



Bachelor Thesis

VAN RUWE DATA NAAR VERKLARENDE DATA

Het verklaren van het optimale productieplan bij
een Advanced Planning and Scheduling systeem

Benjamin Overkempe
Technische Bedrijfskunde
Universiteit Twente
15 september 2017

UNIVERSITEIT TWENTE.

VAN RUWE DATA NAAR VERKLARENDE DATA

Het verklaren van het optimale productieplan bij een
Advanced Planning and Scheduling systeem

Auteur

Benjamin Overkempe
Student BSc Technische Bedrijfskunde

Eerste Begeleider Universiteit Twente

Dr. M.C. van der Heijden

Tweede Begeleider Universiteit Twente

Dr.Ir. J.M.J. SCHUTTEN

Begeleider Koninklijke FrieslandCampina

Dhr. Ir. J. Veldwijk



Voorwoord

Ter afronding van mijn bachelor Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente presenteer ik u hier mijn bachelor thesis. Mijn afstudeerstage heb ik gelopen op het hoofdkantoor van Koninklijke FrieslandCampina in Amersfoort. Tijdens mijn stage heb ik mogen werken binnen het S&OP team van de Supply Chain afdeling van de hub Single Ingredients. Ik heb enorm genoten van mijn tijd die ik heb mogen doorbrengen op de werkvloer.

Allereerst wil ik mijn begeleider binnen FrieslandCampina, Joost Veldwijk, hartelijk bedanken voor de goede begeleiding die hij mij heeft gegeven. Ik kon met al mijn vragen bij hem terecht en hij stond altijd open om samen te brainstormen over verschillende ideeën. Ook al mijn vragen die niet aan mijn opdracht gerelateerd waren kon ik stellen waardoor ik een goed beeld heb gekregen over het gehele proces, voornamelijk over hoe de wei gevaloriseerd wordt binnen FrieslandCampina. Ook alle andere medewerkers op de werkvloer wil ik bedanken. Ik heb het als zeer prettig ervaren dat iedereen heel toegankelijk en bereikbaar was. Ik ben daarom ook zeer blij dat ik mijzelf inmiddels medewerker van FrieslandCampina mag noemen en kijk uit naar het komende jaar waarin ik met velen van hen samen mag werken.

Graag wil ik ook mijn dankwoord richten aan Matthieu van der Heijden, die mij heeft begeleidt vanuit de Universiteit. Mede zijn kritische feedback heeft ertoe geleid dat het verslag tot deze versie tot stand is gekomen. Ook wil ik Marco Schutten, tweede lezer en beoordelaar, bedanken voor de tijd die hij hiervoor heeft vrijgemaakt.

Omdat processen en recepturen vertrouwelijke informatie is, zijn productnamen en de locaties waar de producten geproduceerd worden geanonimiseerd. Ook de verkoopprijzen zijn niet de exacte verkoopprijzen, maar deze zijn iets aangepast om de data onherkenbaar te maken.

Management Samenvatting

Dit onderzoek heeft plaatsgevonden ter afronding van mijn bachelor Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente. Mijn afstudeerstage heb ik verricht bij FrieslandCampina te Amersfoort bij de hub 'Single Ingredients' welke verantwoordelijk is voor de verwerking en valorisatie van wei, een nevenproduct van de productie van kaas.

In dit onderzoek heb ik gekeken naar hoe ik de data die door het nieuwe geautomatiseerde planningssysteem (APS-systeem) gegenereerd wordt, kan omzetten in overzichten die de netwerkplanners helpt om het productieplan te verklaren richting verschillende stakeholders. Het nieuwe planningssysteem is momenteel nog niet in gebruik; men zit nog in de implementatiefase. Wanneer het planningssysteem in gebruik wordt genomen zal men maandelijks een productieplan hiermee opstellen voor de tactische planning met een horizon van 18 maanden. De verschillende stakeholders voor wie het productieplan verklaard moet worden zijn: het S&OP team welke verantwoordelijk is voor het opstellen van het productieplan, Plant Management Teams welke verantwoordelijk zijn voor een specifieke locatie en de afdeling 'Milk Valorisation and Allocation' welke verantwoordelijk is voor het allocatieplan van de melk. Deze afdeling bepaalt hoeveel melk er elke maand aan de verschillende afdelingen binnen FrieslandCampina gealloceerd wordt. Dit doet zij op basis van hoe de verschillende afdelingen voorspellen dat zij melk, of onderdelen van melk, kunnen valoriseren. Door de hoeveelheid melk die aan de afdeling 'Cheese' wordt gealloceerd, wordt ook bepaald hoeveel wei er in het netwerk van Single Ingredients verwerkt moet worden.

Voor verklaringen richting het S&OP is het van belang om inzicht te krijgen in valorisatiewaardes van verschillende opties waar men uit kan kiezen. Productievolumes zijn niet onafhankelijk van elkaar. Wil men één specifiek product produceren, dan zal men ook andere producten daarbij moeten produceren om zo de voedingsstoffen uit de wei optimaal te benutten. De producten die men samen uit wei kan produceren noemen we een bakje. Voor verklaringen richting Plant Management Teams is het van belang om de verschillen in valorisatiewaardes tussen de locaties inzichtelijk te maken. Voor verklaringen richting MVA is het van belang om de valorisatiewaarde van verschillende wei-soorten inzichtelijk te maken. Valorisatiewaardes worden altijd berekend per bakje, omdat een bakje omgerekend kan worden naar een hoeveelheid wei en zo de valorisatie per hoeveelheid wei uitgedrukt kan worden.

Er bestond tot op heden een lijst met de meest gebruikte bakjes. Echter, er ontbrak een overzicht van alle mogelijke bakjes. In dit onderzoek heb ik een methode ontwikkeld, gebruikmakend van Excel VBA, waarmee alle mogelijke bakjes gegenereerd kunnen worden. Hierbij wordt ook rekening gehouden met het feit dat producten voor verschillende prijzen verkocht kunnen worden. Omdat dit resulteert in verschillende valorisatiewaardes wordt dit ook gezien als verschillende bakjes. Om vervolgens het productieplan te kunnen verklaren heb ik een model gemaakt waarin ik het productieplan, waarin volumes aan producten worden toegekend, omgeschreven naar een productieplan waarin volumes worden toegekend aan de verschillende bakjes. Hiervoor heb ik een LP-model opgesteld.

De overzichten die benodigd zijn om het productieplan te verklaren richting de verschillende stakeholders geven een selectie van alle bakjes weer met de daarbij behorende valorisatiewaardes. Ook moet in het overzicht weergegeven worden of er nog volume aan de bakjes toegekend kan worden of dat deze hun capaciteit al bereikt hebben. De verklaringen worden veelal gebaseerd op de low-end valorisatiewaardes. Hierin kan gekeken worden naar het best valoriserende bakje waar nog volume aan toegekend kan worden of het laagst valoriserende bakje waar al volume aan toegekend is.

Het model is geïmplementeerd voor twee van de negen productielocaties. Het model zal door FrieslandCampina zelf uitgebreid moeten worden zodat deze de data van alle negen locaties kan verwerken. Ook moet het genereren van de visuele weergave van de overzichten nog geautomatiseerd worden. Het model dat ik ontworpen heb, genereert automatisch alle mogelijke bakjes met bijbehorende valorisatiewaardes en kent volumes aan deze bakjes toe zodat het productieplan dat door het geautomatiseerde planningsysteem is gegenereerd omschreven wordt naar een productieplan waarin volumes aan de bakjes zijn toegekend.

Ik heb de overzichten voorgelegd aan de OMP Netwerkplanner om te beoordelen of het overzicht juist werd geïnterpreteerd. De OMP Netwerkplanner begreep de overzichten en kon aan de hand van de gegevens uit de overzichten snel bepalen welke oplossing op basis van valorisatie de beste keus was.

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
Management Samenvatting	4
Begrippenlijst	8
1 Inleiding.....	9
1.1 Koninklijke FrieslandCampina	9
1.2 Hub Single Ingredients (SI)	9
1.3 Sales and Operations Planning.....	9
1.4 Nieuw planningssysteem	9
1.5 Probleemstelling	10
1.5.1 Ontleden van de probleemstelling	10
1.6 Praktisch belang.....	11
1.7 Probleemaanpak	12
1.7.1 Deliverables.....	13
1.7.2 Scope.....	14
1.8 Leeswijzer.....	14
2 Planningsproces	15
2.1 Huidige planningsproces.....	15
2.1.1 Link met MVA planningscyclus.....	15
2.1.2 S&OP cyclus.....	15
2.1.3 Operationele planning	16
2.1.4 Problemen die men ondervindt in het huidige planningsproces	16
2.2 Overgang naar het nieuwe planningssysteem.....	17
2.2.1 Planningsproces na de implementatie van OMP.....	17
3 Het productieplan kunnen verklaren.....	19
3.1 Verklaren van het productieplan	19
3.1.1 Valorisatie	19
3.1.2 Stakeholders.....	21
3.2 Conclusies	24
4 Interactie tussen APS-systeem en de gebruiker	25
4.1 Interactie tussen APS-systeem en gebruiker	25
4.1.1 Literatuuronderzoek	25
4.2 Toepassing op FrieslandCampina.....	28
4.3 Conclusie	29

5	Benodigde overzichten	30
5.1	Benodigde overzichten	30
5.1.1	S&OP	30
5.1.2	Plant Management Team.....	31
5.1.3	MVA.....	31
5.1.4	Conclusies	31
5.2	Verwerking van data benodigd	31
5.2.1	Alle bakjes genereren.....	31
5.2.2	Volumes toekennen aan bakjes	32
5.2.3	Conclusie	32
5.3	Stappenplan: Dataverwerking	32
5.4	Beschikbare data.....	33
5.4.1	Output van OMP	33
5.4.2	Input van OMP	33
5.4.3	Conclusie	34
5.5	Bakjes genereren	34
5.5.1	Unieke grondstof behorend bij een bakje	34
5.5.2	Stappenplan bakjes genereren	35
5.6	Volumes aan bakjes toekennen	37
5.6.1	LP-model opstellen	39
5.7	Selecties van bakjes	43
5.8	Interpretatie van overzichten	44
5.9	Validatie	45
5.9.1	S&OP scenario's	45
5.9.2	Conclusie	48
6	Conclusies	49
7	Aanbevelingen	50
8	Referenties.....	52
9	Bijlagen.....	53
9.1	Bijlage A.....	53
9.2	Bijlage B.....	54

Begrippenlijst

APS: Advanced Planning and Scheduling is door APICS (in Ivert en Jonsson, 2014) als volgt gedefinieerd; "Een APS-systeem is een informatiesysteem dat geavanceerde wiskundige algoritmes of logica gebruikt om planningstaken te ondersteunen."

IFT: IFT staat voor Infant and Toddler. Deze hub produceert voedingsmiddelen voor peuters en zuigelingen.

ITO: ITO staat voor 'Individual, Technological and Organisational' en is een raamwerk dat gebruikt wordt in Ivert en Jonsson (2011) waarin de invloed van de individuele, technische en organisatorische dimensies op de implementatie van APS systemen wordt beschreven.

MVA: MVA staat voor 'Milk Valorisation and Allocation'. Dit is een afdeling binnen FrieslandCampina welke verantwoordelijk is van het alloceren van melk aan verschillende hubs binnen FrieslandCampina. Deze hubs moeten deze melk verwerken in hun netwerk.

OMP: OMP staat voor OM Partners, welke de softwareleverancier is van het nieuwe APS-systeem. OMP wordt in dit onderzoek ook gebruikt als benaming voor het APS-systeem dat draait op software van OM Partners.

Opbrengstpercentage: Het opbrengstpercentage van product i in bakje j , is de hoeveelheid product i die geproduceerd wordt als er één kilogram grondstof wordt gealloceerd aan bakje j .

Performance: De winstmarge op een product omgerekend per kilogram product.

SI: SI staat voor Single Ingredients. Deze hub is verantwoordelijk voor de verwerking van wei. Uit wei maakt zij producten die weer als ingrediënt voor een ander product bestemd zijn.

SKU: Een Stock Keeping Unit is een uniek identificeerbaar en verkoopbaar product. Binnen een SKU voldoet elk product aan exact dezelfde specificaties, inclusief dezelfde verpakking.

S&OP: Sales and Operations Planning wordt door Goddard (1988) en Wallace (2006) (in Ivert en Jonsson, 2014) gedefinieerd als een tactisch planningsproces dat uitgevoerd wordt om vraag en aanbod op elkaar af te stemmen en om ervoor te zorgen dat alle afdelingen van een bedrijf op één lijn zitten om het strategische businessplan te ondersteunen.

S&OP proces: Het S&OP proces is een vierweekse cyclus waarin vraag en aanbod op elkaar afgestemd worden om zo te komen tot een planning met een horizon van 18 maanden.

Valoriseren: Waarde geven aan een product of grondstof.

Valorisatiewaarde: De winstmarge die behaald kan worden met een grondstof of product, omgerekend per kilogram.

Wei: Hoogwaardig nevenproduct dat ontstaat nadat kaas is gestremd. Wei bevat veel waardevolle voedingsstoffen zoals lactose, eiwit, vitaminen en mineralen.

What's Best!: Een add-in in Excel waarmee een LP-model opgesteld en opgelost kan worden.

1 Inleiding

In dit hoofdstuk zal een beschrijving gegeven worden van het bedrijf en de belangrijkste onderwerpen die raken aan het onderzoek.

1.1 Koninklijke FrieslandCampina

Elke dag voorziet Koninklijke FrieslandCampina miljoenen consumenten over de hele wereld van voeding die rijk is aan voedingsstoffen afkomstig uit melk. De boeren van FrieslandCampina leveren jaarlijks ongeveer elf miljard kilogram melk. Het hoofdkantoor van FrieslandCampina is gevestigd in Amersfoort. FrieslandCampina bestaat uit vijf Business groepen.

- Consumer Products Europe, Middle East and Africa
- Consumer Products Asia
- Consumer Products China
- Cheese, Butter & Milkpowder
- Ingredients

1.2 Hub Single Ingredients (SI)

Dit project vindt plaats binnen de Business groep Ingredients en daarbinnen in de hub Single Ingredients (SI). SI heeft als doel om de valorisatie van wei te maximaliseren, gegeven de hoeveelheid input van wei. Wei is het nevenproduct dat ontstaat bij de productie van kaas. Het valoriseren van wei houdt in dat er gekozen moet worden welke producten er gemaakt worden uit de wei. Het toewijzen van volumes aan producten die geproduceerd moeten worden, geschiedt op een zodanige manier dat de toegevoegde waarde voor FrieslandCampina gemaximaliseerd wordt. SI is verantwoordelijk voor de verwerking van wei tot afzonderlijke ingrediënten zoals lactose of een eiwit. Deze producten worden geleverd aan enerzijds business units binnen FrieslandCampina zoals IFT. IFT staat voor Infant & Toddler (zuigelingen en peuters) welke voedingsmiddelen voor baby's en peuters maken. Anderzijds worden de producten geleverd aan externe bedrijven welke actief zijn in bijvoorbeeld de voedingsmiddelen- of farmaceutische-industrie.

1.3 Sales and Operations Planning

De Hub SI, voluit 'S&OP Hub SI' genaamd, is verantwoordelijk voor de tactische planning met een planningshorizon van 18 maanden en de operationele planning met een horizon van 13 weken over het netwerk van SI bestaande uit 9 productielocaties. Deze planning wordt maandelijks opgesteld. Tevens voert zij strategische analyses uit met een horizon van 10 jaar. De S&OP hub SI maakt een planning van de productie van alle SKU's op maand-niveau. Dit zijn alle producten die verpakt zijn. Aan de hand van deze planning maken de netwerkplanners, zij zijn onderdeel van de hub SI, per locatie een planning op uur-niveau. Momenteel wordt de planning die door het S&OP wordt gemaakt gebaseerd op Excel tools. De planning wordt afzonderlijk per locatie gemaakt en deze worden daarna in meetings op elkaar afgestemd. Het planningsproces wordt in meer detail besproken in hoofdstuk 2.1.

1.4 Nieuw planningsysteem

Er wordt overgegaan op een nieuw planningsysteem (OMP). OMP bepaalt over het gehele netwerk wat de optimale planning is gebruikmakend van een ILP-model. Dit systeem genereert alleen de planning op bulkniveau. Het toewijzen van producten aan specifieke SKU's valt daarmee buiten de scope van het nieuwe planningsysteem. De belangrijkste input parameter die gegeven wordt in OMP is de hoeveelheid wei die het systeem ingaat. De hoeveelheid wei die het netwerk van SI ingaat, wordt bepaald door de afdeling Milk Valorisation and Allocation (MVA). Zij bepalen namelijk hoeveel melk er wordt gealloceerd aan de S&OP hub Cheese. Daaruit kan worden bepaald hoeveel wei het netwerk

van SI in gaat aangezien wei een nevenproduct is van kaas. Op basis hiervan en alle andere parameters en restricties (zoals vraag, capaciteiten, recepturen en financiële performances van producten) wordt het optimale productieplan bepaald. De output die door het APS-systeem gegeven wordt is het optimale productieplan. Hierin wordt per week weergegeven welk volume van een bepaald product op een bepaalde locatie geproduceerd moet worden. Echter, de OMP-Netwerkplanners moeten deze planning kunnen verklaren aan verschillende stakeholders zoals S&OP hub SI, Plant Management Teams en de afdeling Milk Valorisation and Allocation. De ruwe data die gegeven is (input en output van het APS-systeem) geeft onvoldoende informatie voor de OMP-Netwerkplanners om de planning te kunnen verklaren aan de verschillende stakeholders. Het planningsproces na de implementatie wordt in meer detail besproken in paragraaf 2.2.1.

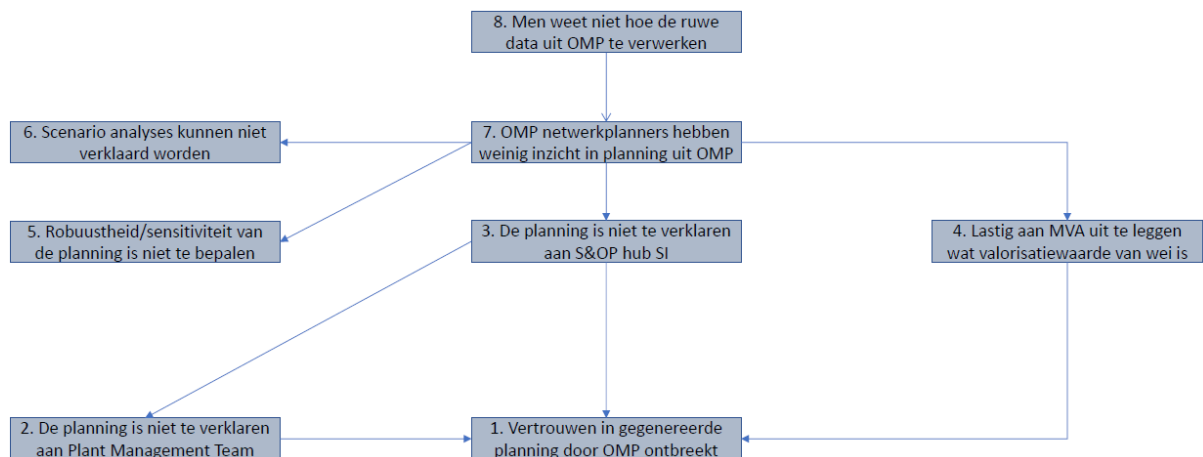
1.5 Probleemstelling

Bij de overgang naar een nieuw planningsysteem voorspelt FrieslandCampina dat er een gebrek aan vertrouwen zal zijn in de door OMP gegenereerde planning. Na dit probleem nader te hebben onderzocht is de probleemstelling opgesteld.

De probleemstelling luidt als volgt:

Hoe moet de input en output van het APS-systeem verwerkt worden zodat deze de OMP-Netwerkplanners ondersteunt waarmee zij de door OMP gegenereerde planningen kunnen verklaren richting verschillende stakeholders?

Om het probleem in meer context te presenteren is in Figuur 1 de probleemkluwen weergegeven.



Figuur 1 Probleemkluwen

1.5.1 Ontleden van de probleemstelling

De probleemstelling kan ontleden worden in de volgende drie delen. De data moet verwerkt worden. De verwerkte data moet de OMP-Netwerkplanners ondersteunen. De OMP-Netwerkplanners moeten de planning kunnen verklaren aan stakeholders

1.5.1.1 Data verwerken

Probleem 8 uit de probleemkluwen verwoordt het eerste deel van de probleemstelling. In principe is vrijwel alle benodigde data wel beschikbaar. Echter, dit zijn op dit moment puur ruwe data. Men weet nog niet hoe men deze data moet verwerken om ervoor te zorgen dat deze data ook daadwerkelijk het productieplan kan verklaren waarom deze optimaal is. Ook is er niet zichtbaar welke producten er geproduceerd worden doordat deze een hoge valorisatiewaarde hebben, of welke producten voornamelijk een bijproduct zijn van een hoger valoriserend product. Ook kan men niet gemakkelijk

zien of bepaalde keuzes in het productieplan een grote impact hebben op de valorisatiewaarde van wei. De gegeven data moet dus nog verwerkt worden. Echter, men weet nog niet hoe deze data verwerkt moet worden. De data die beschikbaar zijn, zijn het productieplan dat door OMP gegenereerd wordt en alle input die OMP ingaat zoals alle restricties en de optimalisatiefunctie inclusief alle waarden van de variabelen. De belangrijkste data zijn de kosten en de verkoop prijzen, de capaciteitsrestricties en de vraag naar de producten.

1.5.1.2 OMP-Netwerkplanners ondersteunen

Probleem 7 in de probleemkluwen sluit aan op het tweede deel van de probleemstelling. De verwerkte data moet de OMP-Netwerkplanners ondersteunen. Aangezien zij de gebruikers van OMP zijn en zij verantwoordelijk zijn voor het verklaren van de planning aan overige stakeholders, zijn zij in eerste instantie degene die de planning moeten begrijpen. Dit onderzoek zal zich dan ook alleen richten op de behoeftes van de OMP-Netwerkplanners. Hiermee wordt indirect voldaan aan de behoeftes van andere stakeholders.

