

Gerecht in eerste aanleg van Curaçao
T.a.v. mr. P.E. de Kort
Wilhelminaplein 4
Willemstad
Curaçao

| | | | |
|--------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| Uw kenmerk | Uw brief | Kenmerk | Datum |
| 25079 / 2015 | 9 november 2015 | StAB-39851 TNO 060.20094 | 25 januari 2017 |

Onderwerp
Refineria ISLA te Curaçao

In antwoord op uw brief van 9 november 2015 ontvangt u hierbij het gevraagde deskundigenbericht. Dit deskundigenbericht is door TNO en StAB gezamenlijk uitgebracht.
Ik verzoek u mij te zijner tijd op de hoogte te stellen van de uitspraak in dit geschil.

Hoogachtend



mr. A.T. Dalen Gilhuijs, directeur StAB
drs. P.A. van Ruiten, directeur Milieu en Duurzaamheid TNO

Contactpersonen: J. Duyzer en E. Feringa
Telefoonnummer: +31610108246 en +31703150132

Verslag ex artikel 8:47 Algemene wet bestuursrecht

Opdrachtgever

Gerecht in eerste aanleg van Curaçao

Kenmerk opdrachtgever

25079 / 2015

Datum opdracht

11/9/2015

Onderwerp

Civiele procedure omtrent een gestelde overschrijding van de immissienorm voor SO₂ door Refineria ISLA te Curaçao

Kenmerk StAB

StAB-39851

Kenmerk TNO

060.20094

Datum

26/1/2017

Opstellers

Dr. J.H. Duyzer (TNO)

Ing. E.P. Feringa (StAB)

Drs. S.W. van Ratingen (TNO)

Ing. C.P.J. Weemaes (StAB)

Beoordelaars

Ir. J.N. Schinkel (StAB)

Mr. G.P.I.M. Wuisman (StAB)

Dr. B Bos (TNO)

Inhoud

| | |
|--|-----------|
| SAMENVATTING | 4 |
| 1 INLEIDING | 9 |
| 1.1 Het geschil | 9 |
| 1.2 Partijen | 9 |
| 1.3 Onderzoeksvragen | 9 |
| 1.4 Inrichting en situering | 10 |
| 1.4.1 De inrichting | 10 |
| 1.4.2 De situering | 12 |
| 1.5 Afspraken omtrent samenwerking, contacten met partijen en opzet van het deskundigenbericht | 14 |
| 1.5.1 Benoeming en samenwerking StAB - TNO | 14 |
| 1.5.2 Contacten met partijen en bijeenkomsten | 15 |
| 1.5.3 Opzet deskundigenbericht | 16 |
| 2 ZWAVELBALANS OVER DE GEHELE RAFFINADERIJ | 18 |
| 2.1 Werken met massabalansen | 18 |
| 2.2 Blokschema met zwavelbalans gehele raffinaderij | 18 |
| 2.3 Wijze waarop de zwavelstromen zijn geverifieerd | 20 |
| 3 INKOMENDE ZWAVELVRACHT NAAR DE RAFFINADERIJ | 21 |
| 3.1 Omschrijving van de massastroom | 21 |
| 3.2 Opgave in de questionnaire | 21 |
| 3.3 Verificatie | 22 |
| 3.4 Conclusie ingaande zwavelvracht | 26 |
| 4 UITGAANDE ZWAVELVRACHT: OLIEPRODUCTEN | 27 |
| 4.1 Omschrijving van de massastroom | 27 |
| 4.2 Opgave in de questionnaire | 27 |
| 4.3 Verificatie | 28 |
| 4.4 Conclusie verificatie olieproducten | 31 |
| 5 UITGAANDE ZWAVELVRACHT: ELEMENTAIR ZWAVEL | 32 |
| 5.1 Omschrijving van de massastroom | 32 |
| 5.2 Opgave in de questionnaire | 33 |
| 5.3 Verificatie | 36 |
| 5.3.1 De dagstatenmethode | 36 |
| 5.3.2 De verschepingen | 40 |
| 5.4 Samenvatting en conclusie zwavelproductie | 44 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 6 | TUSSENBALANS OVER DE ZWAVELSTROMEN | 45 |
| 6.1 | Bevindingen uit de voorgaande hoofdstukken | 45 |
| 6.2 | Bepaling emissie-omvang door middel van deductie | 45 |
| 6.3 | Verschil tussen massabalans en opgave in questionnaire | 45 |
| 7 | BRANDSTOFEMISSIE | 46 |
| 7.1 | De brandstoffen die ISLA intern gebruikt | 46 |
| 7.2 | Opgave in de questionnaire | 47 |
| 7.3 | Verificatie | 48 |
| | 7.3.1 Fuel gas | 48 |
| | 7.3.2 Pitch | 48 |
| | 7.3.3 Fuel oil | 55 |
| | 7.3.4 FCCU-cokes | 55 |
| | 7.3.5 Conclusie brandstofemissie | 59 |
| | 7.3.6 Brandstofemissies verdeeld over de bronnen | 59 |
| 8 | PROCESEMISSIE | 61 |
| 8.1 | De procesemissies bij ISLA | 61 |
| 8.2 | Opgave in de questionnaire | 63 |
| 8.3 | Verificatie | 65 |
| | 8.3.1 SRU rendement | 65 |
| | 8.3.2 Ventemissie SRU's | 73 |
| | 8.3.3 Flares | 76 |
| | 8.3.4 Zuurwater strippers | 77 |
| | 8.3.5 Conclusie procesemissies | 78 |
| 9 | EINDBALANS VAN DE ZWAVELSTROMEN | 79 |
| 9.1 | Opmaak van de eindbalans | 79 |
| 9.2 | Definitieve emissieomvang | 80 |
| 10 | METEOROLOGIE | 81 |
| 11 | VERSPREIDINGSBEREKENINGEN | 83 |
| 11.1 | De invoergegevens voor de verspreidingsberekening | 83 |
| | 11.1.1 Invoer van de gekanaliseerde emissies | 83 |
| | 11.1.2 Invoer van de fakkelemisies | 83 |
| | 11.1.3 Overige invoergegevens | 83 |
| 11.2 | Gekanaliseerde bronnen | 85 |
| 11.3 | Fakkels | 86 |
| 11.4 | Invoer in het AERMOD model | 89 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 12 | REACTIES PARTIJEN CONCEPTDESKUNDIGEN-BERICHT | 90 |
| | Ontvangen reacties van partijen | 90 |
| | Aanpak en kader waarbinnen de beoordeling plaatsvindt | 91 |
| 12.1 | Aangeleverde gegevens zijn onnauwkeurig | 92 |
| 12.2 | Onnauwkeurige massabalans | 93 |
| 12.3 | Meetonnauwkeurigheid bij de zwavelbalans | 94 |
| 12.4 | Verificatie van aan BOO geleverde brandstof | 96 |
| 12.5 | Modellering flare-emissie | 96 |
| 12.6 | Verspreidingsberekeningen | 97 |
| 12.7 | Conversierendement van de SRU's | 97 |
| 12.8 | Uitstoot van de FCCU | 98 |
| 12.9 | Dagstatenmethode ter bepaling zwavelproductie | 99 |
| 12.10 | Verschepingenmethode ter bepaling zwavelproductie | 100 |
| 12.11 | Gebruikte methodiek hoofdstuk 9 met onzekerheidsmarges | 103 |
| 12.12 | Antwoord op vraag 5 in relatie tot de voorliggende zaak | 103 |
| 12.13 | Meteorologie op Curaçao | 104 |
| 12.14 | Fakkel modellering | 107 |
| 12.15 | Voorgestelde tekstuele aanpassingen | 108 |
| | | |
| 13 | BEANTWOORDING VAN DE VRAGEN VAN HET GERECHT | 110 |
| 13.1 | Vraag 1 | 110 |
| 13.2 | Vraag 2 | 113 |
| 13.3 | Vraag 3 | 117 |
| 13.4 | Vraag 4 | 118 |
| 13.5 | Vraag 5 | 124 |
| | 13.5.1 Beschrijving verschillende sets meteorologische gegevens | 124 |
| | 13.5.2 Vergelijking berekeningen met metingen voor 2014 | 127 |
| | 13.5.3 Concentratieberekeningen voor een groter gebied | 129 |
| | | |
| | APPENDIX 1: HERKOMST METEOROLOGISCHE GEGEVENS | 134 |
| | | |
| | APPENDIX 2: INVOERDATA VOOR AERMOD | 136 |
| | | |
| | BIJLAGEN | 137 |

Samenvatting

Aanleiding voor het verslag

De Stichting Humanitaire Zorg gevestigd te Curaçao en de Stichting Schoon Milieu op Curaçao (eisers) menen dat de ISLA raffinaderij in het jaar 2014 op de locatie Beth Chaim te Curaçao, meer heeft bijgedragen aan de jaargemiddelde SO₂-immissie dan de toegestane 80 µg/m³ op leefniveau. Eisers menen daarom dat met inachtneming van het bepaalde in rechtsoverweging 3.14 van het vonnis van het Gerecht in eerste aanleg van Curaçao van 12 januari 2010, de opgelegde dwangsom is verbeurd en aan hen betaald dient te worden. Geïntimeerde Refineria ISLA (Curacao) S.A. bestrijdt dat zij de dwangsom heeft verbeurd. Bij vonnis van 9 november 2015, zaaknummer 75079/2015, heeft het Gerecht in eerste aanleg van Curaçao, de heer E.P. Feringa en mevrouw C.P.J. Weemaes, beiden verbonden aan de StAB enerzijds en de heer J.H. Duyzer en de heer S.W. van Ratingen, beiden verbonden aan TNO, anderzijds benoemd tot deskundigen voor het vanuit de eigen expertise verrichten van het onderzoek. Daarbij heeft het Gerecht het aan StAB en TNO overgelaten ieder voor zich een onderzoek te doen dan wel een gezamenlijk onderzoek te doen. StAB en TNO hebben gelet op ieders specifieke deskundigheid besloten tot een gezamenlijk onderzoek.

De vragen van het Gerecht

Het Gerecht beveelt dat een voorlopig deskundigenbericht zal worden uitgebracht ter beantwoording van de volgende vragen:

1. Hoeveel µg/m³ heeft ISLA in 2014 bijgedragen aan de totale jaargemiddelde concentratie van zwaveldioxide (SO₂) op leefniveau benedenwinds van de raffinaderij, welke vraag dient te worden beantwoord met inachtneming van het bepaalde in rechtsoverweging 3.14 van het vonnis van het Hof van 12 januari 2010, luidende: "In het belang van de handhaafbaarheid van het op te leggen verbod en ter beperking van het risico van executiegeschillen geldt dat de bijdrage van ISLA aan de totale immissie moet worden berekend op de wijze waarop StAB die heeft berekend in haar rapport van 16 juni 2008 onder 8.4, aangevuld met de gewijzigde meteorologische uitgangspunten in het rapport van 10 maart 2009 onder 4.1. Bij die berekening zal van het daadwerkelijke zwavelgehalte van de Cat Cracker-cokes dienen te worden uitgegaan. Voorts moet de totale immissie bij de begraafplaats en elders op leefniveau benedenwinds van de raffinaderij gemeten worden op de wijze waarop de metingen zijn verricht die StAB heeft gebruikt. Gerekend zal steeds moeten worden vanaf de eerste dag van het betreffende kalenderjaar, (...)."

2. Kunt u in uw deskundigenbericht tot uitdrukking brengen dat en op welke wijze u in uw beoordeling en conclusies hebt betrokken hetgeen is aangevoerd in de (reeds aan u toegezonden) brieven van mr. Van de Laarschot aan mr. Van Schendel van 15 juli 2015 en 21 juli 2015 en de daarop nog door ISLA in een brief aan u te formuleren reactie?
3. Kunt u in uw rapport (afzonderlijk) weergeven wat de berekeningsresultaten voor 2014 zijn op de locaties te Beth Chaim genoemd in de brief van TNO van 7 oktober 2015, bladzijde 4?
4. In hoeverre zou uw antwoord op vraag 1 anders luiden indien de grondslagen van de StAB-methode uit 2008 naar de huidige - door u te bepalen - inzichten zouden zijn geactualiseerd, zowel, voor zover van toepassing, wat betreft 1) de locatie van het toetsingspunt, 2) de wijze waarop de procesemissie wordt gemodelleerd, en 3) de meteorologische gegevens?
5. Heeft u verder nog opmerkingen die voor de beoordeling van de zaak van belang kunnen zijn?

Het verifiëren van de SO₂-emissie

Voor de beantwoording van de vragen 1, 3 en 4 dient de omvang van de emissie in het kalenderjaar 2014 bekend te zijn. Omdat de SO₂-emissies die bij de ISLA raffinaderij vrijkomen niet worden gemeten, heeft StAB een aantal jaren geleden de 'massabalansmethode' geïntroduceerd waarbij gebruik gemaakt wordt van het gegeven dat de ingaande zwavelstroom gelijk moet zijn aan de uitgaande zwavelstromen van de raffinaderij. Van de ingaande stroom (voornamelijk crude) is de zwavelvracht goed te herleiden omdat de zwavelgehalten van de diverse crudes worden gemeten in het laboratorium van ISLA. Op deze wijze kan de volledige ingaande zwavelvracht worden berekend, dus 100% van de input. ISLA is gevraagd hiervan een opgave te maken en deze is tijdens het driedaagse verificatieonderzoek op Curaçao in de week van 21 maart 2016, in bijzijn van eisers geverifieerd. Dat wil zeggen dat de aangeleverde gegevens zijn vergeleken met de steekproeven uit de brongegevens die afkomstig zijn van onder andere de raffinaderijadministratie.

Gebleken is dat deze zwavelstroom in 2014 een omvang heeft gehad van 162,4 kiloton (1 kiloton = 1.000 ton). Van de uitgaande zwavelstromen is die van de olieproducten (stookolie, gasolie etc.) met een omvang van 74% van de output het grootst. Ook deze stroom is goed geadmistreerd waardoor de verificatie met behulp van steekproeven in bijzijn van eisers plaats heeft kunnen vinden. De olieproducten van ISLA bleken in 2014 een zwavelvracht van 119,8 kiloton te bevatten.

De op één na grootste uitgaande zwavelstroom betreft de productie van elementair zwavel; dat is de zwavel die uit de lichtere olieproducten is verwijderd en vervolgens naar vast zwavel wordt omgezet. De zwavelproductie daarvan wordt bijgehouden door de operators van de zwavelterugwinningsinstallaties (SRU's) die daarvoor dagstaten invullen. Driekwart van de productie is correct ingevuld, maar een kwart niet, of onvolledig. Dit ontbrekende deel is alsnog meegerekend door voor de betreffende dagen de gemiddelde dagproductie te rekenen. Op deze wijze is een hoeveelheid van 33,3 kiloton zwavel berekend. Een tweede wijze van verificatie kan bestaan uit het optellen van de hoeveelheid zwavel die in 2014 door zes zeeschepen is afgevoerd. Omdat echter de begin- en eindvoorraad niet bekend zijn, kan deze methode niet gelden als zelfstandige verificatie. Niettemin is door een rekenmethode uit de verscheepte hoeveelheden zwavel afgeleid dat in 2014 een hoeveelheid van ten minste 33 kiloton moet zijn geproduceerd, waarmee de tweede methode in ieder geval consistent is met de eerste methode. Dat betekent dat het resterende uitgaande zwaveldeel gevormd wordt door de emissie, namelijk $162,4 - 119,8 - 33,3 = 9,3$ kiloton S wat overeenkomt met 18,6 kiloton SO_2 .

Het verificatieonderzoek heeft zich vervolgens toegespitst op de omvang van de emissie, die onder te verdelen is in:

- 1) De procesemissie; deze wordt veroorzaakt door de restemissie (ventemissie) vanuit de SRU's, de gestripte gassen van een zuurwaterstripper en door zwavelhoudend gas dat wordt afgefakkeld in een vijftal fakkels.
- 2) De brandstofemissie: deze wordt gevormd door de brandstoffen die ISLA zelf inzet in haar procesfornuizen. Deze brandstoffen bevatten merendeels hoge zwavelgehalten.

De brandstoffen die ISLA zelf inzet, zijn niet op analoge wijze te verifiëren als de olieproducten die op de markt worden afgezet. Er zijn hiervoor namelijk geen gegevens uit de verkoopadministratie beschikbaar omdat de brandstoffen voor intern gebruik worden aangewend. De belangrijkste brandstof is "pitch" (asphalt) en deze zware brandstof wordt verdeeld tussen de energiecentrale van CRU en de procesfornuizen van ISLA. Om de opgave door ISLA over deze verdeling te verifiëren, zijn milieujaarverslagen van CRU geraadpleegd, is het historisch pitchverbruik van beide bedrijven beschouwd en zijn de stoomleveranties door CRU in ogeschouw genomen. Op grond van de beschouwde gegevens, blijkt de rapportage van ISLA het meest consistent te zijn. Daarnaast bestaat de brandstofemissie nog uit zogenoemde zwavelhoudende cokes die zich hebben gehecht aan de katalysatordeeltjes van de katalytische kraakinstallatie. Bij het regenereren van de katalysatordeeltjes worden deze cokes afgebrand waardoor het zwavel als SO_2 vrijkomt. In het verleden was dit de grootste emissiebron binnen de raffinaderij.

ISLA past sedert enige jaren in het productieproces van de katalytische kraker, een additief toe dat het vrijkomende SO_2 bindt en wat na omzetting in H_2S naar de SRU's wordt geleid. Op deze wijze wordt 80% emissiereductie verkregen,

hetgeen aan de hand van metingen die gedurende het jaar hebben plaatsgevonden, is geverifieerd. De emissie veroorzaakt door de brandstoffen en door het afbranden van de cokes, komt tezamen uit op 11,85 kiloton SO₂.

Tot slot is de procesemissie beschouwd, waarbij de emissie door de zuurwaterstripper die in eerste instantie was gebaseerd op een oude meetwaarde uit 2009, op basis van een recente meting naar aanleiding van het verificatieonderzoek, naar beneden is bijgesteld. De fakkelemissie is ongewijzigd gebleven en de SRU-ventemissie is uiteindelijk vastgesteld op 3,14 kiloton SO₂.

Op deze wijze zijn binnen aanvaarde marges kloppende massabalansen verkregen. Het eindresultaat van het verificatieonderzoek is een SO₂-emissie die bestaat uit 11,85 kiloton brandstofemissie en 8,14 kiloton procesemissie. Dit levert een totale SO₂-emissie op van **20,0 kiloton in 2014**.

Antwoord op de eerste vraag

Conform de gestelde voorwaarden uit het vonnis van het Hof van 12 januari 2010, is de SO₂-immissieconcentratie berekend op een locatie aan de rand van de Joodse begraafplaats, met de meteorologische gegevens die in 2009 door Meteorconsult te Wageningen zijn opgesteld en waarbij de fakkelemissies zijn samengevoegd met de restemissie van de SRU's. Onder deze condities is een immissieconcentratie vastgesteld van 56 microgram per m³ op de locatie juist naast Beth Chaim en 48 microgram per m³ ter plaatse van de bebouwde kom aan de Nijlweg. In beide gevallen wordt dus onder de grenswaarde van 80 microgram per m³ gebleven.

Antwoord op de tweede vraag

In het deskundigenbericht wordt bij de beantwoording van deze vraag ingegaan op de punten in twee brieven van mr. Van de Laarschot namens SHZC c.s. Aangegeven is hoe de verificaties zijn uitgevoerd en hoe actuele gegevens zijn doorgevoerd ten aanzien van de meteorologische gegevens, de toetsingslocatie en de marges voor de meetonzekerheid.

Antwoord op de derde vraag

Voor vijf extra locaties te Beth Chaim, zoals in het TNO rapport van 7 oktober 2015 zijn aangehouden, zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd. Op deze locaties zijn immissieconcentraties berekend van (afgerond) 62, 70, 78, 79 en 83 microgram per m³.

Antwoord op de vierde vraag

Nagegaan is wat er verandert indien de StAB-methode uit 2008 naar de huidige inzichten zouden worden geactualiseerd wat betreft de locatie van het toetsings-

punt, de wijze waarop de procesemissie wordt gemodelleerd en de meteorologische gegevens. De uitkomsten zijn als volgt:

- Het effect van het wijzigen van de toetsingslocatie is, zoals in vraag drie aangegeven, dat wanneer op de begraafplaats wordt getoetst, hogere immissieconcentraties worden berekend, waarvan in één geval tot boven de vergunde jaargemiddelde immissienorm.
- Het wijzigen van de modellering met aparte fakkelinvoer leidt tot een verschuiving van het immissiezwaartepunt. Op de getoetste locaties treedt geen overschrijding meer op van de grenswaarde van 80 microgram/m^3
- Het effect van het actualiseren van de meteorologische gegevens is zeer groot. In het onderzoek zijn drie verschillende meteosets onderzocht. Op grond van vergelijking met meetwaarden afkomstig van de meetstations te Beth Chaim en Kas Chikitu is een voorkeurset gevonden. Voor alle onderzochte sets - dus ook voor de voorkeurset, al zij het daarbij in geringe mate - geldt dat de immissieconcentratie op een deel van de beschouwde locaties in meer of mindere mate hoger wordt berekend dan $80 \text{ } \mu\text{g/m}^3$.

Antwoord op de vijfde vraag

Opmerkingen die voor de beoordeling van de zaak van belang kunnen zijn, zijn de volgende:

- In dit onderzoek is een meteoperiode van één jaar beschouwd. Er is door ons gekeken naar het verschil in windrichting tussen de metingen op vliegveld HATO en een modelberekening op het ISLA terrein. Dit verschil kan oplopen tot zo'n 20 graden en is van grote invloed op de uitkomsten van een immissieberekening. We weten inmiddels dat het verschil in windrichting door de jaren heen ook dergelijke verschuivingen (10 graden) kan vertonen, wat ook invloed heeft op berekende immissies. De meteorologische gegevens van één jaar zijn daardoor waarschijnlijk niet geschikt om een representatieve meteorologie te definiëren. Een geschikte periode lijkt ons 2010 – 2016 teneinde de invloed van variërende windrichtingen over de jaren heen te middelen en korte termijn fluctuaties af te zwakken. Deze methode zou dan overeenkomen met de in Nederland toegepaste methode en representatief zijn voor een immissie die is gemiddeld over een periode van 6 jaar.
- Voor het jaar 2014 lijkt een middeling tussen windrichting uit meting en model een goede overeenkomst met het concentratieverloop op meetlocatie Kas Chikitu te geven. We weten echter niet of dit voor de andere jaren ook waar is. Om een nieuwe meerjarige referentiemeteorologie vast te stellen, is het aan te bevelen dat de sets meteorologische gegevens in meerdere jaren (niet alleen 2014) worden vergeleken met concentratiemetingen en bij voorkeur ook gebaseerd worden op lokale meteorologische metingen.

1 Inleiding

1.1 Het geschil

Het geschil gaat over een gestelde overschrijding van de immissienorm voor SO₂. Deze norm volgt uit de aan Refineria ISLA te Curaçao verleende Hindervergunning. Eisers menen dat ISLA in 2014 op de locatie Beth Chaim te Curaçao meer heeft bijgedragen aan de jaargemiddelde SO₂-immissie dan de toegestane 80 µg/m³ op leefniveau. Eisers menen daarom dat met inachtneming van het bepaalde in rechtsoverweging 3.14 van het vonnis van het Gerecht in eerste aanleg van Curaçao van 12 januari 2010, overgegaan dient te worden tot inning van de opgelegde dwangsom. Geïntimeerde bestrijdt dat zij de dwangsom heeft verbeurd.

1.2 Partijen

Eisers:

1. de Stichting Humanitaire Zorg gevestigd te Curaçao, en
2. de Stichting Schoon Milieu op Curaçao gevestigd te Curaçao,

hierna tezamen aangeduid als SHZC c.s. en/of eisers.

Eisers worden vertegenwoordigd door mr. P. van de Laarschot en mr. S.A. in 't Veld.

Geïntimeerde:

1. Refineria ISLA (Curacao) S.A., hierna aangeduid als ISLA en/of geïntimeerde. ISLA wordt vertegenwoordigd door mr. L.M. Virginia en mr. T.L. Claasens.

1.3 Onderzoeksvragen

Bij vonnis van 9 november 2015, zaaknummer 75079/2015, heeft het Gerecht in eerste aanleg van Curaçao, de heer E.P. Feringa en mevrouw C.P.J. Weemaes, beiden verbonden aan de StAB, de heer J.H. Duyzer en de heer S.W. van Ratingen, beiden verbonden aan TNO, benoemd tot deskundigen. Het Gerecht beveelt dat een voorlopig deskundigenbericht zal worden uitgebracht ter beantwoording van de volgende vragen:

1. Hoeveel µg/m³ heeft ISLA in 2014 bijgedragen aan de totale jaargemiddelde concentratie van zwaveldioxide (SO₂) op leefniveau benedenwinds van de raffinaderij, welke vraag dient te worden beantwoord met inachtneming van het bepaalde in rechtsoverweging 3.14 van het vonnis van het Hof van 12 januari 2010, luidende:

"In het belang van de handhaafbaarheid van het op te leggen verbod en ter beperking van het risico van executiegeschillen geldt dat de bijdrage van ISLA aan de totale immissie moet worden berekend op de wijze waarop StAB die heeft berekend in haar rapport van 16 juni 2008 onder 8.4, aangevuld met de gewijzigde meteorologische uitgangspunten in het rapport van 10 maart 2009 onder 4.1. Bij die berekening zal van het daadwerkelijke zwavelgehalte van de Cat Cracker-cokes dienen te worden uitgegaan. Voorts moet de totale immissie bij de begraafplaats en elders op leefniveau benedenwinds van de raffinaderij gemeten worden op de wijze waarop de metingen zijn verricht die StAB heeft gebruikt. Gerekend zal steeds moeten worden vanaf de eerste dag van het betreffende kalenderjaar, (...)"

2. Kunt u in uw deskundigenbericht tot uitdrukking brengen dat en op welke wijze u in uw beoordeling en conclusies hebt betrokken hetgeen is aangevoerd in de (reeds aan u toegezonden) brieven van mr. Van de Laarschot aan mr. Van Schendel van 15 juli 2015 en 21 juli 2015 en de daarop nog door ISLA in een brief aan u te formuleren reactie?
3. Kunt u in uw rapport (afzonderlijk) weergeven wat de berekeningsresultaten voor 2014 zijn op de locaties te Beth Chaim genoemd in de brief van TNO van 7 oktober 2015, bladzijde 4?
4. In hoeverre zou uw antwoord op vraag 1 anders luiden indien de grondslagen van de StAB-methode uit 2008 naar de huidige - door u te bepalen - inzichten zouden zijn geactualiseerd, zowel, voor zover van toepassing, wat betreft 1) de locatie van het toetsingspunt, 2) de wijze waarop de procesemissie wordt gemodelleerd, en 3) de meteorologische gegevens?
5. Heeft u verder nog opmerkingen die voor de beoordeling van de zaak van belang kunnen zijn?

1.4 Inrichting en situering

1.4.1 De inrichting

De inrichting is een olieraffinaderij waar aardolie en/of koolwaterstoffen in vloeibare toestand worden op- en overgeslagen en aardolie of fracties daarvan geraffineerd, gekraakt en vergast. De voor de onderhavige casus belangrijke producten, processen en technologieën binnen de raffinaderij zijn kort samengevat de volgende:

- De raffinaderij verwerkt hoofdzakelijk zware en lichte Venezolaanse ruwe olie ("crude").
- De raffinaderij produceert producten als benzine, stookolie, luchtvaartbrandstof, bunkerbrandstof voor schepen, gasolie, smeeroliën, stookgas en

bitumen¹. Deze producten zijn voornamelijk bestemd voor export. Een kleine 10 procent van de productie, voornamelijk brandstof, is voor de lokale en Antilliaanse markt bestemd. Het gaat daarbij vooral om gasoline (benzine), diesel en smeeroliën voor voertuigen en zwaardere brandstoffen voor de installaties van onder andere Aqualectra en de CRU elektriciteitscentrale en stookgas voor huishoudelijk gebruik.

De ruwe aardolie wordt met tankers aangevoerd en opgeslagen in tanks te Em-mastad of Bullenbaai. Van hieruit worden de ruwe aardoliën verpompt naar de destillatiefabrieken op het ISLA-terrein.

Destilleren

De destillatie van ruwe olie is de eerste bewerking die in elke raffinaderij plaatsvindt. Bij destillatie worden de fracties in de ruwe olie van elkaar gescheiden door gebruik te maken van de fysische eigenschappen, vooral het verschil in kookpunt. Bij destillatie wordt de ruwe olie verhit en gaat daarbij over in dampvorm. De dampen stijgen op in een destillatietoren en worden tegelijkertijd afgekoeld (atmosferische destillatie). De zwaarste fracties hebben een hoog kookpunt, de lichtere stoffen een laag kookpunt. De zwaardere fracties zullen als eerste condenseren en de lichtere fracties stijgen verder door de toren. Zo krijgt men op bepaalde plaatsen in de toren producten die aan de gewenste eigenschappen voldoen (gas, nafta, kerosine, gasoline, stookolie, asfalt en dergelijke). Bij de ISLA raffinaderij zijn er twee destillatiefabrieken (crude-distillers: CD-2 en CD-3). De CD-2 dateert uit 1966 en de CD-3 uit 1972. De bodemfractie (zware producten) van de atmosferische destillatie kan vervolgens opnieuw gedestilleerd worden, maar omdat deze zwaardere producten een hoger kookpunt hebben vindt de volgende destillatie onder verlaagde druk plaats. Dit gebeurt middels vacuümdestillatie (high vacuum [HV], HV-6, HV-7 en HV-8). De HV-6 dateert uit 1950, de HV-7 uit 1951 en de HV-8 uit 1970. De HV-8 is in 2003 aangepast.

Kraken

De volgende hoofdbewerking binnen de raffinaderij is het kraken ("cracking") van de verschillende fracties uit de destillatiefabrieken. Bij het kraken worden door verhitting koolwaterstofketens gebroken, gesplitst of omgevormd tot kortere ketens. Hierdoor verandert de moleculaire samenstelling en daarmee de eigenschappen van een fractie, zoals de viscositeit ("stroperigheid"). In de raffinaderij wordt ook het katalytisch kraken toegepast wat inhoudt dat er voor het kraakproces gebruik wordt gemaakt van katalysatoren. Een katalysator is een stof die de snelheid van een bepaalde reactie beïnvloedt zonder zelf verbruikt te worden. Het

¹ Daar waar in dit deskundigenrapport gesproken wordt van bitumen in de zin van een zwaar olieresidu, wordt in de Engelstalige stukken gesproken van "asphalt". Omgekeerd wordt het Nederlandse woord asphalt in de zin van wegbedekking, in de Engelstalige stukken aangeduid als "bitumen".

katalytisch kraken vindt bij ISLA plaats in de FCCU (Fluid Catalytic Cracker Unit). De FCCU dateert uit 1958 en is in 1996 gemoderniseerd.

Verwerking tot eindproduct

De diverse fracties ondergaan in de raffinaderij vervolgens verdere behandelingen in verschillende installaties zoals de platformer ("catalytic reformer unit"). Hierin wordt het eindproduct benzine geproduceerd. Met behulp van een katalysator wordt de hoeveelheid benzine (door het verhogen van het octaangetal) in het totaalpakket vergroot en vindt een breed scala van reacties plaats.

Ontzwaveling

De grondstoffen voor een raffinaderij bevatten in de regel hoge zwavelgehalten. Vanwege de eisen die gesteld worden aan het eindproduct (brandstoffen) moet er in de raffinaderij ontzwaveling plaatsvinden in de ontzwavelingunits (DHT, LVI-HF, and NHT-2). ISLA beschikt over 5 zwavel terugwininstallaties (Sulfur Recovery Units [SRU's] SRU-1 tot en met SRU-5) waarin de zure gassen (waterstofsulfide, H₂S) omgezet worden in zwavel in elementaire vorm. Hiermee wordt voorkomen dat H₂S verbrand en afgefakkeld dient te worden, wat een toename van de emissie van zwaveldioxide (SO₂) tot gevolg zou hebben. Het elementaire zwavel kan vervolgens worden gebruikt als grondstof in de chemische industrie, bijvoorbeeld voor de productie van zwavelzuur. In de ISLA-raffinaderij zijn SRU-3 tot en met SRU-5 niet alleen voorzien van Claus reactoren maar tevens van SuperClaus reactoren. Bij een SuperClaus wordt gebruik gemaakt van een speciale katalysator waarin het resterende waterstofsulfide met lucht selectief geoxideerd wordt tot elementaire zwavel. Een SRU met een SuperClaus installatie heeft een hoger verwijderingsrendement (en dus een lagere SO₂-emissie) dan een SRU met alleen Claus reactoren. De SRU's dateren uit respectievelijk 1952, 1968, 1981, 2002 en 2003. De verouderde SRU-1 en SRU-2 zijn inmiddels buiten bedrijf. SRU-3 is in 2003 aangepast (gemoderniseerd).

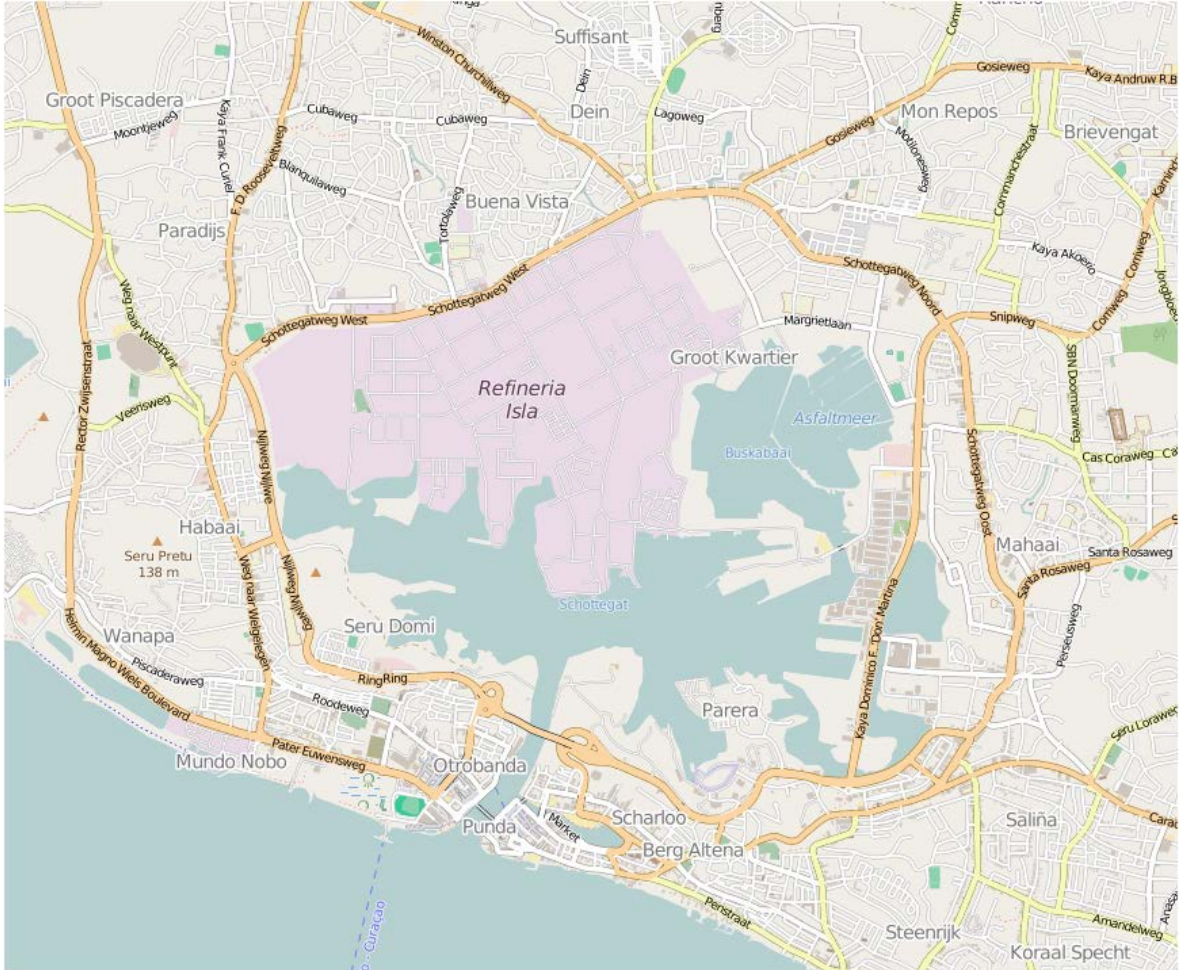
De raffinaderij heeft een geïnstalleerde productiecapaciteit van 320.000² olievaten per dag. Logistiek is de capaciteit voor wat betreft tanks en laadsteigers beperkt tot een operationeel maximum van 250.000 olievaten per dag. De reguliere productiecapaciteit bedraagt 220,000 vaten per dag. Dit komt overeen met een doorzet van 12 miljoen ton ruwe aardolie per jaar.

1.4.2 De situering

De inrichting is gevestigd te Emmastad, aan de noordzijde van Schottegat Bay en Willemstad, de hoofdstad van Curaçao. Het terrein is circa 490 hectare groot. Op het terrein is sinds medio 2003 ook de elektriciteitscentrale van Curaçao Refinery Utilities (CRU) gevestigd (ook bekend onder de naam BOO-centrale of de oude

² In dit deskundigenbericht zal de Europese notatie voor getallen worden aangehouden, in tegenstelling tot de Angelsaksische notatie die in de vorige deskundigenberichten is aangehouden.

naam CUC-centrale). Ook bevindt zich een dieselcentrale van Aqualectra (New Diesel Power Plant, ook omschreven als NDPP) op het terrein van de inrichting. Daarnaast is voor de luchtkwaliteit relevant dat rond het Schottegat sedert 2000 nog een centrale van Aqualectra (Aqualectra Wärtsilä Power plant aan de Dokweg) in werking is. Deze centrale is in 2015 uitgebreid.



Afbeelding 1.1: Plattegrond met ISLA-raffinaderij aan het Schottegat (Bron: OpenStreet-Map.org).

Het gebied benedenwinds van de raffinaderij heeft bij de meest vigerende wind-richtingen (oost en noordoost), een oppervlakte van ruim 2.100 ha (5% van het totale oppervlakte van Curaçao). Dit omvat onder meer de gebieden Buena Vista , Wishi/Marchena en Heintje Kool & Roosendaal.

Wishi/Marchena ligt direct benedenwinds van de belangrijkste emissiebronnen en wordt daardoor continu belast. Heintje Kool & Roosendaal zijn gesitueerd direct naast Wishi/Marchena en worden vooral belast indien de windrichting iets meer noord is gericht. Buena Vista ligt direct naast het centrale deel van het raffina-

rijcomplex (benedenwinds van het oostelijke deel met onder meer de belangrijkste tankparken). Dit gebied wordt vooral belast op grondniveau en bij lage windsnelheden. In genoemde gebieden woont een groot aantal personen (volwassenen en kinderen). Verder zijn in dit gebied de nodige bedrijven, onderwijsinstellingen, zorginstellingen en hotels gevestigd.

