



Het effect van het bodemvochtaanbod op scheutgroei en vruchtmaat bij peer

Auteurs | M.P. van der Maas, P.J.H. van Elk, J.A. de Bruine

WPR-OT 1037



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Het effect van het bodemvochtaanbod op scheutgroei en vruchtmaat bij peer

M.P. van der Maas¹, P.J.H. van Elk¹, J.A. de Bruine¹.

¹ Wageningen University & Research

Dit onderzoek is in opdracht van topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen en Greenport Gelderland uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit Open Teelten.

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, september 2023

Rapport WPR-OT-1037

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/637582>

Over enkele decennia zal het Nederlandse klimaat gekenmerkt worden door een hoger neerslagtekort gedurende het groeiseizoen. In dat verband is onderzoek gedaan naar het vaststellen van normen voor de vochttoestand van de grond om ongewenst maatverlies bij peer te voorkomen en de scheutgroei te kunnen reguleren. Deze kennis zal ook helpen om het onnodig geven van water te voorkomen. Uit de resultaten bleek dat bij milde droogtestress vroeg in het seizoen de scheutgroei afnam en de bloemknopvorming verbeterde zonder dat er vruchtmaatverlies optrad. Bij hogere droogtestress trad er wel vruchtmaatverlies op. Dat laatste is bij lage dracht soms gewenst. Tevens is vastgesteld dat peer tot hoge zuigspanningen in staat is om na perioden van droogte en vervolgens stijging van het wateraanbod de achterstand in vruchtgroei voor een deel in te halen. Aanvullend onderzoek is nodig alvorens toepassing in de praktijk kan worden aanbevolen.

© Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; www.wur.nl/plant-research

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

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

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

Rapport WPR-OT-1037

Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	6
1 Aanleiding en doelen	7
2 Materialen en methoden	8
2.1 Algemeen	8
2.2 Vaststelling zuigspanning van de grond	9
2.3 Statistiek	12
3 Resultaten en discussie	13
3.1 Resultaten zuigspanning	14
3.1.1 Eerste groeijaar 2018	14
3.1.2 Behandelingsjaar 2019	14
3.1.3 Behandelingsjaar 2020	16
3.1.4 Behandelingsjaar 2021	18
3.2 Teeltkundige effecten	21
3.2.1 Eerste groeijaar 2018 (inclusief bloei 2019)	21
3.2.2 Behandelingsjaar 2019 (inclusief bloei 2020)	22
3.2.3 Behandelingsjaar 2020	25
3.2.4 Behandelingsjaar 2021	29
4 Discussie en conclusies	32
4.1 Zuigspanningsmetingen	33
4.2 Teeltkundige effecten	33
4.3 Conclusies	34
Literatuur	35
Bijlage 1 Bijlage 1 Analyseresultaten en pF-curve DenOuden Substrado Sleuvengrond	36
Bijlage 2 Plattegrond van de proef	37

Woord vooraf

Dit rapport beschrijft de resultaten van een proef met peer op Proeftuin Randwijk. Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Greenport Gelderland (via het Fruitpact; werktitels: Watergift peer/FP04 en Watergift en voorkomen van ongewenst maatverlies bij peer/FP21) en topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen (PPS-en Teelt de grond uit Fruit 2018 (TU 17004) en Teelt de grond uit Fruit 2019-2021 (TU 18046), onderdeel peer, proef Randwijk). Voor de topsector was deze proef onderdeel van een groter geheel waarin ook een proef met peer bij een fruitteler en een proef met appel zijn uitgevoerd. Deze onderdelen worden separaat gerapporteerd.

Het onderzoek aan peer op proeftuin Randwijk is gefinancierd door topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen, Greenport Gelderland (innovatiefonds) en proeftuin Randwijk.

Rien van der Maas

Samenvatting

Over enkele decennia zal het Nederlandse klimaat gekenmerkt worden door een hoger neerslagtekort gedurende het groeiseizoen. In dat verband is onderzoek gedaan naar het vaststellen van normen voor de vochttoestand van de grond om ongewenst maatverlies bij peer te voorkomen en de scheutgroei te kunnen reguleren. Deze kennis zal ook helpen om het onnodig geven van water te voorkomen.

Het onderzoek is uitgevoerd met het sleuventeeltsysteem waarin de bomen in sleuven van 30 cm breed en 50 cm diep groeien en waarbij in de hele sleuf bodemvochtsensoren geplaatst zijn. Hierdoor is het wateraanbod in het hele wortelstelsel bekend en kan droogtestress gecontroleerd gerealiseerd worden. Het wateraanbod in de grond is beschreven als "zuigspanning" (laag is vochtig, hoog is droog) en varieerde van veldcapaciteit tot het verwelkingspunt.

De proef is uitgevoerd met bomen met een hoog groeiniveau, lage dracht en een toenemende aantasting met vruchtboomkanker. Er is geen effect van de droogtestressbehandelingen op vruchtboomkanker vastgesteld; alle behandelingen hadden er evenveel last van.

Er is vastgesteld dat bij een gemiddelde zuigspanning over het hele wortelstelsel van 76 kPa gedurende een periode van zeven weken in mei en juni de scheutgroei met 25% verminderde in vergelijking met 10 kPa. De dracht in het jaar erna nam daarbij met (waarschijnlijk) 36% toe, terwijl het vruchtgewicht in beide jaren niet of nauwelijks verschild. In situaties met sterke groei en lage dracht is dit een teeltkundig aantrekkelijke streefwaarde waardoor tevens water bespaard wordt. Indien er meer ruimte voor vermindering van vruchtgroei bestaat kan de scheutgroei verder beperkt worden. Er zijn vruchtgroeverliezen tot 37% vastgesteld bij sterk oplopende zuigspanning over perioden tot 8 weken.

Het verwelkingspunt bij kortstondige pieken in de zuigspanning is vastgesteld op 44.000 kPa. Tevens is vastgesteld dat peer tot hoge zuigspanningen in staat is om na perioden van droogte en vervolgens stijging van het wateraanbod de achterstand in vruchtgroei voor een deel in te halen. Deze vruchtgroei compensatie is sterker indien voorkomen wordt dat het verwelkingspunt bereikt wordt. Tijdens een eenmalige kwaliteitsmeetcampagne na ULO-bewaring zijn geen effecten van droogtestress op vruchtkwaliteit- of vruchtafwijkingen vastgesteld. Wel kan toegenomen taaiheid niet uitgesloten worden. Hiernaar is meer onderzoek nodig.

In het onderzoek zijn twee meetmethoden voor het vaststellen van de zuigspanning gebruikt: directe meting met de Watermark en indirecte vaststelling via meting van het volumetrisch vochtgehalte met de TRASE, gevolgd door berekening van de zuigspanning op basis van de zogenaamde pF-curve. Er is geconcludeerd dat Watermarkmetingen in droogtestressonderzoek niet voldoen. Dit geldt ook voor de fruitteeltpraktijk indien het wateraanbod onder droge omstandigheden vastgesteld moet worden.

Voor het vaststellen van complete streefwaardetabellen per seizoensperiode en teeltsituatie is verder onderzoek nodig.

1 Aanleiding en doelen

De toekomstige klimaatveranderingen zullen in Nederland waarschijnlijk leiden tot meer droogte in het voorjaar en de zomer (KNMI, 2021). Het realiseren van een voldoende grote vruchtmaat bij peer zal daarom nog afhankelijker worden van de kunstmatige watervoorziening. Om ongewenst maatverlies te voorkomen is het van belang om aan te kunnen geven bij welk bodemvochtaanbod water gegeven moet worden. Water geven kan leiden tot teveel scheutgroei. Het is daarom ook van belang de relatie tussen het wateraanbod in de grond en de scheutgroei te weten. Al deze kennis leidt tot het efficiënter omgaan met het beschikbare water.

Het doel van het onderzoek was: het vaststellen van normen voor de vochttoestand van de grond (zuigspanning) om ongewenst maatverlies bij peer te voorkomen en de scheutgroei te kunnen reguleren.

Met "ongewenst" maatverlies wordt bedoeld dat in situaties van lage vruchtdracht en teveel scheutgroei het juist gewenst is om vrucht- en scheutgroei te reduceren. Daarmee wordt overmatige scheutgroei en te grote vruchtmaat voorkomen. Wanneer de optimale maat echter maar net gehaald gaat worden is het van belang uit te zoeken hoe groot het wateraanbod in de grond moet zijn om maatverlies te voorkomen.

Het onderzoek werd uitgevoerd in het sleuventeeltsysteem dat in het project "Teelt de grond uit" is ontwikkeld. Dit systeem geeft de mogelijkheid om de groei van scheuten en vruchten te reguleren via gecontroleerde droogtestress. Er is immers bijna geen input van neerslag aanwezig. Tevens is de waterbuffering in de sleuven gering. Daardoor is de groei voornamelijk afhankelijk van de druppelirrigatie.

2 Materialen en methoden

2.1 Algemeen

De proef is uitgevoerd op Proeftuin Randwijk met de volgende specificaties:

- Sleuventeeltsysteem:
 - Sleuven van 30 cm breed en 50 cm diep
 - Materiaal wanden: 0.8 mm polypropyleen
 - Grond/substraat: DenOuden Substrado Sleuvengrond
 - Drainage via drainbuizen onderin de sleuven
- plantmateriaal: Conference op onderstam Q-Eline
- bestuivers: Polinia 1 (aan begin en einde van elke rij van 36 meter een bestuiver)
- plantdatum: 31 mei 2018
- Plantafstanden: 95x350 cm
- Druppelirrigatie: drie druppelpunten per boom (elke 30 cm); afgifte druppelaars: 1.8 liter/uur
- Looptijd van de proef: 2018 t/m 2021 (behandelingen zijn uitgevoerd vanaf 2019)

DenOuden Substrado Sleuvengrond is in 2016 speciaal ontwikkeld voor de sleuventeelt. Oorspronkelijk werd Brabants dekzand (fijnzandige organischestofhoudende grond) gebruikt hiervoor. In eerder onderzoek (persoonlijke mededeling M.P. van der Maas) is vastgesteld dat deze grond zeer goed waterdoorlatend kan zijn. Hierdoor kon veel water gegeven worden zonder dat het zuurstofgehalte in de grond te laag werd. Als gevolg hiervan kon de groei, indien nodig, sterk gestimuleerd worden. Aangezien de specificatie van deze grond per winlocatie verschilt en bij één van de praktijkpilots juist verslumping optrad is door DenOuden een gestandaardiseerd substraat ontwikkeld wat lijkt op het Brabantse zand, zonder de nadelen van de kans op verslumping (voor de bodemanalyse en de pF-curve zie bijlage 1).

Het substraat in de sleuven zakte in de loop van de jaren wat in zodat uiteindelijk een laag van ongeveer 45 cm grond in de sleuven stond.

Omdat droogte in de grond op verschillende momenten in het seizoen verschillende effecten op scheut- en vruchtgroei zou kunnen hebben is bij ontwerpen van de behandelingen onderscheid gemaakt tussen enerzijds de maanden mei/juni (maanden met veel scheutgroei) en anderzijds juli/augustus (tot en met de pluk). Omdat de droogte in de grond in de loop van het jaar oploopt is meer nadruk gelegd op de tweede periode. De behandelingen, in termen van droogte-stress als gevolg van een laag wateraanbod in de grond, waren daarom:

1. Geen droogtestress
2. Lichte droogtestress in de periode tot de pluk (juli-augustus)
3. Zware droogtestress in de periode tot de pluk (juli-augustus)
4. Droogtestress in het voorjaar/begin zomer (mei-juni); in 2019 lichte droogtestress en in 2021 zware droogtestress

Bij behandeling 4 is begonnen met lichte droogtestress, gevolgd door een jaar zonder droogtestress en aan het eind een jaar met zware droogtestress. Voor deze periode was immers maar een enkele behandeling beschikbaar en zodoende kon toch informatie verkregen worden over deze twee niveaus van droogtestress in die perioden.

De droogte-stress is gerealiseerd via het beperken van de watergift en is uitgedrukt in zuigspanning van de grond (voor achtergronden zie 2.2 en voor de feitelijke zuigspanningen per dag per jaar zie hoofdstuk 3).

Bij zware regenval zijn de sleuven aan de bovenkant gesloten om zodoende sneller droogte-stress op te bouwen.

De proef werd uitgevoerd in vier herhalingen (als Latijns vierkant oftewel een dubbele blokkenproef) met zes meetbomen en weerszijden een bufferboom per experimentele eenheid (veldje). Voor de plattegrond zie bijlage 2.

De volgende variabelen zijn gemeten:

- zuigspanning (met de Watermark, zie figuur 1; per veldje 4 sensoren); jaarlijks (in 2020 continu/automatisch en in 2019 en 2021 regelmatig/handmatig)
- volumetrisch vochtgehalte (met de TRASE, zie figuur 2; per veldje 4 sensoren); alleen in 2019 en 2021, regelmatig/handmatig gemeten
- registratie van de drain per behandeling
- scheutgroei per veldje (2018 t/m 2020)
- mate van afsluiten van de groei per veldje (2019 en 2021; in 2018 is niet gemeten omdat er toen geen behandelingen zijn uitgevoerd en het afsluitmoment overal het zelfde was)
- dracht, kg/boom en gemiddeld vruchtgewicht per veldje (2019 t/m 2021); in het plantjaar is de enkele vrucht die aan de boom kwam verwijderd
- in 2020 is vanaf 6 juli tot de pluk de vruchtgroei twee keer per week gemeten aan 96 vruchten/behandeling met een digitale schuifmaat.
- Vruchtkwaliteit (hardheid, suikergehalte en groenkleur) en vruchtafwijkingen kort na de pluk op 17 september 2021 en na ULO-bewaring (-0.5 °C, 0.7% CO₂, 3% O₂), zowel bij uitslag op 2 februari 2022 en 14 juni 2022 als na uitstalling (respectievelijk 12 en 9 dagen op 18 °C) (monster grootte: 20 vruchten per veldje per meetmoment). De hardheid van het vruchtvlees is gemeten op het midden van de buik na het verwijderen van de schil met de Fruit Texture Analyzer (Güss Manufacturing Ltd, Strand, South Africa) uitgerust met een sonde van 8 mm in diameter en een oppervlak van 0.5 cm² (de "trigger threshold" was ingesteld op 1 N, de meetsnelheid op 10 mm s⁻¹ en de meetafstand op 7.9 mm). Voor "slappe nekken" en "zwarte steel" zijn er scores van 0 tot en met 4 gegeven (0: geen; 4: sterk/veel). Het suikergehalte is gemeten als °Brix (met de digitale refractometer ATAGO PAL-1, Tokyo, Japan). De groenkleur is bepaald op basis van beeldanalyse van foto's van de peren genomen met de camera MAKO G-192C POE (Allied Vision, Germany) die opgesteld was in een "LED light cabinet" (ontworpen door WFBR en gebouwd door IPSS Engineering, Nederland); de beeldanalyse is beschreven door Brouwer et al (2021).
- Bladanalyse op hoofd- en sporenelementen per behandeling in 2019 t/m 2021 (uitgevoerd door Eurofins).

2.2 Vaststelling zuigspanning van de grond

De vochtigheid van de grond kan worden beschreven met de zuigspanning of met het vochtgehalte. Bij droogtestress is de zuigspanning van belang: de zuigspanning beschrijft immers de kracht waarmee de grond aan het water trekt en voor wateropname moet de plant meer aan het water "trekken" dan deze kracht. Het vochtgehalte van de grond zegt niets over deze kracht; bij dezelfde zuigspanning kunnen gronden grote verschillen in vochtgehalte laten zien (zie het rode kader in tabel 1). Anderzijds kan de zuigspanning van twee gronden met hetzelfde vochtgehalte sterk verschillen. Het vochtgehalte zegt alleen iets over de voorraad aan water in de grond.

Tabel 1 De relatie tussen zuigspanning (kPa) en volumetrisch vochtgehalte (%) voor enkele gronden.

(%vocht)	Fijn zand	Zeer lichte zavel	Lichte klei	Zeer zware klei
10 kPa	20	32	38	49
50 kPa	10	22	32	44
100 kPa	7	19	26	40

Het verband tussen de zuigspanning en het vochtgehalte, de zogenaamde pF-curve, is per grond verschillend. Het gaat hierbij steeds om het volumetrisch vochtgehalte (volume-eenheid water/volume-eenheid grond) en niet over het gravimetrisch vochtgehalte (het vochtgehalte op gewichtsbasis). In tabel 2 is een overzicht gegeven van de algemene betekenis van de zuigspanning in het bodem-plant-systeem, inclusief de belangrijke punten op de pF-curve.