1.5.1.3 Stakeholders

Het laatste deel van de probleemstelling wordt weergegeven in de problemen 2, 3 en 4 uit de probleemkluwen. Uiteindelijk moet de verwerkte data de OMP-Netwerkplanners helpen om de inzichten die zij zelf hebben opgedaan over te brengen naar de verschillende stakeholders zodat zij ook inzichten hebben in het door OMP gegenereerde productieplan. De stakeholders die genoemd worden zijn; S&OP hub SI, Plant Management Teams en de afdeling Milk Valorisation and Allocation.

S&OP hub SI:

Het S&OP team bestaat uit de OMP-Netwerkplanners, de Supply Netwerk Planners, welke verantwoordelijk zijn voor het maken van de operationele planning op specifieke locaties, en andere managers die verantwoordelijk zijn voor transport, vraagconsolidering en netwerk planning. Samen zijn zij verantwoordelijk voor het maken van de tactische planning voor het hele netwerk van SI. Zij moeten de planning begrijpen omdat het voor hen van belang is om bijvoorbeeld te weten waarom de ene locatie volgepland wordt terwijl een andere locatie nog capaciteit over heeft.

Plant Management Team:

Zij zijn verantwoordelijk voor het goed verlopen van de uitvoering van de planning van een bepaalde locatie. De gegeven planning heeft daar een grote invloed op. Wanneer een locatie bijna volledig bezet is, zullen storingen veel sneller tot problemen leiden dan wanneer er nog heel veel capaciteit over is.

MVA:

MVA staat voor Milk Valorisation and Allocation en heeft als doel om de valorisatie van melk te maximaliseren. Hiervoor hebben zij de informatie nodig over hoe SI wei kan valoriseren. Aan de hand van deze informatie bepalen zij hoeveel melk zij alloceren aan de hub 'Cheese'. Hieruit kan herleid worden hoeveel wei er verwerkt moet worden in het netwerk van SI.

1.6 Praktisch belang

Over het onderzoek dat ik zal doen wordt het volgende gezegd: "Importance is high, since network planning is complex within SI and guidance from a valorization perspective is required for the business to understand and gain confidence in proposed planning solutions." Er wordt gesteld dat er begrip en vertrouwen gewonnen moet worden in het nieuwe planningsysteem.

De invoering van het nieuwe APS-systeem brengt veel voordelen met zich mee. In Ivert en Jonsson wordt gesteld dat een APS-systeem het S&OP proces kan ondersteunen wanneer het planningsproces te complex wordt waardoor simpele planningsystemen niet meer volstaan.

Daarnaast zijn er voor FrieslandCampina nog meer voordelen waarom men heeft gekozen voor dit nieuwe systeem. In het oude systeem werden keuzes veelal gebaseerd op data die niet volledig up to date is. In het bijzonder de valorisatiewaarde van producten werd als een constant gegeven gezien. Deze waardes staan in een tabel en op het moment dat er gekozen moet worden tussen bepaalde producten, wordt op basis van die tabel besloten. In het nieuwe systeem worden keuzes gebaseerd op de meest actuele valorisatiewaardes voor elke periode.

Hoewel de invoering van het APS-systeem veel tijd kost, zal het uiteindelijk juist veel tijd besparen doordat het nieuwe systeem in één keer een planning maakt over het gehele netwerk in plaats van dat elke locatie eerst een planning maakt welke later op elkaar afgestemd moeten worden. Het op elkaar afstemmen van deze plannings gebeurt door gebruik van eigen inzichten en heuristieken. Men probeert hierbij de valorisatie te maximaliseren. Het nieuwe systeem zal daadwerkelijk de meest valoriserende planning genereren die aan alle restricties voldoet.

Bovengenoemde voordelen zijn allemaal voordelen van het invoeren van een APS-systeem. Toch heeft het APS-systeem tot op heden een groot nadeel. Juist doordat de planning in één keer centraal gegenereerd wordt, hebben minder mensen inzicht in waarom de gegenereerde planning de meest optimale planning is. De output die door het systeem gegeven wordt, helpt niet in het creëren van dit inzicht. Daarom is dit onderzoek juist zo belangrijk. Dit onderzoek kijkt naar hoe de ruwe data omgezet kan worden naar verklarende data. Zonder dit onderzoek zou men geen inzicht krijgen in de planning.

Het APS-systeem genereert een optimale oplossing wat betreft valorisatie. Vanwege strategische of andere keuzes kan er besloten worden om van deze planning af te wijken. Wanneer men geen inzicht heeft in het systeem zal men afwijken van de planning door gebruik te maken van weer dezelfde heuristieken die gebaseerd zijn op data die niet volledig is. Dit onderzoek zorgt ervoor dat men, ook wanneer men wil afwijken van het optimale productieplan, deze keuzes baseert op de meest actuele en volledige data.

1.7 Probleemaanpak

Om tot een antwoord te komen op de probleemstelling is een aantal onderzoeksvragen opgesteld. Hieronder zullen deze vragen genoemd worden en een korte omschrijving van hoe antwoord op deze vraag verkregen gaat worden.

1. Welke type verklaringen moeten er gedaan kunnen worden om de planning aan de verschillende stakeholders te kunnen uitleggen en verklaren?

Eerst wordt er gekeken op welke problemen men stuit bij het zien en analyseren van de huidige output die door OMP gegenereerd wordt. Dit wordt onderzocht door in gesprek te gaan met de OMP-Netwerkplanners. Zij zijn de gebruikers van het nieuwe systeem. Zij zijn verantwoordelijk om de planning te begrijpen en uit te leggen aan de overige stakeholders. Zij weten daarom het beste welke behoeftes er zijn, en dus ook waar de output van het systeem momenteel tekortschiet. Ook zal ik meerdere S&OP meetings bijwonen en zo bekijken welke soort vragen er aan de hand van de gegenereerde planning gesteld worden.

Vervolgens wordt er gekeken welke type verklaringen er gedaan moeten worden om de planning aan verschillende stakeholders te kunnen verklaren. Er wordt gekeken naar waarom de stakeholders inzicht nodig hebben in de planning en wat de meest voorkomende vragen zijn die gesteld worden aan de hand van een planning die is opgesteld door het S&OP team. Hiervoor worden meetings en gesprekken gepland met de 'Manager Whey Valorisation and Allocation', 'Manager Supply Network Planning' en meerdere 'Supply Network Planners'. Deze personen samen vertegenwoordigen alle stakeholders en zijn verantwoordelijk om de planning te verklaren aan de overige stakeholders.

2. Wat kunnen we uit de literatuur leren over de interactie tussen enerzijds de gebruiker van het APS-systeem en anderzijds het APS-systeem zelf?

Aan de hand van een literatuuronderzoek wordt onderzocht welke aandachtspunten er al bekend zijn aangaande de interactie tussen APS-systemen en de gebruikers ervan. Het eerste deel van het literatuuronderzoek laat al zien welke relevante literatuur er bestaat over dit onderwerp en waar voorgaand onderzoek zich op heeft gefocust. Er wordt eerst gekeken naar voordelen van het gebruiken van APS-systemen. Hierna zal gekeken worden naar casestudies waarbij bedrijven een APS-systeem zijn gaan implementeren. Hierin wordt gekeken tegen welke problemen men aanloopt en welke aspecten belangrijk zijn om rekening mee te houden.

3. Welke overzichten/tabellen en/of figuren moeten er gegenereerd worden om de planning te kunnen verklaren en hoe kunnen deze automatisch verkregen worden?

Aan de hand van de verklaringen die men wil kunnen doen, zoals gegeven bij onderzoeksvraag 1, wordt gekeken welke overzichten benodigd zijn om hier inzicht in te kunnen verschaffen. Hierna zal gekeken worden welke ruwe data ik tot mijn beschikking heb om de verklaringen op te baseren. Er wordt gekeken naar welke bewerkingen van de data er nodig zijn om de ruwe data om te zetten in verklarende data.

De ruwe data moet verwerkt worden tot overzichten, figuren en/of tabellen die helpen om te voorzien in de verklaringsbehoeftes zoals onderzocht bij onderzoeksvraag 1. Excel is de omgeving waarin de data verwerkt moet worden. Per type verklaring wordt er gekeken welke ruwe data er benodigd is, en welke wiskundige operaties er moeten plaatsvinden om te komen tot data die ondersteunt in het verklaren. Vervolgens wordt gekeken naar hoe deze data omgezet kan worden in de benodigde overzichten.

Om deze onderzoeksvraag naar behoren te beantwoorden zal ik in Excel een 'model' ontwerpen waarin de verwerking van data wordt geïmplementeerd op een klein deel van het netwerk. Er is gekozen om de locaties Locatie A en Locatie B te nemen als test-implementatie. Dit deel van het netwerk is vrij eenvoudig met betrekking tot het aantal verschillende producten. Wanneer het 'model' ondersteunt in het verklaren van dit deel van het netwerk, dan wordt de aanname gemaakt dat het 'model' ook zal ondersteunen wanneer het 'model' voor het gehele netwerk geïmplementeerd zal worden.

Tot slot zal gekeken worden naar hoe men in de toekomst de resultaten van dit onderzoek kan gebruiken bij het verklaren van de door OMP gegenereerde plannings. Hierin wordt gekeken naar welke handelingen er verricht moeten worden om te komen tot de verwerkte data.

1.7.1 Deliverables

Er zal een model ontwikkeld worden waarmee de valorisatie van wei inzichtelijk gemaakt wordt. Data van de locaties Locatie A en Locatie B zullen in dit model geïmplementeerd worden.

Er zal laten zien worden hoe overzichten eruit kunnen zien die de OMP-Netwerkplanners zullen ondersteunen in het verklaren van het productieplan. De dataverwerking die benodigd is om deze overzichten te genereren zal wel geautomatiseerd worden. Het genereren van de weergave van de overzichten zelf zal niet geautomatiseerd worden.

Tot slot wordt beschreven hoe FrieslandCampina het model uit kan breiden om meer potentie van het model te benutten.

1.7.2 Scope

In dit onderzoek is alleen gericht op Locatie A en Locatie B. Daardoor kan nog geen vergelijking gemaakt worden tussen verschillende wei-soorten. In Locatie A en Locatie B vinden alleen operaties plaats waar telkens een enkel input product wordt omgezet in één of meerdere output producten. Wanneer het model geïmplementeerd gaat worden over het gehele netwerk moet het model aangepast worden zodat deze ook operaties kan verwerken waarbij meerdere input producten omgezet worden in één of meerdere output producten.

In dit onderzoek wordt alleen gericht op de verklaringen die door de OMP-Netwerkplanners gegeven moeten worden. Zij zijn de gebruikers van OMP en ook de uiteindelijke gebruikers van dit model. Omdat de OMP-Netwerkplanners ook degenen zijn die verklaringen geven aan de overige stakeholders wordt indirect ook de belangen van de overige stakeholders behartigd.

Dit onderzoek richt zich alleen op verklaringen die voor de operationele of tactische horizon moeten gegeven worden. De strategische horizon valt hiermee buiten beschouwing voor dit onderzoek.

Soms wordt er vanwege strategische keuzes afgeweken van het meest valoriserende productieplan. Dit onderzoek richt zich slechts op de verklaringen op basis van valorisatie. Keuzes om van het best valoriserende productieplan af te wijken vallen buiten de scope van dit onderzoek. Echter, wanneer er besloten wordt om van het best valoriserende productieplan af te wijken, kan dit door extra restricties in te voeren, afgedwongen worden in OMP. OMP bepaalt vervolgens het productieplan dat het beste valoriseert gegeven alle restricties. Op deze wijze worden deze 'extern' genomen beslissingen toch meegenomen.

Er wordt primair gericht op de verwerking van data zodat deze de OMP-Netwerkplanners een richting geeft om een antwoord te vinden op vragen die zij krijgen, het model hoeft niet directe antwoorden te geven. De data gestructureerd weergeven heeft de hoogste prioriteit.

1.8 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 staat het planningsproces beschreven. Zowel het huidige planningsproces als de overgang naar het nieuwe proces. In hoofdstuk 3 zal antwoord gegeven worden op onderzoeksvraag 1. In hoofdstuk 4 zal antwoord gegeven worden op onderzoeksvraag 2 en in hoofdstuk 5 zal antwoord gegeven worden op onderzoeksvraag 3. Ook zal in hoofdstuk het model gevalideerd worden aan de hand van een aantal scenario's. In hoofdstuk 6 zullen conclusies getrokken worden. In hoofdstuk 7 zullen aanbevelingen gedaan worden hoe het ontwikkelde model nog beter benut kan worden.

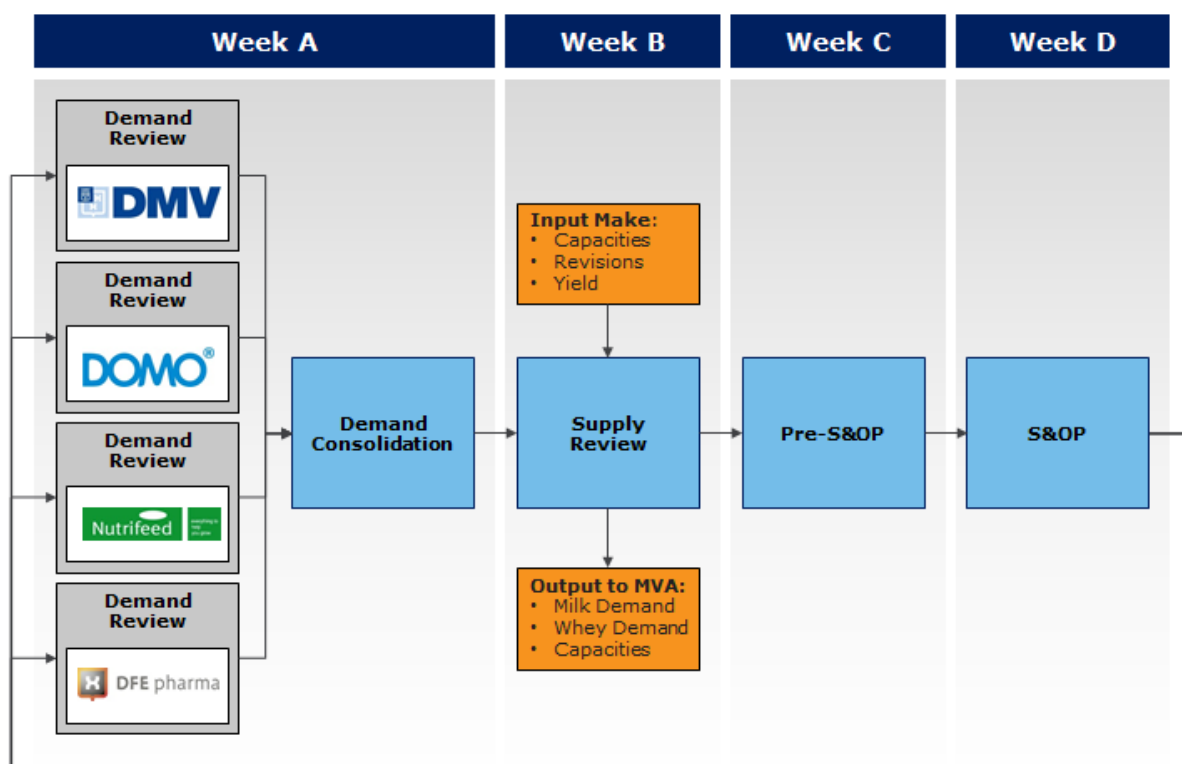
2 Planningsproces

In dit hoofdstuk zal beschreven worden hoe het huidige planningsproces eruitziet en hoe de overgang naar het nieuwe planningsproces verloopt. Hierna worden enkele begrippen in meer detail besproken omdat deze cruciaal zijn voor het verklaren van een productieplan.

2.1 Huidige planningsproces

2.1.1 Link met MVA planningscyclus

Het planningsproces beslaat vier weken. Aan het eind van elke cyclus (eind van week D in Figuur 2) is een productieplan opgesteld met een planningshorizon van 18 maanden. Aan het eind van de cyclus wordt op basis van de afgelopen cyclus door MVA gerapporteerd aan SI hoeveel wei er aan SI wordt gealloceerd. Deze hoeveelheden worden door SI gebruikt in de volgende planningscyclus om een plan op te stellen voor de komende 18 maanden. Als voorbeeld rapporteert MVA eind mei '17 aan SI hoeveel wei zij gealloceerd krijgen voor de periode van juni '17 tot en met november '18. De hoeveelheid wei die gealloceerd is voor de maand juni '17 zullen in principe niet veel afwijken van de rapportage die MVA eind april '17 heeft uitgebracht. SI heeft namelijk het productieplan voor juni '17 vastgesteld in week B in mei '17.



Figuur 2 Planningscyclus

2.1.2 S&OP cyclus

In week A (zie Figuur 2) wordt de voorspelling van de vraag voor de komende 18 maanden vastgezet door de verschillende sales afdelingen. In week A wordt ook door elke locatie de parameters (zoals draaisnelheden) vastgesteld en wordt ook gerapporteerd aan het S&OP team welke capaciteiten er behaald kunnen worden. Ook worden in deze week de verkoop prijzen vastgesteld. Aan de hand van deze informatie en de wei toevoer die eind week D vorige cyclus al gerapporteerd is, wordt een basisplan opgesteld in week B. Aan de hand van deze planning wordt aan MVA gerapporteerd hoe SI wei kan valoriseren in verschillende wei-toevoer-scenario's.

In week C vindt een Pre S&OP meeting plaats. Hierin wordt voor elke productgroep gekeken of er bepaalde risico's zijn. Denk hierbij aan voorraden die te hoog of juist te laag zijn, of vraag die onverwachts hoger of lager wordt. Ook als er nieuwe kansen ontstaan (bijvoorbeeld een nieuwe markt in China die over een jaar een bepaald product af zou kunnen nemen). Echter, dit valt buiten de scope van dit onderzoek omdat deze op strategische horizon plaatsvindt. Ook als er trends lijken te wijzigen (bijvoorbeeld een grote klant waar het slecht mee lijkt te gaan) worden deze besproken in het Pre S&OP. Uit het Pre S&OP komen vragen en scenario's naar voren die onderzocht worden voor de S&OP meeting. Hieruit worden alternatieven aangedragen en advies gegeven aan het S&OP, welke meeting in week D plaatsvindt. In deze meeting worden besluiten genomen over de in de Pre S&OP besproken risico's en scenario's. Er wordt besloten welk van de aanpassingen die er gemaakt kunnen worden, als uitgangspunt meegenomen gaan worden in de volgende planningscyclus.

2.1.3 Operationele planning

Het basisplan wordt maandelijks opgesteld. Naast deze planningscyclus bestaat er een operationele planningscyclus. In deze cyclus wordt het basisplan tweewekelijks geüpdatet met een horizon van 13 weken. Deze update is niet meer primair door valorisatie gedreven, maar vooral om eventuele verstoringen, zoals een machine die in de praktijk een lagere capaciteit heeft dan gepland, te voorkomen of op te lossen. Als deze verstoringen niet direct oplosbaar zijn, worden de gevolgen hiervan natuurlijk wel weer meegenomen in het komende basisplan.

2.1.4 Problemen die men ondervindt in het huidige planningsproces

In het huidige planningsproces worden eerst planningen gemaakt op de afzonderlijke locaties, welke later in het proces op elkaar afgestemd worden. Deze afstemming gebeurt om de valorisatie van wei in het gehele netwerk te optimaliseren en zodat de input die een bepaalde locatie nodig heeft van een andere locatie, gelijk is aan de output van die locatie. Hiervoor wordt een heuristisch gebruikt. In eerste instantie worden alle hoeveelheden waar vraag naar is ingepland. Er zijn nu twee scenario's: de hoeveelheid wei toevoer is lager dan benodigd om aan alle vraag te kunnen voldoen, de hoeveelheid wei toevoer is voldoende en zelfs meer dan nodig om aan alle vraag te kunnen voldoen.

In het geval van te weinig wei toevoer, wat zelden voorkomt, wordt eerst gekeken of bepaalde vraag later geleverd kan worden. Daarna wordt op basis van valorisatie geremd op bepaalde producten. Deze producten zullen dan minder geproduceerd worden wat resulteert in 'lost sales'.

In het geval van voldoende of zelfs meer wei toevoer dan benodigd om aan alle vraag te kunnen voldoen, moet een deel van de wei aanbod gedreven verwerkt of verkocht worden. Om te bepalen welke producten er aanbod gedreven geproduceerd moeten worden bestaat een valorisatietabel. Hierin staat aangegeven wat een combinatie van producten, een bakje, opbrengt. Er kan niet naar losse producten gekeken worden omdat de wei dan niet optimaal benut wordt. Dit principe wordt uitgelegd in paragraaf 3.1.1.2. Van het bakje met de hoogste valorisatiewaarde wordt gekeken of er nog capaciteit over is op de locaties waar deze producten geproduceerd worden.

Deze valorisatietabel bevat de meest voorkomende combinaties van producten en wordt maandelijks geüpdatet. In deze tabel, en in de gehele werkwijze van SI, wordt aangenomen dat verkoopprijzen constant zijn binnen een kwartaal. Er zit wel verschil tussen de verkoopprijzen van verschillende kwartalen. Op basis van deze tabel en ervaring die de 'Manager Whey Valorisation and Allocation' heeft, wordt gekozen welke combinaties van producten er aanbod gedreven geproduceerd moeten worden.

Een andere tekortkoming van de huidige valorisatietabel is dat hier niet goed gepresenteerd staat dat een enkel product voor verschillende prijzen verkocht wordt. Dit principe wordt uitgelegd in paragraaf 3.1.1.1.