1.5 Afspraken omtrent samenwerking, contacten met partijen en opzet van het deskundigenbericht

1.5.1 Benoeming en samenwerking StAB - TNO

Het Gerecht heeft deskundigen benoemd van zowel StAB als van TNO, om afzonderlijk een deskundigenbericht op te stellen en vanuit de eigen expertise te berekenen en rapporteren wat de immissiebijdrage van ISLA over 2014 is geweest. Daarbij heeft het Gerecht het aan StAB en TNO overgelaten ieder voor zich het onderzoek te doen, dan wel tot een gezamenlijk onderzoek te komen.

Het Gerecht heeft bepaald dat zowel StAB als TNO onderzoek dienen te doen naar de vaststelling van de SO₂-emissie door ISLA in 2014 en dat zij zich ook beide toe dienen te leggen op de verspreidingsberekeningen. Gelet hierop heeft op 4 december 2015 bij TNO in Utrecht een overleg plaatsgevonden tussen enerzijds mevrouw Weemaes en de heren Wuisman en Feringa van StAB en anderzijds de heren Duyzer en Van Ratingen van TNO. Doel hiervan was kennis te maken, informatie over de eerdere procedure te delen en de opvattingen te delen over de aanpak van de opgedragen onderzoeken. StAB en TNO hebben gelet op ieders specifieke deskundigheid en de toegevoegde waarde van het bij elkaar brengen van die expertises besloten tot een gezamenlijk onderzoek. Daarvan uitgaande is afgesproken dat beide organisaties bij de gesprekken met partijen aanwezig zullen zijn, waarbij de heer Wuisman (directeur StAB) zal optreden als coördinator en voorzitter. Hij is tevens de bewaker van de procedure en onderhoudt als zodanig het contact met het Gerecht. Voorts is besloten dat beide organisaties over en weer elkaar op de hoogte houden van de e-mail berichtenwisselingen met betrekking tot het onderzoek. Tot slot is afgesproken dat bij het onderzoek gezamenlijk wordt opgetrokken met als doel te komen tot één gezamenlijk gedragen verslag. Daarbij zal telkens één van de organisaties het voortouw nemen bij de onderzoeksonderwerpen waarmee zij de meeste ervaring, c.q. waarvan zij de meeste kennis heeft. Daarna zal de einduitkomst door de deskundigen van beide organisaties gezamenlijk worden vastgesteld. De verdeling van het gezamenlijk onderzoek is als volgt:

| Onderzoek onderdeel | In verband met de vragen door het Gerecht: | Initiatiefnemer bij dit onderdeel |
|----------------------------|--|-----------------------------------|
| Massabalansen | 1, 3 en 4 | StAB |
| Bronlocaties | 1, 3 en 4 | StAB |
| Modellering flare emissies | 4 | TNO |
| Meteorologische bestanden | 4 | TNO |
| Update Aermod | 4 | TNO |

1.5.2 Contacten met partijen en bijeenkomsten

De standaard wijze van communiceren met partijen bestaat er uit dat de e-mailberichten van StAB of TNO aan een partij, tevens (in CC) aan de andere partij(en) worden toegestuurd. Reacties van partijen aan TNO en StAB zullen eveneens naar de overige partijen worden gestuurd. Zo dit niet het geval is, zal het bericht alsnog door de deskundigen aan wie het bericht is gericht, worden doorgestuurd naar de overige partij(en).

Op 13 januari 2016 is per e-mailbericht aan ISLA een questionnaire toegezonden met vragen over de diverse massastromen en de diverse procesgegevens. Op 15 februari 2016 ontving StAB de antwoorden hierop van de zijde van ISLA. Deze beantwoording is aan het verslag toegevoegd als bijlage 1.1.

Op 3 februari 2016 hebben de heer Duyzer, mevrouw Weemaes en de heer Feringa in Hoofddorp gesproken met de heer F. Baars van Fluor (Amerikaans ingenieursbureau, gespecialiseerd in petrochemische installaties). Doel van dit gesprek was om TNO via een partijonafhankelijke derde van extra handvatten te voorzien om de in eerdere procedures door StAB ingezette werkwijze van de massabalansen kritisch te kunnen beoordelen.

Vervolgens heeft op 15 februari 2016 in Utrecht ten kantore van TNO een gesprek met partijen en/of hun vertegenwoordigers plaatsgevonden met als doel kennisgeving met de benoemde deskundigen en om aan SMOC de gelegenheid te geven twee presentaties te houden. Bij de bijeenkomst waren de volgende personen aanwezig:

- namens SMOC: de heren Ruijter en Deelen en mevrouw In 't Veld;
- namens ISLA: de heren Cornelia en Claassens;
- namens StAB: de heren Wuisman en Feringa en mevrouw Weemaes;
- namens TNO: de heren Duyzer en Van Ratingen.

De presentaties van de heer Ruijter is aan het verslag toegevoegd als bijlage 1.2, de presentatie van de heer Deelen als bijlage 1.3 en de notulen van het gesprek als bijlage 1.4.

Op 21, 22 en 23 maart 2016 heeft een driedaags verificatieonderzoek plaatsgevonden op Curaçao, ten kantore van de ISLA raffinaderij. Hierbij waren de volgende personen gedurende deze drie dagen aanwezig:

- namens ISLA: de heren Rhuggenaath, (hoofd Milieuafdeling ISLA), Cornelia (Health Safety & Environmental manager ISLA, de Graaf (section head Energy & Loss ISLA), Claassens en Otis (advocaten ISLA). Voorts zijn korte presentaties en mondeling uitleg gegeven door diverse procestechnologen die werkzaam zijn bij specifieke installaties op de ISLA raffinaderij;
- namens eisers: de heren George, Van Leeuwen en Deelen;
- de door de rechtbank aangestelde deskundigen: de heren Duyzer, Van Rantingen en Feringa vergezeld door de heer Wuisman.

Naast de in de onderzoeksopdracht genoemde brieven van mr. Van de Laarschot, zijn gedurende de procedure door eisers nog diverse nadere punten ingebracht en verzoeken gedaan. Deze zijn in het gesprek van 15 februari 2016 gedaan in reactie op de op die dag door ISLA aangeleverde Questionnaire met nadere toelichting van 7 maart 2016 (zie bijlagen 1.1 en 1.5) en nadien naar aanleiding van de besproken onderwerpen. Daarnaast zijn naar aanleiding van dit gesprek en verdere correspondentie in deze procedure diverse aanvullende verzoeken en reacties van eisers alsmede reacties daarop van geïntimeerde ontvangen. Gezien het grote aantal verzoeken is de keuze gemaakt om deze in dit verslag niet uitputtend op te sommen en uit te werken. De betrokken correspondentie is bij partijen bekend. Aan dit verslag zijn alleen de stukken toegevoegd die van inhoudelijk belang zijn voor het verslag. Waar mogelijk hebben de onderzoekers de opmerkingen en verzoek die pasten binnen het bestek van het onderzoek bij het opstellen van dit verslag betrokken. Aan het verzoek van eisers om TNO aan alle onderwerpen mee te laten werken en niet bepaalde onderdelen louter aan StAB over te laten, is gevolg gegeven, zie hiervoor paragraaf 1.5.1.

Op 23 augustus 2016 is het concept-deskundigenbericht naar partijen gestuurd en hier toegevoegd als bijlage 1.6. Op 23 september 2016 hebben wij van SHZC c.s. en van ISLA per e-mail een reactie op ons concept-deskundigenbericht ontvangen. Op 31 oktober 2016 is een aanvullende reactie van ISLA ontvangen voor wat betreft de meteorologische aspecten. In zoverre de reacties hiertoe aanleiding gaven (zie hoofdstuk 12) is het onderhavige deskundigenbericht hierop aangepast. Door StAB/TNO is tevens van de gelegenheid gebruik gemaakt om geconstateerde taalkundige verbeteringen in het deskundigenbericht aan te brengen.

1.5.3 Opzet deskundigenbericht

Voor de beantwoording van de vragen 1, 2 en 4 van het Gerecht in eerste aanleg dient de omvang van de SO₂-emissie over het jaar 2014 als basis. De specifieke vraagstelling is daarna bepalend voor de wijze waarop de emissie vervolgens wordt gemodelleerd om de immissieconcentraties te berekenen. De omvang van de SO₂-emissie wordt in de hoofdstukken 2 tot en met 8 als volgt vastgesteld.

- In hoofdstuk 2 is de totale massabalans van de in- en uitgaande stromen van de ISLA raffinaderij opgesteld en toegelicht.
- In hoofdstuk 3 is de zwavelinput in het jaar 2014 beschreven die voortkomt uit de verwerkte crude en overige grondstoffen.
- In de hoofdstukken 4 t/m 8 worden de uitgaande zwavelstromen beschouwd, waarbij telkens eerst de stroom wordt omschreven, vervolgens de opgave door ISLA uit de questionnaire wordt aangehaald en tenslotte hoe de verificatie is uitgevoerd, afgesloten met een conclusie of evaluatie waarin staat hoe groot de door de onderzoekers beoordeelde zwavelvracht van de betreffende stroom is.
- In hoofdstuk 9 is de eindbalans opgemaakt waarbij alle in- en uitgaande stromen zijn beschouwd. Daaruit ontstaat het definitieve beeld over de omvang van de SO₂-emissie door de ISLA raffinaderij over het jaar 2014.
- In hoofdstuk 10 is ingegaan op de actuele meteorologie van Curaçao. Hierin is beschreven hoe meteorologische gegevens die tot nu toe zijn gebruikt, tot stand zijn gekomen. Een update van de meteorologische gegevens voor het jaar 2014 heeft plaatsgevonden via verwerking van metingen, alsmede door modellering. Deze twee trajecten worden kort toegelicht.
- In hoofdstuk 11 zijn de gegevens verzameld om de diverse verspreidingsberekeningen te kunnen maken, en zijn uitkomsten daarvan gepresenteerd.
- In hoofdstuk 12 worden de reacties van partijen op het conceptdeskundigenbericht behandeld
- In hoofdstuk 13, worden tot slot de vragen van het Gerecht beantwoord.

2 Zwavelbalans over de gehele raffinaderij

2.1 Werken met massabalansen

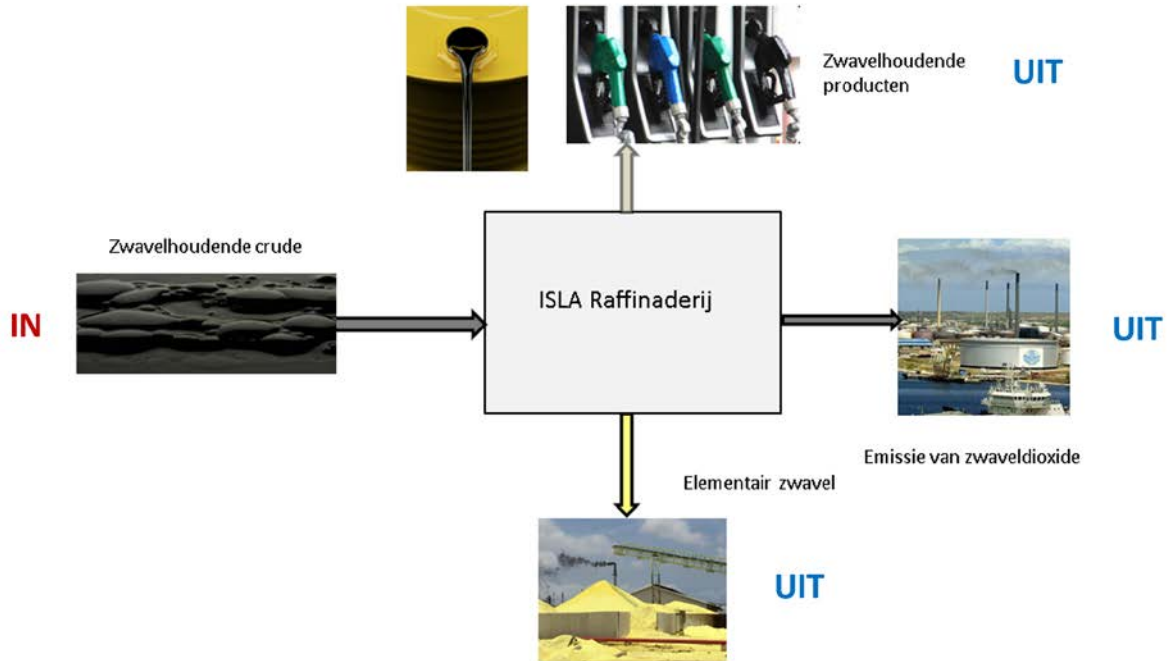
Om de immissieconcentraties aan zwaveldioxide benedenwinds van de raffinaderij te kunnen berekenen, dient de omvang van de SO₂-emissie bekend te zijn. Bij de ISLA raffinaderij worden de SO₂-emissies die bij de diverse procesinstallaties vrijkomen, echter niet continu gemonitord. Om die reden heeft StAB de "massabalansmethode" geïntroduceerd waarbij gebruik gemaakt wordt van het gegeven dat de ingaande zwavelstroom gelijk moet zijn aan de uitgaande zwavelstroom. Van de ingaande stroom (voornamelijk crude) en van de grootste uitgaande stroom (de producten) zijn de zwavelvrachten goed te herleiden omdat de zwavelgehalten daarvan worden bepaald in het eigen laboratorium van ISLA. Op deze wijze kan een groot deel van de zwavelvracht op een betrouwbare wijze worden geverifieerd. Voor andere onderdelen van de procesketen is de wijze van verificatie minder eenvoudig omdat laboratoriumanalyses ontbreken, of is de omvang van bepaalde emissies niet nauwkeurig bekend. Afhankelijk van de mogelijkheden maken wij dan gebruik van alternatieve methoden zoals het toetsen aan literatuurgegevens, het vergelijken met referenties, het toepassen van data-analyse, het uitvoeren van rekenkundige controles, het opstellen van sluitende (sub)massabalansen en het uitvoeren van consistency checks.

2.2 Blokschema met zwavelbalans gehele raffinaderij

Bij de ISLA raffinaderij worden de SO₂-emissies die bij de diverse procesinstallaties vrijkomen, niet continu gemonitord. Van de inkomende stromen en van de productstromen zijn de zwavelvrachten wel bekend omdat de zwavelgehalten daarvan worden bepaald in het eigen laboratorium van ISLA. Van andere stromen is bij benadering bekend hoeveel zwavel deze bevatten. Als de diverse stromen tegen elkaar worden afgezet, moet duidelijk worden wat de hoeveelheid zwavel is die via de atmosfeer wordt uitgestoten in de vorm van zwaveldioxide. De algemene massabalans voor een systeem is:

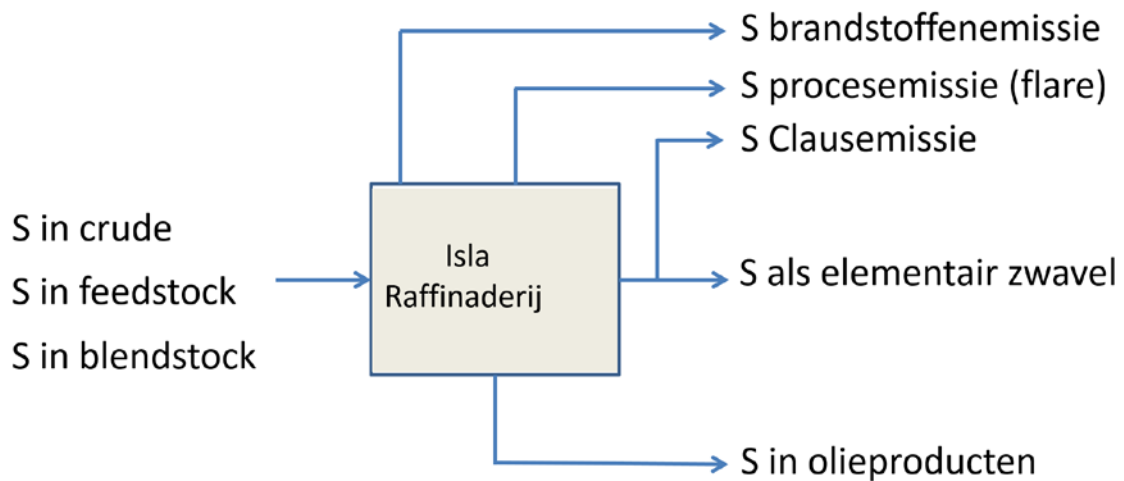
$$\text{Massa}_{\text{in}} - \text{Massa}_{\text{uit}} + \text{Productie} = 0$$

Omdat in het primaire proces van een olieraffinaderij binnen het systeem geen vorming of opeenhoping van zwavel plaatsvindt, is de balans zeer eenvoudig, namelijk $\text{Massa}_{\text{in}} = \text{Massa}_{\text{uit}}$. Toegepast op de in- en uitgaande massastromen van een olieraffinaderij is dit in grote lijnen als volgt in een eenvoudig blokschema weer te geven:



Figuur 2.1: Blokschema in- en uitgaande zwavelstromen van een raffinaderij

Om een sluitende zwavelbalans op te kunnen stellen dient de balans meer te worden verfijnd. Wij maken hiervoor gebruik van het schema dat door de deskundige van eisers (de heer P. Deelen) is gebruikt in zijn presentatie in Utrecht (zie bijlage 1.3)



Figuur 2.2: Verfijnd blokschema in- en uitgaande zwavelstromen van een raffinaderij

De hierin vermelde zwavelstromen zijn als volgt opgebouwd:

| | |
|---|--|
| S in crude, feedstock en blendstock: | Ruwe aardolie (crude) bevat van nature zwavel, variërend van enkele tienden van procenten tot enkele procenten. Feed- en blendstock worden toegevoegd als voeding of om de crude mee te mengen. |
| S in olieproducten: | De ingevoerde zwavel vanuit de crude verdeelt zich door de raffinageprocessen over de producten. In de zware (residuale) producten zoals bitumen en stookolie bevindt zich veel zwavel en in de lichtere (gedestilleerde) producten, zoals benzine en dieselolie, zit minder zwavel. |
| Elementair zwavel: | De sulphur recovery units (SRU's) zetten circa 95% van de toegevoerde zwavelwaterstof (H ₂ S) om in elementair zwavel (S). |
| Brandstoffenemissie, procesemissie en Clausemissie: | Zwavel in de brandstoffen die de raffinaderij zelf gebruikt, oxideert tot zwaveldioxide (SO ₂). Dat gebeurt ook door het verbranden van H ₂ S houdende procesgassen en door verbranding van circa 5% restgas van de SRU's dat bestaat uit H ₂ S. |

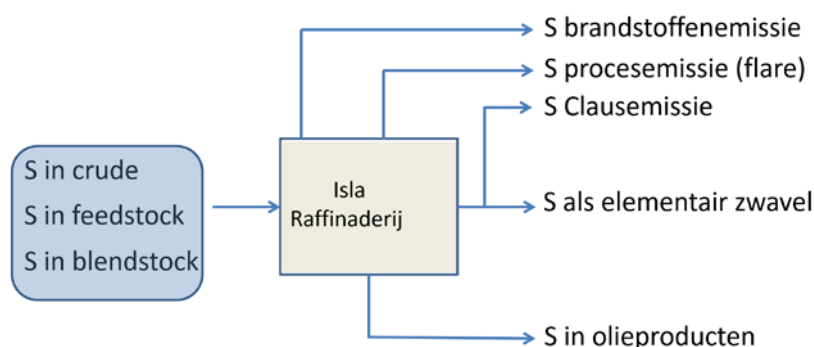
2.3 Wijze waarop de zwavelstromen zijn geverifieerd

In de hoofdstukken 3 tot en met 8 van dit onderzoeksverslag zullen de door ISLA verstrekte gegevens naar aanleiding van de vragen uit de questionnaire, telkens dienen als basisgegevens. Deze gegevens zijn tijdens het verificatieonderzoek bij ISLA in maart 2016 geverifieerd. De verificatie heeft ingehouden dat de gegevens uit de questionnaire zijn vergeleken met de daaraan ten grondslag liggende (veelal administratieve) gegevens zoals ladinggegevens en dergelijke. Deze wijze van verificatie via de olieproducten kon alleen worden toegepast op de twee grootste hoofdstromen. Dat zijn de zwavel inputstroom (crude + feedstock) en de zwavel outputstroom. Beide stromen kunnen in principe volledig worden geverifieerd. Onze werkwijze heeft eruit bestaan dat uit de boekhouding van ISLA steekproefsgewijs de originele ladingbrieven ter verificatie zijn genomen. Met deze boekhoudkundige methode kon de verificatie eenvoudig worden uitgevoerd; het was bijvoorbeeld niet nodig om bij de afnemers aanvullend bewijs op te vragen. Voor de andere stromen waarbij boekhoudkundige controle niet mogelijk is, zijn alternatieve verificatiebronnen en -methoden gebruikt, zoals literatuurwaarden, jaarverslagen van de energieleverancier, rekenkundige controles, vergelijking met voorgaande jaren enzovoorts. Per hoofdstuk is vooraf de verificatiemethode uitgelegd.

3 Inkomende zwavelvracht naar de raffinaderij

3.1 Omschrijving van de massastroom

De zwavel die naar de ISLA raffinaderij wordt aangevoerd, bevindt zich voornamelijk in de grondstof ruwe aardolie (crude). Daarnaast worden nog twee kleinere voedingsstromen feedstock en blendstock als grondstoffen ingezet. Feedstock is de benaming voor een product of halffabricaat dat als voeding aan het raffinageproces wordt toegevoegd en blendstock is crude om mee te blenden (mengen). In onderstaand figuur is de plaats van de ingaande zwavelvracht in het blokschema in blauw gearceerd.



3.2 Opgave in de questionnaire

Van de zijde van ISLA (zie vraag 1 van bijlage 1.1) ontvingen wij het volgende overzicht van de ingaande stromen over het jaar 2014. Wij merken hierbij op dat door afrondingen, marginale verschillen op kunnen treden.

| Input grondstof | Doorzet (kton/jaar) | Doorzet (ton/dag) | Zwavelgehalte (%) | Zwavel (kton/jaar) | Zwavel (ton/dag) |
|------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Crude | 9.950,6 | 27,3 | 1,62% | 161,3 | 441,9 |
| Feedstock | 94,3 | 0,3 | 0,53% | 0,5 | 1,4 |
| Blendstock | 62,3 | 0,2 | 0,90% | 0,6 | 1,5 |
| Totaal | 10.107,1 | 27,7 | | 162,4 | 444,8 |

Tabel 3.1: Ingaande zwavelhoudende grondstofstromen over het jaar 2014

De inkomende zwavelvracht over het jaar 2014 bedroeg op grond van de informatie van ISLA derhalve 162,4 kiloton die voor meer dan 99% afkomstig is van de crude. Van de in 2014 ingezette crude is door ISLA nog de volgende onderverdeling gegeven.

| Input Crudes | Doorzet (kton/jaar) | Zwavel- gehalte (%) | Zwavel (kton/jaar) |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Light | 6.417,1 | 1,03% | 65,8 |
| Heavy | 3.533,5 | 2,70% | 95,5 |
| Totaal | 9.950,6 | 1,62% | 161,3 |

Tabel 3.2: Uitsplitsing van de verschillende crudesoorten over het jaar 2014

3.3 Verificatie

De verificatie van de ingaande zwavelstromen heeft plaatsgevonden tijdens het verificatiebezoek aan de ISLA raffinaderij in aanwezigheid van vertegenwoordigers van SHZC/SMOC en van ISLA. Deze stroom bestaat voornamelijk uit lichte en zware crude en in beperkte omvang uit de zogenoemde feed- en blendstock.

Verificatiemethode

De verificatiemethode voor het jaar 2014 komt in grote lijnen overeen met de methode die in de voorgaande procedure door StAB is toegepast voor het jaar 2013. Daarbij is de opgave in de questionnaire vergeleken met de "brongegevens" van de afdeling FRAO van de raffinaderij waar de bedrijfsadministratie van alle in- en uitgaande vrachten plaatsvindt. Van de crudetankers die aardolie hebben gelost, is onderscheid gemaakt tussen de ladingen bestemd voor verwerking door ISLA en de ladingen die zijn bestemd voor Bullenbaai (dit is een olieterminal die is gelegen aan de kust ten noordwesten van Willemstad). De ladingen die zijn geregistreerd voor Bullenbaai, betreffen partijen die eigendom zijn van PDVSA. Deze worden daar tijdelijk in tanks opgeslagen ten behoeve van overslag naar andere schepen en derhalve niet voor verwerking door ISLA. Voorts is nagegaan of er sprake was van een "carry over", dat is de omstandigheid dat een schip op de laatste dag van het jaar 2013 begonnen is met lossen en pas op de eerste dag van 2014 daarmee gereed was. Hetzelfde is gedaan met betrekking tot de overgang van 2014 naar 2015. Gebleken is dat in het jaar 2014 geen "carry over" is opgetreden. Tenslotte zijn de begin- en eindvoorraad over 2014 (opening and closing stock) aan crude verrekend waardoor de meest nauwkeurige doorzet over 2014 is bepaald. Vervolgens zijn de zwavelgehalten per beschouwde scheeps-lading met crude geverifieerd aan de hand van de laboratoriumanalyses uit de database SQL LIMS teneinde vast te stellen of de laboratoriumanalyses en de opgegeven/geregistreerde zwavelgehalten met elkaar overeenkomen. Door de volumes van de scheeps-ladingen te vermenigvuldigen met de zwavelgehalten wordt de zwavelvracht bepaald die zich in de ingaande crudestroom bevindt.

Uitvoering verificatie voor het productiejaar 2014

Uitgangspunt zijn de in de questionnaire opgegeven volumestromen en zwavelgehalten in de ingaande massastroom zoals uitgewerkt onder 1.a. In onderstaande tabel 3.3 zijn deze gegevens in niet afgeronde³ getallen weergegeven:

| Input grondstof | Doorzet in ton/jaar | Zwavelgehalte als fractie | Zwavel in kton/jaar |
|------------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| <i>Light Crude</i> | 6.417,078289 | 0,010261459 | 65,84858692 |
| <i>Heavy Crude</i> | 3.533,480836 | 0,027015172 | 95,4575917 |
| Totaal Crude | 9.950,559125 | 0,016210765 | 161,3061786 |
| | | | |
| <i>Feedstock</i> | 94,271781 | 0,005250617 | 0,494984983 |
| <i>Blendstock</i> | 62,297352 | 0,009035577 | 0,562892527 |
| Totaal | 10.107,12826 | | 162,3640561 |

Tabel 3.3: Opbouw van de ingaande massastromen in niet afgeronde getallen

Bij de verificatie is nagegaan of de ingaande zwavelstroom in 2014 inderdaad 162,364 kiloton zwavel heeft bevat. Daartoe zijn zowel de doorzetten als de zwa-



velgehaltenes geverifieerd. Vanwege het grote aantal deelnemers aan de verificatieronde is besloten om de basisadministratie van ISLA naar de grote vergaderzaal over te brengen in dozen. Dat heeft als voordeel dat (vertegenwoordigers van) beide partijen ter plekke kennis hebben genomen van de gepresenteerde gegevens waardoor de verificatie gezamenlijk kon plaatsvinden. In de presentatie door ISLA werden 5 verschillende crudesoorten genoemd die door de raffinaderij zijn verwerkt in 2014: Merey, Mesa 30, Lagomar, Tia Juana (alle vier Venezolaanse crudes) en daarnaast nog Ural crude. Deze laatste crude komt uit Rusland en daarvan zijn in 2014 vijf scheepsladingen aangevoerd.

Zwavelgehaltenes

Uit de presentatie van ISLA kwam naar voren dat voor het zwavelgehalte is uitgegaan van een rekenkundig gemiddelde dat geen rekening houdt met de omvang van de aan-gevoerde crudevrachten. Hierdoor is niet gerekend met een gewogen gemiddelde. Tijdens het overleg is besloten om de consequentie hiervan na te gaan op de omvang van de zwavelvracht. Op aangeven van de heer Deelen (adviseur van eisers) is er uit praktische overwegingen voor gekozen om het effect

³ Tijdens het verificatieonderzoek te Curaçao merkten eisers op dat in de diverse overzichten telkens kleine afwijkingen werden geconstateerd. Van de zijde van ISLA werd daarover aangegeven dat dit te wijten was aan afrondingsverschillen. Deze verklaring achten wij correct; om te laten zien wat de meest nauwkeurige opgave is, hebben wij de originele cijfers over de ingaande massastromen weergegeven in tabel 3.3. Daarmee moge duidelijk zijn dat afronding ook de functie heeft om de gegevens overzichtelijk te presenteren.

van een gewogen gemiddelde na te gaan bij de Venezolaanse crude Mesa 30 omdat de spreiding tussen de laagste en hoogste waarde voor het zwavelgehalte bij deze oliesoort het grootst is. Deze varieerde namelijk tussen de 0,78 en 1,37%. Bij de andere crudesoorten was deze spreiding veel kleiner. Bovendien bestaat de totale aanvoer van crude voor 96% uit Mesa 30. De uitwerking hiervan is als volgt geweest. Voor de aangevoerde tankerladingen met Mesa 30 zijn zwavelpercentagemetingen uit het ISO lab en de volume-informatie over de ladingen, met behulp van de naam van het schip en de datum van het lossen / de datum van de laboratoriumanalyse aan elkaar gekoppeld. Niet alle laboratoriumanalyses konden aan volume data worden gekoppeld. Met de beschikbare informatie zijn de volgende koppelingen gelegd:

| Datum | Volume [kton] | Percentage | Volume * percentage [ton] |
|------------|---------------|------------|---------------------------|
| 8-1-2014 | 96,61 | 0,92 | 888,8 |
| 17-1-2014 | 111,02 | 1,00 | 1110,2 |
| 7-2-2014 | 110,26 | 1,09 | 1201,8 |
| 22-2-2014 | 69,45 | 0,96 | 666,7 |
| 3-3-2014 | 100,95 | 0,97 | 979,2 |
| 9-3-2014 | 110,77 | 0,98 | 1085,5 |
| 16-3-2014 | 64,56 | 1,37 | 884,4 |
| 21-3-2014 | 97,40 | 1,05 | 1022,7 |
| 28-3-2014 | 96,91 | 0,96 | 930,3 |
| 26-5-2014 | 69,16 | 1,29 | 892,1 |
| 21-6-2014 | 103,74 | 0,78 | 809,2 |
| 25-6-2014 | 75,73 | 1,02 | 772,4 |
| 22-7-2014 | 97,52 | 0,97 | 946,0 |
| 26-8-2014 | 98,27 | 0,99 | 972,8 |
| 13-9-2014 | 52,56 | 1,06 | 557,2 |
| 10-10-2014 | 69,09 | 1,00 | 690,9 |
| 22-11-2014 | 84,41 | 1,14 | 962,2 |
| 16-12-2014 | 70,03 | 1,05 | 735,4 |
| 24-12-2014 | 97,44 | 1,16 | 1130,2 |
| 26-12-2014 | 97,40 | 1,10 | 1071,4 |

Tabel 3.4: Per schip aangevoerde crude Mesa 30 met uiteenlopende zwavelgehaltenes

Uit de Excelberekening op basis van de gegevens uit deze tabel, volgt dat het ongewogen gemiddelde zwavelgehalte voor Mesa 30 uitkomt op 1,04% en het volume gewogen gemiddelde op 1,03%. Wij stellen vast dat hoewel de spreiding in het zwavelgehalte vrij groot is, de ongewogen en gewogen gemiddelden bij deze steekproef vrijwel overeen komen. Een verklaring hiervoor is waarschijnlijk dat er in de tankervrachten qua volume geen grote variatie optreedt. De ver-

scheepte hoeveelheid ligt meestal rond de 100 kton per tanker. Dit leidt tot een uitmiddeling. Onder die omstandigheden leidt het hanteren van een rekenkundig gemiddelde in plaats van het juiste gewogen gemiddelde, niet tot een onacceptabele fout. In de questionnaire geeft ISLA een zwavelgehalte op van 1,02 % voor het totaal aan ladingen. De door ons verrichte steekproef geeft geen aanleiding om de door ISLA genoemde waarde in twijfel te trekken. De door ons bepaalde waarde van 1,04 % is immers gebaseerd op een gelimiteerd aantal ladingen. Daarnaast kunnen afrondingsverschillen tot een gering verschil leiden.

De twee andere light crudes die ISLA in 2014 heeft ingezet zijn Lagomar en Ural crude. De zwavelgehaltenes van deze twee crudes zijn niet specifiek onderzocht omdat hiervan veel minder is aangevoerd dan van Mesa 30. De zwavelhoeveelheid in de light crude stromen is als volgt:

| Crude soort | Doorzet in ton per jaar | Zwavelgehalte in % | Zwavelvracht in ton per jaar |
|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| MESA 30 Blend | 6.154.512 | 1,02 | 62.518 |
| URAL | 179.055 | 1,31 | 2.346 |
| LAGOMAR | 83.511 | 1,18 | 985 |
| LIGHT CRUDE Totaal | 6.417.078 | 1,026 | 65.849 |

Tabel 3.5: Uitsplitsing van de zwavelgehaltenes in de light crude soorten zoals gebruikt in de questionnaire

In de questionnaire is 1,03% S aangehouden voor de totale stroom aan light crude, wat als afgeronde waarde overeenkomt met de geverifieerde waarde van 1,026% uit tabel 3.5. Omdat ten aanzien van de heavy crudesoorten Merey en Tia Juana geen grote spreiding in het zwavelgehalte is geconstateerd en de opgegeven gehalten vrij goed overeenkomen met literatuurwaarden, werden hierbij tijdens het driedaagse verificatieonderzoek van de zijde van eisers geen kanttekeningen geplaatst. Ook ten aanzien van de blend- en feedstock werden er van de zijde van eisers geen kritiekpunten naar voren gebracht.

Tussenconclusie zwavelgehalte ingaande stromen:

De in de questionnaire door ISLA opgegeven zwavelgehaltenes voor de ingaande stromen (crude plus feed- en blendstock) kunnen dienen als basis voor het onderzoek.

Massastromen

Voor wat betreft de verificatie van de crude totalen is gebruik gemaakt van een lijst met "Bills of lading" die alleen bestaat uit crude die is bestemd voor de ISLA raffinaderij (derhalve geen crude die voor PDVSA in Bullenbaai wordt opgeslagen voor doorvoer). De lijst is niet als bijlage aan dit verslag toegevoegd omdat van de zijde van ISLA is verzocht deze lijst vertrouwelijk te behandelen in verband met klantgegevens. Waar het totaal in de questionnaire op 9.950 kiloton uitkomt,

komt het totaal aan crude o.b.v. de lijsten die bij het verificatie overleg zijn gebruikt, uit op 9.991,2 kiloton (verschil van 0,5%). Tijdens het verificatieonderzoek is dit door alle deelnemers gezien en niet bekritiseerd. De technici van ISLA wijten dit verschil aan de laatste aanpassingen/correcties die in zo'n bestand plaatsvonden.

Tussenconclusie ingaande massastromen:

De gezamenlijk vastgestelde ingaande massastromen zijn leidend voor de massastromen. Daarvan uitgaande is de voor 2014 aan te houden crudestroom als volgt opgebouwd:

| PRODUCTCODE | NAAM | CLEANDISC KILOS | CLEANDISC KILOTON |
|-------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|
| 01004 | MESA 30 BLEND | 6.205.530.680 | 6.206 |
| 08295 | URAL CRUDE OIL | 196.712.197 | 197 |
| 01095 | LAGOMAR | 76.038.123 | 76 |
| | 10_LIGHT CRUDE Total | 6.478.281.000 | 6.478 |
| 01512 | TJP | 1.554.644.721 | 1.555 |
| 01568 | MEREY(16) | 1.958.063.214 | 1.958 |
| 03994 | BULLENBAY BLEND CRUDE | 207.861 | 0 |
| | 12_HVY CRUDE Total | 3.512.915.796 | 3.513 |
| | Total Crude | 9.991.196.796 | 9.991 |

Tabel 3.6: Doorzet aan ingaande crudes voor ISLA in 2014 (overgenomen uit het originele document)

Door de volumes te vermenigvuldigen met de zwavelgehalten, wordt de zwavelvracht bepaald die zich in de ingaande stromen bevindt.

| Input grondstof | Doorzet in kiloton/jaar | Zwavelgehalte (fractie) | Zwavel in kton/jaar |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| Light Crude | 6.478,28 | 0,010261459 | 66,477 |
| Heavy Crude | 3.512,92 | 0,027015172 | 94,902 |
| Totaal Crude | 9.991,20 | | 161,379 |
| | | | |
| Feedstock | 94,27 | 0,005250617 | 0,490 |
| Blendstock | 62,30 | 0,009035577 | 0,563 |
| Totaal | 10.147,77 | | 162,432 |

Tabel 3.7: Opbouw na verificatie van de ingaande massastromen in niet afgeronde getallen

3.4 Conclusie ingaande zwavelvracht

De geverifieerde ingaande zwavelstroom bedraagt 162,432 kiloton zwavel en die in de questionnaire 162,364 kiloton. Afgerond is dit in beide gevallen 162,4 kiloton zwavel in het productiejaar 2014. In hoofdstuk 9 van dit verslag zal nog worden rekening gehouden met de nauwkeurigheid van de verschillende schattingen, ook in verband met afrondingen.

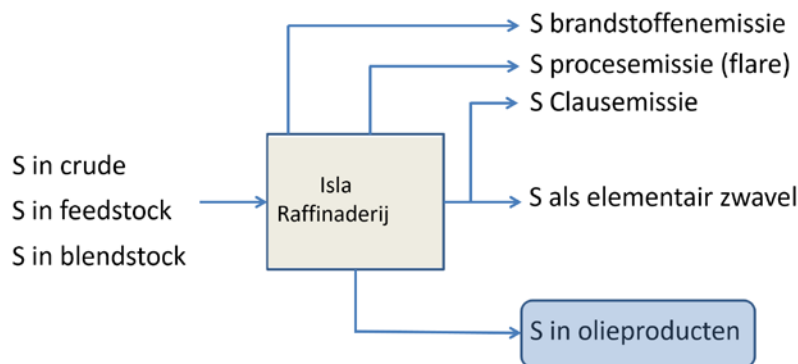
4 Uitgaande zwavelvracht: olieproducten

4.1 Omschrijving van de massastroom

Van de zwavelstromen die de ISLA raffinaderij verlaten, is die in de olieproducten het meest omvangrijk. In het jaar 2013 bevatten de olieproducten 77,5% van de totale zwavelvracht en in 2014 bedroeg dit 71,5 %.

Het overgrote deel van de zwavel in de crude (zie hoofdstuk 3) komt dus terecht in de olieproducten die de raffinaderij produceert, en dan met name in de zware, residuale producten als bunkerolie (stookolie voor zeeschepen), vacuümdestillaat en bitumen. Het zwavelgehalte varieert bij deze producten tussen de 2,5 en 3%. De lichtere producten, de destillaten zoals benzine, gasolie en kerosine, bevatten lagere gehalten aan zwavel, zo tussen de 0,05% (500 ppm) voor benzine tot 0,5% (5.000 ppm) voor gasolie.