Voor het vaststellen van de zuigspanning zijn in dit project twee methoden gehanteerd. Allereerst is de zuigspanning gemeten met de Watermark van Irrometer, California, USA (zie figuur 1 voor de Watermarksensor). Bij deze meter moet, alvorens een goede meting mogelijk is, de vochtigheid van een inwendig deel van de sensor, waarin zich gips en twee elektroden bevinden, in evenwicht komen met de vochtigheid oftewel zuigspanning van de omringende grond. In de sensor wordt het water verzadigd met opgelost gips, dat daarmee de elektrische geleiding verhoogt. Vervolgens wordt een weerstandsmeting gedaan. Hoe hoger het vochtgehalte, hoe lager de gemeten weerstand. Dit meetresultaat wordt uiteindelijk vertaald naar zuigspanning. Het contact tussen de sensor en de grond is cruciaal voor een goede en snelle totstandkoming van het evenwicht tussen de grond en het inwendige van de sensor. Het voordeel van deze meting is dat de zuigspanning gelijk bekend is en dat deze meting geautomatiseerd kan worden (door Bodata). Deze automatische uitlezing was beschikbaar vanaf 2020. In 2019 is nog met de hand gemeten met een uitleesapparaat van de leverancier van Watermark.

Het nadeel bij Watermark is het beperkte meetbereik bij handmatige uitlezing (0-199 kPa; hoewel het wel een verbetering was ten opzichte van de vroeger in het onderzoek veel gebruikte tensiometer, die tot 70 kPa mat). Bodata heeft de continue automatische uitlezing van de Watermark mogelijk gemaakt waarbij de uitlezing niet gemaximaliseerd is (in de proefperiode zijn waarden tot 800 kPa geregistreerd). Het is echter niet bekend wat de nauwkeurigheid is in het meetbereik boven de 199 kPa. In 2021 waren er soms problemen met de automatische uitlezing en zijn regelmatig metingen met de hand gedaan.

Er zijn 64 Watermarksensoren geplaatst, 4 per veldje, verdeeld over de diepte (20 of 40 cm) en over afstand tot de druppelpunten (op 5 of 15 cm van de druppelpunten; de druppelpuntafstand was 30 cm). Met de Watermark wordt de zuigspanning op één bepaalde plek gemeten, waardoor in systemen met druppelirrigatie, de variatie in de resultaten groot kan zijn.

Tabel 2 De bodemkundige en plantkundige betekenis van enkele zuigspanningsniveaus.

Zuigspanning (kPa)	pF (logaritme van de zuigspanning in hPa of cm waterdruk); punten op de pF-curve	Bodemkundige betekenis	Betekenis van de vochtigheid van de grond voor plantengroei
0	n.v.t.	Geen lucht in de grond; alle poriën gevuld met water; maximaal watergehalte van de grond	Veel te nat; planten gaan dood door gebrek aan zuurstof in de grond
1	1.0		Te nat; weinig groei
10	2.0	Veldcapaciteit; vochtgehalte na een winter met gemiddelde neerslag en enkele dagen zonder regen	Goed vochtig; over het algemeen maximale groei
100	3.0		Droog, weinig groei
1000	4.0		Te droog; geen groei
1600	4.2		Veel te droog; planten verwelken (verwelkingspunt)



Figuur 1 De Watermarksensor

Ten tweede zijn vochtgehaltemetingen uitgevoerd met de TRASE System 1 van Soil Moisture, California, USA (zie figuur 2). Hiermee werd handmatig over de hele diepte het gemiddelde volumetrische vochtgehalte gemeten (de bijbehorende stalen meetpennen gingen 38 cm diep de grond in, het meetbereik is enkele centimeters dieper; de substraatdiepte was na het eerste jaar ongeveer 45 cm). Ook met de TRASE zijn op 64 plaatsen metingen gedaan: 4 metingen per veldje voor elke behandeling, waarbij 2 metingen op 15 cm afstand van de druppelpunten en twee op 5 cm van een druppelpunt. Op basis van de relatie tussen de zuigspanning gemeten met de Watermark en de vochtgehaltemetingen met de TRASE zou de pF-curve vastgesteld kunnen worden, waardoor indien nodig ook de zuigspanning via de TRASE-meting vastgesteld zou kunnen worden (bijvoorbeeld als alleen gemaximaliseerde handmatige metingen met de Watermark voorhanden waren).

De TRASE was vanaf de zomer 2020 tot het voorjaar van 2021 niet beschikbaar in verband met een defect en de tijd die nodig was voor de aanschaf van een nieuwe TRASE.



Figuur 2 De TRASE System 1

In de loop van het project is twijfel ontstaan over de kwaliteit van de Watermarkmeting in het betreffende substraat (zie 3.1.3), waardoor de pF-curve feitelijk niet vastgesteld kon worden op basis van de Watermark en TRASE-metingen. Eind 2021 is daarom opdracht gegeven aan het Bodem Hydro-Fysisch Laboratorium van de WUR om een pF-curve onder laboratoriumcondities te bepalen op basis van ringmonsters van het substraat (zie bijlage 1). Deze bepaling is in vier herhalingen gedaan: voor de herhalingen A en B van behandeling 4, op 20 cm diepte, zowel dichtbij en als tussen de druppelpunten. Hierdoor kon de gerealiseerde zuigspanning grotendeels pas na afloop van de proefperiode vastgesteld worden.

2.3 Statistiek

De resultaten zijn statistisch getoetst via het uitvoeren van variantieanalyses. Hier voor is het softwarepakket Genstat gebruikt (19^e editie). Verschillen werden betrouwbaar geacht als de F-waarde uit de variantieanalyse kleiner was dan 0.05. Voor ontbrekende waarden (bijvoorbeeld bij het uitvallen van veldjes) wordt in dit programma op statistisch verantwoorde wijze gecorrigeerd.

Wanneer de F-waarde tussen de 0.05 en 0.10 lag wordt dat in dit rapport vermeld met de aanduiding "aanwijzing voor verschil" of een "eventueel verschil" (in tabellen als "(S)" in plaats van "S"). In deze situatie zou het goed zijn om de proef te herhalen vanwege deze aanwijzing voor een effect. Wanneer andere variabelen die verband houden met de betreffende variabele een F-waarde lager dan 0.05 of 0.10 laten zien wordt het verschil toch als betrouwbaar gekwalificeerd (een soort indirect bewijs voor een betrouwbaar effect).

Wanneer een F-waarde hoger dan 0.10 berekend is maar het getalsmatige verschil tussen twee uitkomsten teeltkundig relevant is (bijvoorbeeld een verschil van 10% in productie), wordt benadrukt dat, hoewel het verschil statistisch niet betrouwbaar is, het niet uitgesloten kan worden dat er in werkelijkheid een verschil van 10% bestaat (en hier dus rekening mee moet blijven gehouden). In dat geval is het onderscheidingsvermogen van de proef niet sterk genoeg om verschillen van 10% betrouwbaar aan te tonen en zou het onderzoek vervolgd moeten worden met een proef met een hoger onderscheidingsvermogen.

3 Resultaten en discussie

Vanaf het derde groeijaar 2020 hebben enkele bomen duidelijk last gekregen van vruchtboomkanker. Deze schade is vanaf de oostkant van de proef binnen gekomen: in 2020 moesten drie bomen van behandeling 1 uit herhaling D gerooid worden vanwege een te zware aantasting (zie plattegrond in bijlage 2). Omdat de productie in 2019 bij dit veldje ook al opvallend laag was is dit veldje al vanaf 2019 niet meer in de resultaten meegenomen. In 2021 moesten er zoveel bomen gerooid worden op resterende veldjes van herhaling D dat deze hele herhaling uit de proef is gehaald. Vanwege de achteruitgang in 2021 van de bomen in herhaling C van behandeling 4 is dat veldje ook uit de proef gehaald vanaf 2021.

In november 2021 is per boom een cijfer gegeven voor de mate waarin kanker was weggesnoeid (zie tabel 3). Uit de statistische analyse bleek dat er geen verband was tussen de behandelingen en het optreden van vruchtboomkanker (de F-waarde in de variantieanalyse was met 0.95 zeer hoog) en dat er een significant blok-effect was: herhaling C had meer vruchtboomkanker dan de herhalingen A en B (herhaling D is hierin niet meegenomen omdat er veel bomen ontbraken; op basis van het aantal gerooide bomen was het echter wel duidelijk dat in herhaling D de meeste vruchtboomkanker voorkwam).

Omdat alle bomen in meer of mindere mate last hadden van vruchtboomkanker had het geen zin om de meest gezonde bomen te selecteren voor het onderzoek; slechts 16% van de bomen had vruchtboomkankervrije harttakken en tevens onbeschadigde buurbomen voor normale beschaduwing.

Als gevolg van de vruchtboomkanker aantasting is de variabiliteit in scheutgroei en dracht sterk toegenomen waardoor het onderscheidingsvermogen in de proef sterk is verminderd. Ondanks dat zijn er tot en met het laatste jaar significante effecten van de droogtestressbehandelingen op het vruchtgewicht vastgesteld.

Tabel 3 Visuele waardering van de kankersnoei aan het eind van de proef.

November 2021		
Behandeling 2019 t/m 2021		Visuele waardering kankersnoei*
	Zuigspanning (kPa)	
1	10 kPa hele seizoen	7.0
2	droogtestress juni	6.9
3	droogtestress augustus/niveau 1	6.7
4	droogtestress augustus/niveau 2	7.4
		NS**
* hoe hoger het cijfer hoe meer kankersnoei (kankersnoei is voor een snoei-expert goed te onderscheiden van normale snoei; bij kankersnoei worden bijvoorbeeld gesteltakken of de top van de boom verwijderd)		
** Niet significant verschillend volgens variantie-analyse		

3.1 Resultaten zuigspanning

In deze paragraaf worden de resultaten van de zuigspanningsbepalingen gepresenteerd. Allereerst worden grafieken getoond met de resultaten per behandeling per dag. Vervolgens wordt de gemiddelde zuigspanning per behandelingsperiode weergegeven in een tabel met daarbij de minimum en maximumwaarde in die periode. Dat laatste is gedaan omdat ervan mag worden uitgegaan dat piekwaarden van de zuigspanning van belang zijn voor het effect op de boom.

3.1.1 Eerste groeijaar 2018

In het eerste groeijaar is de watergift bij alle behandelingen zodanig ingesteld dat er gedurende het hele seizoen drain werd gerealiseerd. Dit betekent dat bij de meeste bomen de grond vochtiger was dan veldcapaciteit (<10 kPa). Het is mogelijk dat bij de relatief grotere bomen de zuigspanning boven de 10 kPa is gekomen (enige uitdroging). Dit heeft bij deze bomen mogelijk tot enig scheutgroeverlies geleid.

3.1.2 Behandelingsjaar 2019

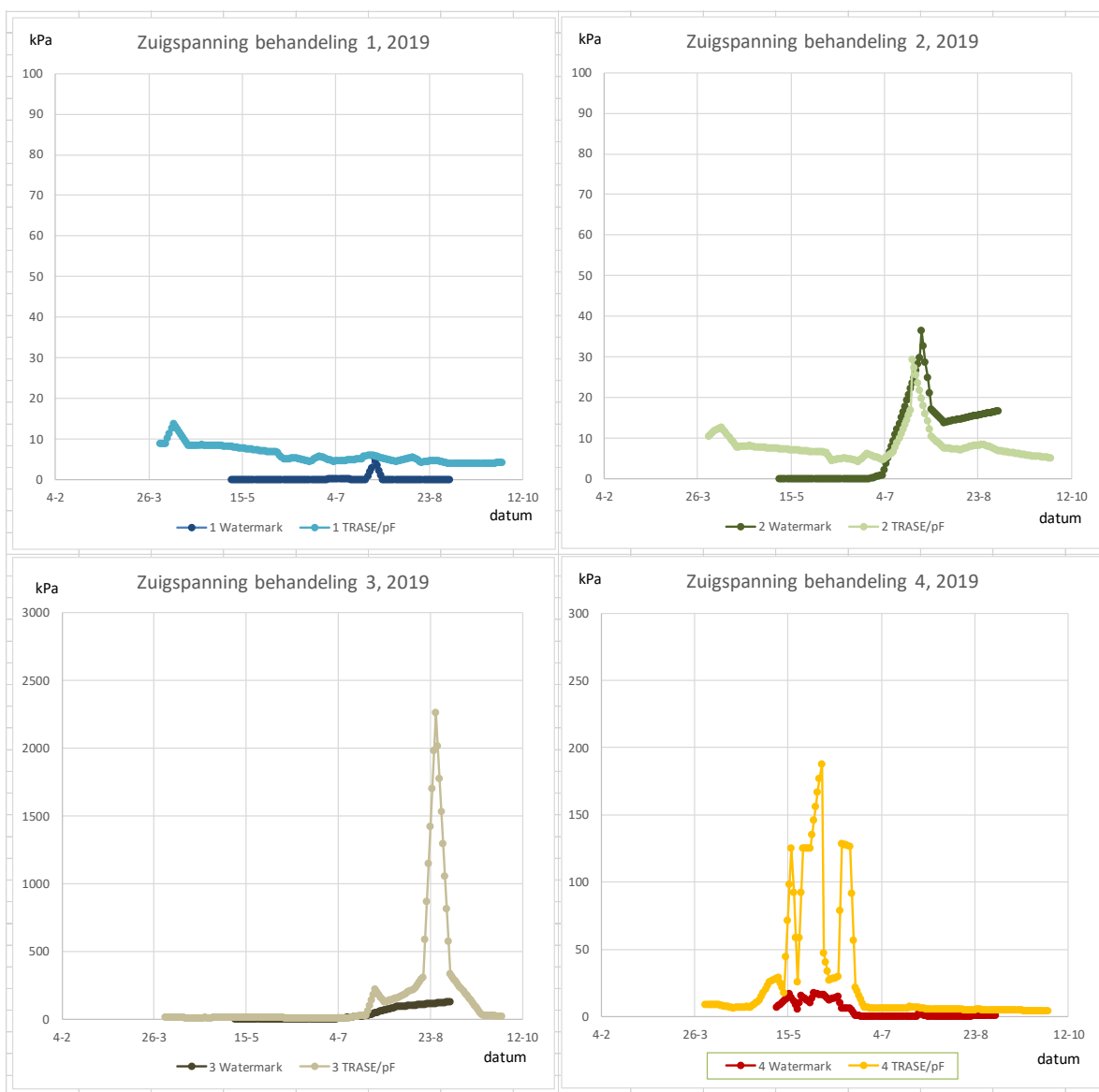
De resultaten van de zuigspanningsbepalingen met de Watermark (handmatig gemeten; maximaal 199 kPa) en de TRASE (in combinatie met omrekening op basis van de pF-curve die eind 2021 is bepaald) zijn weer gegeven in figuur 3.

De resultaten bij behandeling 1 laten bij beide methoden lage waarden zien die aangeven dat het substraat het hele jaar goed vochtig was (10 kPa is veldcapaciteit). Tevens is te zien dat de Watermark bij hoge vochtgehaltes (lage zuigspanningen) niet nauwkeurig meet: er werd voortdurend 0 kPa gemeten (geen lucht meer aanwezig) terwijl er voldoende lucht in het substraat aanwezig was gezien de sterke gemiddelde scheutgroei van 22 meter/boom in 2019. Op grond hiervan worden alleen de TRASE-waarden gebruikt om de zuigspanning bij deze behandeling te beschrijven (zie tabel 4).

Bij behandeling 2 is de zuigspanning incidenteel tot 30-40 kPa opgelopen in augustus, de maand voorafgaand aan de pluk. De twee bepalingsmethoden geven hierbij een vergelijkbare waarden. De waarden in het begin van het seizoen zijn bij deze behandeling vergelijkbaar met die van behandelingen 1 (waarden van de Watermark zijn rond de nul). Vanaf het moment in begin juli dat de waarde van de Watermark identiek was aan die van de TRASE is het gemiddelde van beide genomen voor de beschrijving van de behandeling (zie tabel 4); voorafgaand aan dat moment zijn alleen de TRASE-bepalingen gebruikt voor de beschrijving van de zuigspanning.

Bij behandeling 3 liep de zuigspanning tot veel grotere hoogte op. Hierbij bleef de bepaling via de Watermarkmeting (maximaal 124 kPa) ver achter bij die via de TRASE/pF-curve-vertaling (maximaal 2258 kPa). Dit was onder meer het gevolg van de maximering van de handmatige Watermarkmeting tot 199 kPa; zonder maximering zou de zuigspanningsmeting hoger zijn uitgevallen (het percentage gemaximeerde metingen liep op tot 33% bij deze behandeling). Daarnaast is de Watermark waarschijnlijk te traag in het reageren op de snel veranderende zuigspanning en zal het contact tussen de sensor en de grond zo slecht zijn dat een goede meting niet meer mogelijk is. Op basis hiervan wordt alleen de zuigspanningsbepaling via de TRASE gebruikt om de zuigspanning te beschrijven bij deze behandeling (zie tabel 4). De zuigspanning liep hierbij enkele dagen op tot boven het verwelkingspunt, terwijl geen verwelking of bladverbranding waargenomen is. Op het moment dat bij behandeling 3 via de TRASE 2258 kPa werd berekend was het gemeten vochtgehalte 8,5% en was er kort voorafgaand aan de meting kort gedruppeld (het volumetrisch vochtgehalte bij veldcapaciteit/10 kPa is 26%; bij 1 kPa is het vochtgehalte 53%; zie bijlage 1).