In het planningsproces zijn locaties van elkaar afhankelijk. Locatie A kan vanuit wei een poeder maken dat bestemd is voor de kindervoeding. Hiervoor hebben zij product A nodig. Dit kunnen zij zelf maken vanuit de wei die aan Locatie A is gealloceerd, of vanuit product A die in Locatie C is geproduceerd. Wanneer Locatie A moet bepalen hoeveel wei zij kunnen gebruiken om bijvoorbeeld Lactose van te maken, zijn zij afhankelijk van hoeveel product A zij ontvangen vanuit Locatie C omdat dit beïnvloedt hoeveel wei zij nodig hebben om het poeder voor de kindervoeding van te maken. Als zij hier meer product A uit Locatie C ontvangen, kunnen zij de wei die aan Locatie A is gealloceerd gebruiken om te verwerken tot lactose en andere producten.

Zoals de samenhang hierboven, zijn er vele punten in het netwerk waar een dergelijke afhankelijkheid bestaat. Door ervaring weet men welke producten het meest bepalend zijn voor de valorisatie van wei in het hele netwerk. Er is daarom een volgorde afgesproken waarin de keuzes gemaakt worden.

Ook wanneer een eerste planning gemaakt is, en men kiest ervoor om deze aan te passen, zijn er veel overleggen nodig tussen planners van verschillende locaties om deze aanpassing te verwezenlijken en er weer voor te zorgen dat alle afzonderlijke plannings op elkaar afgestemd zijn.

Samengevat zijn de grootste twee nadelen van het huidige planningsproces;

- Het vele afstemmen wat er moet gebeuren tussen de planners van verschillende locaties
- Beslissingen worden niet gemaakt op basis van een volledige dataset, maar vooral op basis van ervaring en heuristieken.

2.2 Overgang naar het nieuwe planningsstelsel

In januari 2015 heeft FrieslandCampina ervoor gekozen dat er een project gestart wordt om de tactische bulkplanning te gaan plannen middels een APS-systeem. Er is gekozen voor de software van OM Partners. FrieslandCampina en OM Partners hebben samen een document opgesteld, genaamd 'detailed analyses', waarin het gehele project nauwkeurig wordt beschreven. De doelen van het gehele proces, de huidige werkwijze en toekomstige werkwijze, de data die benodigd is en alle verantwoordelijkheden worden in dit document uiteengezet. Hierna is een fase aangebroken waarin OM Partners de software op maat maakt voor FrieslandCampina. Daarna (en gelijktijdig) modelleren de OMP-Netwerkplanners het gehele netwerk in de software. Deze fase wordt momenteel bijna afgerond. Men is nu bezig met het testen van het nieuwe planningsproces naast het oude planningsproces.

2.2.1 Planningsproces na de implementatie van OMP

Week A zoals weergegeven in Figuur 2 zal door de implementatie van OMP niet veranderen. In deze week wordt de vraag geconsolideerd en de capaciteiten van de afzonderlijke locaties voorspeld met bijbehorende verwachtingen van opbrengsten van producten aan de hand van kosten en verkoopprijzen. Op de woensdag van week B zal middels OMP een basisplan gegenereerd worden dat overeenkomt met alle gegeven input die in week A is vastgesteld.

2.2.1.1 Output van OMP

De primaire output die OMP genereert is het productieplan. Hierin wordt per week gegeven welke volumes er van de verschillende bulkproducten geproduceerd moet worden. Een voorbeeld van het productieplan voor het netwerk van Locatie A staat weergegeven in Figuur 3.

Production volumes							
			Bucket Start Date	2017/25	2017/26	2017/27	2017/28
MainProductId	ProductId	ProcessId	DISPO	Plan	Plan	Plan	Plan
Product A	Product A	Proces A	H17	94	168	243	94
Product B	Product B	Proces B	H17	94	168	243	94
Product C	Product C	Proces C	H17	0	100	80	100
	Product F	Proces C	H17	263	264	211	263
Product D	Product D	Proces D	H17	20	0	0	20
	Product F	Proces D	H17	53	0	0	53
Product E	Product E	Proces E	H17	32	32	32	32
Total				656	732	809	656

Figuur 3 Productie volumes Locatie A

In deze afbeelding zijn slechts de eerste vier weken weergegeven. De output van OMP genereert een productieplan met een horizon van 78 weken. De gegevens uit bovenstaande figuur die vooral belangrijk zijn, zijn de volgende. In de tweede kolom staat het ProductId. Deze is uniek voor elk product. Het bijbehorende volume dat geproduceerd wordt, staat weergegeven in de meest rechter kolommen. Er is te zien dat Product F meerdere keren voorkomt in de kolom ProductId. Het betreft hetzelfde product wat door een ander proces geproduceerd wordt. Het totale volume Product F dat in week 28 (meest rechtse kolom) geproduceerd is bedraagt: $263 + 53 = 316$ ton. In de kolom Dispo staat H17, of de cel wordt leeggelaten. Wanneer de cel gevuld is met H17 betreft het een product dat als eindproduct verkocht kan worden. Wanneer de cel leeg is betreft het een product dat een intermediate is en eerst nog verder verwerkt moet worden voor deze verkocht kan worden.

Aan de hand van dit basisplan wordt naar MVA gerapporteerd hoe wei binnen het netwerk van SI gevaloriseerd kan worden bij verschillende hoeveelheden toevoer van wei. In tegenstelling tot de huidige planningscyclus kan men nu test runs genereren met verschillende hoeveelheden wei toevoer en zo in meer detail naar MVA rapporteren over verschillende valorisatiewaardes. De risico's en scenario's die in de pre S&OP meeting besproken worden kunnen nu ook middels OMP getest worden om zo de impact van bepaalde beslissingen beter in kaart te brengen.

2.2.1.2 Terugkoppeling problemen uit de huidige planningscyclus

In deze paragraaf zal ik omschrijven welke impact de implementatie van OMP heeft op de problemen die zijn omschreven in paragraaf 2.1.4.

In het huidige planningsproces moeten planningen van verschillende locaties veelal handmatig op elkaar afgestemd worden. Zo moet bijvoorbeeld afgestemd worden dat de hoeveelheid Product A die Locatie A nodig heeft volgens zijn planning, naast de hoeveelheid Product A die zij zelf produceren, overeenkomt met de hoeveelheid Product A die Locatie B in zijn planning levert aan Locatie A. OMP maakt in één keer een plan waarbij beide locaties inbegrepen zijn. Locatie A krijgt daarmee direct te weten hoeveel Product A zij geleverd krijgen uit Locatie B en Locatie B krijgt uit het basisplan direct te weten hoeveel Product A zij moeten leveren aan Locatie A.

In het scenario dat de hoeveelheid wei toevoer afwijkt van de hoeveelheid vraag gedreven producten, wordt in het huidige planningsproces middels een heuristiek gekeken welke producten er meer of minder geproduceerd moeten worden dan er vraag naar is. OMP plant zowel vraag gedreven als niet vraag gedreven in één keer. Hiermee wordt de optimale oplossing, gegeven de restricties, gegenereerd. De heuristiek uit de huidige planningscyclus benadert deze oplossing.

3 Het productieplan kunnen verklaren

In dit hoofdstuk zullen de onderzoeksresultaten van onderzoeksvraag 1 gepresenteerd worden.

Welke type verklaringen moeten er gedaan kunnen worden om de planning aan de verschillende stakeholders te kunnen uitleggen en verklaren?

3.1 Verklaren van het productieplan

In zowel de huidige planningscyclus als de nieuwe planningscyclus zal de planning verklaard moeten worden. De planning moet vooral verklaard worden om uit te leggen hoe men aanpassingen aan kan brengen om bepaalde problemen op te lossen, zoals te hoge voorraden of onverwachte afwijkingen. In paragraaf 3.1.1 wordt beschreven op welk detailniveau valorisatie gemeten wordt, omdat de meeste verklaringen ook op dit detailniveau gedaan moeten kunnen worden.

Hiervoor is het belangrijk om een goed begrip te hebben van wat we met valorisatie bedoelen. Dit zal in de volgende paragraaf uitgelegd worden.

3.1.1 Valorisatie

Het hoofddoel van de Business unit SI is het maximaliseren van de valorisatie van wei, gegeven de hoeveelheid wei die er verwerkt moet worden. Valorisatie wordt gemeten in opbrengst (€) per kilogram. Er zijn twee soorten wei: Kaaswei en Caseïne wei. Binnen de kaaswei kan onderscheid gemaakt worden waar de kaas voor gebruikt kan worden. Als de wei aan bepaalde eisen voldoet kan deze gebruikt worden voor zowel IFT (kindervoeding) als NON-IFT. Voldoet de kaaswei niet aan deze eisen, dan kan de wei alleen gebruikt worden voor Non-IFT. Deze wei-soorten worden verwerkt op 9 locaties tot ongeveer 1150 verschillende SKU's. De valoriserende waarde wordt berekend voor alle verschillende eindproducten, maar niet afzonderlijk voor alle SKU's. De eindproducten worden op bulkniveau geproduceerd. Een eindproduct kan verpakt worden tot verschillende SKU's. Als weipoeder wordt verpakt in een kleine zak, is dit een andere SKU als dat hetzelfde weipoeder wordt verpakt in een grote zak. Het gaat echter nog wel om hetzelfde eindproduct. De valoriserende waarde is de toegevoegde waarde van het eindproduct dat geproduceerd wordt uit één kilogram droge stof wei. De toegevoegde waarde wordt bepaald door de verkoopprijs van het eindproduct minus de productiekosten inclusief grondstoffen. Echter, hier worden de grondstofkosten van de wei zelf niet in meegenomen, omdat de valorisatiewaarde van elk eindproduct gemeten wordt per kilogram droge stof wei.

Per product of grondstof wordt er gekeken naar verschillende valorisatiewaardes. We onderscheiden twee typen waardes: de gemiddelde valorisatiewaarde en de low-end valorisatiewaarde. De gemiddelde valorisatiewaarde geeft aan wat het gewogen gemiddelde is van de valorisatiewaarde van het product of de grondstof. De weging wordt bepaald door het volume in kilogram. De low-end valorisatiewaarde geeft aan wat de valorisatiewaarde van een product of grondstof is over het marginale volume. Dat wil zeggen, over het volume dat eraf gaat of erbij komt wanneer men besluit om respectievelijk minder of meer te produceren.

3.1.1.1 Tranches

Een tranche is een prijs categorie behorend bij een specifiek product met een bepaald volume. Wanneer een product wordt opgedeeld in verschillende tranches, kan dit product voor verschillende prijzen verkocht worden. Een mogelijke oorzaak is dat er verschillende afspraken zijn met klanten. Niet elke klant betaalt dezelfde prijs voor het product. Deze verschillen in prijs komen voort uit individuele afspraken die er zijn gemaakt, mede doordat de ene klant veel meer volume dan een andere klant afneemt. Een tranche kan meerdere klanten bevatten wanneer deze bijna dezelfde prijs per volume betalen. De tranche met de hoogste valorisatiewaarde, dus waarvan de verkoopprijs het

hoogst is, zal als eerste gevuld worden. Wanneer er zelfs meer van een product geproduceerd wordt dan de het totaal volume van alle vraag, kan er nog gekozen worden om het product aanbod-gedreven te produceren. Hiervoor gelden over het algemeen lagere verkoopprijzen dan de verkoopprijzen die horen bij de tranches die vraag gedreven zijn.

Er is een vaste grens welke aangeeft dat de eerste tranche een maximum volume kan bevatten. Wanneer er vraag is naar 1000 kilogram, kun je niet 2000 kilogram tegen deze prijs verkopen. Wanneer het geproduceerde volume bekend is, zal dit volume tot een hoeveelheid van 1000 kilogram aan tranche A toegekend worden, en alles daarboven aan tranche B.

3.1.1.2 Bakjes

Hoewel valorisatie in eerste instantie berekend wordt per eindproduct zegt deze performance op zichzelf niet zoveel. Besluiten om bepaalde producten meer of minder te produceren zullen (bijna) altijd impact hebben op de volumes van andere producten die geproduceerd worden. Enerzijds kan dit komen doordat bij de productie van een hoog valoriserend product ook minder valoriserende bij- of restproducten ontstaan. Anderzijds kan dit komen doordat men probeert de wei optimaal te benutten. Wanneer men uit wei een eiwit wil produceren heeft men nog niet alle waardevolle voedingsstoffen uit de wei benut. Vooral de voedingsstof lactose blijft dan nog onbenut. Wanneer men ervoor wil kiezen om een eiwit te produceren uit wei, zal dit daarom hoogstwaarschijnlijk gepaard gaan met de productie van producten die relatief veel lactose bevatten. Deze combinatie van producten, die er samen voor zorgen dat de wei maximaal benut wordt, noemen we een bakje. Wanneer SI meer wei krijgt gealloceerd kan er binnen het netwerk van SI wei worden gealloceerd aan verschillende bakjes. In het huidige planningsproces is dit hoe de Netwerkplanners te werk gaan.

Bakjes worden gebruikt om inzicht te krijgen in de valorisatie van de geproduceerde producten. De valorisatie van een bakje is afhankelijk van de verkoopprijzen van de producten in dat bakje. Aangezien een product kan bestaan uit meerdere tranches, en dus verkocht kan worden voor verschillende prijzen, ontstaan er meerdere bakjes met dezelfde combinatie van producten, maar waarvoor de verkoopprijzen van die producten in de verschillende bakjes niet aan elkaar gelijk zijn. Zo is het bakje "product A, Tranche A + Product B, **Tranche A**" een ander bakje dan het bakje "product A, Tranche A + Product B, **Tranche B**".

We zijn nu gekomen op het detailniveau waarop valorisatie het meeste inzicht geeft. Besluiten worden namelijk genomen op basis van bakjes met daarin specifieke tranches. Wanneer van een bepaald product zoveel wordt geproduceerd dat tranche A volledig is gevuld, en tranche B deels, hoeft er alleen maar gekeken te worden naar de bakjes die tranche B bevatten. Wanneer het product minder geproduceerd moet worden, zal men eerst korten op bakjes die van dat product tranche B bevatten en dan pas op tranche A. Wanneer er juist meer geproduceerd moet worden, kan men niet meer kiezen voor tranche A omdat deze al helemaal gevuld is, dus moet men bakjes kiezen die van dat product tranche B bevatten.

Capaciteiten aan bakjes toekennen

Om bovenstaande bewerkingen uit te kunnen voeren, moet er eerst bepaald worden hoe de capaciteiten per bakje bepaald worden. Echter, een bakje heeft geen constante capaciteit. De capaciteiten en volumes die aan bakjes toegekend worden zijn aan elkaar gecorreleerd. Stel er is een Bakje 1 bestaande uit '0,8 * Product A, Tranche A + 0,1 * Product B, Tranche A'. Stel ook dat bij 'Product B, Tranche A' een volume (capaciteit) hoort van 1.000 kilogram. Wanneer er 10.000 kilogram wei gealloceerd wordt aan dit bakje, dan wordt er 1.000 kilogram van product B geproduceerd welke in Tranche A valt. Dit bakje heeft geen restcapaciteit meer over omdat 'Product B, Tranche A' zijn limiet

heeft bereikt. Dit heeft automatisch tot gevolg dat alle andere bakjes die 'Product B, Tranche A' bevatten geen capaciteit meer over hebben. Bij alle bakjes die 'Product A, Tranche A' bevatten moet ook doorgerekend worden dat hiervan al 8000 kilogram is geproduceerd.

Zelfs de capaciteit van alle bakjes die 'Product B, Tranche A' bevatten samen, is niet constant. Dit komt doordat de opbrengst van een product in een bakje niet gelijk hoeft te zijn over alle bakjes. In bovenstaand voorbeeld levert een kilogram wei namelijk 0,1 kilogram van 'Product B' op. Stel er bestaat ook een Bakje 2 bestaande uit '0,2 * Product B, Tranche A + 0,8 * Product C, Tranche A', dan is de opbrengst van 'Product B' hier 0,2 kilogram per kilogram toevoer van wei. Wanneer er 100 kilogram wordt gealloceerd aan Bakje 1, wordt de restcapaciteit van Bakje 1 100 kilogram lager. De rest capaciteit van Bakje 2 wordt dan met 50 kilogram verlaagd. De rest capaciteit van een bakje wordt bepaald door het minimum te nemen van de rest capaciteiten van de afzonderlijke producten in het bakje.

Juist omdat bakjes in het huidige planningsproces gebruikt worden om de planning op te baseren is het van toegevoegde waarde wanneer men de planning die door OMP gegenereerd wordt te verklaren op basis van deze bakjes.

3.1.2 Stakeholders

De verklaringen die gedaan moeten kunnen worden, hebben als doel om verschillende stakeholders meer inzicht te geven in het productieplan. In de scope, in paragraaf 1.7.2, is beschreven dat er in dit onderzoek alleen gekeken wordt naar de verklaringen op basis van valorisatie die door de OMP-Netwerkplanners gedaan moeten kunnen worden. De verschillende stakeholders aan wie de OMP-Netwerkplanners verklaringen moeten kunnen geven zijn; S&OP hub SI, Plant Management Teams en de afdeling Milk Valorisation and Allocation. Per stakeholder zal hieronder beschreven worden welke type verklaringen zij behoeven.

3.1.2.1 S&OP hub SI:

S&OP hub SI (verder 'het S&OP' genoemd) bestaat uit de OMP-Netwerkplanners, de Supply Netwerk Planners, welke verantwoordelijk zijn voor het maken van de operationele planning op specifieke locaties, en andere managers die verantwoordelijk zijn voor transport, vraagconsolidering en netwerk planning. Het S&OP is verantwoordelijk voor het op lijn brengen van de planning met de afspraken met de klanten, het aangeven van risico's, bijvoorbeeld te hoge of te lage voorraden, en de planning aanpassen wanneer de realiteit afwijkt van de voorspelling doordat machines bijvoorbeeld onverwachts stilstaan of doordat de kwaliteit van een bepaalde batch onder de norm is.

De Supply Netwerk Planners zijn onderdeel van de S&OP hub. Zij zijn verantwoordelijk voor het plannen van een specifieke locatie op operationeel niveau. Zij gebruiken de planning die door het S&OP is vastgesteld. Vanuit de tactische planning maken zij de operationele planning. De operationele planning wordt in OMP niet meegenomen in het optimaliseren van de planning. Daarom is het van belang dat de Supply Netwerk Planners inzicht hebben in waarom bepaalde keuzes binnen OMP zijn gemaakt. Voor hen is het bijvoorbeeld van belang om te weten waarom zij bepaalde producten moeten produceren die in eerste instantie geen hoge valorisatiewaarde hebben. Dit kan zijn doordat dit een bijproduct is van een hoger valoriserend product dat op een andere locatie gemaakt wordt.

In week D van de planningscyclus uit Figuur 2 vindt de S&OP meeting plaats. Wanneer er eerder risico's of trends zijn ontdekt, zijn deze onderzocht voor de S&OP meeting. Tijdens de S&OP meeting worden de uiteindelijke besluiten genomen over welke verandering er doorgevoerd moeten worden en meegenomen moeten worden in het opstellen van het basisplan in de volgende planningscyclus.

Het S&OP neemt in week D van de planningscyclus uit Figuur 2 beslissingen over welke veranderingen er in de volgende planningscyclus meegenomen gaan worden om het basisplan op te baseren. Ook kan het juist zijn dat er door het S&OP bepaalde trends of risico's worden ontdekt. Deze moeten voor de volgende S&OP meeting uitgezocht worden door de Supply Network Planners die verantwoordelijk zijn voor het plannen van de locaties die impact ondervinden van deze trends of risico's.

De scenario's waarin besluiten genomen worden kunnen in de volgende categorieën ingedeeld worden;

1. Voorraadhoogtes wijken af van targets.
2. Houdbaarheid voorraad dreigt een gevaar te worden.
3. De voorspelling van de vraag verandert.
4. De voorspelling van de aanvoer verandert.
5. Er moet een afweging gemaakt worden wat met een bepaald intermediaire product het beste gedaan kan worden.
6. Er is een optie om een nieuwe markt te betreden.

De eerste vijf categorieën zijn scenario's die vallen in de operationele/tactische horizon. De zesde categorie valt in de strategische horizon. Aangezien OMP plant op de operationele en tactische horizon, valt de zesde categorie buiten de scope van dit onderzoek.

In alle gevallen moet er een afweging gemaakt worden tussen financiële en overige KPI's. Door middel van het verschaffen van duidelijke overzichten die inzicht geven in valorisatiewaardes van verschillende opties kan men de financiële impact van keuzen beoordelen. Omdat de wijze van redeneren in de verschillende scenario's niet veel van elkaar verschilt, zal ik een voorbeeld geven voor een scenario. De manier van redeneren kan vertaald worden naar de andere scenario's.

In bovengenoemde scenario's kan er altijd gekozen worden voor meerdere soorten oplossingen. Enerzijds kan een verandering in de hoeveelheid toevoer van wei een oplossing zijn. Anderzijds kan er, gegeven de hoeveelheid toevoer van wei, de wei op een andere manier verwerkt worden. De hoeveelheid toevoer van wei wordt bepaald door MVA. Daarom wordt deze oplossing hier buiten beschouwing gelaten. Indirect wordt er op deze oplossing ingespeeld doordat de valorisatiewaarde van wei beïnvloed wordt wanneer men de planning van OMP verandert. De typen oplossingen waar we naar kijken, onderzoeken verschillende opties, gegeven de hoeveelheid toevoer van wei.