Omdat de ISLA raffinaderij in hoofdzaak de aangevoerde crudes destilleert en katalytisch kraakt, produceert zij relatief veel residuale (zware) producten. Een moderne raffinaderij zou de residuale producten verder kunnen omzetten in lichte producten, bijvoorbeeld met behulp van cookers of door middel van hydrocracking. Dit gebeurt bij ISLA echter niet, waardoor er een hoog aandeel aan zware producten resteert na de raffinage. In onderstaand blokschema is de plaats van de uitgaande zwavelvracht via de olieproducten blauw gearceerd.



4.2 Opgave in de questionnaire

Van de zijde van ISLA (zie vraag 1 van de questionnaire, bijlage 1.1) ontvingen wij het volgende overzicht van de uitgaande stromen in de vorm van olieproducten over het jaar 2014. Wij merken hierbij op dat door afrondingen, marginale verschillen op kunnen treden tussen de verschillende kolommen (omrekeningen) en in de sommaties.

| Olieraffinage | | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Output producten naar derden | Doorzet (kton/jaar) | Doorzet (ton/dag) | Zwavelgehalte | Zwavel (kton/jaar) | Zwavel (ton/dag) | Percentage van S output |
| <i>LPG</i> | 24,1 | 66,0 | 0,00% | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| <i>Nafta/benzine</i> | 2.266,6 | 6.209,9 | 0,05% | 1,2 | 3,2 | 0,7 |
| <i>Avtur</i> | 802,1 | 2.197,7 | 0,18% | 1,5 | 4,0 | 0,9 |
| <i>Gasolie</i> | 1.977,4 | 5.417,4 | 0,44% | 8,7 | 23,8 | 5,2 |
| <i>Vac. Destillaat</i> | 31,4 | 86,1 | 2,86% | 0,9 | 2,5 | 0,5 |
| <i>Bunkerolie</i> | 3.565,8 | 9.769,4 | 2,51% | 89,4 | 245,0 | 53,4 |
| <i>Smeeroliën</i> | 107,5 | 294,6 | 0,42% | 0,5 | 1,2 | 0,3 |
| <i>Asfalt (wegen)</i> | 187,0 | 512,3 | 3,03% | 5,7 | 15,5 | 3,4 |
| <i>Brandstof CUC</i> | 476,9 | 1.306,7 | 2,54% | 12,1 | 33,2 | 7,2 |
| | | | | | | |
| Totaal olieproducten | 9.439,0 | 25.860,2 | | 119,8 | 328,3 | 71,5 |

Tabel 4.1 – Output vanwege de producten naar derden (bron: questionnaire 2014)

4.3 Verificatie

De verificatie van de uitgaande zwavelstromen via de aardolieproducten heeft plaatsgevonden op de ISLA raffinaderij tijdens het verificatiebezoek aan de ISLA raffinaderij in aanwezigheid van vertegenwoordigers van SHZC/SMOC en van ISLA.

Verificatiemethode

De verificatiemethode voor het jaar 2014 komt in grote lijnen overeen met de methode die in de voorgaande procedure door StAB is toegepast voor het jaar 2013. Daarbij is de opgave in de questionnaire vergeleken met de "brongegevens" van de afdeling FRAO van de raffinaderij waar de bedrijfsadministratie van alle in- en uitgaande vrachten plaatsvindt. Op ons aangeven heeft de productverificatie zich gericht op de verscheepte bunkerolie en gasolie. Uit de questionnaire 2014 volgt dat de bunkerolie 53,4% van de gehele zwavelstroom van de raffinaderij bevat, ofwel ongeveer 75% van de zwavel in de producten⁴. De tweede grootste zwavelstroom bevindt zich in de gasolie die 5,3% van de gehele zwavelstroom van de raffinaderij bevat, ofwel ongeveer 7,3% van alle zwavel in de producten. Met de keuze om de verificatie toe te spitsen op deze twee producten werd ingestemd door zowel eisers als door ISLA. Zodoende hebben wij tijdens het verificatieonderzoek de olieproducten die aan diverse afnemers (bijvoorbeeld Curoil) zijn geleverd, geverifieerd in bijzijn van alle partijen. Dit was mogelijk door uit de boek-

⁴ De bunkerolie bevat 89,4 kiloton zwavel en alle producten tezamen bevatten 119,8 kiloton zwavel. Het zwavelaandeel van de bunkerolie aan het totale zwavelgehalte in de producten is derhalve: $89,4/119,8 \times 100\% = 74,6\%$.

houding van ISLA steekproefsgewijs de originele ladingbrieven als controlemiddel te gebruiken. Met deze boekhoudkundige methode kon de verificatie eenvoudig worden uitgevoerd; het is bijvoorbeeld niet nodig om bij de afnemers aanvullend bewijs op te vragen. Tijdens het verificatiebezoek is van de zijde van eisers aangegeven - bij monde van de heer Deelen - dat de gepresenteerde waarden (volumes en zwavelgehalten) zeer aannemelijk waren.

Bunkerolie

Bunkerolie is een verzamelterm voor zware stookolie die onder meerdere productnamen is omschreven, zoals Aqua IFO (industrial fuel oil voor Aqualectra), Aqua MFO (marine fuel oil voor de New Diesel Power Plant op het ISLA terrein), Bunker 380 (bunkerolie met een maximum viscositeit van 380 Centistokes).

In de presentatie die ISLA tijdens de verificatie over het jaar 2014 gaf, kwam naar voren dat in dat jaar 3.594.161,9 ton bunkerolie is verscheept en verpompt. Het stockverschil (verschil tussen beginvoorraad op 1 januari 2014 en eindvoorraad op 31 december 2014) bedroeg 41.392,2 ton waardoor de productie aan bunkerolie kan worden gesteld op 3.594.162 - 41.392 ton = 3.552.770 ton bunkerolie, ofwel er is 3.552,8 kiloton bunkerolie geproduceerd. In de questionnaire was een doorzet aan bunkerolie van 3.565,8 kiloton vermeld.

Vervolgens is ter verificatie van het zwavelgehalte uit de lijst met scheepsladingen bunkerolie en transporten per pijpleiding, een steekproef van 5 charges genomen. Door de heren Van Leeuwen (SMOC) en Wuisman (StAB) zijn aselect uit de lijst met "Bills of lading" de volgende charges aangewezen: het schip Tradewind Union, het schip Four Island, het schip Ozden-S, en twee pijpleidingtransporten naar Curoil. Daarvan is van de gekozen charge bunkerolie ter plekke het bijbehorende zwavelgehalte opgezocht in de database SQL-LIMS. Tenslotte is dit gehalte vergeleken met het jaargemiddelde gehalte dat in de questionnaire is gebruikt om de zwavelvracht over het jaar 2014 te berekenen. Dienaangaande werden de volgende gegevens aangetroffen.

| <i>Charge</i> | <i>Zwavelgehalte onderzochte charge</i> | <i>Jaargemiddeld zwavelgehalte</i> |
|-----------------------------|---|------------------------------------|
| <i>Tradewind Union</i> | 2,56% S | 2,51% S |
| <i>Four Island</i> | 2,59% S | 2,50% S |
| <i>Ozden-S</i> | 2,37% S | 2,35% S |
| <i>Curoil (pijpleiding)</i> | 2,53% S | 2,51% S |
| <i>Curoil (pijpleiding)</i> | 2,61% S | 2,51% S |
| <i>Gemiddelde</i> | 2,53% S | 2,48% S |

Tabel 4.2: De vijf willekeurig gekozen charges bunkerolie die zijn gebruikt ter verificatie van het zwavelgehalte

Het gemiddelde S-gehalte van de charges uit onze steekproef is 2,53%. Het gemiddelde S-gehalte van alle charges over het gehele jaar gemiddeld, is 2,48%. Wanneer beide gehalten even veel waarde wordt toegekend⁵, bedraagt het gemiddelde gehalte 2,51%. Dit komt overeen met de waarde die voor het zwavelgehalte in de bunkerolie is gehanteerd in tabel 3 van de questionnaire. Gelet hierop constateren wij dat 2,51% S als een redelijke waarde kan worden aangehouden, ook in relatie tot de waarde van 2,52% S die in de voorgaande procedure voor de bunkerolie in 2013 is aangehouden waarbij het grootste deel van de totale bunkerolie is geverifieerd tijdens een apart onderzoek ter plaatse. Het geheel overziende menen wij dat voor de zwavelvracht in de bunkerolie worden aangehouden: 3.552,8 kiloton bunkerolie x 2,51% S = 89,175 kiloton S. Dit is 0,2 kiloton lager dan de 89,4 kiloton S uit de questionnaire. Dit is een acceptabel marginaal verschil.

Tussenconclusie bunkerolie:

De verificatie toont aan dat de in de questionnaire vermelde gegevens over de bunkerolie als uitgangspunt voor de massabalans kunnen dienen.

Gasolie

Gasolie ofwel dieselolie of diesel, is de productstroom die na de bunkerolie de meeste zwavel bevat. Analoog aan de werkwijze beschreven bij de bunkerolie zijn vijf schepen uit de lijst met "*Bills of lading*" aselect bepaald. De namen van deze schepen zijn: Maersk Claire, MS Simon, Zouzou, Elektra en Eagle Madrid. Van de gekozen charge bunkerolie is het bijbehorende zwavelgehalte opgezocht in de database SQL-LIMS. Vervolgens is dit specifieke gehalte vergeleken met het jaargemiddelde gehalte dat gebruikt is om uiteindelijk de zwavelvracht over het jaar 2014 te berekenen. Dienaangaande is het volgende geconstateerd.

| Charge | Zwavelgehalte onderzochte charge | Jaargemiddeld zwavelgehalte |
|----------------------|---|------------------------------------|
| <i>Maersk Claire</i> | 0,45% S | 0,44% S |
| <i>MS Simon</i> | 0,46% S | 0,47% S |
| <i>Zouzou</i> | 0,46% S | 0,42% S |
| <i>Elektra</i> | 0,42% S | 0,45% S |
| <i>Eagle Madrid</i> | 0,47% S | 0,42% S |
| <i>Gemiddelde</i> | 0,45% S | 0,44% S |

Tabel 4.2: Vijf willekeurig gekozen charges gasolie die zijn gebruikt ter verificatie van het zwavelgehalte

⁵ De steekproef is eigenlijk te klein (N = 5) om volledig onderbouwde conclusies te trekken. Onze indruk is dat de getallen uit de steekproef niet statistisch afwijkend zijn, dat wil zeggen: binnen het 95% betrouwbaarheidsinterval liggen.

Uit dit overzicht komt naar voren dat 0,44% S als een redelijke waarde kan worden aangehouden, ook in relatie tot de waarde van 0,46% S die in de voorgaande procedure voor de gasolie in 2013 is gebruikt. Aangezien in de questionnaire 0,44% S is aangehouden, kan deze waarde in stand blijven.

Tussenconclusie gasolie:

De in de questionnaire vermelde gegevens over de gasolie kunnen als uitgangspunt voor de massabalans dienen.

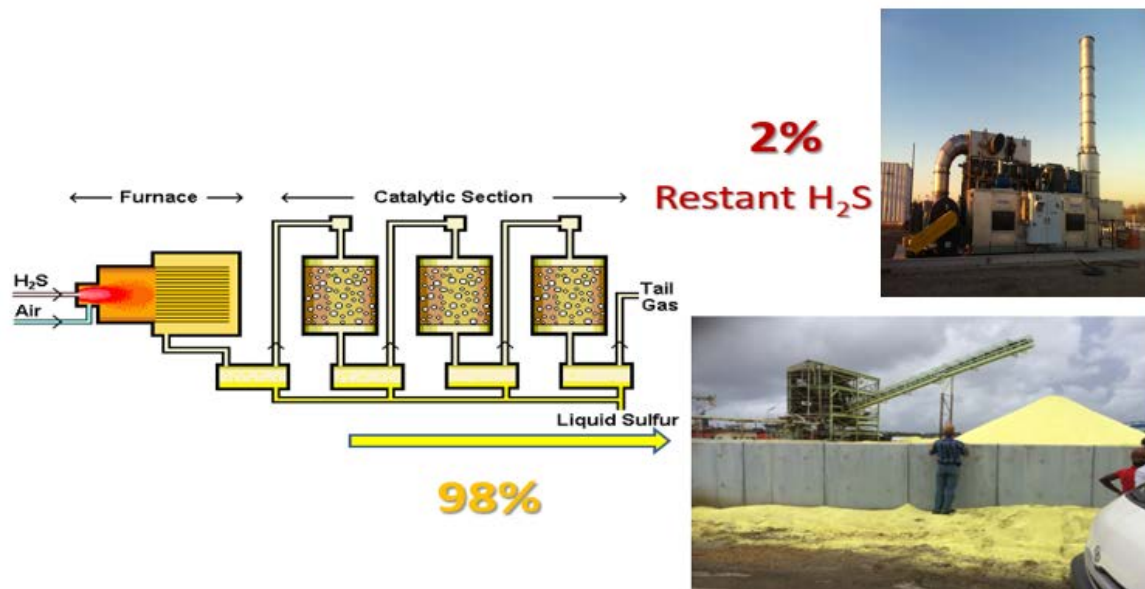
4.4 Conclusie verificatie olieproducten

Na verificatie is vast komen te staan dat voor de uitgaande zwavelstroom in de aardolieproducten, de gegevens uit tabel 3 van de questionnaire kunnen worden aangehouden. In 2014 bevatte deze productenstroom 119,8 kiloton zwavel.

5 Uitgaande zwavelvracht: elementair zwavel

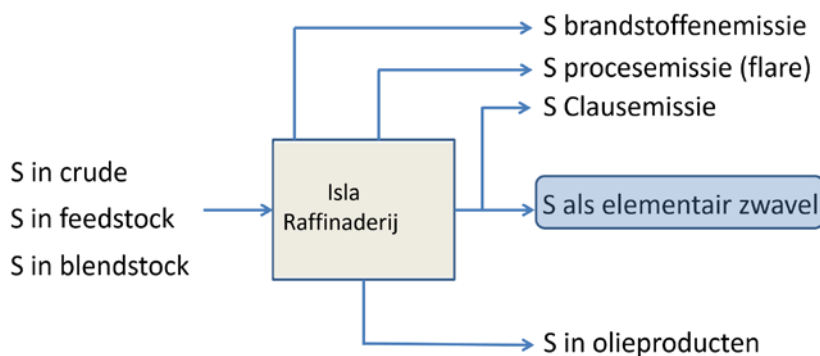
5.1 Omschrijving van de massastroom

Aan de producten die een raffinaderij produceert worden eisen gesteld, onder meer ten aanzien van het zwavelgehalte. Voor de lichtere producten zoals benzine gelden strengere eisen dan voor de zwaardere producten zoals gasolie of stookolie. Om aan de eisen te kunnen voldoen vindt ontzwaveling van brandstoffen plaats door middel van hydro desulfurization (HDS) of kortweg hydrotreating. De zwavelverbindingen reageren in dit proces met waterstof (H_2) tot waterstofsulfide (H_2S , ook wel zwavelwaterstof genoemd). Daarnaast ontstaan koolwaterstoffen zoals methaan, ethaan, propaan en butaan en mogelijk nog zwaardere componenten. Het H_2S wordt uit de gasstroom verwijderd door middel van amineabsorptie. Dit vindt plaats in de absorber. Hierdoor ontstaat een sterk geconcentreerde stroom zwavelamineverbinding(en). Amine en H_2S worden vervolgens in de regenerator door middel van strippen weer gescheiden hetgeen een H_2S -rijke gasstroom oplevert. Dit giftige en naar rotte eieren stinkende gas kan vervolgens met behulp van het Claus proces in de aanwezige zwavelterugwinningsinstallaties SRU's (sulphur recovery units) omgezet worden tot onschadelijk (geel) elementair zwavel (met chemisch symbool S). Het niet omgezette waterstofsulfide in de restgassen wordt in een incinerator (naverbrander) verbrand en komt dan alsnog als zwaveldioxide in de atmosfeer. In onderstaande afbeelding 5.1 is ter illustratie weergegeven hoe in dit voorbeeld een SRU, die hier is opgebouwd uit 3 reactoren het aangeboden H_2S voor 98% omzet in S en de resterende 2% H_2S verbrandt tot SO_2 .



Afbeelding 5.1: De H_2S rijke gasstroom wordt in dit voorbeeld door het Claus proces voor 98% omgezet in elementair zwavel, terwijl de 2% H_2S die niet is omgezet, in de incinerator (naverbrander) wordt verbrand tot SO_2 .

De aldus geproduceerde zwavel is ná de zwavelstroom in de olieproducten, de tweede grootste zwavelstroom binnen de raffinaderij. In het jaar 2013 was het aandeel in de totale zwavelvracht circa 15% en in 2014 bedroeg dit volgens de questionnaire circa 22%. In onderstaand figuur is de plaats van de uitgaande zwavelvracht van de elementair zwavelproductie in het blokschema blauw gearceerd.



5.2 Opgave in de questionnaire

Van de zijde van ISLA (zie vraag 1 van de questionnaire, bijlage 1.1) ontvingen wij het volgende overzicht van de uitgaande stromen in de vorm van door de raffinaderij geproduceerd zwavel. Opgemerkt zij dat door afrondingen marginale verschillen op kunnen treden in de uitkomsten. De SRU's 1 en 2 zijn in de tabel weggelaten omdat deze in 2014 niet in werking zijn geweest.

| <i>Zwavelproductie door de SRU's</i> | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------|----------------------------|
| | Doorzet (kton/jaar) | Doorzet (ton/dag) | Zwavel- gehalte | Zwavel (kton/jaar) | Zwavel (ton/dag) | Percentage van S output |
| <i>Zwavel SRU 3</i> | 16,2 | 44,3 | 96,00% | 15,54 | 42,6 | 9,3 |
| <i>Zwavel SRU 4</i> | 10,5 | 28,7 | 96,85% | 10,16 | 27,8 | 6,1 |
| <i>Zwavel SRU 5</i> | 12,3 | 33,6 | 96,66% | 11,86 | 32,5 | 7,1 |
| Totaal 3 SRU's | 38,9 | 106,7 | 96,4% | 37,56 | 102,9 | 22,4 |

Tabel 5.1: Output vanwege de teruggewonnen zwavel in 2014

De opgegeven hoeveelheid van 37,56 kton zwavel is in de beantwoording van vraag 12 van de questionnaire onderbouwd. Daarbij is door ISLA gebruik gemaakt van de methode op bladzijden 57 en 58 van het StAB-deskundigenbericht van 16 juni 2015 (StAB-39490) voor het vaststellen van de totale productie van elementair zwavel. Die productie vindt plaats in een zogenoemde pelletizer. Die installatie ontvangt de zwavel in hete vloeibare vorm. Door afkoeling met water vormt zich vaste zwavel in de vorm van korrels. Deze worden opgevangen op de zogenoem-

de zwavelberg op het terrein. Onderstaande fotoserie geeft een impressie van de wijze waarop een en ander in zijn werk gaat.



Afbeelding 5.2: Een zwavelterugwinningseenheid (SRU) en opslagtanks voor vloeibare zwavel



Afbeelding 5.3: In de pelletizer wordt de vloeibare zwavel in water afgekoeld tot kleine bolletjes die worden opgeslagen op het open terrein in afwachting van verscheping.

In de questionnaire is aangegeven dat de pelletizer in 2014 gedurende 350 dagen in werking was. Van deze 350 dagen zijn van 262 dagen accurate dagrapportages beschikbaar over de behaalde productie. De overige 88 dagrapportages zijn door ISLA als onvoldoende betrouwbaar gekwalificeerd, bijvoorbeeld omdat ze een dagproductie van 0 aangeven terwijl de pelletizer volgens ISLA wel in operatie was en er zwavel werd geproduceerd, of omdat de betreffende dagrapportage

exact dezelfde waarde aangeeft als de dag ervoor waardoor aan de juistheid van het cijfer moet worden getwijfeld.

Gedurende genoemde 262 dagen is in totaal 25.237 ton zwavel geproduceerd, wat neer komt op een gemiddelde dagproductie van $(25.237 \text{ ton} : 262 \text{ dagen} =) 96,32 \text{ ton}$. Dit daggemiddelde toegepast op de 88 dagen dat de pelletizer wel in operatie was, maar waarvoor onvoldoende betrouwbare dagrapportages beschikbaar zijn, komt overeen met een productie van $(96,3 \text{ ton} \times 88 =) 8.476,5 \text{ ton}$ zwavel. Tezamen met de hiervoor genoemde 25.237 ton zwavel komt het totaal voor 2014 dan uit op (afgerond) 33.714 ton zwavel ofwel 33,7 kton zwavel.

ISLA voert vervolgens aan dat de daadwerkelijk in 2014 geproduceerde hoeveelheid zwavel hoger zal liggen, omdat dit blijkt uit de in 2014 en begin 2015 afgevoerde hoeveelheid zwavel. Op 14 december 2013 (derhalve kort voor het begin van het hier relevante jaar 2014) werd nog een grote hoeveelheid zwavel afgevoerd (te weten 6,5 kton). Dit betekent dat het "beginsaldo" van de hoeveelheid zwavel op 1 januari 2014 minimaal is geweest. Vervolgens zijn volgens ISLA de volgende partijen zwavel in 2014 afgevoerd:

- 4,0 kton zwavel op 16 maart 2014
- 4,4 kton zwavel op 20 maart 2014
- 6,6 kton zwavel op 15 mei 2014
- 7,7 kton zwavel op 27 juli 2014
- 5,5 kton zwavel op 1 september 2014
- 5,1 kton zwavel op 30 oktober 2014

Het totaal daarvan bedraagt 33,3 kton zwavel. Vervolgens is op 28 januari 2015 – zijnde de eerste verscheping van zwavel volgend op die van 30 oktober 2014 – een hoeveelheid van 7,0 kton zwavel afgevoerd. Bij een jaargemiddelde zwavelproductie van 96,32 ton per dag en uitgaande van 28 productiedagen in januari, is in totaal een geschatte hoeveelheid van 2,7 kton zwavel geproduceerd gedurende de eerste 28 dagen van 2015. Wordt die hoeveelheid afgetrokken van de in totaal 7,0 kton die op 28 januari 2015 is afgevoerd, dan resteert een hoeveelheid van $(7,0 - 2,7 =) 4,3 \text{ kton}$ zwavel. Het ligt volgens ISLA voor de hand dat deze hoeveelheid is geproduceerd in de periode gelegen tussen de laatste verscheping van zwavel in 2014 op 30 oktober 2014 en 1 januari 2015. Die hoeveelheid van 4,3 kton zwavel past ook ruimschoots binnen de circa 6 kton zwavel waar men op uit komt als men de zwavelproductie zou berekenen op basis van de hiervoor genoemde gemiddelde dagproductie van 96,32 ton zwavel aangezien dit resulteert in een hoeveelheid van $(96,32 \text{ ton} \times 62 \text{ dagen} =) 5,97 \text{ kton}$ zwavel. Wordt de hoeveelheid van 4,3 kton zwavel toegevoegd aan het hiervoor genoemde getal van 33,3 kton zwavel, dan is de uitkomst 37,6 kton zwavel. Dit getal ligt zeer dicht bij de 37,56 kton zwavel genoemd in tabel 3 van de questionnaire als de totale hoeveelheid zwavel geproduceerd door de SRU's, aldus luidt de toelichting door ISLA.

5.3 Verificatie

De verificatie van de uitgaande zwavelstromen via de elementair zwavelproductie heeft plaatsgevonden op de ISLA raffinaderij tijdens het verificatiebezoek in aanwezigheid van vertegenwoordigers van SHZC c.s. en van ISLA.

Verificatiemethoden

Als verificatiemethode zijn tijdens het verificatieonderzoek vier voorstellen gedaan, namelijk op basis van:

1. de geproduceerde zwavel aan de hand van de dagstaten van de SRU-productie,
2. de scheepsladingen waarmee de zwavel is afgevoerd,
3. de geproduceerde zwavel aan de hand van de conversierendementen van de Claus installaties,
4. Het aflezen van de niveaus (hoog/laag) van de opslagtanks met vloeibare zwavel.

De derde methode is in het concept-deskundigenbericht nog wel gebruikt om de omvang van de zwavelproductie te bepalen. Naar aanleiding van de reacties van beide partijen op het concept-deskundigenbericht, vervalt deze verificatiemethode. Omdat het conversierendement van de Claus installaties een belangrijke factor is voor het bepalen van de omvang van de procesemissie, zal dit onderdeel verderop in dit verslag behandeld worden in hoofdstuk 8 over de procesemissie bij ISLA.

De vierde methode is tijdens het driedaagse verificatieonderzoek op Curaçao uitgebreid besproken waarbij door ISLA op overtuigende wijze duidelijk werd gemaakt dat deze methode geen betrouwbare indicatie levert van de geproduceerde zwavelhoeveelheid. Kort gezegd zou de hoogste niveaustand minus de laagste niveaustand van de opslagtanks op zich een goede maat kunnen opleveren, maar dit wordt belet doordat de twee opslagtanks onderling zijn verbonden waardoor ook tussentijdse niveauverschillen optreden. Zodoende is niet duidelijk wat de daadwerkelijk afgevoerde hoeveelheid is. Om deze reden is de vierde methode niet bruikbaar bevonden voor de verificatie en verder niet uitgewerkt.

5.3.1 De dagstatenmethode

De zwavel die de SRU's produceren, komt in vloeibare vorm vrij en wordt opgevangen in zwavelputten, zie voorgaande afbeelding 5.2. Vervolgens wordt dit vloeibare zwavel naar een opslagtank gepompt, van waaruit de zwavel naar de pelletizer (zie voorgaande afbeelding 5.3) wordt getransporteerd, alwaar zwavelpellets worden gevormd. De begin- en eindstand van die opslagtank wordt dagelijks afgelezen/gemeten en het verschil wordt vervolgens gerapporteerd als de

hoeveelheid geproduceerd zwavel. Aan de hand van deze dagelijkse rapportages ("dagstaten") hebben wij de omvang van de zwavelproductie vastgesteld. Wij hebben voor de verificatie gebruik gemaakt van de tabel "*Sulfur tank data 2014*" die ons per e-mail is toegestuurd op 12 april 2016, en die op de volgende pagina is afgebeeld (en als bijlage 5.1 aan het deskundigenbericht is toegevoegd). De tabel stelt in feite een jaarkalender voor waarin de dagproducties van vloeibaar zwavel (de dagstaten) zijn opgenomen waarover de operators hebben gerapporteerd. Omdat de rapportages over het gehele jaar nogal wat hiaten en foutieve gegevens bevatten, heeft ISLA met verschillende kleurcodes aangeduid wat in feite had moeten zijn gerapporteerd. Er zijn zodoende verschillende kleuren gebruikt voor de vakjes die de dagen voorstellen in de tabel.

Met telkens een specifieke datum als voorbeeld, leggen wij hieronder uit wat de betreffende kleurcode beoogt aan te geven.

- Op **1 mei 2014** staat in een wit vakje het getal 117 vermeld. Dat betekent dat die dag een hoeveelheid van 117 ton vloeibaar zwavel is doorgepompt van de opslagtanks naar de pelletizer; de witte kleur van het datumvakje houdt in dat dit een correcte dagelijkse zwavelvracht betreft.
- Op **3 januari 2014** staat in een groen vakje het getal 162 vermeld. Dat betekent dat die dag een hoeveelheid van 162 ton vloeibaar zwavel is verpompt; de groene kleur van het datumvakje houdt in dat dit een correcte dagelijkse zwavelvracht betreft, maar de daaropvolgende data tot en met 7 januari die eveneens 162 ton vermelden, zijn dat niet. Omdat dezelfde waarde één of meerdere malen herhaald is gerapporteerd, wordt de betrouwbaarheid van de melding(en) door ISLA zelf in twijfel getrokken. Deze onbetrouwbare "*repeated values*" dienen te worden gecorrigeerd; het gaat hierbij om 73 dagen.
- Op **14 januari 2014** staat in een oranje vakje het getal 0 vermeld. De kleur oranje duidt echter aan dat ten onrechte nul ton/dag is gemeld; het kon geen nul zijn want de pelletizer was die dag wel in werking. Ook deze onjuiste "*faulty values*" dienen te worden gecorrigeerd; het gaat hierbij om 11 dagen.
- Op **16 maart, en 16 en 17 november 2014** is in een rood datumvakje geen waarde vermeld, maar ISLA geeft daarvan aan dat de pelletizer wel in werking was. Met betrekking tot deze drie dagen met "*missing values*" menen wij dat hiervoor naar analogie van het voorgaande onderzoeksverslag over het jaar 2013, geen gecorrigeerde dagvrachten achteraf moeten worden gehanteerd. Dit doen wij uit oogpunt van een consistente rekenmethode.
- Op **1 januari 2014** tenslotte, is met een grijs vakje aangegeven dat er op duidt dat geen gegevens beschikbaar zijn, en dat de pelletizer niet in werking was. Voor die dag (nieuwjaarsdag) kan ons inziens eenvoudigweg nul ton/dag als veilige waarde worden aangehouden.

| Year 2014 | Sulfur ex TK-3946/3947 to Sulfur Pelletizer in T/D | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|---------|
| Day | January | February | March | April | May | June | July | August | September | October | November | December | |
| 1 | | 95.4 | 141.4 | 38 | 117 | 97.2 | 113.4 | 72 | 108 | 135 | 128.5 | 185.5 | |
| 2 | 0 | 167.4 | 141.4 | 25.2 | 130.2 | 91.8 | 113.4 | 80.1 | 108 | 90 | 90.9 | 185.4 | |
| 3 | 162 | 81 | 0 | 129.6 | 127.1 | 72 | 82.8 | 100.8 | 170.8 | 108 | 126 | 147.6 | |
| 4 | 162 | 54 | 19 | 144 | 60.9 | 42.8 | 54.2 | 133.2 | 58 | 108 | 81 | 108 | |
| 5 | 162 | 54 | 100.8 | 93.6 | 160 | 125.9 | 115.2 | 37.8 | 72 | 75.6 | 81 | 108 | |
| 6 | 162 | 54 | 147.6 | 56 | 216 | 144.2 | 111.6 | 36 | 95.4 | 36.9 | 81 | 0 | |
| 7 | 162 | 113.4 | 90 | 56 | 138.6 | 131.4 | 139.5 | 70.6 | 88.2 | 91.8 | 81 | 54 | |
| 8 | 108 | 64.8 | 183.6 | 115.2 | 101.7 | 172.8 | 68.4 | 50.4 | 37.1 | 39.6 | 81 | 109.8 | |
| 9 | 71 | 46 | 27 | 82.8 | 167.4 | 126 | 68.4 | 101 | 39.4 | 82.4 | 81 | 122.4 | |
| 10 | 69.8 | 88 | 36 | 90 | 54 | 91.8 | 68.4 | 101 | 84.6 | 108.9 | 105.1 | 55.8 | |
| 11 | 0 | 88 | 0 | 90 | 180 | 54 | 68.4 | 101 | 138.6 | 18 | 109.6 | 0 | |
| 12 | 0 | 88 | 0 | 75 | 90 | 45 | 68.4 | 101 | 122.4 | 0 | 95.3 | 0 | |
| 13 | 0 | 88 | 46.8 | 84.6 | 72 | 36 | 68.4 | 101 | 90 | 52.2 | 113.2 | 0 | |
| 14 | 0 | 88 | 79.2 | 75.6 | 95.4 | 36 | 54 | 115.2 | 108 | 9 | 108 | 45 | |
| 15 | 81 | 66.6 | 56.7 | 72 | 95.4 | 91 | 54 | 108 | 86.4 | 145.8 | 147.6 | 102.1 | |
| 16 | 30.6 | 120.6 | | 72 | 54 | 66.6 | 54 | 108 | 90 | 264.6 | | 104.4 | |
| 17 | 88.2 | 0 | 96.5 | 68.4 | 50.4 | 91.8 | 129.6 | 90 | 90 | 162 | | 113.4 | |
| 18 | 81 | 45 | 67.1 | 68.4 | 69.4 | 108 | 132.3 | 126 | 90 | 162 | 108 | 142.2 | |
| 19 | 32.4 | 90 | 136.8 | 68.4 | 57.1 | 91.4 | 140.4 | 111.6 | 75.6 | 108 | 108 | 63 | |
| 20 | 54 | 108 | 176.4 | 68.4 | 0 | 114 | 133.2 | 79.2 | 77.4 | 108 | 162 | 75.6 | |
| 21 | 81 | 147.6 | 0 | 57.6 | 0 | 160.8 | 108 | 68.4 | 88.2 | 61.2 | 162 | 126 | |
| 22 | 95 | 158.4 | 81 | 72 | 0 | 70.2 | 54 | 45 | 61.2 | 93.6 | 136.8 | 126 | |
| 23 | 59.4 | 165.6 | 54 | 0 | 183.6 | 81 | 54 | 93.6 | 61.2 | 50.4 | 136.8 | 162 | |
| 24 | 77.4 | 90 | 46.8 | 0 | 160.2 | 88.2 | 54 | 69.3 | 87.7 | 46.8 | 108 | 109.8 | |
| 25 | 84.6 | 161.5 | 54 | 0 | 73.8 | 70.2 | 54 | 47.7 | 68.9 | 46.8 | 90 | 131.8 | |
| 26 | 119.6 | 184.6 | 72 | 0 | 45 | 131.4 | 54 | 47.7 | 127.2 | 73 | 0 | 131.8 | |
| 27 | 118.6 | 141.4 | 118.8 | 36 | 36 | 129.6 | 54 | 47.7 | 183.6 | 124.2 | 0 | 39.6 | |
| 28 | 90.4 | 158.4 | 97.2 | 68.4 | 36 | 86.4 | 54 | 47.7 | 172.8 | 128.5 | 27 | 0 | |
| 29 | 90.4 | | 82.8 | 41.4 | 54 | 129.6 | 54 | 47.7 | 205.2 | 128.5 | 27 | 0 | |
| 30 | 135 | | 38 | 95.4 | 70 | 194.4 | 72 | 72 | 145.8 | 128.5 | 160.2 | 97.2 | |
| 31 | 135 | | 28.8 | | 122.4 | | 72 | 72 | | 128.5 | | 47.7 | |
| Total in T | 2512.4 | 2807.7 | 2219.7 | 1944 | 2817.6 | 2971.5 | 2522 | 2482.7 | 3031.7 | 2915.8 | 2736 | 2694.1 | 31655.2 |
| Corrected Total in T | 1639 | 2347.7 | 2078.3 | 1520.8 | 2686.2 | 2935.5 | 1508.6 | 1635.9 | 2682.5 | 2105.5 | 1768.7 | 2328.3 | 25237.0 |

| | Days | |
|------------------------|------|---|
| Missing* | 3 | No Data available |
| Faulty | 11 | OT/D reported, but Sulfur Pelletizer was in service |
| Repeated value | 73 | Value was not updated compared to the prior day(s) |
| | 1 | No data available and unit was down. |
| Total incorrect values | 87 | |

*Note: Sulfur pelletizer did not run on Jan 1st, but it did run on March 16th, and Nov 16th / 17th

| Tank information | | | |
|------------------|-------|--------------------|--|
| Max height | 769 | cm | |
| Tank Factor | 0.442 | m ³ /cm | |
| Sulfur density | 1819 | kg/m ³ | |

| Reliable repeated value | Number that was repeated on the following day(s) |
|-------------------------|--|
|-------------------------|--|

| | Days |
|--|------|
| Total days in 2014 | 365 |
| Pelletizer not in operation | 16 |
| Pelletizer in operation | 349 |
| Total Correct values when in operation | 262 |

| | T/D |
|---|-------|
| Average sulfur production per day | 96 |
| Estimation of sulfur on days with unreliable values | 8380 |
| Total estimated production in one year | 33617 |

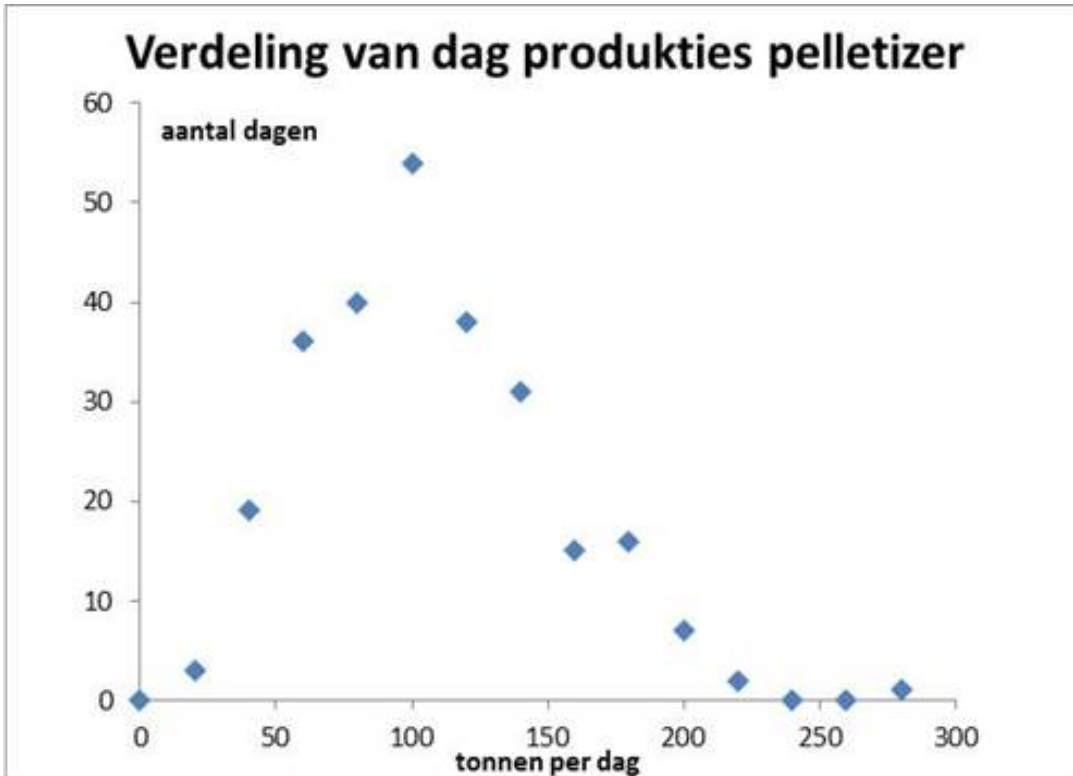
Afbeelding 5.4: Van ISLA ontvangen jaaroverzicht met gerapporteerde dagvrachten van vloeibaar zwavel dat naar de pelletizer is verpompt (NB: in de tabel is de Angelsaksische notatie gebruikt)

Teneinde de gegevens in het jaaroverzicht doelmatig te bewerken, hebben wij ten eerste de gegevens geconverteerd naar een Excel rekenblad. Vervolgens zijn eerst alle onjuiste waarden verwijderd; dat wil zeggen de waarden in de gele, oranje en rode velden. In onderstaande afbeelding 5.5 is dit verbeeld.

| Day | Jan | Feb | Mar | April | May | June | July | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 0,00 | 95,40 | 141,40 | 38,00 | 117,00 | 97,20 | 113,40 | | 108,00 | 135,00 | | 185,50 |
| 2 | 0,00 | 167,40 | | 25,20 | 130,20 | 91,80 | | 80,10 | | 90,00 | 90,90 | 185,40 |
| 3 | 162,00 | 81,00 | | 129,60 | 127,10 | 72,00 | 82,80 | 100,80 | 170,80 | 108,00 | 126,00 | 147,60 |
| 4 | | 54,00 | 19,00 | 144,00 | 60,90 | 42,80 | 54,20 | 133,20 | 58,00 | | 81,00 | 108,00 |
| 5 | | | 100,80 | 93,60 | 160,00 | 125,90 | 115,20 | 37,80 | 72,00 | 75,60 | | |
| 6 | | | 147,60 | 56,00 | 216,00 | 144,20 | 111,60 | 36,00 | 95,40 | 36,90 | | 0,00 |
| 7 | | 113,40 | 90,00 | | 138,60 | 131,40 | 139,50 | 70,60 | 88,20 | 91,80 | | 54,00 |
| 8 | 108,00 | 64,80 | 183,60 | 115,20 | 101,70 | 172,80 | 68,40 | 50,40 | 37,10 | 39,60 | | 109,80 |
| 9 | 71,00 | 46,00 | 27,00 | 82,80 | 167,40 | 126,00 | | 101,00 | 39,40 | 82,40 | | 122,40 |
| 10 | 69,80 | 88,00 | 36,00 | 90,00 | 54,00 | 91,80 | | | 84,60 | 108,90 | 105,10 | 55,80 |
| 11 | 0,00 | | | | 180,00 | 54,00 | | | 138,60 | 18,00 | 109,60 | 0,00 |
| 12 | 0,00 | | | 75,00 | 90,00 | 45,00 | | | 122,40 | 0,00 | 95,30 | 0,00 |
| 13 | 0,00 | | 46,80 | 84,60 | 72,00 | 36,00 | | | 90,00 | 52,20 | 113,20 | 0,00 |
| 14 | | | 79,20 | 75,60 | 95,40 | | 54,00 | 115,20 | 108,00 | 9,00 | 108,00 | 45,00 |
| 15 | 81,00 | 66,60 | 56,70 | 72,00 | | 91,00 | | 108,00 | 86,40 | 145,80 | 147,60 | 102,10 |
| 16 | 30,60 | 120,60 | | | 54,00 | 66,60 | | | 90,00 | 264,60 | | 104,40 |
| 17 | 88,20 | | 96,50 | 68,40 | 50,40 | 91,80 | 129,60 | 90,00 | | 162,00 | | 113,40 |
| 18 | 81,00 | 45,00 | 67,10 | | 69,40 | 108,00 | 132,30 | 126,00 | | | 108,00 | 142,20 |
| 19 | 32,40 | 90,00 | 136,80 | | 57,10 | 91,40 | 140,40 | 111,60 | 75,60 | 108,00 | | 63,00 |
| 20 | 54,00 | 108,00 | 176,40 | | | 114,00 | 133,20 | 79,20 | 77,40 | | 162,00 | 75,60 |
| 21 | 81,00 | 147,60 | | 57,60 | | 160,80 | 108,00 | 68,40 | 88,20 | 61,20 | | 126,00 |
| 22 | 95,00 | 158,40 | 81,00 | 72,00 | | 70,20 | 54,00 | 45,00 | 61,20 | 93,60 | 136,80 | |
| 23 | 59,40 | 165,60 | 54,00 | 0,00 | 183,60 | 81,00 | | 93,60 | | 50,40 | | 162,00 |
| 24 | 77,40 | 90,00 | 46,80 | 0,00 | 160,20 | 88,20 | | 69,30 | 87,70 | 46,80 | 108,00 | 109,80 |
| 25 | 84,60 | 161,50 | 54,00 | 0,00 | 73,80 | 70,20 | | 47,70 | 68,90 | | 90,00 | 131,80 |
| 26 | 119,60 | 184,60 | 72,00 | | 45,00 | 131,40 | | | 127,20 | 73,00 | 0,00 | |
| 27 | 118,60 | 141,40 | 118,80 | 36,00 | 36,00 | 129,60 | | | 183,60 | 124,20 | 0,00 | 39,60 |
| 28 | 90,40 | 158,40 | 97,20 | 68,40 | | 86,40 | | | 172,80 | 128,50 | 27,00 | 0,00 |
| 29 | | | 82,80 | 41,40 | 54,00 | 129,60 | | | 205,20 | | | |
| 30 | 135,00 | | 38,00 | 95,40 | 70,00 | 194,40 | 72,00 | 72,00 | 145,80 | | 160,20 | 97,20 |
| 31 | | | 28,80 | | 122,40 | | | | | | | 47,70 |

Afbeelding 5.5: Het jaaroverzicht waarin alle onjuist ingevulde waarden (in de gele, oranje en rode vakjes) zijn weggelaten. De grijze vakjes geven aan dat de maand daar ophoudt.

