



UNIVERSITEIT TWENTE.



Onderzoek naar gebrek aan aanvoer bij de oplosstraten

FrieslandCampina Domo Borculo

Bacheloropdracht door Ruben Tijhuis

2 oktober 2014

Auteur

Ruben Tijhuis
Technische Bedrijfskunde
Universiteit Twente
s1234331



Begeleiders

Dr. ir. L.L.M. van der Wegen, Universiteit Twente
Dr. ir. J.M.J. Schutten, Universiteit Twente
D. Roessink, MBA, FrieslandCampina Domo Borculo
L.J. Schmidt, MSc, FrieslandCampina Domo Borculo

Voorwoord

Het voor u liggende verslag bevat de bevindingen en resultaten van mijn bacheloropdracht die ik heb uitgevoerd bij FrieslandCampina Domo Borculo ter afronding van mijn bacheloropleiding Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente.

In de periode van 22 april tot en met 11 juli 2014 heb ik bij de locatie in Borculo aan mijn onderzoek mogen werken. In deze tijd heb ik op formele en informele wijze contact gehad met veel verschillende werknemers, werkzaam in allerlei functies, om zo een goed beeld te krijgen van de organisatie en het productieproces bij Domo Borculo. Ik dank iedereen die open stond voor het geven van uitleg over zijn werkzaamheden en het helpen van mij om kennis te vergaren over het productieproces en omliggende zaken. In het bijzonder dank ik mijn begeleiders Detmar Roessink en Lianne Schmidt voor hun ondersteuning tijdens het onderzoek.

Vanuit de Universiteit Twente werd ik begeleid door Leo van der Wegen en Marco Schutten. Hun kritische opmerkingen en constructieve feedback hebben me vooruit geholpen, waardoor de kwaliteit van dit verslag is verbeterd en ik zelf ook veel heb geleerd van dit onderzoek. Ik dank hen voor hun steun tijdens de uitvoering van deze opdracht en het tot stand komen van het eindrapport dat voor u ligt. Ook dank ik mijn familie en vrienden voor het tonen van interesse in de uitvoering van de opdracht.

Tot slot wens ik u veel plezier bij het lezen van dit verslag.

Ruben Tijhuis

Samenvatting

In dit verslag bespreken we een onderzoek dat heeft plaatsgevonden als een onderdeel van de bacheloropleiding Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente. Tijdens dit onderzoek behandelen we oorzaken van een gebrek aan aanvoer bij de oplosstraten, die de bottleneck zijn van de productielocatie FrieslandCampina Domo Borculo. We beantwoorden de volgende onderzoeksvraag:

Wat zijn oorzaken van een gebrek aan aanvoer van grondstof bij de oplosstraten bij FrieslandCampina Domo Borculo?

We brengen ten eerste in beeld hoe het productieproces van Domo Borculo is ingericht. Dit bestaat uit twee stromen, namelijk de productie van lactoserijke producten en die van eiwitrijke producten. Voor dit onderzoek is alleen het eerstgenoemde proces van belang, waarbij we ons richten op de productie tot aan de bottleneck: de oplosstraten. Bij dit onderzoek spelen drie producten een rol: wei, permeaat en SW-geel. Deze producten bereiken de oplosstraten via enkele tussenstappen, met verschillende tankgroepen voor de opslag van producten: dunne tanks, pastatanks, K1-tanks en na-kristallisatietanks.

De verwachting van Domo Borculo is dat de voorraden droge stof van de producten van invloed zijn op de output van het productieproces. Deze voorraad droge stof bestaat uit de hoeveelheid lactose, eiwitten, vetten, mineralen en organische zuren die aanwezig zijn in een product. Hierbij neemt het drogestofpercentage toe als het product naar een volgende productiestap gaat. Om de genoemde verwachting te testen, zoeken we naar verschillen in hoeveelheid droge stof in de verschillende processtappen tussen situaties met weinig en met voldoende grondstof voor de oplosstraten. We zien dat er alleen bij wei verschillen waarneembaar zijn tussen deze situaties, maar voor alle drie producten geldt dat zowel de totale voorraadstanden als de voorraadstanden per productiestap niet bepalend zijn voor het wel of niet ontstaan van een grondstoftekort.

Aangezien uit zelf gekozen en geanalyseerde perioden volgt dat de voorraadstanden aan droge stof het gebrek aan aanvoer bij de oplosstraten niet veroorzaken, zoeken we verder naar waardoor dit grondstoftekort wel ontstaat. Hiertoe kiezen we vijf perioden met weinig grondstof, waarbij we onderzoeken of de stilstand bij de oplosstraat of oplosstraten voorkomen of ingekort had kunnen worden. Voortkomend uit de casestudies vinden we twee typen oorzaken van het gebrek aan aanvoer. De eerste is dat de aansluiting tussen productiestappen niet goed verloopt, bijvoorbeeld doordat producten te lang in een tank blijven staan. Daarnaast moet er wel voldoende product beschikbaar zijn op de juiste plek om de oplosstraten van aanvoer te kunnen voorzien.

Uit de genoemde oorzaken volgen enkele aanbevelingen voor Domo Borculo. De eerste heeft betrekking op de niet altijd goed lopende aansluiting tussen productiestappen. Op dit moment beslissen operators ter plekke hoe ze handelen, waarbij ze niet alles kunnen voorzien. Het zou het proces ten goede komen als zij een beter overzicht krijgen in het gehele proces tot aan de oplosstraat. Als er een tekort dreigt, dan kan hier op geanticipeerd worden door tanks met een kleinere hoeveelheid te vullen en vervolgens eerder te legen. We doen daarom de aanbeveling om beter inzichtelijk te maken wanneer producten benodigd zijn bij de oplosstraten, wat samenhangt met de scheduling hiervan. Een tweede aanbeveling die we doen volgt uit de bevinding dat producten die niet altijd op de juiste plek beschikbaar zijn om de oplosstraten van aanvoer te kunnen voorzien. Voor deze oorzaak gaan we terug naar de externe leveringen aan Domo Borculo. We bevelen aan om te onderzoeken of het moment van aankomst van vrachten van invloed is op het verloop van de productie. Deze laatste aanbeveling heeft wel een lagere prioriteit dan de eerste.

Inhoudsopgave

Voorwoord	iii
Samenvatting	iv
Hoofdstuk 1 - Introductie.....	1
1.1 Omschrijving situatie	1
1.2 Aanleiding onderzoek	1
1.3 Hoofdvraag.....	2
1.4 Onderzoeksvragen en methodologie.....	2
Hoofdstuk 2 - Inrichting productieproces	3
2.1 Introductie FrieslandCampina Domo Borculo.....	3
2.2 Productieproces	4
2.3 Planning en aankomst wei	7
2.4 Conclusie	9
Hoofdstuk 3 - Voorraden voorafgaand aan oplosstraten	10
3.1 Opslagmogelijkheden	10
3.2 Perioden voor analyse	12
3.3 Totale voorraad.....	13
3.4 Voorraad wei.....	14
3.5 Voorraad permeaat.....	19
3.6 Voorraad SW-geel	24
3.7 Conclusie	27
Hoofdstuk 4 - Ontstaan grondstoftekort	28
4.1 Literatuur casestudies	28
4.2 Opzet casestudies	28
4.3 Casestudies weinig grondstof	29
4.4 Perioden voldoende grondstof	39
4.5 Conclusie	40
Hoofdstuk 5 - Conclusies en aanbevelingen	42
5.1 Conclusies deelvragen.....	42
5.2 Aanbevelingen	42
Referentielijst.....	44

Hoofdstuk 1 - Introductie

Dit verslag beschrijft een onderzoek uitgevoerd bij FrieslandCampina Domo Borculo in het kader van een bacheloropdracht voor de opleiding Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente. In dit hoofdstuk volgt een introductie van dit onderzoek. Paragraaf 1.1 beschrijft globaal hoe de situatie bij Domo Borculo is en paragraaf 1.2 bevat de aanleiding voor dit onderzoek. In paragraaf 1.3 presenteren we de hoofdvraag en paragraaf 1.4 geeft de bijbehorende onderzoeksvragen weer. De aanpak die we hanteren voor het beantwoorden van de vragen komt in deze laatste paragraaf ook aan bod.

1.1 Omschrijving situatie

De in dit onderzoek centraal staande locatie Domo Borculo is onderdeel van FrieslandCampina, een van de grootste zuivelondernemingen ter wereld. Domo ontwikkelt en produceert ingrediënten voor producenten van baby- en kindervoeding, met verschillende varianten wei als grondstof. Wei is een product dat vrijkomt bij de productie van kaas. Uit tien liter melk halen kaasproducenten ongeveer een kilogram kaas en negen liter wei. De hoeveelheid aangeleverde wei hangt dus af van de kaasproductie. De verdeling van wei over de verschillende wei-verwerkende locaties van FrieslandCampina vindt centraal plaats. De zogenoemde weiplanners doen dit vanuit het hoofdkantoor in Amersfoort. Hierbij kijken ze in eerste instantie naar de door locaties opgestelde weibehoeften, bepaald op basis van de voorspelde verkopen, waar ze in ieder geval aan dienen te voldoen. Voor het verdelen van de overgebleven hoeveelheid wei kijken ze naar de beschikbare productiecapaciteit van elke fabriek. Als er meer wei te verdelen is dan de op dat moment beschikbare productiecapaciteit, dan verkopen ze deze wei. Als er een tekort aan wei is om aan de vraag van alle locaties te voldoen, dan koopt FrieslandCampina extra wei in.

In Borculo is het productieproces in te delen in twee stromen, namelijk de lactoserijke en de eiwitrijke productie. Deze stromen zijn afhankelijk van elkaar en daarnaast leveren de leveranciers de wei, die als grondstof dient voor het productieproces, in verschillende varianten aan. Een belangrijke variant is permeaat, waarbij een deel van de eiwitten uit de wei is gefilterd.

1.2 Aanleiding onderzoek

Het is voor Domo Borculo van belang dat bij hun productie de oplosstraten niet stil komen te staan en volledig benut kunnen worden. De meest voorkomende oorzaak van stilstand bij de oplosstraten is een gebrek aan beschikbare grondstoffen. De twee oplosstraten maken deel uit van het lactoserijke productieproces en hebben de laagste capaciteit, waarmee het de bottleneck van het productieproces is (Schmidt, 2014). Als de benutting van de bottleneck verbetert, is er sprake van een betere doorstroming in het productieproces. Daarmee doelen we op de hoeveelheid verwerkte grondstoffen of producten per week (Hopp & Spearman, 2001). Bij Domo Borculo wil men een optimale benutting van de oplosstraten graag realiseren, zodat er een hogere output behaald kan worden. Om dit te realiseren, moeten de voorraadniveaus en werkwijze zo goed mogelijk afgestemd worden op de oplosstraten. Daarnaast werkt een team van Domo Borculo aan de scheduling van het lactoserijke productieproces. Vanwege deze twee redenen is meer duidelijkheid gewenst vanuit de stadia voorafgaand aan de oplosstraten.

1.3 Hoofdvraag

In de huidige situatie ontbreken richtlijnen voor de aankomst van wei en permeaat. Men heeft bij Domo Borculo geen strategie om de productstromen en de voorraden voorafgaand aan de oplosstraten te beheersen, zodat deze bottleneck doorlopend aanvoer heeft. Een extra moeilijkheid hierbij is de tijdsduur van productiestappen, waardoor er een vertraging van een aantal dagen zit tussen de aankomst van de producten en verwerking bij de oplosstraten. Om hier doorlopende aanvoer mogelijk te maken, doen we onderzoek naar oorzaken van een gebrek aan aanvoer bij de oplosstraten. Hieruit volgt deze hoofdvraag:

Wat zijn oorzaken van een gebrek aan aanvoer van grondstof bij de oplosstraten bij FrieslandCampina Domo Borculo?

1.4 Onderzoeksvragen en methodologie

Voor het beantwoorden van bovenstaande hoofdvraag stellen we enkele deelvragen op:

1. Hoe is het productieproces van Domo Borculo ingericht?
2. Welke verschillen in hoeveelheid droge stof in de verschillende processtappen zijn er tussen situaties met weinig en met voldoende grondstof voor de oplosstraten bij Domo Borculo?
3. Waardoor ontstaat er een gebrek aan aanvoer bij de oplosstraten bij Domo Borculo?
4. Welke aanbevelingen volgen uit de waarnemingen?

De methodologie die we volgen om tot het antwoord van een deelvraag te komen, is als volgt.

1. Hoe is het productieproces van Domo Borculo ingericht?

De beantwoording van deze deelvraag geven we in hoofdstuk 2. Om dit te kunnen doen, volgt eerst een korte introductie van het bedrijf FrieslandCampina en de plek van Domo Borculo hierin. Vervolgens geven we een overzicht van het huidige productieproces, waarbij we eerst het gehele productieproces weergeven en daarna inzoomen op enkel het lactoserijke productieproces en daarna de productiestappen die voorafgaan aan de oplosstraten. Daaropvolgend geven we het proces rondom de aankomst van wei weer, ofwel de planning hiervan.

2. Welke verschillen in hoeveelheid droge stof in de verschillende processtappen zijn er tussen situaties met weinig en met voldoende grondstof voor de oplosstraten bij Domo Borculo?

We maken in hoofdstuk 3 een vergelijking tussen de twee omschreven situaties, omdat de verwachting van de productiemanager is dat de voorraadhoogtes aan droge stof van invloed zijn op de output van het productieproces. Om dit te doen, kiezen we perioden waar een grondstoftekort is bij de oplosstraat. We kijken in deze perioden naar de bijbehorende voorraadstanden van de verschillende varianten wei bij de processtappen voorafgaand aan de oplosstraten. Voor momenten waarop wel genoeg grondstof is, doen we hetzelfde.

3. Waardoor ontstaat er een gebrek aan aanvoer bij de oplosstraten bij Domo Borculo?

De oorzaken van een grondstoftekort bij de oplosstraten kunnen ook ergens anders liggen dan bij de voorraadhoogtes. Daarom doen we in hoofdstuk 4 casestudies door per periode te analyseren in welke fase van het proces het grondstoftekort ontstaat. Hiervoor gebruiken we dezelfde perioden als bij de tweede deelvraag. We werken bij deze analyse vanuit de oplosstraat steeds een productiestap terug.

4. Welke aanbevelingen volgen uit de waarnemingen?

In hoofdstuk 5 verwerken we de waarnemingen uit hoofdstuk 3 en 4 tot een aanbeveling.

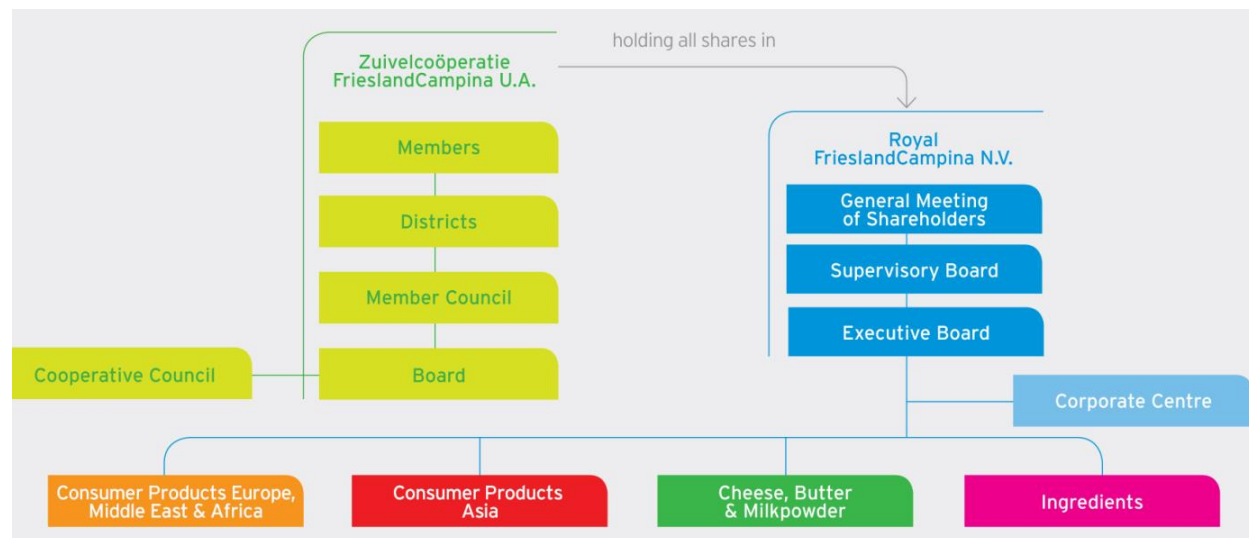
Hoofdstuk 2 - Inrichting productieproces

Ter introductie begint dit hoofdstuk in paragraaf 2.1 met het omschrijven van de structuur van FrieslandCampina en de plek van de in dit onderzoek centraal staande locatie Domo Borculo hierin. Om een duidelijk beeld te krijgen van de situatie bij Domo Borculo introduceert paragraaf 2.2 het productieproces. Het betreft hier eerst een globale beschrijving van het gehele productieproces, gevolgd door een overzicht van het lactoserijke productieproces en tot slot een ingezoomd beeld op de productiestappen tot aan de oplosstraten. Bij het eerste deel hiervan, de voorbereiding, vindt de aankomst en verwerking van binnengekomen wei plaats. Het bovenstaande is mogelijk aan de hand van eerder gemaakte overzichten die beschikbaar zijn bij Domo Borculo. In paragraaf 2.3 komt naar voren hoe de aankomst van wei georganiseerd is, waarbij de planning een belangrijk aspect is. Uiteindelijk sluiten we in paragraaf 2.4 het hoofdstuk af met een conclusie, waarin we antwoord geven op de eerste deelvraag:

Hoe is het productieproces van Domo Borculo ingericht?

2.1 Introductie FrieslandCampina Domo Borculo

Dagelijks voorziet Koninklijke FrieslandCampina ongeveer één miljard consumenten over de gehele wereld van voeding, waarmee het een van de grootste zuivelondernemingen ter wereld is. FrieslandCampina levert onder andere zuiveldranken, baby- en kindervoeding, kaas en desserts in Europa, Azië en Afrika. Daarnaast produceren ze wereldwijd ook ingrediënten en halffabricaten voor de voedingsmiddelenindustrie en de farmaceutische sector. FrieslandCampina heeft vestigingen in 28 landen, met Amersfoort (Nederland) als locatie van het hoofdkantoor en ongeveer 20.000 werknemers wereldwijd. FrieslandCampina verspreidt zijn producten over meer dan honderd landen. De activiteiten van FrieslandCampina zijn onder te brengen in vier verschillende business groups. Dit zijn Consumer Products Europe, Middle East & Africa, Consumer Products Asia, Cheese, Butter & Milkpowder en Ingredients (zie figuur 2.1). Deze groepen zijn verder onder te verdelen in operating companies, waar Domo er een van is in de business group Ingredients.

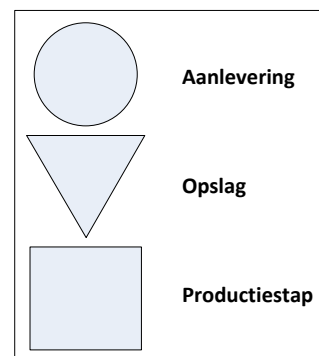


Figuur 2.1 - Structuur FrieslandCampina

FrieslandCampina Domo ontwikkelt en produceert ingrediënten voor producenten van baby- en kindervoeding. De locatie in Borculo valt onder FrieslandCampina Domo, net als de fabrieken in Bedum, Beilen, Dronrijp, Workum, Delhi (Verenigde Staten) en Warrnambool (Australië). De fabriek in Borculo is opgezet in 1897, als boterfabriek 'de Eendracht'. In 1950 startte men met het maken van kaas op deze locatie, gevolgd door de oprichting van de Coöperatieve Weiproduktenfabriek in 1962. Vanaf dat moment haalt men in Borculo ingrediënten uit wei en dit doen ze nog steeds. Paragraaf 2.2 geeft meer informatie over het huidige productieproces bij Domo Borculo.

2.2 Productieproces

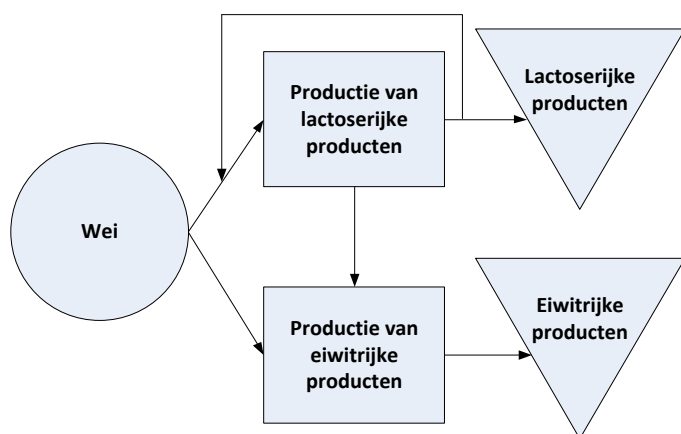
In deze paragraaf lichten we het productieproces bij Domo Borculo toe. Eerst tonen we een globaal overzicht van de productie, waarbij we ook introduceren waar wei uit bestaat. Daarna gaan we specifiek in op de lactoserijke productie. De eerste stap van dit proces, de voorbereiding, beschrijven we vervolgens in detail. We maken ter verduidelijking gebruik van schematische weergaven, waarvoor de legenda in figuur 2.2 geldt.



Figuur 2.2 - Legenda schematische weergaven

2.2.1 Globaal productieproces

Globaal gezien kunnen we twee stromen in het productieproces bij Domo Borculo onderscheiden; de productie van lactoserijke producten en de productie van eiwitrijke producten (zie figuur 2.3). De aangeleverde wei gaat in een van beide stromen. Bij de eiwitrijke productie ontstaan na een aantal bewerkingen eiwitrijke producten die worden afgenomen. Bij de lactoserijke productie ontstaan na een aantal bewerkingen lactoserijke producten, maar hier gebeurt nog meer. Er ontstaan namelijk bijproducten gedurende het proces die verder gaan in het eiwitrijke productieproces. Daarnaast gaan twee andere bijproducten op verschillende plekken terug in het lactoserijke productieproces.



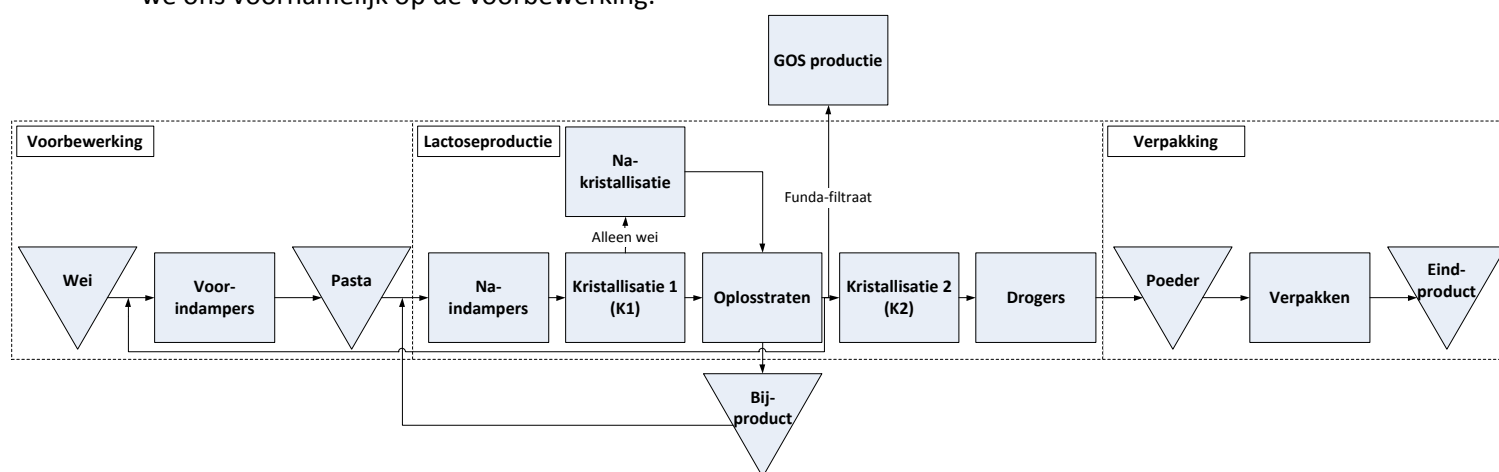
Figuur 2.3 - Schematische weergave globale productieproces

Aangepast van "Developing a scheduling heuristic for Domo Borculo" door L. Schmidt, 2014, p. 2

De wei komt bij Domo Borculo binnen in verschillende varianten. Alle wei bestaat uit water, lactose, eiwitten, vetten, mineralen en organische zuren. De verschillende varianten zijn te onderscheiden door andere verhoudingen van bovengenoemde componenten. Zogenoemde dunne wei bestaat voor een groot deel uit water. Het overige gedeelte, dus de lactose, eiwitten, vetten, mineralen en organische zuren, is de droge stof van de wei. Gedurende het proces vinden bewerkingen plaats, waardoor de samenstelling van wei verandert. Zo wordt er water uit wei gehaald, waardoor het drogestofpercentage toeneemt. Ook vinden binnen de droge stof veranderingen plaats in de verhoudingen tussen de componenten. Producten met een groot aandeel van lactose in deze droge stof gaan verder in de lactoserijke productie, terwijl producten met een groot aandeel van eiwitten in de droge stof verder gaan in de eiwitrijke productie. Bij dit onderzoek richten we ons op het lactoserijke productieproces, waar nu een nadere toelichting op volgt.

