Verlaging stroomverbruik en waterverbruik door:
 - Onderzoek of (dis)continu rondpompen van circulatiewater nodig is (bijvoorbeeld vraag gestuurd door het gewas);
 - Meten van het precieze waterverbruik;
 - o Monitoring van alle kosten (bassin en bijbehorende equipment, teeltkosten en de opbrengsten) om de kostprijsanalyse van de teelt op water versus vollegrondsteelt aan te scherpen en knelpunten helderder te krijgen;
 - o Doorgaan met *meerwaarde* creëren door:
 - Door betere milieu- en betere houdbaarheids-/smaakkenmerken goed uit te dragen naar afnemer en consument;
 - Nieuwe producten/toepassingswijzen/recepten van prei geteeld op water te ontwikkelen (interesseer receptenbladeren van grootwinkelbedrijven voor dit product);
 - Exporteurs attenderen op product zonder zand/klei voor landen die scherp zijn op productvreemde stoffen en daar beperkende importmaatregelen voor hebben (bijv. Scandinavische landen, Japan, USA);
- Communicatie/voorlichting.
 - o De onderzoeksresultaten blijven communiceren met de sector, vooral met potentiële starters in en buiten de traditionele teeltcentra.

Aanbevelingen met resultaat op langere termijn (5-10 jaar).

- Rassen (laten) ontwikkelen/veredelen, speciaal voor de teelt op water;
- Opkweek van plantmateriaal via waterteelt waardoor de mineralenemissie beter gecontroleerd kan worden en de plantkwaliteit is aangepast voor de teelt op water.
- Optimaliseren van de juiste plantgrootte (leeftijd), zodat de plant in de hoofddeelt optimaal rendement haalt.

Literatuur

Breukers, A., e.a. , 2013, Teelt de Grond Uit in perspectief. Prestaties van teeltsystemen op het gebied van integrale duurzaamheid, LEI (in publicatie)

Haan, J. de, K. van Wijk, 2007. Teelt uit de grond, Verkenning van de mogelijkheden voor het telen van vollegrondsgroenten uit de grond. PPO rapport nr 369, 46p.

Os, E.A. van; Bruins, M.A.; Wilms, J.A.M.; Weel, P.A. van; Haan, J.J. de (2009)
Prei teeltsystemen uit de grond: Onderzoek 2009
Wageningen : Wageningen UR Glastuinbouw, (Rapporten GTB 1005) - p. 47.

Os, E.A. van; Bruins, M.A.; Verhoeven, J.T.W.; Weel, P.A. van; Wijk, C.A.P. van; Wilms, J.A.M. (2010)
Prei: teeltsystemen uit de grond: Onderzoek 2010
Wageningen/Lelystad : Wageningen UR Glastuinbouw/PPOAGV, (Rapporten Teeltdegronduit) - p. 39.

Os, E.A. van; Bruins, M.A.; Verhoeven, J.T.W.; Weel, P.A. van; Wijk, C.A.P. van; Wilms, J.A.M. (2012)
Prei: Teeltsystemen uit de grond, onderzoek 2011
Lelystad : WUR Glastuinbouw/PPO-agv, (PPO rapport 478) - p. 66.

Os, E.A. van; Bruins, M.A.; Wilms, J.A.M.; Verhoeven, J.T.W.; Weel, P.A. van (2013)
Prei: teeltsystemen uit de grond: Onderzoek 2012
Wageningen : Wageningen UR Glastuinbouw, (Rapporten Wageningen UR Glastuinbouw 1247) - p. 48.

KWIN (2012), Kwantitatieve informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt, PPO-AGV

Van Os, E., T. Vermeulen, C. Slootweg, M.A. Bruins, B. van Tuijl, 2013. Ontwerp en werkwijze om emissie uit "Teelt de grond Uit" systemen te voorkomen. Rapport Wageningen UR Glastuinbouw, nr GTB-1245

Os, E.A. van; Vermeulen, T. ; Slootweg, G. ; Bruins, M.A. ; Tuijl, B.A.J. van (2013) Ontwerp en werkwijze om emissie uit "Teelt-de- grond-Uit"- systemen te voorkomen: Wat te doen met het jaarlijks neerslagoverschot?
Wageningen : Wageningen UR Greenhouse Horticulture, (Rapporten WUR GTB 1245) - 34 p

Wijk, K. van, Haan, J. de, 2009, Prei Teeltsystemen Onderzoek 2008: verslag van alle activiteiten rond teeltinnovatie prei, Lelystad: Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, 49 p.

Bijlage 1: Globaal jaarschema voor 1 ha continu teelt prei Tdgu met hoofdaanvoer in winter.

legenda			
	plantweek		
	oogst week		
groen + geel =	groeiweken		
	weken met volgreeld product	In vlier	

[illegible]

Bijlage 2: Globaal jaarschema voor 1 ha continu teelt Prei Tdgu met hoofdaanvoer in de winter van 80% volgroeide prei + 20% aanvoer prei van voorjaarshergroei.

legenda: zie bijlage 1.

[illegible]