Over het hele jaar 2014 gezien, zijn er 262 productiedagen met een correct ingevulde zwavel dagvracht die groter is dan nul. Gekeken naar de verdeling tussen het aantal dagen en de geproduceerde tonnen zwavel per dag, zie onderstaande afbeelding 5.6, blijkt sprake te zijn van een redelijke normale verdeling. Dat houdt in dat een redelijke schatting kan worden gemaakt op basis van de steekproef van 262 dagen.



Afbeelding 5.6: Verdeling tussen productiedagen en geproduceerde hoeveelheden

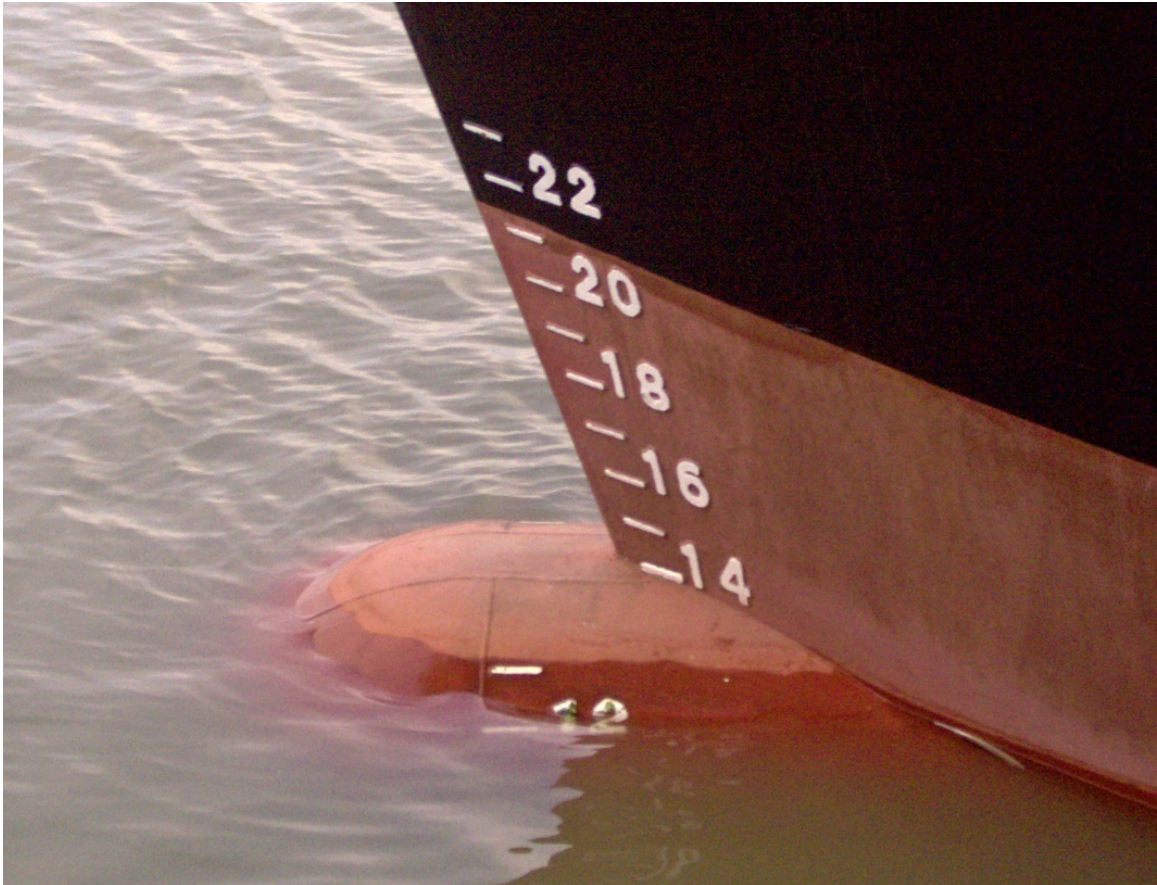
Op deze 262 bijgehouden dagen is in totaal 25.237 ton S geproduceerd. Als jaargemiddelde dagwaarde kan dan worden aangehouden $25.237/262 = 96,324$ ton per dag. Dit is gelijk aan de jaargemiddelde waarde die ook in de questionnaire is berekend.

De bijgehouden productie van 25.237 ton S wordt nu aangevuld met de 84 dagen waarop de pelletizer wel in werking was, maar de productiestaten ontbraken. Deze 84 dagen zijn de dagen die als gele en oranje velden zijn aangegeven in afbeelding 5.5. De rode velden tellen niet mee zoals eerder uitgelegd. Dat houdt in dat de 25.237 ton S wordt aangevuld met $84 \times 96,324$ ton S per dag = 8.091,2 ton S waarmee het geheel voor **2014** uitkomt op $25.237 + 8.091,2 = 33.328$ ton = **33,33 kiloton S**.

De questionnaire komt 386 ton S hoger uit op **33,7 kiloton S** omdat ISLA rekent met 88 ontbrekende dagen in plaats van 84 dagen. Deze 4 extra dagen zijn de drie "rode" dagen plus nog een dag. Wij blijven op basis van onze analyse een jaarproductie aanhouden van **33,33 kiloton** elementair zwavel.

5.3.2 De verschepingen

Een tweede schatting zou mogelijk kunnen worden gebaseerd op de hoeveelheid per schip afgevoerde zwavel. Deze afgevoerde hoeveelheid kan in beginsel vrij nauwkeurig worden bepaald doordat de diepgang wordt afgelezen van een schip dat de zwavel vervoert.



Afbeelding 5.7: De diepgang van een schip kan gebruikt worden om het gewicht van lading aan boord te bepalen

De questionnaire vermeldt dat in 2014 zes zeeschepen 33,2 kiloton zwavel hebben afgevoerd, volgens onderstaand vrachtschema:

| Scheepslading zwavel | Datum |
|-----------------------------|------------------|
| 3,953 kton | 16 maart 2014 |
| 4,399 kton | 20 maart 2014 |
| 6,601 kton | 15 mei 2014 |
| 7,669 kton | 27 juli 2014 |
| 5,501 kton | 1 september 2014 |
| 5,099 kton | 30 oktober 2014 |
| 33,222 kton | Hele jaar 2014 |

Tabel 5.3: Scheepsladingen zwavel die in 2014 zijn afgevoerd

Deze getransporteerde hoeveelheid van 33,22 kiloton komt vrijwel overeen met de 33,33 kiloton die wij in voorgaande subparagraaf 5.3.1 (dagstatenmethode)

hebben vastgesteld⁶. Niettemin berekent ISLA in de questionnaire dat op basis van de transporten per zeeschip, in het jaar 2014 een hoeveelheid 37,6 kton zwavel moet zijn geproduceerd.

Voor een uitgebreide toelichting op ISLA's rekenmethode, verwijzen wij naar paragraaf 5.2 van dit verslag. Wij zijn van mening dat de omvang van de geproduceerde zwavel door ISLA op basis van deze gegevens te hoog wordt ingeschat. De afgevoerde scheepsladingen in 2014 zouden gelijk gesteld kunnen worden aan de productie in 2014. Hierbij ontstaat echter het probleem dat de afvoer begin 2014 nog betrekking kan hebben op productie in 2013, wat leidt tot een overschatting van de zwavelproductie. Andersom wordt de productie aan het eind van het 2014 niet meegenomen wat weer leidt tot een onderschatting van de zwavelproductie. De methode van ISLA bestaat eruit dat de afgevoerde vrachten, zie tabel 5.3, worden opgeteld, hetgeen uitkomt op 33,2 kton, ofwel door ISLA afgerond op 33,3 kton. Daarbij wordt nog opgeteld de productie die heeft plaatsgevonden in de laatste twee maanden van het jaar (de periode ná 30 oktober toen de laatste vracht van 2014 is afgevoerd). Die 2 maanden zwavelproductie kan volgens ISLA worden bepaald uit interpolatie tot de eerste vracht in 2015 (28 januari 2015) wat uitkomt op 4,3 kiloton. Een tweede manier is door gedurende 2 maanden te rekenen met een jaargemiddelde dagproductie van 96,32 ton zwavel, hetgeen uitkomt op 6,0 kiloton. ISLA kiest voor de interpolatiemethode en telt zodoende 4,3 kiloton op bij de in 10 maanden afgevoerde 33,3 kiloton waarmee het totaal 37,6 kiloton S bedraagt.

Zoals hiervoor opgemerkt, wijzen wij er op dat de afvoer begin 2014 nog betrekking kan hebben op productie in 2013, wat leidt tot een overschatting van de zwavelproductie. Dit doet zich naar onze mening voor bij de benadering die ISLA in deze heeft gevolgd omdat zij aanneemt dat de verscheepte hoeveelheid zwavel van 33,3 kton in 10 maanden is geproduceerd. ISLA vult daarom dus aan voor de 2 ontbrekende maanden door de eerstvolgende volgende scheepslading van 7 kiloton naar rato over 2014 (4,3 kiloton) mee te rekenen. Het gaat hier echter om de geproduceerde en niet om de verscheepte hoeveelheid. De dagstatenmethode kwam met onze methode uit op 33,3 kiloton S. Daarom lijkt ons toe dat ISLA de productie in de laatste twee maanden van 2014 dubbel heeft gerekend, dus met 14 in plaats van 12 maanden.

Wanneer men exact de massa van de zwavelbergen op 1 januari 2014 en op 31 december 2014 zou kennen, dan zou wel rechtstreeks kunnen worden afgeleid wat gedurende het gehele jaar 2014 is geproduceerd. De balans daarvoor luidt als volgt:

⁶ Overigens berust dit op toeval. Uit de dagstatenmethode volgt een direct verband met de productie. Bij de verscheepte hoeveelheid is dit niet het geval

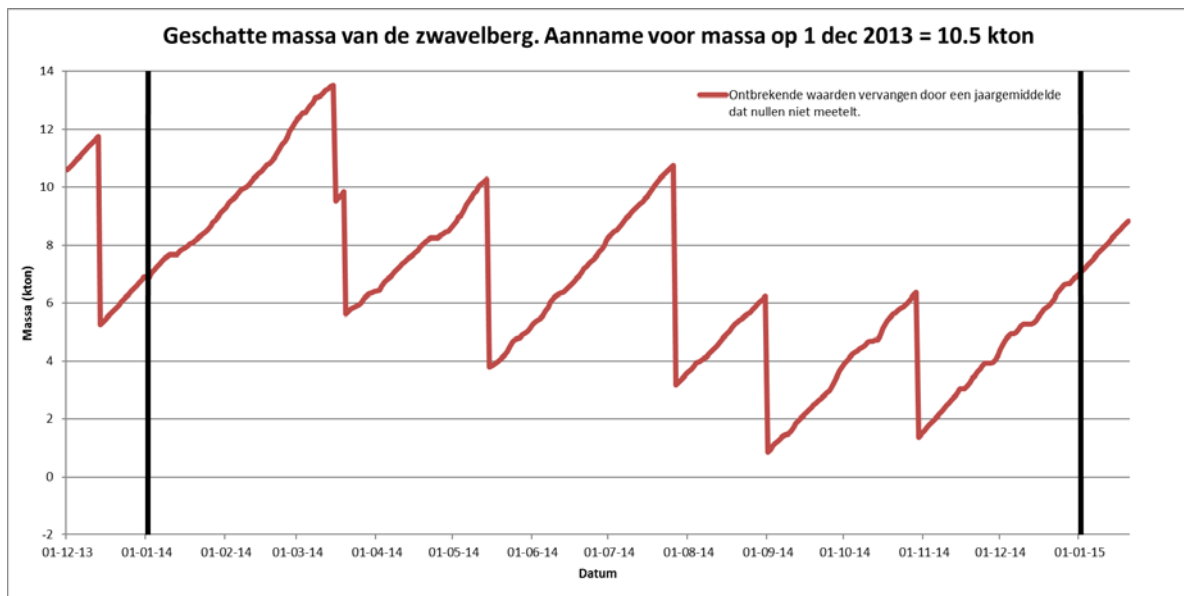
Productie = eindstand (gewicht zwavelberg op 31-12- 2014) – beginstand (gewicht van de zwavelberg op 1-1-2014) + Afvoer per schip.

De schattingen van het gewicht van de zwavelberg zijn echter lastig te maken. Er kan wel op consistentie worden gecontroleerd tussen de aangenomen begin/eindstanden en de eerste methode (genoteerde SRU-dagproducties). Dit zal nu worden toegelicht.

Op basis van de gegevens uit subparagraaf 5.3.1 van dit verslag, kan voor elke dag een dagproductie worden bepaald. De dagproducties zijn afhankelijk van de aannames die zijn gedaan voor het invullen van ontbrekende data in de SRU-productie. De grafiek is gebaseerd op de volgende overwegingen:

- Er wordt een schatting van de massa van de zwavelberg (uitgedrukt in kton) op 14 december 2013. Dit is de datum waarop de laatste scheepslading in 2013 is afgevoerd.
- Elke dag wordt de zwavelberg verzwaard met de dagproductie voor die dag.
- De grootte van de zwavelberg wordt verlaagd op basis van de gegevens van de scheepsladingen zoals gegeven in tabel 5.3.

Onderstaande grafiek in afbeelding 5.8 geeft de hoogte van de zwavelberg, onder een aantal van deze aannames. In paragraaf 12.11 is een uitgebreidere toelichting op deze grafiek gegeven, naar aanleiding van de reactie van ISLA op het concept-deskundigenbericht.



Afbeelding 5.8: Grafiek waarin het verloop is aangegeven van de productie tussen de afvoerdagen (omhooglopende rode lijn) en de zes data waarop is afgevoerd (rechte lijn naar beneden).

Deze hoogte hangt vooral af van de aangenomen beginstand op 1 januari 2014. De grafiek laat aanvullend op bovenstaande tabel zien dat het niet aannemelijk is dat de zwavelberg op 1 januari 2014 minder zwaar was dan 7 kton. In dat geval zou er immers bij sommige scheepsladingen meer afgevoerd zou worden dan de omvang van de zwavelberg op dat moment. Als verder wordt aangenomen dat gedurende het jaar 2014 de berg op enig moment bijna weg moet zijn geweest, kan de beginstand op 1 januari 2014 ook niet veel hoger dan 7 kton zijn geweest. De gevolgde methode voor het invullen van de ontbrekende dagproductie resulteert in een iets grotere afvoer dan productie in 2014. De eindstand op 31 december 2014 ligt namelijk tussen de 5 en 6 kton. De hier gepresenteerde grafiek geeft geen uitsluitsel over de hoeveelheid zwavel die er is geproduceerd maar laat, bij hierboven afgeleide zwavelproductie, naar onze mening een geloofwaardig beeld zien. Een aanname van een veel lagere productie van zwavel (d.w.z. minder dan 33 kton) leidt vaker tot de situatie dat meer lijkt te worden afgevoerd dan er is (leidende tot een negatieve massa/hoogte in de grafiek). De vaststelling dat het aannemelijk is dat er meer dan 33 kiloton elementair zwavel moet zijn geproduceerd, is consistent met de waarde van de productie van 33,33 kton die in subparagraaf 5.3.1 is afgeleid.

5.4 Samenvatting en conclusie zwavelproductie

Wij hebben vanuit twee invalshoeken een schatting gemaakt over de omvang van de zwavelberg die door de drie SRU's van de ISLA raffinaderij in het jaar 2014 is geproduceerd. Wij stellen vast dat van deze methoden de "dagstatenmethode" het meest betrouwbaar/minst onbetrouwbaar is. De verscheepte hoeveelheden zwavel zijn hiermee in ieder geval niet in strijd. Daarom is in dit onderzoek een jaarproductie van 33,33 kton (afgerond 33,3 kton) elementair zwavel aangehouden.

6 Tussenbalans over de zwavelstromen

6.1 Bevindingen uit de voorgaande hoofdstukken

De overall massabalans over de gehele raffinaderij, is dat de totale ingaande zwavelstroom gelijk is aan de totale uitgaande zwavelstroom. Ofwel:

Zwavel in de crude + feedstock + blendstock = zwavel in de olieproducten + geproduceerd elementair zwavel + zwavel in de emissie (bestaande uit procesemissie + brandstofemissie).

- In hoofdstuk 3 is na verificatie de ingaande zwavelstroom van de crude + feedstock + blendstock vastgesteld op 162,4 kiloton;
- In hoofdstuk 4 is na verificatie de uitgaande zwavelstroom in de olieproducten vastgesteld op 119,8 kiloton;
- In hoofdstuk 5 is na verificatie de geproduceerde hoeveelheid elementair zwavel vastgesteld op afgerond 33,3 kiloton.

6.2 Bepaling emissie-omvang door middel van deductie

De massabalans van de zwavelstromen bestaat uit 4 hoofdstromen waarvan er dus drie bekend zijn en geverifieerd. De ontbrekende hoofdstroom die de hoeveelheid zwavel in de (totale) emissie omvat, is daaruit eenvoudig af te leiden:

| |
|--|
| $162,4 = 119,8 + 33,3 + \text{emissie}$. De emissie bedraagt derhalve $162,4 - 153,1 = \mathbf{9,3}$ kiloton S. |
|--|

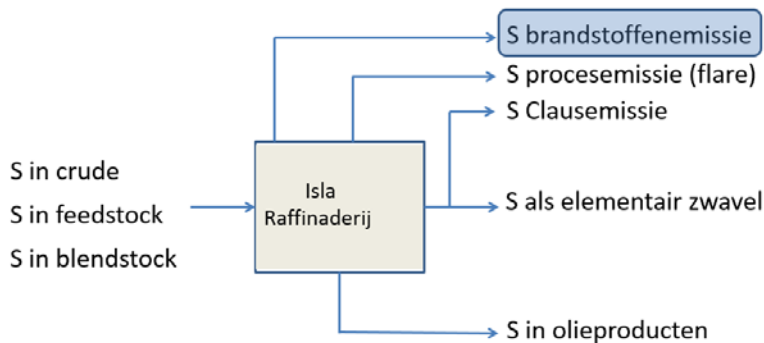
6.3 Verschil tussen massabalans en opgave in questionnaire

De emissie van de raffinaderij is onder te verdelen in de procesemissie en de brandstofemissies. In de questionnaire is voor de procesemissie (tabel 5) een omvang van 4,2 kiloton en voor de brandstofemissie (tabel 4) een omvang van 5,9 kiloton aangegeven. De totale emissie op grond van de questionnaire bedraagt derhalve $4,2 + 5,9 = \mathbf{10,1}$ kiloton S. Dit betekent dat er tussen de emissie die door StAB/TNO is vastgesteld op basis van de massabalans en de door ISLA opgegeven emissie, een verschil zit van $10,1 - 9,3 = \mathbf{0,8}$ kiloton S. Vanwege dit verschil zal in de navolgende twee hoofdstukken worden stilgestaan bij respectievelijk de brandstof- en de procesemissie.

7 Brandstofemissie

7.1 De brandstoffen die ISLA intern gebruikt

De zwavel in de brandstoffen die ISLA zelf gebruikt voor de diverse thermische processen (destillieren, vacuüm destillieren, katalytisch kraken, thermisch kraken etc.) komt bij de verbranding vrij als zwaveldioxide. De brandstoffen die ISLA inzet zijn: asphalt (pitch), fuel oil (stookolie) en fuel gas (raffinaderijgas). In onderstaand blokschema is de plaats aangegeven waar de brandstofemissie vrijkomt.



Van deze brandstoffen is pitch de zwaarste soort, zwaarder nog dan stookolie. Pitch bestaat uit lange koolstofketens. Het is een stroperig (viskeus) bodemproduct dat bij ISLA niet verder gekraakt kan worden in lichtere producten. Pitch komt als residu vrij bij de thermische kraker TC-2 en wordt (warm) als brandstof ingezet bijvoorbeeld bij de Crude distillers CD-2 en CD-3 en bij de Vacuüm distillers HV-6 en HV-7. Pitch is geen commerciële brandstofsoort in de zin dat deze op de markt kan worden afgezet als bunkerolie voor schepen of stookolie voor centrales. Pitch wordt als restproduct met lage economische waarde alleen door ISLA en door de BOO-centrale van CRU gebruikt. Het heeft een hoog zwavelgehalte dat varieert tussen de 2,54 en 3,73%.

Naast pitch wordt nog stookolie ingezet als brandstof omdat deze ruimschoots geproduceerd wordt en eveneens een lage economische waarde heeft. Stookolie heeft eveneens een hoog zwavelgehalte, zij het lager dan pitch, dat ligt tussen de 2,36 en 2,66%.

Bij de destillatie en kraakprocessen ontstaan diverse gassen waaronder refinery fuel gas (RFG), een mengsel van diverse gassen zoals methaan, ethaan, etheen en waterstof dat enige CO en kleine hoeveelheden C₃, C₄, N₂ en H₂S kan bevatten. De samenstelling kan veranderen, afhankelijk van de raffinageprocessen en de verwerkte grondstoffen. RFG wordt opgevangen in het raffinaderij gassysteem, maar wordt niet opgeslagen en moet dus snel worden gebruikt en kan niet op de markt worden afgezet als verkoopbaar product. Daarom wordt RFG aanvullend

intern ingezet als brandstof. RFG bevat tot 0,1% S en geldt daarmee als een relatief schone brandstof.

Tot slot wordt naast de hiervoor genoemde brandstoffen ook de verbranding van cokes tijdens het regenereren van de katalysator van de FCCU niet gezien als een procesemissie maar als een brandstofemissie, omdat de warmte die vrijkomt in het regeneratieproces door de FCCU weer wordt gebruikt. Het gaat hier om de katalysatordeeltjes die in de Cat cracker worden ingezet om lange koolstofketens te "kraken" tot kortere. Zodoende worden zware producten (zoals via vacuümdestillatie verkregen gasolie (VGO)) gekraakt tot lichte producten (zoals benzine en gassen) die meer marktwaarde hebben.

De kraakreactie verloopt bij een temperatuur tussen 510 en 520°C en bij atmosferische druk. Bij het kraken wordt gebruik gemaakt van een katalysator. Dit is een stof die de snelheid van een bepaalde reactie verhoogt zonder zelf bij die reactie te worden verbruikt. De poedervormige katalysatordeeltjes die bestaan uit zeoliet, worden in het "riser gedeelte" van de reactor intensief in contact gebracht met de VGO dampen. Door de menging van de fijne katalysatordeeltjes met de dampen gedragen deze zich als een vloeistof (Engels: fluid, vandaar "fluid cat cracking" (FCC)).

Gedurende dit proces worden koolstofachtige residu's (cokes genoemd) op de katalysatordeeltjes afgezet. In deze cokes bevindt zich een deel van de zwavel die met de FCCU voeding is aangevoerd. De cokes moet regelmatig van de katalysator worden afgebrand omdat de katalysatoractiviteit anders snel vermindert. Bij het afbranden komt de zwavel die in de koolstofachtige residu's is ingebouwd vrij als SO₂. De katalysatordeeltjes bestaan zelf uit inert materiaal dat niet kan verbranden. Dit afbranden gebeurt als een integraal onderdeel van het proces in de aan de reactor gekoppelde regenerator. In de regenerator wordt de cokes met lucht van de katalysatordeeltjes afgebrand. Als gevolg van dit afbranden warmt de katalysator op. De warme, schoongebrande katalysator wordt daarna terug naar de reactor gestuurd waar deze opnieuw met verse verdampte VGO in contact wordt gebracht waarbij het kraakproces zich herhaalt. De cokes dient daarbij als brandstof voor de benodigde warmte in het kraakproces. De hoeveelheid zwavel in de cokes wordt grotendeels bepaald door het zwavelgehalte in de voeding (voornamelijk VGO) die naar de FCCU gaat.

7.2 Opgave in de questionnaire

Volgens de questionnaire (tabel 8) heeft de ISLA raffinaderij over het gehele jaar 2014 de volgende brandstoffen verstoekt:

| BRANDSTOF | HOEVEELHEID BRANDSTOF (KT/JAAR) | GEMIDDELD ZWAVEL GEHALTE (%) | HOEVEELHEID ZWAVEL (KTON/JAAR) |
|------------------|--|---|---|
| ASPHALT | 134,16 | 3,03 | 4,06 |
| FUEL-OIL | 55,39 | 2,52 | 1,40 |
| FUEL-GAS | 179,33 | 0,10 | 0,17 |
| COKES | 107,70 | 0,26 | 0,28 |
| TOTAAL | 476,57 | | 5,91 |

Tabel 7.1: Overgenomen data uit tabel 8 van de questionnaire met daarin de vier verschillende brandstofsoorten die ISLA in 2014 heeft ingezet t.b.v. haar eigen raffinage processen

7.3 Verificatie

7.3.1 Fuel gas

Tijdens het verificatieonderzoek is van de zijde van ISLA aangegeven dat het fuel gas dat als topproduct bij de FCCU vrijkomt na behandeling in de amine absorber, een laag S gehalte heeft van < 50 ppm, gedeeltelijk aan CRU wordt geleverd. CRU zet dit schone gas in als brandstof voor haar gasturbines. ISLA behoudt zelf ook een gedeelte van het schone gas dat in het fuelgas distributiesysteem wordt ingezet. Het fuelgas dat meer zwavel bevat (0,1% S = 1.000 ppm S), wordt alleen door ISLA gebruikt als brandstof. Vanwege de lage zwavelconcentraties in het fuel gas en daardoor een geringe bijdrage aan de SO₂-brandstofemissie, was hierover bij de partijen overeenstemming om deze brandstof niet nader te beschouwen, dan wel deze te verifiëren.

7.3.2 Pitch

Zoals eerder aangegeven, wordt pitch niet op de markt afgezet, maar alleen door de BOO centrale van CRU en door ISLA zelf benut als brandstof. Daardoor is een verificatie aan de hand van leveranties (op basis van bills of lading etc.) voor dit product niet mogelijk voor dit product. Tijdens het verificatieonderzoek is van de zijde van ISLA toegelicht dat ISLA contractueel verplicht is pitch te leveren aan CRU, en dat wanneer dat niet mogelijk is, overgeschakeld wordt op de levering van fuel oil of gas oil. Deze brandstoffen worden dan gedeeltelijk gefactureerd. CRU heeft geen opslagfaciliteiten voor pitch; voor de levering geldt daarom het principe van "take or pay". Er is geen doorlevering naar andere afnemers dan CRU mogelijk. Voor de verificatie dient daarom te worden nagegaan hoe de door ISLA geproduceerde pitch is verdeeld tussen ISLA en CRU.

Pitch verbruik door ISLA

In de voorgaande tabel 7.1 is vermeld dat ISLA 134 kiloton asphalt met een (jaargemiddeld) zwavelgehalte van 3,03% heeft ingezet, hetgeen een zwavelvracht vertegenwoordigt van $0,0303 \times 134.000 = 4.060$ ton S per jaar.

SO₂-emissie door CRU volgens ISLA

In tabel 3 van de questionnaire is niet specifiek de aan CRU geleverde hoeveelheid pitch vermeld maar alleen het totale brandstofpakket dat bestaat uit pitch, fuel oil, gas oil en fuel gas. Uit de geleverde brandstof naar CRU onder de noemer "Brandstof CUC" (= CRU), volgt dat per dag 33,2 ton S door CRU is verstoekt (= 66,4 ton SO₂). Op jaarbasis is 12,1 kiloton S verstoekt (= 24,2 kiloton SO₂).

SO₂-emissie door CRU volgens CRU

Zoals hiervoor gemeld zijn er voor de pitch leveranties geen facturen. De enige mogelijkheid om de ontvangst te controleren is via het milieujaarverslag van CRU over het jaar 2014. Wij hebben vergeefs getracht dit verslag te verkrijgen van CRU, vervolgens van de Milieudienst en daarna bij het Ministerie van Gezondheid, Milieu en Natuur op Curaçao. Uiteindelijk hebben wij het jaarverslag op 31 mei 2016 van SMOC per e-mail ontvangen. In het "Curaçao Refinery Utilities B.V. Annual Environmental Report period January 2014 – december 2014", toegevoegd als bijlage 7.1, staat op bladzijde 6 het volgende:

"During the 12-month period of January 2014 through December 2014 the calculated SO₂ emission for the CRU facility was 46.54 metric tons per day."

Dat betekent dat CRU in het jaar 2014 aan SO₂ heeft geëmitteerd:

$365 \times 46,54 = 16.687,1$ ton SO₂ = 16,7 kiloton/jaar.

De hoeveelheden die beide bedrijven vermelden, verschillen daarmee aanzienlijk:

| SO₂-EMISSION | VOLGENS CRU | VOLGENS ISLA |
|--------------------------------|--------------------|---------------------|
| UITSTOOT CRU PER DAG | 46,54 ton | 66,4 ton |
| UITSTOOT CRU PER JAAR | 16,7 kiloton | 24,2 kiloton |

Tabel 7.2: verschillende opgaven voor de SO₂-emissie door CRU in 2014

Pitch verbruik door CRU

Vanwege dit grote verschil hebben wij ISLA gevraagd dit te verklaren waarop wij op 8 juni 2016 van de zijde van ISLA de volgende toelichting hebben ontvangen:

"ISLA weet niet hoe CRU/CUC is gekomen tot de SO₂-uitstootcijfers voor 2014 van ($365 \times 46,54 = 16.687,1$ ton SO₂ =) 16,7 kiloton/jaar. Die cijfers komen voor haar rekening.

Wat ISLA wél weet, is dat zij háár cijfers betreffende CUC zoals weergegeven in tabel 3 van de questionnaire betreffende 2014 - overigens gaat het daarbij om de leveranties door ISLA aan CRU, niet de "uitstoot" van CRU – heeft gebaseerd op de door haar gemeten hoeveelheden van de diverse in 2014 aan CRU geleverde brandstoffen en de zwavelpercentages van die brandstoffen.

Die hoeveelheden worden gemeten door zogenoemde custody transfer meters, welke zijn geïnstalleerd in de diverse pijpleidingen 'richting' CRU en welke worden gekalibreerd en onderhouden onder auspiciën van ISLA en CRU gezamenlijk. De zwavelpercentages van de diverse brandstoffen worden bepaald op basis van getrokken monsters, welke vervolgens worden geanalyseerd in ISLA's laboratorium.

ISLA staat in voor de juistheid van deze door haar aangeleverde cijfers, wat betekent dat de door CRU in haar CRU Annual Environmental Report 2014 opgegeven cijfers niet juist (kunnen) zijn."

Daarop hebben wij gevraagd om een meer uitgewerkte lijst met daarop de diverse brandstoffen die aan CRU zijn geleverd in 2014. In antwoord daarop ontvingen wij op 9 juni 2016 de volgende specificatie (waarden in Europese notatie):

| CRU | Doorzet (kton/jaar) | Doorzet (ton/dag) | Zwavel-gehalte (%) | Zwavel (kton/jaar) | Zwavel (ton/dag) | Percentage van S output |
|-----------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|-------------------------|
| Asphalt | 399,30 | 1.094,0 | 3,0 | 12,0 | 32,9 | 7,2 |
| Fuel Oil | 3,32 | 9,1 | 2,5 | 0,1 | 0,2 | 0,0 |
| Gas Oil | 1,01 | 2,8 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Fuel gas | 73,31 | 200,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Sum | 476,9 | 1.306,7 | 2,54% | 12,1 | 33,2 | 7,2 |

Tabel 7.3: Van ISLA ontvangen specificatie inzake aan CRU geleverde brandstoffen

Wij stellen vast dat de opgave achter "Sum" tabel 7.3 consistent is met de opgave achter "Brandstof CUC" uit tabel 3 van de questionnaire. ISLA meent dat haar meetwaarden correct zijn en persisteert bij haar opgegeven cijfers, waarmee het verschil in SO₂-uitstoot door CRU blijft staan op 24,2 – 16,7 = 7,5 kiloton SO₂.

Hierop heeft SMOC gereageerd per e-mailbericht van 19 juni 2016:

"In reactie op de email van de heer Claassens namens ISLA inzake het verschil in de gegevens die ISLA resp. CRU/CUC verstrekt betreffende levering en ontvangst van zwavelhoudende brandstof merken wij het volgende op.

In het StAB advies 38130N d.d. 6 mei 2009 is uitvoerig ingegaan op het toen ook al voorkomende verschil in die gegevens. In de als bijlage 2 bij dat StAB rapport toegevoegde stukken zijn de brieven te lezen van ISLA en CUC waarin door de technici van beide bedrijven gezamenlijk een verklaring wordt gegeven voor het opvallende verschil tussen ISLA gegevens en CUC gegevens m.b.t. de brandstoflevering en het brandstofverbruik van de CUC installatie (v.n.l. asphalt). Beide brieven zijn aangehecht.

In de brieven stellen ISLA en CUC gezamenlijk voor om de gegevens van CUC aan te houden "gezien deze nauwkeuriger blijken te zijn" en "deze gegevens te gebruiken in verdere berekeningen uitgevoerd door StAB". De toenmalige HSE manager van ISLA, (de huidige onderdirecteur van ISLA) de heer Karel van Haren, stemt ook toe dat StAB bij de berekeningen de CUC emissiewaarden als door CUC gerapporteerd aanhoudt.

Voor zover ons bekend is door ISLA/CUC nimmer aan StAB kenbaar gemaakt dat deze gezamenlijke conclusie gewijzigd zou zijn.

Voor de door de heer Claassens gestelde (mogelijke) onjuistheid in de cijfers van CRU/CUC is dan ook geen enkele grondslag. Integendeel. De cijfers die CRU aanlevert in haar jaarrapporten (die in uw bezit zijn) over de jaren 2013, 2014 en 2015 laten een consistent beeld zien waar het de emissie van SO₂ betreft door CRU/CUC:

2013 – 47,36 ton/dag

2014 – 46,54 ton/dag

2015 – 43,64 ton/dag

Het heeft er dus alle schijn van dat de door ISLA opgegeven cijfers niet juist (kunnen) zijn. Wij vertrouwen er derhalve op dat StAB en TNO bij de berekeningen de CRU emissiewaarden als door CRU gerapporteerd aanhoudt."