Bij behandeling 4 werd de uitdroging eerder in het seizoen gerealiseerd. De zuigspanning liep op tot maximaal 187 kPa bij de TRASE-meting. Opvallend was het sterk wisselende karakter van de zuigspanning die via de TRASE bepaald is. In dit bereik is de zuigspanning heel gevoelig voor het vochtgehalte, zodat kleine veranderingen in vochtgehalte naar boven en beneden grote effecten hebben op de zuigspanning. Met de Watermark worden deze variaties niet opgemerkt; alleen wanneer de zuigspanningen via de TRASE laag waren was er vergelijking met de Watermarkwaarden mogelijk, maar de kortdurende hoge TRASE-waarden werden niet gerealiseerd met de Watermark. Waarschijnlijk reageert de Watermark te traag hiervoor. Ook voor deze behandeling zijn daarom alleen de TRASE-waarden gebruikt om de behandelingen te beschrijven (zie tabel 4). De pluk in 2019 vond plaats op 2 september.



Figuur 3 De gemiddelde zuigspanning (kPa) per behandeling in 2019 bepaald via handmatige meting met Watermark of TRASE (de laatste na omrekening op basis van de pF-curve); NB per grafiek kan de schaal van de Y-as variëren.

Tabel 4 De zuigspanning per behandeling per periode in 2019 (kPa).

2019		Periode			
Behandeling		1/4-2/5	3/5-20/6	21/6-10/7	11/7-2/9
1	gemiddelde	10	7	5	5
	minimum	8	5	5	4
	maximum	14	8	6	6
2	gemiddelde	9	6	6	15
	minimum	8	4	5	11
	maximum	13	8	8	28
3	gemiddelde	8	9	4	458
	minimum	7	4	4	11
	maximum	10	12	8	2258
4	gemiddelde	9	76	8	6
	minimum	6	18	6	5
	maximum	17	187	19	7

3.1.3 Behandelingsjaar 2020

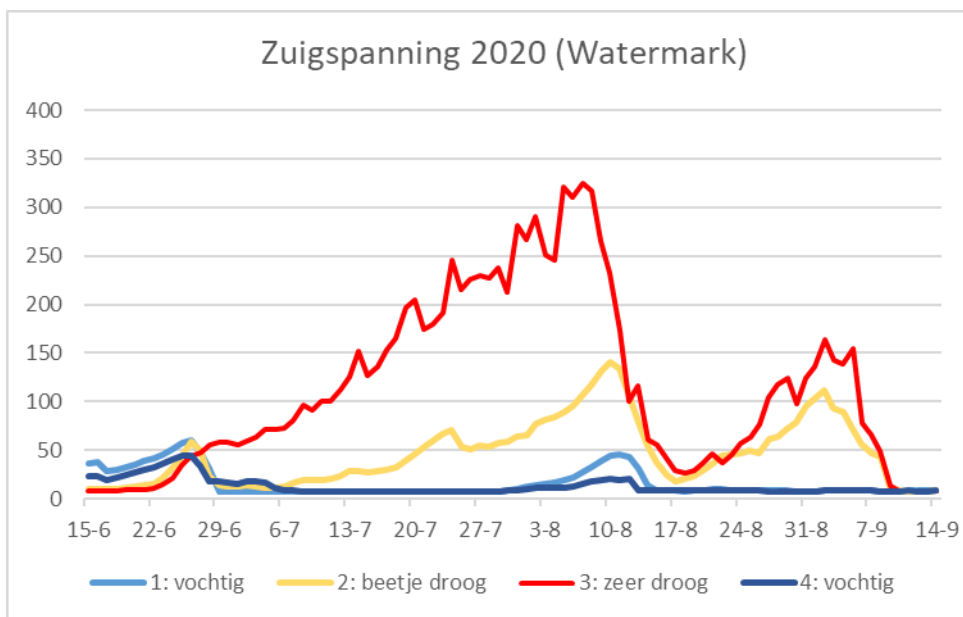
In 2020 is gestart met het niet gemaximeerd automatisch uitlezen van de Watermarks en zijn geen handmatige TRASE-metingen uitgevoerd in de veronderstelling toentertijd dat de Watermark-metingen afdoende waren om de zuigspanning te beschrijven. In figuur 4 en tabel 5 zijn de resultaten van de metingen weergegeven.

De automatische Watermarkmeting in 2020 begon op 15 juni. In de periode daarvoor kon op basis van permanente drain bij alle behandelingen vanaf de winter worden vastgesteld dat het substraat voortdurend rond veldcapaciteit (10 kPa) was (draindata niet gepresenteerd).

De opbouw van de droogtestress bij behandelingen 2 en 3 begon rond 24 juni. Op 6 augustus is bij behandeling 3 beginnende bladverbranding vastgesteld bij Watermark-zuigspanningswaarden van ruim 300 kPa. De watergift is toen gelijk verhoogd. Hierdoor daalde de zuigspanning weer tot beneden de 30 kPa halverwege augustus. Vervolgens is vanaf 19 augustus weer gestart met droogtestress op te leggen. Op 1 september begon echter al bij 150 kPa forse bladverbranding op te treden. Kort daarna zijn de vruchten op 3 september geplukt. In deze periode ontstond er twijfel over de kwaliteit van de Watermark-metingen aangezien droogteschade aan bladeren normaal pas bij zuigspanningswaarden hoger dan 1000 kPa te verwachten zijn (het algemeen verwelkingspunt is 1600 kPa oftewel $pF=4.2$). Toen eind 2021 de pF -curve beschikbaar kwam is op basis van de metingen van het volumetrisch vochtgehalte via de TRASE uit 2019 en 2021 vastgesteld dat de Watermark de zuigspanning onderschat en dat deze onderschatting toeneemt in geval van snellere en extremere uitdroging. De Watermark-waarden in 2020 bij behandelingen 2 en 3 moeten dus beschouwd worden als een onderschatting, de werkelijke waarden waren hoger. De waarnemingen bij behandeling 3 dat er begin augustus 2020 beginnende bladverbranding en kort voor de pluk forse bladverbranding optrad geeft wel informatie over de werkelijk opgetreden zuigspanning. Op basis van een snelle uitdrogingscampagne na de pluk van 2021 (bij behandeling 1 in 9 dagen van gemiddeld 27 naar 5 volumepercent vocht) is vastgesteld dat er na 8 dagen bij 4 tot 5 volumepercent bodemvocht bladverbranding begon te ontstaan (op basis van de pF -curve zou dit pF 5.6 tot 6.0, oftewel 44.000 tot 100.000 kPa, zijn). Hierbij reageerden de Watermarks minimaal met een stijging van 120 bij de start tot 126 kPa na negen dagen. Waarschijnlijk is het zo dat lagere zuigspanningen ook tot bladverbranding kunnen leiden als deze langere tijd gehandhaafd worden. Het verwelkingspunt voor het substraat is op basis van de waarnemingen in het veld vastgesteld op 5 volumepercent bodemvocht oftewel 44.000 kPa (pF 5.6). De gemiddelde werkelijk opgetreden zuigspanning over de periode van 24 juni t/m de pluk op 3 september is op basis van de Watermarkmetingen niet vast te stellen, maar zal ieder geval veel hoger liggen dan de gemiddelde meetwaarde van 136 kPa; in tabel 5 is dit weergegeven met $>>136$.

De resultaten van de zuigspanningsmetingen met de Watermark voor behandeling 2 lijken betrouwbaarder dan die voor behandeling 3: ze liggen meer in het meetbereik van de Watermark (75% van de metingen gaven lager dan 200 kPa aan en de rest maximaal 432 kPa) en de stijging van de zuigspanning neemt nog toe in augustus (de stijging zou afnemen bij slecht functionerende meters). Echter gezien de resultaten in 2019 met de Watermark en de TRASE bij behandeling 3 en 4 zouden de zuigspanningen ook nog hoger kunnen liggen dan gemeten. In tabel 5 is dat weergegeven met $>>$.

Voor de behandelingen 1 en 4 zijn de Watermarkmetingen weergegeven omdat deze waarschijnlijk voldoende laag zijn en daarmee de werkelijkheid weergegeven zoals ook bij behandeling 2 in 2019 het geval was (zie figuur 3).



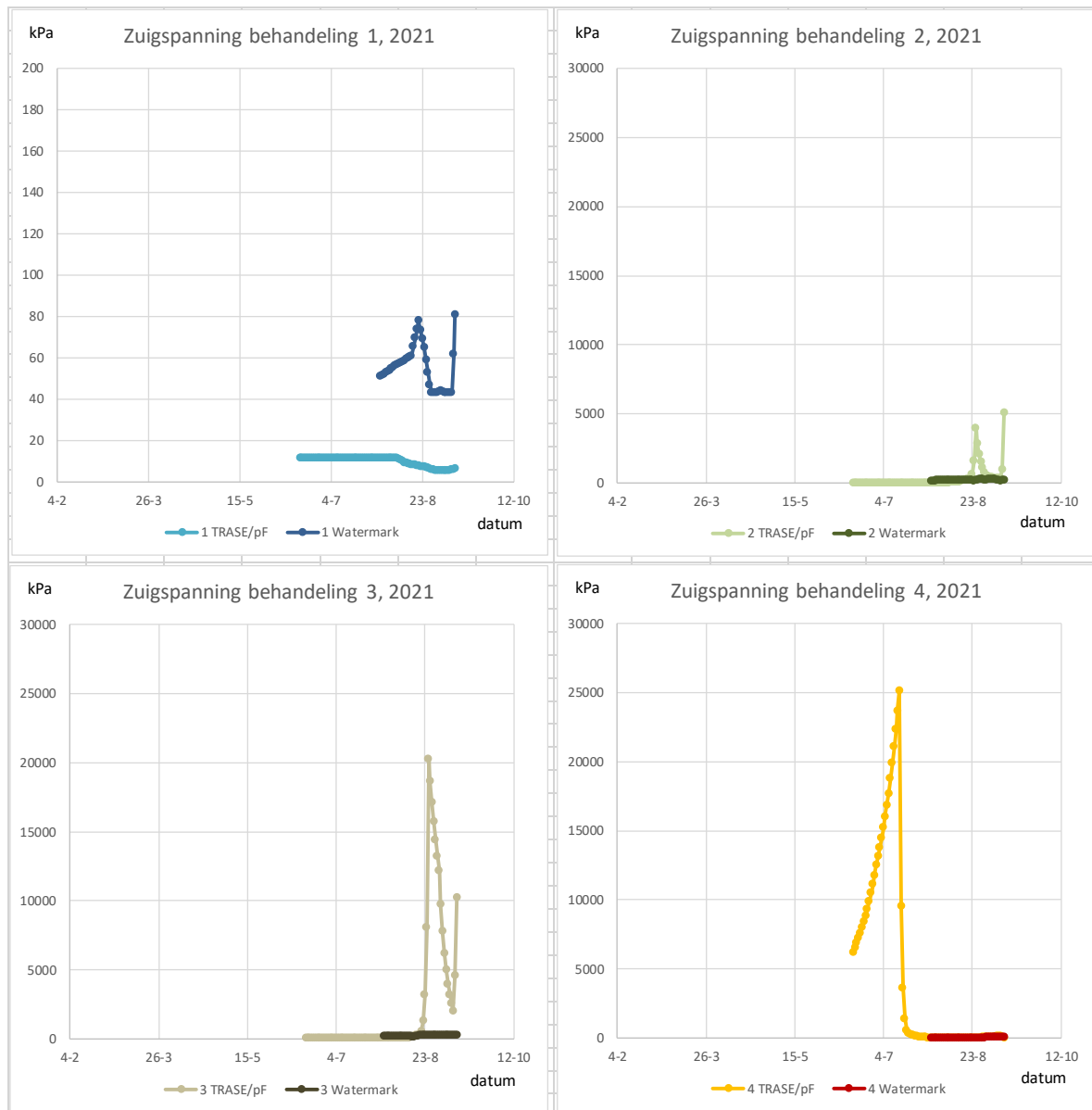
Figuur 4 De zuigspanning per behandeling in 2020 gemeten met de Watermark.

Tabel 5 De zuigspanning per behandeling per periode in 2020 (kPa).

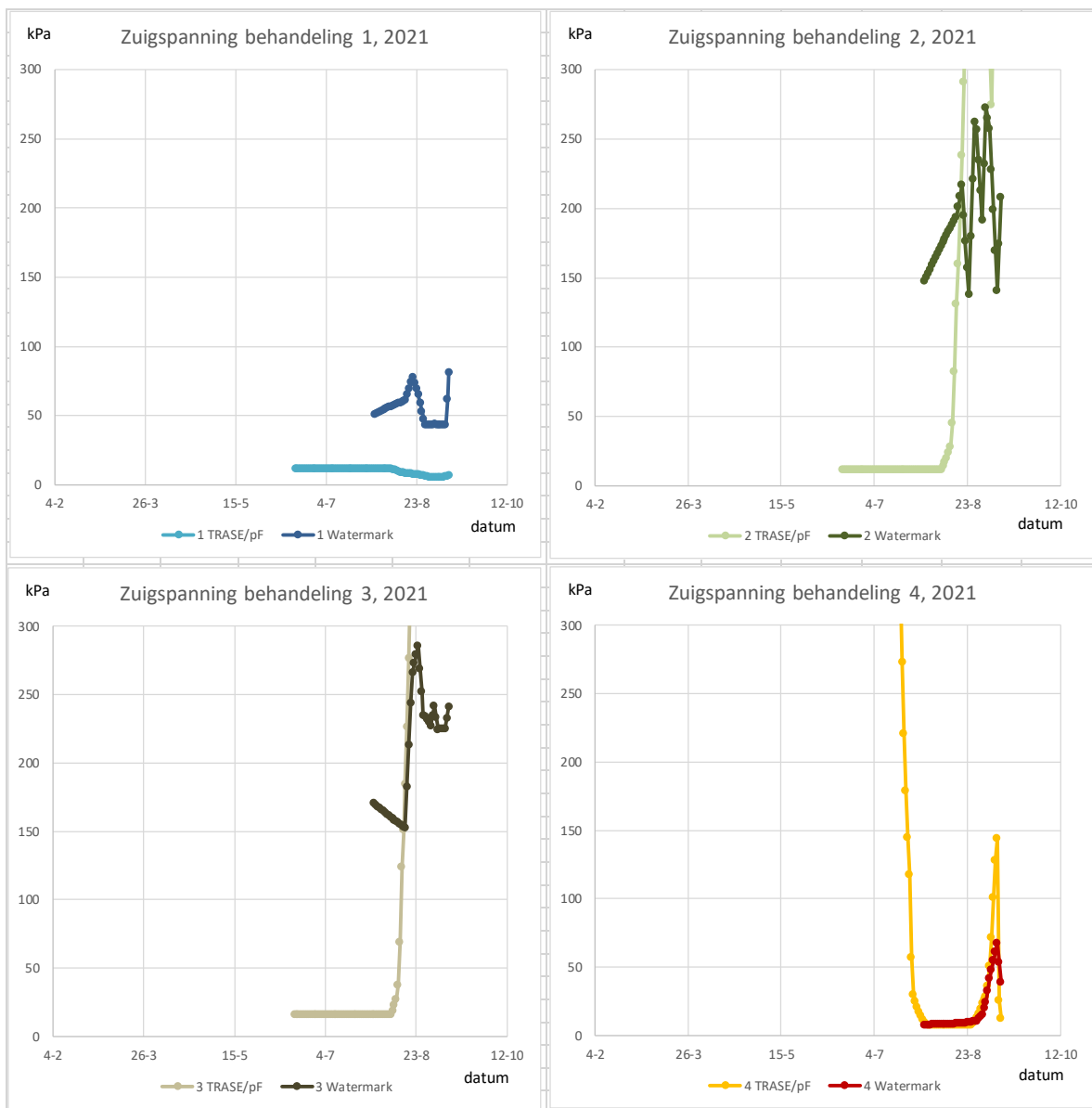
2020		Periode	
Behandeling		1/4-23/6	24/6-3/9
1	gemiddelde	10	15
	minimum	nb	8
	maximum	nb	60
2	gemiddelde	10	>53
	minimum	nb	11
	maximum	nb	>141
3	gemiddelde	10	>>136
	minimum	nb	21
	maximum	nb	44000
4	gemiddelde	10	12
	minimum	nb	8
	maximum	nb	45

3.1.4 Behandelingsjaar 2021

In het voorjaar functioneerde de automatische registratie van de Watermarkmetingen niet en was er nog geen TRASE-apparaat beschikbaar. Bij behandelingen 1 t/m 3 werd er tot de eerste TRASE-meting op 12 juni voortdurend drainwater opgevangen op basis waarvan gesteld mag worden dat de zuigspanning beneden de 15 kPa lag (draindata niet gepresenteerd). Voor behandeling 1 kon dit nog worden bevestigd op basis van automatische Watermark-registratie bij 1 van de vier herhalingen. Bij behandeling 4 kon op basis van aanwezige drain hetzelfde gesteld worden totdat de watergift verlaagd werd vanaf 16 mei. Vanaf 12 juni was het nieuwe TRASE-apparaat beschikbaar en is de zuigspanning vastgesteld op basis van regelmatige TRASE-meting en zuigspanningsberekening op basis van de pF-curve die eind 2021 bepaald is (zie figuren 5 en 6 bij verschillende maxima van de Y-as). In 2021 is geen bladverbranding of -verwelking waargenomen. In tabel 6 zijn de gerealiseerde zuigspanningen samengevat in tabelvorm weergegeven. De pluk in 2021 vond plaats op 10 september.