2.2.2 Lactoserijke productieproces

Het lactoserijke productieproces, dat figuur 2.4 schematisch weergeeft, is onder te verdelen in drie delen; de voorbereiding, de daadwerkelijke lactoseproductie en de verpakking. Bij de voorbereiding worden de verschillende varianten wei ontvangen en opgeslagen, om vervolgens naar de voorindampers te gaan. Na deze productiestap wordt het ook wel pasta genoemd. Hierna start de lactoseproductie met de na-indampers, waarop kristallisatie 1 (K1) volgt. Na deze stap volgt een scheiding in route. De wei gaat via de na-kristallisatie naar de oplosstraten, terwijl permeaat hier rechtstreeks naartoe gaat. Er zijn twee oplosstraten bij Domo Borculo, waar maximaal één variant op hetzelfde moment in dezelfde oplosstraat kan worden verwerkt. Na deze productiestap verdwijnt een deel van de producten uit de lactoseproductie. Dit zogenaamde funda-filtraat gaat naar de GOS productie, waarvoor een nadere toelichting niet van belang is voor dit onderzoek. De volgende stap in de lactoseproductie is kristallisatie 2 (K2), waarna er nog gedroogd moeten worden. Hier ontstaat de poedervorm van de producten. Dit verpakken de operators van de verpakkingsafdeling tot diverse eindproducten. Bij dit onderzoek richten we ons voornamelijk op de voorbereiding.



Figuur 2.4 - Schematische weergave lactoserijke productieproces

Aangepast van "Developing a scheduling heuristic for Domo Borculo" door L. Schmidt, 2014, p. 6

2.2.3 Productie tot oplosstraten

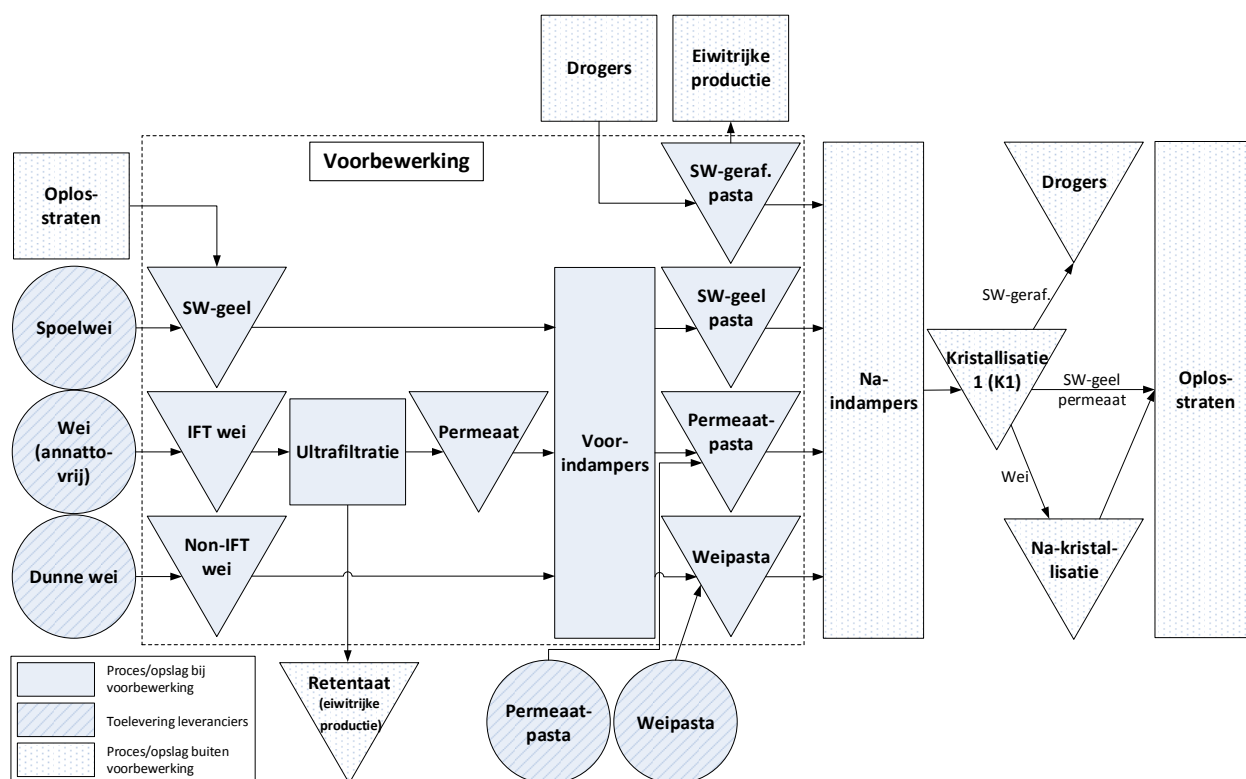
Het eerste gedeelte van het lactoserijke productieproces is de voorbereiding, die we in figuur 2.5 omkaderd hebben. Hierin komen vier typen producten naar voren die naar de daadwerkelijke lactoseproductie gaan: suikerwater-geraffineerd pasta (SW-geraffineerd pasta), suikerwater-geelpasta (SW-geelpasta), permeaatpasta en weipasta. Deze producten ondergaan allemaal een verschillende voorbereiding.

De voorbereidingen die de vier genoemde producten ondergaan, zijn als volgt:

- *SW-geraffineerd pasta*: Dit is een product dat bij de drogers later in het lactoserijke proces ontstaat en weer terug wordt gebracht in het proces. Behalve de opslag ondergaat SW-geraffineerd pasta geen verdere stappen voordat het de voorbereiding verlaat.
- *SW-geelpasta*: SW-geel komt tot stand door een combinatie van de levering van spoelwei en een restproduct uit de oplosstraten. Dit product gaat vervolgens via de voorindampers naar de volgende opslag tanks van de voorbereiding, waarna het als SW-geelpasta verder gaat.
- *Permeaatpasta*: De opslag tank met wei die als ingrediënt dient voor babyvoeding (IFT wei) wordt gevuld met aangeleverde annatto-vrije wei, wat wei zonder kleurstof is. Bij het proces ultrafiltratie (UF) wordt een gedeelte van de eiwitten uit deze wei gehaald. Dit gedeelte wordt het retentaat genoemd en gaat naar de eiwitrijke productie, terwijl de rest naar de volgende

tank gaat als permeaat. Na deze ultrafiltratie gaat ongeveer 75% verder als permeaat en het overige gedeelte is de retentaat. Hierna gaat de ontstane permeaat naar de voorindamper, waar permeaatpasta ontstaat. Daarnaast levert de fabriek in Workum permeaatpasta aan, die ook in deze opslagtanks wordt opgeslagen.

- *Weipasta*: Domo Borculo verwerkt ook wei die niet gebruikt wordt voor babyvoeding, ook wel non-IFT wei genoemd, wat wordt aangeleverd als dunne wei. Dit product wordt weipasta als het in de voorindamper is geweest. Er wordt ook weipasta direct aangeleverd, die in dezelfde opslagtanks wordt opgeslagen als de ingedampte non-IFT wei.



Figuur 2.5 - Schematische weergave productie tot oplosstraten

De SW-geraffineerd pasta, SW-geelpasta, permeaatpasta en weipasta verlaten hierna de voorbereiding en gaan naar de eerste fase van de lactoseproductie: de na-indampers. Vanuit de na-indampers gaan de producten naar een tank bij K1, om vanuit deze plek aangevoerd te worden naar de oplosstraten. Voor weiconcentraat, dat bij de na-indampers ontstaat vanuit weipasta, geldt wel dat het eerst naar de na-kristallisatietanks gaat. Het product SW-geraffineerd gaat vanuit K1 rechtstreeks naar de drogers en slaat daarbij de oplosstraten dus over. Om deze reden nemen we dit product verder niet meer mee.

2.2.4 Samenvatting

Bij Domo Borculo is een scheiding tussen de productie van lactoserijke en eiwitrijke producten. Bij dit onderzoek richten wij ons op het lactoserijke productieproces en dan vooral op het eerste gedeelte hiervan, tot aan de oplosstraten. Bij de eerste productiestappen hiervan, de voorbereiding, komen uiteindelijk vier producten tot stand die verder gaan in het productieproces: SW-geraffineerd pasta, SW-geelpasta, permeaatpasta en weipasta. Deze producten komen uiteindelijk bij de oplosstraten via de na-indampers, K1-tanks en voor weiconcentraat ook de na-kristallisatietanks. Het product SW-geraffineerd gaat niet naar de oplosstraten en nemen we daarom verder niet meer mee.

2.3 Planning en aankomst wei

In deze paragraaf behandelen we het proces rondom de aankomst van wei. De masterplanner stelt op basis van de voorspelde vraag een behoefte op voor een locatie, op de lange termijn. De locatieplanners richten zich op de korte termijn, met weekplanningen en mogelijke tijdsvensters op dagniveau. We behandelen in deze paragraaf verder de rol van het hoofdkantoor in Amersfoort. De zogenoemde weiplanners bepalen hier de verdeling van wei over de wei-verwerkende locaties van FrieslandCampina. Daarnaast maken ze bij de afdeling IntraTransport het rittenplan voor het transport van wei. Tot slot leggen we uit hoe de aankomst van wei bij Domo Borculo eruit ziet.

2.3.1 Masterplanning

Domo Borculo heeft twee masterplanners; een van deze planners richt zich op de productie van eiwitrijke producten en de andere op de productie van lactoserijke producten. Zij houden zich bezig met de langetermijnplanning voor Borculo, het masterplan genoemd, waarbij ze in totaal achttien maanden vooruit kijken op basis van de voorspelde vraag per week. Deze sales forecast komt tot stand door de vraag van afnemers naar eindproducten, met behulp van het bij FrieslandCampina gebruikte softwarepakket SAP. Hierbij maakt het programma onderscheid tussen wei, permeaat en spoelwei.

De fabrieken in Workum en Borculo zijn de enige twee locaties waar permeaat vrijkomt, omdat ze beide de mogelijkheid hebben tot ultrafiltratie van wei. Workum kan op weekniveau permeaat beschikbaar stellen en leveren aan Domo Borculo. Daarnaast heeft Domo Borculo een weekplan voor zijn eigen ultrafiltratie. Deze gegevens bij elkaar staan voor de totale hoeveelheid permeaatpasta die in een week beschikbaar komt.

Uitgaande van de beschikbare resterende capaciteit stelt de masterplanner met behulp van het programma een weibeefte op, op basis van de capaciteit van de oplosstraat, aangezien dit de bottleneck van het productieproces is. Bij het opstellen van de weibeefte maakt hij onderscheid tussen IFT wei en non-IFT wei, waarbij de IFT wei het proces van ultrafiltratie kan ondergaan. Deze weibeefte stuurt de masterplanner naar de weiplanners op het hoofdkantoor in Amersfoort. Hier komen we in paragraaf 2.3.3 op terug.

Het proces dat de masterplanner doorloopt is verwerkt in de Sales and Operation Planning (S&OP) cyclus die maandelijks wordt doorlopen. De masterplanner verwerkt hiertoe de voorspelde vraag in een plan, waarbij hij kijkt of het mogelijk is om hieraan te voldoen en wat de gevolgen zijn. Bij overlegmomenten worden keuzes gemaakt als er sprake is van discussiepunten, waarbij de langetermijnvisie wordt meegenomen en financiële afwegingen worden gemaakt.

2.3.2 Locatieplanning

De locatieplanners vertalen het door de masterplanner opgestelde masterplan naar een week- en dagplan. Bij Domo Borculo zijn twee locatieplanners werkzaam, die veel beslissingen nemen gebaseerd op hun ervaring. Zij maken een meer gedetailleerde planning voor de ultrafiltratie, de verpakkingafdeling en de torens, die onderdeel zijn van de eiwitrijke productie. Voor de lactoserijke productie stellen zij geen schema op. Wel stellen de locatieplanners voor iedere week een doel op voor de lactoserijke productie. Ook hebben zij overlegmomenten met de productieafdelingen. Hier bespreken ze de afgelopen dag, waarbij keuzes verantwoord moeten worden en, indien aan de orde, moet worden uitgelegd waarom doelen niet behaald zijn. Bij dit overleg kijken ze ook vooruit naar de komende dag en bespreken ze de te volgen strategie.

2.3.3 Weiplanning

De weiplanners in Amersfoort beslissen over de hoeveelheden wei die Domo fabrieken toebedeeld krijgen. De input die zij hiervoor gebruiken zijn de verwachte kaasproductie van de kaasfabrieken en de weibehoefte van de locaties die de masterplanner doorgeeft. Hierbij is FrieslandCampina verplicht om alle beschikbare wei, van zowel interne als externe fabrieken, te verdelen over de wei-verwerkende locaties. Bij deze verdeling kijkt de weiplanner eerst naar de aangegeven weibehoeften, want hier dienen zij in alle gevallen voor alle Domo locaties aan te voldoen. Als er hierna nog wei te verdelen is, dan nemen ze de beschikbare productiecapaciteit van de fabrieken mee. Domo Borculo heeft ten opzichte van andere locaties een relatief grote capaciteit en daarnaast samen met de fabriek in Veghel de mogelijkheid om wei op een zodanige manier te verwerken dat het langer houdbaar is. Hierdoor kan Domo Borculo meer wei ontvangen dan de hoeveelheid die ze aangevraagd hebben.

De weibehoefte die de weiplanners ontvangen van de masterplanner, heeft als eenheid het aantal ton van een weisoort. Dit dienen de weiplanners om te zetten naar het aantal vrachten. In de meeste vrachtwagens past 33 ton, dus hier passen ze de aan te leveren hoeveelheid op aan. Uiterlijk op de donderdagochtend voorafgaand aan de volgende week levert de masterplanner de weibehoefte voor de komende week aan, waarop de weiplanners de planning specificeren tot op dagniveau en daarbij bepalen hoeveel vracht iedere locatie van FrieslandCampina krijgt. Als dit vaststaat, kunnen de leverende en ontvangende partijen nog gewenste tijdsvensters voor het laden of lossen van een vracht aangeven, tot de ochtend van de dag voor de vracht. De indeling van de ritten en de koppeling aan vrachtwagens wordt vervolgens gedaan door de afdeling IntraTransport in de vorm van een rittenplan. Ze volgen hierbij het door de weiplanners opgestelde dagplan. Ze proberen het aantal te rijden kilometers te minimaliseren, zodat er zo goedkoop mogelijk wordt gereden.

2.3.4 Aankomst wei

De vrachtwagens met grondstoffen voor Domo Borculo komen aan en ze lossen de vracht bij een door de operators van de voorbewerking vastgestelde losplaats. Deze losplaats koppelen zij aan een opslagtank, waar de wei vanuit de vrachtwagen naartoe gaat. De operators bedienen dit proces met een computersysteem, waarbij ze ook informatie kunnen zien over de tanks, zoals de inhoud, temperatuur en standtijd van het product in de tank. Ze bepalen in dit systeem ook wanneer een tank geleegd en gereinigd wordt en via welke pomp het product verder wordt vervoerd. Bij aankomst verrichten ze daarnaast kwaliteitscontroles op de grondstof en dient de chauffeur een vrachtbrief te overhandigen. Op de meeste momenten zijn er ongeveer vier operators aanwezig bij de voorbewerking. Net als op andere productieafdelingen van Domo Borculo werkt men ook bij de voorbewerking met een vijfploegenrooster, met drie shifts van acht uur op een dag. De dag begint om 6:00 uur, waarbij we de eerste shift van 6:00 tot 14:00 uur “morgen” noemen. De shift van 14:00 tot 22:00 uur heet “middag” en de shift van 22:00 tot 6:00 uur heet “nacht”.

2.3.5 Samenvatting

Voor de locatie Domo Borculo zijn twee typen planners te onderscheiden; de masterplanners en de locatieplanners. De masterplanners stellen een behoefte op voor de producten die binnen komen voor de lange termijn, terwijl de locatieplanners zich bezig houden met de korte termijn en werken op week- en dagniveau. Op het hoofdkantoor in Amersfoort werken weiplanners, die op basis van de binnengekomen gegevens de wei verdelen over wei-verwerkende locaties. Bij IntraTransport stellen ze vervolgens een rittenplan op. Als deze vrachtwagens aankomen bij Domo Borculo en de vervoerde grondstoffen in tanks worden gedaan, dan bedienen de operators het proces binnen Domo Borculo met behulp van een computersysteem.

2.4 Conclusie

Ter afsluiting van hoofdstuk 2 beantwoorden we met behulp van de informatie uit de voorgaande paragrafen de volgende deelvraag:

Hoe is het productieproces van Domo Borculo ingericht?

Het productieproces van Domo Borculo bestaat uit twee stromen, namelijk de productie van lactoserijke producten en de productie van eiwitrijke producten. Voor dit onderzoek is alleen het eerstgenoemde van belang, waarbij we ons richten op de productie tot aan de bottleneck, ofwel de oplosstraten. Uiteindelijk zijn er bij dit onderzoek drie producten van belang in dit productieproces: wei, permeaat en SW-geel. Deze producten worden op verschillende plekken in tanks opgeslagen en tweemaal ingedampt. Vervolgens vindt er een kristallisatie plaats voordat het aangevoerd wordt naar een van de twee oplosstraten. Voor weiconcentraat geldt dat er nog een na-kristallisatie vooraf gaat aan de oplosstraten.

Verskillende typen planners hebben een rol in de leveringen van producten aan Domo Borculo. De masterplanners stellen hiertoe een behoefte op voor de producten die binnen komen, gericht op de lange termijn. De locatieplanners werken op de korte termijn, op week- en dagniveau. Op het hoofdkantoor in Amersfoort wordt de beschikbare wei door de weiplanners verdeeld over de wei-verwerkende locaties van FrieslandCampina, waaronder Domo Borculo. Vanaf de binnenkomst van de grondstoffen bedienen de operators het proces binnen Domo Borculo met behulp van een computersysteem. Via meerdere tussenstappen worden deze producten naar de oplosstraten gevoerd.

Er zijn momenten waarop er voldoende en weinig aanvoer is voor deze oplosstraten. In hoofdstuk 3 analyseren we voor de drie benoemde producten per fase wat de voorraadstanden zijn en wat verschillen zijn tussen beide situaties.

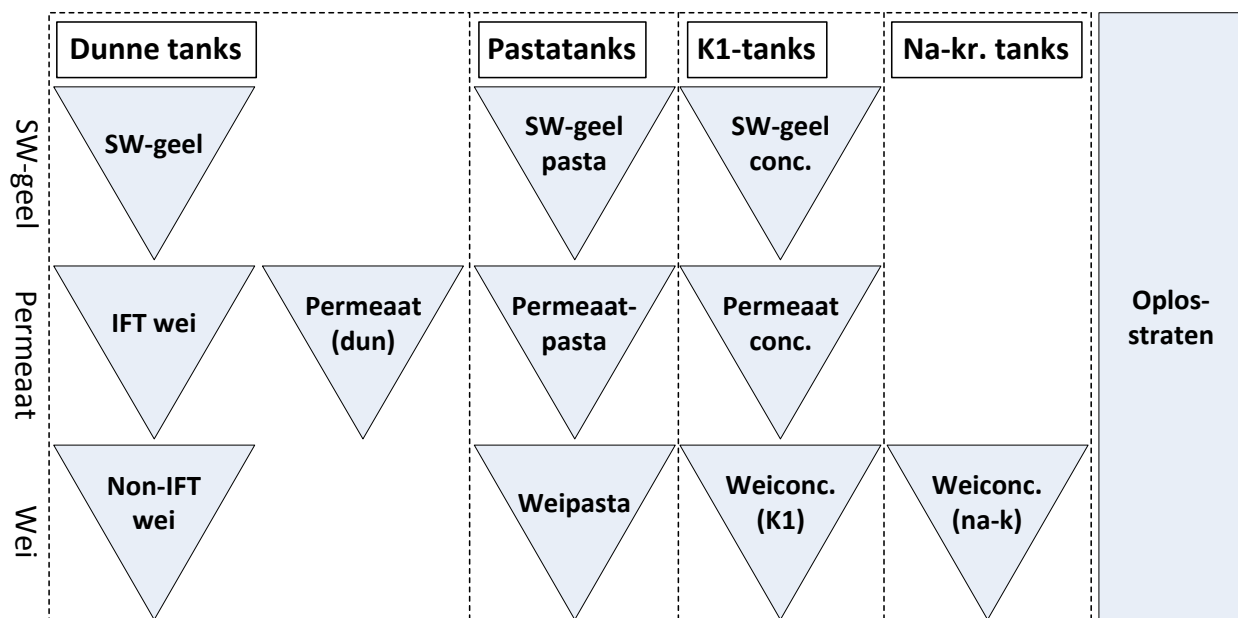
Hoofdstuk 3 - Voorraden voorafgaand aan oplosstraten

In dit hoofdstuk vergelijken we situaties met weinig en met voldoende grondstof voor de oplosstraten. We geven hiertoe eerst informatie over de opslagmogelijkheden in paragraaf 3.1 en over welke perioden we analyseren (paragraaf 3.2). Bij de vergelijking richten we ons in paragraaf 3.3 eerst op de totale hoeveelheid droge stof die aanwezig is in de tanks voor de oplosstraten. Vervolgens analyseren we de drie productstromen afzonderlijk, waarbij wei in paragraaf 3.4 aan bod komt, permeaat in paragraaf 3.5 en SW-geel in paragraaf 3.6. We sluiten dit hoofdstuk in paragraaf 3.7 af met de conclusie, waarin we antwoord geven op de tweede deelvraag:

Welke verschillen in hoeveelheid droge stof in de verschillende processtappen zijn er tussen situaties met weinig en met voldoende grondstof voor de oplosstraten bij Domo Borculo?

3.1 Opslagmogelijkheden

De voorraadstanden die we gaan analyseren zijn die van de vier groepen tanks die voorafgaan aan de oplosstraten (zie figuur 3.1). Dit zijn de dunne tanks, de pastatanks, de K1-tanks en voor wei ook de na-kristallisatietanks. Bij de dunne tanks onderscheiden we vier verschillende producten, waarbij permeaat vrijkomt bij de ultrafiltratie van IFT wei. Daarnaast maken we hier onderscheid tussen de wei die verder gaat in het proces als wei (non-IFT wei) en de wei die naar de ultrafiltratie gaat en verder gaat als permeaat (IFT wei). De helft van de beschikbare tanks bij de voorbereiding is bestemd voor non-IFT wei, de andere helft voor IFT wei. In tabel 3.1 geven we weer in welke productstroom het product verder gaat. Voor een aantal tanks geldt een gezamenlijke opslagmogelijkheid voor de producten. Zo zijn er pastatanks waar zowel permeaatpasta als SW-geelpasta in gevuld kan worden. Deze soorten kunnen echter niet op hetzelfde moment in dezelfde tank worden opgeslagen, maar wel (na reiniging van de tank) na elkaar. Voor de K1-tanks geldt dat de tanks gevuld kunnen worden met de drie genoemde soorten concentraat (aangeduid met conc. in figuur 3.1). Hier geldt echter ook dat de producten niet bij elkaar in dezelfde tank gevuld kunnen worden.