Wij merken hierover het volgende op. De nauwkeurigheid/zorgvuldigheid van de CRU cijfers is voor ons nauwelijks te controleren omdat in het jaarverslag geen opgaven staan vermeld omtrent de van ISLA ontvangen hoeveelheden brandstof en de kwaliteit daarvan. Onze controle is beperkt tot de summier informatie uit drie jaarverslagen over de jaren 2013, 2014 en 2015. De vaste methode die CRU in haar jaarverslagen over de SO₂-emissie communiceert, is dat de dagelijkse emissie in ton/dag over de eerste en over de tweede helft van het kalenderjaar is weergegeven. Vervolgens worden beide halfjaarcijfers opgeteld en door twee gedeeld om de jaargemiddelde dagemissie te verkrijgen. Voor de jaren 2013 – 2015 was de publicatie als volgt:

| SO ₂ | PERIOD JANUARY – JUNE | PERIOD JULY - DECEMBER | PERIOD JANUARY - DECEMBER |
|-----------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|
| 2013 | 58,10 tons/day | 62,93 tons/day | 47,36 metric tons/day |
| 2014 | 49,61 tons/day | 43,46 tons/day | 46,54 metric tons/day |
| 2015 | 41,47 tons/day | 45,81 tons/day | 43,64 metric tons/day |

Tabel 7.4: Halfjaar- en jaarcijfers betreffende de SO₂-emissie door CRU (bron: milieujaarverslagen CRU)

Uit een door ons uitgevoerde berekening blijkt dat voor de jaren 2014 en 2015 het jaargemiddelde exact overeenkomt met het gemiddelde van twee halfjaarsgemiddelden. Alleen voor 2013 is het gemiddelde uit de twee halfjaarsgemiddelden 60,52 in plaats van 47,36 ton/dag. Zodoende stellen wij vast dat er op de cijfers van CRU is aan te merken dat deze voor 2013 een rekenfout (daggemiddelde op jaarbasis) dan wel notatiefouten (daggemiddelden op half jaar basis) bevatten en dat de opgave zeer summier is; er kan namelijk niet worden nagegaan hoe de emissie is opgebouwd. De vaststelling van de zijde van SMOC dat de jaarrapporten over de jaren 2013, 2014 en 2015 een consistent beeld laten zien, delen wij niet. De opsomming op basis van de eigen CRU gegevens zou, uitgaande van een rekenfout in het daggemiddelde op jaarbasis, als volgt moeten zijn:

2013 – 60,52 ton/dag

2014 – 46,54 ton/dag

2015 – 43,64 ton/dag

In dat geval is geen sprake van een consistent beeld, want in 2013 is veel meer SO₂ geëmitteerd dan in 2014 en 2015.

In een e-mail bericht van de heer Claassens op 27 juni 2016 is een zelfde conclusie getrokken over de omvang van de emissie door CRU in 2013 (bijgevoegd als bijlage 7.2). Van de zijde van ISLA wordt er op gewezen dat de circa 60,5 ton SO₂ per dag voor het hele jaar 2013, nagenoeg overeenkomt met het door ISLA opgegeven cijfer voor dat jaar.

Wij merken op dat 60,5 ton per dag overeenkomt met 30,3 ton S per dag wat inderdaad vrijwel overeenkomt met de opgave door ISLA over CRU in 2013 (30 ton S per dag).

Historisch pitchverbruik ISLA

Uit de opgaaf over het jaar 2014 en uit de opgaaf van ISLA in het verificatieonderzoek uit 2013, kan een vergelijking gemaakt worden tussen het brandstofverbruik en de hoeveelheid verwerkte grondstoffen.

| Brandstof | Hoeveelheid brandstof (kt/jaar) in 2013 | Hoeveelheid brandstof (kt/jaar) in 2014 | Verhouding 2014/2013 |
|-------------------|--|--|-----------------------------|
| Asphalt | 82 | 134 | 1,63 |
| Fuel-oil | 90 | 55 | 0,61 |
| Fuel-gas | 136 | 179 | 1,32 |
| Cokes | 101 | 108 | 1,07 |
| Totaal | 409 | 476 | 1,16 |
| Crude enz. | 9.466 | 10.148 | 1,072 |

Tabel 7.5: Door ISLA verbruikte brandstoffen en grondstoffen in 2014 en 2013

Uit de tabel volgt dat ISLA in 2014 ruim 7% meer crude enz. heeft verwerkt, waardoor er ook meer brandstof moet zijn verbruikt. Uit de vergelijking volgt dat het pitchverbruik van ISLA in 2014 ongeveer 63% hoger was dan in 2013 en dat het fuel oil verbruik 39% lager was. Beter is dan om te kijken naar het gezamenlijk verbruik aan asphalt en fuel oil omdat beide brandstoffen vergelijkbare stookwaarden hebben. Het verbruik aan asphalt + fuel oil in 2013 was 172 kton en in 2014 bedroeg dit 189 kiloton, dat wil zeggen 10% meer. Nu was er in 2014 echter ook 32% meer fuel gas verbruik waardoor over de gehele linie bezien er in 2014 wel meer brandstof werd ingezet per ton crude, maar dat het verschil niet buitensporig is.

Historisch pitchverbruik CRU in 2013

Omdat van CRU geen overzicht beschikbaar is over de verschillende ingezette brandstoffen, kan van onze zijde geen volledige verklaring worden gegeven over de verschillen tussen de opgave van de geleverde brandstoffen met bijbehorend zwavelgehalte door ISLA en de door CUC gerapporteerde SO₂-emissie. In de civiele procedure betreffende het productiejaar 2013, kwam een dergelijk verschil weliswaar ook naar voren, maar in die zaak was in ieder geval wel kennis van het pitchverbruik van CRU (zie StAB-deskundigenbericht 39490 van 16 juni 2015; blz. 86 e.v.). Deze gegevens ontbreken voor het jaar 2014. Met behulp van de gespecificeerde brandstoffenlijst die ISLA heeft verstrekt, kan wel een vergelijking worden gemaakt met het jaar 2013 als referentie:

| | PITCH DAGVERBRUIK | PITCH JAARVERBRUIK | ZWAVEL- GEHALTE | UITSTOOT AAN S PER JAAR |
|--------|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| ISLA | 226 ton | 82 kiloton | 3,0 % | 2,5 kiloton |
| CRU | 921 ton | 336 kiloton | 3,0 % | 10,1 kiloton |
| TOTAAL | 1.147 ton | 418 kiloton | 3,0 % | 12,6 kiloton |

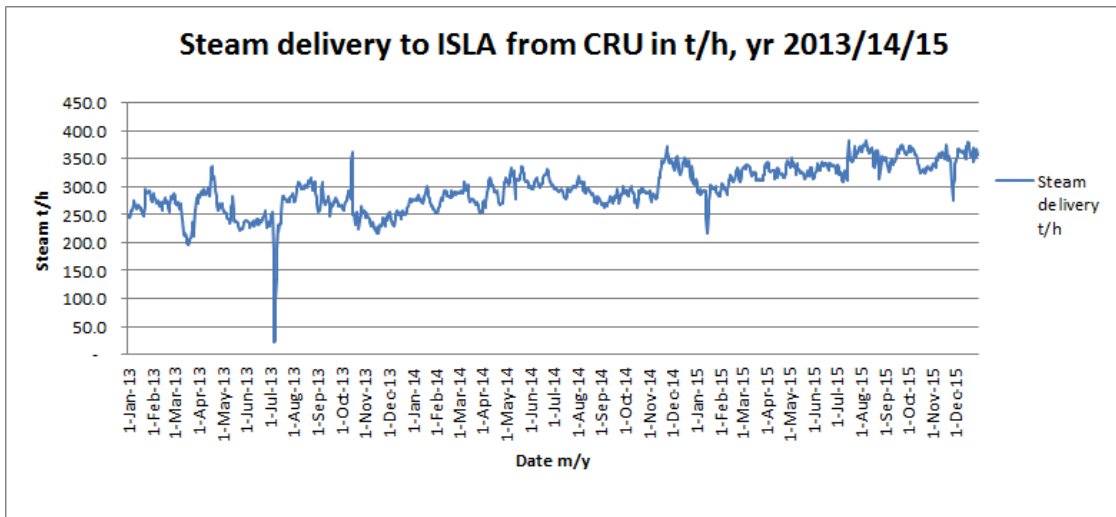
Tabel 7.6: Pitch verbruik door ISLA en CRU in 2013 (opgave ISLA)

Voor het beoordelingsjaar 2014 is het overzicht als volgt:

| | PITCH DAGVERBRUIK | PITCH JAARVERBRUIK | ZWAVEL- GEHALTE | UITSTOOT AAN S PER JAAR |
|--------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| ISLA | 367 ton | 134 kiloton | 3,03 % | 4,06 kiloton |
| CRU | 1.094 ton | 399 kiloton | 3,0 % | 11,97 kiloton |
| TOTAAL | 1.461 ton | 533 kiloton | 3,0 % | 16,03 kiloton |

Tabel 7.7: Pitch verbruik door ISLA en CRU in 2014 (opgave ISLA)

Uit de tabellen 7.6 en 7.7 volgt dat het pitchverbruik van CRU in 2014 zo'n 19% hoger was dan in 2013. Deze toename is deels te verklaren door de hoeveelheid te raffineren crude bij ISLA die ruim 7% hoger was. In de e-mail van ISLA (bijlage 7.2) is ter onderbouwing van het toenemende pitchverbruik van CRU een grafiek getoond waaruit een (licht) toenemende stoomleverantie blijkt over de jaren 2013 – 2015. De grafiek is hieronder als afbeelding 7.1 weergegeven.



Afbeelding 7.1: Van ISLA ontvangen grafiek met stoomleverantie door CRU aan ISLA over de jaren 2013 - 2015

Tevens is aannemelijk dat ook de levering van elektriciteit aan Aqualiectra in 2014 hoger is geweest. Dit valt af te leiden uit het hoofdstuk "FINAL NOTE" van het milieujarverslag van CRU. In het verslag over 2013 staat dat CRU "not full in operation" is geweest terwijl in het verslag over 2014 staat dat CRU wel "full in operation" is geweest naar beide afnemers ISLA en Aqualiectra.

Vergelijking pitch verbruik CRU – ISLA

Tot slot kan nog gezien worden of de trend in 2014 gelijkenis vertoont met die van 2013. In onderstaande tabel 7.8 is dit uitgewerkt door de verhoudingen tussen de twee pitchgebruikers te vergelijken.

| | 2013 | | | 2014 | | |
|---------------|-----------------|------------|-------------|-----------------|------------|-------------|
| | Kton pitch/jaar | Verhouding | | Kton pitch/jaar | Verhouding | |
| ISLA | 82 | 1 | 20% | 134 | 1 | 25% |
| CRU | 336 | 4 | 80% | 399 | 3 | 75% |
| TOTAAL | 418 | 5 | 100% | 533 | 4 | 100% |

Tabel 7.8: Verhouding pitch verbruik door ISLA en CRU in 2013 versus 2014

Het beeld dat voren komt is dat binnen een bandbreedte van 5% een vergelijkbaar brandstofverbruik heeft opgetreden in beide beschouwde jaren.

Conclusie

Er is een verschil vastgesteld tussen enerzijds de hoeveelheid pitch die ISLA stelt te hebben geleverd aan CRU, en anderzijds de in het milieuvverslag van CRU gerapporteerde SO₂-emissie die grotendeels het gevolg is van pitchinzet. Wij houden in dit deskundigenbericht de rapportage van ISLA aan. Wij baseren ons hierbij op het volgende:

- In de opgave van de CRU cijfers over 2013 blijkt een fout te zitten. Na correctie komt de levering aan CRU vrijwel overeen met de door ISLA verstrekte opgave over 2013. De door ISLA gemaakte schatting van de aan CRU geleverde brandstof in 2013 is derhalve juist geweest. Deze schatting hebben wij ook gebruikt in onze rapportage over 2013.
- Voorts is ons ook duidelijk dat er bij CRU sprake is geweest van een stijgende energieleverantie in de jaren na 2013, zowel aan ISLA als aan derden. Dat houdt in dat de CRU emissies in 2014 en 2015 hoger zouden moeten zijn, aangezien daartussen een evenredig verband is. Omdat de opgave door CRU in de jaarverslagen een dalende trend vermelden, kunnen wij die niet als vaststaand aanvaarden.

Gezien deze waarnemingen houden wij de gegevens van ISLA aan.

7.3.3 Fuel oil

In voorgaande tabel 7.1 is een overzicht gegeven van alle brandstoffen die ISLA zelf inzet voor haar raffinageprocessen, waaronder fuel oil. Het ging in 2014 om een verbruik van 55,39 kiloton met een (jaar)gemiddeld zwavelgehalte van 2,52% wat leidt tot een uitstoot van $55.390 \times 0,0252 = 1.396$ ton S (naar boven afgerond op 1,4 kiloton S). Het zwavelpercentage van 2,52 komt vrijwel overeen met het percentage van 2,51% dat in de questionnaire voor bunkerolie (= fuel oil) is opgegeven. Daarvan is in paragraaf 4.1 van dit deskundigenbericht geconstateerd dat 2,51% S als een redelijke waarde kan worden aangehouden. De hoeveelheid fuel oil is tijdens het verificatieonderzoek niet ter discussie gesteld door eisers.

7.3.4 FCCU-cokes

In de massabalans die op ons verzoek (zie vraag 6 van de questionnaire) door ISLA is gemaakt voor de FCCU komt tot uiting dat zowel de in- en uitgaande productstromen als de zwavelstromen binnen de systeemgrenzen nagenoeg gelijk zijn. De stroomschema's en hoeveelheden van de diverse deelstromen zijn weergegeven bij de beantwoording van vraag 6 in de questionnaire. Korthedshalve verwijzen wij naar dit deel van de questionnaire.

| FCCU | MASSASTROOM (PRODUCTEN) | ZWAVELSTROOM |
|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| <i>INGAANDE STROOM</i> | 2.352.500 ton per jaar | 32.560 ton per jaar |
| <i>UITGAANDE STROOM</i> | 2.352.500 ton per jaar | 32.503 ton per jaar |
| <i>VERSCHIL IN EN UITGAAND</i> | 0 ton per jaar (0%) | 57 ton per jaar (0,18%) |

Tabel 7.9: Samenvatting van de massabalansen over de FCCU o.b.v. vraag 6 in de questionnaire

In de FCCU-balans komt tot uiting dat een zwavelstroom van 278 ton S per jaar ontstaat door het afbranden van de FCCU-cokes; in 2014 werd met dit proces 108 kiloton cokes afgebrand (zie tabel 4 van de questionnaire). Deze zwavelstroom is reeds gereinigd door de toevoeging van een DeSO_x additief dat sedert enkele

jaren wordt toegevoegd. Uit tabel 11 van de questionnaire zijn uiteindelijk de stromen T en S van belang ter bepaling van de SO₂-reductie door de toevoeging van additief en de resterende SO₂-emissie.



Afbeelding 7.2: De FCCU van de ISLA raffinaderij

De SO₂-reductie volgt door de zwavelstromen T-S te delen door T x 100%. Dit is $(1.059/1.337) \times 100 \% = 79,2\%$. Daarmee wordt het doel van 80% reductie dat ISLA zichzelf stelt (het is namelijk geen bepaling uit de hindervergunning) vrijwel behaald.

Tijdens het verificatieonderzoek is door de voor de FCCU verantwoordelijke procestechnoloog aan de aanwezigen uitgelegd hoe de DeSO_x dosering plaats vindt. Kort gezegd is het doel van 80 procent reductie leidend. Aan de hand van afzonderlijke metingen bij de koeler van de regenerator (3 maal per week, gedurende 10 minuten per meting) wordt vastgesteld of de dosering van additief moet worden aangepast; doorgaans ligt dit rond de 200 kg per dag.



Afbeelding 7.3: de doseerinstallatie voor het DeSO_x additief

Van de zijde van ISLA ontvingen wij een nadere uitleg van de FCCU procestechnoloog (toegevoegd als bijlage 7.3 bij dit deskundigenbericht).

In eerste instantie zijn wij (in het concept-deskundigenbericht) uitgegaan van de gegevens die in de toegestuurde informatie zijn opgenomen. Dat betreft een geschat zwavelgehalte in de totale FCCU voeding en een gemeten zwavelgehalte in de gecombineerde FCCU voeding, beiden op jaarbasis bepaald op respectievelijk 1,38% en 1,31%. Uit deze waarden van het zwavelgehalte in de voeding kan het zwavelgehalte in de cokes worden berekend met behulp van de volgende empirische formule die een aantal jaren geleden tijdens een aantal meetsessies bij ISLA door Grace-Davison is afgeleid:

$$\text{Sulfur \% on coke} = -10,77 + 23,73 \times S_{\text{feed}} - 15,41 \times S_{\text{feed}}^2 + 3,348 \times S_{\text{feed}}^3$$

Invullen van 1,31 voor S_{feed} levert een waarde op van 1,40 voor S_{coke} en invullen van 1,38 voor S_{feed} levert een waarde op van 1,43 voor S_{coke} .

Een jaarlijkse hoeveelheid van 107.741 ton FCCU-cokes bevat zodoende tussen de 1.508 en 1.541 ton zwavel. Door een reductie van 80% vanwege de toepassing van DeSO_x additief, treedt als gevolg hiervan bij het afbranden van de cokes een emissie op van 302 tot 308 ton S. Gemiddeld is dit 305 ton S ofwel 610 ton SO₂. De gegevens die tot deze emissieomvang leiden, zijn door ISLA aangeleverd. In haar reactie op het concept-deskundigenbericht geeft ISLA echter aan dat men beschikt over alle dagwaarden van het jaar 2014 waardoor een nauwkeuriger beeld ontstaat dat meer tegemoet komt aan het oordeel van het Gerecht in het vonnis uit 2010, namelijk dat uit moet worden gegaan van het daadwerkelijke zwavelgehalte in de cokes. Wij merken op dat ISLA hier verzoekt om gehalten te

gebruiken die preciezer zijn dan de eerder aangeleverde ruwere jaargemiddelde waarden. Daarmee wordt naar onze mening inderdaad een betere invulling gegeven aan de opdracht in het vonnis uit 2010. Om dit uit te kunnen werken hebben wij ISLA op 1 november 2016 verzocht ons een Excel sheet toe te sturen die van dag tot dag in 2014 de volgende gegevens bevat:

- de meetwaarden van de gecombineerde voeding (S_{feed}),
- de corresponderende berekende zwavelgehalten in de Cat Cracker-cokes (S_{cokes}),
- de berekende hoeveelheid cokes die is ontstaan.

Deze gegevens hebben wij op 7 november 2016 ontvangen en aan het deskundigenbericht toegevoegd als bijlage 7.4. In de toegestuurde Excelsheet bedraagt de jaargemiddelde waarde van S_{coke} (Sulphur on Coke - Calculated [wt.%]) 1,24% terwijl voordien in ISLA's reactie op het concept-deskundigenbericht, een waarde van 1,18% is aangegeven. Navraag bij ISLA leerde dat de berekening die heeft geleid tot de waarde van 1,18% onjuiste gegevens bevat (zie e-mail van 11 november 2016, toegevoegd als bijlage 7.5) en dat de waarde van 1,24% voor S_{coke} correct is.

De meest nauwkeurige vaststelling van de zwavelvracht vanwege het afbranden van cokes, bestaat ons inziens uit het berekenen van de hoeveelheid zwavel die per kalenderdag ontstaat en vervolgens alle dagproducties in 2014 bij elkaar op te tellen.

Aan het toegestuurde rekenblad hebben wij daarom een vijfde kolom (F) toegevoegd waarin de hoeveelheid zwavel in de cokes (in ton per dag) wordt uitgerekend door S_{coke} (derde kolom) te vermenigvuldigen met de door de FCCU geproduceerde hoeveelheid cokes (vierde kolom, in ton per dag). De Excel rekensheet is toegevoegd als bijlage 7.6. De uitkomst van de gesommeerde zwaveldagvrachten is 1.069 ton zwavel. De emissie aan zwavel is 20% (omdat 80% van de zwavelvracht wordt gereduceerd door toevoeging van het DeSOx additief). De emissie is derhalve $0,20 \times 1.069 = \mathbf{214 \text{ ton S}}$. Deze waarde is echter te laag omdat er voor **79** kalenderdagen geen S_{feed} is gemeten waardoor ook geen S_{coke} is berekend. Voor de hoeveelheid geproduceerde cokes ontbreken slecht **2** dagen in 2014 (15 mei en 26 december). Dat houdt in dat er voor 77 kalenderdagen geen zwavelvrachten zijn berekend terwijl er op die dagen wel cokes is ontstaan. Zodoende wordt voor 77 dagen onterecht geen zwavelproductie meegenomen. Voor deze 77 dagen vullen wij de waarde van 1,24% in omdat dit percentage als jaargemiddelde is berekend (Excel rekensheet is toegevoegd als bijlage 7.7). Daarmee passen wij dezelfde correctiemethode toe als in paragraaf 5.3.1 is gedaan voor de ontbrekende waarden voor de pelletizerproductie.

De gecorrigeerde uitkomst van de gesommeerde zwaveldagvrachten is nu 1.345 ton zwavel. De emissie is derhalve $0,20 \times 1.345 = \mathbf{269 \text{ ton S}}$. Dit komt vrijwel overeen met de door ISLA genoemde hoeveelheid van 278 ton S. Wij houden voor de brandstofemissie vanwege het afbranden van zwavelhoudende cokes een omvang aan van 0,27 kton S.

7.3.5 Conclusie brandstofemissie

Van de brandstoffen die ISLA zelf gebruikt, constateren wij dat de emissie vrijwel in overeenstemming is met de opgave uit de questionnaire. In onderstaande tabel 7.10 is per brandstof de hoeveelheid zwavel vermeld.

| BRANDSTOF | HOEVEELHEID BRANDSTOF (KTON/JAAR) | GEMIDDELD ZWAVEL PERCENTAGE | HOEVEELHEID ZWAVEL (KTON/JAAR) |
|---------------------------------|--|--|---|
| ASPHALT | 134,16 | 3,03 | 4,06 |
| FUEL-OIL | 55,39 | 2,52 | 1,40 |
| FUEL-GAS | 179,33 | 0,10 | 0,17 |
| COKES | 107,70 | 0,248* | 0,27 |
| TOTAAL | 476,57 | | 5,90 |
| *1,24 X 0,2 WEGENS 80% REDUCTIE | | | |

Tabel 7.10: De vier verschillende brandstofsoorten die ISLA in 2014 heeft ingezet t.b.v. haar eigen raffinage proces met bijbehorende hoeveelheden zwavel per brandstofsoort

De zwavelstroom vanwege de brandstofemissie is 5,90 S. De SO₂-emissie van deze stroom bedraagt 11,80 kiloton SO₂.

7.3.6 Brandstofemissies verdeeld over de bronnen

Op ons verzoek heeft ISLA de brandstofsoorten en het verbruik daarvan per fornuis gespecificeerd. Dit is weergegeven in tabel 7 van de questionnaire. Wij maken gebruik van deze gegevens met enige aanpassingen naar aanleiding van onze verificaties. In paragraaf 7.3.1 is het zwavelgehalte in het fuelgas vastgesteld op 0,1%, in paragraaf 7.3.2 is het zwavelgehalte in de asphalt vastgesteld op 3,03% en in paragraaf 7.3.3 is het zwavelgehalte in de fuel-oil vastgesteld op 2,52%. Met deze gehalten zal in de onderstaande tabel 7.11 worden gerekend. Voorts is in paragraaf 7.3.4 vastgesteld dat het regenereren van de cokes leidt tot een emissie van 0,27 kiloton S. Ook dit gegeven wordt in de tabel verwerkt. Alle emissievrachten zijn opnieuw uitgerekend.

| ID | Fornuis | Brandstof | Verbruik in kt | Gemiddelde S als % | Kiloton S | Kiloton SO ₂ |
|---------------|---------------------------------|-----------|----------------|--------------------|-------------|-------------------------|
| 21 | CD-2 | Asphalt | 44,3 | 3,03 | 1,34 | 2,68 |
| | | Fuel-oil | 4,1 | 2,52 | 0,10 | 0,21 |
| 22 | CD-3 | Asphalt | 33,4 | 3,03 | 1,01 | 2,02 |
| | | Fuel-oil | 11,9 | 2,52 | 0,30 | 0,60 |
| | | Fuelgas | 53,1 | 0,10 | 0,05 | 0,11 |
| 23 | HV6 + FEU-1 | Asphalt | 16,1 | 3,03 | 0,49 | 0,98 |
| | | Fuel-oil | 4,7 | 2,52 | 0,12 | 0,24 |
| 24 | HV-7 | Asphalt | 4,0 | 3,03 | 0,12 | 0,24 |
| | | Fuel-oil | 1,0 | 2,52 | 0,03 | 0,05 |
| 43 | HV-8 | Fuel-oil | 0,5 | 2,52 | 0,01 | 0,03 |
| | | Fuelgas | 0,8 | 0,10 | 0,00 | 0,00 |
| 41/42 | FEU-1 | Fuel-oil | 0,3 | 2,52 | 0,01 | 0,02 |
| | | Fuelgas | 0,4 | 0,10 | 0,00 | 0,00 |
| 44 | MDU | Fuel-oil | 0,2 | 2,52 | 0,00 | 0,01 |
| | | Fuelgas | 0,6 | 0,10 | 0,00 | 0,00 |
| 45 | PDU | Fuel-oil | 0,4 | 2,52 | 0,01 | 0,02 |
| | | Fuelgas | 0,3 | 0,10 | 0,00 | 0,00 |
| 12 | FP-2 | Asphalt | 9,3 | 3,03 | 0,28 | 0,56 |
| | | Fuel-oil | 5,3 | 2,52 | 0,13 | 0,27 |
| | | Fuelgas | 16,3 | 0,10 | 0,02 | 0,03 |
| 11 | FCCU + FP-1 | Asphalt | 1,8 | 3,03 | 0,05 | 0,11 |
| | | Fuel-oil | 1,0 | 2,52 | 0,03 | 0,05 |
| | | Fuelgas | 23,5 | 0,10 | 0,02 | 0,05 |
| | | Cokes | 107,7 | n.v.t. | 0,27 | 0,54 |
| 14 | TC-1 | Fuelgas | 4,2 | 0,10 | 0,00 | 0,01 |
| 10 | TC-2 | Fuel-oil | 0,5 | 2,52 | 0,01 | 0,03 |
| | | Fuelgas | 17,1 | 0,10 | 0,02 | 0,03 |
| 32 | HF-Alky | Fuelgas | 9,4 | 0,10 | 0,01 | 0,02 |
| 31 | Platformer + HDS + VGO-HDT etc. | Asphalt | 25,4 | 3,03 | 0,77 | 1,54 |
| | | Fuel-oil | 25,8 | 2,52 | 0,65 | 1,30 |
| | | Fuelgas | 25,9 | 0,10 | 0,03 | 0,05 |
| 33 | Polyplant | Fuelgas | 8,8 | 0,10 | 0,01 | 0,02 |
| 25/26 | NABS | Fuelgas | 2,5 | 0,10 | 0,00 | 0,00 |
| 73 | Hydrogen Unit | Fuelgas | 15,2 | 0,10 | 0,02 | 0,03 |
| Totaal | | | 475,8 | | 5,91 | 11,85 |

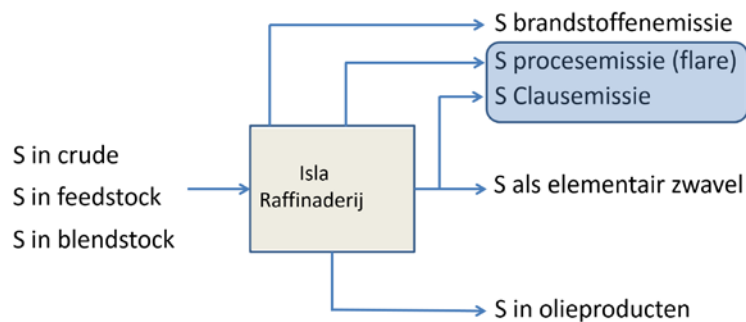
Tabel 7.11 Overzicht brandstofsoort en -verbruik per fornuis

Als gevolg van afrondingen wijken de totalen in tabel 7.11 zeer licht af van die in tabel 7.10. Voor de verspreidingsberekeningen in hoofdstuk 10 van dit deskundigenbericht, zullen wij voor de brandstofemissies uitgaan van de gegevens in tabel 7.11.

8 Procesemissie

8.1 De procesemissies bij ISLA

Procesemissies ontstaan doordat brandbare gassen die bij verschillende processen vrijkomen, worden verbrand in fakkelininstallaties (Engels: flares) omdat deze gassen niet nuttig (kunnen) worden ingezet in de fornuizen of boilers van de raffinaderij. Deze gassen bevatten onder meer zwavelverbindingen, waarbij het met name gaat om zwavelwaterstof (H_2S). Bij de ISLA raffinaderij zijn met betrekking tot de procesemissies drie bronnen te onderscheiden: de flares, de incinerator (naverbrander) die door ISLA is omschreven als "vent emissie" en tot slot de twee zuurwaterstrippers (Engels: Sour Water Strippers, afgekort SWS).



De procesemissie die het gevolg is van de ventemissie van de SRU's, betreft de restemissie aan H_2S die niet in het (Super)Claus proces is omgezet in elementair zwavel. Omdat dit restgas giftig is en voorts ernstige geurhinder tot gevolg kan hebben, wordt het verbrand in een naverbrander die deze restgassen van de SRU's verbrandt tot SO_2 .

In geval van noodsituaties of bij het starten en stilleggen van installaties, worden uit veiligheidsoverwegingen gassen afgefakkeld.



Afbeelding 8.1: twee torenfakkels waar op grote hoogte gas wordt verbrand

Bij de ISLA raffinaderij zijn vrijwel continu flares in werking, hetgeen door de gele vlammen kan worden waargenomen. Hoe groter de vlam, des te meer gas er wordt afgefakkeld. ISLA beschikt over vijf flares: twee SRU flares, de FCCU flare, de Asiento flare en de HL/Alky flare.

ISLA heeft twee zuurwaterstrippers in werking; een grote en een kleine. Het doel van een zuurwaterstripper is het verwijderen van waterstofsulfide (H_2S) en ammoniak (NH_3) uit zuur water.



Afbeelding 8.2: De zuurwaterstripper #1

Door het inblazen van stoom worden H_2S en NH_3 uit het zure water verwijderd (gestript). Door het inblazen van stoom wordt het water in de kolom opgewarmd, wat de desorptie van H_2S en NH_3 eenvoudiger maakt. De afgasstroom van de stripkolom, die naast stoom, H_2S en NH_3 ook nog koolwaterstoffen bevat, wordt naar een SRU of naar een fakkeld geleid. Dit gestripte gas van de SWS wordt sour

gas genoemd⁷. De grote SWS (in de questionnaire ook wel aangeduid als SWS #1) voert zijn sour gas grotendeels (86%) af naar de SRU-F 4302-flare en voor een kleiner deel (14%) naar SRU-4 of SRU-5.

De kleine SWS (SWS #2) betreft de sour water stripper die bij de CD-3 unit staat opgesteld. Het sour gas van deze SWS wordt niet geflared of ontzwaveld, maar wordt mee-verstookt in het fornuis van de CD-3. Dat houdt in dat deze zwavelstroom bij de brandstofemissie van CD-3 moet worden gerekend.

8.2 Opgave in de questionnaire

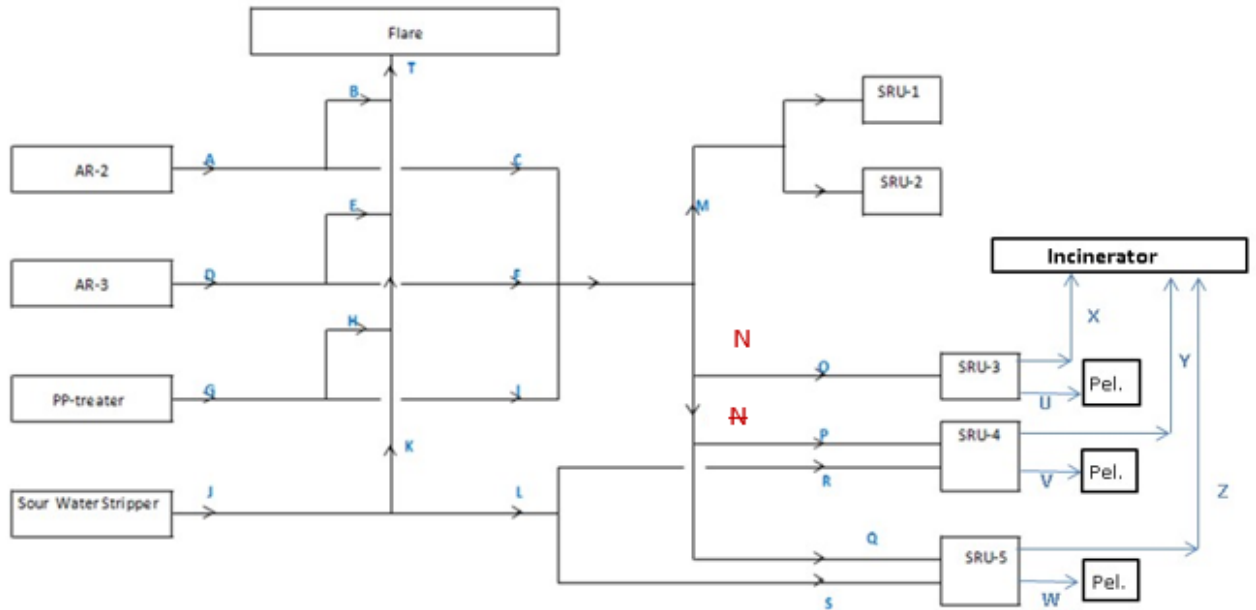
Volgens de questionnaire (tabel 5) heeft de ISLA raffinaderij over het gehele jaar 2014 de volgende zwavelstromen gegenereerd als gevolg van het optreden van procesemissies.

| Output proces-emissies | Doorzet (kton/jaar) | Zwavel gehalte | Zwavel (kton/jaar) | Percentage van S output |
|-------------------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Flares | 28,4 | 8,6% | 2,45 | 1,5 |
| Vent emissie SRU's | 38,9 | 3,6% | 1,39 | 0,8 |
| Sour water stripper #1 | - | - | - | - |
| Sour water stripper #2 | 3,6 | 11,8% | 0,40 | 0,2 |
| Totaal proces-emissies | 71,0 | | 4,24 | 2,5 |

Tabel 8.1: Overgenomen procesemissie gegevens uit tabel 5 van de questionnaire

Bij de beantwoording van vraag 4 in de questionnaire, bleek tijdens het driedaagse verificatieonderzoek dat stroom "N" niet op de juiste plek staat in het schema. In onderstaande afbeelding 8.3 is dit aangepast.

⁷ Ter onderscheid van zuur gas. Zuur gas of acid gas bevat een hoog gehalte aan H₂S. Sour gas bevat minder H₂S en daarnaast NH₃.



Afbeelding 8.3: Aanpassing van de plaats van stroom N in het processchema onder punt 4 van de questionnaire

Voorts bleek dat tabel 9 van de questionnaire een schrijffout bevatte; de waarde 4.148 voor stroom G moet zijn: 4.184, gelijk aan stroom Y (PP-treater) uit tabel 11 van de questionnaire. In onderstaande tabel is de betreffende tabel verbeterd.

| Stream name | Sulphur in tons (2014) | Stream name | Sulphur in tons (2014) |
|-------------|------------------------|-------------|------------------------|
| A | 23.017 | N | 38.792 |
| B | 279 | O | 16.184 |
| C | 22.738 | P | 10.337 |
| D | 12.452 | Q | 12.271 |
| E | 68 | R | 155 |
| F | 12.384 | S | 0 |
| G | 4.148 4.184 | T | 1.552 |
| H | 261 | U | 15.537 |
| I | 3.887 | V | 10.162 |
| J | 1.098 | W | 11.861 |
| K | 944 | X | 647 |
| L | 155 | Y | 330 |
| M | 0 | Z | 410 |

Tabel 8.2: Aangepaste tabel 9 uit de questionnaire

8.3 Verificatie

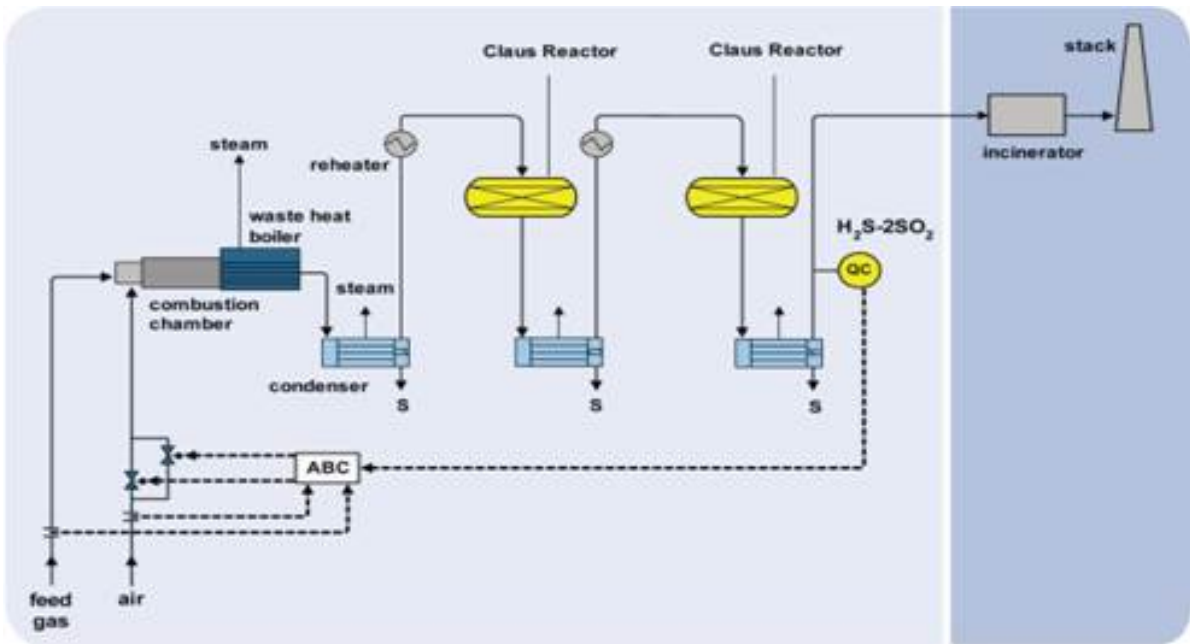
De verificatie van de procesemissie die bestaat uit de ventemissie van de 3 werkzame SRU's en de fakkelemissie van de twee SRU-flares, heeft bestaan uit:

- een verificatie van het SRU rendement;
- een rekenkundige controle van de ventemissie van de SRU's;
- een beschouwing van de emissie van de flares en de zuurwaterstrippers;
- het nagaan of consistentie optreedt met andere balansen.

