

Een nieuwe transferprijs gebaseerd op
Activity Based Costing voor de transfer
van off-spec zout binnen AkzoNobel



AkzoNobel

Tomorrow's Answers Today

UNIVERSITEIT TWENTE.

Michiel Bekker

Publicatiedatum: 21 juni 2011

Enschede, juni 2011

Auteur

Michiel Bekker (s0153311)
Student Technische Bedrijfskunde
Universiteit Twente
m.bekker@student.utwente.nl

1^{ste} begeleider Universiteit Twente

Dr. T. De Schryver
Assistant Professor
University of Twente
Department of Finance and Accounting
School of Management and Governance
+31 53 48 92 076
t.deschryver@utwente.nl

2^{de} begeleider Universiteit Twente

Drs. J.A.M. de Kruijf
Assistant Professor
University of Twente
Department of Finance and Accounting
School of Management and Governance
+31 53 48 93 769
j.a.m.dekruijf@utwente.nl

Opdrachtgever

AkzoNobel, Hengelo

Externe begeleider

Ing. H.F.M. van Brakel
Production Assistant/Training Coördinator
AkzoNobel Industrial Chemicals
+31 74 24 43 031
Herman.vanBrakel@akzonobel.com

Woord vooraf

Aangezien het einde van de bacheloropleiding Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente in zicht kwam, werd het tijd voor de afronding hiervan door middel van een bachelorthesis. De vakken die ik in de afgelopen 4 jaar geleerd heb, moeten nu op zijn plaats vallen en allemaal in het echte bedrijfsleven toegepast worden. AkzoNobel heeft me de kans gegeven om een bacheloropdracht op hun locatie in Hengelo te vervullen, waar zout gewonnen en gezuiverd wordt. Dit zout wordt gewonnen door de bekende zouthuisjes, welke niet meer weg te denken zijn uit bepaalde delen van het Twentse landschap.

Bij het uitvoeren van deze bachelorthesis heb ik veel gehad aan Dr. Tom De Schryver, die altijd klaar stond om adviezen, aanbevelingen of gerichte kritieken te geven. Mede hierdoor heeft mijn thesis deze eindstaat bereikt. Bedankt hiervoor! Ook gaat mijn dank uit naar Ing. Herman van Brakel, die altijd de moeite nam om even tijd voor mij te maken en te helpen met mijn problemen. Herman heeft me in de juiste richting geholpen door zijn enthousiasme, kennis en jarenlange ervaring bij AkzoNobel te Hengelo. Uiteraard gaat mijn dank ook uit naar de vele medewerkers, die altijd even de tijd en moeite namen om mijn vragen te beantwoorden en als dit even niet mogelijk was, hadden ze altijd wel een plekje vrij om een afspraak te maken.

Een enorme ervaring rijker ligt hier voor u mijn bachelorthesis, veel plezier met het lezen ervan!

Managementsamenvatting

Inhoudsopgave

Woord vooraf	1
Managementsamenvatting	2
Inhoudsopgave	3
Begrippenlijst.....	5
1. Inleiding	6
1.1 Geschiedenis	6
1.2 AkzoNobel Hengelo	7
1.3 Aanleiding.....	10
1.4 Probleemanalyse	10
1.5 Afbakening.....	13
2. Theoretisch kader	14
2.1 Organisatiestructuur	14
2.2 Activity Based Costing	15
2.3 Transferprijs	16
2.4 Identificeren van activiteiten en kosten.....	17
2.4.1 Cost of quality.....	18
2.4.2 Maatschappelijk verantwoord ondernemen	18
2.4.3 Environmental costs	20
2.4.4 Kosten van kapitaal	21
2.5 Conclusie	21
3. Identificeren van activiteiten	23
3.1 De huidige situatie.....	23
3.1.1 MVO in de huidige situatie	23
3.2 De gewenste situatie	23
3.2.1. MVO in de gewenste situatie	24
3.3 Activiteiten identificeren	24
3.3.1 Cost of quality.....	26
3.3.2 Environmental costs	27
3.3.3 Kosten van kapitaal	27
3.3.4 Interne en externe opslagkosten	27
3.3.5 Roldeur	28
3.3.6 Problemen m.b.t. de silo	28
3.4 Geïdentificeerde activiteiten.....	31
4 Identificeren van kosten.....	32
4.1 Cost of quality.....	32
4.2 Environmental costs	33
4.3 Kosten van kapitaal	33
4.4 Interne en externe opslagkosten	33
4.5 Roldeur	33
4.6 Problemen m.b.t. de silo	34
5 Activity Based Costing systeem opstellen	35

6. Conclusie en aanbeveling	36
7. Referenties	37
8. Appendices	39

Begrippenlijst

In dit hoofdstuk wordt een alfabetische begrippen- en afkortingslijst gepresenteerd. Deze begrippen en afkortingen zijn specifiek voor deze tak van ondernemen en zullen regelmatig terug komen in het verslag.

CI: Chemische Industrie

Co-generatie: Gecombineerde verwarmingsinstallatie en stroomgenerator

Droogzout: Zout met een zeer laag vochtgehalte tussen de 0,5%-0,8%.

EO: Natzout met een gemiddeld antiklontermiddel gehalte van 2-6 ppm.

LAC: Low AntiCaking (LAC), natzout met een laag antiklontermiddel gehalte van 0,5-1 ppm.

Natzout: Zout met een vochtgehalte tussen de 2,5%-3,0%.

Off-spec: Zout wat buiten de gestelde specificaties valt. Met off-spec wordt altijd het off-spec zout vanaf het zoutverwerkingsbedrijf bedoeld, tenzij anders vermeld.

On-spec: Zout wat binnen de gestelde specificaties valt.

Ppm: Parts per million, ofwel het aantal deeltjes per miljoen. Deze eenheid wordt in de scheikunde gebruikt om lage concentraties aan te duiden.

sBU: sub Business Unit

ZPB: Het zoutproductiebedrijf van AkzoNobel dat zich richt op de productie en verwerking van zout door middel van pekeldzuivering, indampinstallaties en verlading, deze bedrijfstak valt onder de sBU Industrial Chemicals.

ZVB: Het zoutverwerkingsbedrijf van AkzoNobel dat zich richt op het produceren van diverse zoutspecialiteiten, zowel voor industrieel gebruik als voor de directe eindgebruiker. Deze bedrijfstak valt onder de sBU Functional Chemicals.

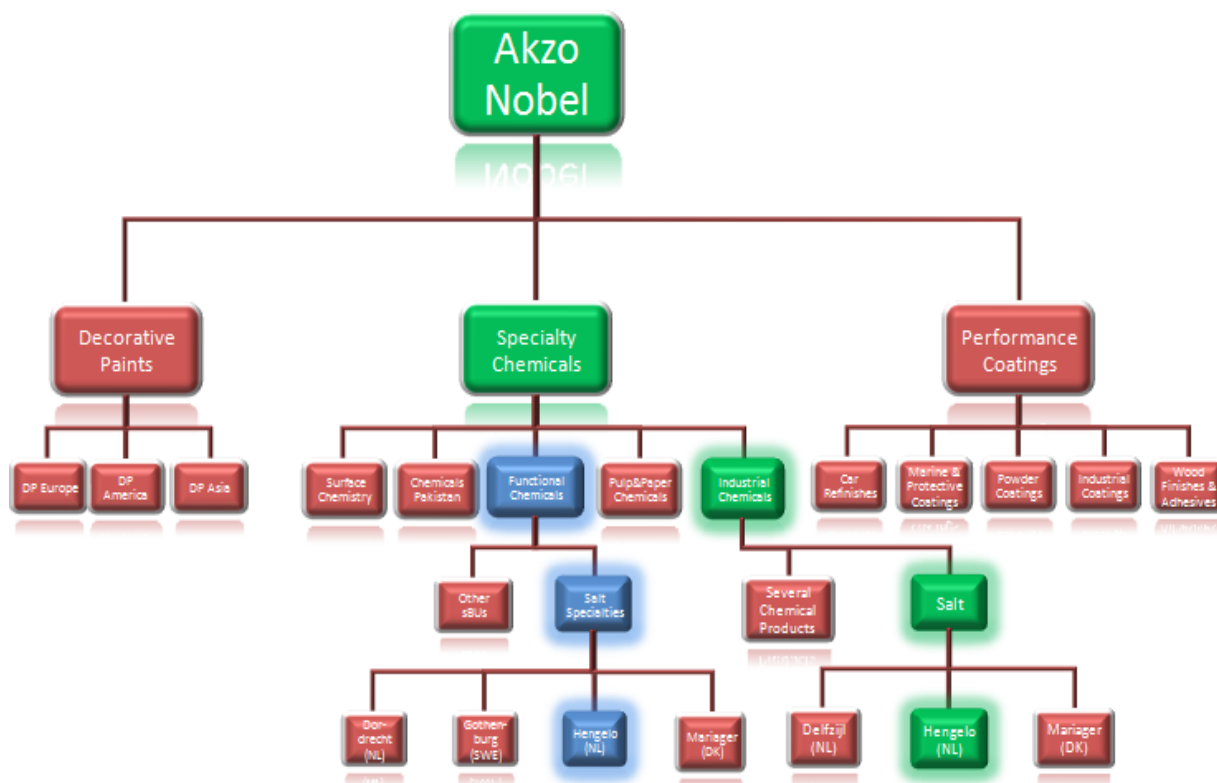
1. Inleiding

AkzoNobel is een van de meest toonaangevende industriële ondernemingen wereldwijd, met een breed assortiment verven, coatings en specialistische chemicaliën. AkzoNobel heeft circa 57.000 medewerkers actief in meer dan 80 landen en had een totale pro forma omzet van €13.9 miljard in 2009.

1.1 Geschiedenis

De geschiedenis van AkzoNobel gaat terug naar 1777, waar het verffabriekje van Det holmbalske Selska uit Denemarken gevestigd is en nog steeds voortleeft onder het coatingsmerk Sadolin. Het oudste bedrijf van Nederlandse bodem stamt uit 1792 en produceert nog steeds verven, lakken en coatings onder de merknaam Sikkens (AkzoNobel N.V.).

Een fusie in 1969 van de Algemene Kunstzijde Unie, een producent van chemische vezels, en de Koninklijke Zout Organon zorgt voor het ontstaan van AKZO. Na de overname van de Amerikaanse Stauffer Chemical Company in 1987, volgt er in 1994 een fusie met het Zweedse bedrijf Nobel. Het gefuseerde bedrijf gaat verder onder de naam Akzo Nobel. In 1998 wordt het Britse Courtalds overgenomen, 9 jaar later verkoopt Akzo Nobel haar 100%-dochteronderneming Organon BioSciences N.V. en koopt vervolgens het Britse Imperial Chemical Industries over. In 2008 introduceert Akzo Nobel een nieuw logo en gaat verder onder de naam AkzoNobel.

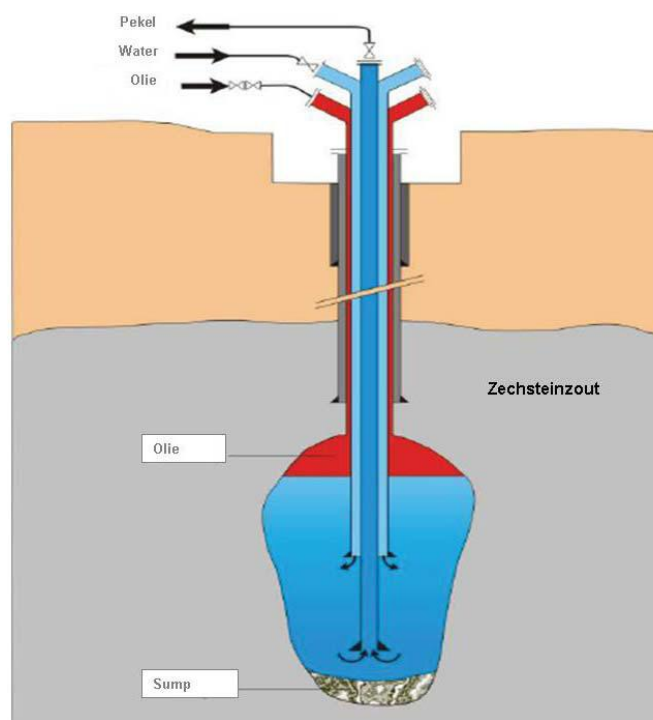


Figuur 1: (Gesimplificeerd) organogram AkzoNobel

Sinds januari 2008 verdeelt AkzoNobel haar activiteiten onder in drie sectoren; Decorative Paints, Performance Coatings en Specialty Chemicals welke weer onderverdeeld zijn in sBU's. AkzoNobel wint en produceert een aantal chemische producten onder de sector Specialty Chemicals, waaronder ook vacuümzout.

1.2 AkzoNobel Hengelo

AkzoNobel heeft drie zoutwinnende en producerende fabrieken, twee bevinden zich in Nederland met een locatie in Hengelo(ov.) en Delfzijl, en één in Mariager Denemarken. Op de locatie in Hengelo wordt onderscheid gemaakt tussen 3 verschillende "afdelingen"; zoutproductiebedrijf Bulk, het zoutverwerkingsbedrijf Specialties en Energiebedrijf Salinco. Elke dag wordt er gemiddeld 7000 ton vacuümzout gewonnen in de directe omgeving van Hengelo, dit zout wordt gewonnen door middel van oplosmijnbouw. Dit betekent dat er verwarmd water de grond ingespoten wordt, waardoor de ondergrondse zoutlagen oplossen en het opgeloste zout, ook wel ruwe pekkel genoemd door middel van een pompsysteem met leidingen terug naar de fabriek gepompt wordt.



Figuur 2: Schematische weergave van het winnen van zout d.m.v. oplosmijnbouw

Hierna wordt de ruwe pekkel op de locatie in Hengelo gezuiverd, ingedampt en uiteindelijk gecentrifugeerd. Na dit proces wordt het zout intern getransporteerd naar de opslagsilo van het zoutproductiebedrijf, direct naar het schip of naar het zoutverwerkingsbedrijf. Het zoutproductieproces kan in het principe door slechts 4 werknemers uitgevoerd worden, welke het proces sturen en bewaken in de controlekamer.

Vanuit de opslagsilo of het schip zal het zout verder gedistribueerd worden naar diverse chemieconcerns. Deze concerns maken met behulp van membraanelektrolyse diverse chemische producten van het zout, waaronder chloor, natronloog en waterstof. Het ZVB richt zich op het

produceren van diverse zoutspecialiteiten zowel voor industrieel gebruik als voor de directe eindgebruiker.



Figuur 3: Opslagsilo

Het proces van winnen van de pekels tot het produceren van zout is een energie-intensief proces. Eerst wordt het zout in de ondergrondse lagen opgelost door middel van verwarmd water ($\pm 30^\circ \text{C}$), hierna wordt de pekels door middel van brandstof aangedreven co-generator, welke zowel stoom als energie genereert, gezuiverd, ingedampd en gecentrifugeerd. Hierna wordt het zout verkocht aan klanten. Een grote afnemer van het ZPB is het ZVB, welke sinds de divisionalisatie in 2005 valt onder een andere sBU en wordt gezien als externe klant van het ZPB, echter vallen beide divisies wel onder het bedrijf AkzoNobel. De andere grote afnemers zijn veelal grote concerns uit de CI, waarvan Bayer de grootste is. Ook wordt er een klein gedeelte (strooi)zout en pekels geleverd wat bestemd is voor de gladheidbestrijding van wegen.

Producten ZPB Hengelo

Het ZPB produceert zeer zuiver zout. Droog vacuümzout heeft een zuiverheidsgehalte van 99,9%, dit betekent dat er slechts 0,1% andere stoffen aanwezig zijn in het vacuümzout. Ze maken van het gezuiverde zout 3 verschillende on-spec zoutproducten, welke afhankelijk zijn van de hoeveelheid toegevoegd antiklontermiddel. De hoeveelheid van dit antiklontermiddel hangt af van de duur van het transport, de opslag en het gebruik van het zout. Het antiklontermiddel is een oplossing van Ferrocyane in water.

De 3 on-spec producten zijn;

LAC: Low Anti-Caking zout bevat het minste antiklontermiddel, namelijk tussen de 0,5-2 ppm. Dit zout wordt door de CI zeer snel verwerkt door middel van elektrolyse.

EO: Zout wat voor langere tijd opgeslagen kan worden en toepasbaar is in de CI, bevat een gehalte antiklontermiddel tussen de 2-6 ppm.

Wegenzout: Wegenzout bevat een zeer hoog gehalte aan antiklontermiddel, namelijk tussen de 40 en 100 ppm met een streefgehalte van 75ppm.