Voorbeeld scenario 1: Stel de voorraad van Product A dreigt te hoog te worden. Men wil in de komende periode de voorraad af laten nemen. Men wil daarom minder maken van Product A dan in het huidige plan voorgesteld wordt. Wanneer de toevoer van de grondstof waar Product A uit geproduceerd wordt gelijk blijft, moet men deze grondstof (een bepaalde weisoort) gebruiken om andere producten van te maken. Enerzijds wil men dus weten welke bakjes men minder moet gaan produceren om ervoor te zorgen dat de voorraad van Product A afneemt. Anderzijds wil men weten welke bakjes men meer moet gaan produceren om de toevoer van wei te verwerken. Voor beide keuzes wil men de valorisatie optimaliseren. Voor alle bakjes die product A bevatten wil men weten wat de valorisatiewaarde van dat bakje is. Daarnaast wil men inzicht krijgen in welke bakjes er nog capaciteit over hebben, en welke bakjes de maximumcapaciteit bereikt hebben. Ook wil men inzicht krijgen in welke bakjes die geen Product A bevatten, maar wel van dezelfde grondstof wordt geproduceerd, nog capaciteit over hebben en ook welke valorisatiewaardes daarbij horen. Men kan dan een bakje dat geen Product A bevat meer gaan produceren in plaats van het bakje dat wel Product A bevat. De valorisatiewaardes per bakje moet gegeven worden omdat men dan kan zien per keuze wat de financiële impact ervan zou zijn.

Voorbeeld scenario 5: Er is een hoeveelheid van een intermediate product op voorraad waarvoor men nog geen bestemming heeft. Men kan verschillende eindproducten produceren vanuit dit intermediate product. Op basis van valorisatie wil men de beste optie kiezen. Hiervoor is het nodig om een overzicht te hebben van alle bakjes die dit intermediate product bevatten en alle bakjes die een product bevatten die geproduceerd wordt uit dit intermediate product. Het bakje met de hoogst valoriserende waarde kan gekozen worden om te gaan produceren.

Behoefte:

Het S&OP wil inzicht in de financiële impact van verschillende opties waar zij uit kan kiezen zoals geschetst in scenario 1 en 5. Men wil weten wat de valorisatiewaarde van wei (of een andere grondstof) is bij de verschillende opties waar men uit kan kiezen. Dit soort beslissingen maakt het S&OP in de huidige planningscyclus ook al. Echter, zij baseert deze nu met name op eigen inzichten in het netwerk en niet op de valorisatiewaarde van het bakje omdat van lang niet alle bakjes deze inzichtelijk en up to date is.

3.1.2.2 Plant Management Team:

Het Plant Management Team bestaat uit de Productiemanager, Locatieplanners, Financieel manager en de Plant manager. Zij zijn verantwoordelijk voor het goed verlopen van de uitvoering van de planning van een bepaalde locatie. De planning die door het S&OP gemaakt wordt heeft daar een grote invloed op. Zij willen daarom weten waarom bepaalde keuzes zijn gemaakt. Zo willen zij inzicht hebben in waarom zij bepaalde producten juist wel of niet moeten produceren in plaats van een andere locatie. Daarnaast challengen zij of de door S&OP opgestelde planning realiseerbaar is op hun locatie. In de huidige planningscyclus worden hoeveelheden wei aan verschillende locaties gealloceerd om de valorisatie in het gehele netwerk te maximaliseren. In de nieuwe planningscyclus zal OMP de wei aan verschillende locaties alloceren. Het Plant Management Team wil nog wel weten waarom zij een bepaalde hoeveelheid wei krijgen toebedeeld, voornamelijk wanneer dit afwijkt van de hoeveelheid wei die zij hebben aangevraagd. De Netwerkplanners leggen hun keuzes uit op basis van valorisatie. Men wil voor grondstoffen inzicht krijgen in hoe deze gevaloriseerd worden op verschillende locaties.

Om uit te kunnen leggen waarom een locatie een bepaalde hoeveelheid wei krijgt toebedeeld is het van belang om de low-end valorisatiewaardes van verschillende locaties met elkaar te kunnen vergelijken. Hiervoor is het nodig om een overzicht te hebben van alle bakjes die voortkomen uit een bepaalde weisoort die gealloceerd is aan verschillende locaties. De low-end valorisatiewaarde is de hoogste valorisatiewaarde van een bakje die nog volume over heeft. Als een locatie meer wei zou willen ontvangen, kan uitgelegd worden dat de low-end valorisatiewaarde van die locatie lager is dan de low-end valorisatiewaarde van een andere locatie.

3.1.2.3 MVA

In elke planningscyclus moet aan MVA gerapporteerd worden hoe wei gevaloriseerd kan worden binnen het netwerk van SI. Ook moet gerapporteerd worden hoe SI wei kan valoriseren wanneer zij 5% meer, of 5% minder gealloceerd zouden krijgen. Zij willen ook weten hoe de verschillen in die deze verschillende scenario's is ontstaan. Omdat dit slechts drie scenario's zijn, kan OMP drie keer gerund worden, met de verschillende hoeveelheden wei toevoer als variabele input parameter. Aan de hand van een overzicht welke verschillen er zijn tussen de volumes die gealloceerd zijn aan de verschillende bakjes, kan men verklaren hoe men aan de verschillende valorisatiewaardes is gekomen.

3.2 Conclusies

In dit hoofdstuk is voor de verschillende stakeholders gekeken welke verklaringen er gedaan moeten kunnen worden om keuzes die binnen OMP gemaakt zijn, te kunnen verantwoorden naar de stakeholders. De volgende verklaringen/inzichten wil men verkrijgen.

- Inzicht in valorisatiewaardes van verschillende opties waar men uit kan kiezen bij scenario's die worden besproken in het S&OP. Deze is op te delen in de volgende inzichten:
 - o Welke (combinatie van) producten moeten er meer of minder geproduceerd worden om voorraad weer op targetniveau te krijgen?
 - o Welke (combinatie van) producten moeten minder geproduceerd worden zodat houdbaarheid geen gevaar mee dreigt te worden?
 - o Wanneer vraag naar een product stijgt, is het dan financieel aantrekkelijk om meer van dit product te produceren ten koste van een ander product die uit dezelfde grondstof wordt geproduceerd en van welk product moet er dan minder geproduceerd worden, en vice versa wanneer de vraag naar een product daalt?
 - o Welke (combinatie van) producten moeten er meer of minder geproduceerd worden om de hoeveelheid verwerkte wei overeen te laten komen met de hoeveelheid geleverde wei bij een verandering in hoeveelheid wei toevoer?
 - o Welke (combinatie van) producten kan het best vanuit een bepaald intermedieate geproduceerd worden?
- Inzicht in hoe grondstoffen gevaloriseerd worden op verschillende locaties.
- Inzicht in hoe wei wordt gevaloriseerd in het gehele netwerk van SI bij verschillende hoeveelheden toevoer van wei.

Al deze inzichten/verklaringen moeten gegeven worden op het detail-niveau zoals besproken in paragraaf 3.1.1.

4 Interactie tussen APS-systeem en de gebruiker

In dit hoofdstuk zullen de resultaten van onderzoeksvraag 2 gepresenteerd worden.

Wat kunnen we uit de literatuur leren over de interactie tussen de gebruiker van het APS-systeem en het APS-systeem zelf?

Om deze onderzoeksvraag te beantwoorden is een literatuuronderzoek uitgevoerd. Het eerste deel zal zich toespitsen op de voor en nadelen van APS-systemen. Het tweede gedeelte zal in meer detail bespreken wat de inzichten zijn die in eerdere casestudies in de literatuur ondervonden zijn.

4.1 Interactie tussen APS-systeem en gebruiker

In Ivert en Jonsson (2010) wordt gesteld hoe een APS-systeem het S&OP proces kan ondersteunen wanneer het planningsproces te complex wordt waardoor simpele planningsystemen niet meer volstaan. Dit onderzoek is daarmee ook ten dienste van het S&OP planningsproces. Het doel van S&OP is om vraag en aanbod op elkaar af te stemmen (Ivert en Jonsson, 2010) en zodat verschillende afdelingen binnen het bedrijf op elkaar afgestemd zijn om het strategische bedrijfsplan te ondersteunen zoals beschreven in Goddard (1988) en Wallace (2006) (in Ivert en Jonsson, 2014). Bij FrieslandCampina wordt een APS-systeem geïmplementeerd binnen het S&OP proces. Dit onderzoek zal iets toevoegen aan het S&OP proces aangezien de oplossing die uit dit onderzoek voortkomt ervoor moet zorgen dat de output van het systeem verklaard kan worden. Het verklaren van de optimale planning is essentieel om met verschillende afdelingen de daadwerkelijk uit te voeren planning af te kunnen stemmen. Dit laatste is het doel van S&OP.

4.1.1 Literatuuronderzoek

Er is een literatuuronderzoek uitgevoerd om te zorgen dat mijn onderzoek aansluit bij de al bestaande literatuur. Hoewel er veel te vinden is over APS-systemen, gaat deze literatuur bijna allemaal over de wiskundige optimalisatie van APS-systemen. Er is echter weinig literatuur die de interactie beschrijft tussen het APS-systeem en de gebruiker ervan. Voor dit onderzoek is het van belang dat de gebruikers de output van het APS-systeem begrijpen en verder moeten verwerken. Ik stuitte op een zeer relevant artikel van Ivert en Jonsson uit 2011. In deze paper, wordt het ITO-raamwerk gebruikt welke toegepast wordt op de implementatie van APS-systemen. Dit ITO-raamwerk raakt veel meer aan de interactie tussen de gebruiker en het APS-systeem dan de tot nog toe gevonden literatuur. Hierdoor is de hypothese gesteld dat er tijdens de implementatie fase meer aandacht wordt besteed aan de interactie tussen de gebruiker en het APS-systeem. Hier zijn de zoektermen vervolgens op aangepast met positief resultaat. Alsnog beschrijft de literatuur met name de voordelen van APS-systemen en waarom deze gebruikt moeten worden. De literatuur die echt beschrijft over de interactie tussen het systeem en de gebruiker, is zeer schaars. In dit literatuuronderzoek is ook het theoretisch model inbegrepen. Hierin wordt vooral het ITO-raamwerk toegepast welke later in dit literatuuronderzoek uitgebreider staat beschreven.

4.1.1.1 Voordelen van APS-systemen

Door het gebruiken van Advanced Planning and Scheduling (APS) systemen binnen de Sales and Operations Planning (S&OP), kunnen verschillende voordelen behaald worden. Deze voordelen zijn te splitsen in drie categorieën; voordelen op gebied van beslissingssupport, efficiëntie in het planningsproces en het lerende effect (Ivert en Jonsson, 2010). Ivert en Jonsson (2014) definiëren een succesvol gebruik van een APS-systeem als een situatie waarin het APS-systeem het S&OP ondersteunt in het behalen van het doel van het S&OP. In Ivert en Jonsson (2011) wordt een raamwerk gebruikt waarin de invloed van verschillende dimensies op het gebruik van APS-systemen wordt beschreven. De verschillende dimensies zijn individueel, technisch en organisatorisch (ITO).

4.1.1.2 ITO-dimensies in het perspectief van de implementatie van een APS-systeem

Hoewel de ITO-dimensies niet slechts toepasbaar zijn in de implementatiefase van een APS-systeem, richt dit literatuuronderzoek zich wel op deze fase, aangezien hier de interactie tussen het systeem en de gebruiker meer centraal staat.

Ivert en Jonsson (2011) stellen dat in dit perspectief de kennis van APS-systemen en planning, ervaring van het proces waarin de implementatie plaatsvindt en de commitment die gegeven wordt aan het implementatie proces belangrijke factoren zijn van de individuele dimensie. Wiers (2009) stelt dat de implementatie van APS-systemen waarschijnlijk niet goed zal verlopen wanneer er een meningsverschil is over- of een weerstand is tegen- de verandering van autonomie, omdat het APS-systeem beslissingen voorstelt, waar het eerst zo was dat de planner de besluiten volledig zelf maakte.

De technische dimensie binnen het genoemde perspectief, gaat over de functionaliteiten en de gebruiksvriendelijkheid van het APS-systeem (Ivert en Jonsson, 2011). Calisir en Calisir (2004) stellen dat gebruikers van APS-systemen minder bereid worden om met ingewikkelde interfaces van APS-systemen te werken en zoeken naar andere alternatieven wanneer het systeem niet voldoet aan de behoefte van de gebruiker.

Ivert en Jonsson (2011) stellen dat in de organisatorische dimensie vooral gekeken wordt naar de structuren waarin gewerkt wordt. Het gaat om de verdeling van het werk en de autoriteit die verschillende stakeholders in het project van de implementatie hebben.

De organisatorische dimensie valt buiten de scope van dit onderzoek omdat het implementatieproject al in een fase zit waar het niet meer realistisch is om de hiërarchie en structuren aan te passen. Dit onderzoek zal zich verder vooral toespitsen op de individuele en technische dimensies, en in het bijzonder; de kennis en ervaring van het personeel en de functionaliteiten en gebruiksvriendelijkheid van het APS-systeem.

4.1.1.3 Casestudies

Naast de algemene voordelen en succesfactoren die in de literatuur beschreven staan is het ook zeer waardevol om ervaringen uit eerder gedane onderzoeken naar het gebruik van APS-systemen te onderzoeken. Hierbij wordt onder andere gebruik gemaakt van Ivert en Jonsson (2011) die een casestudie hebben gedaan bij drie bedrijven die een APS-systeem hebben geïmplementeerd. Zoryk-Schalla, A.J., Fransoo, J.C. en De Kok, T.G. (2004) hebben een casestudie gedaan bij één bedrijf waarbij ook het implementatie proces aan de orde komt, inclusief de tekortkomingen die het model had. Williams, T.J., Rathwell, G.A. en Li, H (eds.) (1996) gaan uitgebreid in op de individuele en technische dimensies. Hieronder zal ik per paper toelichten welke relevante punten er in de paper benoemd werden.

Ivert en Jonsson (2011)

Ivert en Jonsson hebben een casestudie gedaan bij drie bedrijven. Een bedrijf uit de voedselindustrie, één uit de chemische-industrie en een brouwerij.

Voedselindustrie

Het bedrijf uit de voedselindustrie is een APS-systeem gaan gebruiken om meer transparantie te creëren in het planningsproces. Men liep tegen het probleem aan dat men het lastig vond om het model te valideren. De consultant gaf aan dat dit kwam doordat er weinig kennis was binnen het bedrijf hoe de data gestructureerd was en welke optimalisaties er niet uitgevoerd konden worden. Toen het APS-systeem in gebruik was genomen was het bedrijf nog steeds afhankelijk van het consultancybureau doordat kennis niet goed was overgedragen. Ook bleek dat het consultancybureau

niet goed genoeg was ingelicht door het bedrijf waardoor later in het proces het model nog meermaals aangepast moest worden.

Een ander probleem dat optrad is dat de plannings die door het APS-systeem werden gegenereerd vaak onrealistisch waren. Dit had als oorzaak dat de data die het systeem inging niet up to date gehouden werd. Deels kwam dit voort uit een gebrek aan motivatie, anderzijds door een gebrek aan inzicht in welke data benodigd was.

Chemische industrie

Dit bedrijf heeft twee rondes gekend wat betreft de implementatie van een APS-systeem. De eerste maal door een vernieuwde visie door een nieuwe CEO die wilde focussen op de supply chain. Meerdere APS-systemen zijn overwogen. Ook hier stuitte men op het probleem van het werven van de juiste data. Men begreep de output van het model slecht wanneer er een onrealistisch plan werd gesuggereerd. Data werd niet goed up to date gehouden. Ook dit bedrijf was na het implementeren van het systeem nog afhankelijk van het consultancybureau. Na een paar jaar kwam men tot de conclusie dat het APS-systeem niet de vruchten opbracht waarop men had gehoopt. Eén van de hoofdredenen waarom het APS-systeem niet naar behoren werkte is dat men er binnen het bedrijf niet over eens kon worden wat de doelfunctie van het systeem was. Beslissingen werden vaak gebaseerd op benaderingen in plaats van feiten. Daarnaast vond men het systeem niet gebruiksvriendelijk. Men heeft ervoor gekozen om het systeem te vervangen. De tweede implementatie verliep een stuk soepeler. Toch gebruikt men het systeem nog niet in volle potentie. Dit komt voornamelijk doordat niet alle data beschikbaar is en deze niet goed up to date gehouden wordt. Dit resulteert wederom in plannings die vaak onrealistisch blijken te zijn.

Brouwerij

In dit bedrijf liep men tegen de volgende problemen aan bij het implementeren van een APS-systeem. De verwachtingen van het systeem waren niet bij iedereen gelijk. Men had niet goed doordacht welke data er gebruikt moest worden waardoor het model te complex werd. De data was daarnaast ook moeilijk te verkrijgen. De data werd vervolgens niet up to date gehouden en het systeem werd niet consequent gebruikt, mede doordat men niet wist wat de potentie van het systeem was. De meerwaarde van het systeem werd niet gezien en men vond het systeem niet gebruiksvriendelijk. Doordat de implementatie van het APS-systeem geen hoge prioriteit kreeg en er slechts één werknemer uit het bedrijf betrokken was bij het project om het systeem te implementeren, werd nog lang het oude planningssysteem gebruikt naast het APS-systeem. Daarnaast was het planningsproces met het APS-systeem erg tijdsintensief. Het APS-systeem is gekoppeld aan meerdere databestanden in plaats van aan het ERP. Men is ontevreden met de rapportages die gedaan worden door het APS-systeem en gebruikt daarom Excel voor het genereren van rapportages.

Bovenstaande problemen die in de literatuur genoemd worden zijn relevant voor FrieslandCampina om rekening mee te houden bij de implementatie van OMP. Echter, niet al deze problemen zijn ook relevant voor dit onderzoek. De relevante problemen voor dit onderzoek worden hieronder opgesomd.

- Model is lastig te valideren
- Weinig kennis over hoe data gestructureerd is
- Werven van de juiste data blijkt lastig
- Gegenereerde planning niet realistisch door data die niet up to date is
- Beslissingen op basis van benaderingen in plaats van feiten
- Systeem is niet gebruiksvriendelijk
- Systeem werd niet consequent gebruikt
- Weinig betrokken werknemers die het systeem kennen

- Oude planningssysteem wordt nog lang gebruikt naast het APS-systeem
- Meerdere databestanden gekoppeld aan APS-systeem
- Slechte rapportages door APS-systeem

4.2 Toepassing op FrieslandCampina

Uit de literatuur leren we dat een APS-systeem gebruikt kan worden om het S&OP proces te ondersteunen. Bij FrieslandCampina is dit ook zeker het beoogde doel. Men wil vragen die tijdens het S&OP proces ter sprake komen, onderzoeken en beantwoorden. Dit zal mede gebeuren door scenario's in OMP uit te voeren en deze te analyseren. Binnen de drie categorieën waarin voordelen zijn te behalen volgens Ivert en Jonsson (2010), worden ook voordelen behaald door FrieslandCampina. Op het gebied van beslissingssupport, helpt het kunnen uitvoeren van scenario's in OMP en het analyseren van de verwerkte output, om de financiële impact inzichtelijk te maken. Hierdoor kan men een beter afgewogen beslissing maken. Op het gebied van efficiëntie zorgt de gehele nieuwe procedure voor een situatie waarin veel minder meetings nodig zijn om de plannings in op elkaar af te stemmen. Op het gebied van het lerende effect worden voordelen behaald doordat men meer inzicht krijgt in de financiële impact van verschillende keuzes en daarmee krijgt men een beter begrip van het netwerk.

Uit de rest van het literatuuronderzoek zijn een aantal aandachtspunten te noemen waar de hub SI rekening mee moet houden tijdens en na de implementatie van OMP. Deze volgen uit de problemen die opgesomd zijn aan het einde van paragraaf 4.1.1.3.

Het is belangrijk dat het productieplan uit OMP goed gevalideerd kan worden. In juli 2017 zal er een schaduwrun uitgevoerd worden waarin het hele nieuwe planningsproces uitgevoerd zal worden naast het huidige planningsproces. Hiermee kan het proces gevalideerd worden. Daarnaast moet men de uitkomst van OMP valideren. Het is hiervoor benodigd dat de output van OMP omgezet wordt naar data die de OMP-Netwerkplanners ervan overtuigd dat het gegenereerde productieplan optimaal is. Ook hiervoor zal in hoofdstuk 5 beschreven worden welke overzichten hiervoor benodigd zijn.

Het verwerven van de data ligt buiten de scope van dit onderzoek. De verwerking van de data wordt gebaseerd op de data die in OMP beschikbaar is. Hierdoor hoeft men de data niet op meerdere plekken up to date te houden. Wanneer de data in OMP geüpdatet wordt, is het model wat in dit onderzoek opgesteld wordt ook up to date. Dit model heeft alle mogelijke bakjes gegenereerd. Hierdoor zijn de beslissingen die genomen worden aan de hand van dit model niet meer gebaseerd op benaderingen, maar juist op exacte data. Het model zelf is zeer gebruiksvriendelijk. Met één druk op de knop worden alle bakjes gegenereerd. En met één druk op de knop wordt het LP-model opgelost. Daarnaast moeten er vijf tabellen gecopy-pasted worden.

Wat voor FrieslandCampina wel speelt is dat er maar weinig mensen zijn die kennis hebben van OMP. Hiermee wordt wel een groot deel van de autoriteit uit handen gegeven aan het systeem. Het is van belang om de rest van de medewerkers vooral in het begin veel te betrekken bij waarom bepaalde werkwijzen anders gaan lopen of wat de toegevoegde waarde is van OMP. In juli voert men een schaduwrun uit. Het is de bedoeling dat OMP vanaf augustus volledig gebruikt gaat worden. Het oude planningsproces zou daarna niet meer nodig moeten zijn.

Bij FrieslandCampina vindt men inderdaad ook dat de rapportages van OMP niet volstaan. Het model dat met dit onderzoek ontwikkeld is, helpt daarbij. De valorisatie van wei, wat de belangrijkste meting is voor SI, wordt door OMP niet duidelijk gerapporteerd. Dit model specificeert zich juist in de valorisatie van wei.

4.3 Conclusie

Doordat de autonomie verandert, beslissingen worden meer gebaseerd op besluiten vanuit het systeem in plaats van eigen inzichten, moet men vertrouwen hebben in de planning die door OMP gegenereerd is en door de output van het model dat in dit onderzoek ontwikkeld wordt.