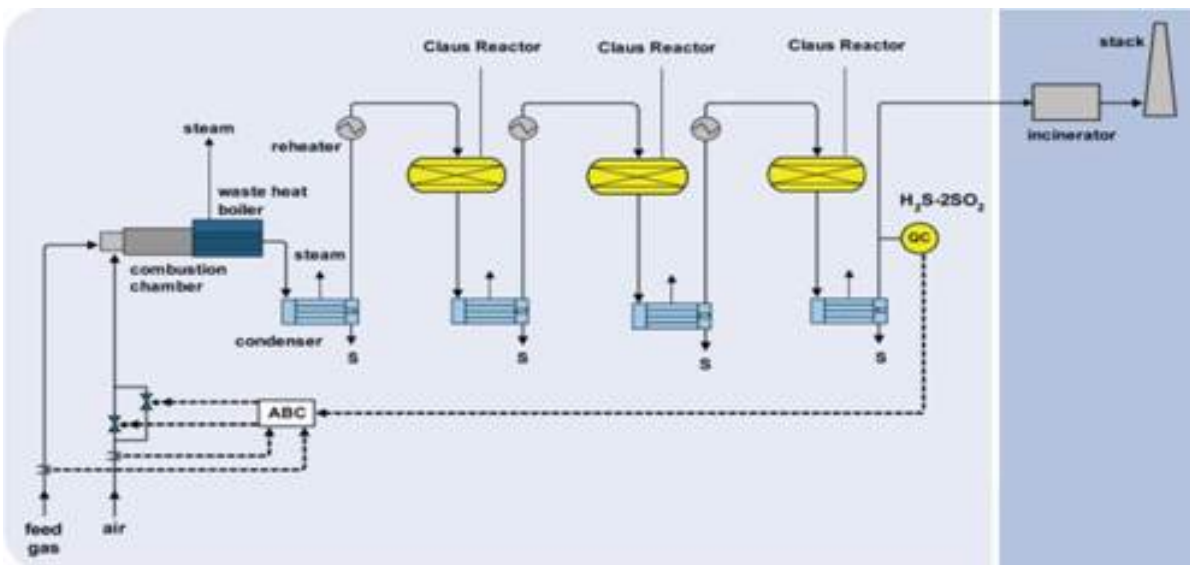
8.3.1 SRU rendement

Aan te houden referentie voor het conversierendement

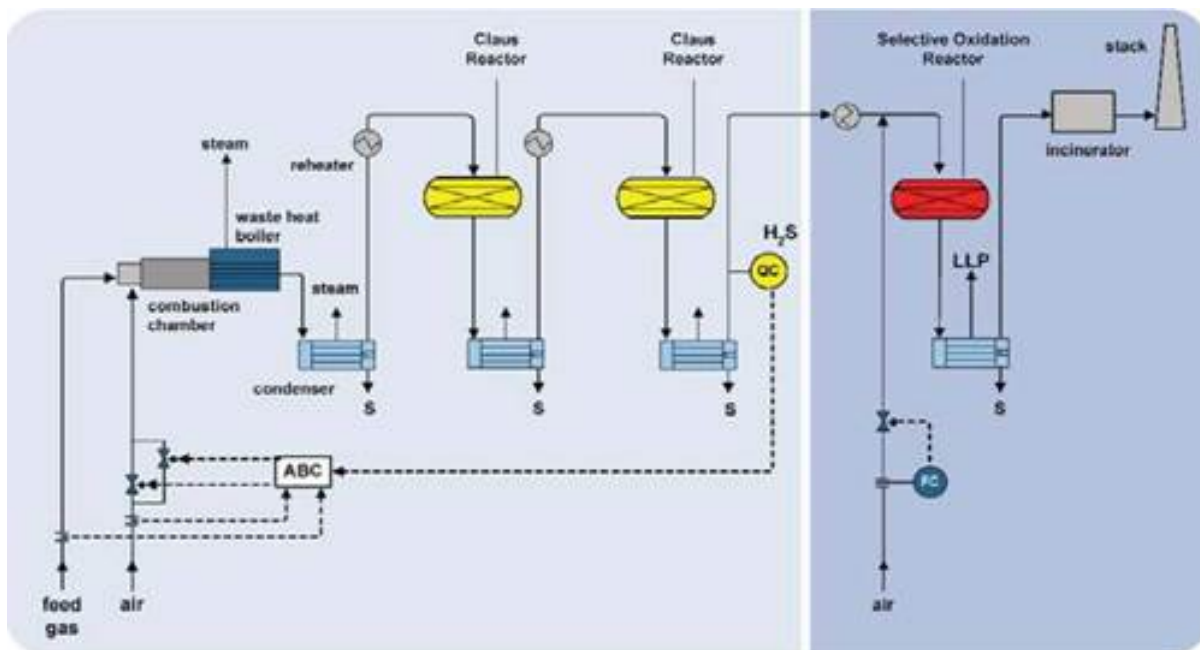
Het conversierendement voor de omzetting van H_2S naar S in de Claus reactoren van de SRU's bij ISLA, bepaalt direct de omvang van de ventemissie via de incinerator. Indien bijvoorbeeld het overall conversierendement 98% bedraagt, resteert voor de ventemissie 2% van de aangeboden zwavelstroom. Voor het bepalen van het overall conversierendement baseren wij ons als referentie in de eerste plaats op gegevens uit het BREF 'Best Available Techniques for Mineral Oil and Gas Refineries' uit 2003. Er bestaan verschillende uitvoeringen voor het conversieproces, met uiteenlopende rendementen voor de omzetting naar elementair zwavel. Het is dus zaak de juiste referenties te gebruiken voor de specifieke installaties die bij ISLA in werking zijn. De drie SRU's van ISLA zijn niet identiek; zo is SRU-3 uitgerust met twee reactoren en zijn de SRU's 4 en 5 uitgerust met drie reactoren. In reactie op het concept-deskundigenbericht heeft ISLA er op gewezen dat een (gewoon) Claus proces uit zowel 2, als 3 reactoren kan zijn opgebouwd. Onder verwijzing naar een informatieblad van Jacobs Comprimo, geeft ISLA aan dat van een SuperClaus proces sprake is indien de derde reactor een "Selective Oxidation Reactor" is. Om alle onduidelijk over de lay-out van de installaties weg te nemen, hebben wij ISLA verzocht om aan te geven wat de precieze opbouw is van de drie SRU's die op de raffinaderij in werking zijn, en in welke modus elke SRU is bedreven in 2014. In onderstaande drie afbeeldingen zijn de mogelijke constellaties weergegeven.



Afbeelding 8.4: Claus proces bestaande uit twee in serie geschakelde Claus reactoren (bron: Jacobs hand-out)



Afbeelding 8.5: Claus proces bestaande uit drie in serie geschakelde Claus reactoren (bron: door StAB/TNO aangepaste figuur 8.4 door toevoeging van een derde reactor)



Afbeelding 8.6: SuperClaus proces bestaande uit twee Claus reactoren en één selectieve oxidatie reactor in serie geschakeld (bron: Jacobs hand-out)

Per e-mailbericht van 4 november 2016 (toegevoegd als bijlage 8.1) hebben wij de door ons gevraagde toelichting ontvangen. Daarin staat dat alle drie de SRU's (SRU-3, SRU-4 en SRU-5) een Selective Oxidation Reactor opstelling (ofwel SuperClaus reactor) hebben zoals schematisch weergegeven in afbeelding 8.6. Daarnaast hebben alle drie SRU's de mogelijkheid om de laatste reactor (zijnde de SuperClaus reactor ofwel Selective Oxidation Reactor) door operationele omstandigheden via een bypass line niet te gebruiken. In dat geval is de werking identiek aan de Claus opstelling met de twee reactoren, zoals schematisch weergegeven in afbeelding 8.4. Het schematische proces afgebeeld in figuur 8.5 is niet van toepassing op de Claus reactoren van ISLA. Gedurende het jaar 2014 is de SuperClaus van SRU-3 niet in werking geweest en heeft de SRU-3 unit gewerkt volgens de schematische opstelling van afbeelding 8.4.

Na deze verduidelijking maken wij, anders dan in het concept-deskundigenbericht, als referentie voor de toepasselijke conversierendementen gebruik van tabel 4.87 op bladzijde 490 van het meest recente BREF Raffinaderijen uit 2015, omdat daarin zowel het Claus als het SuperClaus proces afzonderlijk staan vermeld en deze BREF de meest recente inzichten weergeeft.

Table 4.87: Expected performances of SRU for various TGTU processes and configurations

| For a generic 100 t/day SRU initially equipped with a two-stage Claus: | Expected sulphur recovery efficiency ⁽¹⁾ | Expected additional sulphur recovered ⁽²⁾ | Indicative SO ₂ concentration after incineration step (3 % O ₂ content - dry basis) ⁽³⁾ |
|--|---|--|--|
| Added process: | (%) | t/d | mg/Nm ³ |
| Base (two-stage Claus) | 95 – 96 | - | 31 000 – 38 000 |
| + 3rd stage Claus | 96 – 98 | 1.00 – 2.00 | 16 000 – 31 000 |
| + 3rd stage Claus and Selectox | 97 | NA | 24 000 |
| I. Direct oxidation to sulphur | | | |
| + PROCLaus | 99.5 | 4.10 | 4 000 |
| + SuperClaus | 98 – 99.3 ⁽⁴⁾ | 2.77 | 5 700 – 16 000 |

Afbeelding 8.7: Tabel 4.87 waarin diverse uitvoeringen van het Claus proces zijn opgenomen (bron Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Refining of Mineral Oil and Gas (2015))

Het BREF uit 2015 houdt voor het Claus proces bestaande uit twee identieke reactoren ("two-stage Claus") een range voor de sulphur recovery efficiency aan van 95 – 96%.

Voor het SuperClaus proces bestaande uit twee identieke reactoren ("two-stage Claus") die zijn uitgebreid naar een SuperClaus proces, geldt een range voor de sulphur recovery efficiency van 98 – 99,3%.

Conversierendement van SRU-3

De theoretische maximale haalbare omzettingwaarden die ISLA als reactie op het concept-deskundigenbericht aangeeft, is 96,6% voor SRU-3. Rekening houdend met onder andere het temperatuurprofiel van de reactoren, houdt ISLA een lager ontzwavelingsrendement aan van tussen 95% en 96% voor SRU-3. Deze range komt overeen met de range uit het BREF. Wij houden het gemiddelde aan van de door ISLA gehanteerde range, te weten **95,5%** als gemiddeld rendement voor SRU-3.

Conversierendementen van SRU-4 en SRU-5

ISLA geeft aan dat bij SRU-4 en SRU-5 de SuperClaus reactoren ofwel Selective Oxidation Reactors gedeeltelijk in werking zijn geweest gedurende 2014. De opstelling met drie reactoren zoals schematisch weergegeven in afbeelding 8.6 heeft een theoretische omzettingwaarde van tussen de 98,5 en 99,3%. ISLA houdt in de berekeningen de minimale waarde uit de range aan van 98,5%. De efficiëntie hangt verder af van het temperatuurprofiel van de reactoren. ISLA houdt in verband daarmee een ontzwavelingsrendement (inclusief de Selective Oxidation Reactor) aan van 95 – 98,5% voor de SRU-4 en 5 units. Dat is conservatiever dan het BREF aangeeft. Wij houden het gemiddelde van de door ISLA gehanteerde

range, en wel **96,8%** als gemiddeld rendement aan voor SRU-4 en SRU-5 voor de SuperClaus constellatie.

Voor de perioden dat de Selective Oxidation Reactor niet in werking is (dat wil zeggen wanneer "gebypassed" wordt), wordt het rendement aangehouden zoals vermeld voor SRU-3 (= 95,5%).

Verificatie van het rendement van de SRU's

Om na te gaan wat het gewogen gemiddelde rendement van de drie SRU's is geweest in 2014, dient bekend te zijn op welke dagen er sprake is geweest van een Claus modus, dan wel een SuperClaus modus. Dit hebben wij nagegaan aan de hand van een door ISLA toegestuurd jaaroverzicht "*reactors dT StAB*" (toegevoegd als bijlage 8.2). De inventarisatie is als volgt:

| | Januari | Februari | Maart | April | Mei | Juni | Juli | Augustus | September | Oktober | November | December |
|-------------------------|---------|----------|-------|-------|-----|------|------|----------|-----------|---------|----------|----------|
| SRU-3 | | | | | | | | | | | | |
| Aantal dagen in werking | 23 | # | 10 | 29 | 29 | 30 | 31 | 31 | 30 | 30 | 30 | 26 |
| SuperClaus uit | 23 | # | 10 | 29 | 29 | 30 | 31 | 31 | 30 | 30 | 30 | 26 |
| SuperClaus aan | 0 | # | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| SRU-4 | | | | | | | | | | | | |
| Aantal dagen in werking | 7 | 28 | 31 | 29 | 25 | 29 | 31 | # | # | # | # | # |
| SuperClaus uit | 7 | 28 | 14 | 16 | 5 | 10 | 31 | # | # | # | # | # |
| SuperClaus aan | 0 | 0 | 17 | 13 | 20 | 19 | 0 | # | # | # | # | # |
| SRU-5 | | | | | | | | | | | | |
| Aantal dagen in werking | 31 | 28 | 21 | # | # | # | 31 | 31 | 29 | 30 | 28 | 27 |
| SuperClaus uit | 31 | 28 | 21 | # | # | # | 31 | 19 | 8 | 0 | 0 | 8 |
| SuperClaus aan | 0 | 0 | 0 | # | # | # | 0 | 12 | 21 | 30 | 28 | 19 |

Tabel 8.3: Inventarisatie van de modus waarop de drie SRU's hebben ge opereerd

Voor het overzicht zijn de in tabel 8.3 geïnventariseerde modi in onderstaande afbeelding 8.8 door drie staafgrafieken weergegeven:



Afbeelding 8.8: Grafische weergave van de procesmodi waarop de (Super)Claus reactoren hebben geopereerd in 2014

Het conversierendement van de bij ISLA aanwezige SRU's in relatie tot de procesmodus waarop de units in werking hebben gestaan, is als volgt te bepalen:

| Unit | Dagen in werking | Waarvan In werking als 2 stage Claus proces (95,5%) | In werking als 3 stage SuperClaus proces (96,8%) | Gecombineerde conversierendement |
|---------------|------------------|---|--|--|
| SRU-3 | 299 | 299 dagen = 100% | 0 dagen = 0% | 95,5% |
| SRU-4 | 180 | 111 dagen = 62% | 69 dagen = 38% | $0,62 \times 95,5 + 0,38 \times 96,8 = 96,0\%$ |
| SRU-5 | 256 | 146 dagen = 57% | 110 dagen = 43% | $0,57 \times 95,5 + 0,43 \times 96,8 = 96,1\%$ |
| Totaal | 735 | 556 dagen | 179 dagen | |

Tabel 8.4: Bedrijfsduur waarop de SRU's als Claus of SuperClaus proces opereren waaruit het gecombineerde conversierendement is te bepalen

Omdat er vervolgens nog verschil is in de duur waarop de SRU's in werking zijn geweest, passen wij hiervoor een weegfactor toe.

- Weegfactor SRU-3 is $299/735 = 0,41$
- Weegfactor SRU-4 is $180/735 = 0,24$
- Weegfactor SRU-5 is $256/735 = 0,35$

Het gewogen gemiddelde conversierendement gezien over alle drie SRU's is nu: $0,41 \times 95,5 + 0,24 \times 96,0 + 0,35 \times 96,1 = \mathbf{95,8\%}$ voor goed functionerende SRU's zonder invloed van eventuele ondercapaciteit. Dat is lager dan de 96,4% die ISLA hanteert in tabel 3 van de questionnaire. Het percentage dat ISLA aanhoudt, lijkt te zijn gebaseerd op een maximaal mogelijk rendement van de combinatie van 2 SuperClaus en 1 Claus SRU.

Effect van suboptimaal functioneren van de SRU's

Tot slot gaat het nog om de mate van suboptimaal functioneren van de SRU's in geval van ondercapaciteit en als gevolg van te hoge of te lage temperaturen in een Claus reactor.

Ondercapaciteit

Gedurende het jaar 2014 heeft de raffinaderij drie dagen geopereerd met onvoldoende ontzwavelingscapaciteit vanwege storingen. Uitgaande van een mondeling door ISLA aangegeven criterium van minimaal 80% capaciteitsbenutting teneinde goed te functioneren, was in het concept-deskundigenbericht vastgesteld dat het effect daarvan op het gewogen conversierendement 0,1% bedraagt. Naar nu blijkt is op basis van door ISLA aangedragen nadere informatie over de ontwerpcapaciteit, het criterium hiervoor anders dan mondeling meegedeeld, namelijk minimaal 40 in plaats van 80%. Nu het effect van ondercapaciteit in 2014 al minimaal blijkt

bij 80% capaciteitsbenutting, is het aannemelijk dat het effect op het rendement geheel verwaarloosbaar is bij de nog lagere ondergrens van 40%. Derhalve heeft het gemiddelde conversierendement niet naar beneden bijgesteld te worden vanwege de storingsdagen.

Temperatuurverschil tussen inlaat- en uitlaattemperatuur

In het concept-deskundigenbericht is voor het goed functioneren van een Claus reactor als criterium aangehouden dat het temperatuurverschil (ΔT) tussen inlaat- en uitlaattemperatuur maximaal 10°C bedraagt. Bij een hoger temperatuurverschil zou vervolgens gesteld kunnen worden dat de betreffende reactor suboptimaal heeft gefunctioneerd. Het criterium van $\Delta T \leq 10^\circ\text{C}$ hebben wij ontleend aan informatie die tijdens het driedaagse verificatieoverleg door ISLA is gegeven. Evenals bij het aspect van de ondercapaciteit blijkt nu op basis van door ISLA aangegeven nadere informatie over de ontwerptemperaturen, het criterium hiervoor anders te liggen dan indertijd door ons begrepen. De katalysatoren in de Claus reactoren die het H₂S uiteindelijk omzetten in S en H₂O, werken optimaal bij een bepaald temperatuurbereik. Bij een te lage temperatuur zal er zwaveldamp condenseren op het katalysatorbed waardoor de katalysatoractiviteit afneemt. Ook een te hoge temperatuur heeft tot gevolg dat minder H₂S wordt omgezet. ISLA verwijst voor wat betreft de benodigde in- en uitlaattemperaturen per reactor naar de ontwerpspecificaties die in de Operating Manual zijn opgesteld door de ingenieursbureaus Technip en KTI. De specificaties hiervoor zijn als volgt:

| | Inlaattemperatuur (°C) | Uitlaattemperatuur (°C) |
|----------------|------------------------|-------------------------|
| Eerste reactor | 240 – 265 | 300 - 320 |
| Tweede reactor | 205 – 225 | 220 – 240 |
| Derde reactor | 220 - 240 | 280 - 290 |

Tabel 8.5: in- en uitlaattemperaturen per reactor volgens ontwerp-specificaties

ISLA stelt dat alle units binnen de gestelde temperatuurgrenzen en daarmee naar verwachting hebben gefunctioneerd. Op grond daarvan meent ISLA dat de gevolgtrekkingen in het concept-deskundigenbericht die erop neerkomen dat de betreffende units nagenoeg allemaal suboptimaal hebben gefunctioneerd, volledig onjuist is.

Hoewel wij in ons concept-deskundigenbericht de aanwijzingen hierover tijdens het verificatieonderzoek correct hebben opgevolgd erkennen wij dat de toegevoegde ontwerp-specificaties meer duiding opleveren als toetsingscriterium dan het eerder aangehouden ΔT criterium. Wij hebben de temperatuurgrenzen uit tabel 8.5 als volgt toegepast in onze toetsing: voor elke maand van het jaar 2014 hebben wij gecontroleerd of de voor die maand gemiddelde in- en uitlaattemperatuur binnen, danwel buiten de ontwerpwaarde valt. Indien de waarde binnen de specificatie valt is dit in groen aangegeven en in het geval de waarde er buiten valt, in rood. In tabel 8.6 is deze screening uitgevoerd voor de reactoren 1 en 2 van SRU-3 (Claus) en voor de reactoren 1,2 en 3 van SRU's 4 en 5 (beiden SuperClaus).

| | Januari | Februari | Maart | April | Mei | Juni | Juli | August | Sept | Okt | Nov | Dec |
|----------------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| SRU-3 | | | | | | | | | | | | |
| R1:T in/uit | 241/320 | - | 239/314 | 241/320 | 244/325 | 240/322 | 242/318 | 240/319 | 243/322 | 245/326 | 245/322 | 241/320 |
| R2:T in/uit | 224/274 | - | 239/248 | 233/244 | 230/241 | 227/235 | 228/237 | 229/240 | 225/236 | 226/237 | 225/234 | 221/229 |
| SRU-4 | | | | | | | | | | | | |
| R1:T in/uit | 244/301 | 240/299 | 240/303 | 243/307 | 246/309 | 244/310 | 244/305 | 247/302 | - | - | - | - |
| R2:T in/uit | 214/229 | 211/226 | 211/228 | 215/233 | 216/230 | 217/229 | 220/230 | 244/255 | - | - | - | - |
| R3:T in/uit | - | - | 212/218 | 214/222 | 210/224 | 209/219 | - | - | - | - | - | - |
| SRU-5 | | | | | | | | | | | | |
| R1:T in/uit | 244/309 | 244/307 | 247/306 | - | - | - | - | 246/311 | 246/310 | 245/312 | 244/309 | 242/307 |
| R2:T in/uit | 217/229 | 213/228 | 211/226 | - | - | - | - | 214/228 | 218/232 | 216/231 | 220/233 | 214/229 |
| R3:T in/uit | - | - | - | - | - | - | - | 206/230 | 216/248 | 212/233 | 211/239 | 215/232 |

Tabel 8.6: maandgemiddelde in- en uitgaande temperatuur per reactor

Hieruit komt het beeld naar voren dat van alle SRU's de eerste en de tweede reactor naar behoren werken (alleen R1 en R2 van SRU-3 wijken licht af van de ideale temperatuurgrenzen). Opvallend is dat de derde reactor bij de SRU's 4 en 5 stelselmatig te lage temperaturen vertoont. Uit de Operating Manual volgt dat daardoor zwaveldamp zal condenseren op het katalysatorbed waardoor de katalysatoractiviteit afneemt. Als consequentie schatten wij in dat de SRU's 4 en 5 feitelijk als Claus units zullen opereren en niet op SuperClaus niveau. Hiervoor is vastgesteld dat voor een SuperClaus 96,8% als gemiddeld rendement kan worden aangehouden, maar dat door het regelmatig bypassen van de derde reactor, dit rendement al terugliep naar 96%. Door de weegfactor in verband met de duur waarop de verschillende SRU's in werking zijn geweest, liep dit verder terug naar 95,8%. Door dit "nivellerend effect" is reeds bijna sprake van een niveau behorend bij een Claus proces van 95,5%. Gezien de constatering over de temperatuur in de derde reactor van SRU's 4 en 5, concluderen wij dat deze units suboptimaal moeten hebben gefunctioneerd in 2014, dat wil zeggen op Claus niveau.

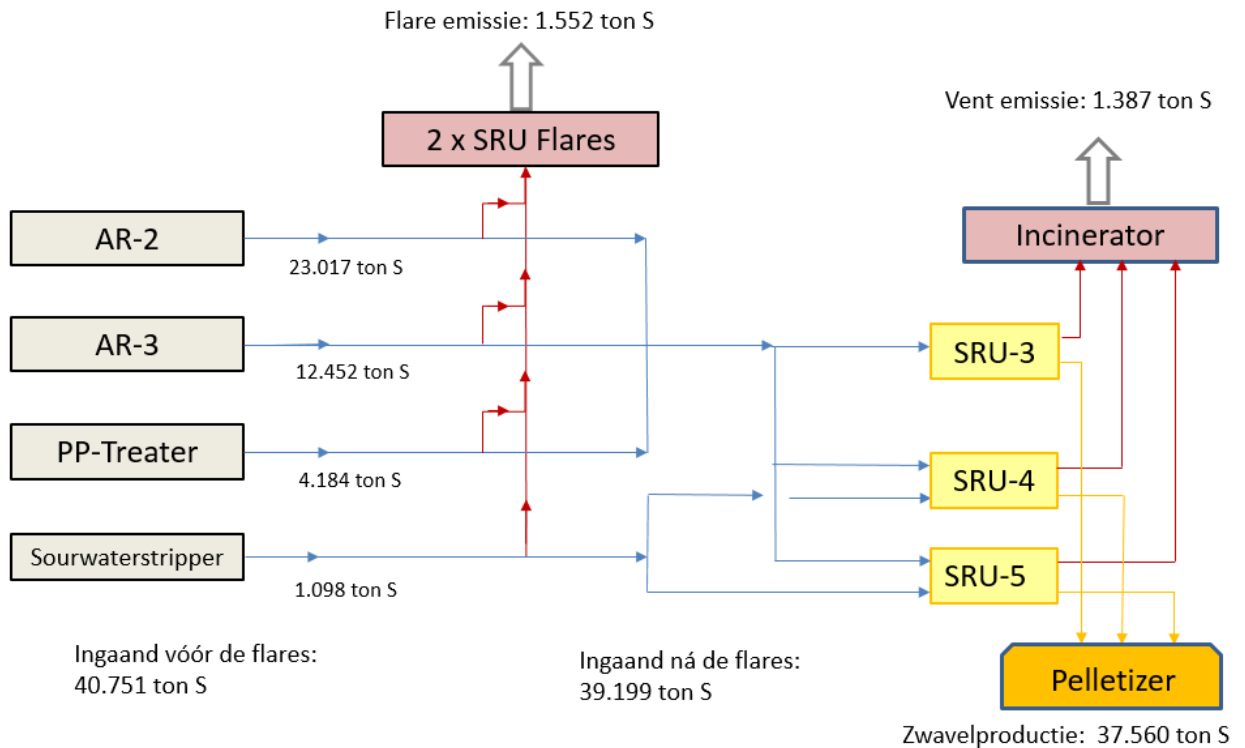
Conclusie

Gezien het voorgaande hanteren wij een gezamenlijk en gemiddeld conversierendement voor de drie SRU's van **95,5%**.

8.3.2 Ventemissie SRU's

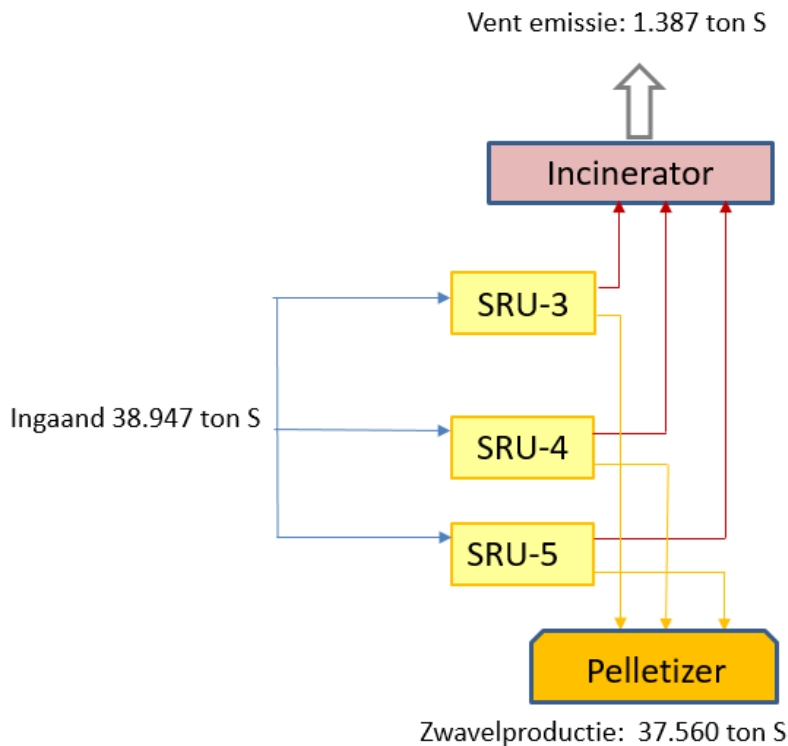
In hoofdstuk 5 van dit deskundigenbericht is reeds uitgebreid stilgestaan bij de geproduceerde hoeveelheid elementair zwavel en in de voorgaande paragraaf 8.3.1 is het conversierendement voor de omzetting van H₂S naar S nader beschouwd. De verificatie van de SRU-ventemissie die nu aan de orde is, moet in

samenhang daarmee worden gezien. Als uitgangspunt dient de opgave onder punt 4 van de questionnaire, waarvan zoals in paragraaf 8.2 is aangegeven, de acid gas stroom uit de PP-treater is aangepast. Het stroomschema is daarmee is als volgt.



Afbeelding 8.9: Aangepast processchema dat als startpunt dient voor de verificatie

De ingaande zwavelstroom naar de SRU's bedraagt 39.199 ton S. Deze hoeveelheid moet gelijk zijn aan de opgave van ISLA van de pelletizerproductie + ventemissie = $37.560 + 1.387 = 38.947$ ton S. Het verschil is daarmee is 252 ton S per jaar. Door ISLA werd dit tijdens het verificatieonderzoek geweten aan een meetfout bij het vaststellen van de omvang van de diverse stromen. Wij merken op dat het hier gaat om een afwijking van 0,6% op de balans, die binnen de foutenmarge valt die wij aanvaardbaar achten. Wij zullen conform de opgave door ISLA uitgaan van 38.947 ton S als ingaande stroom naar de SRU's. In het processchema ziet het er dan als volgt uit:



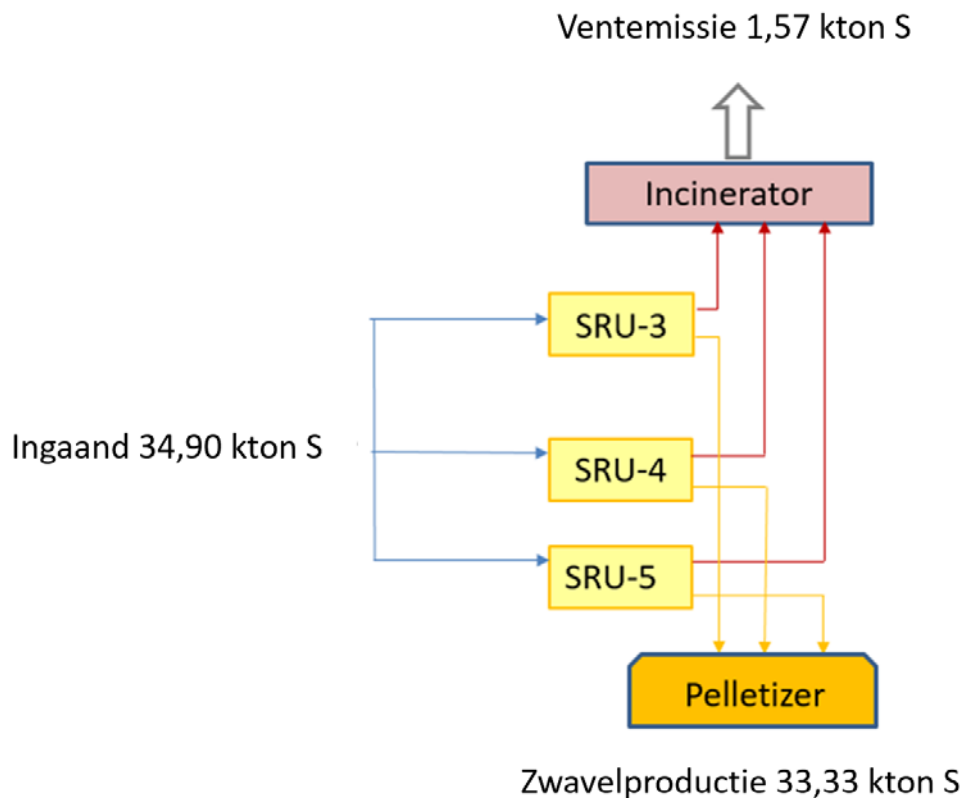
Afbeelding 8.10: In- en uitgaande stromen over de SRU's volgens de questionnaire

Op basis van bovenstaand schema wordt uitgegaan van een zwavelomzetting van $37.560 / 38.947 \times 100\% = 96,4\%$ conversie door de SRU's. In paragraaf 8.3.1 van dit deskundigenbericht is echter na verificatie een lagere conversie van **95,5%** vastgesteld. Dit lagere conversierendement gaat gepaard met een hogere emissie naar de atmosfeer. Een tweede aanpassing op dit schema betreft de zwavelproductie van de pelletizer die in paragraaf 5.3.1 uiteindelijk is vastgesteld op **33,33 ton S**.

Wanneer wij de 33,33 kton elementair S hanteren als een hard gegeven, dan:

- is de ingaande zwavelstroom (na de flares) bij een conversie van 95,5% gelijk aan: $33,33 / 0,955 = 34,90$ kton S
- is de ventemissie gelijk aan $34,90 - 33,33 = 1,57$ kiloton S

Het aangepaste schema ziet er dan als volgt uit:



Afbeelding 8.11: Aangepaste in- en uitgaande stromen over de SRU's als gevolg van verificatie zwavelomzetting en zwavelproductie

Wij stellen de ventemissie van de SRU's vast op **1,57 kiloton S**.

8.3.3 Flares

In tabel 5 van de questionnaire is aangegeven dat de flares 2,45 kiloton S per jaar emitteren. Met behulp van de gegevens in tabel 6 van de questionnaire zijn de S-emissiestromen per flare⁸ als volgt te specificeren.

⁸ De LPG-flare is niet opgenomen in deze tabel vanwege de zeer lage zwavelconcentratie in het afgefakelde gas < 50 ppm.

| Fakkel- installaties | Emissie (kton S) |
|---------------------------------|-----------------------------|
| SRU-F 4301 | 0,279 |
| FCCU Flare | 0,019 |
| Asiento Flare | 0,103 |
| HL/Alky Flare | 0,782 |
| SRU-F 4302 | 1,273 |
| Flare emissie | 2,456 |



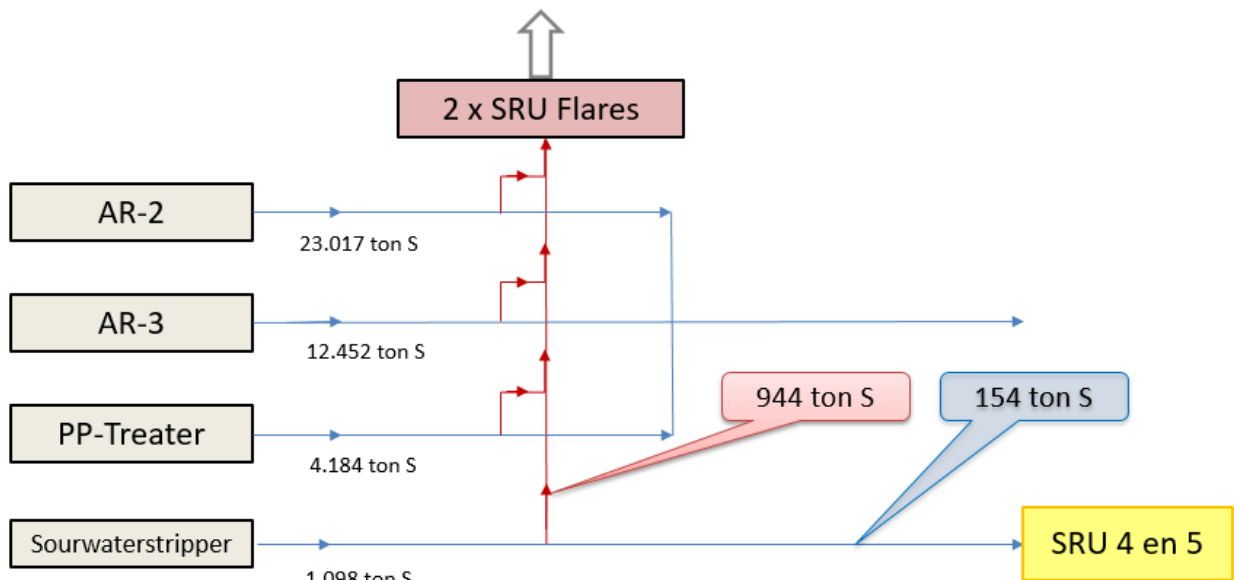
Tabel 8.7: S-emissiestromen per flare

Verificatie

Wij zien geen manier om op deze stromen een vorm van verificatie toe te passen. De zwavelstromen als gevolg van het affakkelen worden door ISLA vastgesteld aan de hand van het afgefakkelde debiet (gemeten of ingeschat) en het zwavelgehalte in de afgefakkelde gassen (gemeten of ingeschat). Deze gegevens staan vermeld in de questionnaire.

8.3.4 Zuurwater strippers

De SWS #1 produceerde volgens de questionnaire (zie antwoord op vraag 4) in 2014 een zwavelstroom van 1.098 ton S (zie stroom J in tabel 9 van de questionnaire). Zoals hiervoor aangegeven voert SWS #1 deze stroom voor 86% af naar de SRU-flare en voor 14% voor ontzwaveling naar SRU-4 en -5. In onderstaande afbeelding is verduidelijkt hoe de processtroom verloopt.



Afbeelding 8.12: Het verloop van de sour gas stroom van SWS #1

Gelet op het feit dat ISLA aangeeft dat de sour gas stroom van SWS #1 voor 86% wordt geflared, is er voor ons geen aanleiding voor nader onderzoek op dit onderdeel. Bij het verificatieonderzoek is ook van de zijde van eisers niet aangedrongen op nader onderzoek.

Over de SWS #2 is door ISLA in de questionnaire een zwavelstroom van 0,4 kiloton S per jaar vermeld. Deze waarde moet volgen uit een niet-gereinigde sour gasstroom van 3,6 kton per jaar met een zwavelgehalte van 11,8%. Dit komt neer op $3,6 \times 0,118 = 0,425$ kiloton of afgerond 0,4 kton.

Het gehalte van 11,8% S in de sour gasstroom is gebaseerd op een meting uit 2009, zo werd van de zijde van ISLA toegelicht tijdens het verificatieonderzoek. Tijdens dit onderzoek stelde de heer Deelen (adviseur van SMOC) dit percentage toen ter discussie omdat dit volgens een eigen referentie hoger zou moeten zijn. Volgens de heer Wilson, de operator van de betreffende zuurwaterstripper, zou het zwavelpercentage in het sour gas tegenwoordig juist veel lager zijn. Na enige discussie is afgesproken dat een nieuw monster zou worden genomen en dat de uitkomst daarvan de oude waarde van 11,8% zou vervangen. ISLA heeft op 15 april 2016 een nieuwe meting uitgevoerd waaruit blijkt dat het effluent (bedoeld is de uittredende gasstroom, zie bijlage 8.4) 1,04% zwavel bevat; de laboratorium analyse is aan het dossier toegevoegd als bijlage 8.3. Gelet op de gemaakte afspraak op de driedaagse bijeenkomst te Curaçao, menen wij dat de zwavelstroom van de SWS #2 als volgt zou moeten worden aangepast; $3,6 \times 0,0104 = 0,037$ kiloton of afgerond 0,04 kiloton per jaar zoals ook ISLA voorstelt in haar e-mailbericht van 25 mei 2016, zie bijlage 8.5.