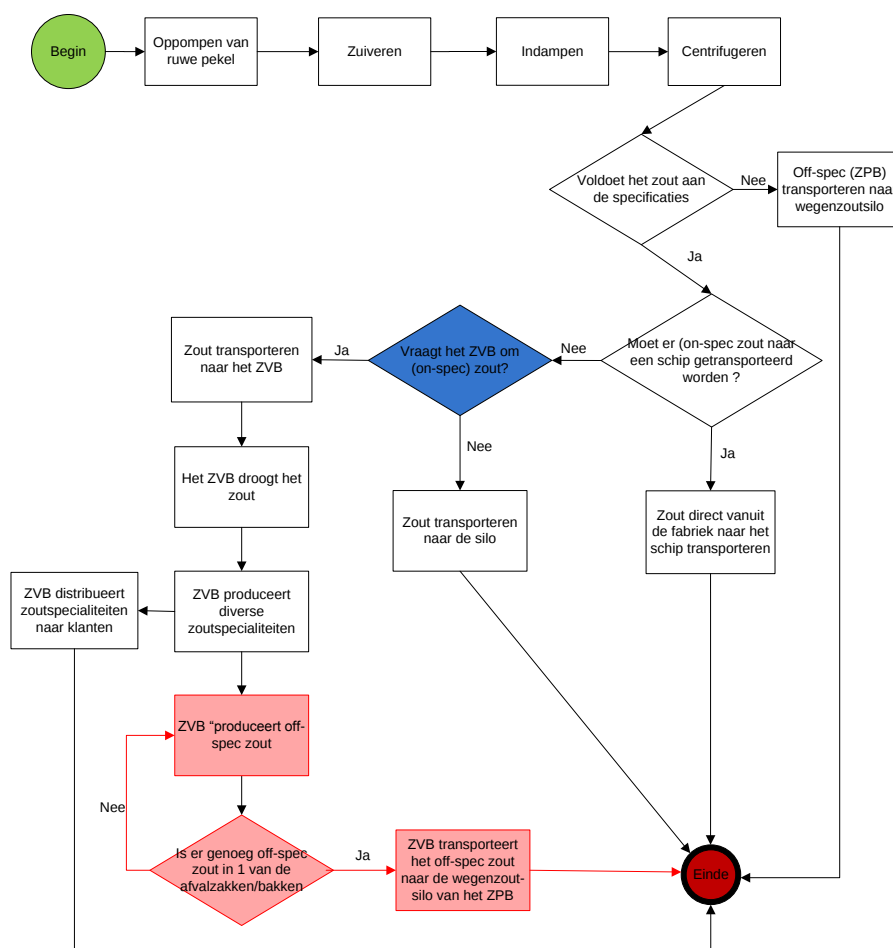
Off-spec zout is zout waarvan de kwaliteit buiten de gestelde specificaties valt, het voldoet dan niet meer aan de strenge eisen van AkzoNobel en de CI. Dit zout ontstaat door gepland en ongepland

onderhoud, testruns, reparaties, productiefouten, verkeerde toevoegingen, een genomen monster uit de productierun, een verkeerde verpakking et cetera. Bij off-spec zout wordt onderscheid gemaakt tussen het off-spec zout van het ZVB en het off-spec zout van het ZPB. Het off-spec zout vanaf het ZVB valt niet meer binnen de specificaties van de CI noch die van afnemers van wegenzout. Wanneer de hoeveelheid vervuiling die dit zout bevat, binnen acceptabele waarde blijft, heeft het een gering schadelijk effect voor mens, dier en milieu. Na vermenging met LAC/EO is het geschikt als wegenzout, echter is deze zoutstroom niet gecontroleerd en weet men niks over het gehalte aan vervuilingen in dit zout. Het off-spec zout vanaf het ZPB valt ook niet meer binnen de specificaties die de CI eist, echter is het in tegenstelling tot het off-spec zout vanaf het ZVB wel gecontroleerd en is het prima geschikt na toevoeging van extra antiklontermiddel voor het directe gebruik als wegenzout.

De twee off-spec producten zijn:

Wegenzout (off-spec ZVB): Wegenzout bevat een gedeelte off-spec zout afkomstig van het ZVB en een gedeelte (on-spec) natzout, met eenzelfde gehalte antiklontermiddel als in het on-spec wegenzout.

Wegenzout (off-spec ZPB): Wegenzout bevat een off-spec zout afkomstig van het ZPB, met eenzelfde gehalte antiklontermiddel als in het on-spec wegenzout.



Figuur 4: Process flowchart van de zoutstroom

Om meer inzicht in het proces te krijgen is in figuur 4 de zoutstroom vanaf winning tot aan opslag duidelijk in kaart gebracht door middel van een process flowchart. Het ZVB betaalt de transferprijs wanneer men om zout vraagt, dit is in het blauwe deel weergegeven. Het in het lichtrood weergegeven deel betreft de productie en het transport van het off-spec zout vanaf het ZVB naar de wegeenzoutstroom, voor dit off-spec zout betaalt het ZPB dus ook een prijs.

1.3 Aanleiding

Aanleiding voor het starten van dit onderzoek is de gedachte bij het ZPB, dat er meer off-spec zout bij het ZVB “geproduceerd” wordt dan nodig. Off-spec zout vanaf het ZVB wordt gegarandeerd afgenomen niet afhankelijk van kwantiteit noch kwaliteit tegen 80% van de afgesproken inkoopprijs, dit in het verleden tussen de sBU's overeengekomen en is dus een zogenaamd herenakkoord. Kosten voor opslag, handelingen en gevolgen van het off-spec zout vanaf het ZVB zijn onbekend, hierdoor zijn de financieel-economische effecten van de beslissing om deze zoutstroom gegarandeerd af te nemen niet bekend.

De vraag vanuit AkzoNobel is:

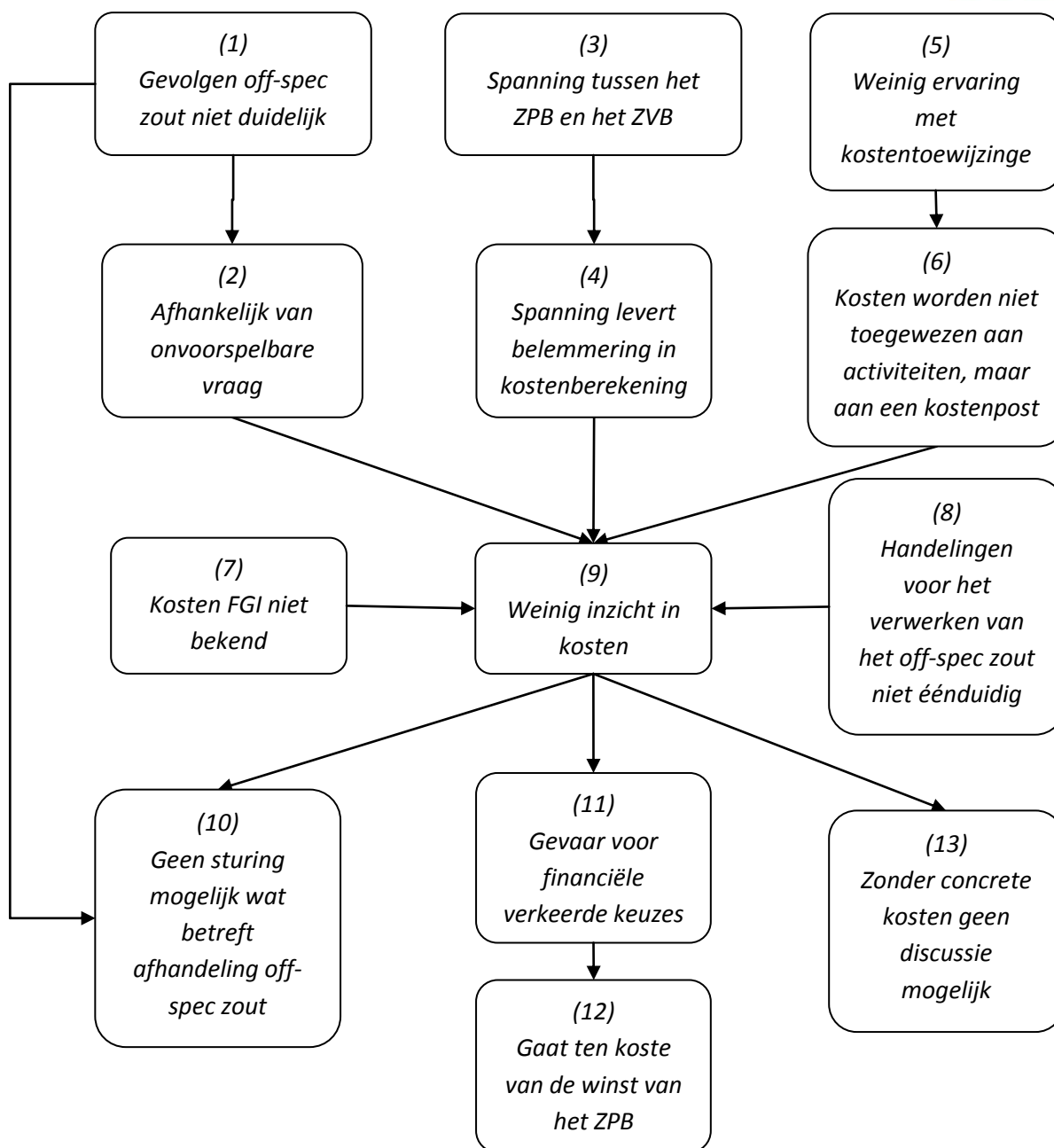
Breng kosten voor opslag, handelingen en gevolgen voor AkzoNobel van het off-spec zout vanaf het zoutverwerkingsbedrijf in kaart, herken en analyseer inefficiëntie en draag aanbevelingen aan voor verbeteringen.

1.4 Probleemanalyse

Er is een duidelijk verschil tussen wat het ZPB wil ontvangen aan vervuild off-spec zout en wat ze op dit moment ontvangen. Er is sprake van een discrepantie tussen datgene wat moet worden bereikt, de gewenste situatie en de huidige situatie. In dit geval is de probleemhebbende het ZPB, want zij vinden dat er teveel vervuild off-spec zout van het ZVB afkomt. Het ZVB heeft geen problemen met deze off-spec zoutstroom, omdat ze er geringe kosten aan hebben en de lasten er niet van dragen.

Het hoofddoel van mijn onderzoek is om door middel van een transferprijs de reële kosten voor AkzoNobel in kaart te brengen, deze kosten die het ZPB moet maken voor deze off-spec zoutstroom moeten gedekt worden door het ZVB. Hierbij gaat het dus om de extra kosten die bovenop de normale kosten gemaakt moeten worden. Een ander doel is het ZVB bewust te maken van de gevolgen die haar off-spec stroom met zich meebrengt voor het ZPB, en voor de organisatie als geheel.

De probleemanalyse wordt gedaan aan de hand van een probleemkluwen, in een probleemkluwen worden oorzaak-gevolgrelaties weergegeven, welke meer inzicht zullen geven in achterliggende problemen. Met behulp van de probleemkluwen zullen de deelvragen geformuleerd worden.



Figuur 5: Probleemkluwen

Met een puntsgewijze beschrijving van de probleemkluwen wordt deze toegelicht:

1. De gevolgen van het off-spec zout zijn niet duidelijk, dit komt omdat men niet goed weet waar het allemaal toe leidt en toe kan leiden. Er zijn wel vermoedens, echter ontbreken de bewijzen en goede argumenten hiervoor.
2. Dit komt mede omdat het afhankelijk is van de vraag naar wegeenzout, welke weer afhankelijk is van het weer in de winter.
3. Het ZPB valt onder de sBU Industrial Chemicals en het ZVB onder de sBU Functional Chemicals. Dit levert een spanning tussen beide bedrijven op, omdat beide bedrijven een goed bedrijfsresultaat voor zichzelf als wel voor AkzoNobel als geheel willen halen.

4. *Deze spanning tussen het ZPB en het ZVB belemmert de kostenberekening van de kosten van het off-spec zout.*
5. *Het ZPB heeft weinig ervaring met kostentoewijzingen aan producten, dit omdat het één massaproduct maakt en de kosten minimaal wil houden voor enkel dit product.*
6. *Hierdoor worden de kosten niet toegewezen aan activiteiten, maar aan kostenposten zoals personeelskosten.*
7. *Kosten voor het opslaan van voorraad (Finished Goods Inventory) zijn niet bekend.*
8. *De handelingen die nodig zijn om het off-spec zout te verwerken zijn niet eenduidig bekend.*
9. *Deze oorzaken hebben als gevolg, het hoofdprobleem, dat er weinig tot geen inzicht is in de kosten die het off-spec zout met zich mee brengt.*
10. *De gevolgen en de kosten van het off-spec zout zijn niet bekend, het gevolg hiervan is dat er geen sturing mogelijk is wat betreft de afhandeling van off-spec zout. Denk hierbij aan opslag, transport et cetera.*
11. *Zonder dit inzicht in de kosten van het off-spec zout, is het gevaar voor het maken van verkeerde keuzes natuurlijk zeer reëel, er is geen beeld of het financieel verstandig is om op deze manier verder te gaan of dat het beter op een andere manier geregeld kan worden.*
12. *Verkeerde keuzes kunnen de winst van het ZPB drukken.*
13. *Zonder dit inzicht in de kosten van het off-spec zout, kan er ook geen discussie aangegaan worden met het ZVB of tot actie over worden gegaan.*

Uit de probleemkluwen komt duidelijk naar voren dat er zeer weinig tot geen inzicht is in de kosten die het off-spec zout met zich mee brengt. De hoofdoorzaken hiervan zijn:

- *Het feit dat kosten over het algemeen niet toegerekend worden aan activiteiten, maar aan kostenposten. Zo krijgt men geen enkel idee welke kosten het off-spec zout extra met zich meebrengt.*
- *De gevolgen van het off-spec zout zijn ook niet duidelijk, omdat deze o.a. afhangen van het weer in de winter. De vraag naar wegenzout (en dus off-spec zout) is dus zeer afhankelijk van het weer.*
- *De spanning tussen de 2 sBU's leidt tot een belemmering van de berekening van de kosten. De confrontatie wordt liever uit de weg gegaan, dan aangegaan.*

Ik omvat dit onderzoek met de volgende hoofdvraag:

Op welke manier kunnen de kosten voor handelingen, opslag en gevolgen van de off-spec zoutstroom vanaf het zoutverwerkingsbedrijf in kaart gebracht worden voor AkzoNobel, zodanig dat er zowel op korte als lange termijn een realistische transferprijs berekend kan worden?

Om op deze hoofdvraag antwoord te kunnen geven, stel ik een aantal deelvragen op, om stapsgewijs de hoofdvraag te kunnen beantwoorden:

- *Waar komt het huidige probleem vandaan?*
- *Aan welke eisen moet het wegenzout volgens AkzoNobel voldoen?*

- *Wat zijn de gevolgen van het gebruik van off-spec zout vanaf het zoutverwerkingsbedrijf?*
- *Welke gevolgen heeft het off-spec zout voor het voorraadbeheer en de voorraadkosten?*
- *Welke overheadkosten brengt het off-spec zout vanaf het zoutverwerkingsbedrijf met zich mee?*
- *Welke veranderingen zouden er in de organisatie plaats moeten vinden om dit probleem zoveel mogelijk uit te sluiten?*

1.5 Afbakening

In het kader van mijn bacheloropleiding Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente moet een zelfstandig onderzoek uitgevoerd worden ter afsluiting van de bachelor, de zogenaamde bacheloropdracht. Om aan zowel de eisen van mij als student als AkzoNobel te kunnen voldoen, zal ik het onderzoek moeten afbakenen. Bij deze afbakening is het de bedoeling om het onderzoek niet te breed te maken, zodat er aan zowel de kant van mij als AkzoNobel overeenstemming gevonden kan worden.