Het model dat in dit onderzoek ontwikkeld wordt sluit aan bij de tekortkomingen van APS-systemen die in de literatuur genoemd worden.

Ten eerste wordt gesteld dat door het implementeren van een APS-systeem voordelen behaald kunnen worden op gebied van beslissingssupport. Toch heeft men alsnog een model nodig die de valorisatiewaarde van de grondstof goed in kaart brengt. Het APS-systeem dat FrieslandCampina implementeert geeft niet alle benodigde rapportages.

Ten tweede heeft men weinig kennis over hoe data gestructureerd is. Ook daarbij helpt dit model, aangezien het de data clustert. Productstromen die samen worden geproduceerd worden onder één noemer gebracht. Zo ontstaan inzichten op het detailniveau waarop men uiteindelijk ook de beslissingen neemt.

Ten derde worden beslissingen vaak genomen op basis van benaderingen in plaats van feiten. Dit model zorgt er juist voor dat beslissingen genomen worden aan de hand van alle berekende valorisatiewaardes in plaats van een benadering van de meest gebruikte valorisatiewaardes.

Ten slotte zorgt dit model ervoor dat het totale systeem gebruiksvriendelijker wordt. De data is namelijk omgezet naar een detailniveau waarop men de beslissingen neemt. Men hoeft de data dus minder zelf te interpreteren en te verwerken alvorens men deze kan gebruiken.

Ook zijn er een aantal punten te noemen waar men bij FrieslandCampina alsnog goed op moet letten. Zo komt in de literatuur veelvuldig voor dat de data die als input voor het APS-systeem dient, niet goed up to date gehouden wordt en dat hierdoor onrealistische plannings gegenereerd worden. Dit heeft ook tot gevolg dat men geen vertrouwen in het systeem krijgt en dat men het huidige planningsproces nog lang naast het APS-systeem zou gebruiken. Het ligt buiten de scope van dit onderzoek hoe men ervoor gaat zorgen dat de data wel up to date gehouden kan worden.

5 Benodigde overzichten

In dit hoofdstuk zullen de resultaten van onderzoeksvraag 3 gepresenteerd worden.

Welke overzichten/tabellen en/of figuren moeten er gegenereerd worden om de planning te kunnen verklaren en hoe kunnen deze automatisch verkregen worden?

5.1 Benodigde overzichten

Voor de verklaringen en vragen waarop antwoorden benodigd zijn, zoals beschreven in hoofdstuk 3.2, zijn overzichten nodig zodat de OMP-Netwerkplanners inzicht kunnen verkrijgen in de valorisatie van het basisplan. In gesprekken met de Whey Valorisation and Allocation manager, de manager Supply Network Planning en meerdere Supply Network planners heb ik gezocht naar de meest voorkomende vragen die men aan de hand van de planning wil kunnen beantwoorden. Daarnaast heb ik meerdere S&OP vergaderingen bijgewoond en meegeschreven welke vragen er besproken werden. De vragen die er leven heb ik vertaald naar benodigde overzichten. Per stakeholder zal hieronder beschreven worden welke overzichten er benodigd zijn.

5.1.1 S&OP

De verklaringen die gegeven moeten worden zijn in twee categorieën in te delen. Enerzijds hebben we de vragen die richting het S&OP gegeven moeten kunnen worden. Hiervoor is het van belang dat voor een bepaalde selectie van alle bakjes berekend wordt wat de bijbehorende valorisatiewaarde is. De selectie van bakjes waarnaar gekeken wordt kan wel per scenario verschillen. De hierna genummerde scenario's verwijzen terug naar de scenario's zoals beschreven in hoofdstuk 3.1.2.1. Scenario's 1 tot en met 3 hebben een overzicht nodig van alle bakjes die een bepaald product bevatten. Scenario's 1 tot en met 4 hebben een overzicht nodig van alle bakjes die uit een bepaalde grondstof zijn geproduceerd. Scenario 5 heeft een overzicht nodig van alle bakjes die een bepaalde intermediate, of een product bevat die uit dat intermediate is geproduceerd.

Wanneer de selectie van bakjes inclusief bijbehorende valorisatiewaardes is gegeven, kan men kiezen welk van de bakjes minder geproduceerd moet worden omdat deze de laagste valorisatiewaarde heeft of welke juist meer geproduceerd moet worden omdat deze de hoogste valorisatiewaarde heeft. Echter, hiervoor is het nog wel van belang om inzicht te kunnen hebben in welke bakjes nog volume over hebben en welke bakjes hun capaciteit al bereikt hebben. Wanneer een bepaald product al zoveel geproduceerd wordt dat aan alle vraag in tranche A voldaan wordt, en zelfs al een deel in tranche B, dan kan een bakje waar dat product met tranche A in zit, niet meer gevuld worden. Het totale overzicht wat nodig benodigd is, is een overzicht van alle bakjes die aan een bepaalde criteria voldoen (bevat een specifiek product, of uit een bepaalde grondstof) inclusief de bijbehorende valorisatiewaarde en daarbij aangegeven of dit bakje al aan zijn capaciteit zit of niet.

De gegeven overzichten geeft men inzicht om de beste optie te kunnen kiezen op basis van valorisatie. Om de planning zoveel mogelijk onaangepast te laten, vinden er alleen nog maar marginale veranderingen ten opzichte van de planning die door OMP gegenereerd is plaats. De planning wordt dus niet opnieuw door OMP gegenereerd. Dat zou kunnen leiden tot een instabiele planning. Echter, zal er altijd ook rekening met andere factoren gehouden moeten worden. Scenario 1 uit hoofdstuk 3.1.2.1 beschrijft welke keuze er gemaakt moet worden wanneer voorraad van product te hoog dreigt te worden. In dat geval moet er gekozen worden op welk bakje er geremd gaat worden. Dit zal als gevolg hebben dat de voorraad van Product A af zal nemen. Een ander gevolg, aangezien de hoeveelheid toevoer wei gelijk blijft in dit scenario, is dat men op zoek moet naar een bakje dat men juist meer wil gaan produceren zodat alle wei verwerkt wordt. Wanneer men een bakje kiest dat meer

geproduceerd gaat worden moet men voor de producten in dit bakje ook kijken naar wat de impact zal gaan zijn op de voorraadhoogtes. Deze afweging ligt buiten de scope van dit onderzoek.

5.1.2 Plant Management Team

Voor de verklaringen richting het Plant Management Team zijn er overzichten nodig die per weisoort de low-end valorisatie waarde aangeven per locatie. Dit overzicht kan gebruikt worden om uit te leggen aan de verschillende locaties waarom zij meer of minder van een bepaalde weisoort krijgen gealloceerd. Daarnaast wil men de verklaring bekrachtigen door aan te geven wat deze low-end valorisatiewaarde inhoudt. Men wil dus aan kunnen geven wat het laagst valoriserende bakje is dat op een locatie geproduceerd wordt en het hoogst valoriserende bakje op een locatie is die nog niet geproduceerd wordt.

5.1.3 MVA

Voor de verklaringen richting MVA is inzicht nodig in wat de valorisatiewaardes en low-end valorisatiewaardes van verschillende wei-soorten zijn bij verschillende hoeveelheden van wei toevoer. Ook wil MVA weten waar de verschillen van valorisatiewaardes bij verschillende hoeveelheden wei toevoer door zijn ontstaan. Men wil dus enerzijds inzicht krijgen in wat de beste mogelijkheden zijn om wei te verwerken wanneer SI meer wei krijgt gealloceerd, en anderzijds inzicht in welke producten in lagere volumes geproduceerd zullen worden wanneer er minder wei aan SI gealloceerd zal worden. Het overzicht wat hiervoor benodigd is, moet alle bakjes weergeven met bijbehorende valorisatiewaardes en daarbij aangegeven of dat het bakje nog volume over heeft, of dat deze zijn capaciteit al bereikt heeft.

5.1.4 Conclusies

De verklaringen die gegeven moeten worden zijn in twee categorieën in te delen. Enerzijds hebben we de verklaringen die richting het S&OP gegeven moeten kunnen worden. Hiervoor zijn verschillende overzichten van selecties van bakjes met bijbehorende valorisatiewaardes en restcapaciteit nodig. Anderzijds zijn er de verklaringen richting Plant Management Teams en MVA. Hiervoor zijn overzichten nodig (per locatie) van valorisatiewaardes van verschillende wei-soorten. Met name de low-end valorisatie is hiervoor van belang.

5.2 Verwerking van data benodigd

Voor alle overzichten die benodigd zijn, zoals genoemd in hoofdstuk 5.1, zijn twee verwerkingen van data benodigd die in het huidige planningsproces nog niet gebruikt worden. Deze zullen hieronder beschreven worden.

5.2.1 Alle bakjes genereren

Ten eerste behoeft men een overzicht van alle bakjes die men kan produceren. In het huidige planningsproces is er een lijst opgesteld van 28 bakjes. Dit zijn de bakjes waarvan men weet dat deze de hoogste valorisatiewaardes hebben. Echter, voor deze bakjes is slechts een gemiddelde valorisatiewaarde en een low-end valorisatiewaarde gegeven. Dit zijn twee valorisatiewaardes per bakje. Stel een bakje bestaat uit drie producten. Als elk product twee tranches zou bevatten, dan bestaan er al acht bakjes met dezelfde producten combinatie, maar verschillende valorisatiewaardes omdat de producten in de bakjes gelijk aan elkaar zijn, maar de verkoopprijzen van dezelfde producten verschillen per bakje.

De huidige valorisatietabel schiet dus tekort op twee gebieden. Enerzijds omdat deze tabel niet alle mogelijke combinaties van producten bevat. Anderzijds omdat deze tabel per bakje slechts twee valorisatiewaardes kent, terwijl dit er in de praktijk veel meer kunnen zijn. De keuze waarom men in het huidige proces met deze tabel werkt is wel begrijpelijk. Deze tabel bevat de meest gebruikte bakjes

en door middel van kennis in het netwerk weet de Whey Allocation Manager hoe deze valorisatiewaardes gebruikt dienen te worden. Wanneer alle mogelijke combinaties en valorisatiewaardes gegeven zouden worden in één tabel die men handmatig moet gebruiken, zou deze veel te groot en onoverzichtelijk worden.

5.2.2 Volumes toekennen aan bakjes

Naast dat men een overzicht nodig heeft van alle bakjes met bijbehorende valorisatiewaardes, wil men ook inzicht hebben in welke bakjes er nog capaciteit over hebben. Hiervoor is het van belang dat de productievolumes van OMP gekoppeld worden aan alle bakjes die gegenereerd zijn. Ondanks dat OMP zelf niet zal plannen op bakjes maar op afzonderlijke producten is het productieplan wat door OMP gegenereerd is product volumes wel om te schrijven naar een productieplan dat gegeven is in volumes die toegekend worden aan bakjes. De term volume toekennen aan bakjes zal vaker genoemd worden. Hiermee bedoelen we dat er een bepaald volume grondstof wordt gebruikt om te verwerken tot de combinatie producten zoals die in het bakje aanwezig zijn. Bijvoorbeeld: als we 5 kilogram grondstof toekennen aan het bakje waarbij uit 1 kilogram kaaswei, 900 gram Product A en 80 gram Product E ontstaat, dan wordt er in totaal 4500 gram Product A en 400 gram Product E geproduceerd.

SI krijgt elke maand een hoeveelheid wei gealloceerd en zal deze ook volledig verwerken tot producten die zij verkoopt of op voorraad zet. Omdat de planning zo gecreëerd wordt, dat alle grondstoffen optimaal benut worden, worden er eigenlijk bakjes geproduceerd. Hier stuurt OMP niet direct op, maar dit is een gevolg van dat alle grondstoffen optimaal benut dienen te worden. In de realiteit kan het ook voorkomen dat een grondstof niet goed te valoriseren is en dat het goedkoper is om deze te 'dumpen'. Ook dit is in lijn met de bakjes, mits de bakjes waarin deze 'verwerking' van het product ook gegenereerd zijn. Zo kan er een bakje bestaan uit een verwerkt eiwit, een verwerkte lactose en een zout dat 'gedumpt' wordt. Wanneer er volumes gekoppeld kunnen worden aan de bakjes, kan ook bepaald worden welke bakjes nog capaciteit over hebben en welke al aan de volle capaciteit zitten.

5.2.3 Conclusie

Om de overzichten te kunnen geven die benodigd zijn zoals omschreven in hoofdstuk 5.1, moeten drie stappen uitgevoerd worden. Eerst moeten alle mogelijke bakjes gegenereerd worden met bijbehorende valorisatiewaardes. Daarna moeten er capaciteiten aan de bakjes toegekend worden om tot slot volumes aan de bakjes toe te kennen zodat het productieplan van OMP omgeschreven is naar het productieplan gegeven in bakjes.

5.3 Stappenplan: Dataverwerking

Ik heb een model ontwikkeld om de data uit OMP te verwerken tot overzichten die men nodig heeft om de verklaringen op te kunnen baseren. Het model is in dezelfde volgorde gemaakt als de volgorde waarin de data uiteindelijk verwerkt moet worden. De latere stappen zijn namelijk niet te testen wanneer de eerdere stappen nog niet zijn uitgevoerd. In Excel VBA heb ik een code geschreven die alle mogelijke bakjes genereert. Hierna heb ik middels "What's Best!", een add-in binnen Excel, een LP-model opgesteld welke het productieplan van OMP omschrijft naar een productieplan gegeven in volumes die toegekend zijn aan de bakjes. Voordat ik uit zal leggen hoe ik bovenstaande stappen heb uitgevoerd, zal ik eerst behandelen welke data ik tot mijn beschikking had omdat dit heeft bepaald hoe ik het probleem heb aangepakt.

5.4 Beschikbare data

In paragraaf 5.2 staat beschreven welke output men uiteindelijk nodig heeft om de verklaringen op te kunnen baseren. In deze paragraaf zal beschreven worden welke data benodigd is om tot deze output te komen.

Men wil het productieplan kunnen verklaren vlak nadat deze gegenereerd is. Het is daarom wenselijk dat er slechts gebruik gemaakt wordt door data die te verkrijgen is uit OMP. De data in OMP wordt namelijk up to date gehouden omdat op deze data het productieplan gebaseerd wordt. Wanneer het daarnaast nodig zou zijn om andere data toe te voegen voordat verklaringen gegenereerd kunnen worden, moet men ook deze data up to date houden. Om te voorkomen dat de data waarop het productieplan gebaseerd is en de data waarop de verklaringen gebaseerd zijn, heb ik ervoor gekozen om slechts data te gaan gebruiken die ofwel input ofwel output van OMP is.

5.4.1 Output van OMP

Naast het productieplan zoals beschreven in paragraaf 2.2.1.1 kan ook een overzicht verkregen worden van de bezetting van alle machines en droogtorens. Ook de voorraden door de tijd heen worden als output gegeven. Omdat dit onderzoek zich slechts richt op verklaringen die gedaan moeten worden op basis van valorisatiekeuzes, hoeft er niet gekeken te worden naar bezettingsgraden en voorraadhoogtes. Wanneer er gekeken wordt naar bijvoorbeeld scenario 1 zoals beschreven in paragraaf 3.1.2.1, is de oorzaak een te hoge voorraad. Echter, wanneer de verschillende alternatieven met elkaar worden vergeleken kijken we puur naar de impact op gebied van valorisatie die losstaat van voorraden en houdbaarheid van producten. Er wordt puur gekeken naar aan welke bakjes volumes toegekend zijn, en welke daarvan het beste geremd kunnen worden. Wanneer de voorraad juist te laag dreigt te worden, wordt er gekeken naar aan welke bakjes meer volume toegekend moet worden. Product A moet meer geproduceerd worden. Echter, dit zal ook andere producten in voorraad doen laten stijgen. Het beoordelen of bepaalde producten een te hoge voorraad aan gaan nemen ligt buiten de scope van dit onderzoek, maar zal wel door het S&OP meegenomen moeten worden in haar beslissing.

5.4.2 Input van OMP

Naast de output van OMP heb ik ook de input van OMP tot mijn beschikking om verklaringen op te baseren. De belangrijkste input zal hieronder opgesomd worden.

GDM BOM Elements

In de BOM Elements tabel staat voor elk proces aangegeven welk input product omgezet wordt in de bijbehorende outputproducten. Als voorbeeld:

1.000 Kaaswei $\rightarrow x_1$ Product A + x_2 Product E.

De volumes (x_1 en x_2) van de output producten hoeven gesommeerd niet gelijk te zijn aan het input volume aangezien er een gedeelte van het product 'verloren' kan gaan, door bijvoorbeeld verdamping of omdat deze niet verder verwerkt of verkocht wordt.

GDM ProductLocation

In de ProductLocation tabel wordt voor elk product weergegeven op welke locaties deze geproduceerd kan worden. Ook wordt in deze tabel weergegeven of het een H17 product betreft. (Zie hoofdstuk 5.4.1)

GDM Products

In de GDM Products tabel wordt per product aangegeven of het een 'raw material', 'intermediate_fixed', 'sales' of 'sales intermediate' product betreft. Hieruit kan opgemaakt worden of een product al dan niet naar een andere locatie getransporteerd kan worden. Voor een 'raw material' geldt dat na aankomst op een productielocatie deze niet naar een andere productielocatie getransporteerd mag worden. Een 'intermediate fixed' product is een intermediate product die niet naar een andere productlocatie getransporteerd mag worden en ook nog niet verkoopbaar is. Dit product moet daarom op dezelfde locatie als waar deze geproduceerd is, verder verwerkt worden. Een 'sales' product is een product dat niet verder verwerkt hoeft te worden en getransporteerd mag worden naar een sales-locatie. Een 'sales intermediate' is een product dat naar een sales-locatie getransporteerd kan worden om verkocht te worden. Ook kan een 'sales intermediate' verder verwerkt worden. Hiervoor mag deze getransporteerd worden naar een andere productielocatie.

FCSalesPriceSplit

In de FCSalesPriceSplit tabel staat voor elk product aangegeven in welke tranches deze is opgedeeld, welke volumes er maximaal aan deze tranches gealloceerd kunnen worden en welke verkoopprijzen gelden bij de tranches.

5.4.3 Conclusie

De data die ik tot mijn beschikking heb om te verwerken zodat deze de OMP-Netwerkplanners kan ondersteunen in het verklaren van het productieplan, zijn bepaalde tabellen die input zijn voor OMP en het productieplan dat de output is van OMP. Met behulp van deze gegevens kan ik een lijst genereren met alle mogelijke bakjes en de daarbij behorende valorisatiewaardes. In het vervolg van dit hoofdstuk staat beschreven hoe deze data verwerkt is tot deze overzichten.

5.5 Bakjes genereren

In het huidige planningsproces wordt slechts gebruik gemaakt van een lijst met veelvoorkomende bakjes. Gebruikmakend van deze lijst kan men een groot deel van de planning verklaren. Echter, er moeten overzichten gegenereerd worden die inzichten geven om de gehele planning te verklaren. Om dit te kunnen bewerkstelligen is het nodig dat er een lijst wordt gecreëerd waarin alle bakjes staan die mogelijk gebruikt kunnen worden. Hierin wordt ook inbegrepen dat eenzelfde combinatie van producten maar verkocht voor verschillende prijzen (in verschillende tranches) andere bakjes zijn, zoals beschreven in hoofdstuk 3.1.1.2. Om alle bakjes te genereren is de GDMBOMElements tabel leidend. Dit is de 'Bills Of Material' van alle processen. In deze tabel wordt per proces aangegeven welke producten er benodigd zijn om andere producten te produceren. Uit deze tabel moet uiteindelijk een lijst gemaakt worden van alle combinaties van producten die voortkomen uit de grondstoffen (verschillende wei-soorten) die het netwerk in gaan.

5.5.1 Unieke grondstof behorend bij een bakje

In het netwerk met alleen Locatie A en Locatie B, komen alleen bakjes voor die voortkomen uit slechts één grondstof. Een bakje wordt gedefinieerd als een specifieke combinatie van producten die geproduceerd wordt uit een specifieke grondstof afkomstig van een specifieke locatie. Zo kan er een bakje zijn die exact dezelfde combinatie van producten bevat, geproduceerd uit dezelfde grondstof, maar welke van verschillende locaties afkomstig zijn. Deze twee bakjes worden als twee unieke bakjes gezien. Hierdoor is aan een bakje altijd slechts één grondstof te koppelen. Wanneer er later wordt gezegd dat er grondstof aan een bakje gealloceerd wordt, wordt hier altijd de enige grondstof, afkomstig van een specifieke locatie, bedoeld waaruit dit bakje geproduceerd kan worden.

5.5.2 Stappenplan bakjes genereren

Om alle bakjes te genereren moeten meerdere stappen uitgevoerd worden. Nadere toelichting bij de onderstaande stappen aan de hand van een voorbeeld wordt gegeven in bijlage A. De technische details van hoe de bakjes zijn gegenereerd gebruikmakend van VBA is te vinden in Bijlage A.

1. Als eerste worden alle inputproducten gedefinieerd. Dit zijn in principe de eerste bakjes, allen bestaande uit slechts één product.
2. Voor alle producten in de bestaande bakjes wordt gekeken in welke processen deze voorkomen als inputproduct.
3. Voor elk proces waar één van de producten uit de tot nu toe gegenereerde bakjes in voorkomt als input, wordt een nieuw bakje gegenereerd. Dit wordt uitgelegd in meerdere deelstappen.
 - a. Er is een bakje waar een product inzit die in een ander proces nog verder verwerkt kan worden.
 - b. Het bakje wordt eerst gedupliceerd.
 - c. Het product wat in een ander proces nog verder verwerkt wordt, wordt uit het bakje gehaald.
 - d. De producten die ontstaan bij de verwerking van het product dat zojuist uit het bakje gehaald is, worden aan het bakje toegevoegd.
4. Er is nu een heel aantal nieuwe bakjes gegenereerd.
5. Stappen 2 t/m 4 worden herhaald totdat er geen nieuwe bakjes meer ontstaan. Er wordt niet meer gekeken naar alle bestaande bakjes, maar alleen naar de in deze ronde nieuw ontstane bakjes. Stappen 2 t/m 4 bij elkaar is één ronde.
6. Er wordt gefilterd op bakjes die slechts bestaan uit producten die verkoopbaar zijn.
7. Bakjes worden gedupliceerd voor alle producten die meerdere tranches bevatten.