Figuur 5 Gemiddelde zuigspanning (kPa) per behandeling in 2021 bepaald via handmatige meting met Watermark of via de TRASE (de laatste na omrekening op basis van de pF-curve); NB per grafiek kan de schaal van de Y-as variëren.



Figuur 6 De gemiddelde zuigspanning (kPa) per behandeling in 2021 voor zover kleiner dan 300 kPa, bepaald via handmatige meting met Watermark of via de TRASE (de laatste na omrekening op basis van de pF-curve).

Tabel 6 De zuigspanning per behandeling per periode in 2021 (kPa).

2021		Periode		
Behandeling		1/4-15/5	16/5-26/7	27/7-10/9
1	gemiddelde	10	12	8
	minimum	nb	12	5
	maximum	nb	27	12
2	gemiddelde	10	13	572
	minimum	nb	12	12
	maximum	nb	27	5077
3	gemiddelde	10	16	4035
	minimum	nb	12	16
	maximum	nb	27	20296
4	gemiddelde	10	5299	21
	minimum	nb	12	8
	maximum	nb	25119	144

3.2 Teeltkundige effecten

3.2.1 Eerste groeijaar 2018 (inclusief bloei 2019)

De gemiddelde scheutgroei over de hele proef was in 2018 met 12.6 m/boom zeer sterk, zeker gezien de late plantdatum van 31 mei. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt doordat met het gebruikte substraat veel water kan worden gegeven en tegelijkertijd nog steeds voldoende lucht en zuurstof in het substraat aanwezig is. In tabel 7 zijn de metingen van de scheutgroei per, de dan nog niet gestarte, behandeling weergegeven.

Tabel 7 De resultaten van de meting van scheutgroei in november 2018.

2018				
Behandeling		aantal scheuten /boom*	totale scheut- lengte* (m/boom)	gemiddelde scheut- lengte* (cm)
	Zuigspanning (kPa)			
1	10 kPa hele seizoen	42	12.5	29
2	10 kPa hele seizoen	44	13.3	30
3	10 kPa hele seizoen	39	10.8	28
4	10 kPa hele seizoen	45	13.8	32
		NS**	NS	NS
* alleen scheuten >10 cm				
** Niet significant verschillend volgens variantie-analyse				

In tabel 8 zijn de resultaten van de bloemclustertellingen uit 2019 weergegeven.

Tabel 8 De resultaten van de bloemclustertellingen in 2019.

Bloei 2019		
Behandeling 2018		aantal bloem- clusters /boom
	Zuigspanning (kPa)	
1	10 kPa hele seizoen	26
2	10 kPa hele seizoen	31
3	10 kPa hele seizoen	36
4	10 kPa hele seizoen	23
		NS**
** Niet significant verschillend volgens variantie-analyse		

3.2.2 Behandelingsjaar 2019 (inclusief bloei 2020)

Als eerste is op 21 juni de groeistatus van de scheuten na afloop van de droogtestressperiode in het voorjaar vastgesteld (voor de resultaten zie tabel 9). Er werden geen significante verschillen tussen de eerste drie behandelingen vastgesteld aangezien de waterstatus in de grond voor die behandelingen tot dan toe gelijk was geweest.

Bij behandeling 4 werd vastgesteld dat de groei van een merendeel (72%) van de scheuten afgesloten was, hetgeen meer was dan bij de overige behandelingen (gemiddeld 24%). Het aantal scheuten waarvan de groei gestopt en weer verder was gegaan (hergroei-scheuten) was ook significant lager bij behandeling 4. Mede hierdoor was de totale groei na het groeiseizoen bij behandeling 4 ook lager (zie tabel 10; de F-waarde in de variantieanalyse lag tussen de 0.05 en 0.10, maar op basis van de significante effecten op de lengte per scheut en het getalsmatige lager aantal scheuten/boom bij behandeling 4 mogen de verschillen in groei ook als betrouwbaar worden geacht). De groei bij behandeling 4 was daarmee 25% minder ten opzichte van behandeling 1. Dit is het gevolg van de hogere zuigspanning gedurende 53 dagen (11 juli t/m de pluk op 2 september) van gemiddeld 76 kPa met een range van 18 tot 187 kPa in vergelijking met 7 kPa met een range van 5 t/m 8 kPa bij behandeling 1 (zie tabel 4).

De droogtestress vanaf 11 juli tot de pluk (behandelingen 2 en 3) had geen betrouwbaar en in ieder geval geen groot effect op de scheutgroei (als de statistische toets aangeeft dat er geen betrouwbaar effect is, kan niet worden uitgesloten dat er een klein effect is geweest; dit eventuele effect is alleen niet aantoonbaar). Deze behandelingen hadden ook geen significant effect op het vruchtgewicht, terwijl getalsmatig het vruchtgewicht respectievelijk 4 en 7% lager was. De droogtestressperiode liep door tot en met de pluk zodat eventuele compensatie van vruchtgewichtsverlies na herbevochtiging van de grond geen rol speelde. Het is opmerkelijk dat de droogtestressperiode van 53 dagen van gemiddeld 458 kPa (11 tot 2258 kPa) tot aan de pluk bij behandeling 3 niet tot een betrouwbaar lager vruchtgewicht heeft geleid (het resultaat van de statische berekening betekent dat er geen verlaging is opgetreden of dat deze beperkt is gebleven tot ongeveer 7%; hierover kan geen uitsluitsel gegeven worden).

Tabel 9 De resultaten van het vaststellen van de scheutgroeistatus op 21 juni 2019.

2019									
Behandeling 2019			21 juni 2019						
			aantal groeierende scheuten /boom (exclusief hergroei)		aantal scheuten met hergroei /boom		aantal afgesloten scheuten /boom		totaal aantal scheuten /boom
Zuigspanning (kPa)*									
	3 mei-20 juni	11 juli - 2 sept.							
1	7	5	29	a**	6	a	11	a	46
2	6	15	27	a	6	a	12	a	45
3	9	458	30	a	5	a	10	a	45
4	76	6	10	b	2	b	31	b	43
			S***		S		S		NS***
* buiten aangegeven perioden 10 kPa bij alle behandelingen									
** verschil tussen twee cijfers in een kolom significant als alle bijbehorende letters verschillen									
*** S: Significant verschillend volgens variantie-analyse; NS: niet Significant									

Tabel 10 De resultaten van de meting van de scheutgroei in 2019.

2019							
Behandeling 2019			Februari 2020				
			aantal scheuten /boom	totale scheutlengte (m/boom)		gemiddelde scheutlengte (cm/scheut)	
	Zuigspanning (kPa)*						
	3 mei-20 juni	11 juli - 2 sept.					
1	7	5	46	24.6	(a)**	53	a
2	6	15	45	22.3	(a)	49	a
3	9	458	45	23.7	(a)	52	a
4	76	6	43	18.5	(b)	43	b
			NS	(S)		S	
* buiten aangegeven perioden 10 kPa bij alle behandelingen							
** verschil tussen twee cijfers significant als alle bijbehorende letters verschillen							
S: Significant verschillend volgens variantie-analyse; NS: niet significant;							
(S): aanwijzing voor verschil, $0.05 < F < 0.10$							

De productieresultaten van 2019 zijn weergegeven in tabel 11. De vruchtdracht was laag (gemiddeld 12 vruchten/boom) en heel variabel. Er zijn geen significante effecten berekend, waarbij het niet uitgesloten is dat er kleine effecten zijn opgetreden. Getalsmatig volgt de dracht het aantal vruchtclusters bij de bloei (zie tabel 8), zodat er waarschijnlijk geen effecten van de behandelingen op de dracht zijn geweest. Getalsmatig is de reductie in vruchtgewicht bij behandelingen 3 en 4 respectievelijk 7 en 6 procent, dus mogelijk zijn er kleine behandelingseffecten opgetreden. Bij behandeling 3 heeft waarschijnlijk geen compensatie van vruchtgroei-verlies plaats gevonden aangezien na de opbouw van de zuigspanning er geen natte perioden meer zijn geweest tot de pluk (zie figuur 3). Bij behandeling 4 behoort dat wel tot de mogelijkheden (compensatie van vruchtgroei-verlies is waargenomen in 2020; zie 3.2.3.).

Al met al zijn er geen betrouwbare effecten op dracht, productie en vruchtgewicht waargenomen in 2019. Er is alleen een significant effect op scheutgroei vastgesteld bij behandeling 4.

Tabel 11 De resultaten van de dracht- en productiemeting en de berekening van het vruchtgewicht bij de pluk van 2019.

2019					
Behandeling 2019			pluk 2 september 2019		
			aantal vruchten /boom	productie (kg/boom)	gemiddeld vrucht- gewicht (g/vrucht)
	Zuigspanning (kPa)*				
	3 mei-20 juni	11 juli - 2 sept.			
1	7	5	12.4	3.47	280
2	6	15	14.5	3.91	270
3	9	458	14.6	3.79	260
4	76	6	10.0	2.62	263
			NS**	NS	NS
* buiten aangegeven perioden 10 kPa bij alle behandelingen					
** NS: niet significant					

De groeireductie bij behandeling 4 in 2019 had waarschijnlijk een bevorderend effect op de bloemknopvorming: voor het effect op het bloeicijfer in 2020 wordt een aanwijzing voor een effect berekend (zie tabel 12). Dit wordt bevestigd door de drachtresultaten in 2020 (zie tabel 13). Vanwege de F-waardes

tussen de 0.05 en 0.10 zou dit om wetenschappelijke redenen nog een keer experimenteel bevestigd moeten worden, hoewel in algemene zin bekend is dat groeivermindering bij sterke groei de bloemknopvorming verbetert en de dracht in het jaar erna hoger is (dit is bijvoorbeeld de reden achter wortelsnoei).

Tabel 12 De resultaten van de bloeicijfervaststelling in 2020.

2019				
Behandeling 2019			bloei 2020	
			bloeicijfer 9 april***	
	Zuigspanning (kPa)*			
	3 mei-20 juni	11 juli - 2 sept.		
1	7	5	5.5	(a)**
2	6	15	5.6	(a)
3	9	458	4.7	(a)
4	76	6	7.2	(b)
			(S)**	
* buiten aangegeven perioden 10 kPa bij alle behandelingen				
** verschil tussen twee cijfers significant als alle bijbehorende				
	letters verschillen			
	S: Significant verschillend volgens variantie-analyse;			
	NS: niet significant; (S): aanwijzing voor verschil, $0.05 < F < 0.10$			
***bloeicijfer: 1 (geen bloei) t/m 10 (zeer zware bloei)				

Samengevat kan worden vastgesteld dat in 2019

- 49 dagen met gemiddeld 76 kPa (met een range van 18-187 kPa) in mei en juni tot 25% minder scheutgroei leidde; dit heeft waarschijnlijk tot meer bloei en 35% hogere dracht in 2020 geleid in vergelijking met 7 kPa in die periode; dit heeft echter niet of beperkt (ongeveer -6%) tot een lager vruchtgewicht geleid; wellicht was het vruchtgewicht verlies direct na de droogtestressperiode hoger en is vervolgens compensatie opgetreden; indien minimaal vruchtgroeverlies acceptabel is (bijvoorbeeld bij lage dracht) is een droogtestressniveau van 76 kPa in het voorjaar acceptabel en hoeft dus geen water gegeven te worden om de grond op 10 kPa te houden.
- 53 dagen met gemiddeld 458 kPa (11 tot 2258 kPa) vanaf 11 juli tot aan de pluk niet tot een betrouwbaar lager vruchtgewicht heeft geleid in vergelijking met 5 kPa in die periode; er is in werkelijkheid geen verlaging is opgetreden of deze is beperkt is gebleven tot ongeveer 7%; in deze periode heeft waarschijnlijk geen compensatie van vruchtgroeverlies plaats gevonden; indien minimaal vruchtgroeverlies acceptabel is (bijvoorbeeld bij lage dracht) is een droogtestressniveau van 458 kPa in de periode voor de pluk acceptabel en hoeft dus geen water gegeven te worden om de grond op 10 kPa te houden.

Bij alle hoge zuigspanningsniveau's moet bedacht worden dat er nog altijd water is gedruppeld, hoewel in kleine hoeveelheden. De getallen hebben betrekking op het gemiddelde in de hele wortelzone. Dit betekent dat het grootste deel van het wortelstelsel nog met hogere zuigspanningen te maken had en dat dichtbij de druppelpunten een kleine zone met lage zuigspanningen aanwezig was. Dit is een andere situatie dan waarin geen water gegeven wordt en de grond homogener uitdroogt.

3.2.3 Behandelingsjaar 2020

De dracht in 2020 was wederom vrij laag.

De aanwijzing voor een effect op de bloei bij behandeling 4 in het voorjaar van 2020 (zie tabel 12) werd bij de pluk bevestigd door een aanwijzing voor een drachteffect van 36% in vergelijking met behandeling 1 (zie tabel 13). Dit is waarschijnlijk een overjarig effect van behandeling 4 in 2019. Er werd geen effect op het vruchtgewicht gevonden bij behandeling 4.

Daarnaast zijn er betrouwbare effecten op het vruchtgewicht gevonden bij behandelingen 2 en 3.

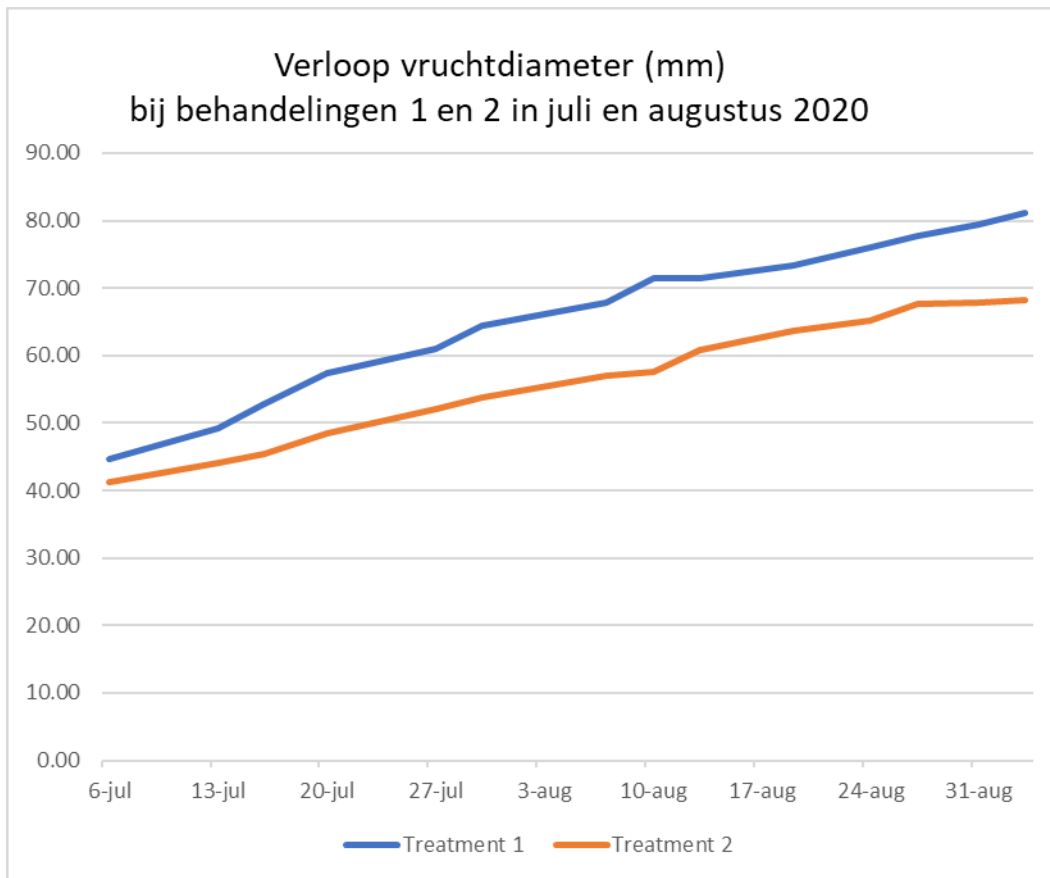
Uit het iets hogere maar significante vruchtgewichtsverlies bij behandeling 2 in 2020 (-9%) en het verlies bij behandeling 3 in 2019 (-7%) kan worden afgeleid dat het zuigspanningsniveau van behandeling 2 in 2020 vergelijkbaar was met die in 2019 en ongeveer 458 kPa moet zijn geweest, rekening houdend met de verschillen in duur van de droogtestressperiode (2019: 53 dagen; 2020: 42 dagen).