1. *We doen de aanname dat de off-spec zoutstroom vanaf het ZPB minimaal is en voor het grote deel te wijten is aan zowel geplande als niet geplande productiestops. Om deze off-spec stroom te analyseren op eventuele inefficiëntie is veel tijd nodig en past niet binnen het doel van deze bacheloropdracht. Wanneer er in het verslag off-spec zout staat, gaat het dus om de off-spec zoutstroom vanaf het ZVB, tenzij anders vermeld.*
2. *Waarom het ZPB voor 80% van de inkoopprijs het off-spec zout gegarandeerd afneemt laten we buiten beschouwing. Dit is verder ook niet van belang voor het onderzoek, het doel is om een realistische transferprijs te berekenen welke geïmplementeerd kan worden op zowel korte termijn als lange termijn.*
3. *We doen de aanname dat wanneer de wegenzoutsilo vol is, deze dan meteen geleegd wordt en als wegenzout gedistribueerd wordt. Wanneer dit niet de procedure zou zijn, zal het off-spec zout gedumpt moeten worden naast de wegenzoutsilo. Dit is absoluut onwenselijk i.v.m. contaminatie en dit wil het ZPB te allen tijde zien te voorkomen. Echter moet dit gedistribueerde wegenzout wel aan de verantwoordelijke normen voldoen.*
4. *Wanneer er off-spec zout vermengd wordt met on-spec zout gaan we er vanuit dat de vervuilingen recht evenredig afnemen met de mengverhouding. Stel dat 1 deel off-spec zout en 1 deel on-spec zout vermengd worden, dan zullen de vervuilingen met de helft afnemen. We gaan er dus vanuit dat dit zout vaak genoeg verladen en verscheept zal worden, dusdanig dat deze 2 delen compleet vermengd zullen zijn.*

Bij dit onderzoek staan twee doelen centraal, namelijk het uitvoeren van een goed empirisch onderzoek in het kader van de bacheloropleiding Technische Bedrijfskunde aan de Universiteit Twente, en trachten om een realistische en implementeerbare oplossing te vinden en hiermee een aanbeveling aan te dragen voor AkzoNobel.

2. Theoretisch kader

Het theoretisch kader zal gebruikt gaan worden, om de huidige situatie bij AkzoNobel te analyseren en te vergelijken met hetgeen de theorie verteld. Met behulp van deze theorie zullen de deelvragen opgelost gaan worden, welke uiteindelijk zullen leiden naar de beantwoording van de hoofdvraag.

2.1 Organisatiestructuur

Het is belangrijk voor het onderzoek om te weten waar het probleem vandaan komt en hoe het ontstaan is. Een analyse van de organisatiestructuur geeft een verklaring voor het ontstaan van het probleem bij AkzoNobel en hoe het probleem opgelost kan worden.

Waarom divisionaliseren?

Waarom zal een organisatie voor een gedivisionaliseerde organisatiestructuur kiezen? Het antwoord is hier niet gemakkelijk op te geven. Een zeer belangrijk criterium is de grote en complexiteit van de organisatie. Een groot bedrijf met grote variëteit aan producten die wereldwijd verkocht worden zal niet makkelijk direct aangestuurd kunnen worden door het topmanagement. Voor deze bedrijven is een gedivisionaliseerde structuur aan te raden, zo dat beslissingen door managers van verschillende zelf uitvoerende divisies genomen kunnen worden. Deze managers zijn dichter betrokken bij de werkelijke situatie en zijn zo meestal ook in staat om betere beslissingen te kunnen nemen. Grote multinationals zoals AkzoNobel zijn (bijna) altijd gedivisioniseerd.

De gedivisionaliseerde organisatiestructuur

De gedivisionaliseerde organisatie is een organisatie waar de afdelingen gesplitst zijn in afdelingen welke hun eigen product produceren. De managers van de afdeling van een product hebben hierbij grote eigen verantwoordelijkheid, van produceren tot aan het verkopen toe. Een gedivisionaliseerde organisatie zal leiden tot decentralisatie van het nemen van beslissingen naar “lagere” managers. Voor een succesvolle divisionalisatie van een bedrijf is het belangrijk dat alle activiteiten zo onafhankelijk als mogelijk van elkaar zijn. Echter wanneer deze onafhankelijkheid tot het uiterste gedreven wordt, kan het idee dat alle afdelingen samen één organisatie vormen beschadigd worden. De divisies moeten niet alleen bijdragen aan het succes van de organisatie, maar ook aan het succes van elkaar (Solomons, 1965).

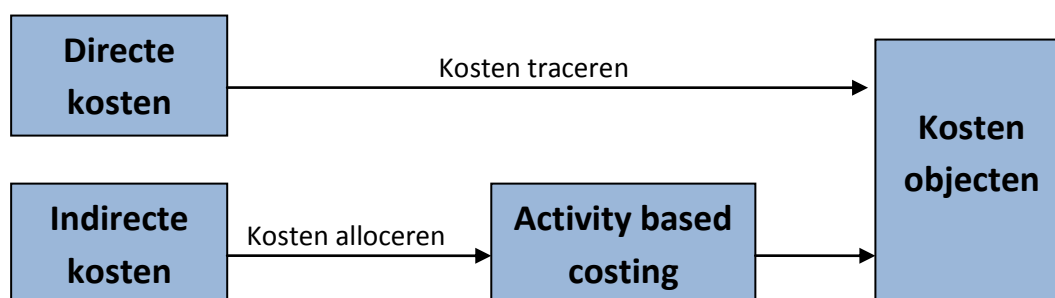
De andere voorwaarde voor een succesvolle divisionalisatie volgens Solomons (1965) is dat divisies onderling gereguleerd zouden moeten worden, zodanig dat een divisie zijn eigen winst niet boven het belang van winst van de organisatie als een geheel stelt. Dit betekent niet dat een divisie geen winst van een andere divisie mag “afpakken”, echter moet de extra winst voor de divisie het verlies van de andere divisie overtreffen. Hiermee zorg je dus dat de winst van de organisatie als geheel de primaire doelstelling is. Helaas ontstaan er vaak conflicten tussen verschillende divisies, een belangrijke taak is dan ook om een accounting control system te ontwerpen, zodanig dat een divisie zijn belang van eigen winst niet primair stelt aan het belang van de gehele organisatie (Drury, 2008). Een belangrijk kenmerk van een gedivisionaliseerde organisatie is dat de divisionele managers de verantwoordelijkheid hebben voor de winst van hun eigen divisie, dit kan helaas ook de nodige problemen met zich meebrengen.

2.2 Activity Based Costing

Helaas ontstaan er dus vaak conflicten tussen verschillende divisies in een gedivisionaliseerde organisatie, een belangrijke taak is dan ook om een accounting control system te ontwerpen, zodanig dat een divisie zijn belang van eigen winst niet primair stelt aan het belang van de gehele organisatie (Drury, 2008). Om ervoor te zorgen dat de gehele organisatie als primair belang gezien gaat worden, moet er een transferprijs komen, die de kosten vergoed, die het ZPB extra moet maken voor het off-spec zout. Deze transferprijs kan berekend worden door middel van een Activity Based Costing (ABC) systeem, hierdoor zullen de extra kosten die het off-spec zout met zich meebrengt doorberekend worden aan het ZVB. Wanneer het ZVB, de lasten van deze off-spec stroom zelf moet dragen, zullen ze naar alle waarschijnlijkheid deze stroom gaan minimaliseren, om zo hun eigen winst te maximaliseren. Op deze manier kan er gezorgd worden dat deze divisie haar eigen winst niet primair stelt aan het belang van de gehele organisatie. Door deze maatregel zal het ZVB haar productieproces waarbij vervuild zout geproduceerd wordt efficiënter maken. Uiteindelijk heeft zowel het ZVB als het ZPB voordeel van deze efficiëntere werkwijze, en dus ook AkzoNobel als gehele organisatie.

Het ABC systeem

Kosten kunnen toegekend worden aan kosten objecten, deze kosten kunnen verdeeld worden in 2 categorieën, namelijk directe- en indirecte kosten. Directe kosten zijn kosten die direct toegewezen kunnen worden aan kosten objecten. Hieronder vallen bijvoorbeeld de materiaal kosten voor een bepaald type product. Indirecte kosten, ook wel overheadkosten genoemd, zijn niet direct toe te wijzen aan een product of service (kosten object). Hiervoor is een verdere analyse van de kosten nodig, voor de berekening van deze kosten is Activity Based Costing uitermate geschikt. Met een Activity Based Costing systeem kunnen we de kosten voor handelingen, opslag en gevolgen van het off-spec zout vanaf het ZVB in kaart gebracht worden voor AkzoNobel. Zodoende kunnen we een systeem ontwerpen welke een realistische transferprijs kan berekenen, voor de transfer van het off-spec zout van het ZVB naar het ZPB.



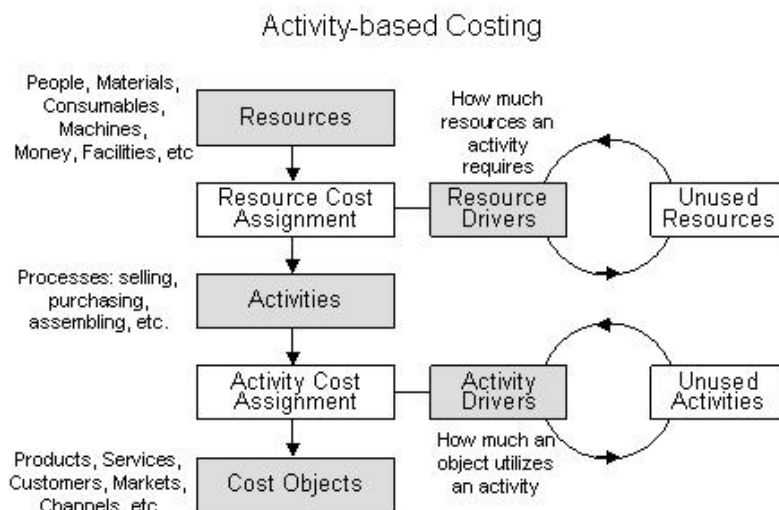
Figuur 6: Directe kosten traceren en indirecte kosten alloceren d.m.v. ABC (Drury, 2008).

Ontwerpen van een ABC systeem

Voor het ontwerpen van een Activity Based Costing systeem zijn een viertal stappen nodig (Drury, 2008).

1. De belangrijkste activiteiten van een organisatie identificeren

- *Het aantal activiteiten die geïdentificeerd moeten gaan worden hangen af van de complexiteit en de doelstellingen van het ABC systeem. Hoe uitgebreider het ABC systeem gemaakt wordt, hoe nauwkeurig de kostprijs berekend kan worden. Echter maakt dit het ABC systeem wel veel complexer.*
- 2. *Bepaal de middelen veroorzakers (resource drivers) voor toewijzing van de kosten van middelen (resources) aan activiteiten.*
 - *Bij deze stap wordt gekeken, welke activiteit welke kosten met zich meebrengt.*
- 3. *Bepaal de activiteiten veroorzakers (activity drivers) voor toewijzing van de kosten van een activiteit aan kosten objecten*
 - *Door het uitvoeren van bepaalde activiteiten ontstaan kosten, deze cost drivers moeten zo bepaald worden dat ze doorberekend kunnen worden aan kosten objecten.*
- 4. *De kosten van activiteiten toewijzen aan producten*
 - *De kosten worden met behulp van de kosten veroorzakers doorberekend aan de kosten objecten (producten, services etc.)*



Figuur 7: schematische voorstelling van het allocatieproces¹

2.3 Transferprijs

In een gedivisionaliseerde organisatie vinden vaak goederen- en servicestromen plaats tussen verschillende divisies. Omdat in een gedivisionaliseerde organisatie, de verschillende divisies verantwoordelijk zijn voor hun eigen winst, zal er een bepaalde prijs betaald moeten worden aan de divisie die een product of service levert, en door de divisie die het product of de service ontvangt, de zogenaamde transferprijs. Een transferprijs beïnvloedt de winsten van verschillende divisies, hierdoor zullen divisies beter gaan nadenken over beslissingen die genomen moeten worden, welke weer van belang zijn voor de totale winst van de organisatie.

Zoals we reeds in de inleiding en §2.1 gezien hebben, heeft AkzoNobel een gedivisionaliseerde organisatiestructuur. Tussen de verschillende sBU's vinden zoals vaak goederenstromen plaats. Bij

¹ Referenties: <http://www.12manage.com/>

AkzoNobel in Hengelo, gaat het dan hoofdzakelijk om de relatie tussen de sBU Functional Chemicals (ZVB) en de sBU Industrial Chemicals (ZPB). Tussen deze sBU's vinden reeds belangrijke uitwisselingen van zout plaats met bijbehorende transferprijzen.

Doelen van een transferprijs systeem

Een gedivisionaliseerde organisatie kan gaan werken met een transferprijs systeem om één of meerdere van de volgende doelen te bereiken (Drury, 2008).

1. *Gedivisionaliseerde managers voorzien van informatie welke hun motiveert om goede economische beslissingen te maken.*
2. *Het voorzien van informatie, welke bruikbaar zijn voor het evalueren van de bestuurlijke- en economische prestaties van verschillende divisies*
3. *Het opzettelijk "bewegen" van winsten tussen divisies.*
4. *Om ervoor te zorgen dat de autonomie van de divisies niet ondermijnd wordt.*

Methoden voor transferprijzing

Er zijn 5 primaire methoden om transferprijzen te berekenen tussen divisies (Drury, 2008).

1. *Market-based transferprijzen*
 - *Gebaseerd op prijzen die voor dezelfde producten of vergelijkbare producten gevraagd worden door concurrenten.*
2. *Marginal cost transferprijzen*
 - *Transferprijs gebaseerd op marginale kosten, de marginale prijs kan geïnterpreteerd worden als directe kosten plus variabele indirecte kosten*
3. *Full cost transferprijzen*
 - *Transferprijs gebaseerd op variabele kosten plus alle vaste kosten op de lange termijn die gealloceerd kunnen worden aan het product.*
4. *Cost-plus a mark-up transferprijzen*
 - *Transferprijs gebaseerd op alle kosten plus een toegevoegde "mark-up", om zo een winstmarge toe te voegen aan het product of de service.*
5. *Negotiated transferprijzen*
 - *Transferprijs ontstaan uit onderhandelingen, deze onderhandelingen zijn vaak gebaseerd op vaste en variabele kosten, echter hoeft dit niet zo te zijn, soms spelen er ook andere belangen mee.*

2.4 Identificeren van activiteiten en kosten

Voor het ontwerpen van een Activity Based Costing Systeem zijn zoals in §2.2 gezegd een viertal stappen nodig. Om deze stappen uit te voeren gaan we gebruik maken van literatuur die meehelpt om de activiteiten en bijbehorende kosten te identificeren.

2.4.1 Cost of quality

Bij cost of quality worden de gekwantificeerde totale kosten van kwaliteit van een product gerelateerd aan de efforts en tekortkomingen. Kwaliteit is in de loop der jaren steeds belangrijker geworden en in de hedendaagse maatschappij niet meer weg te denken. Klanten vragen continu verbeterende service met betrekking tot kosten, kwaliteit, betrouwbaarheid, levering en de keuze naar innovatieve producten. Total quality management is gericht op een continue kwaliteitsverbetering van alle bedrijfsprocessen, hierbij kan men denken aan het monitoren van het productieproces tot aan het continu verbeteren van de after-sales service. Door het verbeteren van het productieproces en de kwaliteit van een product kan ook het maatschappelijke verantwoorde ondernemen gestimuleerd worden. Veel bedrijven weten echter op dit moment niet hoeveel kosten gemoeid zijn met het niet kunnen voldoen aan kwaliteitseisen van producten of services. Wanneer een bedrijf efficiënter kan produceren met minder waste of materials en hierdoor minder producten produceert die niet voldoen aan de kwaliteitseisen, dan is dit zowel voor het milieu als voor het bedrijf gunstig. Een “cost of quality report” moet voor meer inzicht zorgen in de totale kosten van producten of services die niet voldoen aan de kwaliteitseisen, deze kosten kunnen onderverdeeld worden in 4 categorieën (Drury, 2008):

1. Prevention costs

- *Kosten gemaakt door het preventief voorkomen van kwaliteitsgebreken. Kosten die hieronder verstaan worden zijn preventief onderhoud, kwaliteitsplanning, gebruik van kwalitatief hogere materialen et cetera.*

2. Appraisal costs

- *Kosten gemaakt door het controleren van producten en materialen of het aan de gestelde kwaliteitseisen voldoet. Kosten die hieronder verstaan worden zijn het inspecteren van de kwaliteit van work in progress, gemaakte producten en reeds verkochte producten, hierbij horen ook de kosten van steekproeven.*

3. Internal failure costs

- *Kosten gerelateerd aan producten die defect zijn, nog voordat ze de klant bereiken. Hieronder vallen kosten die toegerekend kunnen worden aan het herstellen van een defect, tijdelijk stop van machines, het verwerken van een defect product et cetera.*

4. External failure costs

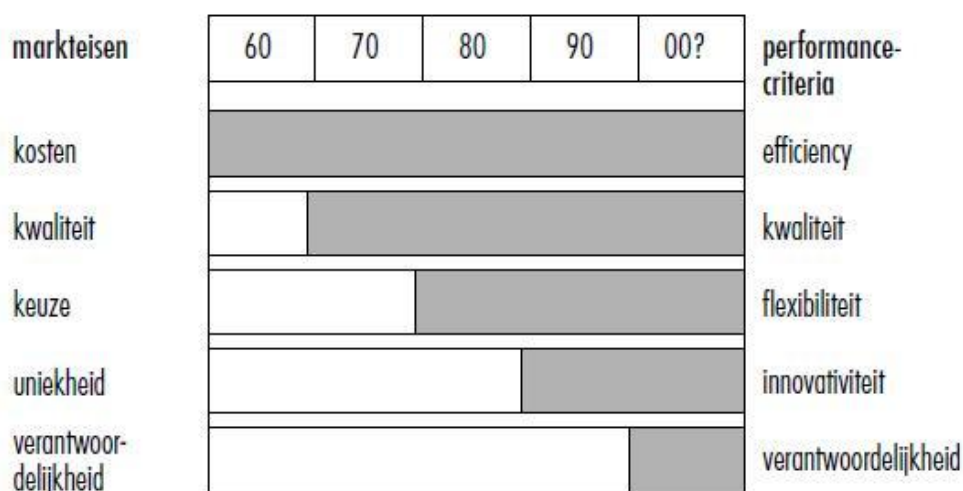
- *Kosten gerelateerd aan producten die defect gaan of niet voldoen aan de eisen van de klant na distributie. Het afhandelen van klachten van klanten, vervangen van producten, schadeclaims en alle overige kosten die toegewezen kunnen worden aan reputatieschade en die toekomstige verkopen negatief kunnen beïnvloeden.*

2.4.2 Maatschappelijk verantwoord ondernemen

Maatschappelijk verantwoord ondernemen is meer van toepassing dan ooit tevoren, dit is dan ook de reden dat AkzoNobel maatschappelijk verantwoord bezig is, onder andere met betrekking tot het milieu. Er wordt van steeds meer bedrijven verwacht dat ze zich maatschappelijk kunnen verantwoorden door middel van een jaarlijks rapport. MVO houdt in dat er een goede balans gevonden moet worden tussen economische prestaties, met aandacht voor het sociale vlak, mens, dier en milieu. Om met je concurrenten mee te kunnen gaan, is verantwoordelijk ondernemen geen

vrije keus meer van een organisatie. Door verschillende maatschappelijke ontwikkelen eisen klanten in toenemende mate dat bedrijven hun eigen verantwoordelijkheid nemen, zowel binnen als buiten de organisatie (Fisscher, Nijkhof, Schreuder, Laan, 2001).