Nu zijn alle mogelijke bakjes waar volumes aan toegekend kunnen worden gegenereerd. In Figuur 4 is het overzicht gegeven van de bakjes die gegenereerd zijn van de grondstoffen die aan Locatie A en Locatie B gealloceerd worden. Dit is slechts een overzicht van de eerste 33 bakjes die zijn gegenereerd. In totaal zijn er 61 bakjes gegenereerd uit de grondstoffen die aan Locatie A en Locatie B zijn gealloceerd. De producten worden als volgt genoteerd. Eerst staat de productnaam vermeld, bijvoorbeeld Kaaswei_IFT. Dit is wei verkregen uit kaas die aan de hoge eisen van de kindervoeding industrie voldoet. Vervolgens staat de toestand genoteerd. In dit geval aangegeven met /L, wat staat voor Liquid (vloeibaar). Hierna wordt de locatie aangeduid, in dit geval LocA, wat staat voor Locatie A. Tot slot staat er een letter, in dit geval een A, waarmee aangegeven wordt welke tranche erbij hoort. In de 4e tot 9e regel staan bakjes bestaande uit één product met allemaal verschillende grondstoffen. In de realiteit zijn deze grondstoffen geen grondstoffen maar intermediate producten die van een andere locatie naar Locatie B worden getransporteerd om daar gedroogd te worden. Omdat dit model gebaseerd is op slechts Locatie A en Locatie B zien we deze producten hier wel gedefinieerd staan als grondstoffen. Uit wei die aan Locatie A is gealloceerd worden in de kolommen met 'yield' erboven staan de opbrengstpercentages vermeld. Het opbrengstpercentage van een product in een bakje, is de hoeveelheid product die geproduceerd wordt wanneer er één kilogram grondstof aan dat bakje wordt gealloceerd.

Grondstof	Product #1	Yield #1	Product #2	Yield #2	Product #3	Yield #3
Kaaswei_IFT/L_LocA	Kaaswei_IFT/L_LocA_A	1.00				
Kaaswei_IFT/L_LocB	Kaaswei_IFT/L_LocB_A	1.00				
Kaaswei_IFT/L_LocB	ProductG_LocB_A	1.00				
Intermediate1/L_LocB	Intermediate1/P_LocB_A	1.00				
Intermediate2/L_LocB	Intermediate2/P_LocB_A	1.00				
Intermediate3/L_LocB	Intermediate3/P_LocB_A	1.00				
Intermediate4/L_LocB	Intermediate4/P_LocB_A	1.00				
Intermediate5/L_LocB	ProductH_LocB_A	1.00				
Intermediate6/L_LocB	ProductI_LocB_A	1.00				
Kaaswei_IFT/L_LocB	ProductJ_LocB_A	0.96				
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_A	0.88	ProductE_LocA_A	0.05		
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_A	0.88	ProductE_LocA_B	0.05		
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_A	0.88	ProductE_LocA_C	0.05		
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_B	0.88	ProductE_LocA_A	0.05		
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_B	0.88	ProductE_LocA_B	0.05		
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_B	0.88	ProductE_LocA_C	0.05		
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_C	0.88	ProductE_LocA_A	0.05		
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_C	0.88	ProductE_LocA_B	0.05		
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_C	0.88	ProductE_LocA_C	0.05		
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_D	0.88	ProductE_LocA_A	0.05		
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_D	0.88	ProductE_LocA_B	0.05		
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_D	0.88	ProductE_LocA_C	0.05		
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_C	0.05
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_B	0.05
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_C	0.05
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_C	0.05
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05
Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_B	0.05

Figuur 4 Bakjes Locatie A en Locatie B

Hierna worden de valorisatiewaardes per bakje berekend per kilogram grondstof. De bakjes worden eerst gesorteerd op grondstof en vervolgens op valorisatiewaarde. Een overzicht van de bakjes met bijbehorende valorisatiewaardes kun je zien in Figuur 5. In eerste instantie werden niet alle bakjes gegenereerd. De oorzaak hiervan was dat niet het gehele netwerk gemodelleerd is in dit onderzoek. Slechts de bakjes voor Locatie A en Locatie B worden gegenereerd. Sommige bakjes worden echter gegenereerd door producten die eerst op andere locaties verwerkt zijn.

Hoewel door het implementeren van een APS-systeem voordelen behaald kunnen worden op gebied van beslissingssupport, heeft men alsnog een model nodig die de valorisatiewaarde van de grondstof goed in kaart brengt. Het APS-systeem dat FrieslandCampina implementeert geeft niet alle benodigde rapportages.

De bakjes in Figuur 5 staan eerst gesorteerd op grondstof. Omdat alleen de bovenste 30 bakjes zijn weergegeven, zijn in deze figuur alleen bakjes die voortkomen uit wei die aan Locatie A is gealloceerd zichtbaar. Het bovenste bakje is van de bakjes die uit wei die aan Locatie A is gealloceerd, het bakje dat de hoogste valorisatiewaarde heeft. Het tweede tot vijfde bakje bevatten dezelfde producten in exact dezelfde verhoudingen. Echter, in deze bakjes zijn de verkoopprijzen lager omdat deze producten in lagere tranches vallen. Het hoeft niet per se zo te zijn dat na het eerste bakje zijn capaciteit heeft bereikt, het tweede bakje gevuld wordt. Het kan zo zijn dat na het eerste bakje, het

derde bakje gevuld wordt omdat van product #2 tranche B helemaal niet gebruikt hoeft te worden. De volgende stap is om aan deze bakjes volumes toe te kennen zodat het productieplan omgeschreven is naar bakjes.

Valorisatie	Grondstof	Product #1	Yield #1	Product #2	Yield #2	Product #3	Yield #3
€ 1.65	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_A	0.24
€ 1.60	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	ProductK_LocB_A	0.24
€ 1.55	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_B	0.24
€ 1.51	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	ProductK_LocB_B	0.24
€ 1.39	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_C	0.05	ProductK_LocB_A	0.24
€ 1.37	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_A	0.88	ProductE_LocA_A	0.05		
€ 1.37	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_A	0.24
€ 1.33	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_A	0.88	ProductE_LocA_B	0.05		
€ 1.33	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	ProductK_LocB_A	0.24
€ 1.29	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_C	0.05	ProductK_LocB_B	0.24
€ 1.29	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_B	0.88	ProductE_LocA_A	0.05		
€ 1.27	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_B	0.24
€ 1.24	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_B	0.88	ProductE_LocA_B	0.05		
€ 1.23	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	ProductK_LocB_B	0.24
€ 1.15	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_C	0.88	ProductE_LocA_A	0.05		
€ 1.12	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_A	0.88	ProductE_LocA_C	0.05		
€ 1.11	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_C	0.88	ProductE_LocA_B	0.05		
€ 1.11	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_C	0.05	ProductK_LocB_A	0.24
€ 1.03	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_B	0.88	ProductE_LocA_C	0.05		
€ 1.01	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_C	0.05	ProductK_LocB_B	0.24
€ 0.98	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_D	0.88	ProductE_LocA_A	0.05		
€ 0.94	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_D	0.88	ProductE_LocA_B	0.05		
€ 0.90	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_C	0.88	ProductE_LocA_C	0.05		
€ 0.76	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05
€ 0.76	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05
€ 0.74	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05
€ 0.72	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_D	0.88	ProductE_LocA_C	0.05		
€ 0.72	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05
€ 0.72	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05
€ 0.71	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05

Figuur 5 Valorisaties Bakjes Locatie A + Locatie B

5.6 Volumes aan bakjes toekennen

De output die OMP geeft, zijn productievolumes per product. Echter, de valorisatie van wei wordt berekend aan de hand van bakjes, aangezien deze om te schrijven is naar volumes wei. Daarom wordt ook het productieplan van OMP vertaald naar de bakjes. Om het productieplan om te schrijven moet een LP-model opgelost worden. Om een LP-model op te stellen moeten er vier aspecten gedefinieerd worden volgens Winston (2003). De beslissingsvariabelen, een doelfunctie, restricties en tekenrestricties. De beslissingsvariabelen zijn de variabelen welke in het model gevarieerd mogen worden om het optimum te vinden. De doelfunctie geeft aan van welke functie het optimum bepaald dient te worden. Deze functie kan gemaximaliseerd of geminimaliseerd worden. In dit LP-model zal de doelfunctie gemaximaliseerd worden omdat deze de totale valorisatiewaarde weergeeft welke men wil maximaliseren. De restricties moeten ervoor zorgen dat het omgeschreven productieplan een equivalent plan is, aan het plan dat door OMP gegenereerd is.

Om een iets beter beeld te krijgen, hoe het LP-model de productievolumes omschrijft naar volumes die aan bakjes worden toegewezen worden, zal ik hieronder een paar voorbeelden geven aan de hand

van het netwerk van Locatie A (zonder wei die verwerkt wordt voor de kindervoeding). De technische details over hoe dit LP-model is opgesteld in Excel, staan beschreven in Bijlage B.

Wanneer tranches buiten beschouwing gelaten worden, blijven er nog maar twee bakjes over.

- Lactose + eiwit 1 + zout
- Lactose + eiwit 2 + zout

Stel 1 kilogram wei kan verwerkt worden tot 600 gram lactose + 300 gram eiwit + 100 gram zout. Voor lactose geldt dat de productopbrengst van 1 kilogram wei, 0.6 kilogram lactose is. De bakjes zijn dan als volgt:

- Bakje 1 = 0.6 Lactose + 0.3 eiwit 1 + 0.1 zout
- Bakje 2 = 0.6 Lactose + 0.3 eiwit 2 + 0.1 zout

Stel de productievolumes zijn als volgt:

- Lactose: 900 kilo
- Eiwit 1: 300 kilo
- Eiwit 2: 150 kilo
- Zout: 150 kilo

Zolang tranches buiten beschouwing gelaten worden kan dit maar op één unieke manier omgeschreven worden naar volumes die toegekend worden aan de bakjes. De volgende volumes worden toegekend om het productieplan om te schrijven.

$$1000 * \text{bakje 1} + 500 * \text{bakje 2}.$$

Dit betekent dat dat Bakje 1 duizendmaal geproduceerd is. Hiervoor is $1000 * 1$ kilogram = 1000 kilogram wei nodig. De 1000 en 500 uit bovenstaand voorbeeld noemen we de bakjesvolumes.

Als check kan men controleren of de twee productieplannen equivalent zijn aan elkaar door voor elk product te berekenen of deze in dezelfde hoeveelheden in de verschillende plannen voorkomt.

Lactose:	$1000 * 0.6 + 500 * 0.6 =$	900 kilo
Eiwit 1:	$1000 * 0.3 =$	300 kilo
Eiwit 2:	$500 * 0.3 =$	150 kilo
Zout:	$1000 * 0.1 + 500 * 0.1 =$	150 kilo

Voor elk product moet gelden dat het somproduct van de productopbrengsten met bakjesvolumes, gelijk moet zijn aan het productievolume dat door OMP gegenereerd is. In bovenstaand voorbeeld is er slechts een unieke oplossing voor het omschrijven van het productieplan. Er wordt extra complexiteit toegevoegd wanneer we tranches mee gaan nemen. Er bestaan dan bakjes die uit dezelfde combinatie producten bestaat met dezelfde opbrengstpercentages, maar met andere valorisatiewaardes. Automatisch zal bij elk product de hoogste valoriserende tranche het eerst gevuld worden. Dit doen we door een doelfunctie op te stellen die maximaliseert over de som van volumes toegekend aan bakjes vermenigvuldigd met de valorisatiewaardes.

Aangezien zowel de doelfunctie als de restricties waaraan voldaan moet worden lineaire vergelijkingen zijn, kan een LP-model opgesteld worden om de doelfunctie te maximaliseren. Middels What's Best! kan dit LP-model opgelost worden.

5.6.1 LP-model opstellen

De doelfunctie, restricties en teken-restricties voor dit specifieke LP-model worden hierna gedefinieerd, maar als eerst definiëren we de benodigde variabelen.

Beslissingsvariabele

x_i : De hoeveelheid grondstof, in kilogram, die gealloceerd wordt aan bakje i .

Input variabelen

y_i : De performance behorende bij bakje i . Dit is de totale opbrengst in euro's van alle producten in bakje i die geproduceerd worden uit één kilogram grondstof.

o_{ij} : Het opbrengstpercentage van product j in bakje i . Dit is de hoeveelheid geproduceerd volume, in kilogram, van product j dat geproduceerd wordt wanneer één kilogram grondstof wordt gealloceerd aan bakje i .

p_j : Het productievolume van product j . Dit volume wordt gegeven in de output van OMP. Voor dit model wordt de output van week 25 gebruikt. Deze waarden zijn te vinden in de eerste kolom met productievolumes uit Figuur 3.

t_{jk} : De capaciteitslimiet van tranche k van product j .

5.6.1.1 Doelfunctie

Het LP-model zal een doelfunctie hebben die de valorisatie maximaliseert. Het productieplan in OMP heeft in principe al een productieplan gemaakt op basis van valorisatieoptimalisatie. Echter, het is nodig om in het nieuwe LP-model wederom valorisatie te maximaliseren om ervoor te zorgen dat bakjes met hogere tranches eerder worden gebruikt dan bakjes waar dezelfde producten inzitten met lagere tranches. De doelfunctie zal de valorisatiewaarde van wei maximaliseren. De doelfunctie bestaat uit een sommatie van de volumes toegekend aan de bakjes vermenigvuldigd met de performances behorend bij de bakjes. Wanneer we de volumes die aan bakjes toegewezen worden definiëren met x_1, x_2 etc. en de performances behorende bij de bakjes met y_1, y_2 etc. dan is de doelfunctie

$$\text{Max } x_1 * y_1 + x_2 * y_2 + \dots \quad \text{of} \quad \text{Max } \sum_{i=1}^n x_i * y_i,$$

waarbij n het aantal bakjes dat gegenereerd is.

5.6.1.2 Restricties

De restricties van het model zorgen ervoor dat het productieplan dat middels dit LP-model gegenereerd wordt, overeenkomt met het productieplan dat door OMP is gegenereerd. Per product dat geproduceerd wordt, moet gesteld worden dat deze in beide plannen een gelijk volume toegewezen krijgen. In OMP is het volume dat toegewezen wordt aan een product een gegeven waarde in de output. In dit LP-model is het volume dat aan een specifiek product toegewezen wordt gelijk aan de sommatie van de volumes die toegewezen worden aan de bakjes waar dat product in zit vermenigvuldigd met het opbrengstpercentage van dat product in het bakje. Bijvoorbeeld, bij het bakje dat bestaat uit Lactose, een eiwit en zout wordt uit een kilogram wei, 600 gram Lactose geproduceerd. Het opbrengstpercentage is in dit voorbeeld 60% of 0.6. Stel we noemen het productievolume van Lactose p_1 en de volumes behorende bij de bakjes waar lactose inzit zijn x_1, x_3, x_7 en x_9 . De bijbehorende opbrengstpercentages zijn respectievelijk o_{11}, o_{31}, o_{71} en o_{91} . De restrictie voor lactose luidt dan als volgt:

$$x_1 * o_{11} + x_3 * o_{31} + x_7 * o_{71} + x_9 * o_{91} = p_1 \quad \text{of} \quad \sum_{i \in W_j} (x_i * o_{ij}) = p_j,$$

waarbij W_j de verzameling is van alle bakjes die product j bevatten.

Naast bovenstaande restrictie die voor elk product gedefinieerd worden, worden er ook restricties gedefinieerd die ervoor zorgen dat de limieten van de tranches niet overschreden worden. Stel lactose kan voor twee verschillende prijzen verkocht worden en bestaat dus uit twee tranches. Bakjes 1 en 7 met respectievelijk volumes x_1 en x_7 bevatten lactose tranche A en bakjes 3 en 9 met respectievelijk volumes x_3 en x_9 bevatten lactose tranche B. Stel verder dat de limiet van tranche A gelijkgesteld wordt aan a_{11} en dat al het overige volume verkocht kan worden in tranche B. Met andere woorden, tranche B heeft geen limiet. De restrictie voor lactose tranche A luidt dan als volgt:

$$x_1 * o_{11} + x_7 * o_{71} \leq t_{11} \quad \text{of} \quad \sum_{i \in V_{jk}} x_i * o_{ij} \leq t_{jk},$$

Waarbij V_{jk} de verzameling is van alle bakjes die van product j de k^e tranche bevatten.

5.6.1.3 Tekenen-restricties

Voor alle variabelen moet gedefinieerd worden of deze alleen niet-negatieve waarden aan kan nemen of dat deze vrije variabelen zijn. De variabelen die gebruikt worden zijn de volumes die aan bakjes toegewezen worden, opbrengstpercentages en productievolumes. Al deze variabelen kunnen geen negatieve waarden aannemen. Voor al deze variabelen zal gelden dat zij groter-dan of gelijk-aan nul moeten zijn.

5.6.1.4 Oplossing interpreteren

Wanneer het LP-model opgelost wordt middels 'What's Best!', worden de volumes aan de bakjes toegekend. De volumes die zijn toegekend aan de bakjes zijn te zien in Figuur 6 waar de meest rechter kolom de toegewezen volumes weergeeft.

Valorisatie	Grondstof	Product #1	Yield #1	Product #2	Yield #2	Product #3	Yield #3		BakjesVolume
€ 1.65	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_A	0.24	Bakje1	152.97
€ 1.60	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	ProductK_LocB_A	0.24	Bakje2	0.00
€ 1.55	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_B	0.24	Bakje3	169.49
€ 1.51	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	ProductK_LocB_B	0.24	Bakje4	0.00
€ 1.39	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_C	0.05	ProductK_LocB_A	0.24	Bakje5	0.00
€ 1.37	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_A	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje6	56.82
€ 1.37	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_A	0.24	Bakje7	102.03
€ 1.33	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_A	0.88	ProductE_LocA_B	0.05			Bakje8	0.00
€ 1.33	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	ProductK_LocB_A	0.24	Bakje9	0.00
€ 1.29	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_C	0.05	ProductK_LocB_B	0.24	Bakje10	0.00
€ 1.29	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_B	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje11	34.09
€ 1.27	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_B	0.24	Bakje12	0.00
€ 1.24	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_B	0.88	ProductE_LocA_B	0.05			Bakje13	0.00
€ 1.23	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	ProductK_LocB_B	0.24	Bakje14	0.00
€ 1.15	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_C	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje15	15.84
€ 1.12	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_A	0.88	ProductE_LocA_C	0.05			Bakje16	0.00
€ 1.11	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_C	0.88	ProductE_LocA_B	0.05			Bakje17	0.00
€ 1.11	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_C	0.05	ProductK_LocB_A	0.24	Bakje18	0.00
€ 1.03	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_B	0.88	ProductE_LocA_C	0.05			Bakje19	0.00
€ 1.01	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_C	0.05	ProductK_LocB_B	0.24	Bakje20	0.00
€ 0.98	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_D	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje21	0.00
€ 0.94	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_D	0.88	ProductE_LocA_B	0.05			Bakje22	0.00
€ 0.90	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_C	0.88	ProductE_LocA_C	0.05			Bakje23	0.00
€ 0.76	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje24	0.00
€ 0.76	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje25	0.00
€ 0.74	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje26	0.00
€ 0.72	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_D	0.88	ProductE_LocA_C	0.05			Bakje27	0.00
€ 0.72	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	Bakje28	0.00
€ 0.72	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	Bakje29	0.00
€ 0.71	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje30	0.00

Figuur 6 Volumes aan bakjes toegekend

De bakjes in deze figuur zijn eerst gesorteerd op grondstof (2^e kolom). Daarom zien we in deze afbeelding slechts de bakjes die voortkomen uit kaaswei die is gealloceerd aan Locatie A. De bakjes die hier weergegeven worden bestaan uit maximaal drie producten. In de kolommen waar Product boven staat is te zien welke producten in een bakje zitten. De kolommen yield geven aan wat de opbrengstpercentages van de producten zijn wanneer 1 kilogram van de grondstof aan dat bakje wordt toegewezen.

We zien dat het meest valoriserende bakje gevuld is. Het tweede bakje wordt niet gebruikt. Dit komt doordat Product E niet zoveel geproduceerd wordt dat tranche B of C gebruikt hoeft te worden. Om het overzichtelijker te maken zal ik een overzicht geven van de bakjes uit bovenstaande figuur zonder de bakjes die van Product E tranche B of C bevatten.

Valorisatie	Grondstof	Product #1	Yield #1	Product #2	Yield #2	Product #3	Yield #3		BakjesVolume
€ 1.65	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_A	0.24	Bakje1	152.97
€ 1.55	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_B	0.24	Bakje3	169.49
€ 1.37	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_A	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje6	56.82
€ 1.37	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_A	0.24	Bakje7	102.03
€ 1.29	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_B	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje11	34.09
€ 1.27	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_B	0.24	Bakje12	0.00
€ 1.15	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_C	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje15	15.84
€ 0.98	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_D	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje21	0.00
€ 0.76	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje24	0.00
€ 0.76	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje25	0.00
€ 0.74	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje26	0.00
€ 0.71	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje30	0.00

Figuur 7 Bakjes Product E_A

Wanneer tranche B en C van Product E buiten beschouwing gelaten worden, is het bijna zo dat de hoogst valoriserende bakjes gevuld worden, en de lagere niet. De enige uitzondering hierop is dat bakje 15 wel gevuld wordt, maar bakje 12 niet ondanks dat de producten in bakje 12 hun limiet nog niet bereikt hebben. Dit is het effect van dat er afwegingen gemaakt moeten worden tussen valorisatie en bijvoorbeeld voorraadhoogtes.