Figuur 3.1 - Schematische weergave producten per tankgroep

Het drogestofpercentage is benodigd voor het omzetten van de hoeveelheid product naar het aantal ton droge stof in een product. Dit gedeelte van de totale inhoud komt in het eindproduct en is daarmee van waarde voor Domo Borculo. Het drogestofpercentage komt tot stand door het aantal ton aanwezige lactose, eiwitten, vetten, mineralen en organische zuren van het totaal aantal ton van het product te nemen, maar dit percentage is niet altijd hetzelfde. De eerste reden hiervoor is dat er leveringen zijn van verschillende leveranciers met verschillende drogestofpercentages, voornamelijk bij dunne wei. Daarnaast kunnen deze verschillende leveringen bij elkaar in een tank gevoerd worden. We bepalen een drogestofpercentage voor elk van de verschillende groepen tanks, die we gebruiken bij de berekening van de voorraden droge stof. De hoeveelheden droge stof van alle in tabel 3.1 benoemde tankgroepen tezamen bepalen de totale voorraad droge stof. De dunne tanks, de pastatanks en de na-kristallisatietanks hebben een grotere capaciteit dan de K1-tanks. Het is echter voor geen van de genoemde tanks noodzakelijk om ze tot het maximum te vullen.

Groep	Producten	Product-stroom	Tijdsduur (uren)
Dunne tanks	Dunne wei	Wei	5-20
	IFT wei	Permeaat	5-20
	Permeaat (dun)	Permeaat	5-20
	SW-geel	SW-geel	5-20
Pastatanks	Weipasta	Wei	10-24
	Permeaatpasta	Permeaat	10-24
	SW-geelpasta	SW-geel	10-24
K1-tanks	Weiconcentraat	Wei	8-12
	Permeaatconcentraat	Permeaat	8-20
	SW-geelconcentraat	SW-geel	8-20
Na-kristallisatietanks	Weiconcentraat	Wei	48-60

Tabel 3.1 - Overzicht producten, productstroom en tijdsduur

Een ander belangrijk aspect is de tijdsduur van een verblijf van een product in een bepaald type tank, die we ook weergeven in tabel 3.1. Voor het weiconcentraat in de na-kristallisatietanks geldt een minimale standtijd van 48 uur. Deze tijd gaat echter pas in als de tank niet meer verder gevuld wordt. Het weiconcentraat dat vanuit een K1-tank naar een lege na-kristallisatietank wordt gevoerd, moet hier dus wachten totdat er gestopt wordt met het vullen van de tank, voordat de gestelde 48 uur ingaan. Dit betekent dat dit product langer dan 48 uur in de na-kristallisatietank verblijft. De tijdsduur van het vullen kan verschillend zijn, mede afhankelijk van tot welke voorraadhoogte men de tank laat vullen.

Voor de overige tanks geldt geen minimale standtijd, maar voor de pastatanks en dunne tanks geldt ook dat er een duidelijk tijdsverschil zit tussen het product dat als eerste en het product dat als laatste in de tank gaat. Bij het legen van een tank doet zich hetzelfde voor. Een tank kan niet in één keer geleegd worden en dus geldt dat producten moeten wachten totdat ze de tank kunnen verlaten. Gezien de kleinere inhoud van de K1-tanks geldt dit hier in veel mindere mate, omdat een tank hier binnen twee uur gevuld en ook geleegd is. We nemen voor alle tanks een redelijk ruime marge om er hiermee voor te zorgen dat de tijdsduur van een verblijf hier meestal binnen valt. Deze marges nemen we later mee in onze analyse.

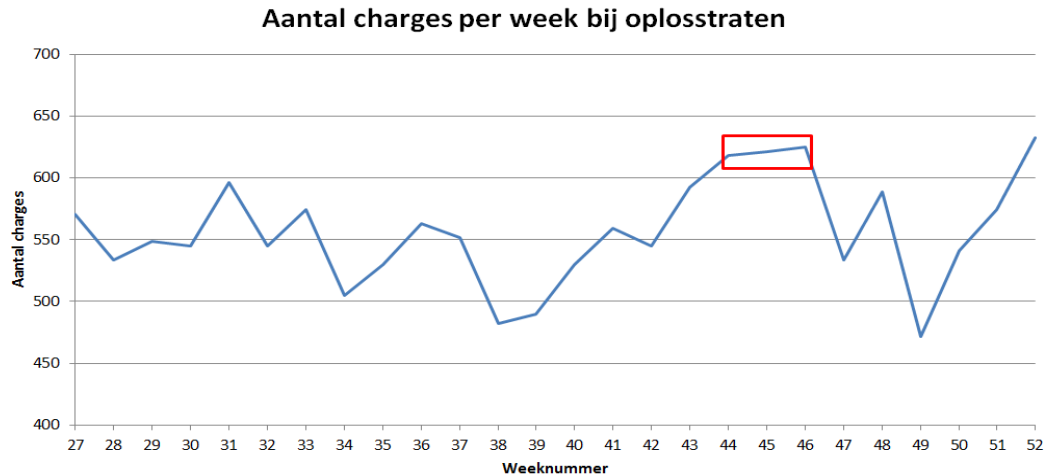
3.2 Perioden voor analyse

Voor het vinden van verschillen tussen situaties met weinig en met voldoende grondstof, kiezen we voor beide situaties een aantal perioden waarin er sprake is van weinig of van voldoende grondstof. Bij Domo Borculo wordt bijgehouden wanneer de oplosstraat stilstaat en wat de oorzaken hiervan zijn. Mogelijke oorzaken zijn onderhoud, reiniging, schakelen naar een ander product, een technische storing, slechte filtratie en volle tanks bij de afvoer van de oplosstraten, maar de meest voorkomende is dat er niet genoeg grondstof vanuit de K1-tanks en na-kristallisatietanks beschikbaar is. In tabel 3.2 staan momenten waarop we constateren dat er gedurende meerdere uren na elkaar onvoldoende grondstof is. Daarnaast komt dit grondstoftekort meerdere keren kort na elkaar terug. Voor de analyse moeten we kijken naar de periode voorafgaand aan deze grondstoftekorten, vanwege de tijdsduur van het proces tot aan de oplosstraten. Het grondstoftekort is voor weinig grondstof 1 tot en met 5 dus aan het einde van de in tabel 3.2 weergegeven periode.

Omschrijving	Periode
Voldoende grondstof 1	23/10/2013-30/10/2013
Voldoende grondstof 2	30/10/2013-06/11/2013
Voldoende grondstof 3	06/11/2013-13/11/2013
Weinig grondstof 1	16/11/2013-23/11/2013
Weinig grondstof 2	19/02/2014-26/02/2014
Weinig grondstof 3	16/04/2014-23/04/2014
Weinig grondstof 4	08/05/2014-15/05/2014
Weinig grondstof 5	05/06/2014-12/06/2014

Tabel 3.2 - Perioden voor analyse

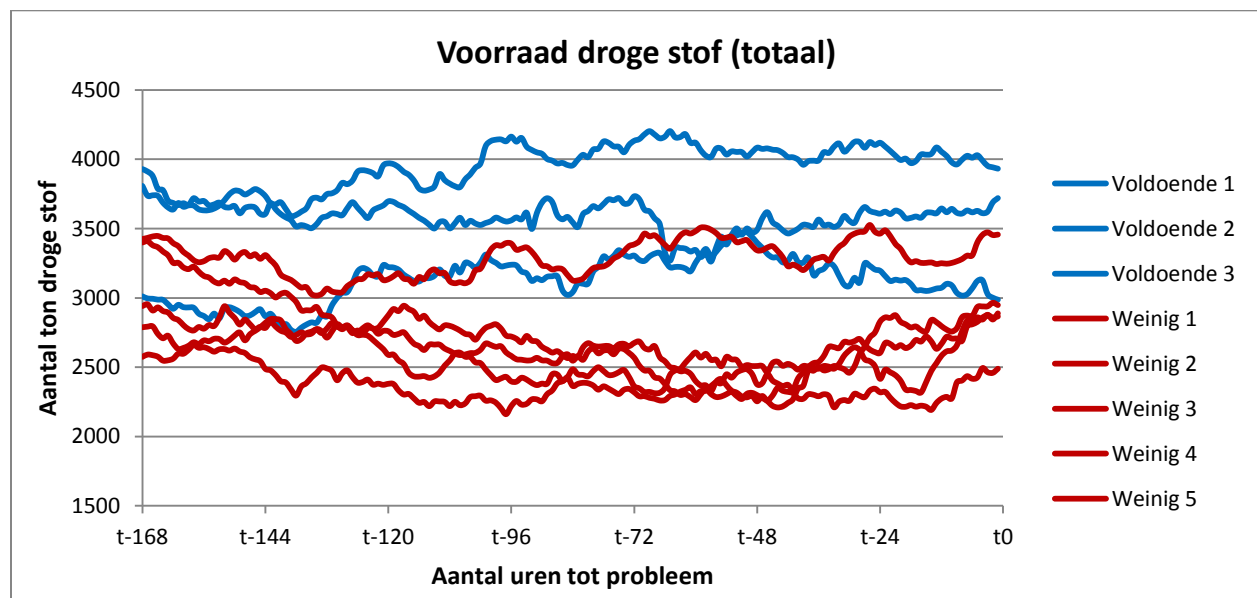
Naast perioden met weinig grondstof voor de oplosstraat, zoeken we ook naar perioden waarin wel genoeg grondstof is voor de oplosstraat. Uit data van Domo Borculo blijkt dat er een periode is met drie weken na elkaar waarin veel charges zijn geproduceerd bij de oplosstraat vergeleken met de overige weken (zie figuur 3.2), waarbij voor elke charge een bepaalde hoeveelheid product benodigd is. In de rode rechthoek zien we week 44 tot en met week 46 van 2013, met ongeveer 620 charges. In deze weken is gewerkt met bijna de maximale afgegeven capaciteit. Dit betekent dat de mogelijkheid er is om te produceren en dat er dus een goede aanvoer van grondstof is. Als we vervolgens in de data in en rondom deze weken kijken naar een periode met zo weinig mogelijk stilstand in de oplosstraten, dan is de periode van 23 oktober tot 13 november 2013 het meest geschikt. We splitsen deze periode in drie afzonderlijke weken. Hierbij is opvallend dat het einde van de derde en laatste periode met voldoende grondstof kort voor de te analyseren periode met weinig grondstof voor de oplosstraat (weinig grondstof 1) is, waar op 22 en 23 november weinig grondstof is geconstateerd. Tabel 3.2 geeft weer welke perioden we analyseren bij dit onderzoek en hoe we deze bij het vervolg van het onderzoek noemen (voldoende grondstof 1-3, weinig grondstof 1-5).



Figuur 3.2 - Aantal charges per week (tweede helft 2013) bij de oplosstraten

3.3 Totale voorraad

De door de productiemanager uitgesproken verwachting is dat de output van het productieproces en daarmee dus de benutting van de oplosstraten als bottleneck hoger is als er hoge voorraden zijn. Dit toetsen we door de totale voorraad aan droge stof te nemen voor de acht perioden uit tabel 3.2, dus van de dunne tanks, de pastatanks, de K1-tanks en de na-kristallisatietanks. De perioden voor analyse staan weergegeven in tabel 3.2, waarbij we ieder uur uit deze periode opnieuw de totale voorraad vaststellen. Figuur 3.3 laat dit zien. Het nulpunt is hier en in alle andere figuren van hoofdstuk 3 gelijk aan de laatste dag van de benoemde periode in tabel 3.2, om 0:00 uur. Deze identificeren we met t_0 , terwijl bijvoorbeeld $t-168$ staat voor 168 uur voorafgaand aan dit nulpunt. De drie perioden met voldoende grondstof zijn allemaal met blauw weergegeven, die met weinig grondstof met rood. In deze figuren laten we het verschil in hoeveelheid droge stof zien tussen voldoende en weinig grondstof, waarbij onderlinge verschillen niet van belang zijn. Als we verwijzen naar een specifieke periode, dan geven we deze in de figuur aan met een gestippelde lijn.



Figuur 3.3 - Hoeveelheid droge stof bij voldoende en bij weinig grondstof (totaal)

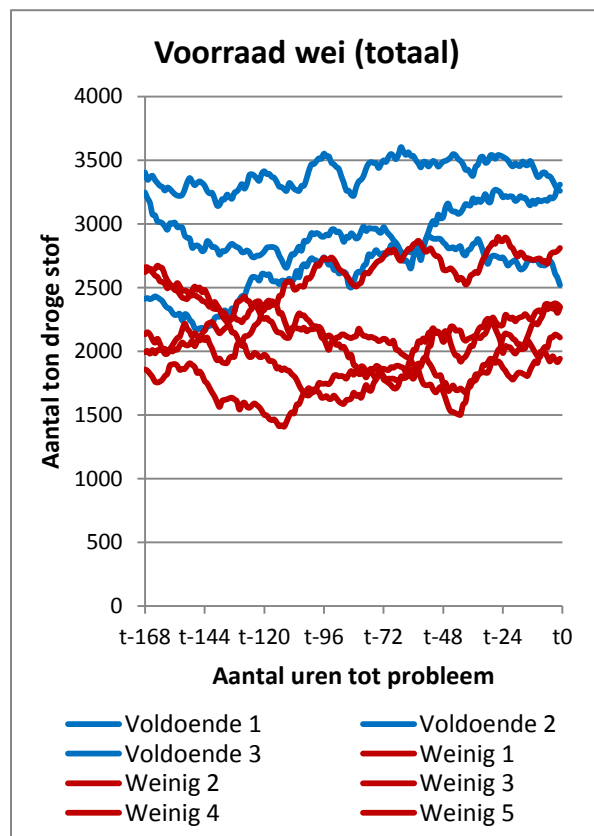
Uit figuur 3.3 leiden we af dat er bij voldoende grondstof meestal meer droge stof aanwezig is in het productieproces dan bij weinig grondstof. Het is echter wel van belang dat de voorraden op een goede manier verdeeld zijn over de tanks. Als de voorraad in de laatste fase voor de oplosstraten hoog is, dan betekent dit niet met zekerheid dat er dan aanvoer is voor de oplosstraten. Zo zouden bijvoorbeeld vijf na-kristallisatietanks gevuld kunnen zijn met weiconcentraat. Als bij geen van deze tanks de standtijd 48 uur is, dan kan er alsnog geen product verder naar de oplosstraten.

Naast de omschreven afstemming tussen productiestappen is ook de productsoort van belang. Om deze reden gaan we in de volgende paragrafen analyseren of de voorraadhoogtes van wei, permeaat en SW-geel afzonderlijk van invloed zijn op een mogelijk grondstoftekort bij de oplosstraten. Ook voor deze producten geldt dat we het aantal ton droge stof meten.

3.4 Voorraad wei

De eerste productstroom waarvan we de voorraadhoogtes analyseren is die van wei. Dit is het enige product dat naar de na-kristallisatietanks gaat. Aangezien het weiconcentraat hier minstens 48 uur moet staan, duurt het proces van wei langer dan dat van permeaat en SW-geel. Uit de data blijkt dat het weiconcentraat vaak ook langer dan 48 uur in de na-kristallisatietanks verblijft. Dit is toegestaan en geen probleem, want dit heeft geen negatieve invloed op het product. In situaties met een grondstoftekort kiezen operators er wel voor om de tanks direct te legen als dit mogelijk is, om zo een langere stilstand van de oplosstraat te voorkomen. Doordat het productieproces van wei meer tijd kost dan dat van permeaat en SW-geel, is er ook meer droge stof van wei voorradig dan van de andere producten. Daarnaast is het aandeel van wei bij de oplosstraten ongeveer 50%, tegenover 30% permeaat en 20%

SW-geel. Deze percentages hebben we verkregen door 23 oktober 2013 tot 12 juni 2014 te analyseren welke producten er in de oplosstraten aanwezig zijn. De aanvoer van wei als grondstof is dus sterk van belang voor de benutting van de oplosstraten, aangezien wei een groot aandeel heeft in de productie hier. We bekijken in deze paragraaf eerst de totale voorraad wei en richten ons daarna op de voorraden per fase.



3.4.1 Totale voorraad wei

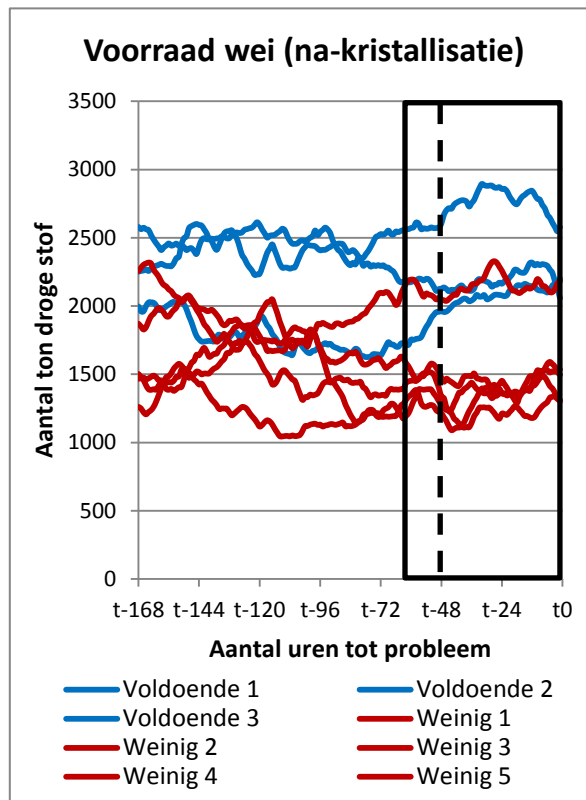
De grafiek met de totale voorraad droge stof van wei (zie figuur 3.4) is wat voorraadverloop betreft vergelijkbaar met figuur 3.3, waarin de totale voorraad droge stof van alle producten is weergegeven. Het aantal ton droge stof is weliswaar van een andere grootte, maar beide grafieken volgen ongeveer hetzelfde patroon wat betreft het aantal ton droge stof gedurende de week van de metingen. Daarom is het interessant om ook te zien hoe de voorraden van wei zijn per productiestap. Hierna volgen de voorraden droge stof van de na-kristallisatietanks, de K1-tanks, de pastatanks en de dunne tanks.

Figuur 3.4 - Totale voorraad wei bij voldoende en bij weinig grondstof

3.4.2 Voorraad na-kristallisatietanks

Voor wei is de na-kristallisatie de productiestap die voor de oplosstraten ligt. De voorraden aan droge stof van deze tanks geven we in figuur 3.5 weer. Hierbij zijn voornamelijk de laatste 48 tot 60 uur voor een probleem van belang, omdat de tijdsduur van het verblijf van weiconcentraat in een na-kristallisatietank binnen deze tijdsperiode valt. Deze 48 tot 60 uur zijn om deze reden omkaderd linksboven in figuur 3.5.

Ook voor de na-kristallisatietanks geldt in de meeste situaties dat er bij voldoende grondstof voor de oplosstraten een hogere voorraad is dan bij weinig grondstof, maar de voorraad hier zegt niet alles. Als er bijvoorbeeld 2000 ton droge stof is met een standtijd van nog maar een paar uur, dan is de situatie anders dan bij dezelfde hoeveelheid droge stof met een standtijd van 48 uur of meer. Het is echter zo dat een na-kristallisatietank vanwege capaciteitsverschil vanuit meerdere K1-tanks gevuld wordt met weiconcentraat. Het is een gebruikelijke keuze voor operators om dan eerst dezelfde na-kristallisatietank te vullen tot een bepaalde hoogte, om daarna over te schakelen naar een andere na-kristallisatietank. De standtijd van de gevulde na-kristallisatietank gaat namelijk pas in als er gestopt wordt met vullen. Uit de ruwe data van Domo Borculo blijkt dat, afhankelijk van de vulhoogte, er altijd minstens acht uur verschil zit tussen de standtijden van twee na elkaar gevulde tanks. In de meeste gevallen is dit verschil echter wel groter. De standtijden van verschillende na-kristallisatietanks zijn dus nooit gelijk aan elkaar.

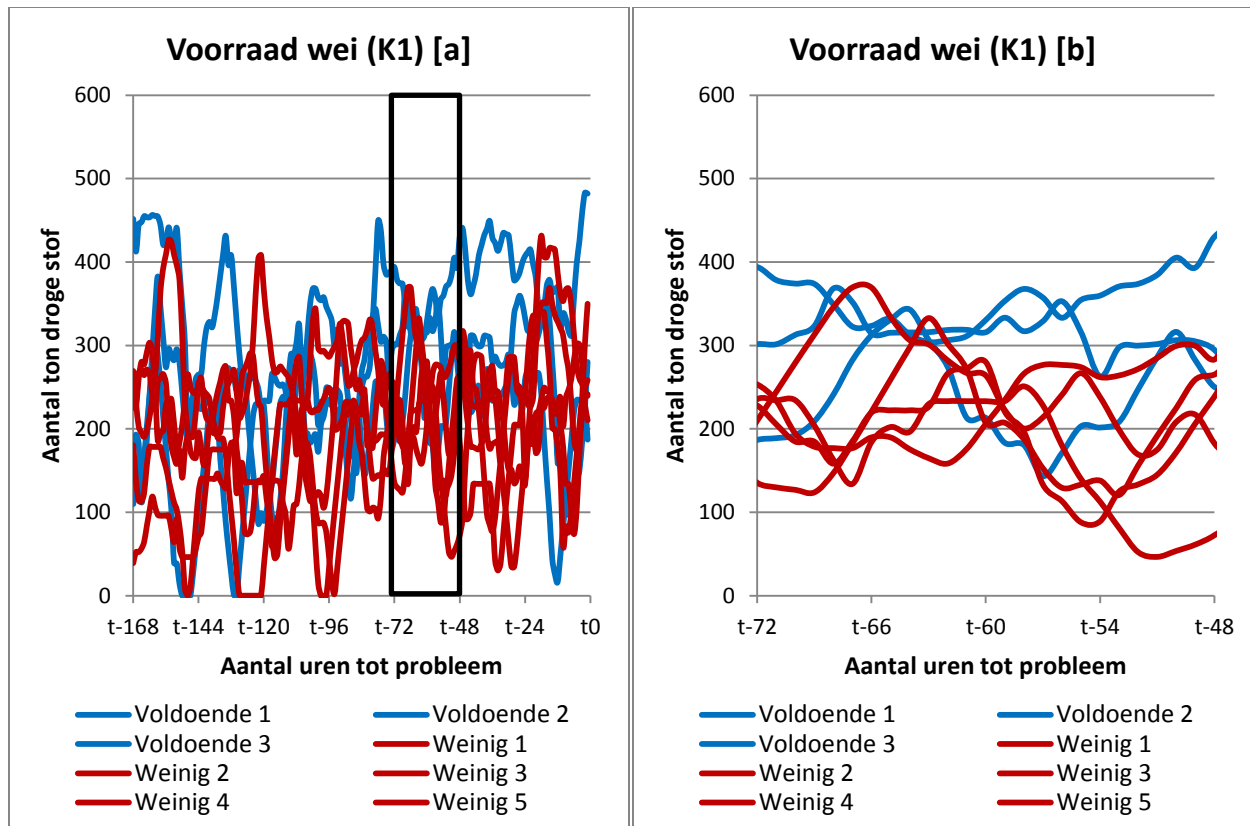


Figuur 3.5 - Voorraad weiconcentraat in na-kristallisatietanks bij voldoende/weinig grondstof

3.4.3 Voorraad K1-tanks

Een stap terug in het productieproces brengt ons bij de K1-tanks, waarbij we kijken naar de voorraad droge stof van het hier aanwezige weiconcentraat. Gezien de na-kristallisatietijd speelt de laatste 48 uur voorafgaand aan een probleem in de K1-fase geen rol, omdat de voorraad bij de K1-tanks ten tijde van het grondstoftekort nog niet bij de oplosstraat kan zijn. De K1-fase duurt voor weiconcentraat 8 tot 12 uur, maar we nemen een ruimere marge gezien de na-kristallisatietijd die tussen de 48 en 60 uur is. In figuur 3.6a staat de voorraad weiconcentraat in de K1-tanks, met daarbij een kader om de 72 tot 48 uur. Vanwege snel stijgende en dalende voorraadstanden, geven we in figuur 3.6b de grafiek weer met alleen het vastgestelde kader.