Tabel 13 De resultaten van de dracht- en productiemeting en de berekening van het vruchtgewicht bij de pluk van 2020.

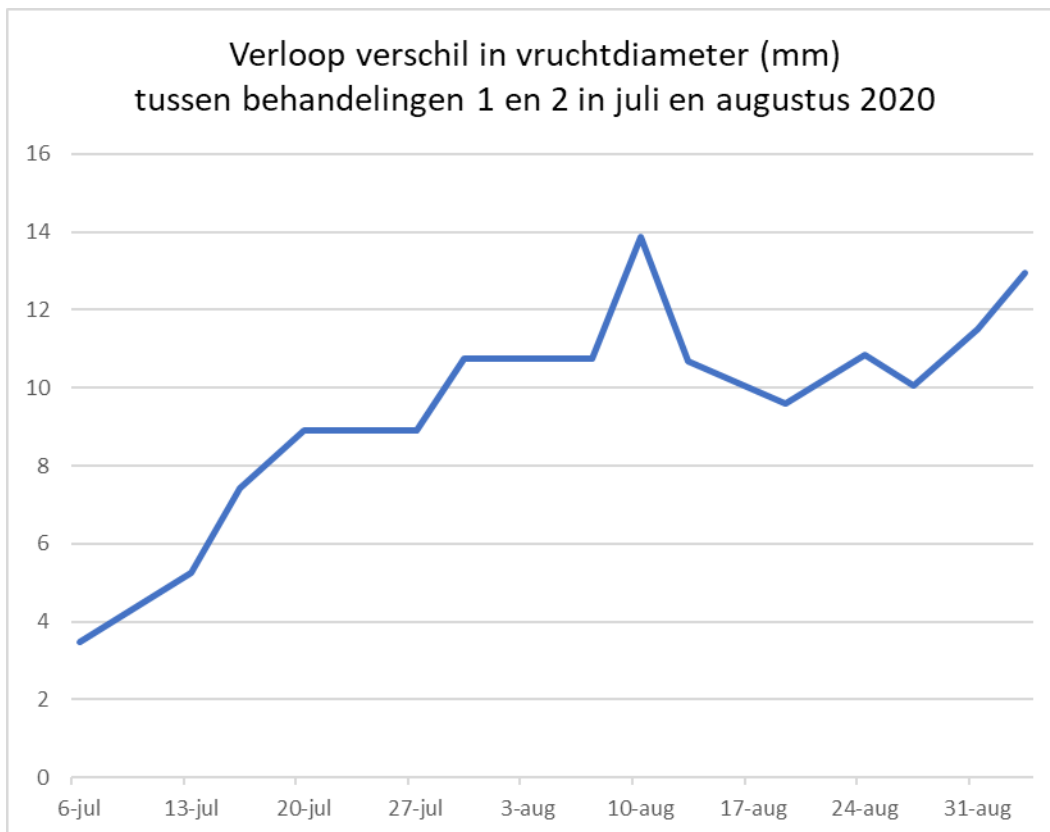
2020								
Behandeling 2020		pluk 3 september 2020						
		aantal vruchten /boom		productie (kg/boom)		gemiddeld vrucht-gewicht (g/vrucht)		
	24 juni - 3 sept. *							verschil ten opzichte van behand. 1
1	15	23.2	(a)*	6.44	ab	278	a	
2	>53	22.5	(a)	5.63	a	253	b	-9%
3	>>136	23.3	(a)	4.69	a	204	c	-27%
4	12	31.5	(b)	8.53	b	274	a	
		(S)*		S		S		
* buiten aangegeven perioden 10 kPa bij alle behandelingen								
** verschil tussen twee cijfers significant als alle bijbehorende letters verschillen								
S: Significant verschillend volgens variantie-analyse; NS: niet significant;								
(S): aanwijzing voor verschil, $0.05 < F < 0.10$								

Tijdens de vruchtgroei periode is door WUR-MSc student Nuru J. Mwakitabu de vruchtgroei vastgelegd vanaf 14 dagen na de start van de behandelingen (zie figuren 7 t/m 10; Mwakitabu, 2021). In figuur 8 is te zien dat het vruchtdiameterverschil bij behandeling 2 toeneemt tot 14 mm op 10 augustus, daarna afneemt tot 10 mm op 20 augustus: de vruchten van behandeling 4 hebben hun achterstand in groei ten opzichte van behandeling 1 ingehaald met 4 mm. Deze tijdelijke reductie in vruchtgroeiachterstand valt samen met de terugval in zuigspanning in die dagen (zie figuur 4). Ook de stijging in het diameterverschil na 20 augustus komt overeen met de stijging in zuigspanning in die periode. Het niveau van 14 mm verschil wordt echter niet meer gehaald bij de pluk. Dit betekent dat peer in staat is een achterstand in vruchtgroei, opgedaan tijdens droge perioden, te compenseren in natte perioden daarna.

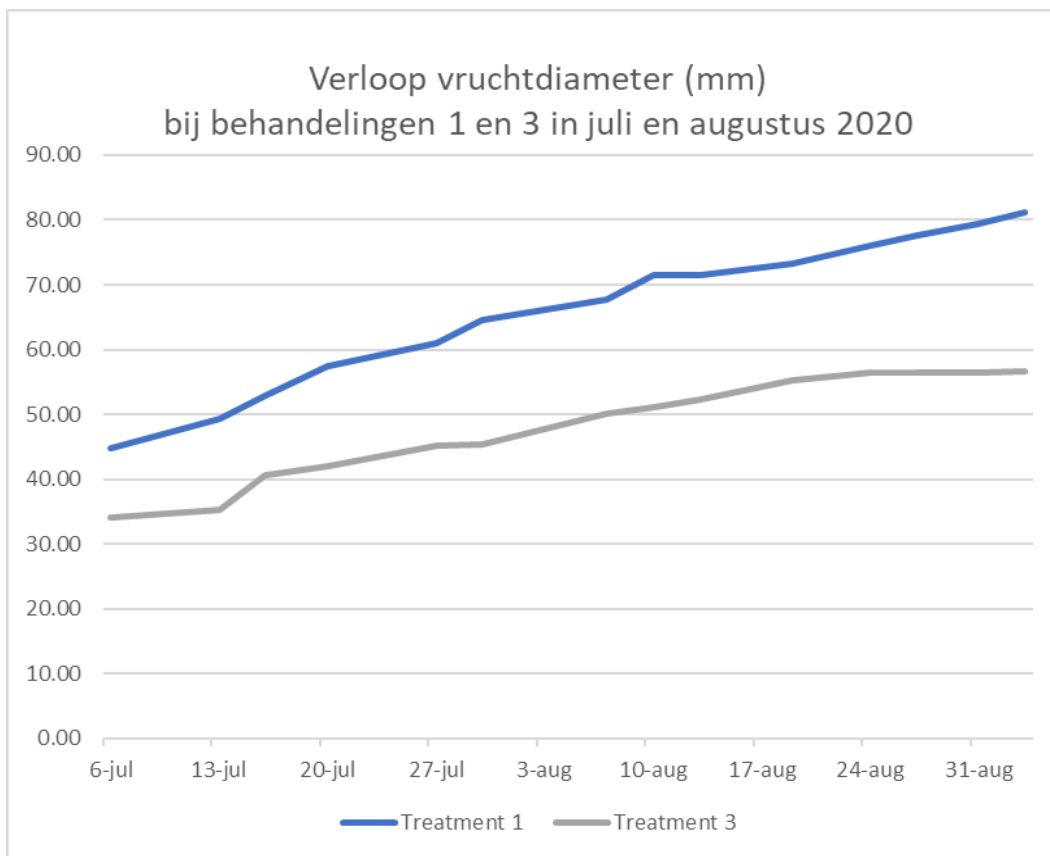
Bij behandeling 3 is de compensatie minder sterk (2 mm in plaats van 4), ondanks het feit dat zowel behandeling 2 als 3 hetzelfde lage zuigspanningsniveau bereiken op 20 augustus (zie figuur 4). Na 20 augustus loopt de achterstand weer sterk op tot 25 mm, 4 mm meer dan op 10 augustus. Het vermogen om vruchtgroei te compenseren is dus lager als hogere zuigspanningsniveau's bereikt zijn in de droge periode. Ook valt op dat de vruchtgroei rond het eerste moment van verwelking (rond 6 augustus) doorgaat. Pas wanneer de droogtestress voor de tweede keer wordt opgebouwd vanaf 19 augustus stopt de vruchtgroei vanaf 24 augustus.



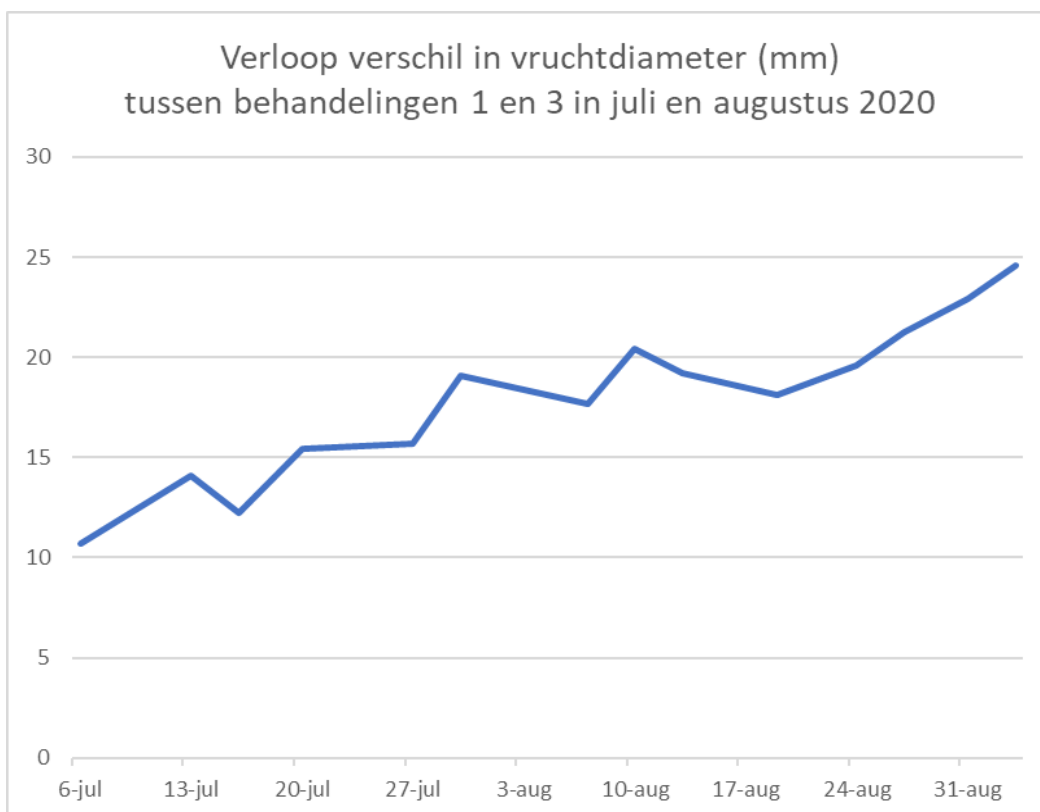
Figuur 7 Het verloop van de vruchtdiameter (mm) bij behandelingen 1 en 2 in 2020.



Figuur 8 Het verloop van het verschil in vruchtdiameter (mm) tussen behandelingen 1 en 2 in 2020.



Figuur 9 Het verloop van de vruchtdiameter (mm) bij behandelingen 1 en 3 in 2020.



Figuur 10 Het verloop van het verschil in vruchtdiameter (mm) tussen behandelingen 1 en 3 in 2020.

De behandelingen 2 en 3 leidden ook tot forse groei-effecten (zie tabel 14), ondanks dat de behandelingen pas laat in het scheutgroeiseizoen begonnen (24 juni).

De (waarschijnlijke) verschillen in bloei en dracht tussen behandelingen 1 en 4 (zie tabellen 12 en 13) hebben in 2020 niet tot verschillen in groei geleid. Waarschijnlijk kwam dit omdat het gemiddelde drachtniveau niet hoog was. Op basis van deze lage dracht en de afwezigheid van verschil in groei mag verondersteld worden dat behandelingen 1 en 4 in 2021 eenzelfde uitgangspositie hebben.

Tabel 14 De resultaten van de meting van de scheutgroei in 2020.

2020								
Behandeling 2020		groei 14 september 2020						
		aantal scheuten /boom		totale scheutlengte (m/boom)		gemiddelde scheutlengte (cm/scheut)		
	24 juni t/m 3 september					verschil ten opzichte van behand. 1		
1	15	23.1	(a)**	15.53	a		68	a
2	>53	19.6	(bc)	11.28	b	-27%	58	b
3	>>136	17.3	(c)	9.78	b	-37%	57	b
4	12	22.5	(b)	15.67	a		70	a
		(S)*		S			S	
* buiten aangegeven perioden 10 kPa bij alle behandelingen								
** verschil tussen twee cijfers significant als alle bijbehorende letters verschillen								
S: Significant verschillend volgens variantie-analyse; NS: niet significant;								
(S): aanwijzing voor verschil, $0.05 < F < 0.10$								

Samengevat kan worden vastgesteld dat in 2020

- droogtestress gedurende de 42 dagen voorafgaand aan de pluk tot (minstens) 27% vruchtgroeiverlies heeft geleid; in die droogtestress periode is twee maal kort het verwelkingspunt bereikt; het 9% vruchtgroeiverlies bij behandeling 2 werd waarschijnlijk bereikt met gemiddeld 458 kPa,
- in deze droogtestressperiode is tijdens een korte natte periode van 13 dagen vruchtgroeicompensatie opgetreden: bij behandeling 2 (relatief lage droogtestress) was dat 4 mm en bij behandeling 3 (droogtestress tot verwelkingspunt) 2 mm in vergelijking met behandeling 1. De vruchtgroeicompensatie is dus afhankelijk van het bereikte droogtestressniveau. Dit betekent dat het bij droogte loont om kleine beetjes water te geven om verwelking te voorkomen (ondanks dat het niet voldoende is om vruchtgroeiverlies te voorkomen) om vervolgens bij regenval meer te kunnen profiteren van de vruchtgroeicompensatie,
- de vruchtgroei bij behandeling 3 tijdens de eerste verwelkingsperiode doorgaat, hoewel op een lager niveau; pas in aanloop naar het tweede moment van verwelken stopt de vruchtgroei, droogtestress vanaf 24 juni leidde tot forse scheutgroei-vermindering (tot 37%) terwijl droogtestress vanaf 11 juli in 2019 niet tot scheutgroei-vermindering leidde; waarschijnlijk is dat veroorzaakt door verschil in duur van de periode van scheutgroei vanaf de start van de droogtestressbehandelingen tot het afsluitmoment van de scheutgroei.

Bij alle hoge zuigspanningsniveau's moet bedacht worden dat er nog altijd water is gedruppeld, hoewel in kleine hoeveelheden. Verder geldt dat de getallen betrekking hebben op het gemiddelde in de hele wortelzone. Dit betekent dat het grootste deel van het wortelstelsel nog met hogere zuigspanningen te maken had en dat dichtbij de druppelpunten een kleine zone met lage zuigspanningen aanwezig was.

3.2.4 Behandelingsjaar 2021

De bloei en vruchtzetting leidden in 2021 tot een dracht van gemiddeld 41 vruchten/boom. Dit was hoger dan in de jaren ervoor (2019:12, 2020: 33), maar wederom laag; waarschijnlijk was het scheutgroeiniveau te hoog om in het vierde groeijaar al een dracht van 75-100 vruchten/boom te realiseren. De dracht bij behandeling 1 was getalsmatig het laagst (26 vruchten/boom), bij de andere behandelingen lag de dracht tussen de 40 en 50 vruchten/boom. De algemene variatie in de proef was echter groot waardoor er ondanks de getalsmatige grote verschillen toch geen significant dracht-effect werd berekend ($F=0.12$).

Het percentage afgesloten scheuten op 15 juli was groot (zie tab 15): de hoge droogtestress maakte dat de meeste scheuten afgesloten waren bij behandeling 4. Op 5 oktober is vastgelegd hoeveel hergroei-scheuten er aanwezig waren: gemiddeld was dat 4% zonder dat er een significant effect van de behandelingen berekend kon worden. De overgang van droog naar nat na 26 juli en 10 september hebben nauwelijks tot hergroei geleid.

Tabel 15 De resultaten van het vaststellen van de groeistatus van de scheuten op 15 juli 2021.