Bolwijn en Kumpe stelden in 1989 verschillende fasen op van de industriële ontwikkeling, met de vraag waarop ondernemingen elkaar beconcurreren. De markteis was in de jaren '60 hoofdzakelijk gericht op kosten. De daaropvolgende decennia waren het respectievelijk kwaliteit, keuze en uniekheid. In het artikel (Fisscher, Nijkhof, Schreuder, Laan, 2001) de verantwoordelijke firma stellen de auteurs, dat verantwoordelijkheid de vijfde opvolgende markteis is. In Figuur 8 is te zien hoe de markteisen in de loop der jaren veranderd zijn.



Figuur 8: De evolutie van markteisen en performancecriteria in de loop der decennia (Fisscher, Nijkhof, Schreuder en Laan 2001)

AkzoNobel heeft maatschappelijk verantwoord ondernemen en dus het rekening houden met haar stakeholders hoog in het vaandel staan, dit is onder andere te zien aan de hoge plek in de Dow Jones Sustainability Index. Deze index wordt opgesteld door criteria op economische, maatschappelijk en sociaal vlak bij bedrijven te beoordelen. AkzoNobel stond in 2007 op de 1^{ste} plaats in Dow Jones Sustainability index voor de chemische industrie. Ook blijkt dit uit het feit dat AkzoNobel veelvuldig aan het innoveren is met betrekking tot het groener produceren van haar producten en beschikt over het ISO-14001 milieucertificaat. AkzoNobel laat hier zien dat duurzaamheid, veiligheid en milieu een zeer belangrijk onderdeel vormen van de manier waarop AkzoNobel zaken doet.

Als we kijken naar de visie van AkzoNobel met betrekking tot wegeenzout (en dus het off-spec wegeenzout) zien we wederom dat AkzoNobel zeer veel waarde hecht aan het MVO. Hieronder een paar speerpunten van AkzoNobel met betrekking tot het wegeenzout:

- *AkzoNobel wegeenzout wordt steeds meer geproduceerd met behulp van groene energie.*
- *AkzoNobel wegeenzout bevat geen onoplosbare bestanddelen die fijnstof veroorzaken.*
- *AkzoNobel wegeenzout bevat geen zware metalen.*

- *AkzoNobel werkt aan een vernieuwd groen en biologisch afbreekbaar anti-klontermiddel, dit milieuvriendelijke en veilige antiklontermiddel moet het huidige ijzercyanide vervangen. Alhoewel ijzercyanide stabiel is in de natuur, zou er mogelijke cyanide vrij kunnen komen in de bodem rond opslagplaatsen en in de bermen.*

Een vraag die opkomt, gaat AkzoNobel wel maatschappelijk verantwoord om met betrekking tot de hoeveelheid vervuiling in het off-spec wegzout? Op deze vraag zullen we in hoofdstuk 3 antwoord geven.

2.4.3 Environmental costs

Het milieu wordt steeds belangrijker in de huidige maatschappij, en dit geldt ook zeker voor de kosten die een organisatie moet maken met betrekking tot het milieu. Environmental cost management heeft 3 belangrijke taken, namelijk het beheersen en controleren van kosten welke geassocieerd worden met environmental responsibility, het reduceren van verspillingen in materialen en energie, en niet-monetaire kosten van bestaande handelingen op de environment (milieu). De environmental costs hebben een aanzienlijke overlap met de quality costs in dit probleem, dit omdat de kwaliteitsgebreken, of het niet voldoen aan de kwaliteitseisen tot gevolg hebben dat er problemen ontstaan met betrekking tot de visie van AkzoNobel op het verantwoordelijke ondernemen (zie punt 3 hieronder).

Environmental cost management wordt dus ook steeds belangrijker voor alle organisaties. Hier zijn 3 hoofdredenen voor aan te wijzen.

- *Environmental costs kunnen zeer groot zijn voor industriële bedrijven.*
- *Wettelijke voorschriften met betrekking tot het milieu en boetes bij het niet naleven van deze voorschriften zijn de laatste decennia explosief gestegen.*
- *De maatschappij verwacht van een bedrijf dat het verantwoord met het milieu omgaat. Wanneer een bedrijf maatschappelijk verantwoord met het milieu omgaat, zal het imago van het bedrijf ook beter worden, wat betere verkoopresultaten met zich mee kan brengen.*

Veel bedrijven kunnen hun milieukosten niet identificeren en zijn hierdoor ook niet in staat om deze toe te rekenen aan de activiteit die deze kosten veroorzaakt. Wanneer deze milieukosten dan als algemene kosten worden meegerekend, zullen de kosten dus ook verdeeld worden over alle producten. Wellicht gaan de prijzen van sommige producten omhoog, terwijl ze helemaal geen milieukosten veroorzaken. Zo worden aan verschillende producten hogere kosten toegekend dan de werkelijke kosten zijn, omgekeerd is het ook zo dat aan de producten die deze milieukosten veroorzaken lagere kosten toegerekend worden dan de werkelijke kosten. Zo worden sommige producten ondergewaardeerd en andere producten juist overgewaardeerd. Een periodiek environmental cost verslag geeft meer inzicht in de uitgaven aan deze kosten (Henson & Mendosa, 1999). Met dit periodieke verslag kan geanalyseerd worden waar environmental kosten vandaan komen en aan welke producten deze kosten toegekend kunnen worden, eventueel met behulp van Activity Based Costing. De environmental costs kunnen onderverdeeld worden in 4 categorieën (Drury, 2008):

1. *Environmental prevention costs*

- *Kosten gemaakt door activiteiten om de productie van verspillingen die het milieu mogelijk kunnen beschadigen te voorkomen.*

2. *Environmental detection costs*

- *Kosten gemaakt om te zorgen dat alle activiteiten, producten en processen aan regels en wetten voldoen, hierbij horen ook eisen of regels die het bedrijf zelf stelt en welke niet gebaseerd zijn op bestaande regels of wetten.*

3. *Environmental internal failure costs*

- *Kosten gerelateerd aan activiteiten die vervuilingen en verspillingen die al geproduceerd zijn, maar nog niet in het milieu terecht gekomen zijn te laten voldoen aan de regels of eisen van het bedrijf, of aan de wetten van de overheid;*

4. *Environmental external failure costs*

- *Kosten gerelateerd aan activiteiten waarbij vervuilingen in het milieu terecht gekomen zijn. Hierbij kan je denken aan kosten om deze vervuilingen op te ruimen. Dit kan de hele reputatie van een bedrijf aantasten en veel consequenties met zich mee brengen. Deze kosten hebben de grootste impact op het bedrijf.*

2.4.4 Kosten van kapitaal

De Weighted Average Cost of Capital (WACC) of de gewogen gemiddelde kosten van kapitaal zijn de kosten van een bedrijf die betaald moeten worden voor kapitaal. Het kapitaal van een bedrijf bestaat uit zowel eigen als vreemd vermogen. De verschaffers van eigen vermogen (aandeelhouders) krijgen in veel gevallen dividendbetaling, deze dividendbetaling is een door het bedrijf vastgesteld percentage. Dit percentage wordt aan het einde van een periode uitgekeerd over het geïnvesteerde eigen vermogen van de cliënt. Naast eigen vermogen, is een bedrijf ook vaak gefinancierd door middel van vreemd vermogen. Vreemd vermogen is vermogen verkregen door leningen die door banken verstrekt zijn. Het bedrijf moet uiteraard voor dit vermogen ook een bepaalde rentevoet betalen. De WACC van AkzoNobel is op dit moment 8%.

Een bedrijf moet dan ook zorgen dat investeringen meer opbrengen dan de WACC willen ze (financiële) waarde toevoegen aan het bedrijf. Dit kunnen we ook omdraaien door te zeggen dat een investering over één jaar 8% hoger moet zijn, wil AkzoNobel break-even draaien met deze investering. Wanneer AkzoNobel dus een voorraad goederen opslaat, kan deze investering niet voor iets anders aangewend worden. De gemiddelde kosten van kapitaal zijn 8% (per jaar), deze kosten moeten gemaakt worden om deze investering te financieren. Stel dat men voor €100.000 aan voorraad opslaat voor 6 maanden, en deze verder geen waarde toegevoegd aan het product, dan kost dit AkzoNobel $€100.000 \cdot 1.08^{1/2} - €100.000 \approx €3923,05$.

2.5 Conclusie

Het off-spec zout, welke van ZVB naar het ZPB gaat brengt kosten met zich mee. Deze kosten wil het ZPB vergoed krijgen. Dit willen we met dit onderzoek bereiken, door een zogenaamde “omgekeerde” full cost transferprijs in te voeren. Deze transferprijs wordt door een Activity Based Costing systeem berekend. Bij een transferprijs bepaalt de aanbiedende partij normaliter de prijs. Bij

dezen “omgekeerde” transferprijs bepaalt de vragende partij de transferprijs, omdat dit negatief is voor de aanbiedende partij, en positief voor de vragende partij, zal de aanbiedende partij deze transferprijs dus niet graag willen invoeren. Het ZPB zal de transferprijs moeten invoeren en bepalen. Het doel van deze transferprijs is het voorzien van informatie aan het ZVB, om hen bewust te maken van de kosten en gevolgen van het off-spec zout. Om het resultaat van AkzoNobel als gehele onderneming niet ten koste van de verschillende sub divisies te laten gaan, zal de invoering van deze “omgekeerde” full cost transferprijs noodzakelijk zijn.

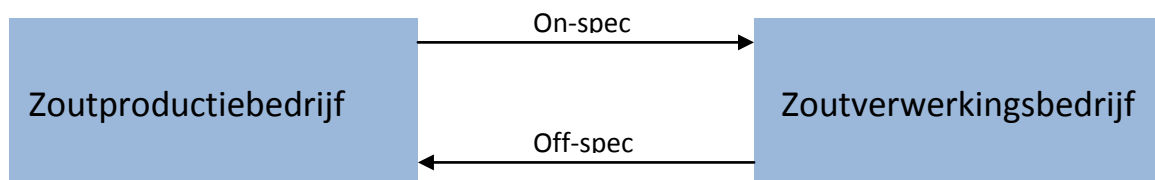
In het volgende hoofdstuk zullen we de eerste stap van het Activity Based Costing systeem gaan uitvoeren, namelijk het identificeren van de activiteiten die nodig zijn voor het off-spec zout vanaf de levering tot aan de klant.

3. Identificeren van activiteiten

In dit hoofdstuk wordt de eerste stap van het Activity Based Costing systeem uitgevoerd, namelijk het identificeren van de activiteiten die nodig zijn voor het off-spec zout, vanaf de levering tot aan de klant. Dit wordt gedaan aan de hand van de activiteiten in de huidige en gewenste situatie. Wat wil het management aan de huidige situatie veranderen met betrekking tot maatschappelijk verantwoord ondernemen? Hoe wordt de gewenste situatie, en wat zijn de activiteiten in de gewenste situatie? Deze vragen zullen beantwoord worden in dit hoofdstuk. Aan de hand van de activiteiten in de gewenste situatie kunnen we een reële transferprijs berekenen.

3.1 De huidige situatie

Er vindt een continue uitwisseling van zout tussen de twee sBU's plaats. Er gaat on-spec zout van het ZPB naar het ZVB en off-spec zout van het ZVB naar het ZPB. Er zijn 2 transferprijzen in de huidige situatie, namelijk voor het on-spec zout en off-spec zout. De transferprijs die het ZVB voor het on-spec zout betaalt, wordt per ½ jaar vastgesteld door het hoofdkantoor in Amersfoort. Deze prijs wordt berekend door de vaste en variabele kosten van de afgelopen 6 maanden te nemen voor de productie van het zout, en daarbovenop nog een bepaalde winstmarge te zetten, de zogenaamde "mark-up" (marktconform). Dit is dus een cost-plus a mark-up transferprijs. De transferprijs voor het off-spec zout is ongeacht de kwantiteit noch kwaliteit 80% van de transferprijs voor het on-spec zout. Deze transferprijs voor het off-spec zout heeft geen bepaalde reden, maar is in het verleden overeengekomen tussen beide partijen, en is dus een negotiated transferprijs. Echter bestaat er twijfel bij het ZPB of deze negotiated transferprijs realistisch is. Hieronder een schematisch figuur van de bulkuitwisseling met bijbehorende transferprijzen.

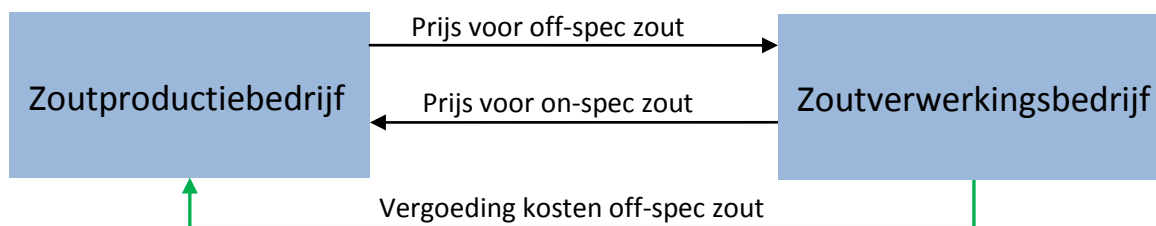


Figuur 9: Bulkuitwisseling

3.1.1 MVO in de huidige situatie

3.2 De gewenste situatie

De gewenste situatie is de situatie met transferprijzen waar we naartoe willen gaan. De activiteiten die we gaan identificeren moeten dan ook geïdentificeerd worden in de gewenste situatie, dit omdat enkele activiteiten zullen veranderen met het oog op Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen. In de gewenste situatie worden de kosten die extra gemaakt moeten worden voor het off-spec zout door het ZPB vergoed door het ZVB. De prijs die betaald moet gaan worden wordt door middel van een transferprijs berekend, die gebaseerd is op een Activity Based Costing Systeem. Deze transferprijs betreft een full cost transferprijs. De full cost transferprijs bestaat uit alle variabele plus vaste kosten die op de lange termijn gealloceerd kunnen worden aan het product. Hierbij is het de intentie om enkel de kosten die daadwerkelijk gemaakt gaan worden, toe te rekenen aan het ZVB.