In dit tijdsvenster is de voorraad weiconcentraat bij voldoende grondstof vaak wel hoger dan bij weinig grondstof, maar dit verschil is kleiner dan in de na-kristallisatiefase. Bovendien geldt voor een van de perioden met voldoende grondstof dat de voorraden van situaties met weinig grondstof vaak hoger liggen. Dit betekent dus dat een wat lagere voorraadstand bij de K1-tanks niet altijd betekent dat er een grondstoftekort optreedt, maar de kans hierop lijkt wel groter.



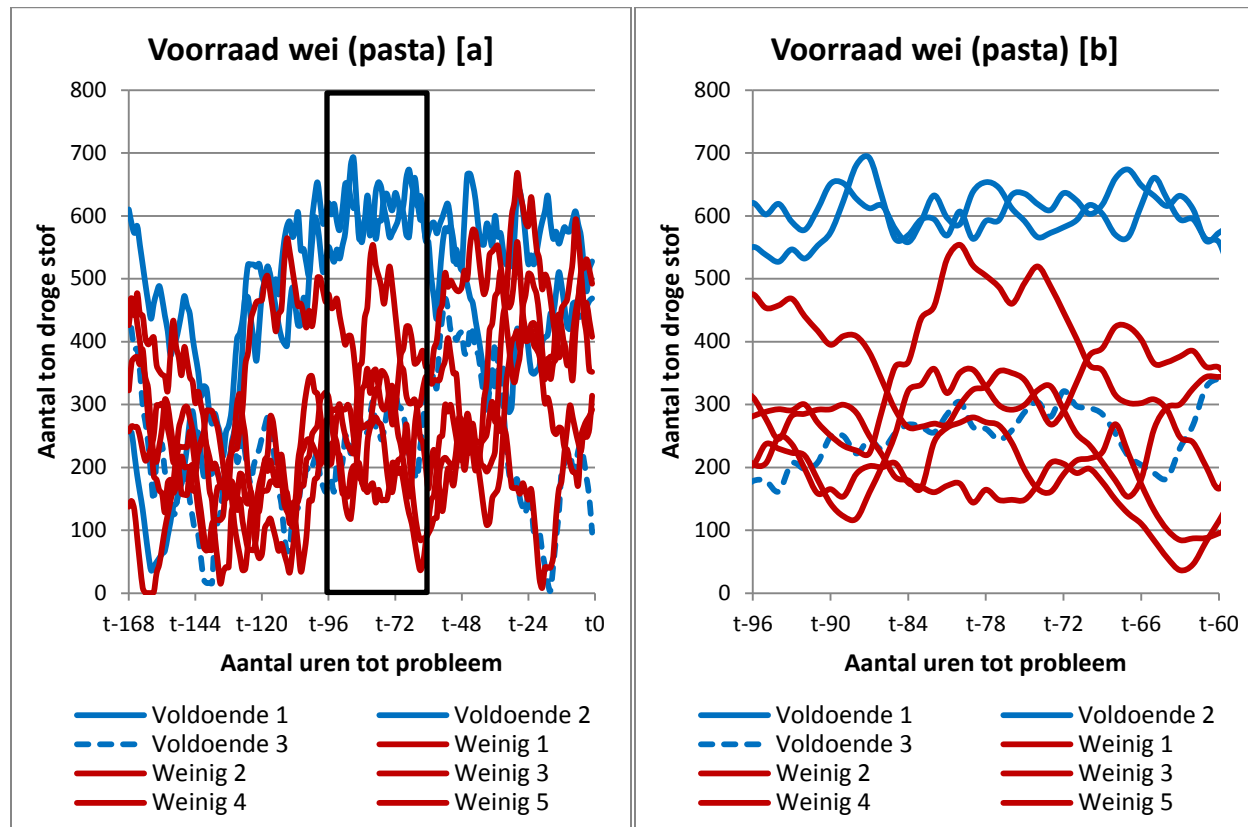
Figuur 3.6 - Voorraad weiconcentraat in K1-tanks bij voldoende/weinig grondstof. Links [a]: periode van 168 tot 0 uur tot aan probleem, rechts [b]: periode van 72 tot 48 uur tot aan probleem.

In figuur 3.6 valt verder op dat de voorraadstand van droge stof in een aantal uren flink kan stijgen, maar ook snel kan dalen. De verklaring hiervoor ligt bij het vullen en legen van de tanks, wat in de K1-fase per tank één tot twee uur kost. Als een tank met bijvoorbeeld 600 ton aan weipasta (inclusief niet-droge bestanddelen) wordt gelegeerd, via de na-indampers, dan kunnen hier binnen een aantal uren 6 of meer K1-tanks mee gevuld worden. Als er gelijktijdig geen K1-tanks gelegeerd worden, dan betekent dit dat de voorraad weiconcentraat in de K1-tanks oploopt. Bij het legen van deze tanks geldt dat het omgekeerde proces in werking treedt, aangezien de inhoud van meerdere K1-tanks nu naar een na-kristallisatietank met een grotere capaciteit gaat. De inhoud van de K1-tank die als eerste naar de na-kristallisatietank gaat, moet het langste wachten voordat de standtijd ingaat. Voor de snelheid van het proces en het voorkomen van grondstofgebrek bij de oplosstraat is een korte wachttijd hier gewenst. Deze wachttijd is te beperken door de K1-tanks direct na elkaar te legen. Hierdoor kan de voorraad in hetzelfde tempo weer snel afnemen, net als bij de voorraadstijging als de tanks gevuld worden. Deze voorraad gaat vanuit de K1-tanks direct naar de na-kristallisatietanks. Als in de eerstgenoemde tanks een daling plaatsvindt, dan is dit dus terug te zien bij de na-kristallisatietanks, hoewel dit ook afhangt van of er een na-kristallisatietank gelegeerd wordt en naar de oplosstraat gaat. Bij de na-kristallisatie gaat het in zijn totaliteit echter wel om een veel grotere voorraad droge stof dan bij de K1-tanks, wat ook te zien is aan de schaalverdeling van de verticale assen van figuur 3.5 en figuur 3.6.

3.4.4 Voorraad pastatanks

De pastatanks zijn de tanks die voorafgaan aan de K1-tanks. Hiertussen zitten nog wel de na-indampers, maar de tijdsduur van dit indampen is klein en verwaarlozen we daarom in de analyse. De verblijftijd van weipasta in een pastatank ligt in vrijwel alle gevallen tussen 10 en 24 uur. Gezien de genomen marge bij

de K1-tanks, rekenen we deze ook door bij de pastatanks. Dit betekent dat we de periode van 96 tot 60 uur voorafgaand aan een probleem analyseren. Figuur 3.7a geeft de voorraad droge stof van weipasta in de pastatanks weer, met een kader om de 96 tot 60 uur. Dit kader is in het figuur 3.7b uitvergroot.



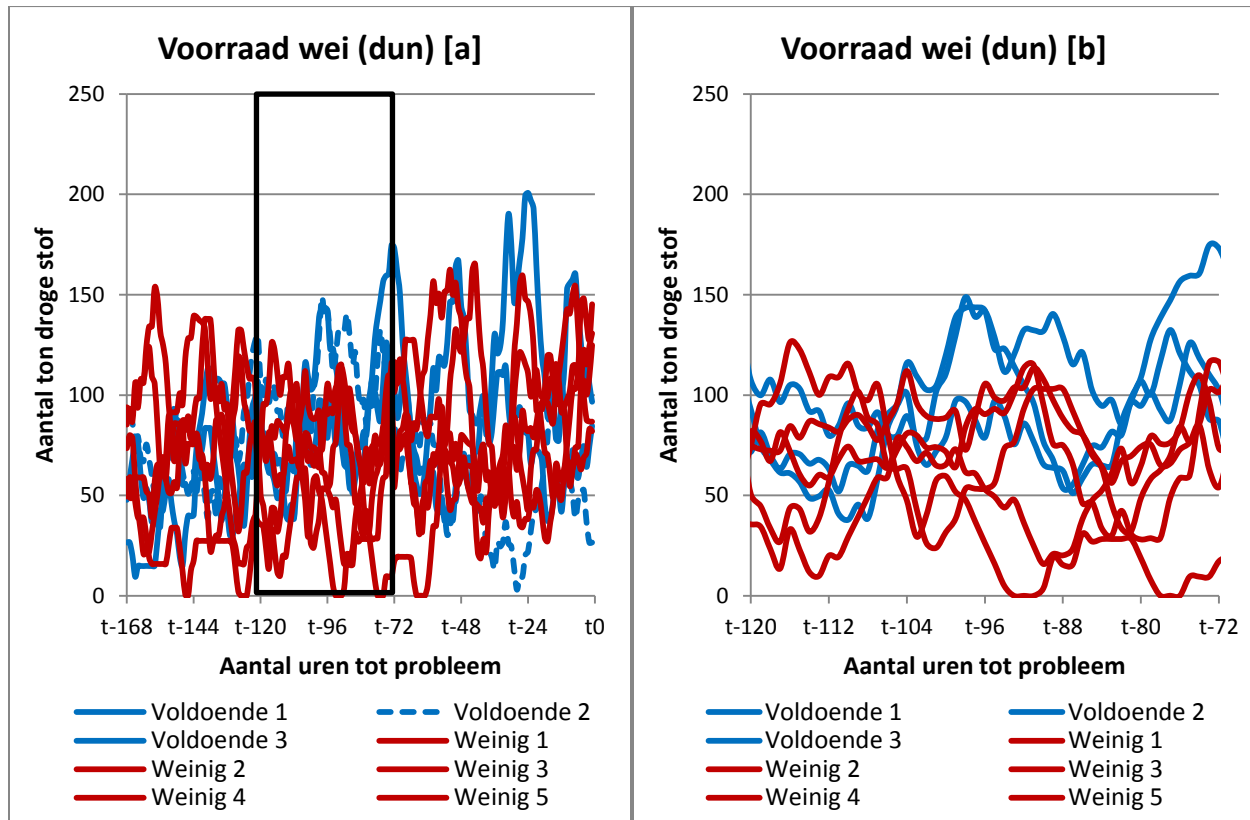
Figuur 3.7 - Voorraad weipasta in pastatanks bij voldoende/weinig grondstof. Links [a]: periode van 168 tot 0 uur tot aan probleem, rechts [b]: periode van 96 tot 60 uur tot aan probleem.

Naast de weipasta die uit de eigen dunne tanks komt, kan er ook weipasta besteld worden van buitenaf. Uit de planning kan volgen dat dit benodigd is, waarop er vooraf al weipasta wordt besteld voor de komende week. Het zou ook kunnen als er een tekort aan dreigt te komen. Als er een bestelling wordt gedaan, dan betekent dit niet per definitie dat een levering ook daadwerkelijk mogelijk is. Dit is te verklaren door de centrale verdeling van weipasta, waarbij een grotere vraag dan aanbod kan ontstaan. In een dergelijke situatie ontvangen locaties zoals Domo Borchloo mogelijk niet de gewenste hoeveelheid. We moeten er bij deze tanks echter wel rekening mee houden dat er ook een ingaande stroom is die niet uit het eigen proces komt, dus een voorraadstijging hoeft niet altijd te betekenen dat er vanuit de tanks met dunne wei, via de voor-indampers, aanvoer is.

Het verschil tussen situaties met voldoende en weinig grondstof aan het begin en aan het einde van de periode is niet groot. In het omkaderde gedeelte en ook in de uren ervoor en erna is er echter wel een verschil, met uitzondering van de voorraad weipasta bij voldoende 3. Hier is het aantal ton droge stof gedurende de periode van 96 tot 60 uur gemiddeld gezien 300 ton lager dan bij voldoende 1 en 2, en vergelijkbaar met de situaties met weinig grondstof. Dit betekent dus dat de oplosstraten alsnog zouden kunnen produceren bij een lage voorraad droge stof in de weipastatanks. In hoofdstuk 4 komen we er bij de beantwoording van de derde deelvraag op terug hoe het mogelijk is dat er dan toch voldoende grondstof aanwezig is bij de oplosstraat.

3.4.5 Voorraad dunne tanks

Na de na-kristallisatietanks, K1-tanks en pastatanks is de volgende stap terug naar de dunne tanks, de eerste fase van het productieproces. Hier komt de dunne wei binnen, die via de voor-indampers naar de pastatanks gaan. Ook voor deze indampers geldt dat dit weinig tijd kost en dit te verwaarlozen is bij de analyse. De verblijftijd van dunne wei in de dunne tanks is soms maar een aantal uren en is niet vaak meer dan 20 uur. De eerder genomen marges nemen we ook mee bij het vaststellen van de te analyseren periode bij de dunne tanks. Deze stellen we vast op de 120 tot 72 uur voorafgaand aan een probleem. Figuur 3.8a toont opnieuw de gehele week, waarbij de genoemde periode omkaderd is. In figuur 3.8b staan alleen de voorraden droge stof gedurende dit tijdsvenster.



Figuur 3.8 - Voorraad dunne wei in dunne tanks bij voldoende/weinig grondstof. Links [a]: periode van 168 tot 0 uur tot aan probleem, rechts [b]: periode van 120 tot 72 uur tot aan probleem.

Voor de dunne tanks geldt dat het bij de aanvoer van dunne wei slechts een kleine hoeveelheid droge stof betreft. Een vrachtwagen met dunne wei levert slechts een paar ton droge stof, dus dit is uiteindelijk ook slechts een klein aandeel van het totaal in de oplosstraten. Het legen van een tank is vaak terug te zien aan een relatief gezien sterke voorraaddaling, tenzij er op hetzelfde moment veel vrachtwagens aankomen die vullen in een van de tanks. Figuur 3.8 laat ook zien dat er sprake is van sterke voorraadfluctuaties.

In figuur 3.8b is zichtbaar dat er voornamelijk in het tweede gedeelte van de gekozen periode hogere voorraadstanden zijn bij voldoende grondstof dan bij weinig grondstof. Een lagere voorraadstand lijkt echter geen indicatie voor een dreigend grondstoftekort, als we ook kijken naar figuur 3.8a. Voor voldoende 2 geldt namelijk dat er bijna geen voorraad dunne wei meer is ter hoogte van -28 uur. Er ontstaat echter geen grondstoftekort bij de oplosstraat als we in de data 72 tot 120 uur verder kijken.

Bovendien kan een lage voorraadstand van dunne wei en minder aanvoer voor de pastatanks betekenen dat er meer weipasta is of wordt besteld. Dankzij deze extra ingaande stroom bij de pastatanks is het lastig om conclusies te trekken uit de voorraden dunne wei.

3.4.6 Conclusie

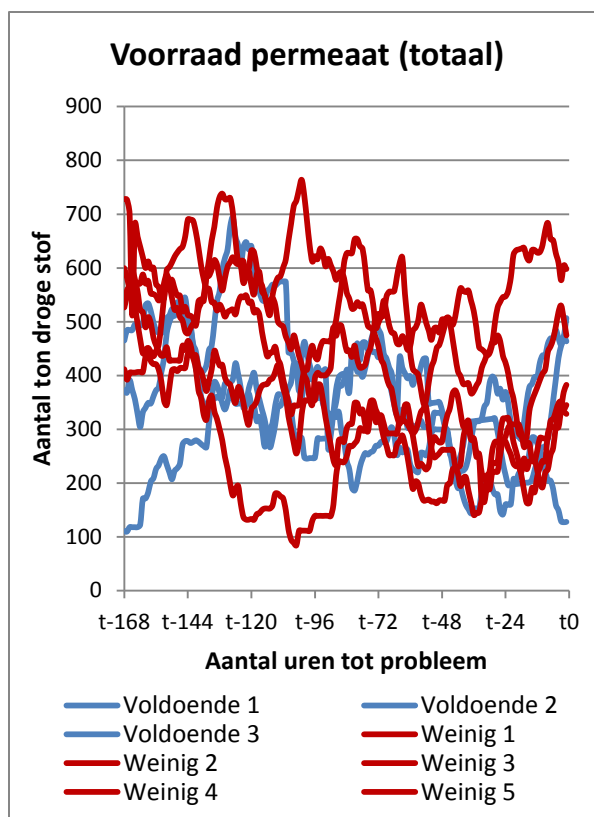
Voor zowel de totale voorraad wei als de voorraad wei per fase geldt dat we bij voldoende grondstof gemiddeld genomen hogere voorraadstanden constateren dan bij weinig grondstof. De hoeveelheid droge stof van wei bij voldoende grondstof ligt echter ook regelmatig onder die van weinig grondstof. Hieruit concluderen we dat de voorraden bij wei niet allesbepalend zijn voor het wel of niet ontstaan van een grondstoftekort. Daarnaast moeten we er bij voorraden ook rekening mee houden hoe lang een product al in de tank verblijft. Bij de na-kristallisatie geldt namelijk een minimale standtijd van 48 uur. Verder kunnen voorraden in korte tijd veel stijgen en dalen, voornamelijk bij de K1-tanks. De oorzaak hiervan ligt bij de kleinere capaciteit van deze tanks. Bovendien geldt dat het snel vullen van een tank gewenst kan zijn om zo minder tijd te verliezen. Zo geldt voor de na-kristallisatietanks dat het eerst gevulde product moet wachten totdat op een bepaalde vulhoogte gestopt wordt met vullen. Hierna begint de standtijd van 48 uur te lopen. Door direct na elkaar de kleinere K1-tanks te legen en daarmee een na-kristallisatietank te vullen, gaat er minder tijd verloren. Daarnaast kunnen na-kristallisatietanks, maar ook de andere tanks, tot een verschillende hoogte gevuld worden, omdat het niet noodzakelijk is dat deze tanks volledig gevuld zijn. Voor de pastatanks en dunne tanks geldt dat er ook ingaande stromen van buitenaf komen, maar ook voor deze fasen geldt dat een relatief lage voorraadstand niet per definitie problemen veroorzaakt bij de oplosstraat.

3.5 Voorraad permeaat

De tweede van drie productstromen waarvoor we de totale voorraad en de voorraadstanden per productiestap bekijken, is permeaat. Hiervoor geldt dat de aanvoer van de oplosstraat vanuit de K1-tanks komt, omdat permeaat geen na-kristallisatie ondergaat. Deze paragraaf is verder op dezelfde manier opgebouwd als paragraaf 3.4. We beginnen dus met een blik op de totale voorraad droge stof van permeaat voor de situaties met voldoende en met weinig grondstof.

3.5.1 Totale voorraad permeaat

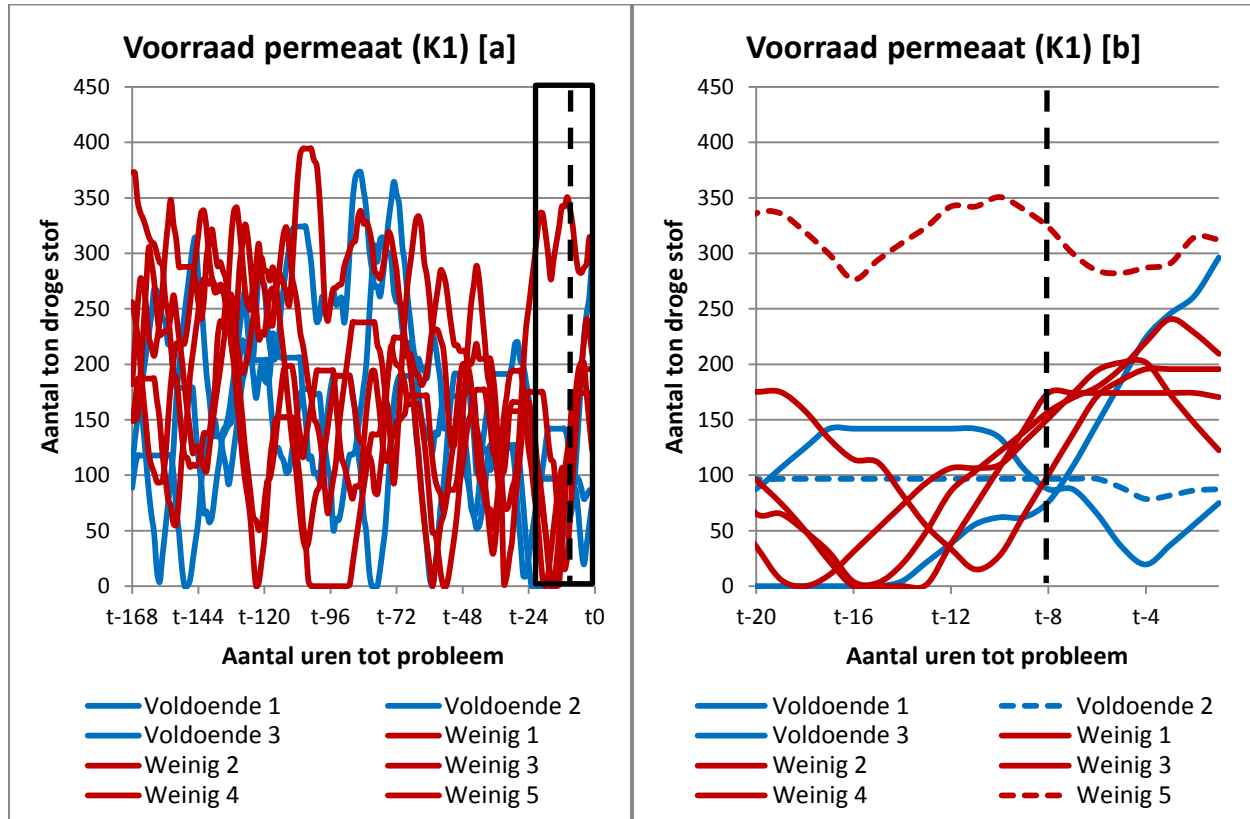
De grafiek met de totale voorraad droge stof van permeaat (zie figuur 3.9) vertoont een ander patroon dan dat van de wei. Voor dit product geldt namelijk dat de voorraden bij voldoende grondstof niet hoger liggen dan bij weinig grondstof. Er geldt zelfs met een klein verschil het omgekeerde. De hoeveelheid droge stof die zich in deze productstroom bevindt, is vanwege het ontbreken van na-kristallisatie ook behoorlijk lager dan bij wei. In het vervolg van deze paragraaf bekijken we wat de voorraden per fase zijn.



Figuur 3.9 - Totale voorraad permeaat bij voldoende en bij weinig grondstof

3.5.2 Voorraad K1-tanks

Voorafgaand aan de oplosstraten bevinden zich voor permeaatconcentraat de K1-tanks. Het product zou er genoeg aan hebben om hier ongeveer acht uur te verblijven. In sommige situaties blijft het permeaatconcentraat echter langer staan, oplopend tot 20 uur. Dit gebeurt als er bij geen van de twee oplosstraten permeaat wordt verwerkt. Het permeaatconcentraat uit de K1-tanks kan daar dan nog niet naartoe, dus dan verblijft het langer in de K1-tanks. In figuur 3.10a zijn deze 8 en 20 uur aangegeven, terwijl in figuur 3.10b alleen de laatste twintig uur van K1 te zien is met een stippellijn bij acht uur.



Figuur 3.10 - Voorraad permeaatconcentraat in K1-tanks bij voldoende/weinig grondstof. Links [a]: periode van 168 tot 0 uur tot aan probleem, rechts [b]: periode van 20 tot 0 uur tot aan probleem.