2021				
Behandeling 2021			% afgesloten scheuten 15 juli 2021	
	Zuigspanning (kPa)*			
	16-mei t/m 26 juli	27 juli - 10 sept.		
1	12	8	10.6	a**
2	13	572	15.0	a
3	16	4035	14.4	a
4	5299	21	88.7	b
			S**	
* buiten aangegeven perioden 10 kPa bij alle behandelingen				
** verschil tussen twee cijfers significant als alle bijbehorende				
letters verschillen				
S: Significant verschillend volgens variantie-analyse;				
NS: niet significant; (S): aanwijzing voor verschil, $0.05 < F < 0.10$				

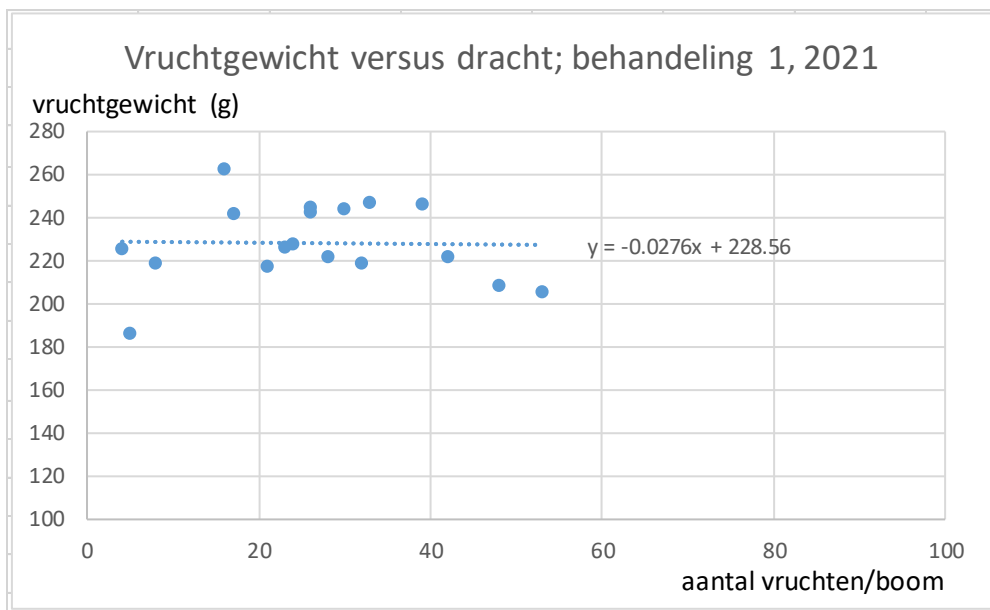
Op basis van de plukresultaten kon een significant vruchtgewichtsverschil tussen de behandelingen berekend worden (zie tabel 16). Het vruchtgewichtseffect bij behandeling 3 was iets groter dan in 2020 (34% versus 27%). Het zuigspanningsverloop verschilde wel sterk: in 2020 werd twee keer kort het verwelkingspunt bereikt terwijl in 2021 voor langere tijd de zuigspanning vlak onder het verwelkingspunt gehandhaafd is. Verder is opvallend dat bij behandeling 4 het verlies aan vruchtgewicht opgelopen in juni en juli niet gecompenseerd kon worden in de periode na 26 juli.

Er kon over de proef als geheel geen significant effect van dracht op het vruchtgewicht berekend worden. In figuur 11 is het verband tussen dracht en vruchtgewicht bij behandeling 1 weergegeven. Ook hieruit blijkt dat er op dit drachtniveau geen duidelijk verband tussen dracht en vruchtgewicht is. Het effect van de behandelingen op het vruchtgewicht is daarom vooral een droogtestress-effect en niet een indirect drachteffect.

Net zoals de dracht was ook de productie niet significant verschillend tussen de behandelingen, ondanks de grote getalsmatige verschillen.

Tabel 16 De resultaten van de dracht- en productiemeting en de berekening van het vruchtgewicht bij de pluk van 2020.

2021							
Behandeling 2021			pluk 10 september 2021				
	Zuigspanning (kPa)*		aantal vruchten /boom	productie (kg/boom)	gemiddeld vrucht-gewicht (g/vrucht)		
	16-mei t/m 26 juli	27 juli - 10 sept.					verschil ten opzichte van behand. 1
1	12	8	26	6.0	228	a**	
2	13	572	50	9.1	185	b	-19%
3	16	4035	48	7.2	151	c	-34%
4	5299	21	40	7.6	188	b	-18%
			NS**	NS	S		
* buiten aangegeven perioden 10 kPa bij alle behandelingen							
** verschil tussen twee cijfers significant als alle bijbehorende letters verschillen							
S: Significant verschillend volgens variantie-analyse; NS: niet significant;							
(S): aanwijzing voor verschil, $0.05 < F < 0.10$							



Figuur 11 Het verband tussen de dracht en het vruchtgewicht bij behandeling 1 in 2021.

Aan de vruchten zijn uitgebreide kwaliteitsanalyses gedaan maar er konden geen significante en consistente behandelingseffecten worden vastgesteld.

Het suikergehalte was vrij constant over de hele bewaarperiode en verschilde niet significant tussen de behandelingen. Gemiddeld werd er 12.8 % brix gemeten.

De groenkleurwaarde lag tussen de 104 en 108, afhankelijk van het jaar, zonder dat er significante effecten tussen de behandelingen werden vastgesteld.

De hardheid verschilde wel tussen de behandelingen (zie tabel 17). Na uitslag op 2 februari was de hardheid bij behandeling 3 13% hoger dan bij behandeling 1. Echter na uitstal was de hardheid juist lager (-12%), hetgeen moeilijk te verklaren is (niet consistent). Van de laboranten kwam de opmerking dat de peren van

de droogtestress-behandelingen wat taai waren. Bij de hardheidsmeting kwam dit niet tot uiting waarbij de suggestie is gedaan om de volgende keer de hele weerstandscurve vast te leggen en te analyseren. Wellicht dat het inconsistente beeld van het hardheidsverschil tussen behandelingen 1 en 3 te maken heeft met het taaiheidsfenomeen. Wellicht dat het vochtverlies bij lange ULO bewaring een rol heeft gespeeld; deze was getalsmatig hoger (geen statistische uitspraak mogelijk) bij behandelingen 2, 3 en 4 (respectievelijk 2.2, 1.6 en 1.6%) in vergelijking met behandeling 1 (1.0%). Na korte ULO bewaring was het verlies 0.9, 1.0, 0.6 en 1,0% voor respectievelijk de behandelingen 1 t/m 4.

Het percentage uitwendige afwijkingen liep, gemiddeld over de hele proef, op tot 16% na uitstalling op 24 juni (voornamelijk vruchtrot) zonder dat er significante effecten optraden. Het percentage inwendige afwijkingen was maximaal 2% (ook hier zijn geen significante effecten van de behandelingen vastgesteld). De slappe-nekken-score was gemiddeld 0,5 en de zwarte-stelen-score liep op van 0,38 in februari naar 2,31 in juni zonder dat significante effecten van behandelingen optraden.

Tabel 17 De resultaten van de hardheidsmetingen in het bewaarseizoen 2021-2022.

2021									
Behandeling 2021			hardheid (kg/cm2)						
Zuigspanning (kPa)*			kort na pluk	na ULO					
	16-mei t/m 26 juli	27 juli - 10 sept.	17 sept.	2 feb.; na uitslag		14 feb. na uitstal		14 juni na uitslag	
1	12	8	6.60	5.96	a	2.87	b		5.08
2	13	572	6.62	6.10	a	2.66	ab		5.27
3	16	4035	6.98	6.74	b	113%	2.52	a	88%
4	5299	21	6.55	6.19	a		2.92	b	
			NS**	S			S		NS
* buiten aangegeven perioden 10 kPa bij alle behandelingen									
** verschil tussen twee cijfers significant als alle bijbehorende letters verschillen									
S: Significant verschillend volgens variantie-analyse; NS: niet significant; (S): aanwijzing voor verschil, $0.05 < F < 0.10$									

Samengevat kan worden vastgesteld dat in 2021

- hogere reducties in vruchtgewicht na droogtestress zijn bereikt dan in 2020, waarbij het optreden van verwelking in 2021 voorkomen is: 45 dagen met gemiddeld 4035 kPa leidde tot 34% lichtere vruchten (behandeling 3 in vergelijking met 1); 572 kPa bij behandeling 2 in die periode leidde tot een reductie van 19%.
- 71 dagen van 5299 kPa droogtestress in het voorjaar en begin zomer (behandeling 4) tot vergelijkbare vruchtgroeireducties leidde als 45 dagen van 572 kPa in de periode tot de pluk (respectievelijk 19 en 18%); hoogstwaarschijnlijk heeft er vruchtgroeicompensatie plaats gevonden na de droogtestressperiode in het voorjaar/begin zomer.
- Er konden geen consistente effecten van de behandelingen op vruchtkwaliteit en -afwijkingen worden vastgesteld, waarbij moet worden beseft dat het onderscheidingsvermogen beperkt is wat betekent dat alleen relatief grote effecten konden worden aangetoond; kleiner effecten kunnen nog steeds aanwezig zijn geweest; tevens moet worden opgemerkt dat de vruchten na de droogtestressbehandelingen wat taai waren, maar hiernaar is verder onderzoek nodig.

4 Discussie en conclusies

Voor het eerst is in Nederland het verband gelegd tussen droogtestress in het *hele* wortelstelsel en de teeltkundige reacties bij peer. Eerder is onderzoek gedaan in de vollegrond waarbij regen op de zwartstrook werd uitgesloten door permanente afscherming met dakjes onder de boom gedurende het hele groeiseizoen (Brouwer et al, 2019). Uitdroging van de zwartstrook leidde echter maar tot een heel beperkte reactie van scheut- en vruchtgroei en ook alleen pas heel laat in het seizoen. Er werd vastgesteld dat afwezigheid van kennis van het wateraanbod in een aanzienlijk deel van het wortelstelsel (dieper dan 75 cm en onder de grasbaan) maakte dat de reacties op droogte in de boomstrook onvoorspelbaar waren. In het sleuventeeltsysteem is het hele wortelstelsel in beeld en daarmee ook het hele wateraanbod aan de boom. Dit is een eerste voorwaarde om onderzoek te doen naar de het benodigde wateraanbod om ongewenst maatverlies bij peer te voorkomen.

De range in de opgewekte zuigspanning reikte van laag (5-10 kPa; met behoud van voldoende lucht en zuurstof) tot extreem (44.000 kPa, oftewel het vastgestelde verwelkingspunt bij kortstondige hoge zuigspanning; bij langdurige hoge zuigspanning zal het verwelkingspunt waarschijnlijk lager liggen). Dit is voor het eerst dat deze range in onderzoek in Nederland onder gecontroleerde omstandigheden gecreëerd is. De duur van de droogtestressperioden lag tussen de 42 en 71 dagen. De pieken in droogtestress duurde echter veel korter (enkele dagen).

In de drie jaar dat droogtestressbehandelingen zijn uitgevoerd is in 2019 begonnen met beperkte droogtestress te realiseren. In de twee jaar erna zijn de droogtestressniveaus flink verhoogd tot korte verwelking van bladverbranding toe. De meeste aandacht ging uit naar de periode van vier tot zes weken voorafgaand aan de pluk (twee behandelingen), maar ook in het late voorjaar/begin zomer is droogtestress opgelegd (één behandeling).

Het doel van dit project was om streefwaarden voor de zuigspanning van de grond vast te stellen om ongewenst maatverlies bij peer te voorkomen. Op basis van de beperkte opzet van dit onderzoek kan alleen een eerste grove inschatting hiervoor gegeven worden. Er zijn meer kwalitatieve verbanden dan kwantitatieve verbanden vastgesteld. Voor de vaststelling van de benodigde streefwaardetabellen is meer onderzoek nodig.

Vanaf 2019 hebben de bomen in toenemende mate last gehad van vruchtboomkanker. Regelmatig zijn aangetaste takken en later zelfs hele bomen weggenomen. In 2020 zijn drie van de 96 bomen gerooid, allemaal uit één veldje; dit veldje is uit het onderzoek genomen. In het laatste jaar begon de vruchtboomkanker echt door te zetten en moesten 5 van de 16 veldjes, 4 uit herhaling D en 1 uit C, uit onderzoek genomen worden. Het toenemende optreden en de impact van de vruchtboomkanker op de bomen in het laatste jaar kon worden afgeleid uit het gerealiseerde gemiddelde vruchtgewicht bij de referentiebehandeling (behandeling 1): 280 en 278 gram/vrucht in respectievelijk in 2019 en 2020 en bij een dracht van 12 en 23 vruchten/boom en in 2020 228 gram/vrucht bij 26 vruchten/boom. Er is geen verband vastgesteld tussen de behandelingen en het optreden van vruchtboomkanker zodat de proef tot het einde toe voortgezet kon worden en significante effecten van de behandelingen op het vruchtgewicht konden worden vastgesteld. Er moet echter wel bedacht worden dat met name in het laatste jaar de resultaten behaald zijn in de context van de aanwezigheid van vruchtboomkanker.

Tenslotte moet opgemerkt worden dat de resultaten betrekking hebben op de situatie van sterke groei en lage dracht. In zo'n situatie is scheut- en vruchtgroei-reductie teeltkundig positief (gewenst maatverlies). Deze proef geeft echter geen informatie over wat de maximum zuigspanning nog mag zijn om bij zwakke groei en hoge dracht geen last te hebben van (ongewenst) maatverlies. Hiervoor is aanvullend onderzoek nodig.

In dit hoofdstuk worden eerst de meettechnieken om de zuigspanning van de grond vast te stellen geëvalueerd (zie 4.1.). Daarna wordt ingegaan op teeltkundige effecten van de gerealiseerde zuigspanningen.

4.1 Zuigspanningsmetingen

Lange tijd is de Watermark de sensor geweest die in de praktijk gebruikt werd om de zuigspanning vast te stellen. Bij de opzet van dit project in 2016 is daarom de Watermark als één van de twee meetmethoden gebruikt. De andere methode is de combinatie van het handmatig meten van het vochtgehalte met de TRASE en het vervolgens berekenen van de zuigspanning op basis van de pF-curve. Deze laatste methode is in eerder droogtestress-onderzoek onder gecontroleerde omstandigheden bij appel succesvol gebruikt (persoonlijke mededeling M.P. van der Maas).

Enkele nadelen van de Watermark zijn het handmatig uitlezen (kost veel tijd), het beperkte meetbereik (maximaal 199 kPa) en het feit dat het een puntmeting is (dan zijn er veel metingen nodig om informatie over hele bodemlagen of het hele wortelstelsel te verkrijgen). In dit onderzoek zijn vanaf 2020 de eerste twee nadelen ondervangen door de meting te automatiseren zonder maximalisering (uitvoering door Bodata). Hierdoor konden waarden tot 800 kPa gehaald worden. Het idee achter het combineren van de Watermark- en de TRASE-strategie was dat via het verband tussen de Watermark- en de TRASE-metingen de pF-curve vastgesteld zou kunnen worden voor vertaling van de TRASE-metingen naar zuigspanning, als aanvulling op de Watermark-metingen (de Watermarkmetingen zijn immers allen maar puntmetingen terwijl de TRASE over de totale worteldiepte meet). Gedurende het onderzoek is echter gebleken dat de Watermark bij het gebruikte substraat niet voldoet: de meter reageert te traag op veranderende zuigspanningen en geeft bij oplopende droogtestress al vrij snel permanent te lage waarden aan. Waarschijnlijk is het contact tussen het (luchtige) substraat en het inwendige van de sensor te slecht en is het transport van water tussen de grond en het inwendige van de sensor bij lage vochtigheid/hoge zuigspanning te traag of afwezig. De Watermark is daarom niet geschikt voor dit type onderzoek. Gezien de hoge zuigspanningen die in dit onderzoek bereikt zijn en aard van de teeltkundige reacties die overeenkomen met droge praktijksituaties is de Watermark waarschijnlijk ook voor de vollegrondsteelt niet geschikt om informatie over het wateraanbod in de grond te geven onder droge en sterk uitdrogende omstandigheden. Gebruik van vochtgehalte-sensoren in combinatie met het vaststellen van de pF-curve (indirect via berekening op basis van de textuur van de grond, zo mogelijk aangevuld met het organischestofgehalte en de bulkdichtheid, of direct via een laboratoriumbepaling) is een betere benadering. In de PPS Sensing the Soil worden inmiddels diverse vochtgehaltesensoren voor gebruik in de praktijk getest.

Een laatste complicerende factor was dat er in 2021 technische problemen waren met het geautomatiseerd uitlezen van de Watermark. Uiteindelijk heeft de TRASE/pF strategie de meest betrouwbare informatie over de zuigspanning opgeleverd in dit onderzoek.

4.2 Teeltkundige effecten

Het doel van dit onderzoek was om aan te geven hoe vochtig de grond moet zijn om (ongewenst) maatverlies bij peer te voorkomen. Nadat achteraf bekend werd wat de gerealiseerde zuigspanningsniveau's waren in 2019 en 2021 en voor 2020 alleen het maximale, maar niet het gemiddelde, zuigspanningsniveau bekend is (zie 3.1.), kan hier alleen beperkt een antwoord op gegeven worden.