Figuur 10: Transferprijzen tussen ZPB&ZVB

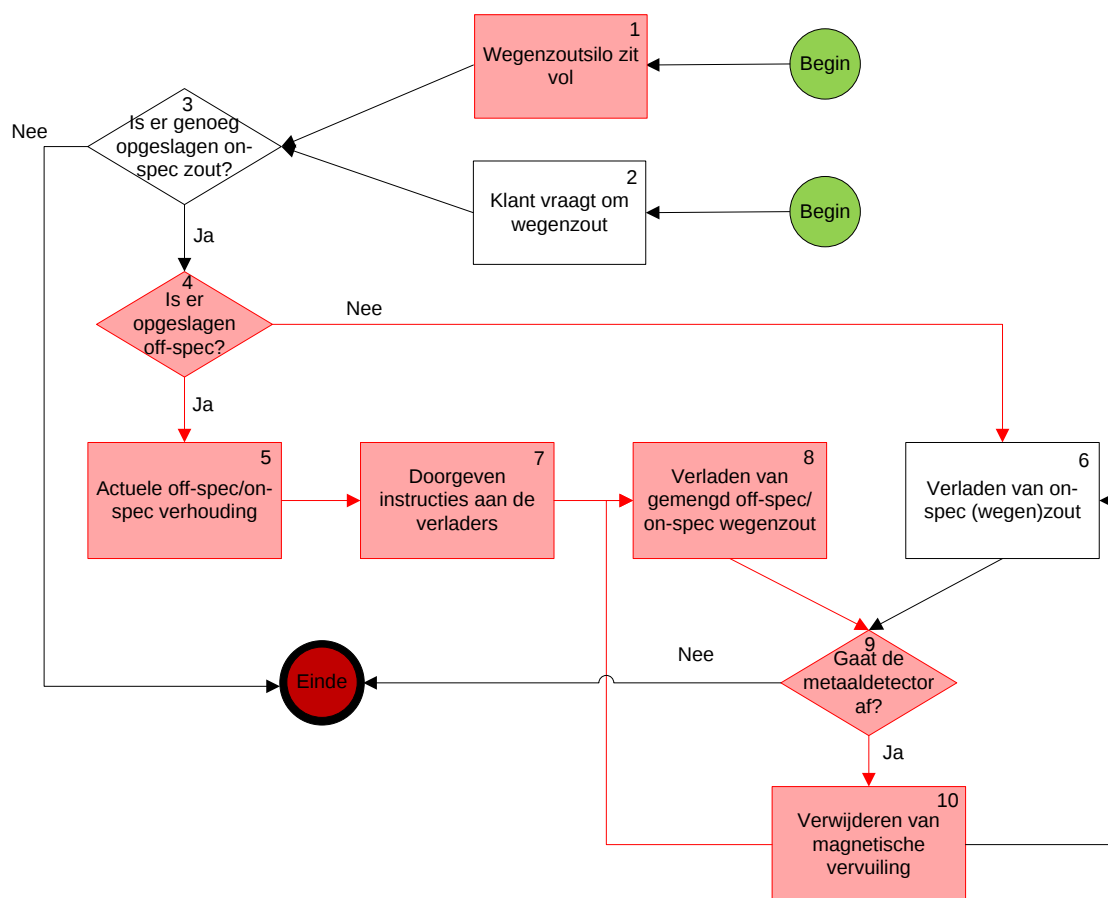
In figuur 11 zijn de transferprijzen tussen het ZPB en het ZVB te zien in de gewenste situatie. De met groen weergegeven transferprijs, is de vergoeding van de kosten voor het off-spec zout, naast de al geldende transferprijzen voor het on-spec zout en die voor het off-spec zout.

Het doel van deze transferprijs is uiteraard, dat de kosten die veroorzaakt worden door het off-spec zout, ook vergoed gaan worden door het ZVB. Echter heeft de transferprijs een tweede doel: de gedivisionariseerde managers voorzien van informatie welke hen motiveert goede economische beslissingen te maken. Zoals in hoofdstuk 2 al genoemd is, is er geen trigger voor het ZVB om deze vervuilende zoutstroom tot het uiterste minimum te beperken, omdat er een goede vergoeding voor betaald wordt. Door middel van deze transferprijs zal er een trigger bij het ZVB komen te liggen, omdat de gevolgen van het off-spec zout dan wel voor eigen rekening zijn. Dit heeft weer als gevolg dat het belang van de organisatie als geheel voorop komt te staan.

3.2.1. MVO in de gewenste situatie

3.3 Activiteiten identificeren

Om alle activiteiten te identificeren moeten we rekening houden met handelingen, opslag en de gevolgen die het off-spec zout met zich mee kan brengen. Dit gaan we doen door middel van de geschetste gewenste situatie in de vorige paragraaf, de theorie en het proces flowchart van het verladen van off-spec zout. De activiteiten worden met behulp van de besproken theorie in hoofdstuk 2 geïdentificeerd. De activiteiten worden door middel van het process flowchart visueel ondersteund.



Figuur 11: Process flowchart verladen

Met een puntsgewijze beschrijving van het process flowchart wordt deze kort toegelicht:

1. Wegenzoutsilo zit vol en moet geleegd worden.
2. Klant vraagt om wegenzout.
3. Als er genoeg on-spec zout opgeslagen ligt, kan er altijd wegenzout verladen worden. Als er niet genoeg on-spec zout opgeslagen ligt, kan er geen wegenzout verladen worden.
4. Als er genoeg on-spec zout opgeslagen ligt, is de volgende vraag of er off-spec zout opgeslagen ligt.
5. Wanneer er ook genoeg off-spec zout opgeslagen ligt, moet de huidige verhouding on-spec/off-spec doorgegeven worden door de logistieke manager.
6. Wanneer er geen off-spec zout is opgeslagen, wordt er on-spec wegenzout verladen.
7. Instructies moeten doorgegeven worden aan de verladers.
8. Hierna kan het gemengde off-spec/on-spec zout verladen worden.
9. Wanneer de metaaldetector afgaat,
10. moet de (magnetische) vervuiling eerst verwijderd worden, voordat men verder kan gaan met verladen.

Het deel weergegeven in het lichtrood zijn handelingen en activiteiten die veroorzaakt worden door het off-spec zout.

3.3.1 Cost of quality

Met cost of quality worden de totale gekwantificeerde kosten van kwaliteit van een product gerelateerd aan de efforts en tekortkomingen. Omdat kosten veroorzaakt worden door activiteiten, kunnen we hiermee ook eerst de mogelijke activiteiten identificeren welke uitgevoerd moeten worden door het ZPB, in een later stadium zullen we deze kosten ook gaan identificeren. De kwaliteit van het off-spec zout heeft te maken met het vervuilingsgehalte in het zout. De activiteiten die het vervuilingsgehalte kunnen reduceren en/of voorkomen, worden in deze subparagraaf geïdentificeerd.

1. Prevention costs

Kosten gemaakt door het preventief voorkomen van kwaliteitsgebreken. De kosten die het ZPB hieraan maakt zijn niet aanwezig. Het off-spec zout komt van het ZVB af en zij hebben dan ook de verantwoordelijkheid en de mogelijkheden voor het preventief voorkomen van kwaliteitsgebreken en de bijbehorende kosten hiervan.

2. Appraisal costs

Kosten gemaakt door het controleren van producten en materialen of het aan de gestelde kwaliteitseisen voldoet. Wanneer het off-spec zout overgedragen is aan het ZPB, ligt de verantwoordelijkheid voor afhandeling en verantwoordelijke verkoop ook bij het ZPB. Om te controleren of het product aan de gestelde kwaliteitseisen voldoet, worden er steekproeven genomen uit de wegenzoutsilo. Vervolgens worden de steekproeven gecontroleerd door het interne lab op de concentraties vervuilingen.

Bij de verlading van de silo naar het schip toe, wordt het zout door middel van een zeef op relatief grote vervuilingen gecontroleerd, waarna het op de transportband door een metaaldetector gecontroleerd wordt op kleinere (magnetische) vervuilingen.

3. Internal failure costs

Kosten gerelateerd aan producten die defect zijn, nog voordat ze de klant bereiken. Onder een defect product verstaan we hier dus een product, dat eerst “hersteld” moet worden voordat het verkocht kan worden. Het off-spec zout is dusdanig droog, dat het niet direct vervoert of verscheept kan worden. Dit komt omdat de viscositeit van dit product zo laag is, dat het tussen kieren en gaten zou doorstromen. Dit is de reden dat het ZPB het off-spec zout wel eerst moet mengen, alvorens het te transporteren is. Dit gebeurt in verhouding één op één met on-spec zout, zodat het goed transporteerbaar is. Door deze handeling wordt de hoeveelheid off-spec zout die getransporteerd en extern opgeslagen moet worden altijd verdubbeld. De andere kostenpost is de metaaldetector, zoals bewezen², gaat deze vaker af bij de verlading van off-spec zout, dan die bij on-spec zout. De metaaldetector slaat alarm wanneer er tijdens het transport magnetische vervuilingen in het zout worden aangetroffen. Hierbij wordt de transportband automatisch stilgezet, en moet het desbetreffende stuk op de transportband doorzocht worden door de belader. De werknemer die in

² Appendix K: Berekening significantie metaaldetector

de silo, de transportband vult met zout, kan op het moment dat het alarm af gaat ook niet verder shovelen. Het gevolg is dat 2 werknemers uit de ploegendienst gemiddeld 15 minuten per alarm niet bezig zijn met de taak welke ze moeten uitvoeren.

4. External failure costs

3.3.2 Environmental costs

De environmental costs die door het off-spec zout veroorzaakt worden, kunnen onderverdeeld worden in 4 categorieën. Hierbij is de vervuiling de enige relevante vervuiler in het off-spec zout, welke het milieu zou kunnen aantasten.

1. Environmental prevention costs

De kosten die het ZPB hieraan maakt zijn niet aanwezig. Het off-spec zout wordt geproduceerd bij het ZVB, en zij hebben dan ook de mogelijkheden voor het voorkomen van verspillingen die het milieu mogelijk kunnen beschadigen.

2. Environmental detection costs

Deze kosten zijn niet aanwezig voor het ZPB. Het ZPB krijgt het off-spec zout van het ZVB geleverd, en kan er zelf niet voor zorgen dat het product onder de juiste regels en/of eisen geproduceerd wordt.

3. Environmental internal failure costs

4. Environmental external failure costs

3.3.3 Kosten van kapitaal

Omdat het off-spec zout het hele jaar door geproduceerd wordt, moet het ook het hele jaar door als wegenzout opgeslagen liggen. Opgeslagen eindproducten gereed voor de klant kosten geld, de zogenaamde kosten van kapitaal, er zouden namelijk ook andere investeringen met dit geld gedaan kunnen worden. De gemiddelde gewogen kosten van kapitaal worden in een verslag van AkzoNobel vastgesteld op 8% sinds 2007, we maken de aanname dat de WACC dus 8% is. Dit betekent dat een investering van €10.000, over 1 jaar 8% meer waard moet zijn. Wanneer deze investering niet gedaan kan worden, omdat het geld zit in producten die gereed zijn voor de klant, mist het bedrijf dus €10.800 - €10.000 = €800. Deze gemiste kosten zijn ook toe te wijzen aan het off-spec zout.

3.3.4 Interne en externe opslagkosten

De wegenzoutsilo neemt ruimte in de silo in, hierdoor kan er naar schatting 5.000 ton minder on-spec zout opgeslagen worden. Door de eigenschappen van het off-spec zout kan er in plaats van 5000 ton, slechts 750 ton opgeslagen worden. Hierdoor worden de opslagkosten per ton veel kostbaarder, namelijk $(5000/750) \approx 6,67$ maal de prijs voor de opslag van on-spec zout per ton per jaar. De kosten van de huur van het externe depot kunnen we niet meerekenen, omdat men deze ongeacht het off-spec zout zou huren.

3.3.5 Roldeur

Om de kwaliteit van het LAC-zout te kunnen garanderen, moet het zout zo goed als mogelijk geconserveerd blijven. Dit betekent dat de silo waar het zout opgeslagen ligt tegen weersinvloeden beschermd moet worden. Dit wordt gedaan door middel van roldeuren aan de voor- en achterzijde, deze roldeuren zijn gedurende de hele dag gesloten en worden enkel geopend wanneer de shovels moeten tanken. De shovels tanken gemiddeld 1,28 maal per dag³. Omdat er ook off-spec opgeslagen moet worden in de bestemde wegzoutsilo, moet de roldeur vele malen vaker per dag open om deze te dumpen. Na analyse van de gegevens over de hoeveelheid off-spec zout geproduceerd, kan geconcludeerd worden dat de roldeur ± 9 maal per dag⁴ open gaat ten behoeve van het off-spec zout. Een groot gedeelte van de afschrijvings- en onderhoudskosten van de roldeur zijn dus ook toe te wijzen aan de off-spec zout.

3.3.6 Problemen m.b.t. de silo

Het off-spec zout kan zoals eerder al gezegd is enkel gebruikt worden als wegzout, wat bestemd is voor de gladheidbestrijding van wegen. De vraag naar wegzout is zeer afhankelijk van het weer. Bij een strenge winter is de vraag naar wegzout zeer groot, terwijl tijdens een zachte winter de vraag naar wegzout nihil kan zijn. In de zomerperiode (maart t/m oktober) worden de opslagdepots van AkzoNobel en klanten weer bijgevuld. De vraag naar bijvulling van depots is ook afhankelijk van het weer in de afgelopen winter. Bij een strenge winter zullen de depots in de zomer meer vraag naar wegzout hebben, omdat deze leeg geraakt zijn tijdens de winter, en bij een zachte winter vice versa. Omdat het ZPB vaste contracten heeft met de CI, krijgt het leveren van zout aan de CI prioriteit. Er moet te allen tijde voldaan worden aan deze vraag.

We kunnen de vraag naar een product indelen in laag en hoog. Dit levert de volgende 4 scenario's op.

	Vraag naar wegzout	Vraag naar on-spec zout
Scenario 1	Laag	Laag
Scenario 2	Laag	Hoog
Scenario 3	Hoog	Laag
Scenario 4	Hoog	Hoog

Tabel 1: Scenario's

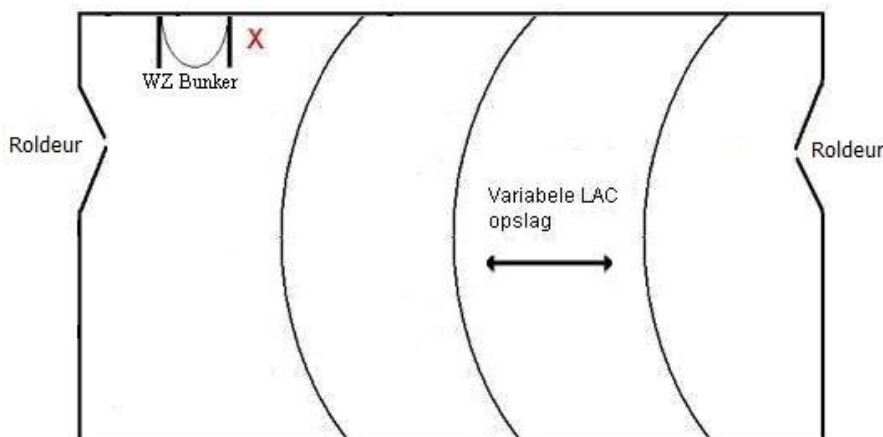
Scenario 1:

De vraag naar wegzout is in deze situatie laag. Wanneer de externe wegzout depots gevuld zijn, en er geen vraag is naar wegzout, kan het ZPB het off-spec zout niet meer kwijt. Zodoende moet het noodgedwongen opslagen worden in de wegzoutsilo. Het gevolg hiervan kan zijn dat de opslagcapaciteit van de wegzoutsilo niet meer toereikend is. De vraag naar on-spec zout is ook laag, wanneer er dan ook veel on-spec zout opgeslagen ligt kan het met elkaar in aanraking komen.

³ Gegevens tanken shovels 31/12/09-5/10/10

⁴ Hierbij gaan we uit van een gemiddelde dump van 1,5 ton per keer in de wegzoutsilo.

Wanneer dit dreigt te gebeuren, wordt de zoutproductie stopgezet om contaminatie tussen het on-spec en off-spec zout te kunnen voorkomen. De kosten van het aantal gemiste tonnen zout, die men niet kon produceren en te wijten zijn aan het off-spec zout, kunnen ook toegewezen worden aan het off-spec zout. Een schematische voorstelling van dit probleem is te zien in figuur 14. De contaminatie zou dan plaats kunnen vinden bij het kruisje.



Figuur 12: Bovenaanzicht silo zoutopslag

Een opkomende vraag kan natuurlijk zijn waarom AkzoNobel de productie niet omlaag schroeft, dit is te beargumenteren door de full inventory turnovertate te berekenen. AkzoNobel heeft een totale opslagcapaciteit van 35.000 ton in de silo, in de eerste helft van 2010 is er gemiddeld ± 6000 ton per dag geproduceerd, en dus ook gedistribueerd. De full inventory turnovertate is dan minder dan 6 dagen. Dit betekent dat wanneer de productie stilligt, een volle silo in minder dan 6 dagen leeg zou zijn. Dat is de reden dat AkzoNobel de silo te allen tijde maximaal gevuld wil hebben.