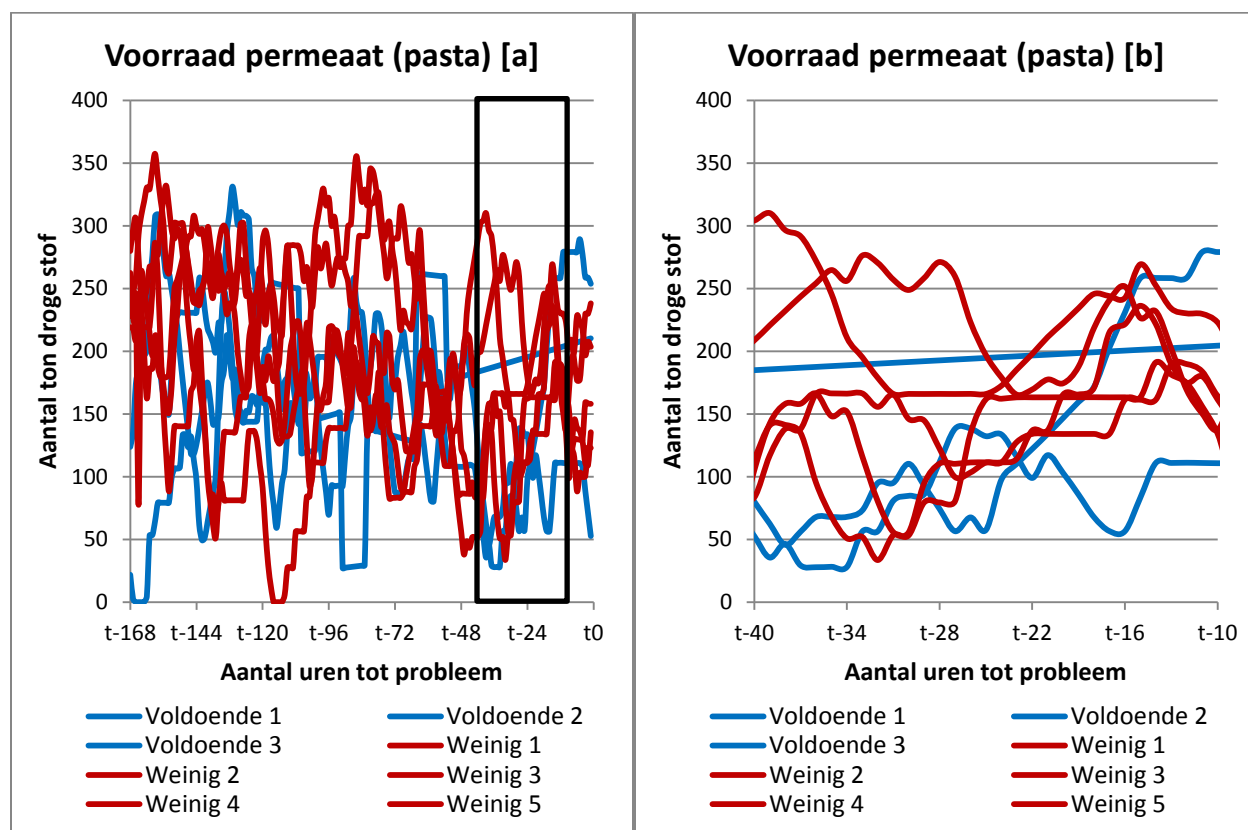
In figuur 3.10b zien we terug dat de verblijfsduur van permeaatconcentraat kan oplopen. Voor voldoende 2 is de voorraad in de K1-tanks gedurende vijftien uur (van 20 tot 5 uur) exact even hoog. Uit de data van de oplosstraat blijkt dat de oplosstraten in deze periode gebruikt worden voor wei en SW-geel. Het permeaatconcentraat in de K1-tanks wacht dan totdat een van de oplosstraten overgaat op het bewerken van permeaat. Als er, zoals in de genoemde 15 uur, ook geen permeaatconcentraat in een K1-tank wordt gevuld, dan blijft deze voorraad op dezelfde hoogte.

Verder kunnen we uit deze grafiek concluderen dat de voorraadhoogte van permeaatconcentraat in de K1-tanks weinig zegt. Er kan een lage of zelfs geen voorraad zijn, maar dit hoeft niet te leiden tot een gebrek aan aanvoer bij de oplosstraten. Als beide oplosstraten in gebruik zijn, maar als hier op dat moment geen permeaat wordt bewerkt, dan zal het permeaatconcentraat in de K1-tanks moeten wachten totdat er bij een van de oplosstraten over wordt gegaan op het bewerken van permeaat. Wat ook opvalt in figuur 3.10b is de voorraadhoogte van weinig 5, die ver boven de rest uitsteekt. Op dat moment wordt er in een van de oplosstraten permeaat bewerkt. Dit permeaatconcentraat gaat dus

rechtstreeks door naar de oplosstraten, terwijl er ondertussen ook nog K1-tanks gevuld worden. Hierdoor blijft de voorraad in deze situatie hoog.

3.5.3 Voorraad pastatanks

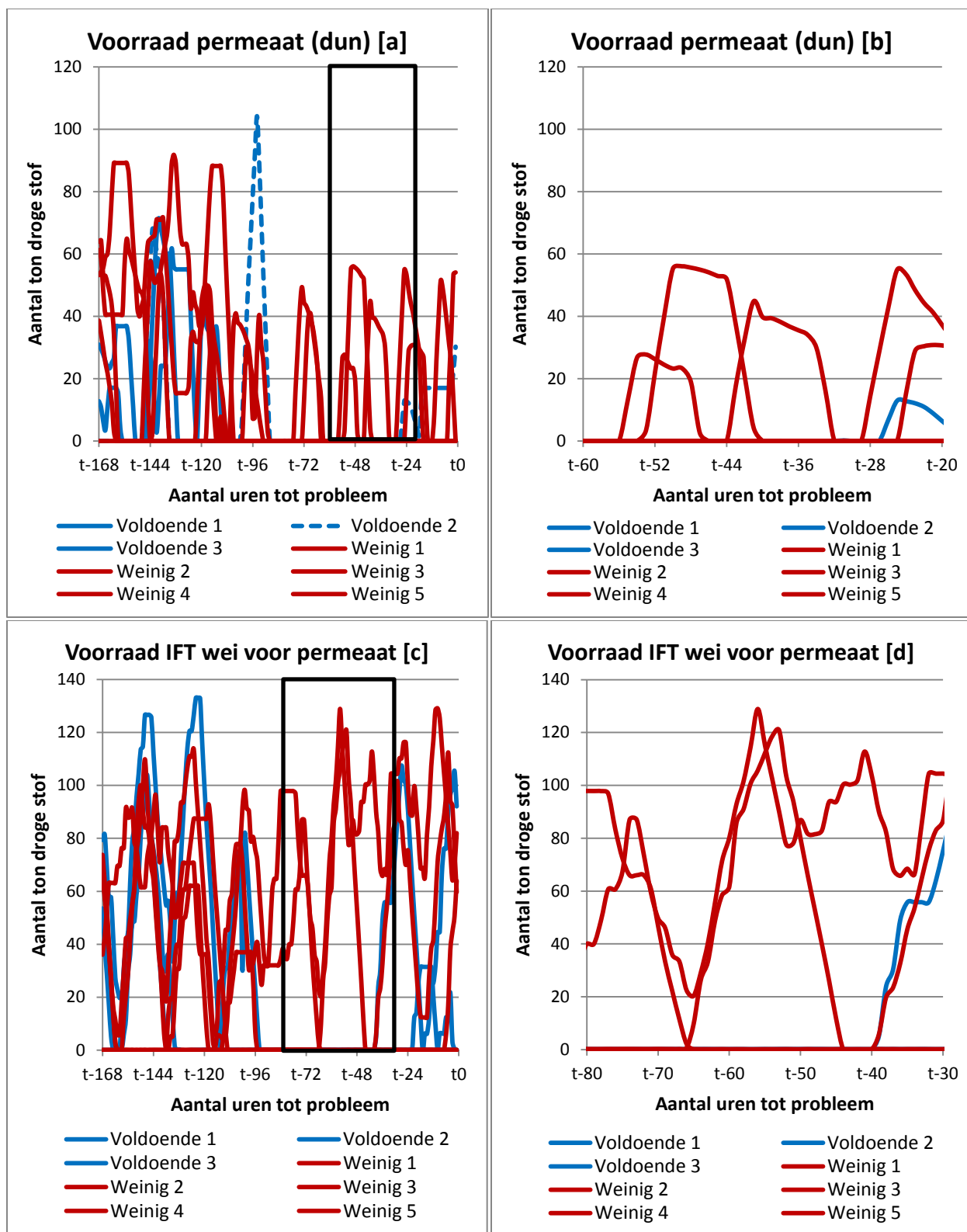
De behandelde K1-tanks worden gevuld met de pasta's die uit de pastatanks komen. Dit gaat nog wel via de na-indampers, maar net als bij de weipasta is de tijdsduur hiervan ook voor permeaatpasta klein en daarom nemen we deze niet mee in de analyse. Permeaatpasta verblijft net als de andere pasta's 10 tot 24 uur in de pastatank. Met in het achterhoofd de gekozen marge bij de K1-tanks, richten we ons op de periode van 40 tot 10 uur voorafgaand aan een probleem. In figuur 3.11a staat de voorraad droge stof van permeaatpasta in de pastatanks, met een kader om de 40 tot 10 uur. Figuur 3.11b geeft deze 30 uur vergroot weer.



Figuur 3.11 - Voorraad permeaatpasta in pastatanks bij voldoende/weinig grondstof. Links [a]: periode van 168 tot 0 uur tot aan probleem, rechts [b]: periode van 40 tot 10 uur tot aan probleem.

Voor permeaatpasta geldt dat dit op twee manieren in een pastatank kan komen. De eerste manier is vanuit de eigen productie, in de vorm van ingedampte dunne permeaat. Daarnaast kan permeaatpasta ook van buitenaf aangeleverd worden. Een voorraadstijging kan dus veroorzaakt worden door een levering permeaatpasta van buitenaf of door de interne aanvoer van permeaat.

De voorraden permeaatpasta in figuur 3.11a wijken per situatie van elkaar af, maar hierbij zien we geen verschillen tussen voldoende en weinig grondstof. In beide situaties kan de voorraad hoog of laag zijn en daarnaast ook snel stijgen of dalen. De tanks waar permeaatpasta in gevuld kan worden, zijn ook beschikbaar voor SW-geelpasta. Meestal zijn in ongeveer de helft van de tanks permeaatpasta, dus het vullen of legen van een van deze tanks heeft grote invloed op de voorraadstand. Ook in het tijdsvenster



Figuur 3.12 (boven) - Voorraad dunne permeaat in dunne tanks bij voldoende/weinig grondstof. Links [a]: periode van 168 tot 0 uur tot aan probleem, rechts [b]: periode van 60 tot 20 uur tot aan probleem. Figuur 3.12 (onder) - Voorraad IFT wei in dunne tanks bij voldoende/weinig grondstof. Links [c]: periode van 168 tot 0 uur tot aan probleem, rechts [d]: periode van 80 tot 30 uur tot aan probleem.

van 40 tot 10 uur (zie figuur 3.11b) zien we geen verschillen tussen situaties met voldoende en met weinig grondstof. Zowel lage als hoge voorraadstanden kunnen leiden tot een grondstoftekort.

Waar bij de K1-tanks het hoge aantal ton droge stof van weinig 5 opviel, zien we dit voor weinig 5 bij de pastatanks niet terug. Hoge voorraden in een bepaalde fase hoeven ook niet te betekenen dat de voorraden in voorliggende fasen hoog zijn. Voorraden zijn namelijk afhankelijk van de hoeveelheid droge stof die bij een fase binnenkomt en de hoeveelheid die er bij een fase uitgaat. Een voorraad in de K1-tanks kan dus naar een grote hoogte stijgen als er veel droge stof vanuit de pastatanks binnenkomt. De voorraad in de pastatanks kan dan stabiel blijven als hier een ongeveer gelijke hoeveelheid droge stof binnenkomt, of dalen als er minder droge stof binnenkomt dan dat er uitgaat.

3.5.4 Voorraad dunne tanks

Voor permeaat geldt dat er voor de pastatanks nog twee stappen zijn, allebei behorend bij de dunne tanks. Deze twee producten zijn IFT wei en dunne permeaat. Laatstgenoemde ontstaat bij de ultrafiltratie van IFT wei. We zien dit wel als twee afzonderlijke producten, die wel allebei tot de dunne varianten behoren. Voor beide geldt dat ze meestal ongeveer tien uur in een tank staan, maar dit kan ook minder zijn of oplopen tot 20 uur. Deze tijd kan oplopen als er geen ruimte is in opvolgende tanks of in het geval van IFT wei dat er geen ultrafiltratie gedaan wordt. Figuur 3.12a geeft de voorraad aan droge stof van dunne permeaat weer. Figuur 3.12b brengt het kader om 60 tot 20 uur voorafgaand aan een probleem in beeld. Vervolgens geeft figuur 3.12c de voorraden van IFT wei weer, met een kader om 80 tot 30 uur. Figuur 3.12d bevat enkel deze periode.

Er zijn bij Domo Borculo een aantal tanks beschikbaar voor dunne permeaat, maar dit aantal is lager dan bij latere productiestappen. Als deze allemaal gevuld zijn, is de maximale hoeveelheid droge stof voor dit product bereikt. Deze voorraadstand ligt voor dunne permeaat op ongeveer 110 ton en wordt in een aantal gevallen benaderd (zie figuur 3.12a), maar binnen vijf uur kunnen beide tanks geleegd zijn. De voorraad is dan weer 0, zoals ook bij voldoende 2 gebeurt bij ongeveer 96 uur voor het probleem. In de gehele periode, maar ook zeker in het omkaderde tijdsvenster, valt op dat de voorraad vaak 0 is of een andere lage waarde heeft. Alleen bij ultrafiltratie van IFT wei worden deze tanks gevuld, dus de lage voorraadstanden maken duidelijk dat er op die momenten geen ultrafiltratie is. De locatieplanners plannen deze ultrafiltratie in, dus het leeg houden van deze tanks is een bewuste keuze en hangt bovendien af van de beschikbaarheid van IFT wei, die benodigd is voor de ultrafiltratie. Als deze niet beschikbaar is, bewust of onbewust, dan kunnen deze tanks ook niet gevuld worden met dunne permeaat.

Uit de grafieken met de voorraden IFT wei (zie figuur 3.12c en figuur 3.12d) volgt wel dat er lang niet altijd IFT wei beschikbaar is, ofwel dat er op veel momenten geen voorraad is. Er kan dan ook geen ultrafiltratie plaatsvinden. Verder valt op dat er in de tijdsperiode van 80 tot 30 uur vier perioden zijn waarop er in deze 50 uur helemaal geen voorraad aanwezig is. Dit betekent echter niet dat de gehele permeaatstroom ook zo lang stil ligt, want er kan ook externe aanvoer zijn voor de pastatanks.

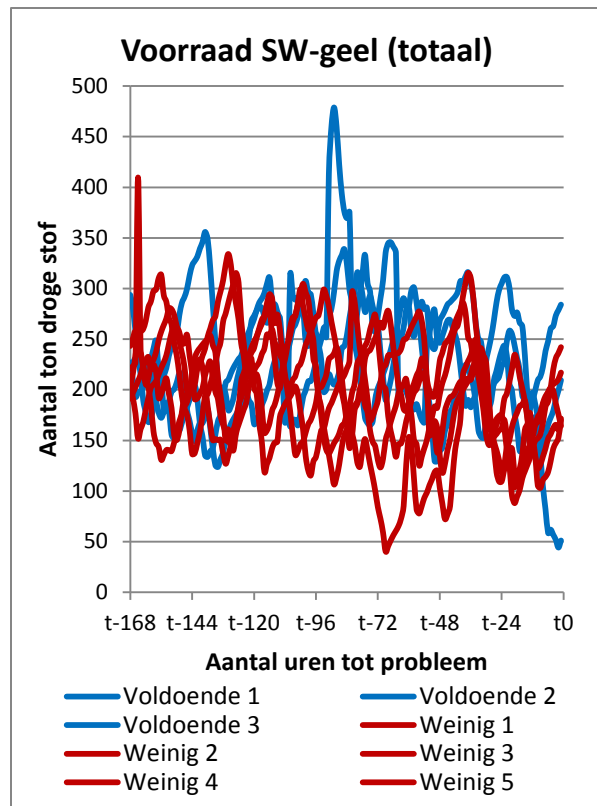
3.5.5 Conclusie

Als we de totale voorraad permeaat vergelijken met die van wei, dan zien we grote verschillen in voorraadhoogte. De oorzaken hiervan liggen bij het ontbreken van na-kristallisatie en de kleinere hoeveelheid aangevoerde permeaat, waardoor het ook een kleiner aandeel heeft in de oplosstraat. Daarnaast valt op dat voorraden snel kunnen stijgen of dalen, vooral in de beginfase van het proces, bij de tanks met IFT wei en dunne permeaat. Voor deze tankgroepen zijn relatief weinig tanks beschikbaar ten opzichte van later in het productieproces, waardoor het vullen of legen van een van beide tanks een

grote invloed heeft op de voorraadstand. Wat betreft de verschillen tussen situaties met voldoende en met weinig grondstof valt op dat deze hier niet aanwezig zijn, terwijl dit bij wei wel het geval was. In geen van de fasen zien we terug dat er bij voldoende grondstof meer voorraad is dan bij weinig grondstof en vaak geldt nog eerder het omgekeerde. Dit heeft echter ook te maken met de bezetting van de oplosstraten. Als dit permeaat is of zou moeten zijn, dan zou dit te zien kunnen zijn aan een dalende voorraad bij de K1-tanks. Als er op hetzelfde moment echter ook gevuld wordt in andere K1-tanks, dan is dat niet waarneembaar in de voorraadstanden.

3.6 Voorraad SW-geel

De resterende productstroom voor analyse van de totale voorraad en de voorraadstanden per productiestap, is SW-geel. Net als bij permeaat komt de aanvoer van de oplosstraat hier vanuit de K1-



tanks. Wat het controleren van de SW-geelstroom bemoeilijkt, is dat er vanuit de oplosstraten producten afgevoerd worden naar de tanks met dunne SW-geel. De opbouw van deze paragraaf vergelijkbaar met de vorige, waarin we dus eerst de totale voorraad SW-geel bekijken voor de situaties met voldoende en met weinig grondstof.

3.6.1 Totale voorraad SW-geel

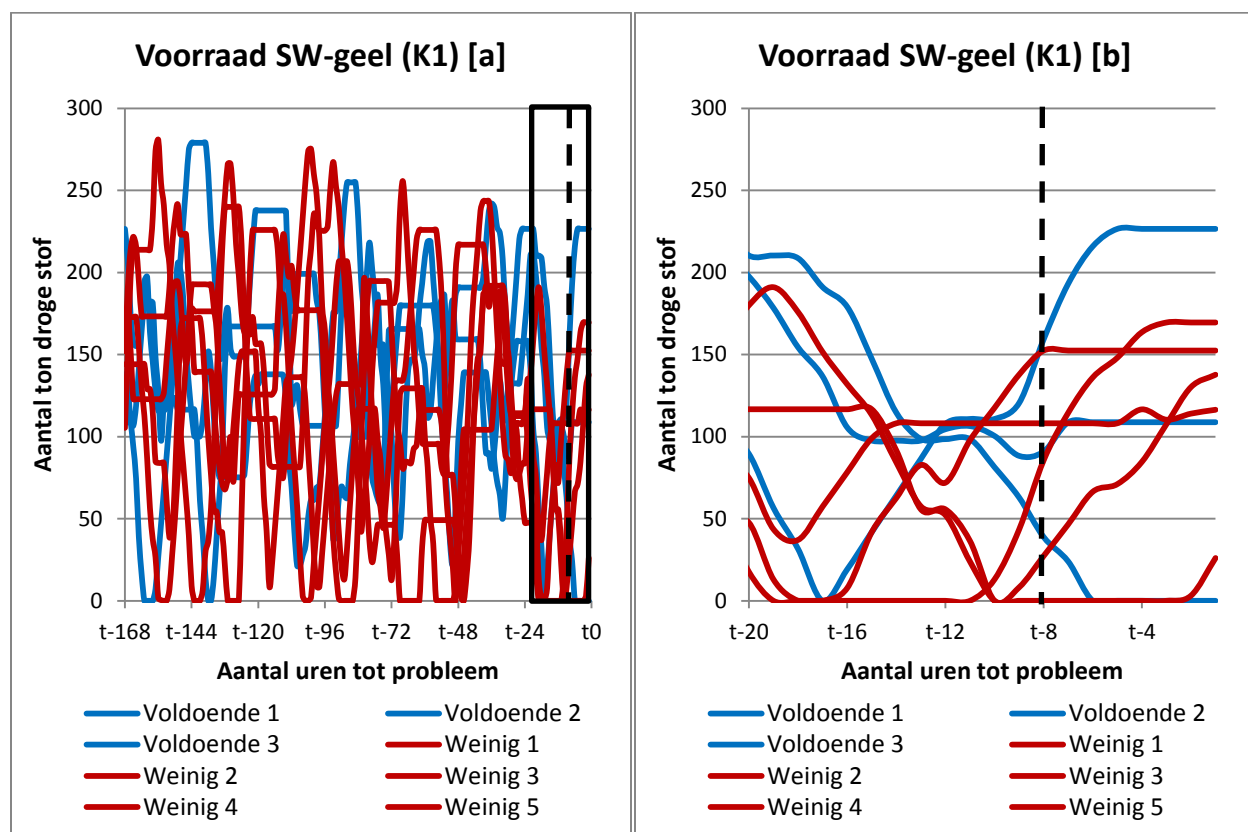
Voor de totale voorraad droge stof van SW-geel (zie figuur 3.13) geldt dat er gedurende de 168 uur wel perioden zijn waarop er meer voorraad is in de situaties met voldoende grondstof. Het betreft hier voornamelijk de laatste honderd uren voor de oplosstraten. Het verschil is dan echter niet groot en de hoeveelheid droge stof in deze productstroom is bovendien relatief klein ten opzichte van wei, maar ook ten opzichte van permeaat. Voor SW-geel geldt ook dat het aandeel hiervan in de oplosstraten het kleinste is. De voorraden per fase bekijken we in het vervolg van deze paragraaf.

Figuur 3.13 - Totale voorraad SW-geel bij voldoende en bij weinig grondstof

3.6.2 Voorraad K1-tanks

Voor SW-geel komt het product dat de oplosstraten in gaat uit de K1-tanks, waar het SW-geelconcentraat heet. Wat de verblijfsduur in deze tanks betreft, geldt hetzelfde als voor het permeaatconcentraat in de K1-tanks. Het product heeft er genoeg aan om hier binnen 8 uur door te stromen naar een van de oplosstraten, maar dit duurt op sommige momenten tot 20 uur. Dit gebeurt als er op dat moment bij beide oplosstraten een ander product dan SW-geel wordt verwerkt. Het SW-geelconcentraat uit de K1-tanks kan dan nog niet naar de oplosstraten, waarop het in de K1-tanks wacht totdat dit wel kan. Figuur 3.14a geeft deze 8 en 20 uur aan met een kader, terwijl in figuur 3.14b alleen de laatste twintig uur van de K1-fase zichtbaar is.

In figuur 3.14a valt op dat voorraden vaker dan bij weiconcentraat (zie figuur 3.6a) en permeaatconcentraat (zie figuur 3.10a) tot een bepaald aantal ton droge stof stijgen, een aantal uren blijven staan en vervolgens geleegd worden. Dit verschil komt tot stand doordat er uiteindelijk minder SW-geelconcentraat beschikbaar is voor de oplosstraat. Het is dan toereikend om pas na het legen van tanks met SW-geelconcentraat weer te beginnen met vullen van dezelfde of andere K1-tanks. Zeker bij weiconcentraat is deze tijd er niet en worden tanks doorlopend gevuld, ook als andere tanks nog geleegd worden. Bij permeaatconcentraat gebeurde dit ook al wel, zoals ook toegelicht in paragraaf 3.5.2, maar in mindere mate. In figuur 3.14a zien we voor SW-geelconcentraat een patroon terug waar met regelmaat voorraden op dezelfde hoogte blijven voor meerdere uren. Op deze horizontale stukken moet het SW-geelconcentraat wachten totdat men in een van de oplosstraten overgaat op de bewerking van SW-geel.