Kwantitatief het meest informatief is de waarneming in 2019 dat, bij lage dracht en sterke groei, als gevolg van een gemiddelde zuigspanning van 76 kPa gedurende de periode 3 mei tot en met 20 juni de scheutgroei met 25% verminderde en de dracht in 2020 (waarschijnlijk) met 36% verhoogd werd. Het vruchtgewicht was in 2019 gelijk (geen significant verschil) hoewel een vermindering van 6% niet uitgesloten kon worden. Het vruchtgewicht in 2020 was getalsmatig gelijk (en niet significant verschillend). Voor teeltsituaties met lage dracht en veel scheutgroei is 76 kPa (gemiddeld over het hele wortelstelsel) in die periode dus aantrekkelijk aangezien scheutgroeireductie voor een betere bloemknopvorming dan gewenst is. Eventueel verlies van vruchtgroei is in het jaar waarin droogtestress wordt gerealiseerd dan juist positief aangezien vruchten bij lage dracht te groot te worden. Er is dan sprake van *gewenst* maatverlies.

Indien een maatverlies van rond de 20% gewenst is zouden de gerealiseerde zuigspanningen bij behandeling 2 en 4 in 2022 relevant zijn: 572 kPa gedurende 27 juli tot en met 10 september (behandeling 2) of 5299 kPa (oftewel een piek van 25119 kPa) in de periode 16 mei tot met 26 juli. Bij behandeling 4 is het scheutgroeiniveau dan aanzienlijk lager gezien het percentage afgesloten scheuten van 89% op 15 juli in vergelijking met 13% afgesloten scheuten bij de overige behandelingen (de scheutgroei zelf is niet gemeten).

Vanwege de hoge zuigspanningsniveaus die in 2020 en 2021 gerealiseerd zijn geeft deze proef informatie over wat er met de perenboom in zulke situaties gebeurt en wat een fruitteler kan doen om (ongewenst) maatverlies enigszins te beperken. Er is namelijk vastgesteld dat maatverlies opgelopen in droge periodes gecompenseerd wordt als er een natte periode volgt. Deze compensatie is waarschijnlijk sterker na stressperiodes in de periode half mei tot half juli dan in de periode voorafgaand aan de pluk. Deze compensatie is ook sterker als voorkomen kan worden dat het verwelkingspunt bereikt wordt (de compensatie bij behandeling 2 was in 2020 sterker dan bij behandeling 3). Waarschijnlijk kan gesteld worden dat hoe lager het droogtestressniveau is hoe beter vruchtgewichtsverlies gecompenseerd kan worden. Onder kritieke droge omstandigheden kan het geven van een klein beetje water om te voorkomen dat bomen verwelken (hoe duur ook) van belang zijn om een droge periode te overbruggen waardoor vruchtgewichtscompensatie sterker zal zijn.

Verder is in 2020 bij behandeling 3 vastgesteld dat bij de eerste fase van verwelking en bladverbranding in begin augustus de vruchtgroei nog (beperkt) doorzette, maar bij in de tweede fase kort voor de pluk niet meer.

Tenslotte is in dit onderzoek het vermoeden ontstaan dat vruchten bij hoge droogtestress taai kunnen worden. Hiernaar is meer onderzoek nodig om te zien of dat inderdaad het geval is en bij welke droogte in de grond dit gaat optreden.

4.3 Conclusies

- Bij sterke scheutgroei en lage dracht is milde droogtestress (gemiddeld 75 kPa) in de periode mei/juni bij peer teeltkundig interessant; de scheutgroei wordt dan ongeveer 25% beperkt terwijl de vruchtmaat nagenoeg hetzelfde blijft; in het jaar erop is de dracht (waarschijnlijk) hoger.
- Peer is in staat om na perioden van droogtestress de verminderde vruchtgroei voor een deel te compenseren als het wateraanbod weer stijgt. Deze vruchtgroei compensatie is sterker indien tijdens de droogte voorkomen wordt dat het verwelkingspunt bereikt wordt.
- De Watermark voldoet niet als bodemvochtsensor wanneer het wateraanbod onder droge omstandigheden vastgesteld moet worden.

Literatuur

Brouwer, B., F. van de Geijn, E. Hogeveen, R. van der Maas, J. Verschoor, E. Wissink, H. de Wild, 2019. Resultaten experimenten Humistatus 2017-2019, Tussenrapportage Werkgroep Peer, Wageningen Food & Biobased Research, rapport 1985.

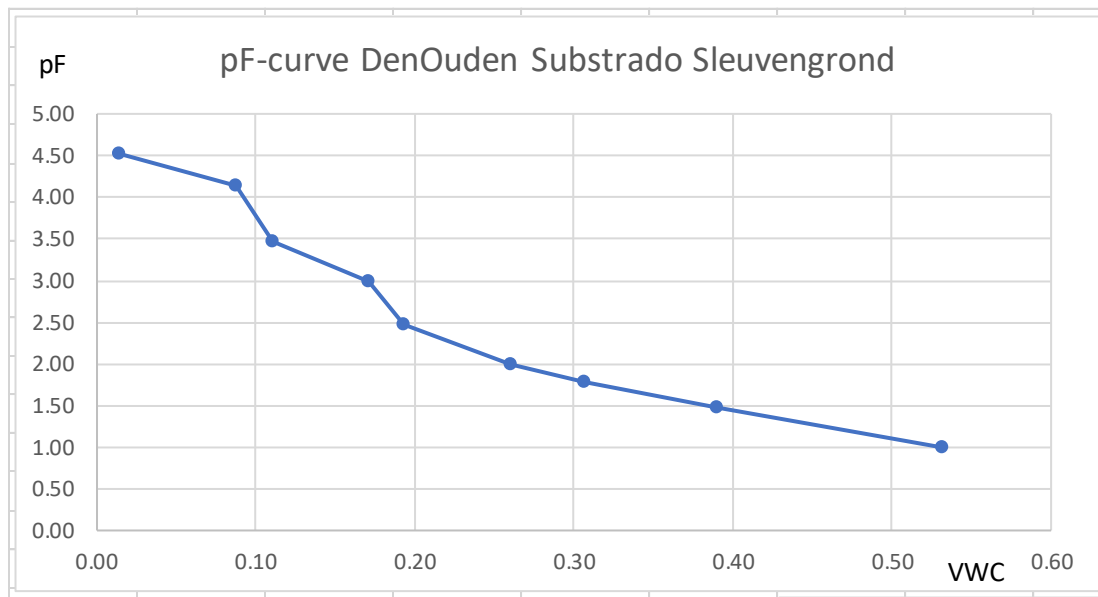
Brouwer, B., M. Mensink, E. Hogeveen-van Echtelt, E.J. Woltering, 2021. Pre-storage application of 1-methylcyclopropene does not affect the flavour of 'Conference' pears ripened after 8 months of commercial-standard controlled atmosphere storage, *Postharvest Biology and Technology* 174 (2021) 111448

H. de, KNMI 2021: KNMI Klimaatsignaal'21: hoe het klimaat in Nederland snel verandert, KNMI, De Bilt, 72 pp.

Mwakitabu, N.J., 2021. The effect of drought stress during cell enlargement phase on pear fruit size development and shoot growth, MSc-thesis, Water resources Management Group, Wageningen University and Research.

Bijlage 1 Bijlage 1 Analyseresultaten en pF-curve DenOuden Substrado Sleuvengrond

PF-curve DenOuden Substrado Sleuvengrond, in vier herhalingen bepaald door Bodem Hydro-Fysisch Laboratorium van Wageningen University & Research.



Toelichting bij pF-curve: VWC: volumetric water content (volumetrisch vochtgehalte)

BemestingsWijzer
Fruittteelt
peer sleuven

Eurofins Agro
Postbus 170
NL - 6700 AD Wageningen

T monstername: Patrick Bens: 0652002106
T klantenservice: 088 876 1010
E klantenservice@eurofins-agro.com
I www.eurofins-agro.com

Uw klantnummer: 6028055

Wageningen Plant Research
Sectie Fruit
Rien Maas
Postbus 200
6670 AE ZETTEN

Subsidieverlener:
Eurofins Agro, Kortingsregeling
Postbus 170, 6700 AD WAGENINGEN

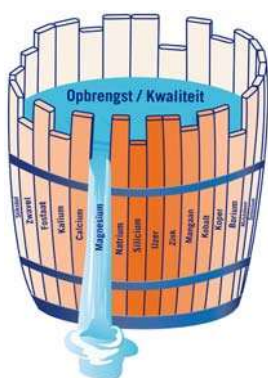
Onderzoek Onderzoek-/ordernr: Datum monstername: Datum verslag:
767049/005063908 25-05-2020 08-06-2020

Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	vrij hoog	hoog
Chemisch	N-totale bodemvoorraad	kg N/ha	6520	4040 - 6410				
	C/N-ratio		15	13 - 17				
	N-leverend vermogen	kg N/ha	85	95 - 145				
	S-plantbeschikbaar	kg S/ha	57	20 - 30				
	S-totale bodemvoorraad	kg S/ha	2830	655 - 1115				
	C/S-ratio		34	50 - 75				
	S-leverend vermogen	kg S/ha	45	20 - 30				
	P-plantbeschikbaar	kg P/ha	13,1	7,2 - 10,0				
	P-bodemvoorraad	kg P/ha	1215	425 - 545				
	K-plantbeschikbaar	kg K/ha	185	420 - 530				
	K-bodemvoorraad	kg K/ha	720	450 - 605				
	Ca-plantbeschikbaar	kg Ca/ha	200	200 - 470				
	Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	9885	8230 - 12350				
	Mg-plantbeschikbaar	kg Mg/ha	375	220 - 275				
	Mg-bodemvoorraad	kg Mg/ha	745	340 - 625				
Fysisch	Na-plantbeschikbaar	kg Na/ha	135	100 - 140				
	Na-bodemvoorraad	kg Na/ha	85	65 - 95				
	Si-plantbeschikbaar	g Si/ha	82160	16720 - 72460				
	Fe-plantbeschikbaar	g Fe/ha	7360	6970 - 12540				
	Zn-plantbeschikbaar	g Zn/ha	360	1390 - 2090				
	Mn-plantbeschikbaar	g Mn/ha	720	2790 - 3620				
	Cu-plantbeschikbaar	g Cu/ha	115	110 - 180				
	Co-plantbeschikbaar	g Co/ha	< 5	15 - 20				
	B-plantbeschikbaar	g B/ha	1390	280 - 420				
	Mo-plantbeschikbaar	g Mo/ha	40	280 - 13930				
	Se-plantbeschikbaar	g Se/ha	< 5,9	9,8 - 13				
	Zuurgraad (pH)		7,4	5,4 - 5,7				
	C-organisch	%	3,5					
	Organische stof	%	6,2					
	C/OS-ratio		0,56	0,45 - 0,55				
	Koolzure kalk	%	1,7	2,0 - 3,0				
	Klei (<2 µm)	%	6					
	Silt (2-50 µm)	%	9					
	Zand (>50 µm)	%	77					
	Slib (<16 µm)	%	9					
	Klei-humus (CEC)	mmol+/kg	207	> 119				
	CEC-bezetting	%	100	> 95				
	Ca-bezetting	%	86	80 - 90				
	Mg-bezetting	%	11	6,0 - 10				
	K-bezetting	%	3,2	2,0 - 5,0				
	Na-bezetting	%	0,6	1,0 - 1,5				
	H-bezetting	%	< 0,1	< 1,0				
	Al-bezetting	%	< 0,1	< 1,0				



Resultaat	Eenheid	Resultaat	Streeftraject	laag	vrij laag	goed	zeer goed
Verkruijmelbaarheid	rapportcijfer	9,6	6,0 - 8,0				
Verslumping	rapportcijfer	7,9	6,0 - 8,0				
Stuifgevoeligheid	rapportcijfer	7,0	6,0 - 8,0				
				</			

Biologisch



Essentiële nutriënten

Elk gewas heeft voedingsstoffen nodig. De essentiële nutriënten waar een gewas het meest van nodig heeft, zijn stikstof (N), zwavel (S), fosfaat (P), kalium (K), calcium (Ca) en magnesium (Mg). De andere essentiële nutriënten zijn de sporenelementen ijzer (Fe), zink (Zn), mangaan (Mn), koper (Cu), borium (B), molybdeen (Mo) en chloor (Cl). Een gewas heeft van sporenelementen relatief weinig nodig, maar een tekort kan bij ieder gewas opbrengst- en of kwaliteitsverlies veroorzaken.

Een aantal andere nutriënten (natrium, silicium, kobalt, selenium) kunnen ook van belang zijn voor onder andere opbrengst, kwaliteit, weerbaarheid, stevigheid, vruchtbaarheid, smakelijkheid en (dier)gezondheid.

Elementen kunnen elkaar ook beconcurreren. Als bijvoorbeeld de Mg-toestand 'goed' is maar de K-toestand 'hoog' is, kan er alsnog een Mg-tekort ontstaan. De adviesgiften houden derhalve ook rekening met deze interacties.

Bemestingsadviezen en wetgeving

De bemestingsadviezen streven een landbouwkundig optimale opbrengst en kwaliteit na. De adviezen houden geen rekening met restricties vanuit wetgeving. Wanneer u op bedrijfsniveau niet voldoende ruimte heeft, adviseren we de giften van de minst behoeftige gewassen te verminderen, overleg met uw adviseur.

Wetgeving

Lever de resultaten van grondonderzoek ieder jaar opnieuw in voor 15 mei van het betreffende jaar. Dat kunt u doen op www.rvo.nl/aangifte. Voor dit perceel kunt u de volgende waarden doorgeven:

P-bodemvoorraad (P-Al) = 100 mg P_2O_5 /100 g
P-plantbeschikbaar (P-PAE) = 4,7 mg P/kg
Pw-getal = 66 mg P_2O_5 /l

peer sleuven

Advies	Frequentie	Gewas	Adviesgift 2020	2021
in kg per ha per jaar				
		Stikstof (N)	Peren aanleg Peren bestaand	100 100
		Sulfaat (SO ₃)	Peren aanleg Peren bestaand	0 0
		Fosfaat (P ₂ O ₅)	Peren aanleg Peren bestaand	0 0
		Kali (K ₂ O)	Peren aanleg Peren bestaand	0 0
		Calcium (CaO)	Peren aanleg Peren bestaand	125 125
		Magnesium (MgO)	Peren aanleg Peren bestaand	0 0
		Zink (Zn)	per jaar Peren aanleg Peren bestaand	0,5 0,5
		Mangaan (Mn)	Er is Mn-gebrek te verwachten.	
		Koper (Cu)	per jaar Peren aanleg Peren bestaand	0 0
		Borium (B)	per jaar Peren aanleg Peren bestaand	0 0
		Kalk (nw)	eenmalig Peren aanleg Peren bestaand	0 0
		Effectieve org. stof	per jaar	3035
Bodemstructuur		Calcium (CaO)	eenmalig	0
		Magnesium (MgO)	eenmalig	0

Toelichting

De resultaten en/of het advies van dit bemestingsonderzoek kunt u t/m 2021 gebruiken. Laat het perceel daarna opnieuw bemonsteren. Dan krijgt u een betrouwbaar bemestingsadvies gebaseerd op de actuele bodemtoestand.

Zwavel:

Zwavel (S) komt vrij bij de afbraak van organische stof of mest. Deze afbraak vindt plaats door bodemleven. Bodemleven is onder koudere omstandigheden niet erg actief. Vroeg in het voorjaar komt er derhalve weinig S vrij uit de bodem. Voor veel vroege gewassen kan het dan ook verstandig zijn om S te bemesten, zelfs al is de bodemvoorraad goed of hoog (overleg met uw adviseur).

Fosfaat:

De P-buffering is 21 . Het streeftraject ligt tussen de 17 - 27. De P-buffering geeft aan of de P-bodemvoorraad in staat is de P-plantbeschikbaar op het huidige peil te houden. Als de P-buffering laag is, dan zal de P-plantbeschikbaar tijdens het groeiseizoen niet op peil blijven en zal op termijn ook de P-bodemvoorraad terug gaan lopen.

Calcium:

Het calciumadvies is - afhankelijk van de bodemtoestand - deels gewasgericht en deels bodemgericht.

Het gewasgerichte CaO-bemestingsadvies (direct onder het kaliadvies) is voornamelijk bedoeld om de kwaliteit van gewassen te verbeteren.

Het bodemgerichte advies is bedoeld om de bodemvoorraad van calcium op peil te brengen en zal daarnaast een positief effect hebben op de bodemstructuur (zie CEC-driehoek). Let op: mogelijk krijgt u ook een kalkgift geadviseerd. U hoeft niet meerdere keren calcium te geven; calcium uit stikstof-, fosfaat- en kalkmeststoffen dient u hierop in mindering te brengen.