Scenario 2:

Wanneer de vraag naar on-spec zout groot is, wil het ZPB er alles aan doen om aan deze vraag te kunnen voldoen. Zoals eerder gezegd, is de belangrijkste afzetmarkt de CI. Wanneer er niet aan deze vraag voldaan kan worden, zou dit kunnen leiden tot het verlies van omzet en klanten. Het on-spec zout wat reeds vermengd is met off-spec zout, en opgeslagen ligt in externe silo's, is vervuild en kan ook niet meer gebruikt worden voor de CI. Dit on-spec zout had men zonder het off-spec zout dus wel kunnen gebruiken voor de CI. De kosten van het aantal gemiste tonnen zout voor de CI, die te wijten zijn aan het off-spec zout, zijn dus ook toe te wijzen aan het off-spec zout.

Scenario 3:

Er doen zich geen problemen voor, wanneer er grote vraag is naar wegeenzout en lage vraag naar on-spec zout. Zowel aan de vraag van wegeenzout als on-spec zout kan dan voldaan worden.

Scenario 4:

Wanneer de vraag naar beide producten hoog is, zal men zoals eerder gezegd is altijd willen voldoen aan de vraag van de CI. Ook in dit scenario ligt er gemengd on-spec en off-spec zout in externe silo's opgeslagen, wat AkzoNobel liever beschikbaar had gehad voor de CI. Dit scenario is dus te vergelijken met scenario 2

3.4 Geïdentificeerde activiteiten

De in de vorige paragraaf geïdentificeerde activiteiten zijn hier nogmaals opgesomd ter verduidelijking.

Cost of quality:

- Kwaliteitsinspectie
- Verwijderen van (magnetische) vervuiling
- Afschrijving en onderhoud van de metaaldetector

Environmental costs:

Kosten van kapitaal:

- Waardeverminderende activiteit (opslaan van kapitaal)

Interne en externe opslagkosten:

- Opslag

Roldeur:

- Afschrijving en onderhoud van de roldeur

Problemen m.b.t. de silo:

- Stilleggen van de productie
- Het niet kunnen voldoen aan de vraag van de CI, welke te wijten is aan het off-spec zout

4 Identificeren van kosten

In dit hoofdstuk zullen de kosten van de geïdentificeerde activiteiten in de gewenste situatie, worden geïdentificeerd en berekend. Voor specifiekere uitleg van één van de onderwerpen verwijs ik terug naar hoofdstuk 2&3.

4.1 Cost of quality

Met cost of quality worden de totale gekwantificeerde kosten van kwaliteit van een product gerelateerd aan de efforts en tekortkomingen. We zullen hiermee de mogelijke kosten van kwaliteit analyseren, welke gemaakt moeten worden door het ZPB voor het off-spec zout.

- Kwaliteitsinspectie

Tot deze kosten behoort het controleren van de kwaliteit van het off-spec zout. In de gewenste situatie moeten er 3 steekproeven per week (156 per jaar) uit de wegenzoutsilo genomen worden. Dit om het vervuilingsgehalte te blijven controleren, en om de data waarop de mengverhouding berekend is uit te breiden en actueel te houden. Hierdoor krijgt AkzoNobel de mogelijkheid om de mengverhouding steeds opnieuw te berekenen. Hoe meer data men verzamelt, hoe betrouwbaarder en nauwkeuriger de mengverhouding berekend kan worden. De gemiddelde kosten per steekproef zijn €45. Per jaar zijn de kosten dan $€45 * 3 * 52 = €7020$.

- Afschrijving en onderhoud van de metaaldetector

Helaas zijn de afschrijvings- en onderhoudskosten van de metaaldetector niet bekend. Wanneer deze kosten gemaakt worden, zijn ze ook d.m.v. de probaliteiten (13 van de 193 alarmen) in het ABC systeem toe te wijzen aan het off-spec zout.

- Verwijderen van (magnetische) vervuiling

De andere kostenpost is de metaaldetector, zoals bewezen gaat deze vaker af bij off-spec dan bij on-spec verladingen. Het gevolg is dat 2 werknemers uit de ploegendienst ± 15 minuten per alarm niet bezig zijn met de taak welke ze eigenlijk moeten uitvoeren. Een werknemer uit de ploegendienst kost AkzoNobel gemiddeld €49,45 per uur⁵. Wanneer 2 werknemers, 15 minuten met een andere taak bezig zijn dan eigenlijk de bedoeling is, kost dit AkzoNobel dus $(€49,45/60) * 30 = €24,73$ per afgaand alarm. In de afgelopen 2 jaren, werden 193 alarmen afgegeven met een totale kostenpost van €4773. Waarvan 180 voor het on-spec zout en 13 voor het off-spec wegenzout. Per jaar zijn dit dus 6,5 alarmen voor het off-spec wegenzout. De kosten hiervan zijn $6,5 * €24,73 = €160,75$ per jaar.

- Activiteiten gerelateerd aan klachten, schadeclaims, milieu-incidenten en reputatieschade

Kosten gerelateerd aan producten die niet voldoen aan de eisen van de klant na distributie. Dit zijn de kosten voor afhandelen van klachten van klanten, schadeclaims en alle overige kosten die toegewezen kunnen worden aan reputatieschade, en die toekomstige verkopen negatief kunnen beïnvloeden.

⁵ Appendix B: Gemiddelde kosten per medewerker uit de ploegendienst

Klachten van de klanten over het wegenzout komen (zo goed als) nooit voor. Wegenzout is in de ogen van de klant geen product dat defect kan raken en werkt altijd waarvoor het bedoeld is. Echter kan AkzoNobel wel schadeclaims en reputatieschades oplopen als blijkt dat het wegenzout niet aan de kwaliteitseisen voldoet dat de klant simpelweg mag verwachten, of zelfs niet voldoet aan de eisen waarmee AkzoNobel zelf haar wegenzout mee aanbiedt. De kosten hiervoor zijn natuurlijk (nog) niet bekend, maar als de kosten aanwezig zijn, kunnen ze toegewezen worden aan het off-spec zout.

4.2 Environmental costs

4.3 Kosten van kapitaal

Omdat het off-spec zout het hele jaar door geproduceerd wordt, moet het ook het hele jaar door als wegenzout opgeslagen liggen. Opgeslagen eindproducten gereed voor de klant kosten geld, de zogenaamde kosten van kapitaal, er zouden namelijk ook andere investeringen met dit geld gedaan kunnen worden. De gemiddelde gewogen kosten van kapitaal van AkzoNobel is vastgesteld op 8% sinds 2007.

4.4 Interne en externe opslagkosten

De kosten voor de interne opslagsilo, waar zowel off-spec als on-spec zout wordt opgeslagen, zijn €64.050 per jaar.

- Opslag

De wegenzoutsilo neemt ruimte in de silo in, hierdoor kan er naar schatting 5.000 ton minder on-spec zout opgeslagen worden. Wanneer de wegenzoutsilo er niet zou zijn, zou er totaal 40.000 ton on-spec zout opgeslagen kunnen worden. De interne opslagkosten zijn dan $\text{€}64.050/40.000 \approx \text{€}1,60$ per ton per jaar. Nu kunnen we ook de kosten voor de wegenzoutsilo berekenen. Dit is dan namelijk $5000 * \text{€}1,60 \approx \text{€}8006$ per jaar. De kosten voor de huur van het externe depot kunnen we niet meerekenen, omdat men deze ongeacht het off-spec zout zou huren.

4.5 Roldeur

Het gaat hier specifiek om de voorste roldeur, de achterste roldeur wordt niet voor de off-spec zoutstroom gebruikt.

- Afschrijving en onderhoud van de roldeur

Het off-spec zout wat binnen gebracht wordt in de silo, blijft gelijk aan de hoeveelheid in de huidige situatie (mengen gebeurt in de silo). De kosten voor het gebruik van de roldeur zullen dan ook niet veranderen voor het off-spec zout. De roldeur gaat 9 keer per dag open voor het off-spec zout, en 1,28 keer voor het on-spec zout. Dus we kunnen $(9/10,28) * 100\% = 87,5\%$ van de kosten toewijzen aan het off-spec zout. Helaas zijn de kosten voor afschrijving en onderhoud van de roldeur niet bekend.

4.6 Problemen m.b.t. de silo

We kunnen de vraag naar wegenzout en on-spec zout indelen in laag en hoog. Dit levert de volgende 3 scenario's op, die mogelijk kunnen lijden tot een probleem.

	Vraag naar wegenzout	Vraag naar on-spec zout
Scenario 1	Laag	Laag
Scenario 2	Laag	Hoog
Scenario 3	Hoog	Hoog

Tabel 2: Scenario's

5 Activity Based Costing systeem opstellen

Door middel van de geïdentificeerde activiteiten met bijbehorende kosten in de vorige hoofdstukken, kan nu de laatste stap van het ABC systeem uitgevoerd worden. Met deze laatste stap worden de kosten die AkzoNobel extra moet maken toegewezen aan het off-spec zout.

6. Conclusie en aanbeveling

In dit hoofdstuk zullen we antwoord geven op de gestelde hoofdvraag en deelvragen. Verder zullen er enkele concrete aanbevelingen gedaan worden.

7. Referenties

- Berry, A., Jarvis, R. (2006). *Accounting in a business context 4th edition*. Thomson Learning, London.
- Bolwijn, P.T., T. Kumpe (1989). *Wat komt na flexibiliteit? ; De industrie in de jaren negentig*. M&O, Tijdschrift voor Management en Organisatie, nr 2, 91-111.
- Drury, C. (2008). *Management and cost accounting 7th edition*. Cengage Learning EMEA, London.
- Feigenbaum, A.V. (1956). *Total Quality Control*. Harvard Business Review, 34 (6)
- Fisscher, O.A.M., Nijhof, A.H.J., Schreuder, W., Laan, A.T. (2001). *De verantwoordelijke firma*. Management en Organisatie, 2, 58-75.
- Geurts, M. (2010). *Save use of road salt sodium Nitrite*. AkzoNobel Technology & Engineering B.V., Arnhem.
- Hansen, D.R. and Mendoza, R. (1999). *Costos de Impacto Ambiental: Su Medicion, Asignacion, y Control*, INCAE Revista, Vol. X, No.2, 1999
- Heerkens, J.M.G., *De Algemene Bedrijfskundige Probleemaanpak*. Syllabus, TSM Business School, Enschede.
- Kallenberg, W.C.M. (2007). *Statistiek en kansrekening*. Dictaat, Universiteit Twente, Enschede.
- Kallenberg, W.C.M. (2009). *Statistische Technieken voor TBK*. Dictaat, Universiteit Twente, Enschede.
- Welch, B.L. (1938). "The significance of the difference between two means when the population variances are unequal", *Biometrika* 29, 350–62.
- Welch, B. L. (1947). "The generalization of "Student's" problem when several different population variances are involved", *Biometrika* 34, No.1/2, 28–35.
- White, S.A. (2004). *Introduction to BPMN*. IBM Corporation, New York.
- Rasch, D., Teuscher, F., Guiard, V. (2007). *How robust are test for two independent samples?* Journal of Statistical Planning and Inference, Volume 137, Issue 8, 2706-2720.
- Sawilowsky, Shlomo S. (2002). Fermat, Schubert, Einstein, and Behrens–Fisher: The Probable Difference Between Two Means When $\sigma_1 \neq \sigma_2$, *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 1(2).
- Solomons, D. (1965). *Divisional Performance: Measurement and Control*, M. Wiener Publishing, New York.

Spalburg, M. (2008). Professionalizing the planning and control structure of sBU salt. Masterthesis, Eindhoven.

Websites:

<http://www.akzonobel.com/>

<http://www.12manage.com/>

8. Appendices

Inhoudsopgave:

Inhoudsopgave:.....	39
Appendix A: Interview lijst	40
Appendix B: Gemiddelde kosten per medewerker uit de ploegendienst	40
Appendix C: Kosten per ton.....	40
Appendix D: Projecttekening Silo	41
Appendix E1: Off-spec ZPB (01/2007-06/2010)	42
Appendix E2: Off-spec ZVB (01/2008-09/2010)	42
Appendix F: Integrated Business Model.....	43
Appendix G: historische vraag naar wegeenzout.....	43
Appendix H1: Probability Plot steekproefdata Lognormale verdeling.....	44
Appendix H2: Probability Plot steekproefdata Gamma verdeling	44
Appendix H3: Probability Plot steekproefdata Exponentiële verdeling.....	45
Appendix H4: Probability Plot steekproefdata Weibull verdeling	45
Appendix I1: 2-sample t Test metaaldetector alarm (Summary Report)	46
Appendix I2: 2-sample t Test metaaldetector alarm (Report Card).....	46
Appendix J: Berekening vervuiling in de huidige situatie.....	47
Appendix K: Berekening significantie metaaldetector	48

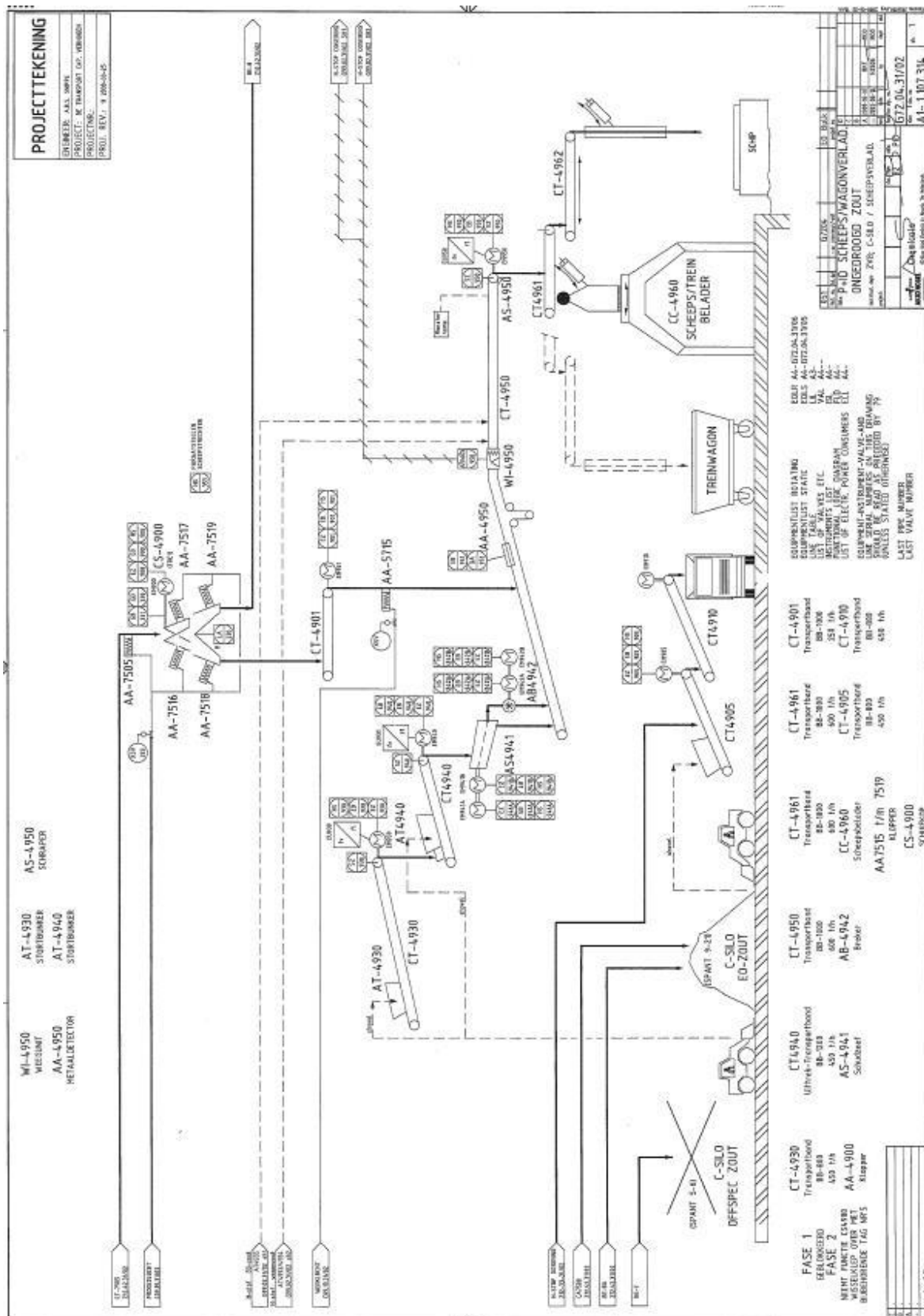
Appendix A: Interview lijst

Naam	Functie	Vestiging
H.P. Jansink	Wachtchef	Hengelo
J. Landkroon	Specialties	Hengelo
H.F.M. van Brakel	Productie Assistent / Coördinator Opleidingen	Hengelo
G.J.M. Goossen	Logistiek Manager	Hengelo
J.H. Scharphof	Productie Manager	Hengelo
J.H. Karkdijk	Hoofd Laboratorium	Hengelo
R.D. Kreuger	Assistent Controller Salt	Hengelo
R. Breslau	Segment Manager Road Salt / Assistant marketing & Sales Manager Salt	Amersfoort
M.G.J. Geurts	Senior EcoToxicologist & Environmental risk assesment specialist	Arnhem