Figuur 3.14 - Voorraad SW-geelconcentraat in K1-tanks bij voldoende/weinig grondstof. Links [a]: periode van 168 tot 0 uur tot aan probleem, rechts [b]: periode van 20 tot 0 uur tot aan probleem.

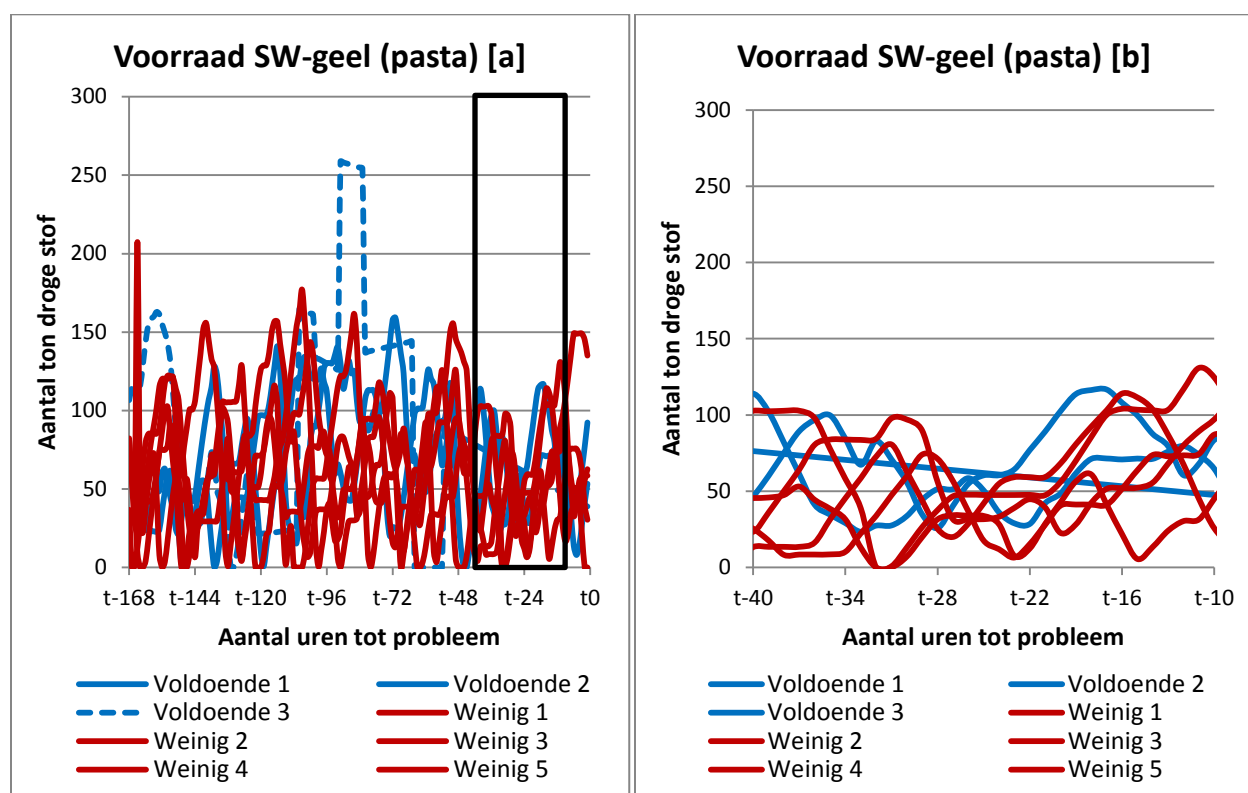
Figuur 3.14b geeft ongeveer hetzelfde beeld als figuur 3.10b van permeaatconcentraat, maar hier geldt voor meer situaties dat de voorraden gedurende langere tijd niet veranderen. Hier wacht het SW-geelconcentraat in de K1-tanks dus totdat een van de oplosstraten overgaat op het bewerken van SW-geel. De voorraad zou op een dergelijk moment nog wel kunnen stijgen, als er dan SW-geelconcentraat naar de K1-tanks toe wordt gevoerd.

3.6.3 Voorraad pastatanks

De fase die voorafgaat aan de K1-tanks is de plek waar SW-geel in de vorm van pasta wordt opgeslagen. Dit product gaat via de na-indampers naar de K1-tanks, maar net als bij de andere twee productstromen is de tijdsduur van het indampen te klein om mee te nemen in de analyse. Ook SW-geelpasta verblijft 10

tot 24 uur in de pastatank. We kiezen daarom dezelfde periode als bij de analyse van permeaatpasta, dus van 40 tot 10 uur voorafgaand aan een probleem. Figuur 3.15a geeft de voorraad droge stof van permeaatpasta weer, waarin een kader is geplaatst om de -40 tot -10 uur, die in figuur 3.15b vergroot is weergegeven.

Wat in figuur 3.15a direct opvalt is de enorme voorraadstijging van voldoende 3 ongeveer halverwege de week. Bovendien is dit geen geleidelijke toename, maar een directe stijging van ruim honderd ton droge stof. Als we in de data terugzoeken naar deze periode, zien we dat er op dit moment een tank gevuld met permeaatpasta verder gaat als SW-geelpasta. Later wordt deze tank opeens als leeg aangemerkt, waardoor de voorraad ook weer snel daalt. Deze uitschieter zien we in figuur 3.13 bij de totale voorraad SW-geel ook terug. Deze benoemde onnauwkeurigheid in de data zien we als een fout in de data en komt verder nergens terug. We zien dit dus niet als een probleem voor deze analyse, ook omdat het zich niet voordoet in de gekozen tijdspanne.



Figuur 3.15 - Voorraad SW-geelpasta in pastatanks bij voldoende/weinig grondstof. Links [a]: periode van 168 tot 0 uur tot aan probleem, rechts [b]: periode van 40 tot 10 uur tot aan probleem.

Figuur 3.15b geeft een beeld van voorraden die redelijk dicht bij elkaar liggen, zonder grote uitschieters. Hierbij is er geen verschil waarneembaar tussen situaties met voldoende en met weinig grondstof. Een grondstoftekort is dus niet af te leiden uit deze voorraadstanden.

3.6.4 Voorraad dunne tanks

Uit de data blijkt dat er altijd maar weinig dunne SW-geel voorradig is. In de acht geanalyseerde perioden komt het aantal ton droge stof dat hier aanwezig is nooit boven de 40 ton uit. Dit is slechts een heel klein aandeel van de verwerkte droge stof bij Domo Borsculo. Daarnaast is er sprake van een aanvoerstroam vanuit het eigen productieproces, die afhangt van de productie bij de oplosstraten, wat

het controleren van deze voorraadstanden extra bemoeilijkt. Bovendien blijkt uit de data dat de voorraden dunne SW-geel erg snel stijgen en dalen. Om deze redenen achten we een uitgebreide analyse van de voorraad dunne SW-geel niet nodig.

3.6.5 Conclusie

SW-geel is het product met het kleinste aandeel in de oplosstraten en dit is ook terug te zien aan de voorraadstanden, die nog lager liggen dan bij permeaat. Bij SW-geel zien we in geen van de fasen verschillen tussen situaties met voldoende en met weinig grondstof, net als bij permeaat. Het aantal ton aanwezige SW-geel neemt richting het begin van het proces steeds verder af en is in de dunne fase zelfs zo klein dat een verdere analyse hier niet meer zinvol is. Hier komt bij dat een deel van het product voortkomt uit het eigen productieproces, waardoor controle over de SW-geelstroom extra lastig is.

3.7 Conclusie

Ter afsluiting van hoofdstuk 3 beantwoorden we met behulp van de informatie uit de voorgaande paragrafen de volgende deelvraag:

Welke verschillen in hoeveelheid droge stof in de verschillende processtappen zijn er tussen situaties met weinig en met voldoende grondstof voor de oplosstraten bij Domo Borculo?

In dit hoofdstuk bekeken we voor de drie productstromen (wei, permeaat en SW-geel) wat de voorraadstanden aan droge stof zijn in meerdere situaties met weinig en met voldoende aanvoer bij de oplosstraten. We keken hierbij naar de totale voorraad en naar de voorraden voor alle fasen die voorafgaan aan de oplosstraten. Deze wijken bij de drie productstromen licht af.

Qua aanwezige voorraad droge stof is wei de belangrijkste productstroom bij Domo Borculo. Dit komt door het aandeel van ongeveer 50% bij de oplosstraten en de na-kristallisatiefase die hieraan voorafgaat. De constatering die we deden was dat voor zowel de totale voorraad wei als voor de voorraad wei per fase geldt dat we bij voldoende grondstof hogere voorraadstanden waarnemen dan bij weinig grondstof. Er waren echter veel momenten aan te wijzen waarop dit niet gold, ook in de tijdsvensters die van belang waren. Hieruit concluderen we dat de voorraadstanden niet allesbepalend zijn voor het wel of niet ontstaan van een grondstoftekort.

Bij de andere twee productstromen concluderen we ook dat de voorraadstanden niet bepalend zijn, maar hier geldt nog sterker dat de voorraad van respectievelijk permeaat of SW-geel niet direct bepaalt of er een grondstoftekort ontstaat. Voor deze twee productstromen zijn in de beginfase van het proces ook minder tanks beschikbaar, waardoor voorraadhoogtes bij vullen of legen snel veranderen. Voor SW-geel geldt bovendien dat controle over deze productstroom extra lastig is, omdat een deel van het product voortkomt uit het eigen productieproces.

Om de bovenstaande deelvraag te beantwoorden, stellen we dat er alleen bij wei verschillen waarneembaar zijn tussen situaties met weinig en met voldoende aanvoer bij de oplosstraten. We kunnen hier echter niet uit afleiden of dit van betekenis is voor het grondstoftekort dat geïdentificeerd is bij de oplosstraten. Hiertoe onderzoeken we in hoofdstuk 4 waardoor er een gebrek aan aanvoer bij de oplosstraten ontstaat.

Hoofdstuk 4 - Ontstaan grondstoftekort

Uit hoofdstuk 3 volgt dat de oorzaak van een grondstoftekort niet ligt bij de voorraden droge stof. In hoofdstuk 4 bekijken we daarom de vijf gekozen perioden met weinig grondstof opnieuw. Bij deze casestudies kijken we in welke fase van het proces het grondstoftekort ontstaat. In paragraaf 4.1 geven we met behulp van literatuur eerst aan waarom casestudies geschikt zijn om te gebruiken. Paragraaf 4.2 geeft weer hoe deze analyse is opgezet en in paragraaf 4.3 voeren we deze uit voor alle perioden. In paragraaf 4.4 betrekken we de perioden met voldoende grondstof erbij. Dit hoofdstuk sluiten we in paragraaf 4.5 af met de conclusie, waarin we antwoord geven op de derde deelvraag:

Waardoor ontstaat er een gebrek aan aanvoer bij de oplosstraten bij Domo Borculo?

4.1 Literatuur casestudies

Voordat we beginnen met deze stap van het onderzoek, lichten we toe waarom casestudies geschikt zijn om te gebruiken. Bij een onderzoek met casestudies proberen onderzoekers de huidige situatie te begrijpen of te onderbouwen met behulp van historische data (McCutcheon & Meredith, 1993). Dit is ook wat we tijdens dit onderzoek doen. We willen meer weten over de huidige situatie bij de oplosstraten, waarbij we perioden uit het verleden analyseren. Voor deze perioden geldt wel dat de productiestappen hetzelfde zijn als op dit moment bij Domo Borculo, dus de huidige situatie is gelijk aan de situatie tijdens de geanalyseerde periodes. Het doel van casestudies is vaak om te begrijpen hoe en waarom gebeurtenissen zich voordoen (Yin, 2014). Dit is ook het doel van de later in dit hoofdstuk omschreven casestudies, want we willen begrijpen waardoor er een gebrek aan aanvoer ontstaat.

Volgens Darke, Shanks en Broadbent (1998) is het belangrijk dat er bij casestudies voldoende bewijs wordt gegeven en dat interpretaties goed worden overwogen, zodat de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid gewaarborgd is. Bij elke casestudy geven we de situatie bij de oplosstraat weer, zodat duidelijk is hoe de situatie eruit ziet. Bij de opzet van de casestudies (paragraaf 4.2) komen we hier op terug. Daarnaast geven we indien nodig aanvullende data, bijvoorbeeld van tanks waar de werkwijze niet optimaal is. Door dit te doen, is voor de lezer inzichtelijk hoe we de data interpreteren en hoe we tot de bevindingen komen.

Flyvbjerg (2006) omschrijft dat de generaliseerbaarheid van case studies vergroot kan worden, door de cases op een strategische manier te kiezen. Hij benoemt daarbij dat een extreme situatie als case vaak meer informatie geeft dan een willekeurige als het doel is om zoveel mogelijk informatie te verkrijgen over een bepaald probleem. Daarnaast is het volgens Flyvbjerg (2006) ook van belang om naar verder liggen oorzaken van het probleem te kijken om de juiste inzichten te verkrijgen. Hierbij kan het volgens hem beter zijn om wat minder cases te kiezen die allemaal geschikt zijn, ten opzichte van meer cases kiezen die wellicht minder geschikt zijn. Hiermee rechtvaardigen we het analyseren van vijf perioden, aangezien deze allemaal bij uitstek een langdurig tekort bij de oplosstraat laten zien, veroorzaakt door een gebrek aan aanvoer.

4.2 Opzet casestudies

Voor iedere in tabel 3.2 geïdentificeerde periode kijken we naar het ontstaan van het grondstoftekort. Hiervoor bekijken we wanneer er in de oplosstraat een grondstoftekort is. Op dat moment is er dus in een van beide of zelfs in beide oplosstraten geen productie, waarbij dit veroorzaakt is door een gebrek aan aanvoer en niet door bijvoorbeeld onderhoud. Dit zijn bovendien vijf perioden met een langdurig



grondstoftekort, wat we kunnen aanduiden als een extreme situatie. Zoals Flybjerg (2006) benoemde, geeft dit vaak meer informatie dan een willekeurige situatie (paragraaf 4.1). Daarnaast zoeken we naar verder liggende oorzaken van het probleem bij de oplosstraat, wat volgens hem het verkrijgen van de juiste inzichten ten goede komt. Figuur 4.1 geeft een voorbeeld weer waarin oplosstraat 1 stilstaat. Voor elke periode geven we op deze manier de situatie bij de oplosstraten weer. Dit is volgens Darke, Shanks en Broadbent (1998) van belang voor de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van het onderzoek (paragraaf 4.1).

In deze situatie wordt eerst permeaatfiltraat bewerkt in oplosstraat 1. Dit wordt in figuur 4.1 weergegeven in de kolom met "Product Oplosstraat 1". Het aantal ton dat de oplosstraat in gaat is per uur te zien aan wat er binnenkomt bij de decaners, want dit is het eerste onderdeel van de oplosstraat. Dit noemen we de intrek bij de decaners in ton per uur (T/H). Na de toevoeging van water wordt de stroom gescheiden, waarbij een deel afgevoerd wordt. Dit noemen we in de figuren de afvoer van de reststroom. Het overige deel gaat door naar het volgende onderdeel van de oplosstraat: de centrifuge. Hier is ook een afvoer, die teruggaat in de eigen productie, namelijk van SW-geel.

Tijd [uren]	Product Oplosstraat 1	Intrek Decaners [T/H]	Afvoer reststroom [T/H]	Intrek Centrifuge [T/H]	Afvoer SW [T/H]
-10	Permeaat Filtraat	35,10	37,73	43,32	28,60
-9	Permeaat Filtraat	35,76	40,57	44,42	28,32
-8	Permeaat Filtraat	0	0	0	0
-7	Permeaat Filtraat	0	0	0	0
-6	Permeaat Filtraat	0	0	9,86	12,53
-5	Permeaat Filtraat	0	0	0	0,27
-4	Permeaat Filtraat	0	0	0	0,58
-3	Permeaat Filtraat	0	0	0	0,89
-2	Permeaat Filtraat	0	0	0	1,20
-1	Permeaat Filtraat	0	0	0	1,51
0	Suikerwater Geel	45,46	59,44	51,51	35,57
1	Suikerwater Geel	45,47	54,45	50,86	54,32

Figuur 4.1 - Weergave situatie oplosstraat

Als de intrek van de decaners op 0 ton per uur staat, dan betekent dit dat er geen productie is. In de gekozen perioden is dit steeds veroorzaakt door een gebrek aan aanvoer. In figuur 4.1 is er van -8 tot 0 uur dus geen aanvoer. We stellen in situaties als deze het moment waarop de oplosstraat weer verder gaat met produceren als nulpunt, dus deze verschilt van het gehanteerde nulpunt in hoofdstuk 3. Bij deze productie gaat oplosstraat 1 echter over op SW-geelfiltraat. Het is nu mogelijk om op twee manieren tegen deze situatie aan te kijken. De eerste is dat er onvoldoende permeaat voorradig is om door te produceren tot de overgang naar SW-geel. De andere oorzaak van de stilstand is dat het SW-geel te laat gereed is voor de oplosstraat. In een situatie als in figuur 4.1 zullen we dus voor deze twee productstromen kijken waarom er niet meer permeaat beschikbaar is en waarom het SW-geel te laat beschikbaar is. In de andere oplosstraat werd op dat moment wei bewerkt, maar hiervan was kennelijk niet voldoende aanwezig om op beide oplosstraten te kunnen bewerken.

Vervolgens kijken we voor de benoemde productstromen terug in het proces waar het grondstoftekort ontstaat. We kijken hierbij naar de aansluiting tussen de oplosstraat en de voorliggende fase, dus de na-kristallisatietanks voor wei en de K1-tanks voor permeaat en SW-geel. Daarna gaan we van hieruit terug naar de pastatanks en de dunne tanks.

4.3 Casestudies weinig grondstof

In deze paragraaf vindt de analyse naar het ontstaan van het grondstoftekort plaats. We kijken hierbij ieder uur naar de voorraadstanden in de tanks voorafgaand aan de oplosstraten, waarbij we zien of een tank gevuld of geleegd wordt, of dat een product verblijft in een tank zonder dat er iets mee gebeurt.

4.3.1 Weinig grondstof 1

De eerste periode die we analyseren is die van weinig grondstof 1. Hier staan beide oplosstraten op hetzelfde moment stil vanwege een gebrek aan aanvoer. Het moment waarop oplosstraat 1 weer draait, stellen we gelijk aan 0. Figuur 4.2 geeft de situatie bij de oplosstraten weer en hierin zien we dat er gedurende 5 uur voor beide oplosstraten geldt dat er geen aanvoer is. Voor oplosstraat 2 is deze periode nog langer, want hier is ongeveer 8 uur lang geen aanvoer.

Tijd [uren]	Product Oplosstraat 1	Intrek Decanters [T/H]	Afvoer reststroom [T/H]	Intrek Centrifuge [T/H]	Afvoer SW [T/H]	Product Oplosstraat 2	Intrek Decanters [T/H]	Afvoer reststroom [T/H]	Intrek Centrifuge [T/H]	Afvoer SW [T/H]
-7	Permeaat Filtraat	42,13	35,04	50,53	0	Wei Filtraat	29,74	6,71	60,22	65,99
-6	Permeaat Filtraat	44,97	48,27	51,55	0	Wei Filtraat	0	0,10	0	0
-5	Permeaat Filtraat	0	1,30	9,47	4,76	Wei Filtraat	0	0,41	0	0
-4	Permeaat Filtraat	0	0	0	0	Wei Filtraat	0	0,71	0	0
-3	Permeaat Filtraat	0	0	0	0	Wei Filtraat	0	1,01	0	0
-2	Permeaat Filtraat	0	0	0	0	Wei Filtraat	0	1,32	0	0
-1	Permeaat Filtraat	0	0	0	0	Wei Filtraat	0	1,62	0	0
0	Permeaat Filtraat	47,01	65,77	51,45	0	Wei Filtraat	0	1,92	0	0
1	Permeaat Filtraat	56,30	73,09	39,12	78,11	Wei Filtraat	0	2,22	0	0
2	Permeaat Filtraat	50,09	66,58	51,18	56,44	Wei Filtraat	46,50	52,92	60,32	41,33

Figuur 4.2 - Situatie oplosstraten (weinig grondstof 1)

Permeaat

Straat 1 draait voor, tijdens en na het gebrek aan aanvoer steeds permeaatfiltraat. We bekijken daarom eerst voor deze productstroom hoe de stilstand is ontstaan. Het permeaatconcentraat gaat vanuit de K1-tanks naar de oplosstraat, dus we bekijken deze fase. In de periode zonder aanvoer worden er geen tanks gelegeerd. Het legen van de op dat moment vier K1-tanks met permeaatconcentraat wordt bij -1 uur begonnen, waarmee dit product dus rechtstreeks doorloopt naar de oplosstraat en ervoor zorgt dat er geen sprake meer is van een gebrek aan aanvoer. Bij -16 uur begint men met het vullen van de eerste van vier K1-tanks met permeaat.

	Perm/SW-Pasta Tank 1		Perm/SW-Pasta Tank 2	
Tijd [uren]	Product	Gewicht [ton]	Product	Gewicht [ton]
-22	Perm. Lactose	419,34	Perm. Lactose	156,93
-21	Perm. Lactose	487,10	Perm. Lactose	95,79
-20	Perm. Lactose	488,56	Perm. Lactose	30,25
-19	Perm. Lactose	488,42	Leeg	0
-18	Perm. Lactose	512,57	Leeg	0
-17	Perm. Lactose	588,98	Leeg	0
-16	Perm. Lactose	563,66	Leeg	0
-15	Perm. Lactose	498,68	Leeg	0
-14	Perm. Lactose	431,29	Perm. Lactose	97,13
-13	Perm. Lactose	367,98	Perm. Lactose	192,38

Figuur 4.3 - Situatie pastatanks (weinig grondstof 1)

Deze tanks worden gevuld vanuit de pastatanks, waar men bij -16 uur dus bezig is met het legen van een tank. Ook dit product loopt zonder tijdverlies door naar de volgende fase. Van de pastatanks die bestemd zijn voor permeaat en SW-geelpasta, worden er op dat moment twee gebruikt voor permeaatpasta, zoals figuur 4.3 ook weergeeft (hier Perm. Lactose genoemd). In figuur 4.3 zien we dat Perm/SW-Pasta Tank 1 van -21 tot -19 uur een constante hoeveelheid van het product bevat. Hierna vult men de tank weer verder tot -17 uur, om deze vervolgens te legen. Die gevulde hoeveelheid tussen -19 en -17 uur kan echter ook in tank 2, die op dat moment leeg is, zodat op dat

moment tank 1 direct gelegeerd kan worden. Bij deze pastatanks worden dus enkele uren verloren, waardoor het permeaat later gereed is. Dit verlies zien we terug bij de oplosstraat.

Voor permeaat is het lastig om verder terug te kijken, aangezien dit product vanuit de eigen dunne tanks en van buitenaf naar de pastatanks gaat. Daardoor kunnen we niet alle vulmomenten van pastatanks terugzien bij de dunne tanks, waar dan gelegeerd zou moeten worden. Wel kunnen we voor deze productstroom concluderen dat er bij de pastatanks niet optimaal gewerkt is.

Wei

Naast een gebrek aan aanvoer van permeaat, is er in deze periode ook een gebrek aan aanvoer van wei. Ook voor deze productstroom kijken we daarom terug, waarbij de na-kristallisatie de laatste fase voor de oplosstraten is. Voor na-kristallisatietank 5 geldt dat deze bij 0 uur begint met legen. Het weiconcentraat stroomt vanuit deze tank rechtstreeks naar oplosstraat 2. Van de na-kristallisatietanks is bekend dat het weiconcentraat hier minimaal 48 uur dient te staan. Bij een gebrek aan aanvoer is het gewenst om bij 48 uur meteen over te gaan op het legen van de tank, maar dit gebeurt in deze situatie niet. Het weiconcentraat in tank 5 staat al ruim 52 uur, als men begint met het legen van deze tank. Dit betekent dat het weiconcentraat 4 uur eerder al naar de oplosstraat had gekund, waarmee een deel van het gebrek aan aanvoer zou zijn weggewerkt. Het is niet op een logische manier te verklaren waarom dit gebeurt.