Natrium:

Uit onderzoek blijkt dat een natriumgift voor deze teelt niet zinvol is. Er wordt dus geen waardering en advies gegeven. Natrium wordt echter wel gemeten omdat het onderdeel is van het klei-humuscomplex (CEC-bezetting).

Mangaan:

Bij de waardering van mangaan wordt rekening gehouden met de pH van de bodem. Gebrek is bij vele gewassen een oorzaak van kwaliteitsvermindering en opbrengstderving. Het gebrek is het eerst zichtbaar in de jongste bladeren, deze worden bleekgroen, vouwen zich samen en worden slap.

Het advies is om in de periode dat het gewas het snelst groeit een bladbemesting uit te voeren en dit na 2 weken te herhalen.

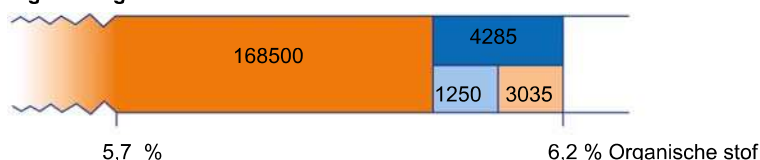
De gewassen aardappelen, bieten, granen, erwten, uien, bonen, kool, wortelen, sla en koolzaad zijn het meest gevoelig voor mangaangebrek.

Bodemleven:

De biologische bodemvruchtbaarheid wordt nu weergegeven via 3 kengetallen, te weten de microbiële biomassa, de microbiële activiteit en de schimmel/bacterie-ratio.

Op basis van de huidige kennis wordt een waardering gegeven die afhankelijk is van de hoeveelheid organische stof. Er wordt nu nog geen advies gegeven. Via diverse onderzoeksprojecten zal er meer informatie beschikbaar komen.

peer sleuven

Organische stof Figuur: Organische stofbalans

Jaarlijks afbraakpercentage van de totale voorraad organische stof (%): 2,5

- Voorraad organische stof die over 1 jaar in de bemonsterde laag nog aanwezig zal zijn als er geen (effectieve) organische stof wordt aangevoerd.
- Totaal benodigde aanvoer van effectieve organische stof als gevolg van afbraak van de organische stof.
- Aanvoer via gewasresten (gemiddeld binnen opgegeven bouwplan of gewassen).
- Nog aan te vullen via bijv. dierlijke mest, groenbemesters en/of compost.

Gewas(rest) Aanvoer effectieve organische stof

Peren aanleg	1250
Peren bestaand	1250
Gemiddelde aanvoer/jaar	-----
	1250

Als aanvoer uit grasresten is gerekend met 250 kg effectieve organische stof (50% dekking met gras). Bij volledige grasdekking kunt u nog eens 250 kg aanvoer extra inrekenen.

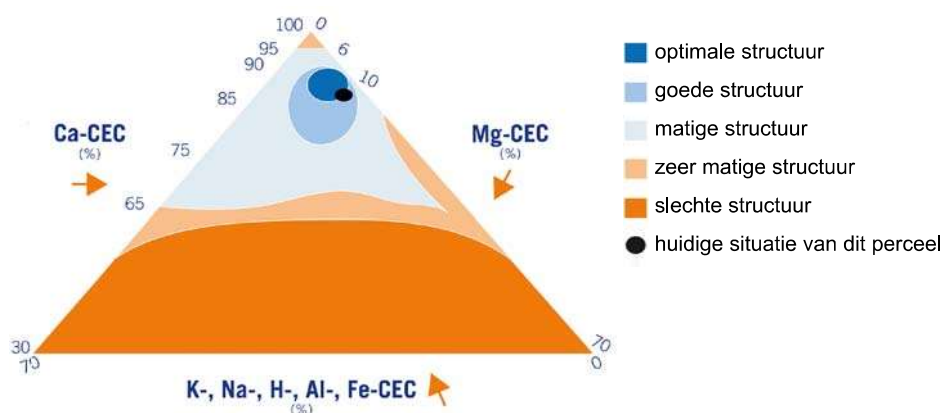
Om het organische stofgehalte met 0,1% te verhogen dient u een extra hoeveelheid effectieve organische stof aan te voeren van: 2785 kg per ha.

Figuur: Kwaliteit van de organische stof

Organische stof bestaat uit met name C, N, P, S. Wanneer de organische stof relatief veel N en/of S bevat is dit aantrekkelijk voor bodemleven. Bodemleven vreet deze organische stof graag. Hierbij komt N en S vrij en het gehalte aan organische stof daalt licht (dynamische organische stof). Organische stof kan ook veel C bevatten. Dat is over het algemeen minder aantrekkelijk voor bodemleven. De organische stof wordt derhalve minder aangevreten door bodemleven; de organische stof is stabiel. Stabiele organische stof draagt onder andere bij aan de bewerkbaarheid van de bodem en aan de rijkdom. Dynamische organische stof draagt bij aan met name het vrijkomen van N en S en is daarmee een bron van deze nutriënten voor het gewas. De kwaliteit van de organische stof is (geleidelijk) aan te passen door onder andere te letten op de eigenschappen van bodemverbeteraars als dierlijke mest, compost en gewasresten.

Fysisch

De beoordeling van de potentiële structuur wordt gedaan op basis van de verhouding tussen calcium, magnesium en overige kationen aan het klei-humuscomplex. Uiteraard is de werkelijke structuur ook afhankelijk van weersomstandigheden en vochttoestand van de bodem tijdens berijden en bewerken en de zwaarte van machines.

Figuur: Structuurdriehoek

[Handwritten signature]

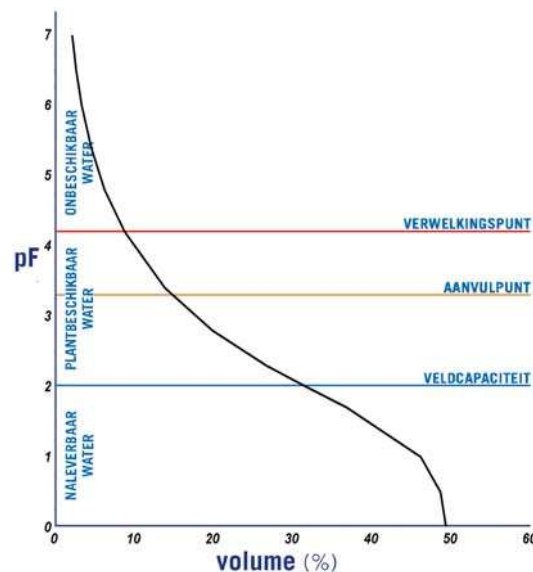


Naast klei (lutum), worden ook de silt- en zandfracties weergegeven. Klei is kleiner dan 2 micrometer (μm), siltdeeltjes zijn 2-50 μm en zanddeeltjes groter dan 50 μm . De onderlinge verdeling van bodemdeeltjes wordt onder andere gebruikt om het verslompingsrisico van een bodem in te schatten. Bij verslumping wordt de bodem dichtgesmeerd met kleinere deeltjes (klei en silt). Een heel eenzijdige verdeling (bijvoorbeeld hoofdzakelijk zand- of kleideeltjes) levert het minste risico van slomp op. Bij 10-20% klei is het risico op slomp het grootst.

Mediaan van de granulaire zandfractie (M_{50}) = 197 μm
 M_{50} is een maat voor de grofheid van zand. We benutten dit bij het vaststellen van het waterbindend vermogen (pF).

De verkruijmelbaarheid is goed te noemen. Echter is dit ook afhankelijk van de soort teelt. Gezien het resultaat is de kans op verslumping klein.

Figuur: Waterretentiecure



De hoeveelheid plant beschikbaar water in de bemonsterde laag is 57 mm, dit is wat u maximaal zou moeten beregenen. Alles wat u meer geeft spoelt af van het perceel of zakt naar diepere lagen.

Als het vochtgehalte van het perceel daalt hebben gewassen moeite om voldoende water op te nemen, de grens ligt bij pF 3,3. Wanneer u het vochtgehalte kan bepalen, begin dan met beregenen als het vochtgehalte van dit perceel op 14,9 % vocht zit en geef dan 42 mm.

Het actuele vochtgehalte kan bepaald worden door een vochtsensor of verzamel grond van een tiental plekken in het perceel. Meet het gewicht van de vochtige grond en het gewicht van de grond na 24 uur drogen, het verschil tussen de twee is een indicatie van het vochtgehalte van het perceel.

Contact & info

Bemonsterde laag:	0 - 25 cm
Grondsoort:	Zand
Monster genomen door:	Eurofins Agro, Thijmen Schouten
Contactpersoon monsternamen:	Patrick Bens: 0652002106
Bemonsteringsmethode:	W-patroon, min. 40 steken; volgens Eurofins Agro standaard MIN 1010
Specificatie oppervlakte:	Precisiemonster, <1 ha

Na verzending van dit verslag wordt, indien de aard en de onderzoeksmethode van het monster dit toelaat, het monster nog twee weken bij Eurofins Agro voor u bewaard. Binnen deze tijd kunt u eventueel reclameren en/of aanvullend onderzoek aanvragen.

peer sleuven

Methode		Resultaat	Eenheid	Methode	RvA
Analyse resultaten	N-totale bodemvoorraad	2340	mg N/kg	Em: NIRS (TSC@)	Q
	S-plantbeschikbaar	20,6	mg S/kg	Em: CCL3(PAE@)	
	S-totale bodemvoorraad	1015	mg S/kg	Em: NIRS (TSC@)	Q
	P-plantbeschikbaar	4,7	mg P/kg	Em: CCL3(PAE@)	Q
	P-bodemvoorraad	100	mg P ₂ O ₅ /100 g	PAL1: Gw NEN 5793	Q
	K-plantbeschikbaar	67	mg K/kg	Em: CCL3(PAE@)	Q
	K-bodemvoorraad	6,6	mmol+/kg	Em: NIRS (TSC@)	
	Ca-plantbeschikbaar	0,9	mmol Ca/l	Em: NIRS (TSC@)	
	Ca-bodemvoorraad	194	mmol+/kg	Em: NIRS (TSC@)	
	Mg-plantbeschikbaar	135	mg Mg/kg	Em: CCL3(PAE@)	Q
	Mg-bodemvoorraad	22,0	mmol+/kg	Em: NIRS (TSC@)	
	Na-plantbeschikbaar	49	mg Na/kg	Em: CCL3(PAE@)	Q
	Na-bodemvoorraad	1,3	mmol+/kg	Em: NIRS (TSC@)	
	Si-plantbeschikbaar	29480	µg Si/kg	Em: CCL3(PAE@)	
	Fe-plantbeschikbaar	2640	µg Fe/kg	Em: CCL3(PAE@)	
	Zn-plantbeschikbaar	130	µg Zn/kg	Em: CCL3(PAE@)	
	Mn-plantbeschikbaar	260	µg Mn/kg	Em: CCL3(PAE@)	Q
	Cu-plantbeschikbaar	42	µg Cu/kg	Em: CCL3(PAE@)	Q
	Co-plantbeschikbaar	< 2,6	µg Co/kg	Em: CCL3(PAE@)	Q
	B-plantbeschikbaar	498	µg B/kg	Em: CCL3(PAE@)	Q
	Mo-plantbeschikbaar	13	µg Mo/kg	Em: CCL3(PAE@)	
	Se-plantbeschikbaar	< 2,1	µg Se/kg	Em: CCL3(PAE@)	
	Zuurgraad (pH)	7,4		Em: NIRS (TSC@)	
	C-organisch	3,5	%	Em: NIRS (TSC@)	Q
	Organische stof	6,2	%	Em: NIRS (TSC@)	Q
	C-anorganisch	0,28	%	Em: NIRS (TSC@)	
	Koolzure kalk	1,7	%	Em: NIRS (TSC@)	
	Klei (<2 µm)	6	%	Em: NIRS (TSC@)	
	Silt (2-50 µm)	9	%	Em: NIRS (TSC@)	
	Zand (>50 µm)	77	%	Em: NIRS (TSC@)	
	Klei-humus (CEC)	207	mmol+/kg	Em: NIRS (TSC@)	
	Microbiële biomassa	210	mg C/kg	Em: NIRS (TSC@)	
	Microbiële activiteit	75	mg N/kg	Em: NIRS (TSC@)	
	Schimmel biomassa	52	mg C/kg	Em: NIRS (TSC@)	
	Bacteriële biomassa	101	mg C/kg	Em: NIRS (TSC@)	

De op pagina 1 en 2 bij Resultaat vermelde waarden zijn berekend uit bovenstaande analysesresultaten.

Q Methode geaccrediteerd door RvA

Em: Eigen methode, Gw: Gelijkwaardig aan, Cf: Conform

P-bodemvoorraad Deze analyse is in duplo uitgevoerd.

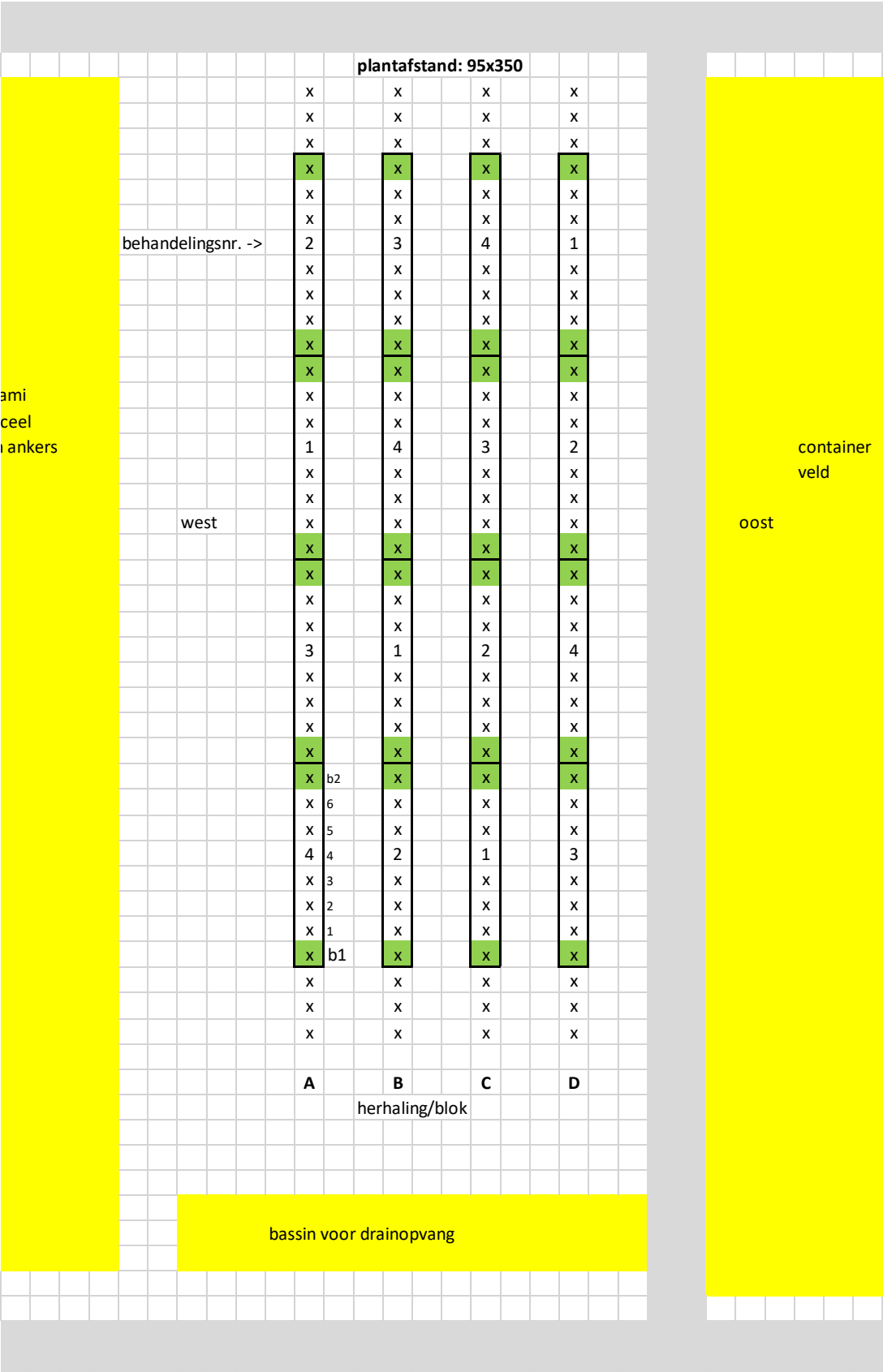
De resultaten zijn weergegeven in droge grond.

Alle verrichtingen zijn binnen de gestelde houdbaarheidstermijn tussen monsternamen en analyse uitgevoerd.

De resultaten hebben uitsluitend betrekking op het in behandeling genomen materiaal op 26-05-2020



Bijlage 2 Plattegrond van de proef



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



Wageningen University & Research

Open Teelten

Lingewal 1

Postbus 200

6670 AE Zetten

T (+31) 488 473 702

www.wur.nl/openteelten

Report WPR-OT 1038

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.