8.3.5 Conclusie procesemissies

Uitgaande van de door ISLA opgegeven zwavelstromen vanwege de flares en de SRU-ventemissie die wij na verificatie hebben bijgesteld en de naar aanleiding van een recente meting aangepaste zwavelvracht vanuit de kleine zuurwaterstripper, is de procesemissie van ISLA als volgt:

| Output procesemissies | Doorzet (kton/jaar) | Zwavel (kton/jaar) |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| <i>Flares</i> | 28,4 | 2,46 |
| <i>Vent emissie SRU's</i> | 38,9 | 1,57 |
| <i>Sour water stripper #2</i> | 3,6 | 0,04 |
| Totaal procesemissies | 71,0 | 4,07 |

Tabel 8.8: Na verificatie aangepaste procesemissie veroorzaakt door ISLA in 2014

9 Eindbalans van de zwavelstromen

9.1 Opmaak van de eindbalans

Nu alle zwavelstromen inclusief de emissies zijn beoordeeld, is de eindbalans als volgt:

- De massabalans van de drie geverifieerde hoofdzwavelstromen levert een totale zwavelstroom van de brandstof- en procesemissie op van 9,3 kiloton S (zie hoofdstuk 6). Dit komt overeen met een SO₂-emissie van **18,6 kiloton SO₂**.
- De zwavelstroom vanwege de brandstofemissie is in hoofdstuk 7 vastgesteld op 5,91 kiloton S.
- De zwavelstroom vanwege de procesemissie is in hoofdstuk 8 bepaald op 4,07 kiloton S nadat de ventemissie is verhoogd en de emissie van de SWS#2 neerwaarts is bijgesteld.
- De zwavelstroom vanwege beide emissies wordt dan $5,91 + 4,07 = 9,98$ kiloton S. De SO₂-emissie wordt daarmee **19,96 kiloton SO₂**.

Dat houdt in dat er verschil optreedt tussen enerzijds de emissieomvang als is geconcludeerd in hoofdstuk 6, en anderzijds de door ISLA opgegeven emissieomvang die is verhoogd als gevolg van het verificatieproces. Dit verschil bedraagt 1,36 kiloton zwavel, waardoor geen sluitende massabalans wordt verkregen. Het verschil tussen de ingaande en uitgaande zwavelstromen is zeer beperkt, namelijk 0,4% zoals uit onderstaand overzicht blijkt.

| | in | uit |
|-------------------|-------|--------|
| Crudes in | 162.4 | |
| Producten uit | | 119.8 |
| Brandstof emissie | | 5.91 |
| Flares | | 2.46 |
| Pelletizer | | 33.33 |
| SRU | | 1.57 |
| SWS-2 | | 0.04 |
| Totaal | 162.4 | 163.11 |
| Vershil | | -0.4% |

Tabel 9.1: Verschil in- en uitgaande zwavelstromen

Ten opzichte van de constatering in het concept-deskundigenbericht treedt een beperkte (maar wel cruciale) verschuiving op in de emissies (0,035 kton S minder brandstofemissie, maar daartegenover is 0,18 kton meer SRU-emissie ontstaan). Daardoor is de geverifieerde zwavelemissie zoals deze nu is vastgesteld, licht toegenomen. Met name omdat de onzekerheid bij de omvang van de ventemissie van de drie SRU's nu minder groot is dan waarvan in het concept-

deskundigenbericht is uitgegaan, is nu sprake van een onderling consistentere massabalans. Een volledig sluitende massabalans is naar onze mening illusoir, maar we stellen wel vast dat nu sprake is van een acceptabele inconsistentie.

9.2 Definitieve emissieomvang

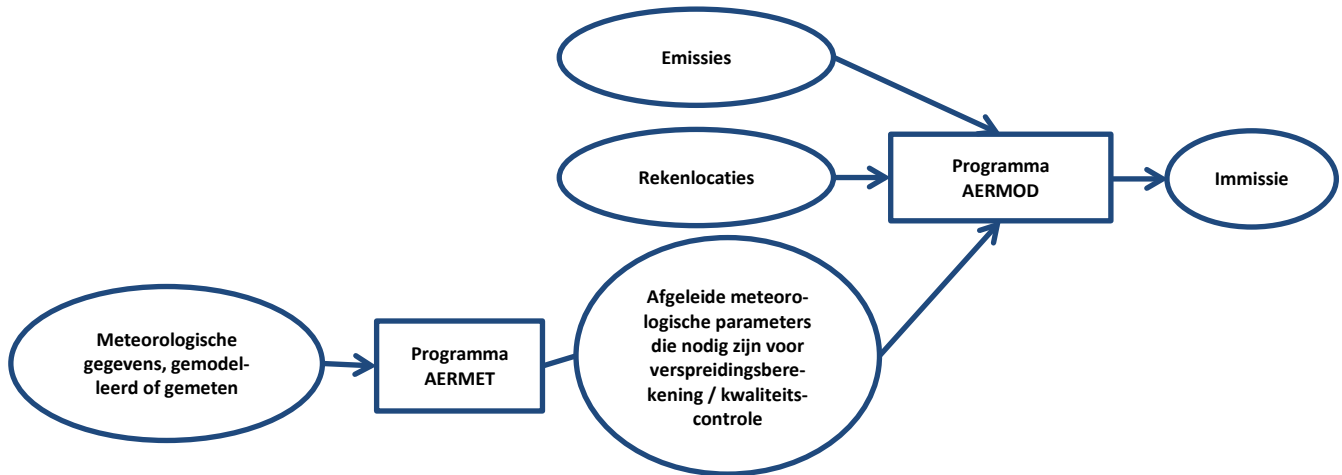
Nu alle massabalansen onderling voldoende consistent zijn, kan de totale massabalans van de SO₂-emissie worden gemaakt. Deze is als volgt:

| Emissiebron | Zwavelemissie (kton S) | SO ₂ -emissie (kton SO ₂) |
|------------------|------------------------|--|
| SRU-ventemissie | 1,57 | 3,14 |
| Flares | 2,456 | 4,91 |
| SWS-2 | 0,04 | 0,08 |
| Brandstofemissie | <u>5,91</u> | <u>11,85</u> |
| Totaal | 9,98 | 20,0 |

Tabel 9.2: De definitieve emissieomvang

10 Meteorologie

Tot nu toe heeft onderliggend rapport zicht toegespitst op onderzoek naar emissies op het ISLA terrein. Vervolgens moet worden nagegaan hoe deze emissies zich verspreiden naar locaties buiten het ISLA terrein. Hiervoor zijn rekenmodellen en meteorologische gegevens nodig. De model/gegevens-keten om immissies buiten het ISLA terrein te berekenen ziet er als volgt uit:



Afbeelding 10.1: De keten met gegevens en modellen waarmee de immissie buiten het ISLA-terrein wordt berekend

In dit hoofdstuk worden kort de tot nu toe gebruikte meteorologische gegevens en de update van de meteorologische gegevens toegelicht.

In het vonnis van het Hof heeft het jaar 2003 als uitgangspunt gediend voor de meteorologie. Voor het jaar 2003 is in 2009 een set meteorologische gegevens samengesteld door het bedrijf Meteoconsult (thans Meteogroup) uit Wageningen. Deze set was gebaseerd op meteorologische waarnemingen gedaan op het vliegveld HATO te Curaçao en op berekeningen die zijn uitgevoerd met het WRF atmosferisch model.

Het Gerecht heeft in het kader van het onderhavige onderzoek gevraagd ook te onderzoeken wat – uitgaande van de massabalansmethode – voor 2014 het effect op de berekende immissie zou zijn van het werken met geactualiseerde meteorologische gegevens (vraag 4). Dat zou betekenen dat berekeningen moeten worden gemaakt die zijn gebaseerd op meteorologische gegevens voor het jaar 2014. Desgevraagd bleek Meteogroup niet in staat om de gevraagde gegevens te leveren. Onze contacten bij andere gebruikers van het WRF-model (zoals het KNMI en het meteorologische instituut van de Universiteit van Utrecht) bleken evenmin in staat de gevraagde gegevens te leveren.

Voor het verkrijgen van de meteorologische update zijn twee parallelle trajecten gevolgd die hier beneden worden toegelicht. Het doel hiervan was 1) om zo snel mogelijk te beschikken over, in elk geval, één set gegevens, alsmede 2) om de gevoeligheid van de uitkomsten van de berekeningen voor de meteorologische invoer vast te kunnen stellen.

In beide trajecten worden bestanden gegenereerd die als invoer worden gebruikt voor het AERMET programma. Dit is een soort pre-processor programma dat kwaliteitscontroles op de invoer uitvoert en afgeleide meteorologische grootheden berekent zoals bijvoorbeeld de Monin-Obukhov lengte. Deze grootheid wordt gebruikt om de invloed van de atmosferische stabiliteit op de verspreiding van stoffen te berekenen.

Om de gegevens te verkrijgen zijn twee gegevensbronnen geraadpleegd:

1. Meteorologische meetgegevens 2014 van het vliegveld HATO.
Dergelijke gegevens zijn destijds ook door Meteoconsult gebruikt bij het samenstellen van de meteorologische invoergegevens voor het jaar 2003.
2. Meteorologische gegevens voor locatie Beth Chaim voor de jaren 2003 t/m 2015.

Ten behoeve van onderzoek naar de kwaliteit en vergelijkbaarheid van de modellen, zijn de meteorologische gegevens aangekocht. Na uitvoerige correspondentie zijn de gegevens besteld bij een bedrijf⁹ dat gespecialiseerd is in het genereren van deze gegevens door middel van berekeningen met globale en mesoschaal klimaat modellen. De gegevens zijn gebruikt voor het doen van berekeningen met het MM5 model. Het MM5 model en het WRF model (gebruikt door Meteoconsult) zijn beide meso schaal modellen die meteorologie uitrekenen op een typische schaal van ongeveer 3x3 of 4x4 km.

Bij de beantwoording van vraag 4 en 5 in hoofdstuk 13, zijn onze bevindingen hierover uitgewerkt.

⁹ Lakes Environmental (<http://www.weblakes.com/>).

11 Verspreidingsberekeningen

11.1 De invoergegevens voor de verspreidingsberekening

Voor de verspreidingsberekening met AERMOD dienen de emissies die via schoorstenen worden geloosd, te worden ingevoerd in samenhang met de overige invoerparameters die van invloed zijn op de verspreiding (verdunding) van de rookgassen. Dat zijn de schoorsteendiameters, de afgassnelheden, de schoorsteenhoogtes en de rookgastemperaturen.

11.1.1 Invoer van de gekanaliseerde emissies

De brandstofemissies van de raffinaderij zijn gekanaliseerde emissies, dat wil zeggen dat ze allemaal via een schoorsteen worden afgevoerd. De omvang van deze gekanaliseerde emissies bedraagt 5,91 kiloton S ofwel (wegens afronding naar boven) **11,85** kiloton SO₂. De verdeling van de diverse bronemissies is conform tabel 7.11 van dit deskundigenbericht.

Van de procesemissie wordt de ventemissie van de SRU's via een schoorsteen afgevoerd. Het gaat daarbij om 1,57 kiloton S ofwel **3,14** kiloton SO₂.

Voorts wordt ook de procesemissie van de SWS#2 verbrand in het fornuis van CD-3 waardoor ook deze emissie als schoorsteenemissie plaatsvindt. De omvang van deze emissie bedraagt 0,04 kiloton S ofwel **0,08** kiloton SO₂. Hiermee komt de totale schoorsteenemissie uit op $11,85 + 3,14 + 0,08 =$ **15,07 kiloton SO₂**. Het verspreidingsmodel vereist dat de emissievracht in kiloton per jaar nog wordt omgerekend naar gram per seconde. Deze omrekening is toegepast in tabel 11.1.

11.1.2 Invoer van de fakkelemissies

Naast de 15,07 kton SO₂-emissie via de schoorstenen, wordt nog 2,46 kiloton S ofwel **4,92 kton SO₂** geëmitteerd via 5 flares. Het totaal van gekanaliseerde en procesemissies komt daarmee op $15,07 + 4,92 = 20,0$ kiloton. Flare-emissies moeten anders gemodelleerd worden dan gekanaliseerde emissies. Dit geschiedt door de wijze van verspreiding zodanig te simuleren dat deze als aangepaste schoorsteenemissies in het verspreidingsmodel kunnen worden ingevoerd.

11.1.3 Overige invoergegevens

De schoorsteenhoogtes zijn ongewijzigd ten opzichte van de invoergegevens die hiervoor in voorgaande procedures zijn gebruikt.

De afgastemperaturen van de rookgassen uit de procesfornuizen van ISLA worden structureel hoog gehouden om corrosie te voorkomen in de fornuizen, luchtkanalen en schoorstenen. Deze corrosie wordt ook wel "cold end corrosion" genoemd en treedt op indien de condensatietemperatuur van de rookgassen wordt bereikt en de zwavelverbindingen met water worden omgezet in zwavelzuur. Dit zwavelzuur zal vervolgens al het materiaal waar dit mee in aanraking komt aantasten.

Om dit te voorkomen, worden de afgastemperaturen hoog gehouden. De afgastemperaturen zijn gemeten met een temperatuurmeter die gelokaliseerd is in het luchtkanaal tussen de uitlaat van het betreffende fornuis en de inlaat van de bijbehorende schoorsteen. De meest recente data zijn in de questionnaire onder punt 10 vermeld.

Ten aanzien van de schoorsteendiameters zijn ten opzichte van de gegevens uit 2013 door ISLA de volgende veranderingen doorgevoerd.

- De diameter van de schoorsteen van HV-8 behoort 3 meter in plaats van de eerder gerapporteerde 2,2 meter te zijn.
- De diameter van de schoorsteen van FP-2 behoort 2,2 meter in plaats van de eerder gerapporteerde 4,4 meter te zijn.
- De diameter van de schoorsteen van FP-1/FCC behoort 3,95 meter in plaats van de eerder gerapporteerde 7 meter te zijn.
- De diameter van de schoorsteen van HF Alky behoort 2,48 meter in plaats van de eerder gerapporteerde 1,7 meter te zijn.
- De diameter van de schoorsteen van de Polyplant behoort 1,6 meter in plaats van de eerder gerapporteerde 1,2 meter te zijn.

De afgassnelheden worden bepaald door het afgasdebiet Φ in m^3/s te delen door het binnenoppervlak A in m^2 van de schoorsteen. Door ISLA zijn de afgassnelheden voor de hiervoor genoemde vijf schoorstenen in de questionnaire bijgesteld omdat dit inherent is aan de aanpassing van de diameters, maar ook de overige afgassnelheden zijn aangepast aan de huidige inzichten.



Afbeelding 11.1: De helft van de schoorstenen van de ISLA raffinaderij heeft een hoogte van 100 meter

11.2 Gekanaliseerde bronnen

In onderstaande tabel 11.1 zijn de hiervoor beschouwde gegevens verzameld en ingevuld bij de bijbehorende gekanaliseerde emissiebronnen.

| Emissiebronnen | Emissievracht | | Schoorsteen- diameter (m) | Afgassnel- heid (m/s) | Schoorsteen hoogte (m) | Afgas tem- peratuur (K) |
|-------------------------------|---------------|--------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | in kton | in gram/s | | | | |
| CD-2 | 2,89 | 91,6 | 2,5 | 18,2 | 100 | 715 |
| CD-3 | 2,73 | 86,5 | 4,0 | 5,3 | 125 | 646 |
| SWS-2 via CD-3 | 0,08 | 2,5 | 4,0 | 5,3 | 125 | 646 |
| HV-6 + FEU-2 | 1,22 | 38,7 | 2,1 | 14,1 | 100 | 667 |
| HV-7 | 0,29 | 9,2 | 2,6 | 4 | 80 | 546 |
| HV-8 | 0,03 | 1,0 | 3 | 6,3 | 100 | 594 |
| FEU-1 | 0,02 | 0,6 | 1,4 | 5 | 46 | 646 |
| MDU | 0,01 | 0,3 | 2,2 | 3,6 | 46 | 573 |
| PDU | 0,02 | 0,6 | 1,13 | 7,7 | 43 | 535 |
| FP-2 | 0,83 | 26,3 | 2,2 | 11,9 | 100 | 585 |
| FCCU + FP-1 | 0,75 | 23,8 | 3,95 | 7,4 | 100 | 516 |
| TC-1 | 0,01 | 0,3 | 2,4 | 6,8 | 100 | 481 |
| TC-2 | 0,06 | 1,9 | 2,4 | 6,4 | 100 | 535 |
| HF-Alky | 0,02 | 0,6 | 2,48 | 2,7 | 100 | 493 |
| Platformer+HDS etc. | 2,89 | 91,6 | 3,3 | 14,7 | 100 | 619 |
| Ventemissie SRU-Stack | 3,14 | 99,5 ¹⁰ | 1 | 2 | 101 | 494 |
| Polyplant | 0,02 | 0,6 | 1,6 | 7,2 | 85 | 708 |
| NABS | 0,00 | 0,1 | 1,0 | 3,5 | 46 | 712 |
| Hydrogen Unit | 0,03 | 1,0 | 2,8 | 1,3 | 60 | 713 |
| ISLA Stacks totaal | 15 | 477 | - | - | - | - |

Tabel 11.1: Overzicht van de gekanaliseerde SO₂-emissies van de ISLA raffinaderij

¹⁰ In het concept-deskundigenbericht is in tabel 11.1 abusievelijk een verkeerde waarde van 91,6 g/s vermeld.

11.3 Fakkels

Op basis van de door ISLA aangeleverde informatie, die door ons is nagerekend, is de verdeling van de 4,9 kiloton grote flare-emissie als volgt:

| ID | Flares | Kton SO ₂ | Gram SO ₂ per seconde |
|-------|-------------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| 59 | SRU-F 4301 | 0,558 | 17,7 |
| 60 | FCCU Flare | 0,037 | 1,2 |
| 63 | Asiento Flare | 0,206 | 6,5 |
| 64 | HL/Alky Flare | 1,564 | 49,6 |
| 65 | SRU-F 4302 | 2,546 | 80,7 |
| 59-65 | Flares met SO ₂ -emissie | 4,911 | 155,7 |

Tabel 11.2: Overzicht van de SO₂-emissies die via de flares plaatsvinden

De emissie die via een fakkel verloopt, heeft een ander emissiepatroon dan een schoorsteenemissie. Wanneer stoffen via een schoorsteen in de atmosfeer worden geloosd, zijn er twee krachten die er voor zorgen dat de rookgassen verder stijgen (met als gevolg meer verdunning in de atmosfeer). Dat is de uittreedsnelheid van de rookgassen uit de schoorsteen (impulsstijging) en de andere is de rookgastemperatuur die kan zorgen voor een thermische pluimstijging; warme lucht heeft een lagere dichtheid dan koude lucht waardoor een warme pluim stijgt. Een fakkel heeft in vergelijking met een schoorsteen op het uittreedpunt een hoge temperatuur, maar het modelleren van een fakkelemissie kan niet op een analoge wijze als voor een schoorsteenemissie worden uitgevoerd. Aanwijzingen hiervoor zijn gevonden in de "*British Columbia Air Quality Dispersion Modelling Guideline, Version: November 2015*". In hoofdstuk 10.1.1 *Flare source parameters* zijn de volgende aanbevelingen gedaan om flare emissie te modelleren in AERMOD.

"The Guideline Refined model AERMOD does not have an explicit treatment of flares. In-stead, flares can be modelled as point sources with modified stack parameters (i.e. pseudo-stack parameters) which are selected to ensure the correct plume rise is calculated. Use the following formulas to compute the effective stack height and effective stack diameter:

$$\diamond H_e = H_s + (4.56 \times 10^{-3}) \times Q^{0.478}$$

$$\diamond D_e = 0,0122 \sqrt{\frac{T_s * Q * (1-F)}{g * (T_s - T_a) * V_s}}$$

Where:

- H_e = effective stack height (m)
- D_e = effective stack diameter (m)
- H_s = physical stack height (m)
- g = acceleration due to gravity = 9.81 m/s²
- Q = total heat release (cal/s)

F = radiative heat loss fraction (%)
 V_s = effective stack exit velocity (m/s)
 T_s = effective stack exit temperature (K)
 T_a = ambient temperature (K)

The following is recommended for calculation of pseudo-stack parameters for AERMOD:

- ◆ Obtain the total flare heat release, Q (in cal/s), by summing the heat of combustion of the individual flared gas components based on the volume flared in one second.
- ◆ Set effective stack exit velocity to 20 m/s.
- ◆ Set effective stack exit temperature to 1273 K.
- ◆ Ambient temperature is typically set to 293 K.
- ◆ Set radiative heat loss fraction to 55%."

Aan de hand van deze aanbevelingen hebben wij de modellering van de vijf flares in AERMOD uitgewerkt. De total heat release Q (de totale vrijkomende warmte) hebben wij als volgt benaderd. In tabel 11.2 zijn de uit de questionnaire afkomstige emissiegegevens betreffende SO_2 opgenomen. Deze zijn eerst teruggerekend naar kton S/jaar en naar gram S per seconde. Uit tabel 5 van de questionnaire volgt dat op jaarbasis gezien, de flares uit 28,4 kton "flaregas" bestaan. Deze 28,4 kton bevat 2,46 kton S. De verhouding is derhalve ongeveer 1 op 10. De stookwaarde van dit gemiddelde flaregas zal sterk gelijken op dat van RFG (refinery fuelgas) met een verbrandingswarmte van 48 KJ/gram. Alleen moet voor de twee SRU fakkels 4301 en 4302 een andere stookwaarde worden aangehouden omdat deze fakkels voornamelijk H_2S verbranden. Dit gas heeft een lagere stookwaarde van 15,2 KJ/gram. Tot slot wordt de verbrandingswarmte in megajoules/s omgerekend naar megacalorieën/s.

| ID | Flares | Kton S | Zwavel in g/s | Flare gas (x 10 in g/s) | Omrekenen naar RFG van 48 KJ/g | Omrekenen naar H_2S gas van 15,2 KJ/g | Omrekenen naar cal/s |
|-------|---------------|--------|---------------|-------------------------|--------------------------------|---|----------------------|
| 59 | SRU-F 4301 | 0,279 | 8,85 | 89 | n.v.t. | 1,35 MJ/s | 0,32 Mcal/s |
| 60 | FCCU Flare | 0,0185 | 0,6 | 6 | 0,3 MJ/s | n.v.t. | 0,07 Mcal/s |
| 63 | Asiento Flare | 0,103 | 3,25 | 33 | 1,6 MJ/s | n.v.t. | 0,38 Mcal/s |
| 64 | HL/Alky Flare | 0,782 | 24,8 | 248 | 11,9 MJ/s | n.v.t. | 2,84 Mcal/s |
| 65 | SRU-F 4302 | 1,273 | 40,35 | 403 | n.v.t. | 6,15 MJ/s | 1,47 Mcal/s |
| 59-65 | Alle flares | 2,456 | 77,85 | 778 | 13,8 MJ/s | 7,5 MJ/s | 5,08 Mcal/s |

Tabel 11.3: Berekening van vrijkomende warmte Q bij de flares

Vervolgens wordt uit Q de effectieve emissiehoogte berekend door invullen van de formule $H_e = H_s + (4.56 \times 10^{-3}) \times Q^{0.478}$

| ID | Flares | Q (Mcal/s) | ΔH (m) | H_s (m) | H_e (m) |
|----|---------------|------------|----------------|-----------|-----------|
| 59 | SRU-F 4301 | 0,32 | 2 | 105 | 107 |
| 60 | FCCU Flare | 0,07 | 1 | 113 | 114 |
| 63 | Asiento Flare | 0,38 | 2 | 113 | 115 |
| 64 | HL/Alky Flare | 2,84 | 6 | 116 | 122 |
| 65 | SRU-F 4302 | 1,47 | 4 | 105 | 109 |

Tabel 11.4: Berekening van effectieve lozingshoogte H_e bij de flares

De berekening van de effectieve schoorsteendiameter D_e verloopt met de formule

$$D_e = 0,0122 \sqrt{\frac{T_s * Q * (1-F)}{g * (T_s - T_a) * V_s}}$$
 als volgt:

| ID | Flares | Q (Mcal/s) | T_s (K) | 1-F | T_a (K) | $(T_s - T_a)$ | V_s (m/s) | D_e (m) |
|----|---------------|------------|-----------|------|-----------|---------------|-------------|-----------|
| 59 | SRU-F 4301 | 0,32 | 1273 | 0,45 | 293 | 980 | 20 | 0,38 |
| 60 | FCCU Flare | 0,07 | 1273 | 0,45 | 293 | 980 | 20 | 0,17 |
| 63 | Asiento Flare | 0,38 | 1273 | 0,45 | 293 | 980 | 20 | 0,41 |
| 64 | HL/Alky Flare | 2,84 | 1273 | 0,45 | 293 | 980 | 20 | 1,12 |
| 65 | SRU-F 4302 | 1,47 | 1273 | 0,45 | 293 | 980 | 20 | 0,81 |

Tabel 11.5: Berekening van effectieve schoorsteendiameter bij de flares

Van de parameters die in AERMOD moeten worden ingevoerd, ontbreken nu alleen nog de waarden voor de effectieve afgassnelheid. Bij ISLA dienen de fakkelinstallaties om bij calamiteiten grote hoeveelheden brandbaar of giftig gas veilig te verbranden. Normaal is dat - waarneembaar van buiten het ISLA terrein – als een kleine vlam die zichtbaar is wat erop duidt dat kleine hoeveelheden gas worden afgafakkeld.

In het concept-deskundigenbericht hebben wij op basis van de informatie in de questionnaire en de massabalansberekeningen, de hoeveelheid flaregas berekend die ISLA jaarlijks in de onderscheiden flares verbrandt. Deze methodiek leidde tot (zeer) lage uittreedsnelheden bij de vijf flares. Hierop heeft Trinity Consultants in opdracht van ISLA een reactie gegeven (zie bijlage 12.3) waarin zij te kennen geven dat een afgassnelheid van 20 m/s typerend is voor fakkerverbranding. Ten tweede merkt Trinity op dat het de intentie van StAB/TNO is geweest om rekening te houden met jaargemiddelde omstandigheden. Dit kan wel door de emissievracht op jaarbasis te middelen, maar dit geldt niet voor de procesparameters die alleen de perioden moeten representeren wanneer de fakkels in werking zijn. Tot slot merkt Trinity op dat het hier gebruikte algoritme is gebaseerd op een afgas-

snelheid van 20 m/s welke gebruikelijk is voor fakkelasverbranding. Indien een andere waarde wordt gebruikt zal daarvoor als voorwaarde gelden dat opnieuw een gevoeligheidsanalyse moet worden uitgevoerd. Wij vinden dit valide argumenten om voor de vijf flares een hogere waarde als uitreedsnelheid in de modellering te hanteren. Ook eisers geven in hun reactie op het concept-deskundigenbericht aan dat tijdens het fakkelen de afgassnelheid 20 m/s bedraagt. Gelet op het voorgaande houden wij een waarde van 20 m/s aan als uitreedsnelheid in de modellering. Hiermee zijn alle voor AERMOD benodigde parameters beschikbaar, en kunnen de flare-emissies worden gemodelleerd. In onderstaande tabel is de volledige set invoergegevens vermeld.

| ID | Flares | SO ₂ -Emissievracht | | Effectieve schoorsteen-diameter (m) | Effectieve afgassnelheid (m/s) | Effectieve schoorsteen hoogte (m) | Effectieve) afgangtemperatuur (K) |
|----|---------------|--------------------------------|-----------|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | | in kton | in gram/s | | | | |
| 59 | SRU-F 4301 | 0,558 | 17,7 | 0,38 | 20 | 107 | 1273 |
| 60 | FCCU Flare | 0,037 | 1,2 | 0,17 | 20 | 114 | 1273 |
| 63 | Asiento Flare | 0,206 | 6,5 | 0,41 | 20 | 115 | 1273 |
| 64 | HL/Alky Flare | 1,564 | 49,6 | 1,12 | 20 | 122 | 1273 |
| 65 | SRU-F 4302 | 2,546 | 80,7 | 0,81 | 20 | 109 | 1273 |

Tabel 11.6: Invoergegevens voor het modelleren van de flare-emissies in AERMOD

Effect van het apart modelleren van de fakkels op de immissieconcentraties

In hoofdstuk 13, zijn bij de beantwoording van vraag 4, de immissies berekend voor het geval de fakkelemisssies apart worden ingevoerd. De immissieberekening is eerst uitgevoerd op basis van de bestaande inzichten zoals omschreven bij vraag 1 van het Gerecht. Daarna is een tweede immissieberekening uitgevoerd op basis van de actuele inzichten op het gebied van de te gebruiken meteogegevens. Korthedshalve zij hiervoor verwezen naar paragraaf 13.4 van dit deskundigenbericht.

11.4 Invoer in het AERMOD model

Ter wille van de transparantie hebben wij in appendix 2 van dit deskundigenbericht voor de verschillende scenario's de programmeerregels weergegeven waarmee de verschillende bronnen in het verspreidingsmodel moeten worden ingevoerd.

12 Reacties partijen conceptdeskundigenbericht

Ontvangen reacties van partijen

Op 23 september 2016 hebben wij van SHZC c.s. per e-mail een reactie op ons concept-deskundigenbericht ontvangen (zie bijlage 12.1) waarin samengevat de volgende punten met betrekking tot de onderhavige procedure over het jaar 2014 zijn aangevoerd.

1. De door ISLA aangeleverde gegevens zijn onnauwkeurig.
2. De massabalans over de gehele raffinaderij is onnauwkeurig.
3. Meetonnauwkeurigheden leiden tot een niet kloppende zwavelbalans.
4. De verificatie van de aan BOO geleverde brandstof is niet goed gelukt.
5. De verschepingen-methode toont aan dat in 2013 minder zwavel is afgevoerd waardoor de SO₂-emissie in 2013 hoger moet zijn geweest.
6. De flare-emissie is onvolledig omdat hierbij niet de in zwavel omgezette emissie aan acid gas betrokken is.
7. Ten aanzien van de gemaakte verspreidingsberekeningen menen eisers dat:
 - a. de tot nog toe gebruikte meteogegevens fouten hebben bevat waardoor de hierop gebaseerde berekeningen in het kader van eerdere procedures onjuist zijn en gecorrigeerd moeten worden,
 - b. de afgassnelheid voor de modellering van de fakkels niet klopt,
 - c. de berekeningen ook uitgevoerd dienen te worden met een minder hoge ruwheid en Bowen index,
 - d. voor de inzichtelijkheid contourplots opgenomen zouden moeten worden,
 - e. er berekeningen over een langere periode dan alleen 2014 uitgevoerd dienen te worden.
8. StAB/TNO moeten in de onderhavige rapportage het StAB-rapport over 2013 corrigeren/aanvullen door de voor dat jaar te hanteren toetsingsplaats(en) vast te leggen.
9. Mocht toch geconcludeerd worden dat de immissiebijdrage van ISLA onder de 80 µg/m³ SO₂ op de toetsingslocatie zou zijn, dan vraagt SMOC nader onderzoek naar de onbalans in massa- en zwavelbalans, de brandstofhoeveelheid en samenstelling stookolie en pitch, zowel voor BOO als ISLA, de verscheepte hoeveelheid zwavel van 1 januari 2006 tot en met heden, afgezet tegen de in die periode door ISLA gerapporteerde hoeveelheden zwavel en tot slot de geproduceerde hoeveelheid acid gas.

Eveneens op 23 september 2016 hebben wij van ISLA per e-mail een reactie op ons concept-deskundigenbericht ontvangen (zie bijlage 12.2) waarin samengevat de volgende punten zijn aangevoerd:

10. De tekst dient aangepast te worden met tekstuele voorstellen van ISLA verspreid over het concept-deskundigenbericht.
11. Het conversierendement van de SRU's is hoger dan door StAB/TNO is aangehouden.
12. De uitstoot van de FCCU is te hoog bepaald doordat StAB/TNO uit zijn gegaan van jaargemiddelde in plaats van daggemiddelde zwavelgehalten in de voeding.
13. Bij de bepaling van de zwavelproductie op basis van de dagstatenmethode is met te weinig dagen rekening gehouden.
14. Bij de bepaling van de zwavelproductie op basis van de verschepingenmethode is te weinig productie aan 2014 toegerekend.
15. De onzekerheids-methode in hoofdstuk 9 is niet te volgen, niet gemotiveerd en in tegenspraak met andere bevindingen in het concept-deskundigenbericht.
16. Het antwoord op de vijfde vraag heeft geen betrekking op de vraag van het gerecht.
17. De bevindingen over de meteorologie op Curaçao zijn niet verifieerbaar.

Beide reacties zijn door ons bestudeerd, wat heeft geleid tot twee vragen richting ISLA. Dat betreft een toelichting op de precieze opbouw van de drie SRU's en het bijbehorende conversierendement. Als tweede is gevraagd om aan te geven op welke dagen de raffinaderij in 2014 buiten werking is geweest en waarop derhalve geen productie heeft plaatsgevonden. Deze e-mail is op 25 oktober 2016 verzonden en op 4 november 2016 hebben wij daarop een antwoord ontvangen. Deze e-mail hebben wij als bijlage 8.1 aan het dossier toegevoegd. Aanvullend hebben wij op 1 november 2016 nog een derde vraag gesteld waarin wij vragen om het rekenblad te overleggen waarin over geheel 2014, per dag de gemeten S_{feed} , de daaruit berekende S_{cokes} en de dagelijkse hoeveelheid Cat Cracker-cokes staan vermeld. De e-mail met de beantwoording van de derde vraag hebben wij 7 november 2016 ontvangen en als bijlage 7.4 aan het dossier toegevoegd.

Op 31 oktober 2016 ontvingen wij een nadere uitwerking van de reactie die hiervoor als punt 17 is samengevat. In opdracht van ISLA is door Trinity Consultants een beoordeling gegeven van het concept-deskundigenbericht waarin is ingegaan op de modellering van de flares en op de meteorologische onderdelen.

Aanpak en kader waarbinnen de beoordeling plaatsvindt

Voorafgaand aan de beschouwing merken wij het volgende op. De onderhavige procedure ziet op het jaar 2014. In de reeks van procedures die hieraan voorafgaand zijn gevoerd is er steeds sprake van voortschrijdende inzichten op verschillende aspecten zoals de geproduceerde hoeveelheid zuiver zwavel, de meteo gegevens en de toetsingslocaties. Deze inzichten doen echter niet af aan de in

rechte vaststaande uitkomsten van de afgesloten procedures. Dit geldt ook voor de procedure over het jaar 2013. De onderzoekers hebben daarom afgezien van het verzoek van eisers om op basis van de bevindingen in de onderhavige procedure een herberekening voor eerdere jaren uit te voeren. Dit valt buiten de opdracht van de onderzoekers. Het voorgaande houdt in dat de punten als genoemd onder 5, 7a, 7e, 8 en 9 voor zover betrekking hebbend op andere jaren dan 2014, niet nader beschouwd zullen worden. Dit geldt evenzeer voor de door eisers geopperde alternatieve brandstofinzet bij ISLA en BOO. Dit voorstel valt buiten het kader van dit onderzoek.

Van de overige reacties van beide partijen (zoals hiervoor samengevat) zal telkens eerst de essentie *cursief* worden weergegeven waarop wij onze beschouwing geven (in normaal lettertype).

12.1 Aangeleverde gegevens zijn onnauwkeurig

SHZC c.s. menen dat de aangeleverde gegevens onnauwkeurig zijn. In dit kader voeren zij aan dat de immissiemetingen verhoudingsgewijs een grotere toename laten zien dan de aangeleverde emissiegegevens. Ook menen zij dat de balansen eerst kloppend zijn indien deze volledig in evenwicht zijn (geen enkele verschil laten zien). Tot slot wijzen zij op de verificatie, die op een aantal punten tot bijstelling van de gegevens heeft geleid.

Over de door SHZC c.s. vermeende discrepantie tussen de immissiemetingen en de aangeleverde emissiemetingen merken we het volgende op. Een meetwaarde geeft de SO₂-concentratie ter plaatse van het meetpunt over een periode van één jaar bezien. Deze concentratie wordt door alle aanwezige emissiebronnen veroorzaakt. ISLA is één van die bronnen. Daarbij is de emissie weer verdeeld over een aantal deelbronnen. Op basis van de immissiemetingen is het aandeel van de afzonderlijke bronnen, de verdeling van de verschillende brandstofsoorten en de verdeling over de verschillende deelbronnen niet inzichtelijk. Daarnaast spelen bij de omzetting van emissie in immissie ook andere factoren een rol. Zo verschilt de dispersie van jaar tot jaar. Van een vaste relatie tussen emissie en immissie is dan ook geen sprake. Hoewel er wel een direct causaal verband bestaat tussen de hoeveelheid zwavel in de brandstof en de SO₂-emissie, hangt de immissie op zijn beurt weer van meerdere factoren af waardoor er niet zo'n directe relatie is. Enkele voorbeelden van zulke factoren zijn:

- ISLA is niet de enige SO₂-bron,
- De meteorologische omstandigheden zijn van invloed,
- De SO₂-emissie door ISLA wordt niet alleen door de inzet van pitch veroorzaakt,
- De inzet van pitch bij ISLA zal bijvoorbeeld ook variëren van tijd tot tijd.

Deze factoren lijken niet door eisers in hun overwegingen te zijn betrokken. De concentratie van de gemeten stoffen op Beth Chaim en Kas Chikitu wordt mede bepaald door emissies van bronnen op het ISLA-terrein. Daarbij is de gemeten concentratie op Beth Chaim inderdaad hoger dan de grenswaarde van 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Aan de hand van de metingen alleen kan echter niet (eenvoudig) worden vastgesteld wie verantwoordelijk is voor deze concentratie. Door de ligging van de meetlocaties dicht bij deze bronnen, hangt de jaargemiddelde concentratie sterk af van toevallige, jaarlijks wisselende, meteorologische condities. Daarbij is de relatie tussen de emissie vanaf het ISLA terrein en de immissie op beide locaties niet simpel of eenduidig. Dit nog afgezien van de niet door ons onderzochte emissies door BOO en hun karakteristieken (hoogten enz.). De metingen bieden op zich dan ook onvoldoende grondslag om deze bij de rapportage van StAB/TNO te betrekken. In ons deskundigenbericht richten wij ons op het vaststellen van de bijdrage van ISLA voornamelijk aan de hand van modelberekeningen. Dit neemt overigens niet weg dat de gemeten waarden wel een indicatie van het verloop van de immissies kunnen geven. Hierop wordt in de paragrafen 12.13, 13.4 en 13.5 teruggekomen.

Inzake het kloppend zijn van de balansen verwijzen wij naar de paragrafen 12.2 en 12.3 van dit deskundigenbericht.