Wat verder opvalt bij de na-kristallisatietanks, is dat er praktisch altijd een na-kristallisatietank gevuld wordt. Er zit echter wel verschil in de vulhoogte en de tijdsduur van het vullen. Dit laatste hangt ook af van het aantal K1-tanks met weiconcentraat dat klaar staat om naar de na-kristallisatiefase te gaan. Rondom de -52 uur zijn er maar liefst 12 K1-tanks die op dat moment gevuld zijn met weiconcentraat. Deze tanks worden direct na elkaar gelegeerd, zonder dat er tijd verloren gaat. Hier is dus geen extra winst te boeken, waardoor er in een later stadium eerder wei beschikbaar zou zijn.

Voor het vullen van deze K1-tanks geldt ook dat dit in deze periode direct na elkaar gebeurt. De pastatanks die gelegeerd worden, gaan rechtstreeks verder naar de K1-tanks. De tanks eerder legen is hier niet mogelijk, omdat hiervoor op dat moment geen K1-tanks beschikbaar zijn. Daarnaast geldt voor de pastatanks dat de weipasta hier niet onnodig lang staat. Ze worden in de meeste gevallen vrijwel direct na het vullen ook gelegeerd. Ook voor de dunne tanks geldt dit, waar bovendien opvalt dat er vaak wel een van de tanks met dunne wei gelegeerd wordt. Concluderend kunnen we stellen dat voor wei in deze periode winst de behalen valt bij de na-kristallisatiefase. De 4 uur winst die te behalen is, is echter niet groot genoeg om de 8 uur aan stilstand vanwege gebrek aan aanvoer op te vullen.

SW-geel

De SW-geelstroom lijkt geen rol te spelen in deze periode, maar wellicht kan dit product wel beschikbaar zijn op het moment dat er geen aanvoer is bij de oplosstraten. Als we verder kijken in de data, dan zien we dat er SW-geel in oplosstraat 1 is, 8 uur na het verhelpen van het grondstoftekort. Het SW-geelconcentraat komt rechtstreeks vanuit de K1-tanks, maar het heeft hier al wel 20 uur in de tank gestaan. Dit is langer dan nodig is en hier had dus eerder SW-geelconcentraat naar de oplosstraat gekund. Het aantal uren verschil met de stilstaande oplosstraten is echter wel groot, dus SW-geel bij de oplosstraat tijdens het grondstoftekort achten we onhaalbaar. Als we bovendien kijken naar het SW-geel in de pastatanks en dunne tanks, dan is hier geen tijdverlies geleden en zijn de producten direct doorgevoerd.

Conclusie

Voor alle drie productstromen hebben we een onnodig tijdverlies geconstateerd. Bij het permeaat kan een pastatank eerder geleegd worden, als de operators op een bepaald moment voor het vullen van een andere tank gaan in plaats van de huidige, zodat deze geleegd kan worden. Voor de weistroom geldt dat het weiconcentraat ruim 4 uur langer dan vereist in de na-kristallisatietank zit, terwijl er op dat moment een gebrek aan aanvoer van weiconcentraat is bij de oplosstraat. Ten slotte verblijft het SW-geelconcentraat ongeveer 20 uur in de K1-tanks, terwijl dit niet nodig is. Door anders te handelen, is een gebrek aan aanvoer bij de oplosstraten vanuit dit oogpunt dus op zijn minst deels te voorkomen.

4.3.2 Weinig grondstof 2

Weinig grondstof 2 is de volgende periode die we analyseren. Figuur 4.4 geeft de situatie bij oplosstraat 1 weer, waar eerst permeaatfiltraat wordt bewerkt. Bij -5 uur is hiervoor een gebrek aan aanvoer, waardoor deze oplosstraat meerdere uren stilstaat. Uiteindelijk schakelt deze oplosstraat over op het bewerken van SW-geelfiltraat, waarvoor bij 0 uur wel aanvoer is. Gedurende deze uren wordt in oplosstraat 2 weifiltraat bewerkt.

Permeaat

Het gebrek aan aanvoer ontstaat bij de bewerking van permeaatfiltraat in oplosstraat 1. We bekijken daarom de productstroom van permeaat als eerste om te kijken of hier wel optimaal gewerkt is. Bij -6 uur en de uren hieraan voorafgaand worden de laatste K1-tanks met permeaatconcentraat geleegd. Tegelijkertijd worden de eerste K1-tanks weer gevuld met dit product. Dit is echter te laat voor de oplosstraat, want deze K1-tanks met permeaatconcentraat kunnen pas ongeveer 10 uur later geleegd worden.

Tijd [uren]	Product Oplosstraat 1	Intrek Decanters [T/H]	Afvoer reststroom [T/H]	Intrek Centrifuge [T/H]	Afvoer SW [T/H]
-7	Permeaat Filtraat	42,67	36,69	44,60	0
-6	Permeaat Filtraat	44,80	36,87	44,60	0
-5	Permeaat Filtraat	0	0,00	0,00	0,22
-4	Permeaat Filtraat	0	0	0	0,57
-3	Permeaat Filtraat	0	0	0	0,91
-2	Permeaat Filtraat	0	0	0	1,26
-1	Permeaat Filtraat	0	0	0	1,60
0	Suikerwater Geel	42,04	0	11,70	1,95
1	Suikerwater Geel	41,15	39,65	43,51	79,94

Figuur 4.4 - Situatie oplosstraat 1 (weinig grondstof 2)

Het aantal K1-tanks dat weer gevuld wordt met permeaatconcentraat is echter afgenomen. Vier tanks waaruit permeaatconcentraat geleegd is, zijn nu gevuld met SW-geelconcentraat. Deze overgang zien we later ook terug bij de oplosstraat, maar dit product is er wel te laat. Hier komen we later bij de analyse van SW-geel op terug.

Als we voor permeaat verder terug kijken, belanden we bij de pastatanks. Hoewel er wel een vrijwel volle tank met permeaatpasta beschikbaar is, wordt deze niet geleegd. Zoals hierboven omschreven, is er gekozen voor SW-geelconcentraat, waardoor er geen ruimte is bij de K1-tanks om hier ook nog permeaatpasta naar toe te voeren. Dit product is op dat moment wel beschikbaar.

SW-geel

Het product dat het gebrek aan aanvoer weer opheft, is SW-geel. De vraag is echter of het SW-geelconcentraat niet eerder van de K1-tanks naar oplosstraat 1 had gekund. Figuur 4.5 geeft vier van de met SW-geelconcentraat gevulde K1-tanks weer. In deze figuur valt op dat K1-tank 17 als eerste gevuld wordt, maar pas als laatste geleegd wordt. Het is onduidelijk waarom er niet bij -3 uur geleegd wordt vanuit tank 17, maar dit had ongeveer 2 uur van het gebrek aan aanvoer kunnen opheffen.



Tijd	Tank 17	Tank 18	Tank 19	Tank 20
[uren]	Inhoud	Inhoud	Inhoud	Inhoud
-16	0	0	0	0
-15	10,12	0	0	0
-14	32,04	0	0	0
-13	38,61	18,23	0	0
-12	38,61	37,95	23,70	0
-11	38,61	37,95	39,48	19,53
-10	38,61	37,95	39,48	33,12
-9	38,61	37,95	39,48	33,12
-8	38,61	37,95	39,48	33,12
-7	38,61	37,95	39,48	33,12
-6	38,61	37,95	39,48	33,12
-5	38,61	37,95	39,48	33,12
-4	38,61	37,95	39,48	33,12
-3	38,61	37,95	39,48	33,12
-2	38,61	22,81	39,48	33,12
-1	38,61	10,02	39,48	33,12
0	38,61	0	23,05	33,12
1	38,61	0	0	14,70
2	38,61	0	0	0
3	7,61	0	0	0
4	0	0	0	0

*Figuur 4.5 - Situatie K1-tanks
(weinig grondstof 2)*

oplosstraten te kunnen verdelen. We bekijken of hiervoor voldoende wei beschikbaar is. In situaties dat wei op twee oplosstraten draait, wordt er meer van dit product gelegeerd uit dezelfde na-kristallisatietank. Het is dus niet zo dat er twee na-kristallisatietanks tegelijkertijd gelegeerd moeten worden om twee oplosstraten van wei te voorzien. Een ander aspect wat het draaien van wei op beide straten bemoeilijkt, is dat de tanks met reststromen de productie bij de oplosstraten moeten kunnen verwerken. Als op beide oplosstraten hetzelfde product wordt gedraaid, dan worden ook dezelfde afvoertanks gevuld en zullen deze eerder vol raken.

In de na-kristallisatietanks, voor wei de fase voor de oplosstraat, wordt bij -5 uur een tank gelegeerd, met een inhoud van ongeveer 350 ton. Deze wordt nu tot 7 uur na het tekort gelegeerd, waarna direct wordt overgestapt op het legen van een volgende na-kristallisatietank met wei. Als we verder kijken in de data, dan zien we echter dat de producten hier telkens langer dan 48 uur in de na-kristallisatietanks verblijven. Als de na-kristallisatietank die gelegeerd wordt op oplosstraat 2 gedurende het tekort bij oplosstraat 1 sneller en dus op beide oplosstraten gelegeerd wordt, dan kan de volgende na-kristallisatietank ook eerder en nog steeds aansluitend op de vorige gelegeerd worden. Het is dus mogelijk om tijdens het tekort op beide oplosstraten wei te draaien, maar dit heeft wel gevolgen voor een later stadium. De wei die hier naartoe wordt verplaatst, is later namelijk niet meer beschikbaar.

Conclusie

In tegenstelling tot de vorige periode met weinig grondstof waar in beide oplosstraten een gebrek aan aanvoer is, is er hier maar sprake van een grondstofgebrek in een van de oplosstraten. Wei draait op de andere oplosstraat, die wel voorzien is van grondstof. Permeaat en SW-geel spelen in de oplosstraat met het tekort een rol, waar permeaat voor het gebrek aan aanvoer in oplosstraat 1 draait en SW-geel na het gebrek aan aanvoer. Deze overgang verloopt echter niet goed, aangezien de oplosstraat hier 5 uur onnodig stilstaat. Terwijl er een tank met permeaatpasta klaar staat om gelegeerd te worden, kiest men

Als we verder terugkijken naar de tanks met SW-geelpasta, dan zien we dat hier weinig winst meer valt te behalen. Er worden kort na elkaar twee gedeeltelijk gevulde tanks met SW-geelpasta gelegeerd en naar K1-tanks gevoerd. Voor deze pastatanks geldt dat het product hier maar kort stilgestaan heeft, waarmee we bedoelen dat er eerst gevuld wordt tot een bepaalde hoogte en er vervolgens vrijwel direct wordt overgegaan op het legen. Wat wel nadelig is, is dat het vullen van de eerste pastatank met SW-geel lang duurt. Aangezien er reststromen vanuit het eigen productieproces naar de dunne tanks met SW-geel gaan, is het moeilijk om de vulsnelheid van de daaropvolgende pastatanks te controleren.

Wei

In oplosstraat 2 wordt tijdens het gebrek aan aanvoer van oplosstraat 1 weifiltraat bewerkt. Het is ongebruikelijk om twee oplosstraten met weifiltraat te draaien. Dit is echter wel een mogelijkheid als er geen permeaat of SW-geel beschikbaar is bij de oplosstraat, maar wel wei. In een dergelijke situatie gaan de operators ook daadwerkelijk over op het draaien van wei in beide oplosstraten. Er moet dan echter wel meer wei beschikbaar zijn om dit over twee

ervoor om SW-geelpasta naar de K1-tanks te voeren. Bovendien worden de K1-tanks met SW-geel niet chronologisch gelegeerd, waardoor er nog ongeveer 2 extra uren verloren gaan. Er lijkt echter bij wei de grootste winst te behalen, aangezien ook op beide oplosstraten wei gedraaid kan worden. Hiervoor is ten tijde van het tekort en daarna voldoende wei beschikbaar, mede doordat dit product nu langer dan 48 uur in de na-kristalliatietank verblijft. Deze keuze heeft echter wel gevolgen voor een later stadium, die ook negatief kunnen zijn voor de aanvoer van de oplosstraten.

4.3.3 Weinig grondstof 3

De volgende te analyseren periode, weinig grondstof 3, is vergelijkbaar met weinig grondstof 2. Bij oplosstraat 1 is er sprake van een gebrek aan aanvoer, terwijl oplosstraat 2 in deze uren steeds

Tijd [uren]	Product Oplosstraat 1	Intrek Decaners [T/H]	Afvoer reststroom [T/H]	Intrek Centrifuge [T/H]	Afvoer SW [T/H]
-13	Suikerwater Geel	41,31	36,56	48,12	31,08
-12	Suikerwater Geel	44,64	39,92	46,90	23,11
-11	Suikerwater Geel	0	0	0	0,06
-10	Suikerwater Geel	0	0	0	0,24
-9	Suikerwater Geel	0	0	0	0,42
-8	Suikerwater Geel	0	0	0	0,60
-7	Suikerwater Geel	0	0	0	0,78
-6	Suikerwater Geel	0	0	0	0,96
-5	Suikerwater Geel	0	0	0	1,14
-4	Suikerwater Geel	0	0	0	1,32
-3	Suikerwater Geel	0	0	0	1,50
-2	Suikerwater Geel	0	0	0	1,68
-1	Suikerwater Geel	0	0	0	1,87
0	Permeaat Filtraat	42,32	39,13	52,06	38,74
1	Permeaat Filtraat	39,12	27,77	50,45	35,40

weifiltraat draait. In deze situatie ligt de oplosstraat echter wel aanmerkelijk langer stil dan bij weinig grondstof 2, namelijk bijna een halve dag. Bovendien is hier SW-geelfiltraat het product dat voor het grondstofgebrek wordt bewerkt en wordt de productie bij oplosstraat weer hervat met permeaatfiltraat (zie figuur 4.6).

SW-geel

We bekijken eerst de productstroom van SW-geel, omdat tijdens het bewerken van dit product een grondstofgebrek ontstaat bij de oplosstraat. Van -15 tot -12 uur draait oplosstraat 1 het product SW-geelfiltraat, alvorens het grondstofgebrek ontstaat. In deze periode zouden dan meerdere K1-tanks gelegeerd moeten worden, maar in dit tijdbestek en ook kort hiervoor wordt slechts één K1-tank met SW-geelconcentraat gelegeerd. Dit is een te kleine hoeveelheid voor 4 uur op de oplosstraat. Meer tanks legen is in deze situatie echter ook niet mogelijk, want er zijn op dat moment niet meer gevulde K1-tanks gereed om gelegeerd te worden.

Figuur 4.6 - Situatie oplosstraat 1 (weinig grondstof 3)

Bij Domo Borculo worden gegevens bijgehouden over de oplosstraten, bijvoorbeeld over wanneer er onderhoud is. Bij -15 uur worden de decaners van oplosstraat 1 gesmeerd. We vermoeden dat er hierdoor ergens een fout in de data zit, waardoor de aansluiting tussen de K1-tanks en oplosstraat 1 niet klopt. De data geeft nu namelijk weer dat er van -15 tot -12 uur vier uur lang SW-geel gedraaid is op de oplosstraat, maar zoveel product was er niet beschikbaar vanuit de K1-tanks.

Voor de SW-geelstroom geldt verder dat er in de periode van de stilstand niet meer product beschikbaar is. Bij de pastatanks en in een eerder stadium bij de dunne tanks is ook niet meer SW-geelpasta of dunne SW-geel beschikbaar om door te voeren naar de volgende fase. Het is dus niet mogelijk om bij -11 uur en verder nog SW-geel op oplosstraat 1 te draaien.

Permeaat

Het product dat de stilstand van oplosstraat 1 doorbreekt, is permeaat. De eerste van vijf K1-tanks met permeaatconcentraat wordt bij -1 uur gelegeerd en gaat direct naar oplosstraat 1, waarop vervolgens ongeveer 8 uur permeaat draait. Bij de K1-tanks is de werkwijze optimaal, dus we kijken verder terug naar de hiervoor liggende pastatanks.

Bij deze pastatanks is gedurende lange tijd slechts een van de beschikbare pastatanks in gebruik voor permeaatpasta (zie figuur 4.7, hier Perm. Lactose genoemd). Verder is er een tank met SW-geel, terwijl de overige tanks leeg zijn. Pas bij -14 uur begint men met het vullen van permeaatpasta in een andere tank, gelijk aan het moment dat men begint met het legen van de gevulde tank permeaatpasta. In figuur 4.7 zien we echter dat de hoeveelheid permeaatpasta in die tank van -25 tot -15 uur onveranderd ongeveer 583 ton is (in deze figuur staan de uren -22 tot en met -16 weergegeven met "..."). Aangezien er voldoende K1-tanks leeg zijn, is het vreemd dat hier niet over is gegaan op het legen van de pastatank. Nu wordt er ongeveer 11 uur gewacht. Vervolgens komt er nog een kleine hoeveelheid permeaatpasta bij en pas dan wordt de pastatank geleegd. Als dit legen bij -25 uur al was gestart in plaats van bij -14 uur, dan zou de permeaatpasta 11 uur eerder in de K1-tanks belanden en daaropvolgend ook 11 uur eerder naar de oplosstraat kunnen. In dat geval had in oplosstraat 1 het draaien van permeaatconcentraat direct aan kunnen sluiten op het draaien van SW-geelconcentraat. Dit betekent echter wel dat het probleem zich in dit geval verplaatst, aangezien er later dan geen permeaatconcentraat of SW-geelconcentraat beschikbaar is voor oplosstraat 1.

Tijd [uren]	Product	Gewicht [ton]
-27	Perm. Lactose	287,36
-26	Perm. Lactose	480,40
-25	Perm. Lactose	577,57
-24	Perm. Lactose	579,11
-23	Perm. Lactose	583,13
...	Perm. Lactose	583,13
-15	Perm. Lactose	582,64
-14	Perm. Lactose	623,71
-13	Perm. Lactose	588,98
-12	Perm. Lactose	461,02
-11	Perm. Lactose	335,62

Figuur 4.7 - Situatie pastatanks (weinig grondstof 3)

Wei

Net als bij weinig grondstof 2 wordt er tijdens het gebrek aan aanvoer van oplosstraat 1 steeds weifiltraat bewerkt in oplosstraat 2. Ook hier hadden de operators gedurende het grondstoftekort wel wei door kunnen voeren naar beide oplosstraten, maar de beschikbare data wijst uit dat er hierna geen aansluiting meer mogelijk is vanuit de na-kristallisatietanks. De volgende na-kristallisatietank is namelijk pas negen uur na het grondstoftekort gereed om geleegd te worden. In deze tussenliggende periode na het grondstoftekort wordt dan ook permeaat op de ene en SW-geel op de andere oplosstraat gedraaid. Het enige effect van wei draaien op beide oplosstraten tijdens het tekort is dat er pas later sprake is van een gebrek aan aanvoer. Dit gebrek zal dan echter wel gelden voor beide oplosstraten, maar het aantal uren stilstand van beide oplosstraten over deze uren is dan wel gelijk. Ook vanuit voorliggende fasen, zoals bij de K1-tanks, is er geen wei die eerder naar de volgende fase kan. We kunnen dus stellen dat er tijdens en na het grondstoftekort niet meer wei beschikbaar is om op de oplosstraten te draaien.

Conclusie

Net als bij weinig grondstof 2 draait oplosstraat 2 steeds wei, terwijl er in oplosstraat 1 sprake is van een grondstofgebrek. Dit gebrek aan aanvoer duurt maar liefst 11 uur, waarin dus veel productie is gemist. Voor het tekort draait oplosstraat 1 SW-geel, maar hiervan is in de gehele productstroom niet meer beschikbaar, waardoor hier geen langere productie haalbaar is. Voor permeaat, het product na de stilstand, is echter wel winst te boeken. Hier heeft een pastatank met permeaatpasta ongeveer 11 uur stil gestaan, terwijl het product hier al doorgevoerd had kunnen worden naar de K1-tanks. Verder vooruitkijkend had dit een groot deel van de stilstand van oplosstraat 1 kunnen invullen. Bij de derde productstroom, die van wei, valt geen winst te boeken. Het draaien van wei op beide oplosstraten levert geen voordeel op, aangezien het aantal uren stilstand van beide oplosstraten hierdoor niet vermindert.

4.3.4 Weinig grondstof 4

Ook voor weinig grondstof 4 geldt dat er bij oplosstraat 1 een gebrek aan aanvoer is, terwijl oplosstraat 2 in dezelfde uren steeds weifiltraat draait. Er is hier sprake van een stilstand van 7 uur, waarbij

permeaatfiltraat wordt bewerkt voordat het grondstoftekort ontstaat. Vanaf het nulpunt is SW-geelfiltraat het product in deze oplosstraat. Dit laat figuur 4.8 ook zien.

Permeaat

Aangezien permeaat op oplosstraat 1 draait voordat het grondstofgebrek ontstaat, is dit de productstroom die we als eerste bekijken. De voorliggende fase bestaat opnieuw uit de K1-tanks. Hiervoor geldt dat er vijf tanks zijn met permeaat, waarvan de inhoud steeds direct doorgaat naar de oplosstraat. In deze fase van het productieproces constateren we geen verliezen, maar die zien we wel als we een stap verder terug gaan naar de pastatanks.

Bij deze pastatanks gebeurt exact hetzelfde als bij de permeaatpasta bij weinig grondstof 3. Ook hier is permeaatpasta maar in een van de beschikbare pastatanks aanwezig, die we in figuur 4.9 deels tonen (hier Perm. Lactose genoemd). Eerst stijgt de voorraad tot 479 ton bij -19 uur. Daarna verandert de hoeveelheid permeaatpasta in

Tijd [uren]	Product	Gewicht [ton]
-21	Perm. Lactose	396,90
-20	Perm. Lactose	455,90
-19	Perm. Lactose	478,94
-18	Perm. Lactose	479,08
-17	Perm. Lactose	478,79
-16	Perm. Lactose	478,94
-15	Perm. Lactose	478,94
-14	Perm. Lactose	478,94
-13	Perm. Lactose	576,19

Figuur 4.9 - Situatie pastatanks (weinig grondstof 4)

SW-geel

SW-geel is het product dat de stilstand bij oplosstraat 1 doorbreekt. Het is dus van belang om te weten of dit niet eerder naar oplosstraat 1 kan. Bij de K1-tanks zijn er in totaal drie gevuld met SW-geelconcentraat, die op of vlak na het nulpunt bij de oplosstraat komen. Een van de drie K1-tanks is echter 6 uur eerder gevuld dan de andere twee. Er wordt echter gewacht met het legen van deze tank totdat de andere twee daar ook klaar voor zijn. Deze afstemming is dus niet ideaal.

Als we een stap terug nemen naar de pastatanks, dan zien we echter dat er niet meer SW-geel beschikbaar is. Hier komt het lastig te controleren karakter van de SW-geelstroom dus naar boven. De

Tijd [uren]	Product Oplosstraat 1	Intrek Decanters [T/H]	Afvoer reststroom [T/H]	Intrek Centrifuge [T/H]	Afvoer SW [T/H]
-9	Permeaat Filtraat	44,29	35,84	51,62	35,95
-8	Permeaat Filtraat	42,20	28,22	50,45	37,02
-7	Permeaat Filtraat	0	2,00	0	0,05
-6	Permeaat Filtraat	0	0,38	0	0,24
-5	Permeaat Filtraat	0	0,79	0	0,42
-4	Permeaat Filtraat	0	1,20	0	0,61
-3	Permeaat Filtraat	0	1,61	0	0,80
-2	Permeaat Filtraat	0	2,02	0	0,99
-1	Permeaat Filtraat	0	2,43	0	1,17
0	Suikerwater Geel	45,70	44,24	51,79	27,51
1	Suikerwater Geel	44,60	44,08	51,55	40,10

Figuur 4.8 - Situatie oplosstraat 1 (weinig grondstof 4)

de tank 6 uur lang niet, om vervolgens weer over te gaan op het verder vullen van deze tank. Gezien de aanwezigheid van twee lege pastatanks, was het mogelijk om bij -19 uur al de weergegeven tank te legen en de later binnengekomen permeaatpasta te vullen in een volgende tank. Hiermee had 6 uur winst geboekt kunnen worden, ten opzichte van het permeaatfiltraat dat in de oplosstraat gedraaid wordt 6 uur na het nulpunt. Hiermee kan dus niet de stilstand ingevuld worden, maar er had bij 0 uur evengoed permeaatfiltraat gedraaid kunnen worden op oplosstraat 1. De operators hebben er nu met de omschreven wachttijd van permeaatpasta (zie figuur 4.9) bewust voor gekozen om SW-geel voor te laten. We vermoeden dat ze dit gedaan hebben vanwege de kleinere hoeveelheid SW-geelpasta in de te legen tank ten opzichte van permeaatpasta (180 tegenover 480 ton), zodat er weer sneller een lege tank beschikbaar was. Als SW-geel echter eerder naar oplosstraat 1 zou kunnen, dan is dit wel van belang om eventueel na die SW-geel voor een vervolg te kunnen zorgen bij de oplosstraat, in dat geval met permeaat.