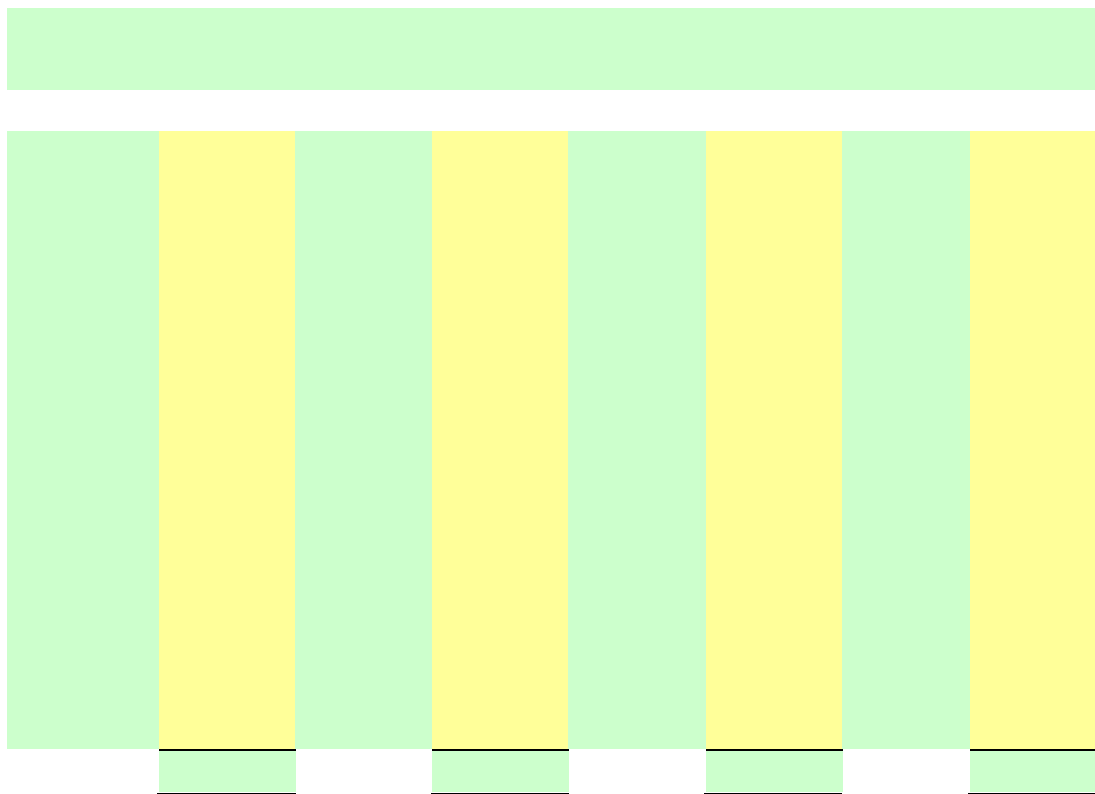
Appendix B: Gemiddelde kosten per medewerker uit de ploegendienst

Appendix C: Kosten per ton

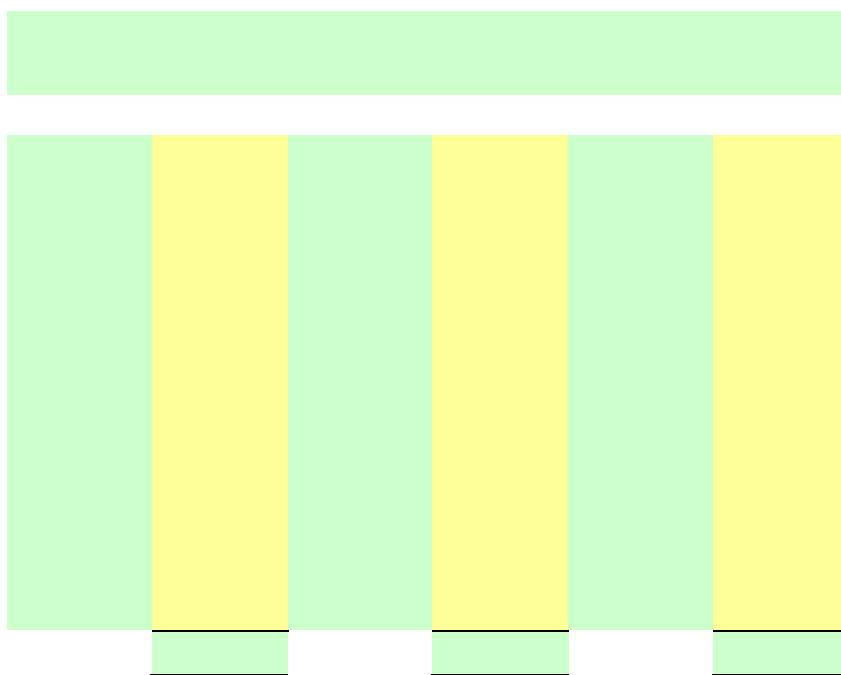
Appendix D: Projecttekening Silo



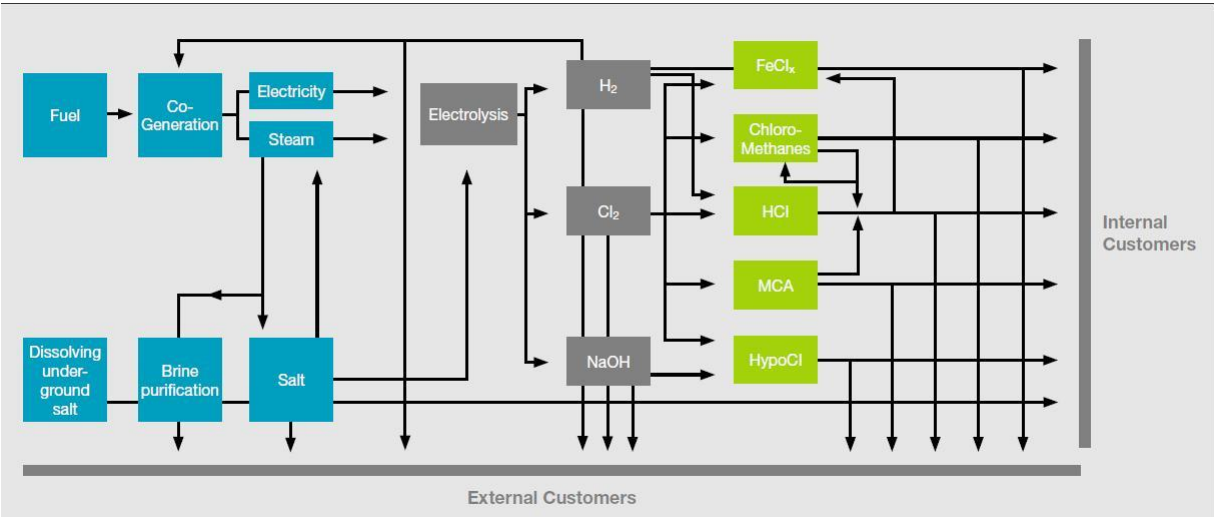
Appendix E1: Off-spec ZPB (01/2007-06/2010)



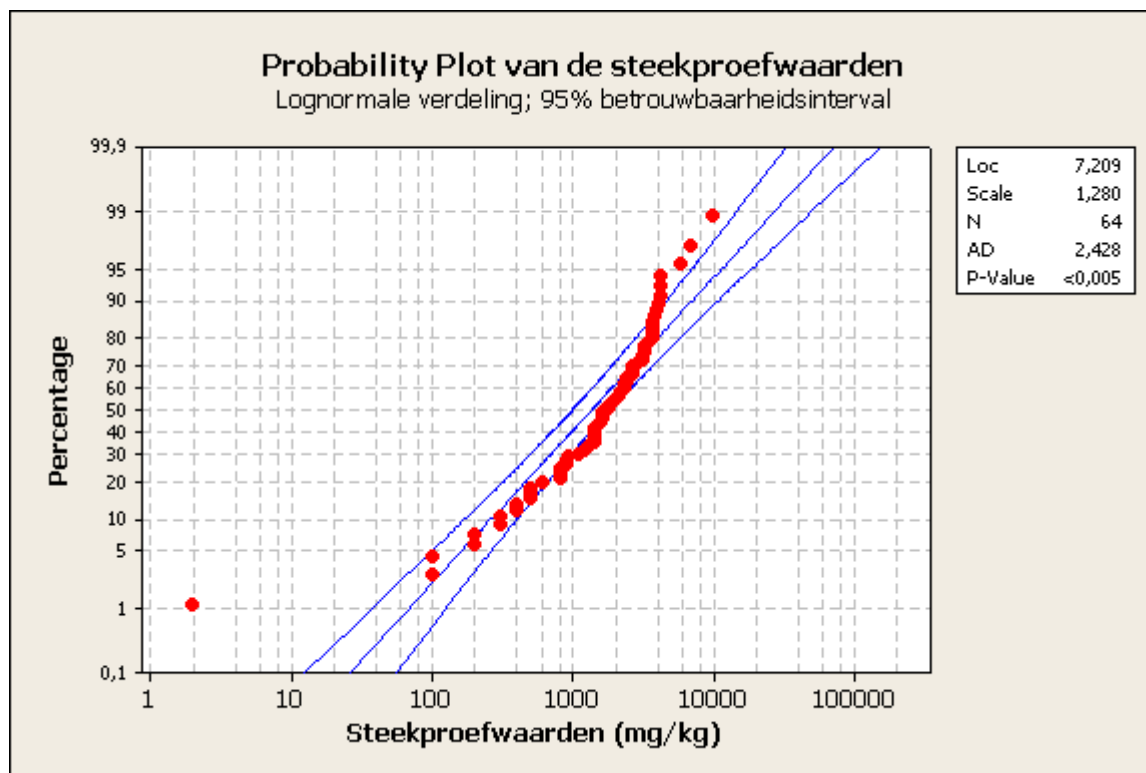
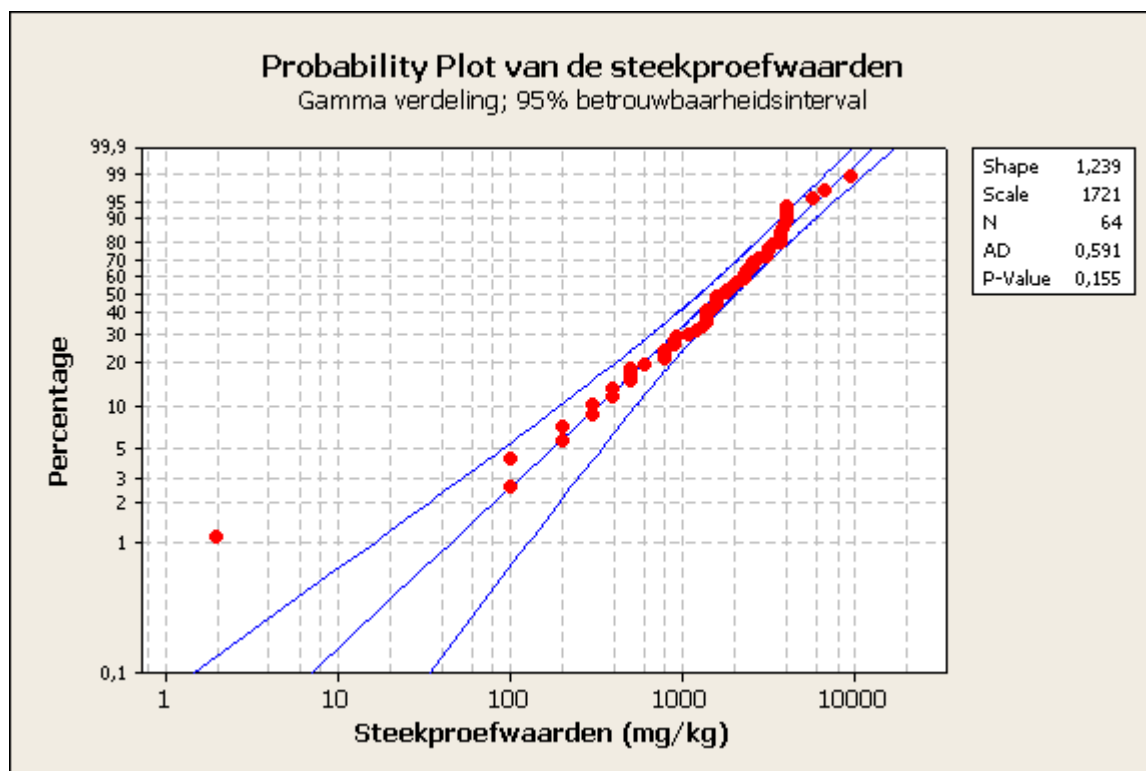
Appendix E2: Off-spec ZVB (01/2008-09/2010)



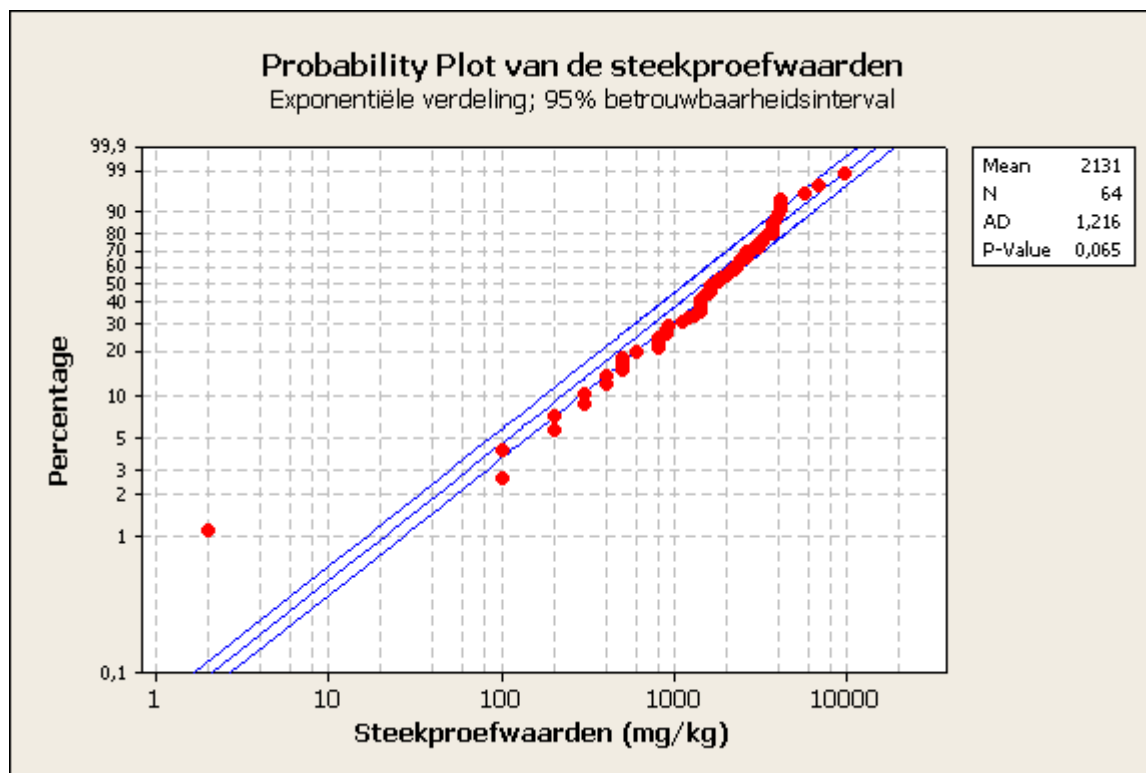
Appendix F: Integrated Business Model



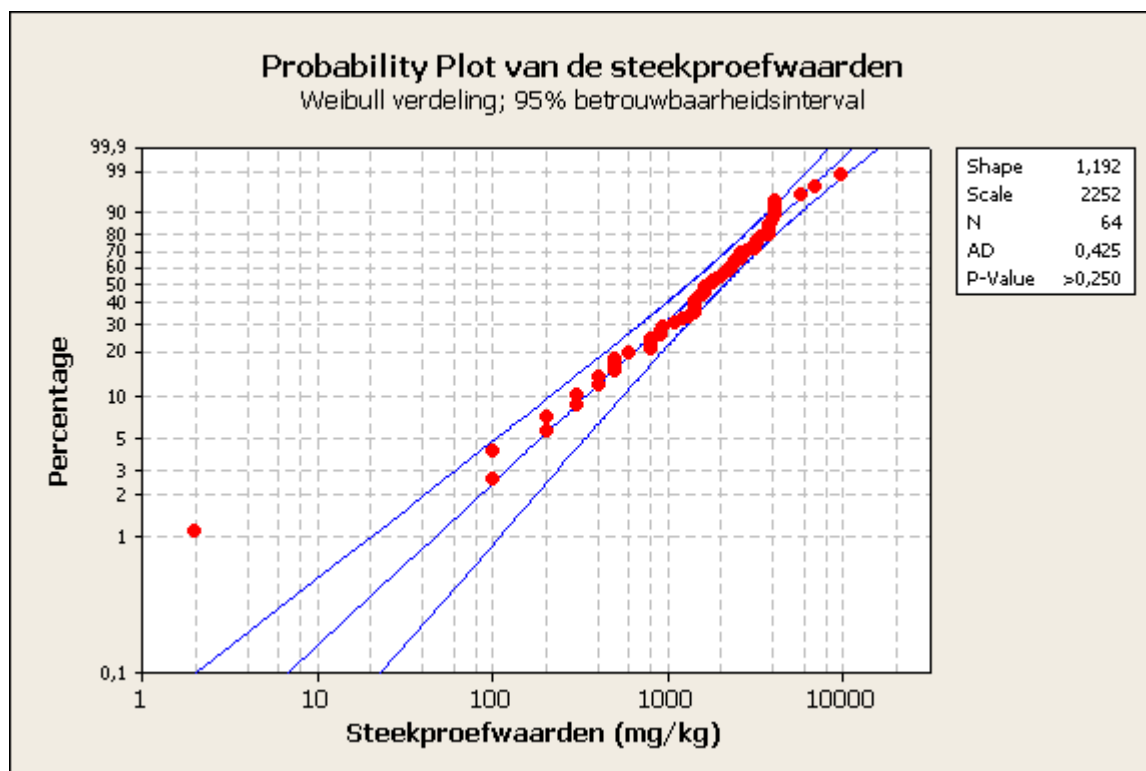
Appendix G: historische vraag naar wegeenzout