Unieke oplossing?

Zoals eerder gezegd, heeft het LP probleem een unieke oplossing zolang tranches buiten beschouwing gelaten worden. Echter, wanneer we inzoomen op enkele bakjes uit Figuur 7 kunnen we zien dat er meerdere oplossingen zouden kunnen zijn met dezelfde valorisatiewaarde. We kijken naar bakjes 1, 3, 7 en 12. Aan bakje 1, met Product F_A en Product K_A, bakje 3, met Product F_A en Product K_B en bakje 7, met Product F_B en Product K_A is volume toegekend, terwijl aan bakje 12, met Product F_B en Product K_B geen volume is toegekend. Om het meer inzichtelijk te maken zet ik deze bakjes in een opbrengstenmatrix.

	ProductF_A	ProductF_B	ProductK_A	ProductK_B
Bakje 1	0.62	0.00	0.24	0.00
Bakje 3	0.62	0.00	0.00	0.24
Bakje 7	0.00	0.62	0.24	0.00
Bakje 12	0.00	0.62	0.00	0.24

Uit deze matrix is af te lezen dat bakje 3 + bakje 7 gelijk is aan bakje 1 + bakje 12, beide combinaties bevatten namelijk 0.62 keer ProductF_A, 0.62 keer ProductF_B, 0.24 keer ProductK_A en 0.24 keer ProductK_B. Er kan dus een equivalente oplossing verkregen worden door bakje 3 en 7 te minderen, en bakje 1 en 12 extra te produceren met dezelfde volumes. De oplossing uit Figuur 7 kan daarmee omgeschreven worden naar de oplossing zoals gegeven in Figuur 8, welke equivalent zijn aan elkaar.

Valorisatie	Grondstof	Product #1	Yield #1	Product #2	Yield #2	Product #3	Yield #3	BakjesVolume
€ 1.65	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_A	0.24	Bakje1 255.00
€ 1.55	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_B	0.24	Bakje3 67.46
€ 1.37	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_A	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje6 56.82
€ 1.37	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_A	0.24	Bakje7 0.00
€ 1.29	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_B	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje11 34.09
€ 1.27	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_B	0.24	Bakje12 102.03
€ 1.15	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_C	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje15 15.84
€ 0.98	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_D	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje21 0.00
€ 0.76	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje24 0.00
€ 0.76	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje25 0.00
€ 0.74	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje26 0.00
€ 0.71	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje30 0.00

Figuur 8 Equivalente oplossing

In Figuur 8 is 102.03 kilogram van bakjes 3 en 7 afgegaan en bij bakjes 1 en 12 bijgekomen. De totale valorisatie is gelijk in de verschillende oplossingen, toch zijn er verschillende bakjes gebruikt. Voor het bepalen van de low-end valorisatiewaarde moet er gekeken worden naar wat het laagst valoriserende bakje is waar volume aan toegekend is. In de oplossing van Figuur 7 zou men minderen op bakje 7 als men zou willen remmen op een bakje bestaande uit Product F + Product K + Product E. Dit bakje heeft een valorisatiewaarde €1,37. Echter, wanneer men daadwerkelijk minder zou gaan produceren van Product F, Product K en Product E, zou van zowel Product F als van Product K minder geproduceerd worden in tranche B, wat overeenkomt met bakje 12, welke een valorisatiewaarde van €1,27 heeft. Om te weten wat de daadwerkelijke low-end valorisatiewaarde is, is het dus van belang dat er gekeken wordt naar de laagst valoriserende tranche die gebruikt wordt van elk product. Bij zowel Product F als bij Product K moet er gekeken worden naar tranche B, omdat dit de laagst valoriserende tranche is die gebruikt wordt.

Beste oplossing

Zoals zojuist gebleken is, kunnen er meerdere oplossingen bestaan die aan alle restricties van het LP-model voldoen en daarbij de totale valorisatie hebben gemaximaliseerd. In operationele zin, verschillen deze oplossingen niets van elkaar. De geproduceerde volumes komen exact met elkaar overeen. Waar de oplossingen wel in kunnen verschillen is de volumes die aan de bakjes toegekend worden. De ene oplossing leent zich echter iets beter voor het uitlezen van de low-end valorisatiewaarde dan de andere. Stel, de volumes behorend bij de producten zorgen ervoor dat van zowel ProductF als ProductK tranche B de laagste tranche is waar volume aan toegekend wordt. In dit geval is de low-end valorisatiewaarde voor deze producten, de valorisatiewaarde die hoort bij het bakje bestaande uit 'ProductF tranche B + ProductK tranche B' (bakje 12 uit Figuur 8). Echter, in een andere oplossing die equivalent is aan deze oplossing, kan het voorkomen dat het laagst valoriserende bakje met deze producten de combinatie 'ProductF tranche B + ProductK tranche A' bevat (bakje 7 uit Figuur 7). In de realiteit zal het zo zijn dat wanneer er gekort op ProductF en ProductK, van beide producten eerst op tranche B gekort wordt alvorens op tranche A gekort wordt. In de realiteit wordt er dus gekort op bakje 12. Sterker nog, er wordt zelfs op bakje 12 gekort wanneer hier geen volume aan toegekend is. Uit de opbrengstenmatrix die hierboven beschreven is kan opgemaakt worden dat korten op bakje 12 equivalent is aan korten op bakje 7 en korten op bakje 3 en extra produceren van bakje 1.

Om de low-end valorisatiewaarde te bepalen die relevant is in de realiteit is het niet nodig om de oplossing te vinden die aan de juiste bakjes volume toekent. Het is slechts nodig dat voor de bakjes bepaald wordt of er een equivalente oplossing bestaat waarin volume aan dat bakje toegekend wordt. Dit wordt bepaald door te kijken welke restricties omtrent de tranchelimieten bindende restricties zijn. Dit wordt verder toegelicht in 5.7 en 5.9.1.

5.7 Selecties van bakjes

In hoofdstuk 5.1 is uiteengezet welke overzichten er benodigd zijn om het productieplan te kunnen verklaren richting de verschillende stakeholders. Voor deze verklaringen is het nodig om verschillende selecties van bakjes met bijbehorende valorisatiewaardes te kunnen presenteren. De selectie van bakjes moet op drie criteria gefilterd kunnen worden.

Plant Management Team en MVA

Voor zowel het Plant Management Team als voor MVA is het van belang om valorisatiewaarde per grondstof te weten. Wei die aan Locatie A wordt gealloceerd wordt gezien als een andere grondstof als wei die aan Locatie B wordt gealloceerd zoals beschreven in 5.5.1. Hierdoor zorgt filteren op grondstof voor de benodigde inzichten om het productieplan te verklaren richting Plant Management Teams. Er wordt in valorisatie van verschillende bakjes dan namelijk rekening mee gehouden aan van welke locatie de grondstof afkomstig is, of met andere woorden, aan welke locatie de grondstof is gealloceerd.

S&OP

Voor verklaringen richting het S&OP is het daarnaast ook nog nodig om selecties van bakjes te kunnen filteren op bakjes die een bepaald product bevatten. Ook is het nodig om te kunnen filteren op bakjes die een bepaald intermediate product of een product dat uit deze intermediate voortkomt. In het voorbeeld van het productieproces van Locatie A, als we kijken naar ingedampte wei, en we filteren op dit product, dan zullen we alle bakjes zien die deze ingedampte wei bevat plus alle bakjes die lactose of één van de eiwitten bevat die uit deze ingedampte wei geproduceerd kan worden.

Voor al deze selecties geldt dat de belangrijkste informatie gegeven kan worden door de low-end valorisatiewaarde te presenteren. Hiervoor is het van belang om van de bakjes die gepresenteerd worden te weten welke er nog capaciteit over hebben. Een bakje heeft nog capaciteit over wanneer elk product in het bakje nog capaciteit over in de betreffende tranche. Stel een bakje bevat Product F tranche B. Product F tranche A heeft een limiet van 1000 kilogram en lactose tranche B heeft een limiet van 500 kilogram. Wanneer het totaal geproduceerde volume lager is dan 1500 kilogram, dan heeft het betreffende bakje nog capaciteit over, mits voor de andere producten ook geldt dat deze de limieten van de tranches nog niet hebben bereikt.

Of deze limieten behaald zijn kan gezien worden door te kijken of de tranche limieten zoals opgesteld in hoofdstuk 5.6.1.2, bindende restricties zijn. Een restrictie is bindend wanneer de twee delen van de vergelijking aan elkaar gelijk zijn. Dus de vergelijking $a \leq b$ is bindend als $a = b$. De tranche limiet restricties staan weergegeven in Figuur 9. De kolom 'VolumeBakjes' geeft het totale volume weer dat middels het LP-model is toegekend aan een bepaald product in een specifieke tranche. In de kolom 'TrancheLimit' staan de limieten weergegeven die behoren bij de betreffende tranches. In de kolom 'sign' is te zien of de restrictie bindend ($=<=$) is of niet ($<=>$). Wanneer de restrictie bindend is, kan er geen volume meer toegekend worden aan bakjes waar dit product met betreffende tranche in voorkomt.

ProductTrancheID	VolumeBakjes	Sign	TrancheLimit
ProductC_A	0.00	<=	70
ProductC_B	0.00	<=	5000
ProductD_A	0.00	<=	9000
ProductD_B	0.00	=<=	0
ProductF_A	200.00	=<=	200
ProductF_B	63.28	<=	9000
ProductE_A	31.89	<=	9000
ProductE_B	0.00	=<=	0
Kaaswei_IFT/L_A	0.00	=<=	0
ProductB_A	50.00	=<=	50
ProductB_B	30.00	=<=	30
ProductE_C	0.00	=<=	0
ProductB_C	13.94	<=	9000
ProductB_D	0.00	=<=	0
ProductA_A	74.58	<=	9000
ProductJ_A	92.00	<=	9000
ProductL_A	0.00	<=	50
ProductK_A	60.00	<=	60
ProductK_B	39.88	<=	9000

Figuur 9 Tranche limiet restricties

Middels kleurcodes kan aangegeven worden welke bakjes nog capaciteit over hebben. Bakjes die nog capaciteit over hebben worden groen gekleurd. De bakjes waar geen volume meer aan toegekend kan worden, worden rood gekleurd. Dit is gepresenteerd in Figuur 10. In dit figuur zijn alle bakjes weergegeven die voortkomen uit wei die aan Locatie A is gealloceerd. Om het figuur overzichtelijker te maken zijn hier ook de bakjes die Product E tranche B of C bevatten weggelaten. Ook wordt de grondstof uit deze figuur weggelaten omdat deze voor alle bakjes gelijk is, namelijk: wei die aan Locatie A is gealloceerd.

5.8 Interpretatie van overzichten

In Figuur 10 zijn twee low-end valorisatiewaardes te herkennen. De eerste is de maximale valorisatiewaarde voor extra wei. Wanneer er meer wei toevoer is dan de huidige hoeveelheid, kan deze een maximale valorisatiewaarde halen door de wei toe te kennen aan het best valoriserende groene bakje: bakje 12 met een valorisatiewaarde van €1,27 in dit geval. De tweede low-end valorisatiewaarde is voor het geval er minder wei toevoer is. Er moet in dat geval wei van een bepaald bakje afgehaald worden. Deze low-end valorisatiewaarde is de valorisatiewaarde behorend bij het slechtst valoriserende bakje waar volume aan toegekend is of volume aan toegekend zou kunnen worden in een equivalente oplossing zoals beschreven in 5.6.1.4.: bakje 34 met een valorisatiewaarde van €0,63 in dit geval. Wanneer voor de wei-soorten voor alle locaties deze verschillende low-end valorisatiewaardes gepresenteerd worden, kan richting Plant Management Teams verantwoord worden waarom wei aan een bepaalde locatie wordt gealloceerd.

Valorisatie	Grondstof	Product #1	Yield #1	Product #2	Yield #2	Product #3	Yield #3		BakjesVolume
€ 1.65	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_A	0.24	Bakje1	152.97
€ 1.55	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_B	0.24	Bakje3	169.49
€ 1.37	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_A	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje6	56.82
€ 1.37	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_A	0.24	Bakje7	102.03
€ 1.29	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_B	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje11	34.09
€ 1.27	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_B	0.24	Bakje12	0.00
€ 1.15	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_C	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje15	15.84
€ 0.98	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_D	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje21	0.00
€ 0.76	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje24	0.00
€ 0.76	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje25	0.00
€ 0.74	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje26	0.00
€ 0.72	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_D	0.88	ProductE_LocA_C	0.05			Bakje27	0.00
€ 0.72	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	Bakje28	0.00
€ 0.72	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	Bakje29	0.00
€ 0.71	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje30	0.00
€ 0.69	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	Bakje31	0.00
€ 0.67	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	Bakje32	0.00
€ 0.66	Kaaswei_IFT/L_LocA	Kaaswei_IFT/L_LocA_A	1.00					Bakje33	0.00
€ 0.63	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductA_LocA_A	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje34	84.75
€ 0.48	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje38	0.00
€ 0.48	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje39	0.00
€ 0.46	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje41	0.00
€ 0.43	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje45	0.00
€ 0.90	Kaaswei_IFT/L_LocB	ProductJ_LocB_A	0.96					Bakje53	95.50
€ 0.66	Kaaswei_IFT/L_LocB	ProductG_LocB_A	1.00					Bakje54	0.00
€ 0.66	Kaaswei_IFT/L_LocB	Kaaswei_IFT/L_LocB_A	1.00					Bakje55	0.00

Figuur 10 Bakjes met kleurcodes

Voor MVA is ook de low-end valorisatiewaarde van belang. Echter, voor MVA is de low-end valorisatiewaarde per weisoort, ongeacht locatie, van belang. De eerste low-end valorisatiewaarde van een weisoort, is het maximum van de eerste low-end valorisatiewaardes per locatie. De tweede low-end valorisatiewaarde van een weisoort is het minimum van de tweede low-end valorisatiewaardes per locatie.

Voor het S&OP zijn wederom de low-end valorisatiewaardes van een bepaalde selectie van bakjes van belang. In dit geval gaat het er niet om dat er meer of minder wei verwerkt moet worden, maar dat de wei aan andere bakjes gealloceerd moet worden. Bijvoorbeeld in het scenario dat de voorraad van Product K_LocB te hoog wordt. Er zal aan een bakje waar dit product in zit minder wei gealloceerd moeten worden. Om de valorisatie te maximaliseren kan het best gekort worden op het laagst valoriserende bakje waar volume aan toegekend is dat dit product bevat. In dit geval kan er het best gekort worden op bakje 12. Doordat dit bakje minder geproduceerd gaat worden, zal deze wei elders gealloceerd moeten worden. Hiervoor kiezen we voor het best valoriserende bakje dat nog capaciteit over heeft, waar geen Product K_LocB in zit. In dit geval kiezen we ervoor om bakje 15 meer te produceren. De valorisatiewaarde zakt daarmee van €1,27 naar €1,15. Deze transactie kost €0,12 per kilogram wei. Men kan nu goed afwegen of de voordelen van de voorraad afbouw opwegen tegen de verlaagde opbrengsten.

Dit type overzichten wat voor de verschillende selecties opgesteld kan worden, helpt de OMP-Netwerkplanners in het verklaren van keuzes onderliggend in het productieplan richting de overige stakeholders. Daarmee zijn de onderzoeksvragen naar behoren beantwoord.

5.9 Validatie

5.9.1 S&OP scenario's

Het model en de gegeven overzichten moeten de OMP-Netwerkplanners ondersteunen om het productieplan te kunnen verklaren. Voor MVA en de Plant Management Teams is het voldoende om inzicht te krijgen in de low end valorisatiewaarde. Deze waarden kunnen gevonden worden per locatie zoals beschreven in paragraaf 5.8. Uiteindelijk zal het overzicht uit Figuur 10 voor alle grondstoffen gegeven moeten worden. In Figuur 10 zijn alleen de bakjes weergegeven die voortkomt uit wei die

aan Locatie A is gealloceerd. Men wil juist de vergelijking maken tussen wat kaaswei oplevert als deze aan Locatie A wordt gealloceerd of als deze wordt gealloceerd aan een andere locatie. In dit onderzoek wordt beperkt tot de locaties Locatie A en Locatie B. Een overzicht van de bakjes die voortkomen uit wei die aan Locatie A of Locatie B zijn gealloceerd zie je in Figuur 11. In de laatste kolom is extra informatie toegevoegd aan de hand van de conclusie uit paragraaf 5.6.1.4 over het bestaan van equivalente oplossingen. De grijze vulling in de laatste kolom van Figuur 11 geeft aan dat er een equivalente oplossing bestaat waarbij volume aan dit bakje is toegekend.

Valorisatie	Grondstof	Product #1	Yield #1	Product #2	Yield #2	Product #3	Yield #3		BakjesVolume
€ 1.65	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_A	0.24	Bakje1	152.97
€ 1.55	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_B	0.24	Bakje3	169.49
€ 1.37	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_A	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje6	56.82
€ 1.37	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_A	0.24	Bakje7	102.03
€ 1.29	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_B	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje11	34.09
€ 1.27	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_B	0.24	Bakje12	0.00
€ 1.15	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_C	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje15	15.84
€ 0.98	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_D	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje21	0.00
€ 0.76	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje24	0.00
€ 0.76	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje25	0.00
€ 0.74	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje26	0.00
€ 0.72	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductB_LocA_D	0.88	ProductE_LocA_C	0.05			Bakje27	0.00
€ 0.72	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	Bakje28	0.00
€ 0.72	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	Bakje29	0.00
€ 0.71	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje30	0.00
€ 0.69	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	Bakje31	0.00
€ 0.67	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	Bakje32	0.00
€ 0.66	Kaaswei_IFT/L_LocA	Kaaswei_IFT/L_LocA_A	1.00					Bakje33	0.00
€ 0.63	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductA_LocA_A	0.88	ProductE_LocA_A	0.05			Bakje34	84.75
€ 0.48	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje38	0.00
€ 0.48	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje39	0.00
€ 0.46	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje41	0.00
€ 0.43	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje45	0.00
€ 0.90	Kaaswei_IFT/L_LocB	ProductJ_LocB_A	0.96					Bakje53	95.50
€ 0.66	Kaaswei_IFT/L_LocB	ProductG_LocB_A	1.00					Bakje54	0.00
€ 0.66	Kaaswei_IFT/L_LocB	Kaaswei_IFT/L_LocB_A	1.00					Bakje55	0.00

Figuur 11 Overzicht Locatie A + Locatie B

De low-end valorisatiewaardes worden voor beide locaties berekend en worden weergegeven in Bijlage C [Niet in deze vertrouwelijke versie van het verslag]. De opbrengst is berekend door een productsom te nemen over de volumes toegekend aan de bakjes met bijbehorende valorisatiewaardes. De low-end valorisatie voor extra wei wordt afgelezen door de valorisatiewaarde te nemen van het best valoriserende groene bakje. De low-end valorisatiewaarde voor minder wei wordt afgelezen door de valorisatiewaarde te nemen van het laagst valoriserende bakje waarbij de laatste kolom grijs gevuld is.

Zoals te zien is, is de low-end valorisatiewaarde voor extra wei hoger dan de low-end valorisatiewaarde voor minder wei. Dit gaat in tegen de intuïtie omdat de low-end valorisatiewaarde van extra wei hoort bij een bakje waar nog volume aan toegekend kan worden (bakje 12) en de low-end valorisatiewaarde van minder wei hoort bij een bakje waar volume vanaf gehaald kan worden (bakje 34). Men kan dus de valorisatie vergroten door meer van bakje 12 te produceren en minder van bakje 34. Toch is dit in OMP niet gebeurd, ondanks dat OMP de valorisatie maximaliseert gegeven de restricties. Blijkbaar zijn er restricties die ervoor zorgen dat men niet meer van bakje 12 produceert. Dit kan veel verschillende oorzaken hebben. Een mogelijk oorzaak is dat de voorraad van bepaalde producten in bakje 12 te hoog dreigt te worden. Een andere oorzaak is dat er geen capaciteit is om meer te produceren van één van de producten in bakje 12. De enige restricties waar het LP-model rekening mee houdt zijn de restricties van de sales afdeling, aangaande de volumes die verkocht kunnen worden tegen bepaalde prijzen. Alle andere restricties worden indirect meegenomen doordat het LP-model het productieplan slechts omschrijft naar andere variabelen. Het productieplan zal nog steeds aan dezelfde operationele restricties voldoen als waar de planning die door OMP gegenereerd

is voldoet. Wel heeft dit tot gevolg dat men voorzichtig moet zijn met het interpreteren van de low-end valorisatiewaarde die behoort bij het scenario om meer wei te verwerken. Men moet dan nog wel nagaan of het mogelijk is om daadwerkelijk meer van de producten uit het bijbehorende bakje te produceren.

Om het model te testen heb ik het omschreven productieplan zoals gegeven in Figuur 10 voorgelegd aan een OMP Netwerkplanner. Ik heb hem gevraagd welke overwegingen hij moet maken bij een aantal van de scenario's zoals beschreven in paragraaf 3.1.2.1, en of het gegeven overzicht hem ondersteunt in het zoeken naar de beste oplossing. De volgende scenario's heb ik voorgelegd:

1. Voorraad Product K dreigt te hoog te worden
2. Vraag naar Product F stijgt
3. Combinatie van bovenstaande twee
4. Minder wei beschikbaar
5. Overproductie Intermediate 7 in Locatie A

Voor het laatste scenario krijgt de OMP Netwerkplanner een ander overzicht te zien. Dit overzicht bevat alleen bakjes die een product bevatten die voortkomt uit Intermediate 7. Dit overzicht wordt weergegeven in Figuur 12.