FrieslandCampina



For a great start in life.

afstemming is weliswaar niet ideaal, maar de operators konden niet op een betere manier handelen. Ook vanuit de dunne tanks is er geen winst te behalen.

Wei

Terwijl oplosstraat 1 stilstaat, draait oplosstraat 2 gedurende deze 7 uur wei. Dit geldt ook voor de uren voor en na het grondstoftekort. Het draaien van wei op beide oplosstraten zou net als bij weinig grondstof 3 hooguit het probleem verplaatsen, tenzij er meer wei beschikbaar is. Als we naar de na-kristallisatietanks kijken, dan blijkt echter dat alle wei die 48 uur staat direct doorgaat naar de oplosstraat. Ook vanuit de K1-tanks, pastatanks en dunne tanks kan niet meer wei aangevoerd worden, waardoor er een grotere hoeveelheid wei beschikbaar zou kunnen zijn rondom het grondstoftekort. Er is dus niet voldoende wei beschikbaar om tijdens het grondstoftekort op beide oplosstraten te draaien.

Conclusie

In navolging van de vorige perioden draait ook in deze periode oplosstraat 2 steeds wei, terwijl er een grondstofgebrek is bij oplosstraat 1. Bij deze oplosstraat is in deze situatie een stilstand van 7 uur. Het product dat voor het tekort in de oplosstraat draait, is permeaat. Van dit product is niet meer tijdig beschikbaar. Ook van het product dat na het tekort in de oplosstraat draait, SW-geel, is niet meer beschikbaar. De laatste productstroom, wei, biedt om dezelfde reden ook geen uitkomst. Het grondstoftekort is in deze situatie dus niet te wijten aan bijvoorbeeld verkeerde handelingen of mindere keuzes van operators, maar doordat er niet meer van de drie producten beschikbaar is op dit moment.

4.3.5 Weinig grondstof 5

We analyseren nu de laatste van vijf perioden met weinig grondstof. Beide oplosstraten staan voor het nulpunt voor meerdere uren stil. Bij oplosstraat 1 is permeaatfiltraat het bewerkte product, zowel voor als na de stilstand van 3 uur. Weifiltraat is het product dat op oplosstraat 2 draait, waar een gebrek aan aanvoer geldt van ongeveer 7 uur. Uiteindelijk heft permeaatfiltraat deze stilstand op, waarmee dit product voor een korte periode op beide oplosstraten tegelijk wordt gedraaid. Figuur 4.10 geeft de situatie van oplosstraat 1 en 2 weer.

Tijd [uren]	Product Oplosstraat 1	Intrek Decanters [T/H]	Afvoer reststroom [T/H]	Intrek Centrifuge [T/H]	Afvoer SW [T/H]	Product Oplosstraat 2	Intrek Decanters [T/H]	Afvoer reststroom [T/H]	Intrek Centrifuge [T/H]	Afvoer SW [T/H]
-9	Wei Filtraat	35,18	35,38	37,29	28,71	Wei Filtraat	35,64	44,07	37,66	47,40
-8	Permeaat Filtraat	12,43	0	0	3,80	Wei Filtraat	35,46	47,53	37,66	47,40
-7	Permeaat Filtraat	45,46	55,37	51,92	46,07	Wei Filtraat	0	0	0	47,40
-6	Permeaat Filtraat	45,92	53,68	50,45	44,23	Wei Filtraat	0	0	0	47,40
-5	Permeaat Filtraat	37,29	40,70	6,22	55,55	Wei Filtraat	0	0	0	47,40
-4	Permeaat Filtraat	37,66	45,94	0	0	Wei Filtraat	0	0	0	47,40
-3	Permeaat Filtraat	0	0	0	0	Wei Filtraat	0	0	0	47,40
-2	Permeaat Filtraat	0	0	0	0	Wei Filtraat	0	0	0	47,40
-1	Permeaat Filtraat	0	0	0	0	Wei Filtraat	0	0	0	47,40
0	Permeaat Filtraat	50,47	54,65	51,55	41,49	Permeaat Filtraat	32,61	31,82	37,66	47,40
1	Permeaat Filtraat	48,62	53,18	51,67	36,59	Permeaat Filtraat	35,02	32,07	37,47	47,40

Figuur 4.10 - Situatie oplosstraten (weinig grondstof 5)

Permeaat

Het product dat in figuur 4.10 het meest naar voren komt, is permeaat. Op oplosstraat 1 wordt dit product voor en na de stilstand gedraaid en ook bij oplosstraat 2 wordt hiermee de stilstand doorbroken. We kijken daarom als eerste naar deze productstroom, waarbij we beginnen met de K1-tanks. Hier zijn vijf tanks na elkaar gevuld met permeaatconcentraat, tank 15 tot en met 19, maar deze worden niet na elkaar gelegeerd. Tank 15 wordt eerst gelegeerd, daarna gebeurt er een aantal uren niets, totdat tank 16 tot en met 19 ook gelegeerd worden. Deze uren, waarin de overige tanks niet gelegeerd worden, komen overeen met de stilstand van 3 uur in oplosstraat 1. Voor zowel oplosstraat 1 als voor oplosstraat 2 zou dit de stilstand opheffen of inkorten. Er komt namelijk bij het naar voren halen van het legen van de tanks dezelfde hoeveelheid permeaat beschikbaar voor de oplosstraten, dus dit kan ook op dezelfde manier verdeeld worden over beide oplosstraten.

Voor de K1-tanks liggen nog de pastatanks en dunne tanks. In de pastatanks wordt 4 uur gewacht met het legen van een tank met permeaatpasta, terwijl er wel K1-tanks hiervoor beschikbaar zijn. Hiermee zou de bewerking van permeaatfiltraat op de oplosstraat nog verder naar voren gehaald kunnen worden. Dit is dus vooral met het oog op oplosstraat 2 van belang, aangezien hier een langere stilstand geldt dan voor oplosstraat 1. Bij de dunne tanks zien we verder geen mogelijke winstpunten.

Wei

Een stroom die bij weinig grondstof 5 ook een rol speelt, is wei, aangezien tijdens de bewerking hiervan op oplosstraat 2 de aanvoer stopt. Het duurt zelfs tot 8 uur na het nulpunt voordat er weer weifiltraat gedraaid wordt op een oplosstraat, waarmee dit product gedurende 16 uur niet in minimaal een van de oplosstraten aanwezig is. Dit is voor dit product een langdurige stilstand. Er zou in de voorliggende fase, bij de na-kristallisatietanks, wel wat geschoven kunnen worden door eerder te stoppen met het vullen van tanks en daardoor met een minder grote hoeveelheid de minimale standtijd van 48 uur te volbrengen. Bij een van de tanks zou dit wel wat opleveren. Deze tank zou dan gelegeerd kunnen worden bij -9 uur. Hiermee zouden de operators normaliter wachten tot -7 uur en aansluitend dit weiconcentraat naar oplosstraat 2 doorvoeren, zodat hier een doorlopende productie is. We schatten de verwerkingstijd van deze hoeveelheid op 3 tot 4 uur, waarmee wel weer een deel van het grondstoftekort is ingevuld.

Voor de na-kristallisatietanks bevinden zich nog de K1-tanks, pastatanks en dunne tanks. We zien in deze fase echter geen opmerkelijke dingen, op basis waarvan we zouden kunnen stellen dat de productie hier niet optimaal verloopt. In deze drie fasen valt dan ook geen verdere winst te behalen.

SW-geel

In eerste instantie speelt SW-geel rol in deze periode, maar mogelijkerwijs had dit product wel beschikbaar kunnen zijn toen er geen aanvoer was bij de oplosstraten. Ongeveer 4 uur na het nulpunt gaat oplosstraat 2 wel over op het draaien van SW-geelfiltraat. Als we kijken naar de K1-tanks met SW-geel, dan is het niet mogelijk om eerdere doorvoering naar de oplosstraten te bewerkstelligen. Bij de pastatanks kan men echter wel ongeveer 4 uur winst boeken, omdat er bij een tank met SW-geelpasta gewacht wordt met legen. Deze 4 uur haalt echter niets uit, aangezien de productie op dat moment bij de oplosstraten wel op orde is. Voor de dunne tanks met SW-geel geldt dat hier geen verdere winst is te boeken.

Conclusie

Permeaat is sterk betrokken bij de stilstand van beide oplosstraten, maar hier valt wel enige winst te behalen. Doordat de K1-tanks niet direct na elkaar gelegeerd worden, ontstaat er een gat waarin geen



productie is bij de oplosstraten. Als dit legen van de K1-tanks wel aansluitend gebeurt, kan een groot deel van de stilstand op beide oplosstraten ingevuld worden. Ook bij de permeaatpasta is de handelswijze niet optimaal, aangezien er 4 uur onnodig gewacht wordt. Bij wei kan ook winst behaald worden, door bij een na-kristallisatietank eerder te stoppen met vullen en hier de minimale standtijd van 48 uur in te laten gaan. Voor SW-geel is ook nog een lichte winst te boeken, want ook hier kan de werkwijze bij de pastatanks beter, om dezelfde reden als bij de permeaatpasta. Concluderend kunnen we dus stellen dat de oplosstraten hier onnodig lang hebben stil gestaan.

4.3.6 Conclusie

Uit de casestudies in deze paragraaf volgen meerdere oorzaken van het gebrek aan aanvoer bij de oplosstraten. Deze oorzaken vallen echter voor een groot deel in dezelfde categorie, namelijk het te lang laten staan van producten in verschillende groepen tanks. Zo komt het meerdere keren voor dat een product langer dan nodig in de pastatanks, K1-tanks of na-kristallisatietanks verblijft. Daarnaast hebben we bij de K1-tanks nog twee oorzaken gevonden. Ten eerste worden deze tanks hier niet altijd chronologisch gelegeerd, waardoor er pas later product beschikbaar komt voor de oplosstraat. Ook ontstaat er bij weinig grondstof 5 een gat waarin geen productie is bij de oplosstraten. Dit gat ontstaat doordat de K1-tanks niet aansluitend zijn gelegeerd, terwijl dit wel mogelijk is. We moeten er echter in bovengenoemde situaties wel rekening mee houden dat het eerder of anders legen van tanks ook gevolgen heeft voor een later stadium, aangezien het eerder doorgestroomde product later niet meer beschikbaar is en mogelijk slechts de stilstand bij de oplosstraat verplaatst. Een ander type oorzaak is dat er in enkele gevallen niet meer product beschikbaar is in de productstromen, waardoor een betere invulling van de oplosstraten niet mogelijk is. In deze situaties zou het ontvangen van een grotere hoeveelheid aan grondstoffen aan het begin van het proces, dus bijvoorbeeld dunne wei, gewenst zijn.

4.4 Perioden voldoende grondstof

Naast perioden met weinig grondstof hebben we ook perioden met voldoende grondstof geïdentificeerd. In hoofdstuk 3 viel op dat er vaak geen of nauwelijks verschil is tussen deze beide situaties wat betreft de voorraadhoogte van een bepaald product in alle stadia van het productieproces. Hierbij kan de voorraad bij voldoende grondstof dus lager zijn dan bij te weinig grondstof, maar is er alleen bij eerstgenoemde aanvoer voor de oplosstraten. Dit kunnen we als volgt verklaren.

Het zijn namelijk niet zozeer de voorraden die uiteindelijk bepalen of er voldoende grondstof is, maar meer de beschikbaarheid van producten en aansluiting tussen productiestappen. Als er bijvoorbeeld op een gegeven moment voor meerdere uren SW-geelfiltraat op oplosstraat 1 en weifiltraat op oplosstraat 2 wordt gedraaid, dan hoeft er ook geen permeaatfiltraat beschikbaar te zijn of te komen in de voorliggende K1-tanks. De voorraad kan hier dan probleemloos laag of zelfs nul zijn, zolang er vanuit deze tanks maar wel weer op tijd product beschikbaar komt als er weer permeaatfiltraat op een van de oplosstraten gedraaid moet worden. Dit voorbeeld geldt voor alle productstromen en rekening houdend met het tijdverschil ook voor alle productiestappen.

Voor het rekening houden met het tijdverschil is het terugrekenen van minimale standtijden niet toereikend. Operators kunnen er namelijk voor kiezen of door omstandigheden gedwongen worden om producten langer te laten staan dan nodig. Redenen hiervoor zijn dat ze voor een ander product kiezen op de oplosstraat, er geen ruimte is in volgende tanks of doordat er gewacht moet worden op onderhoud. In dergelijke situaties kost het dus meer tijd om van binnenkomst tot aan de oplosstraten te komen. In paragraaf 4.2 kwam voor situaties met weinig grondstof al naar voren dat producten soms

langer staan dan in principe nodig is en ook voor situaties met voldoende grondstof geldt dit. Met het oog op de aansluiting met de oplosstraat kan dit echter evengoed positief zijn.

Bij de perioden met voldoende grondstof ontstaat uiteindelijk geen grondstoftekort, omdat de aansluiting tussen de oplosstraten en de voorliggende productiestappen op orde is. De hoeveelheid product die beschikbaar is, is voldoende om de oplosstraten doorlopend te voorzien. Hierdoor laat men bijvoorbeeld permeaat een aantal uren langer wachten in de K1-tanks, omdat er bij de oplosstraten nog geen ruimte is om dit te gaan draaien. Ook in voorliggende fasen kan hier al op geanticipeerd worden, maar het is dan wel lastiger om gevolgen van een dergelijke keuze snel te overzien. Bovendien geldt ook voor de situaties met voldoende grondstof dat er weleens een stilstand is, maar deze is dan kortstondig en ook regelmatig vanwege een andere reden dan een grondstoftekort. Zolang dit niet vaak voorkomt, is dit niet problematisch, wat ook blijkt uit de geleverde output in de perioden met voldoende grondstof. Deze lag beduidend hoger dan voor omliggende perioden, waarin gemiddeld duidelijk meer charges worden gedraaid door de oplosstraten in een week (zie figuur 3.2).

4.5 Conclusie

Ter afsluiting van hoofdstuk 4 beantwoorden we met behulp van de informatie uit de voorgaande paragrafen de volgende deelvraag:

Waardoor ontstaat er een gebrek aan aanvoer bij de oplosstraten bij Domo Borculo?

In dit hoofdstuk hebben we voor de vijf perioden met weinig grondstof casestudies uitgevoerd om te onderzoeken of de stilstand bij de oplosstraat of oplosstraten voorkomen of ingekort kon worden. Hierbij keken we voor elk product (wei, permeaat en SW-geel) afzonderlijk of er ergens in het proces winst viel te behalen. Daarna beschreven we ook voor de perioden met voldoende grondstof hoe de productie hier wel goed heeft kunnen verlopen.

Voor de vijf perioden met weinig grondstof vallen de oorzaken voor een groot deel toe te schrijven aan dezelfde categorie, namelijk het te lang laten staan van producten in verschillende groepen tanks. Dit gebeurt in de pastatanks, de K1-tanks en voor wei ook in de na-kristallisatietanks. De producten kunnen in deze situaties eerder doorgevoerd worden. Hierdoor zou het gebrek aan aanvoer bij de oplosstraten vaak deels ingevuld kunnen worden. Daarnaast verloopt het legen van de K1-tanks ook niet altijd optimaal. Het komt bij de casestudies voor dat deze tanks niet chronologisch of niet aansluitend worden geleegd. Voor de genoemde oorzaken moeten we er echter wel rekening mee houden dat het eerder legen van tanks ook gevolgen heeft voor een later stadium, aangezien het eerder doorgestroomde product later niet meer beschikbaar is en mogelijk slechts de stilstand bij de oplosstraat verplaatst. Overigens is er nog een ander type oorzaak, namelijk dat er in enkele gevallen niet meer product beschikbaar is in de productstromen. Hierdoor is een betere invulling van de oplosstraten dan niet mogelijk en is een stilstand gezien de producthoeveelheden op dat moment onvermijdelijk.

Als we kijken naar de situaties met voldoende grondstof, dan wordt duidelijk dat de beschikbaarheid van producten en aansluiting tussen productiestappen van belang zijn voor de aanvoer van de oplosstraten. Er kunnen maximaal twee van de drie mogelijke producten tegelijkertijd draaien op de oplosstraten, dus het derde, ongebruikte product hoeft op dat moment nog niet direct gereed te zijn. De voorraden hiervan kunnen dus probleemloos laag zijn, zolang het product maar wel op tijd gereed is voor het moment waarop het weer benodigd is bij de oplosstraat. Als het derde, nog niet benodigde product al

wel gereed is, dan kunnen operators dit product bewust een aantal uren langer laten staan in de K1-tanks, of in geval van wei in de na-kristallisatietank.

Voor het beantwoorden van de deelvraag willen we weten waardoor een gebrek aan aanvoer bij de oplosstraten ontstaat. Het vermoeden dat dit aan te lage voorraadstanden zou liggen, bleek namelijk in hoofdstuk 3 onjuist. Het gebrek aan deze aanvoer ontstaat vaak door twee typen oorzaken. De eerste is dat de aansluiting tussen productiestappen niet goed verloopt. Dit wordt vaak veroorzaakt doordat producten te lang in een tank blijven staan, waarbij dit zowel de pastatanks, de K1-tanks als de na-kristallisatietanks kan betreffen. Daarnaast moet er wel voldoende product beschikbaar zijn om de oplosstraten van aanvoer te kunnen voorzien. In deze situaties zou het ontvangen van een grotere hoeveelheid aan grondstoffen aan het begin van het proces, dus bijvoorbeeld dunne wei, gewenst zijn. Voor een doorlopende aanvoer bij de oplosstraten is dus van belang dat er voldoende product beschikbaar is en dat de aansluiting tussen productiestappen goed verloopt.

Hoofdstuk 5 - Conclusies en aanbevelingen

In dit hoofdstuk verwerken we de waarnemingen uit hoofdstuk 3 en 4 tot een aanbeveling. In deze hoofdstukken hebben we de tweede en derde deelvraag beantwoord, waarop we in paragraaf 5.1 terugkomen. In paragraaf 5.2 beantwoorden we de vierde en laatste deelvraag:

Welke aanbevelingen volgen uit de waarnemingen?

5.1 Conclusies deelvragen

In hoofdstuk 3 hebben we met het beantwoorden van de tweede deelvraag onderzoek gedaan naar de hoeveelheden droge stof in de verschillende processtappen. Hierbij hebben we naar verschillen gezocht tussen situaties met weinig en met voldoende grondstof voor de oplosstraten. Dit hebben we gedaan voor de drie productstromen, in totaal en per productiestap. Voor wei geldt dat er wel verschillen waarneembaar zijn tussen beide situaties, maar dat er geen verband te leggen is tussen de voorraadhoogte op een plek en het wel of niet ontstaan van een grondstoftekort. Voor permeaat en SW-geel geldt zelfs dat er geen verschillen in voorraadhoogte te noteren zijn. We concluderen dat de voorraden van de drie verschillende producten, in totaal en per productiestap, niet bepalend zijn voor het wel of niet ontstaan van een grondstoftekort bij de oplosstraten.

Welke oorzaken er wel verband houden met een gebrek aan aanvoer bij de oplosstraten, hebben we onderzocht met deelvraag 3 (hoofdstuk 4). We hebben hiervoor casestudies uitgevoerd voor vijf perioden met weinig grondstof om te onderzoeken of de stilstand bij de oplosstraat of oplosstraten voorkomen of ingekort kon worden. Hierbij kwamen twee typen oorzaken naar voren die van belang zijn. De eerste is dat de aansluiting tussen productiestappen niet goed verloopt. Dat producten te lang in een tank blijven staan, is het meest voorkomende probleem in deze categorie. Een andere oorzaak ligt bij de beschikbaarheid van producten. In sommige situaties is er onvoldoende product beschikbaar om de oplosstraten van aanvoer te kunnen voorzien.

5.2 Aanbevelingen

In deze paragraaf beantwoorden we de volgende deelvraag:

Welke aanbevelingen volgen uit de waarnemingen?

De aanbevelingen die we doen, komen voort uit de gevonden oorzaken van een gebrek aan aanvoer bij de oplosstraten. Hierbij hebben we onderscheid gemaakt tussen twee typen, namelijk oorzaken met betrekking tot de aansluiting tussen productiestappen en de beschikbaarheid van producten.

Dat de aansluiting tussen productiestappen niet goed verloopt, komt het vaakste terug als de oorzaak van een gebrek aan aanvoer bij de oplosstraten. In de meeste gevallen ontstaat dit door producten die te lang in een tank blijven staan. We weten echter niet waarom deze producten te lang in bijvoorbeeld een pastatank, een K1-tank of een na-kristallisatietank verblijven. Op dit moment beslissen operators ter plekke hoe ze handelen bij de verschillende productiestappen. Ze kunnen hierbij niet alles voorzien, ondanks onderling overleg tussen operators. Het zou het proces ten goede komen als zij een beter overzicht krijgen in het gehele proces tot aan de oplosstraat. Als er een tekort dreigt, dan kan hier op geanticipeerd worden door tanks met een kleinere hoeveelheid te vullen en vervolgens eerder te legen.



FrieslandCampina



For a great start in life.

We doen daarom de aanbeveling om beter inzichtelijk te maken wanneer producten benodigd zijn bij de oplosstraten, wat samenhangt met de scheduling hiervan.

Ook de ontoereikende beschikbaarheid van producten ligt in enkele gevallen ten grondslag aan een gebrek aan aanvoer bij de oplosstraat. In deze situaties is er dus in geen van de productstromen de mogelijkheid geweest om voor eerdere aanvoer te zorgen bij de oplosstraat, zodat het tekort hier kon worden voorkomen. Dit betekent dat we voor deze oorzaak terug moeten naar het begin van het productieproces, namelijk de externe leveringen van producten als dunne wei, weipasta en permeaatpasta. In vrijwel alle situaties is er wel voldoende grondstof aanwezig in het gehele proces, alleen niet altijd op de juiste plek. Daarom bevelen we aan om te onderzoeken of het moment van aankomst van vrachten van invloed is op het verloop van de productie. Deze aanbeveling volgt echter wel uit een oorzaak die duidelijk minder vaak voorkomt dan de soms mindere aansluiting tussen productiestappen en heeft dus een lagere prioriteit.

Referentielijst

Darke, P., Shanks, G., & Broadbent, M. (1998). Successfully completing case study research: combining rigour, relevance and pragmatism. *Info Systems J*, 8(4), 273-289.

Flyvbjerg, B. (2006). Five misunderstandings about case-study research. *Qualitative Inquiry*, 12(2), 219-245.

Hopp, W.J. & Spearman, M.L. (2001). *Factory Physics*. New York: Irwin/McGraw-Hill. [electronic version]

McCutcheon, D.M., & Meredith, J.R. (1993). Conducting case study research in operations management. *Journal of Operations Management*, 11(3), 239-256.

Schmidt, L. (2014). Developing a scheduling heuristic for Domo Borculo.

Yin, R.K. (2014). *Case Study Research: Design and Methods*. Londen: Sage Publications.