Appendix H1: Probability Plot steekproefdata Lognormale verdeling

Appendix H2: Probability Plot steekproefdata Gamma verdeling


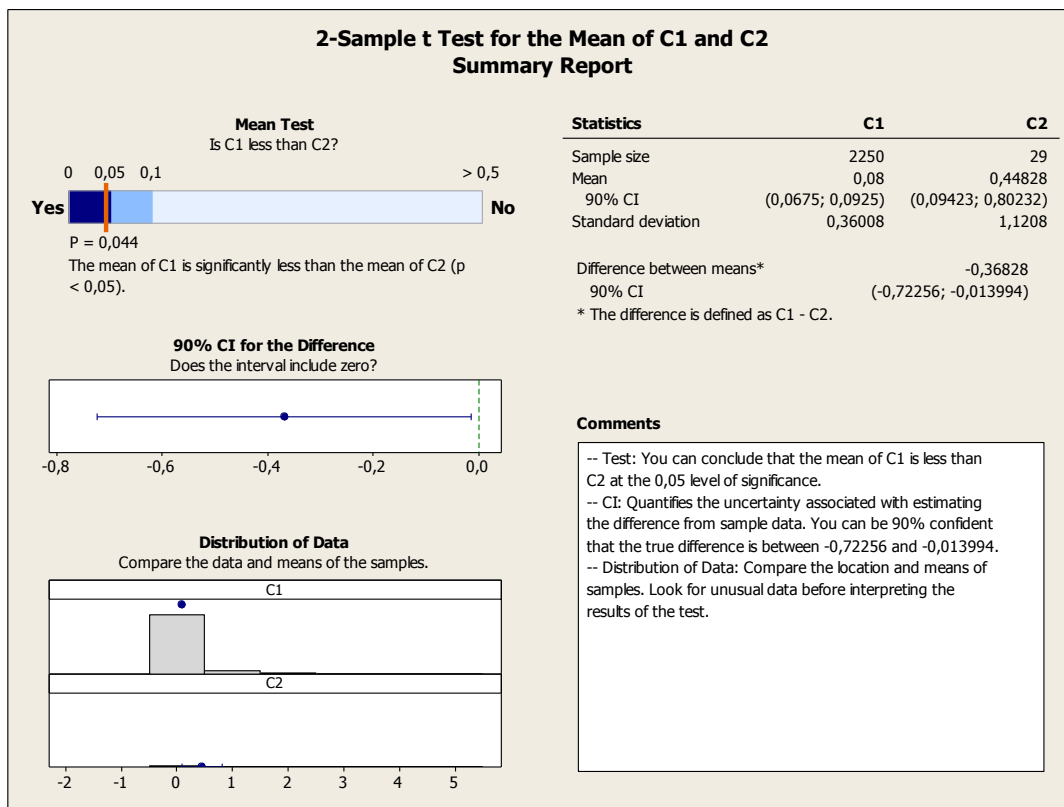
Appendix H3: Probability Plot steekproefdata Exponentiële verdeling



Appendix H4: Probability Plot steekproefdata Weibull verdeling



Appendix I1: 2-sample t Test metaaldetector alarm (Summary Report)



Appendix I2: 2-sample t Test metaaldetector alarm (Report Card)

2-Sample t Test for the Mean of C1 and C2 Report Card		
Check	Status	Description
Unusual Data		Some of the data points are unusual compared to the others in the same sample. Because unusual data can have a strong influence on the results, you should try to identify the cause of their unusual nature. These points are marked in red on the Diagnostic Report. You can hover over a point or use Minitab's brushing feature to identify the worksheet row. Correct any data entry or measurement errors. Consider removing data that are associated with special causes and repeating the analysis.
Normality		Because both sample sizes are at least 15, normality is not an issue. The test is accurate with nonnormal data when the sample sizes are large enough.
Sample Size		The sample is sufficient to detect a difference between the means.
Equal Variance		The 2-sample t used by Minitab's Assistant does not assume or require that the two samples have equal variances. Research shows that the test performs well with unequal variances, even when the sample sizes are not equal.

Appendix J: Berekening vervuiling in de huidige situatie

Statistische verdeling en significantie

Statistiek is een onderdeel van de wiskunde die zich bezig houdt met de methodiek en techniek van het verzamelen, bewerken, interpreteren en presenteren van data en gegevens. Met deze methoden en technieken trachten statistici een uitspraak te kunnen doen over een bepaalde populatie. Meestal beschikken ze over een beperkt aantal waarnemen uit de populatie en proberen met behulp van deze beperkte data een uitspraak te doen over de gehele populatie.

Met de statistiek kunnen we aantonen of het probleem met de vervuiling die ondervonden wordt in de organisatie, ook echt bestempeld kan worden als probleem, en zo ja, hoe groot en ernstig het is. Helaas is het off-spec zout niet gecontroleerd en is er dus niet bekend hoeveel vervuiling het off-spec zout bevat. Door middel van een statistische toets kan er toch een uitspraak gedaan worden over hoeveelheid vervuiling in het off-spec zout en hoe dit tot een verantwoordelijk en acceptabel niveau teruggebracht kan worden. De statistiek wordt ook gebruikt om aan te tonen of het aantal gedetecteerde magnetische vervuilingen in het off-spec zout significant verschilt dan met die in het on-spec zout.

Goodness of fit

Met de Anderson-Darling test trachten we een goed passende verdeling te vinden voor de steekproeven uit het off-spec zout, waarmee we uitspraken kunnen gaan doen betreffende de vervuiling in het off-spec zout.

De goodness of fit van een statistisch model, vertelt hoe goed de gevonden data past binnen een bepaalde statistische verdeling. De Anderson-Darling test is een statistische test om te bepalen hoe goed de data binnen een gekozen distributie verdeling valt. Deze test is een meting hoe ver de geplote punten, welke dus niet afhankelijk zijn van een bepaalde verdeling, af liggen van de fitted line, welke dus wel afhankelijk zijn van de gekozen verdeling. De test is een gewogen kwadratische afstand tussen de geplote punten en de fitted line, waarbij de data in de staart van de verdeling zwaarder meegerekend wordt. Dit is een positieve eigenschap van de Anderson-Darling test, omdat we meer waarde hechten aan extreme waarden die voorkomen in de staart van de verdeling. Hoe kleiner de Anderson-Darling waarde, hoe beter de data binnen deze verdeling valt.

Deze waarde wordt berekend door de volgende formule:

$$A^2 = -n - (1/n) \sum_{i=1}^n [(2i-1) \log Z_{(i)} + (2n+1-2i) \log [1-Z_{(i)}]]$$

In deze formule is n het aantal steekproeven, $Z = F(X)$, waarbij $F(X)$ de cumulatieve distributie functie is van de gekozen distributie verdeling waar je de data mee wilt gaan vergelijken. Veronderstel dat je een dataset $X_1, \dots, X_n$ hebt, dan geeft dit $Z_{(i)} = F(X_{(i)})$, $i=1, \dots, n$, waarbij de dataset van klein naar groot geordend moet worden, zodat $Z_1 < Z_{(2)} < \dots < Z_{(n)}$ geldt. Door de Anderson-Darling test zal duidelijk worden welke verdeling het best bij de data past, deze verdeling kan dan gebruikt worden voor analyse door middel van een statistische verdeling.

Appendix K: Berekening significantie metaaldetector

Welch's test

Met de Welch's test gaan we analyseren of er een significant verschil is in het aantal meldingen van de metaaldetector tussen het off-spec zout en on-spec zout. Met de uitkomst van deze test kunnen we een conclusie trekken over de magnetische vervuilingen in het off-spec zout en of dit dus meer of minder is dan in het on-spec zout.

Een aangepaste student-test, de Welch's test is robuuster voor 2 onafhankelijke steekproeven met afwijkende variantie (Welch, 1947) en (mogelijke) verschillende steekproefgrootte, waarbij normaliteit van de steekproeven niet vereist is. Met de Welch's test kan de data geanalyseerd worden, of er een significant verschil is tussen de het gemiddelde van de gevonden data. De t-waarde kan berekend worden door de volgende formule en is nodig om te analyseren of de data gemiddeld van elkaar afwijkt of niet.

$$t = \frac{(\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{(\sigma_1)^2}{n_1} + \frac{(\sigma_2)^2}{n_2}}}$$

In deze formule zijn μ_1 en μ_2 het gemiddelde van dataset1 en dataset2, σ_1 en σ_2 de standaardafwijking van dataset 1 en dataset 2, en n_1 en n_2 de gemiddelde steekproefgrootte van dataset 1 en dataset 2.

Degrees of freedom (DF), ook wel vrijheidsgraden genoemd, hebben we nodig om de kritieke waarde T_{DF} (ook wel c genoemd) op te zoeken in de tabel van de student-verdeling bij een gekozen onbetrouwbaarheidsdrempel α . Het aantal vrijheidsgraden wordt berekend door de volgende formule:

$$DF = \frac{(Var_1 + Var_2)^2}{\left(\frac{Var_1^2}{n_1 - 1} + \frac{Var_2^2}{n_2 - 2} \right)}$$

In deze formule worden Var_1 en Var_2 berekend door de volgende formule $\frac{(\sigma_1)^2}{n_1}$ en $\frac{(\sigma_2)^2}{n_2}$.

Het betrouwbaarheidsinterval BI is dan te bereken door $BI = ((\mu_1 - \mu_2) - c \cdot S; (\mu_1 - \mu_2) + c \cdot S)$. Wanneer de t-waarde binnen dit betrouwbaarheidsinterval ligt, wordt de nulhypothese aangenomen. Wanneer de t-waarde buiten dit betrouwbaarheidsinterval ligt, kunnen we de nulhypothese verwerpen en aannemen dat de gemiddelden van de steekproeven afwijken van elkaar.

Berekening

Er bestaat het vermoeden dat de metaaldetector, die detecteert of er magnetische verontreinigingen aanwezig zijn in het zout wat verladen wordt naar het schip, vaker alarm slaat bij off-spec wegenzout verladingen, dan bij on-spec zout verladingen. In de afgelopen 2 jaar⁶ zijn er 2250 maal on-spec zout scheepverladingen uitgevoerd, waarbij de metaaldetector 180 maal alarm gegeven heeft bij 136 verladingen, en er zijn 29 off-spec wegenzout verladingen geweest, waarbij het alarm 13 maal afgegaan is bij 6 verladingen. Een aangepaste student-test, de Welch's test kan in dit geval goed gebruikt worden, deze test is namelijk robuuster voor 2 onafhankelijke steekproeven met afwijkende variantie en (mogelijke) verschillende steekproefgrootte, waarbij normaliteit van de steekproeven niet vereist is. Met de Welch's test kan de data geanalyseerd worden, zodat we kunnen concluderen of er een significant verschil is tussen het gemiddeld aantal alarmmeldingen per verlading. De toets wordt 2-zijdig uitgevoerd met een nulhypothese H_0 en alternatieve hypothese H_1 met onbetrouwbaarheidsdrempel $\alpha=0,05$.

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_1: \mu_1 - \mu_2 < 0$$

Met μ_1 het gemiddelde aantal alarmen per verlading LAC en EO, en μ_2 het gemiddelde aantal alarmen per verlading off-spec wegenzout. Voor de berekening van het betrouwbaarheidsinterval heb je naast de t-waarde ook nog het aantal vrijheidsgraden nodig. Het aantal vrijheidsgraden is te berekenen door:

$$DF = \frac{(Var_1 + Var_2)^2}{\left(\frac{Var_1^2}{n_1 - 1} + \frac{Var_2^2}{n_2 - 1}\right)} = \frac{(5,76 \cdot 10^{-5} + 4,33 \cdot 10^{-2})^2}{\left(\frac{(5,76 \cdot 10^{-5})^2}{2250 - 1} + \frac{(4,33 \cdot 10^{-2})^2}{29 - 1}\right)} \approx 28$$

De t-waarde wordt berekend door de volgende formule:

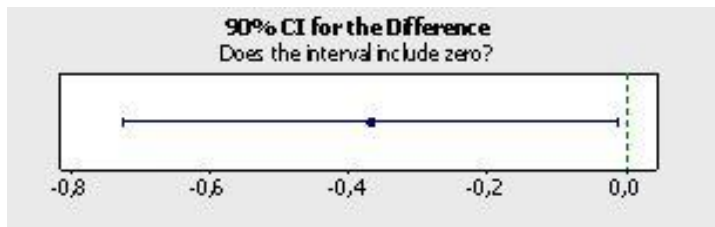
$$t = \frac{(\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{(\sigma_1)^2}{n_1} + \frac{(\sigma_2)^2}{n_2}}} = \frac{(0,08 - 0,44828)}{\sqrt{\frac{(0,36008)^2}{2250} + \frac{(1,1208)^2}{29}}} = -1,7683$$

De waarde bij 28 vrijheidsgraden met $\alpha = 0,05$ gehaald uit de tabel is 1,70 waarvoor geldt dat de kans $P(-1,70 < T_{28} < +1,70) = 0,90$ is. Aan dit betrouwbaarheidsinterval is te zien dat de berekende t-waarde niet binnen dit betrouwbaarheidsinterval valt.

Het betrouwbaarheidsinterval is:

⁶ Gebruikte data van 1-06-2008 t/m 31-05-2010

$$\begin{aligned}
 &= ((\mu_1 - \mu_2) - c \cdot S; (\mu_1 - \mu_2) + c \cdot S) \\
 &\approx ((0.08 - 0.44828) - 1.70 \cdot 0.20827; (0.08 - 0.44828) + 1.70 \cdot 0.20827) \\
 &\approx (-0.7223; -0.01422)
 \end{aligned}$$



Figuur 13: 90% Betrouwbaarheidsinterval.

Dit betrouwbaarheidsinterval kunnen we visueel in beeld brengen door middel van figuur 15. In dit figuur is duidelijk te zien dat de waarde 0,0 niet binnen het berekende betrouwbaarheidsinterval valt. Dus we kunnen de nulhypothese $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$ verwerpen en concluderen dat het gemiddeld aantal alarmen per verlading off-spec wegeenzout groter is dan het gemiddeld aantal alarmen per verlading on-spec zout. Hiermee is aangetoond aan het ZVB, dat er meer magnetische vervuilingen zitten in het off-spec, dan on-spec zout, en dat de bijbehorende kosten dus toegerekend kunnen worden aan het off-spec zout.