Valorisatie	Grondstof	Product #1	Yield #1	Product #2	Yield #2	Product #3	Yield #3	BakjesVolume
€ 1.65	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_A	0.24	Bakje1 152.97
€ 1.55	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_B	0.24	Bakje3 169.49
€ 1.37	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_A	0.24	Bakje7 102.03
€ 1.27	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	ProductK_LocB_B	0.24	Bakje12 0.00
€ 0.76	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje24 0.00
€ 0.76	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje25 0.00
€ 0.74	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje26 0.00
€ 0.72	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	Bakje28 0.00
€ 0.72	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	Bakje29 0.00
€ 0.71	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje30 0.00
€ 0.69	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	Bakje31 0.00
€ 0.67	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_A	0.62	ProductE_LocA_B	0.05	Bakje32 0.00
€ 0.48	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje38 0.00
€ 0.48	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_A	0.24	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje39 0.00
€ 0.46	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductC_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje41 0.00
€ 0.43	Kaaswei_IFT/L_LocA	ProductD_LocA_B	0.24	ProductF_LocA_B	0.62	ProductE_LocA_A	0.05	Bakje45 0.00

Figuur 12 Bakjes a.d.h.v. Deminal_90/E

Direct nadat ik het overzicht aan de OMP Netwerkplanner heb laten zien, heb ik hem deze scenario's voorgelegd. Per scenario zal ik hieronder beschrijven wat zijn gedachtegang en overwegingen waren.

Scenario 1

De voorraad van Product K dreigt te hoog te worden. In eerste instantie zei hij te gaan remmen op bakje 7. Na uitgelegd te hebben wat de grijze vulling in de laatste kolom betekend, zei hij te gaan remmen op bakje 12. Waarschijnlijk wil men nog wel dezelfde hoeveelheid Product F produceren. Hij ging vervolgens op zoek naar het bakje waar Product F en Product D in zit. Hij koos om bakje 39 extra te produceren. Dit was wel met de veronderstelling dat Product F op hetzelfde volume moest blijven. Had dit niet hoeven, dan had hij ook kunnen kiezen voor bakje 15. Om de beslissing te kunnen onderbouwen zou hij het verschil in valorisatie uitrekenen. Bakje 12 heeft een valorisatiewaarde van €1,27. Bakje 39 heeft een valorisatiewaarde van €0,48. Het verschil is €0,79 per kilogram wei. Daarnaast zou hij berekenen wat de te hoge voorraad van Product K zou kosten. Hiermee zou hij de afweging kunnen maken tussen de verschillende opties.

Scenario 2

De vraag naar Product F stijgt. Hij zou meer wei alloceren aan bakje 12. Dit is de meest logische keuze aangezien dat het hoogst valoriserende bakje is waar nog volume aan toegekend kan worden. Tegelijkertijd wordt er meer Product F geproduceerd, waardoor men kan voorzien in de stijgende vraag van Product F.

Scenario 3

De vraag naar Product F stijgt, maar de voorraad van Product K moet niet hoger worden. Dit scenario is al besproken in scenario 1. Bakje 39 moet meer geproduceerd worden, en er moet geremd worden op bakje 12.

Scenario 4

Als er minder dan 84 ton minder wei gealloceerd moet worden, dan zou hij remmen op bakje 34, anders ook op bakje 53. Dit is de meest logische keus omdat dit de minst valoriserende bakjes zijn waar volume aan toegekend is. Uiteraard moet er nog wel de afweging gemaakt worden met de gevolgen van lagere voorraadhoogtes en/of lagere service levels behorend bij de producten in deze bakjes.

Scenario 5

Hij zou eerst bekijken of er een optie is om de Intermediate 7 vloeibaar te verkopen. Deze optie zou hij afwegen tegen de optie om bakje 12 meer te produceren. Bakje 12 is de best valoriserende optie en daarom een logische keus. Intermediate 7 vloeibaar verkopen is niet in dit model opgenomen omdat dit volgens de GDM BOM Elements tabel geen optie is. Wanneer deze optie beter blijkt te valoriseren is kan dit ook een goede optie zijn.

5.9.2 Conclusie

De overzichten werden goed geïnterpreteerd. De informatie die gegeven werd gaven direct handvatten om te bekijken welke optie er het best gekozen kon worden in de verschillende scenario's op basis van valorisatie. Zoals in paragraaf 1.7.2 beschreven beperkt dit onderzoek zich tot de verklaringen die gemaakt worden op basis van valorisatie. Zoals bijvoorbeeld in scenario 1 hierboven is te zien, houdt de OMP Netwerkplanner automatisch al rekening met het op peil houden van productievolume van Product F. Hiermee blijft de planning stabiel. Deze verandering is kleiner dan wanneer hij direct had gekozen om bakje 15 te gaan produceren. Vooral de groene en rode aanduiding of een bakje nog capaciteit over heeft werd als zeer waardevol ervaren.

Deze overzichten ondersteunen de OMP Netwerkplanners in het verklaren van het productieplan richting het S&OP. Voor de verklaringen richting MVA en Plant Management Teams, heeft men de informatie uit Bijlage C [Niet in deze vertrouwelijke versie van het verslag] nodig. Voor Plant Management Teams wordt gekeken naar de verschillen in low-end valorisatie van dezelfde grondstof in verschillende locaties. Voor MVA wordt OMP drie keer gerund zoals gegeven in 3.1.2.3. Men kijkt dan naar de low-end valorisatie per grondstof. Hierin worden grondstoffen die hetzelfde product zijn maar aan een andere locatie gealloceerd worden, gezien als één grondstof. Zo wordt Cheese_Whey_IFT/L_LocA en Cheese_Whey_IFT/L_LocB gezien als één grondstof.

6 Conclusies

In dit hoofdstuk zullen de conclusies benoemd worden. De conclusies worden per alinea genoemd.

Om de planning aan verschillende stakeholders uit te leggen en te verklaren moet inzicht gegenereerd worden in de low-end valorisatie van verschillende selecties van bakjes.

Het model sluit aan bij de tekortkomingen van APS systemen zoals gevonden in de literatuur. Het meest belangrijke wat gevonden is in de literatuur, is dat de data zeer goed up to date gehouden moet worden om te voorkomen dat onrealistische plannings gegenereerd zullen worden.

Om inzicht te krijgen in aan welke bakjes nog volume gealloceerd kan worden, is het nodig om het productieplan om te schrijven naar een productieplan waarin volumes zijn toegekend aan bakjes. Het productieplan kan omgeschreven worden middels een LP-model.

Om de gehele planning te kunnen verklaren en om het productieplan dat door OMP is gegenereerd om te schrijven naar een productieplan waarin volumes zijn toegekend aan de bakjes, is het nodig om alle mogelijke bakjes te genereren en capaciteiten hieraan toe te wijzen.

Het LP-model geeft niet per definitie een unieke optimale oplossingen. Echter, het is niet nodig een bepaalde oplossing te verkrijgen. Het is slechts nodig om per bakje te weten of er een oplossing bestaat waarbij volume aan dat bakje is toegekend.

De overzichten die ik heb gegenereerd aan de hand van de informatie die ik verkregen met het oplossen van het LP-model, werden door de OMP netwerkplanner goed geïnterpreteerd. Ze hielpen in het bepalen van wat de beste oplossing is op basis van valorisatie.

Het model richt zich slechts op de valorisatie. De afweging met andere factoren zoals voorraadhoogtes, of andere tactische beslissingen zijn buiten beschouwing gelaten.

7 Aanbevelingen

In slechts een paar maanden is er aan dit model gewerkt. De basisfunctionaliteit werkt naar behoren. Echter, er zijn een paar verbeteringen die uitgevoerd zouden moeten worden om het model daadwerkelijk in de praktijk te kunnen gebruiken of om meer potentie uit het model te halen. Deze zullen in dit hoofdstuk besproken worden.

Ten eerste moet het netwerk nog uitgebreid worden naar alle locaties. Momenteel is data van Locatie A en Locatie B geïmplementeerd. Om het model te kunnen gebruiken op het volledige netwerk zal de data van alle locaties geïmplementeerd moeten worden. Hiervoor is het benodigd dat het gehele netwerk gemodelleerd is in OMP. Hier wordt op dit moment nog aan gewerkt.

Ten tweede moet men definiëren hoe de valorisatie van bakjes aan grondstoffen toegekend moeten worden wanneer bakjes voortkomen uit meerdere grondstoffen. In Locatie A en Locatie B komen geen bakjes voor die uit meerdere grondstoffen voortkomen. In het gehele netwerk kan dit wel voorkomen. Dit soort processen komt voornamelijk in Borculo en Veghel voor. Hier komen BOMId's voor die meerdere input producten bevatten. Deze input producten kunnen dan afkomstig zijn uit wel die aan verschillende locaties is gealloceerd.

Ten derde moet de kostprijs van de productie meegenomen worden in het berekenen van de valorisatiewaardes. De valorisatie van een bakje wordt berekend door de verkoopprijs minus de kostprijs te berekenen. Echter, in het huidige model wordt deze kostprijs nog niet meegenomen omdat deze nog niet in OMP geïmplementeerd zijn en dit model gebruikt slechts de data die in OMP beschikbaar is. Wanneer de kostprijzen geïmplementeerd zullen worden, worden kostprijzen gedefinieerd per eindproduct. De locatie of processen waar/waarmee dit product geproduceerd wordt hebben geen invloed op de kostprijs. In de realiteit is dit uiteraard wel het geval.

Ten vierde moet de volgorde van het genereren van alle bakjes moet aangepast worden wanneer men vindt dat de huidige code niet snel genoeg is. Om de bakjes van Locatie A en Locatie B te genereren zijn slechts een paar seconden nodig. Echter, wanneer de bakjes voor het gehele noord gedeelte van het netwerk gegenereerd worden neemt dit ongeveer 20 minuten in beslag. De verwachting is dat voor het gehele netwerk ongeveer een uur nodig is om alle mogelijke bakjes te genereren. De wijze waarop de bakjes nu gegenereerd worden kan qua efficiëntie nog makkelijk verbeterd worden. Momenteel worden alle mogelijke combinaties (ook met niet-H17-producten) gegenereerd. Men kan dit model op de server laten draaien en zal tijdens het werk geen hinder ondervinden dat het model bakjes aan het genereren is.

Ten vijfde moet het genereren van de overzichten zoals gegeven in Figuur 11 en 13 nog automatisch gegenereerd worden. Het volledige overzicht van alle bakjes inclusief valorisatiewaardes wordt inmiddels met twee drukken op de knoppen gegenereerd. Om dit overzicht te creëren heb ik handmatig de kleurcodes toegevoegd. Hier zou ook een code voor geschreven kunnen worden. Ook de filters die men wil gebruiken om een bepaalde selectie van de bakjes te presenteren in plaats van de volledige verzameling van bakjes zijn nog niet geïmplementeerd in het model.

Tot slotte moet de code nog uitgebreid worden zodat deze het productieplan voor alle 78 weken om kan schrijven door 78 keer het LP-model op te lossen. Momenteel genereert dit model een overzicht van de volumes die toegekend zijn aan het productieplan van één specifieke week. OMP plant 78 weken vooruit. Men kan een extra loop inbouwen om het model 78 keer op te lossen op basis van andere productievolumes. Echter, ik heb nog niet gevonden hoe het oplossen van het LP-model van What's Best aangestuurd kan worden door VBA. Op dit moment is daar één druk op de knop voor nodig. Het is niet wenselijk dat men 78 keer handmatig op 'oplossen' moet drukken. Enerzijds kan

men proberen uit te zoeken hoe dit toch via een macro in Excel VBA kan. Anderzijds kan men overwegen om verklaringen per kwartaal te geven in plaats van per week. Men moet dan nog 6 keer handmatig op 'oplossen' drukken.

8 Referenties

- Calisir, F., & Calisir, F. 2004. The relation of interface usability characteristics, perceived usefulness, and perceived ease of use to end-user satisfaction with enterprise resource planning (ERP) systems. *Computers in Human Behavior*, 20(4): 505-515.
- Ivert, K.L., & Jonsson, P. 2010. The potential benefits of advanced planning and scheduling systems in sales and operations planning. *Industrial Management & Data Systems*, 110(5): 659-681.
- Ivert, K.L., & Jonsson, P. 2011. Problems in the onward and upward phase of APS system implementation: Why do they occur? *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 41(4): 343-363.
- Ivert, K.L., & Jonsson, P. 2014. When should advanced planning and scheduling systems be used in sales and operations planning? *International Journal of Operations and Production Management*, 34(10): 1338-1362.
- Wiers, V.C.S. 2009. The relationship between shop floor autonomy and APS implementation success: evidence from two cases. *Production Planning and Control*, 20(7): 576-585.
- Williams, T.J., Rathwell, G.A., and Li, H. (eds.) 1996. A Handbook on Master Planning and Implementation for Enterprise Integration Programs. Report 160, Purdue Laboratory for Applied Industrial Control, Purdue University, W. Lafayette, IN.
- Winston, W. (2003). *Operations Research: Applications and Algorithms* (4th ed.). Boston: Duxbury Press
- Zoryk-Schalla, A.J., Fransoo, J.C., & De Kok, T.G. 2004. Modeling the planning process in advanced planning systems. *Industrial Management and Data Systems*, 110(5): 659-681.

9 Bijlagen

9.1 Bijlage A

Technische details bakjes genereren

In deze bijlage worden de technische details gegeven van hoe de bakjes zijn gegenereerd, gebruikmakend van VBA.

BOM (Bills of Material) sorteren

Hoewel in dit onderzoek slechts gewerkt wordt met data van de locaties Locatie A en Locatie B, kan dit model uiteindelijk wel uitgebreid worden voor het gehele netwerk. Wanneer dit wordt gedaan worden alle lijsten met data vele malen langer. Een groot gedeelte van de tijd, wanneer de macro gerund wordt, loopt deze over alle rijen in de BOM Elements tabel om te kijken of de rij bij een bepaald BOMId hoort. Ik heb de BOM Elements tabel gesorteerd op BOMId zodat slechts een paar rijen afgegaan hoeven worden om te kijken welke output producten bij een bepaald input product horen.

Input producten

Uiteindelijk wil men voor verschillende grondstoffen aan kunnen geven wat de valorisatiewaardes zijn. Men wil dit kunnen geven voor de verschillende wei-soorten. De verschillende wei-soorten zijn input producten. Hierin wordt onderscheid gemaakt aan welke locatie de wei wordt gealloceerd. Wei die is gealloceerd aan Locatie A zien we als een andere grondstof dan wei die aan Locatie B is gealloceerd zodat uiteindelijk ook de valorisatiewaardes per locatie gegeven kunnen worden en deze met elkaar vergeleken kunnen worden. De input producten worden gevonden door twee verschillende methodes. De ene is door in de BOM Elements tabel te kijken voor welke producten geldt dat deze wel als input voorkomen in een BOMId maar nergens als output. De andere methode is door in de GDM Products tabel te kijken welke producten als 'raw material' gedefinieerd staan. Naast de verschillende wei-soorten kunnen ook andere producten als 'raw material' gedefinieerd staan. Dit zijn producten waarvoor men de keuze heeft om deze zelf te produceren of om dit te outsourcen. Uit de input producten worden bakjes geproduceerd. Echter, het kan voorkomen dat bakjes geproduceerd worden met behulp van meerdere input producten. Dit is momenteel nog niet in dit model verwerkt aangezien dit niet van toepassing op de locaties Locatie A en Locatie B.

Dubbele bakjes verwijderen

Om de macro sneller te maken wordt gedurende het genereren van de bakjes af en toe gecheckt of bakjes dubbel zijn gegenereerd. Wanneer dit het geval is worden de duplicaten verwijderd.

Valorisatie per bakje berekenen

Wanneer alle bakjes gegenereerd zijn, moeten hier valorisatiewaardes aan toegekend worden. Voor elk afzonderlijk product zijn de kost- en verkoopprijs bekend. De performance van het product wordt berekend door de kostprijs van de verkoopprijs af te halen. Hierin vindt de aanname plaats dat de kostprijs van een product los staat van het proces waardoor dit product geproduceerd is. Dus als wei op één locatie ontzout wordt en verder verwerkt, zitten hier dezelfde kosten aan verbonden als dat deze op de ene locatie wordt ontzout, vervolgens getransporteerd om verwerkt te worden op een andere locatie. In realiteit zijn deze kosten verschillend. Dit wordt niet meegenomen in dit model. Om de valorisatiewaarde van een bakje te berekenen wordt een sommatie gedaan over de performances van de afzonderlijke producten met bijbehorende opbrengstpercentages.

Opbrengstpercentages berekenen

Voor ieder BOMId is gegeven in welke verhouding de input producten benodigd zijn om een bepaalde hoeveelheden van de output producten te kunnen produceren. Stel dat men uit 1.0 kilogram kaaswei, 0.9 kilogram ontzoute kaaswei kan produceren en dat men uit 1.0 kilogram ontzoute kaaswei 600 gram lactose kan halen, dan is het opbrengstpercentage lactose uit kaaswei $0.9 * 0.6 = 0.54$ of 54%.

9.2 Bijlage B

Technische details LP-model

Middels een macro zijn alle bakjes gegenereerd. Deze bakjes zijn benodigd om het productieplan van OMP middels een LP-model om te schrijven naar een productieplan waarin volumes toegekend worden aan deze bakjes. Om dit LP-model te genereren moeten de doelfunctie en restricties zoals beschreven in hoofdstuk 5.6.1 gedefinieerd worden.

Variabelen definiëren

Allereerst worden de variabelen gedefinieerd welke gevarieerd mogen worden om de doelfunctie te optimaliseren. De variabelen zijn de volumes die aan de bakjes toegewezen worden. Achter elk bakje staat een cel waar dit volume in staat. In eerste instanties staan alle waarden op nul. Na het oplossen van het LP-model staan hier de waarden die door de 'solver' zijn toegekend aan de variabelen. De rest van de variabelen die genoemd worden in hoofdstuk 5.6.1 zijn constanten die bepaald worden tijdens het genereren van de bakjes.

Opbrengst matrix

De add-in 'What's Best!' is niet volledig compatibel met VBA. De doelfunctie en restricties moeten daarom op een Excel tabblad gedefinieerd worden. Dit kan niet een variabele functie zijn die door VBA gegenereerd wordt. Restricties zijn van toepassing op afzonderlijke producten. Echter kunnen volumes van bakjes niet bij elkaar opgeteld worden op basis van voorwaarden of if-loopjes. Ik heb daarom een opbrengstmatrix gegenereerd die aangeeft welke opbrengsten van de producten bij bepaalde bakjes horen. Ter illustratie laat ik zien hoe de opbrengst matrix eruit zou zien voor de volgende twee bakjes:

- Bakje 1 = $0.6 \text{ Lactose_A} + 0.3 \text{ eiwit 1_A} + 0.1 \text{ zout_A}$
- Bakje 2 = $0.6 \text{ Lactose_A} + 0.3 \text{ eiwit 2_A} + 0.1 \text{ zout_A}$

	Lactose_A	Eiwit 1_A	Eiwit 2_A	Zout_A
Bakje 1	0.6	0.3	0	0.1
Bakje 2	0.6	0	0.3	0.1

Waarbij #_A, tranche A van product # betekent. Zoals nu de tranches staan vermeld moeten uiteindelijk ook de locaties waar de producten geproduceerd staan vermeld worden zodat elke kolom een unieke combinatie van product, tranche en locatie heeft.

Naast deze matrix is een kolom waarin alle variabelen gedefinieerd staan. Deze variabelen geven aan welke volumes aan bepaalde bakjes toegewezen worden. De totale hoeveelheid volume van een bepaald product dan geproduceerd is, kan berekend worden door een de som te nemen van de volumes die toegewezen aan bakjes vermenigvuldigd met de opbrengstpercentages van dat bepaalde product in het bijbehorende bakje. Dit kan op het Excel tabblad gedefinieerd worden als een somproduct. Omdat deze functie op een Excel tabblad gedefinieerd kan worden, kan deze ook gebruikt worden als restrictie.

Productievolume restricties

Het productieplan dat in OMP gegenereerd wordt, moet omgezet worden naar een equivalent productieplan. Voor elk product geldt dus dat het productievolume in OMP overeen moet komen met het somproduct van de bakjesvolumes met opbrengstpercentages. Het somproduct is hierboven gedefinieerd middels de opbrengstmatrix. Het somproduct geeft het totale volume weer van een unieke combinatie van product, tranche en locatie. Door alle volumes van alle tranches van een product en locatie combinatie op te tellen, krijgen we het volume van een bepaald product op een locatie. Dit noemen we de productlocatie volumes. De output van OMP geeft ook weer hoeveel volume van een bepaald product op een locatie is geproduceerd. De restricties worden gedefinieerd door de productlocatie volumes gelijk te stellen aan de volumes zoals gegeven in de output van OMP.

Tranchevolume restricties

Naast de productievolume restricties geldt ook nog dat het volume van een bepaald product binnen een specifieke tranche een limiet kan hebben. Dit komt doordat niet het volledige volume voor dezelfde prijs verkocht wordt. Echter, de prijs waarvoor een product verkocht wordt is onafhankelijk van de locatie waar dit product geproduceerd is. De tranchevolumes kunnen berekend worden door de product-tranche volumes per locatie te sommeren over alle locaties. De restricties worden gedefinieerd de totale product-tranche volumes kleiner-dan-of-gelijk-aan de tranche limieten te stellen.

Doelfunctie

Doordat de valorisatiewaarde per bakje gegeven is en de volumes die aan de bakjes toegekend zijn, kan de totale valorisatiewaarde (doelfunctie die gemaximaliseerd moet worden) makkelijk berekend worden door het somproduct te nemen van de valorisatiewaardes per bakjes en de volumes die zijn toegewezen aan de bakjes. Wanneer deze, en de restricties, juist gedefinieerd zijn, kan het LP-model opgelost worden middels de solver. Het model wordt standaard middels 'Primal Simplex' opgelost.