Over de verificatie merken wij op dat deze juist bedoeld is om de onvolkomenheden er uit te filteren, ongeacht de achterliggende oorzaak hiervan. Inherent aan de verificatie is dat deze tot bijstellingen kan leiden.

12.2 Onnauwkeurige massabalans

SHZC c.s. voeren aan dat de massabalans niet kloppend is. Dienaangaande spreken zij van een onbalans tussen de hoeveelheid inkomende crude en de hoeveelheid uitgaande producten. Zij menen dat de consequenties van deze onnauwkeurigheden volledig voor rekening van ISLA dient te worden gebracht.

Over de massabalans merken wij het volgende op. De balans is samengesteld op basis van heel veel verschillende in- en uitgaande productstromen. Het verschil tussen in- en uitgaande stromen is niet louter terug te voeren op de ingaande crudestroom, maar betreft een combinatie van meetonzekerheden en afrondingsverschillen in alle stromen. Inherent hieraan is dat er nagenoeg altijd enig verschil tussen de in- en uitgaande stroom zal optreden. Het geconstateerde verschil in de in- en uitgaande productstroom als opgegeven in de questionnaire bedraagt voor 2014: 0,6%. Hiermee is het verschil verder geminimaliseerd ten opzichte van 2013 (2013: 0,9%). Let wel: het gaat hier om een verschil ter grootte van 0,6 % tussen in en uitgaande stromen. Dit gaat dan om het verschil tussen enerzijds ingaande crude alsmede een geringe hoeveelheid feedstock en blendstock, en

anderzijds de uitgaande stromen zoals producten, elementair zwavel en emissies. Deze 0,6% verschil komt ons voor als een lage waarde. Een eerste literatuurscan¹¹ en expert judgement bevestigt dat een discrepantie van 0,6% in de balans als laag wordt gezien. In paragraaf 9.1 stellen wij uiteindelijk een verschil vast van 0,4% tussen de in- en uitgaande zwavelstromen. Dit kleine verschil is voor ons acceptabel.

Op de nauwkeurigheid van de massabalans is hierboven al ingegaan. Deze komt ons niet bijzonder ongunstig voor. Het is niet aan StAB/TNO om deze onnauwkeurigheden aan één van de partijen toe te rekenen. Wij hebben een overall balans gemaakt en daarbij getracht op basis van de schatting van de onzekerheden in de verschillende stromen te komen tot een sluitende massabalans. Er zijn daarbij hoofdstromen (zoals de crude input) die vooral door de "papier" verificatie zijn getoetst. Daarnaast is de grootte van de enkele kleinere stofstromen, die onderdeel uitmaken van de massabalans, getoetst. Het gaat daarbij bijvoorbeeld om de zwavelproductie in de pelletizer. Deze hangt op verschillende manieren samen met de andere stromen waardoor door deze toetsing toch inzicht ontstaat in de meest waarschijnlijke waarden van de zwavelemissie.

Voor wat betreft het pleidooi van eisers om de consequenties van eventuele onnauwkeurigheden volledig ten laste van ISLA te brengen merken wij op dat het bij handhavingsskwesties gebruikelijk is om onzekerheden in het voordeel van de overtreder uit te leggen. Eerder is in dit kader door StAB ter verduidelijking de vergelijking gemaakt met het boetesysteem bij een snelheidsovertreding. In ons onderzoek gaan wij noch van de worst case uit (zoals eisers verzoeken), noch van de best case (omdat dit leidt tot een onderschatting), maar van het gemiddelde dat wij zien als "real case". Bij verspreidingsberekeningen is het ook gebruikelijk om voor de invoer van de emissievracht van een gemiddelde waarde uit te gaan.

12.3 Meetonnauwkeurigheid bij de zwavelbalans

SHZC c.s. voeren aan dat niet zonder meer duidelijk is of de verificatie goed is uitgevoerd. Dienaangaande wijzen zij er op dat er een verschil optreedt in de massabalans van 5.100 ton. Ook wijzen zij op de (on)nauwkeurigheid van de toegepaste zwavelbepalingsmethode. Tot slot voeren zij aan dat uit de conclusie van StAB/TNO dat minder elementair zwavel is teruggewonnen dan dat door ISLA is opgegeven, volgt dat meer SO₂ is geëmitteerd.

Over de verificatie merken wij op dat deze juist in aanwezigheid van, en anticiperend op de informatiebehoefte van alle partijen is uitgevoerd om discussie achter-

¹¹ Addressing uncertainty in oil and natural gas industry greenhouse gas inventories (February 2015); www.ipieca.org, Prepared by The LEVON Group, LLC and URS Corporation.

af te voorkomen. De wijze van verificatie zien wij dan ook als een aspect dat hier niet verder ter discussie dient te staan.

Wij merken op dat het door SHZC c.s. geconstateerde verschil in de zwavelbalans niet óf alleen aan de inkomende kant, óf alleen aan de uitgaande kant hoeft op te treden. De door eisers geopperde mogelijkheden representeren slechts de twee uitersten.

Over de door eisers genoemde (on)nauwkeurigheid van de bepaling van het zwavelgehalte merken wij op dat onzekerheden onlosmakelijk zijn verbonden met het uitvoeren van metingen van welke soort ook. Dit geldt ook voor de verificatie. Er zijn volstrekt willekeurige steekproeven verricht. De bevindingen op basis van deze steekproeven hebben geen enkele aanleiding gegeven om een grotere steekproef te verrichten. Meetfouten bestaan uit systematische fouten en toevallige fouten. Door veelvuldig meten (in een jaar) zal de toevallige fout marginaal worden (plussen en minnen vallen dan tegen elkaar weg) en resteert alleen de onvermijdelijke systematische fout. Het lijkt er op dat eisers het hebben over de toevallige fout. De berekeningen zijn voor ons niet geheel te volgen.

Een verschil van 0,01% in het zwavelgehalte van de crude komt neer op plus of min 1.000 ton S. Dat verschil zal zich uiten in de diverse uitgaande stromen. Voor het merendeel in de producten (74% = 740 ton), maar ook in het elementaire zwavel (20% = 200 ton) en in de emissie (6% = 60 ton). Dit kan echter leiden tot zowel een geringere als een grotere hoeveelheid zwavel. Theoretisch zou het kunnen dat – zoals eisers opperen - het balansverschil veroorzaakt wordt door een iets te gunstige afstelling van de analyseapparatuur maar hiervoor hebben wij geen aanwijzingen.

Over de hoeveelheid elementair zwavel die is teruggewonnen merken wij het volgende op. Wij hebben aan elementair zwavel een hoeveelheid van 33,33 kiloton vastgesteld aan de hand van de productiecijfers van de pelletizer (deels bijgehouden en deels gereconstrueerd). In de questionnaire is 37,56 kiloton zwavel opgegeven, hetgeen 4,23 kiloton meer is dan wij in het conceptdeskundigenbericht aanhouden. De consequenties van deze vaststelling zijn in het deskundigenbericht duidelijk vermeld en worden hier niet herhaald.

Eisers brengen het verschil in het door ISLA opgegeven geproduceerde elementair zwavel en de door StAB/TNO vastgestelde hoeveelheid op het conto van de SO₂-emissie. Daarover merken wij op dat wij dit verschil in paragraaf 5.3.2 verklaren doordat ISLA volgens ons de productie van elementair zwavel in de laatste twee maanden van 2014 dubbel heeft geteld, dus met 14 in plaats van 12 maanden heeft gerekend. Wij hebben de onttrokken hoeveelheid zwavel naar onze opvatting uiteindelijk redelijk goed vast kunnen stellen. In paragraaf 8.3.2 hebben wij in combinatie met het SRU conversierement, de ventemissie kunnen bepalen

op 1,57 kiloton. In hoofdstuk 9 is nog nader ingegaan op de onderlinge consistentie tussen de diverse zwavelstromen binnen de raffinaderij. Als geheel zijn de hoeveelheden zwavel van de ISLA raffinaderij voldoende adequaat te verantwoorden.

Volledigheidshalve merken wij nog op dat de zwavel verschepingsmethode voor ons is afgevallen als zelfstandige verificatiemethode; de methode dient nu meer als controlemiddel van de dagstatenmethode. Derhalve beschouwen wij het commentaar op dit punt als niet meer relevant.

12.4 Verificatie van aan BOO geleverde brandstof

SHZC c.s. voeren aan dat een onvoldoende verificatie van de aan BOO geleverde brandstof niet mag leiden tot het hanteren van de door ISLA opgegeven cijfers.

De opgave door CRU/BOO over het jaar 2014 was aantoonbaar onjuist en daarom voor ons niet bruikbaar. Omdat op dit onderdeel geen directe verificatie mogelijk was, hebben wij indirecte methoden toegepast en daaruit geconcludeerd dat de opgave door ISLA over het pitch verbruik door CRU, consistent was met andere gegevens van ISLA. Daardoor beschouwen wij de opgave door ISLA als wel bruikbaar voor onze rapportage. Daarbij is het voor ons niet mogelijk gebleken om tot meer betrouwbare info te komen om het gebruik door ISLA en BOO verantwoord beter in kaart te brengen.

12.5 Modelling flare-emissie

SHZC c.s. voeren aan dat consequentie van een geringere productie aan elementair zwavel is dat het resterende acidgas via de flare moet zijn geëmitteerd en dat dit niet betekent dat ISLA minder acidgas heeft geproduceerd. Eisers menen dan ook dat de flare-emissie gecorrigeerd moet worden.

In voorgaande paragraaf 12.3 hebben wij reeds opgemerkt dat het door SHZC c.s. geconstateerde verschil in de zwavelbalans niet of aan de inkomende kant of aan de uitgaande kant hoeft op te treden. Met andere woorden: een geringere productie aan elementair zwavel hoeft niet zonder meer te betekenen dat het resterende acidgas via de flare moet zijn geëmitteerd. Een lagere zwavelproductie kan bijvoorbeeld net zo goed worden verklaard doordat zich meer zwavel in de zware producten bevindt. Wat daar ook van zij, de diverse massabalansen tonen ons hoe de zwavel over het gehele systeem is verdeeld. Wij zien dan ook geen aanleiding om de flare-emissie te corrigeren.

12.6 Verspreidingsberekeningen

SHZC c.s. menen dat de verspreidingsberekeningen niet correct zijn uitgevoerd. Dienaangaande merken zij op dat:

- *Uitgegaan dient te worden van een afgassnelheid van 20 m/s.*
- *De immissie berekeningen ook uitgevoerd dienen te worden met een variant met een minder grote ruwheid en Bowen index.*
- *Ook contour plots opgenomen dienen te worden.*

Het voorstel om voor de flares een afgassnelheid van 20 m/s te hanteren wordt in paragraaf 12.15 met de reactie hierover van ISLA gezamenlijk behandeld.

Wij zien geen aanleiding om voor de terreinruwheid en de Bowenindex verschillende varianten toe te passen. Wij hebben gebruik gemaakt van de waarden die het best passend zijn. Het variëren van deze parameters levert dan ook geen toegevoegde waarde in dit onderzoek.

Voor het maken van contour plots bestaat in deze zaak geen aanleiding nu het Gerecht heeft aangegeven voor welke locaties de immissieconcentratie moet worden berekend.

12.7 Conversierendement van de SRU's

ISLA geeft in haar reactie aan dat het conversierendement van de in serie geschakelde Claus reactoren hoger is dan in het concept-deskundigenbericht wordt aangehouden. Volgens opgave van Jacobs Comprimo heeft een SuperClaus proces een zwavel recovery van 99,0% of hoger, terwijl voor een Claus proces met twee in serie geschakelde reactoren, blijkt een literatuuropgave van Sulphur Experts, van een zwavel recovery van circa 96,6% wordt uitgegaan. Daarnaast is er in het concept-deskundigenbericht van uitgegaan dat een voedingsstroom die onder de 80% van de ontwerpcapaciteit zakt, er voor zorgt dat het ontzwavelingsrendement afneemt naar 85%. De units zijn echter ontworpen om nog goed te functioneren bij een minimale toevoer van 40% van de ontwerpcapaciteit. Tot slot is in het concept-deskundigenbericht een onjuist criterium aangehouden om de goede werking van een unit te controleren. Niet een temperatuurverschil van 10 °C is daarvoor bepalend, maar de temperatuurgrenzen tussen de inlaat- en uitlaatemperatuur per reactor die de Operating Manual hiervoor opgeeft. De berekeningen in het concept-deskundigenbericht over het rendement van de zwavelconversie van de SRU's, moeten daarom worden herzien.

ISLA heeft ten aanzien van de SRU's uitgebreid gereageerd, waarbij zij heeft verduidelijkt wat het verschil is tussen het Claus proces en het SuperClaus proces.

In de nieuw toegevoegde paragraaf 8.3.1¹² is dit uitgebreid aan de orde gekomen waarbij is gebleken dat de door ons gebruikte informatie uit het BREF 'Best Available Techniques for Mineral Oil and Gas Refineries' uit 2003 als basisreferentie voor het aan te houden conversierendement van de Claus reactoren, moest worden bijgesteld. Wij maken nu gebruik van de meest recente BREF uit 2013. Om alle onduidelijkheid weg te nemen, hebben wij ISLA verzocht om aan te geven wat de precieze opbouw is van de drie SRU's die op de raffinaderij in werking zijn. Hierbij hebben we de mogelijke constellaties in drie afbeeldingen weergegeven. Dit heeft er toe geleid dat wij de referentierendementen voor de conversie in geringe mate hebben aangepast. De verificatie van het rendement bij ISLA heeft in grote lijnen op dezelfde wijze plaats gevonden als eerder beschreven in het concept-deskundigenbericht, uitgezonderd het onderdeel dat betrekking had op het suboptimaal functioneren. Het criterium om de goede werking te bepalen is naar nu blijkt anders dan ons ten tijde van het verificatieonderzoek door ISLA zelf was aangegeven. ISLA heeft ons nu technische informatie uit de Operating Manual verschaft waarmee wij op kwalitatieve wijze het conversieproces hebben kunnen beoordelen. In paragraaf 8.3.1 is dit uitgebreid door ons behandeld. De berekeningen in het concept-deskundigenbericht over het rendement van de zwavelconversie van de SRU's, hebben wij dan ook herzien. Dit heeft geleid tot een gezamenlijk en gemiddeld conversierendement voor de drie SRU's, van 95,5%.

12.8 Uitstoot van de FCCU

ISLA geeft aan dat de uitstoot van de FCCU in het concept-deskundigenbericht te hoog is bepaald, namelijk op 302 in plaats van 278 ton zwavel per jaar. De oorzaak daarvan is dat in het deskundigenbericht jaargemiddelde in plaats van daggemiddelde waarden zijn gebruikt.

ISLA verklaart het - overigens beperkte - verschil in omvang van de zwavelstroom die als emissie bij de FCCU vrijkomt, door het verschil van de "ISLA methode" versus de "StAB/TNO methode". Beide methoden richten zich op het vaststellen van het zwavelgehalte in de Cat Cracker-cokes. Door het afbranden van deze cokes ontstaat de SO₂-emissie die meetelt in de brandstofemissie. In het concept-deskundigenbericht is gerekend met een jaargemiddelde waarde van 1,31% S in de gecombineerde voedingstroom. Hierop is de niet lineaire empirische vergelij-

¹² Deze paragraaf is toegevoegd voor de oorspronkelijk (in het concept-deskundigenbericht aanwezige) paragraaf 8.3.1. Hierdoor wijkt de nummering van de subparagrafen van paragraaf 8.3 af van die uit het concept-deskundigenbericht. Oorspronkelijk was in het concept-deskundigenbericht als paragraaf 5.3.3 een vergelijkbare paragraaf van vergelijkbare strekking als verificatiemethode opgenomen. Naar aanleiding van de reacties op het concept-deskundigenbericht door beide partijen, is deze vervallen. Omdat het conversierendement van de Claus installaties wel een belangrijke factor is voor het bepalen van de omvang van de procesemissie, is dit onderdeel voor zover relevant en rekening houdend met de reacties van partijen, opgenomen in hoofdstuk 8 over de procesemissie bij ISLA.

king toegepast met als resultaat een jaargemiddelde zwavelconcentratie in de Cat Cracker-cokes van 1,40%. Op een hoeveelheid van 107.741 ton cokes per jaar leidt dit tot $0,014 \times 107.741 \text{ ton} = 1.508 \text{ ton S}$. Hiervan wordt 80% uit de stroom verwijderd door de toevoeging van DeSO_x additief waardoor uiteindelijk $0,20 \times 1.508 = 302 \text{ ton S}$ als emissie vrijkomt. Daarnaast is in het concept-deskundigenbericht nog gebruik gemaakt van een hogere geschatte jaargemiddelde waarde van 1,38% S in de gecombineerde voedingstroom; deze leidt op analoge wijze berekend als hiervoor tot een emissie van 308 ton S. De genoemde jaargemiddelde waarden hebben wij van ISLA vernomen tijdens het driedaagse verificatieonderzoek. ISLA geeft nu aan dat men beschikt over alle dagwaarden van het jaar 2014 waardoor een nauwkeuriger beeld ontstaat dat meer tegemoet komt aan het oordeel van het Hof in het vonnis uit 2010, namelijk dat uit moet worden gegaan van het daadwerkelijke zwavelgehalte in de cokes. Wij merken op dat ISLA hier verzoekt gehalten te gebruiken die preciezer zijn dan een ruwere jaargemiddelde waarde. Tegen een dergelijk verzoek bestaat ons inziens geen bezwaar en daarom hebben wij paragraaf 7.3.4 aangepast. Als gevolg hiervan neemt de emissie door het cokes afbranden af van 0,61 naar 0,54 kiloton SO_2 .

12.9 Dagstatenmethode ter bepaling zwavelproductie

ISLA betwist het aantal van 84 dagen dat in het concept-deskundigenbericht is aangehouden als periode dat de pelletizer wel in werking was, maar waarvan de productiestaten ontbraken. Naar de mening van ISLA is dat aantal van 84 niet juist maar moet van 87 dagen worden uitgegaan. In de op bladzijde 41 weergegeven tabel gaat het om de gele, bruine en rode vakjes, opgeteld komt men ook uit op 87. Door 3 dagen niet mee te tellen is de zwavelproductie onterecht bepaald op 33,33 kton in plaats van 33,6 kton.

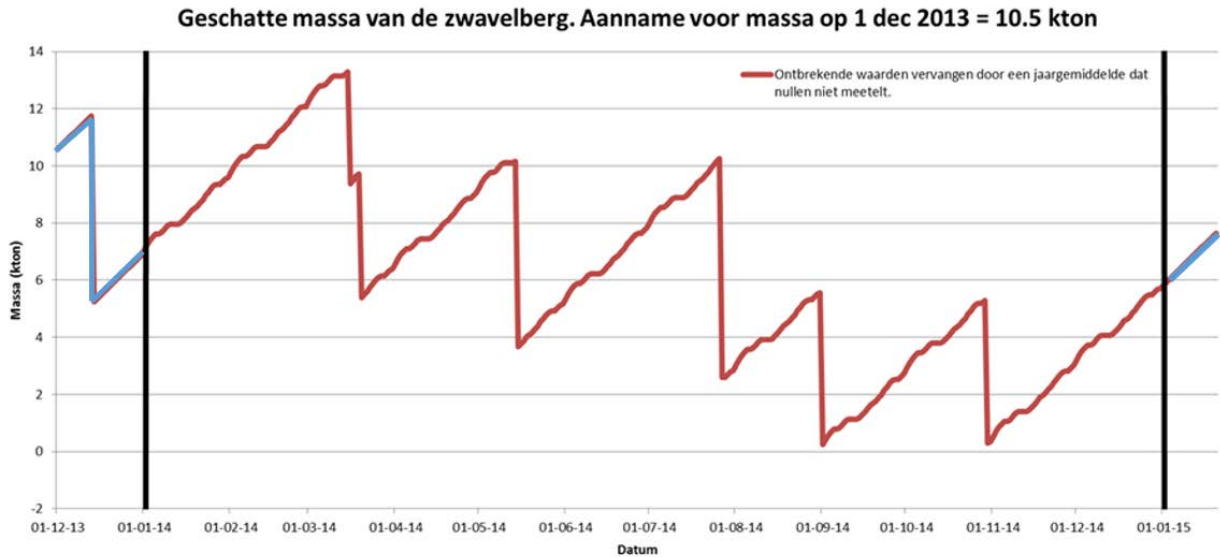
In de voorgaande procedure over het jaar 2013 heeft StAB deze methode gebruikt om onvolledige dagstaten aan te vullen met jaargemiddelde waarden voor de ontbrekende dagen. In die voorgaande procedure werden de "rode" dagen niet meegenomen in de bepaling van de jaarproductie. Er was over die betreffende dagen immers geen enkele informatie bekend. Uit oogpunt van consistentie hebben wij ook de drie "rode" dagen in 2014 niet meegewogen. Daardoor komt het aantal achteraf in te vullen productiedagen uit op $87 - 3 = 84$ dagen (zijnde de gele en bruin/oranje dagen). Bij een jaargemiddelde dagproductie van 96,324 ton per dag is de geproduceerde hoeveelheid zwavel $84 \times 96,324 \text{ ton} = 8.091 \text{ ton}$. Opgeteld bij de wel gerapporteerde 25.237 ton, komt de totale productie in 2014 uit op 33.328 ton zwavel.

12.10 Verschepingenmethode ter bepaling zwavelproductie

ISLA meent dat bij de schatting van de zwavelproductie op basis van de verschepingenmethode, het concept-deskundigenbericht er aan voorbij is gegaan dat het 'beginsaldo' van de hoeveelheid zwavel op 1 januari 2014 minimaal is geweest omdat op 14 december 2013 nog 6,5 kiloton zwavel is verscheept. ISLA stelt dat indien de op 16 en 20 maart 2014 afgevoerde scheepsladingen zwavel worden toegerekend aan de productie in 2013, dit geen stand houdt omdat de zwavelproductie merendeels in 2014 heeft plaatsgevonden. De grafiek (afbeelding 5.8) laat goed zien dat de oplopende schuine lijn die de productie voorstelt, voor het grootste deel rechts van de datumlijn loopt die het begin van 2014 aanduidt. Op eenvoudige wijze zou de productielijn die loopt van 14 december 2013 naar 16 maart 2014 als maat kunnen dienen om de productie in 2014 af te leiden op basis van de verhouding in tijdsduur.

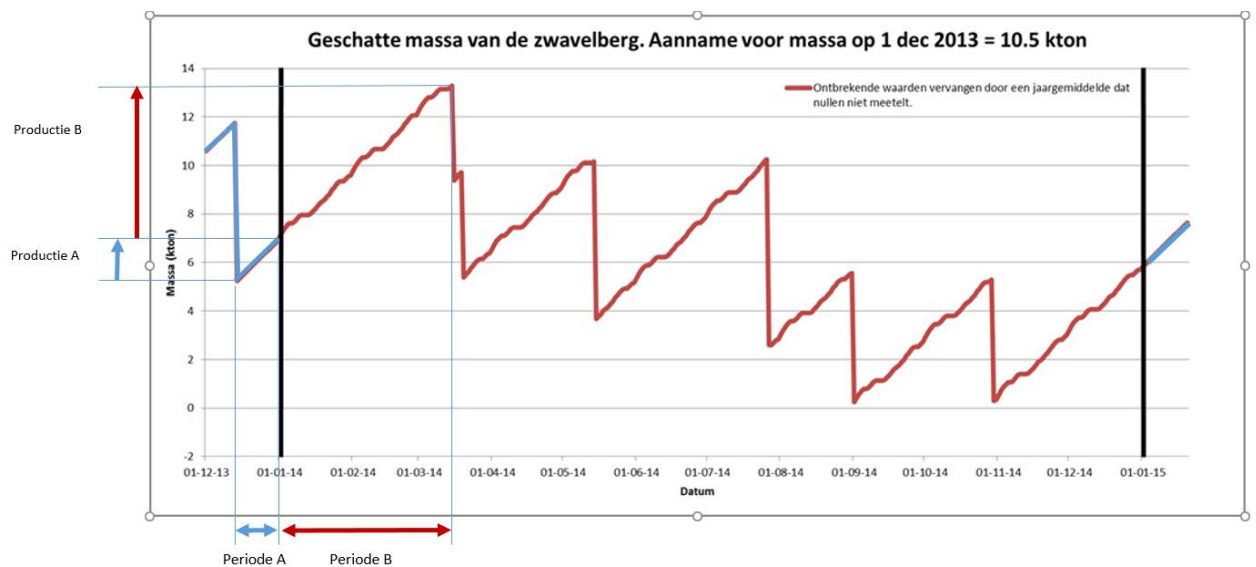
Op analoge wijze zou dit eveneens nagegaan kunnen worden voor de schuin oplopende productielijn aan het einde van het jaar, namelijk in de periode die loopt van 30 oktober 2014 naar 28 januari 2015. Ook daar ligt het grootste deel van de lijn binnen het jaar 2014, en maar beperkt (28 dagen) in het productiejaar 2015. Hierdoor moet de conclusie luiden dat in 2014 substantieel meer (lees: enkele kilotonnen zwavel) is geproduceerd dan de in totaal verscheepte hoeveelheid van 33,22 kton zwavel.

Het gaat hier om de grafiek in afbeelding 5.8 van het concept-deskundigenbericht waarin we in een zaagtandgrafiek de aan- en afgevoerde hoeveelheden zwavel hebben weergegeven. Voor alle duidelijkheid hebben we hieronder nogmaals de grafiek weergegeven, waarbij we het onderscheid in jaartal waarin de activiteiten plaats hebben gevonden met kleuren verduidelijkt hebben. In onderstaande afbeelding 12.1 vinden productie en afvoer bij de rode grafieklijnen in 2014 plaats en bij de blauwe grafieklijnen in het vorige jaar 2013 en het volgende jaar 2015.



Afbeelding 12.1: De zaagtandgrafiek die de pelletizerproductie en afvoer per schip weer- geeft. In de grafiek zijn de productie en afvoer buiten het te beschouwen jaar 2014 in blauw weergegeven. De productie en afvoer binnen het jaar 2014 zijn in rood weergege- ven.

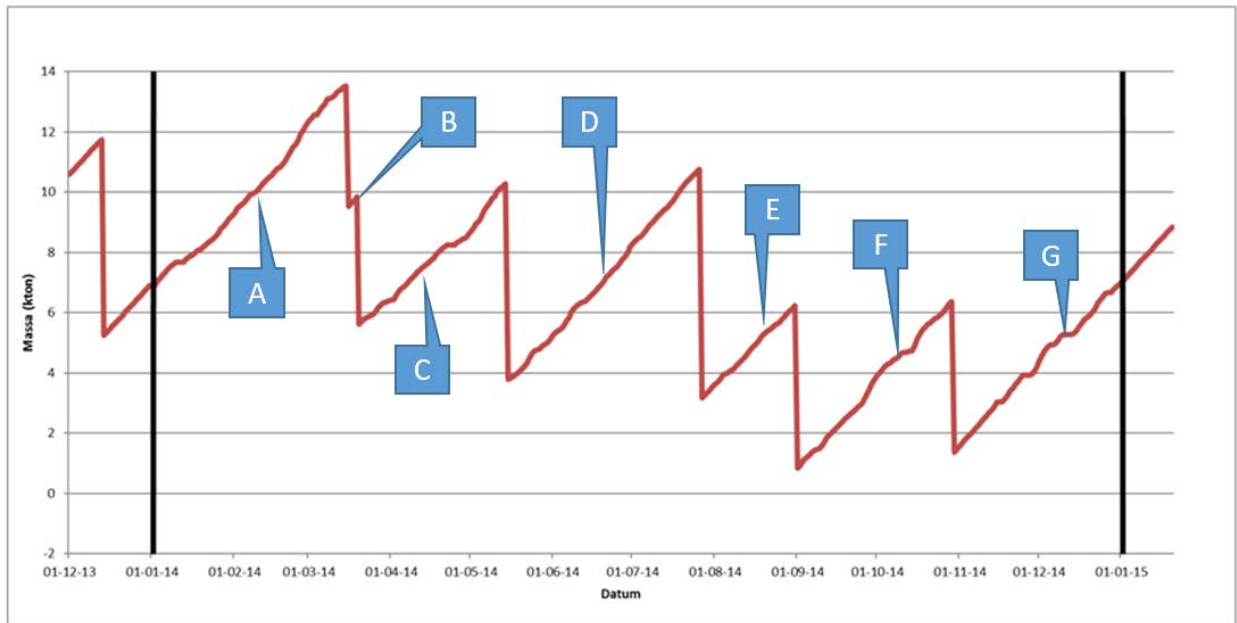
In onderstaande grafiek 12.2 is nog explicieter aangegeven hoe het in zijn werk gaat met de zwavelverscheppingen binnen het te beschouwen jaar 2014: in periode A heeft productie A plaatsgevonden en in periode B heeft productie B plaatsge- vonden. De verticale strepen naar beneden zijn de afgevoerde scheepsvrachten.



Afbeelding 12.2: In de zaagtandgrafiek zijn productie en tijdsverloop tegen elkaar uitgezet

ISLA spiegelt evenwel de zaak anders voor door te stellen dat wij productie A + productie B hebben toegerekend aan de productie van 2013 en om dit te herstel- len wordt voorgesteld om productie B alsnog aan het jaar 2014 te koppelen. Wij

merken op dat dit onnodig is omdat de door ons gerapporteerde hoeveelheden wel degelijk alleen op het jaar 2014 zijn betrokken. Wellicht ten overvloede geven wij hieronder in de zaagtandgrafiek aan hoe de toevoer via de pelletizerproductie verloopt in de perioden a t/m g.



Afbeelding 12.3: De pelletizerproductie vindt in 2014 plaats in de perioden a t/m g

Uit de zaagtandgrafiek¹³ volgt een productie over 2014 van 6,65 (a) + 0,48 (b) + 4,77 (c) + 7,08 (d) + 3,16 (e) + 5,64 (f) + 5,54 (g) = 33,33 kton. Uit paragraaf 5.3.1 (dagstatenmethode) van het concept-deskundigenbericht volgt dat er 33,33 kton zwavel is geproduceerd in 2014 (in de grafiek weergegeven met zes schuine rode lijnen) en uit tabel 5.3 volgt dat er 33,22 kton zwavel is afgevoerd in 2014 (in de grafiek weergegeven met zes verticale rode lijnen). Er is dus bijna net zoveel zwavel geproduceerd als er is afgevoerd; wij rekenen met de geproduceerde hoeveelheid van 33,33 kton.

NB: wij gebruiken voor onze schatting de hoeveelheid zwavel die afgeleid is uit de gegevens van de pelletizer. De afbeeldingen 12.1 tot en met 12.3 laten zien dat de pelletizer gegevens niet strijdig zijn met de gegevens over de verschepingen. Uitgangspunt voor onze berekeningen is de geproduceerde hoeveelheid in de pelletizer.

¹³ Zoals afgelezen uit de Excelgegevens waaruit de grafiek is opgebouwd

12.11 Gebruikte methodiek hoofdstuk 9 met onzekerheidsmarges

Er is veel commentaar van de zijde van ISLA op de methodiek die in hoofdstuk 9 is gebruikt om de massabalans kloppend te krijgen met behulp van onzekerheidsmarges. Met name de toegepaste onzekerheidsmarge van 3% die is "losgelaten" op het toch al lage getal van 33,33 kton elementair zwavel, leidt er toe dat de geproduceerde hoeveelheid zwavel nu een kiloton lager uitkomt op 32,33 kton. ISLA meent dat dit niet is gemotiveerd en niet te volgen is en overigens ook in tegenspraak is met andere bevindingen in het concept-deskundigenbericht. ISLA wijst op de grootste onzekere factor in de massabalans, namelijk de 2,45 kton zwavel vanwege het fakkelen. Het had meer in de rede gelegen om het verschil van 0,78 kton zwavel te zoeken in de opgegeven waarde van 2,45 kton zwavel vanwege de flares. Wat ISLA betreft moet hoofdstuk 9 dan ook worden herzien en moet de eindbevinding zijn dat ISLA in 2014 in totaal niet meer dan 9 kton zwavel heeft uitgestoten, waarvan 5,9 kton vanwege de brandstofemissies en 3,1 kton vanwege de procesemissies.

Wij merken op dat wij een beter onderbouwde waarde voor het conversierendement van de drie SRU's hebben kunnen bepalen (zie paragraaf 12.7). Hierdoor is de onzekerheid over de omvang van de ventemissie van de SRU's minder groot dan waarvan in het concept-deskundigenbericht is uitgegaan. Bijgevolg is nu meer sprake van een onderling consistente massabalans. Hierdoor is het niet langer nodig om de massabalans kloppend te maken met de methode zoals gebruikt in hoofdstuk 9 van het concept deskundigenbericht. Dit hoofdstuk is dan ook ingetrokken. Met inachtneming van de reacties van partijen is in het onderhavige deskundigenbericht hiervoor een nieuw (samenvattend) hoofdstuk 9 in de plaats gekomen, waarin de eindbalans van de zwavelstromen wordt beschouwd.

12.12 Antwoord op vraag 5 in relatie tot de voorliggende zaak

ISLA meent dat het antwoord op de vijfde vraag geen betrekking heeft op de zaak die hier voorligt om te worden onderzocht. Het concept-deskundigenbericht maakt niet duidelijk hoe de antwoorden op de vijfde vraag concreet van belang (kunnen) zijn voor de rechter bij de beoordeling van de hiervoor beschreven zaak. Het schijnt ISLA toe dat het deskundigenbericht dit duidelijk moet maken dan wel dat een en ander komt te vervallen.

Het Gerecht geeft in de vier gestelde vragen blijk van behoefte aan informatie die verder strekt dan de strikte beantwoording van de vraag of al dan niet is voldaan aan de uitspraak van 2010. Daarmee geeft het Gerecht aan het begrip "de zaak" een ruimere inhoud dan "het geschil" zoals in vraag 1 bedoeld. Ons antwoord op

vraag 1 geeft aan wat de uitkomst is op basis van de uitgangspunten van de uitspraak uit 2010.

Breder gezien merken wij op dat in de loop van de tijd het inzicht in de problematiek rond de uitstoot van ISLA zich steeds heeft verdiept. In eerste instantie betrof dat in het bijzonder de technische werking van de installaties. In de onderhavige procedure hebben daarnaast in het bijzonder de meteorologische omstandigheden de aandacht gekregen.

Voor de meteorologie die bij de berekeningen is gebruikt is conform de daarvoor geldende standaarden gebruik gemaakt van modellen. In het kader van het onderhavige onderzoek is gebleken dat de resultaten van die modellen te globaal zijn om een representatief beeld op te leveren voor de specifieke omstandigheden op Curaçao. Die zijn naar nu is gebleken zo specifiek dat de omstandigheden bij vliegveld Hato niet representatief zijn voor de meer landinwaarts gelegen ISLA-locatie. Een nadere toelichting geven wij hieronder in paragraaf 12.13.

12.13 Meteorologie op Curaçao

Op verzoek van ISLA heeft Trinity Consultants (hierna: Trinity) het hoofdstuk 12 uit het concept-deskundigenbericht beoordeeld. Trinity heeft uitgebreid in het Engels gereageerd (zie bijlage 12.3).

Veel van de opmerkingen hebben betrekking op onduidelijkheden in de tekst uit het concept-deskundigenbericht.

Algemene opmerkingen van Trinity

In reactie op de brieven van Mr. van Laarhoven is door ons aangegeven dat de meteorologie over het jaar 2003 een inconsistentie bevat die niet eenduidig gecorrigeerd kan worden. Hierop is in paragraaf 13.2 uitvoerig ingegaan. Zoals voorgeschreven door de rechtbank hebben wij deze gegevens ook gebruikt voor vaststelling van de bijdrage van de ISLA raffinaderij op basis van de emissies voor het jaar 2014.

Aanvullend hebben we gereageerd op het verzoek van het hof in te gaan op de mogelijkheden geactualiseerde gegevens te gebruiken voor andere jaren. Probleem daarbij is het vinden van representatieve gegevens voor de verspreiding van stoffen geëmitteerd vanaf het terrein van ISLA. Er zijn alleen goede meteorologische gegevens beschikbaar die zijn verkregen op het vliegveld HATO. Op basis van onze kennis van de meteorologie verwachten wij dat de daar verzamelde gegevens echter niet representatief zijn voor het ISLA terrein dat op vrij grote afstand van de meetlocatie ligt. De metingen op HATO zijn bij de overheersende windrichting op Curaçao eerder representatief voor de bovenwinds gelegen zee dan voor het ten oosten van het ISLA terrein gelegen land. De meteorologische

gegevens die nodig zijn voor representatieve berekeningen van de verspreiding vanuit de ISLA raffinaderij zouden dus ook dichterbij ISLA moeten worden verzameld.

De meteorologische gegevens verkregen uit de modelberekeningen met het MM5 model zijn in principe voor de locatie goed te berekenen maar hebben ook "zwakke plekken" die samenhangen met de resolutie van het model. Omdat een goede methode om de meest representatieve gegevens voor het ISLA terrein te genereren ontbreekt hebben we getracht zelf een best passende methode te vinden door een gevoeligheidsanalyse met verschillende gegevens.

Samenvattend komen we dan tot drie nieuwe sets meteorologische gegevens.

1. Gegevens van vliegveld HATO, geïnterpreteerd alsof ze boven ruw terrein zijn gemeten.
2. Gegevens van het Meteorologisch model MM5.
3. Een combinatie en bewerking van bovenstaande 2 sets.

De met deze sets berekende concentraties van SO₂ zijn vergeleken met de op Kas Chikitu en Beth Chaim gemeten concentraties. Op grond van deze vergelijking verwachtten wij te kunnen beoordelen welke gegevens het meest geschikt zijn. De concentratie op voornoemde locaties wordt ook beïnvloed door emissies afkomstig van andere (niet ISLA) bronnen op het terrein en in de omgeving. Daarom hebben wij ook schattingen van emissies van deze overige bronnen gemaakt. De concentratie van SO₂ op Kas Chikitu en Beth Chaim is berekend met elk van de drie verschillende sets gegevens. De resultaten van deze drie methoden zijn alle drie door ons gepresenteerd in het concept-deskundigenbericht. Uit de door Trinity gegeven reactie blijkt dat deze werkwijze door hen niet goed is begrepen. Trinity gaat er van uit dat er slechts één methode wordt gepresenteerd, dat is niet zo. Er worden berekeningen met drie sets gepresenteerd.

Bij de beoordeling van de geschiktheid van de verschillende sets aan gegevens hebben wij ons vooral gericht op het gemiddelde dagverloop van de gemiddelde concentratie op de meetstations. De resultaten met de drie sets verschillen sterk op dat punt. Volgens onze analyse geeft onze derde set gegevens (combinatie bewerkte metingen en MM5 model) de beste overeenkomst met de gemeten concentraties. Trinity geeft niet aan het oneens te zijn met onze analyse.

Berekening windsnelheden

StAB/TNO hebben gebruik gemaakt van een in Nederland gebruikte methode om windsnelheden berekend op de ene plaats (met een bepaalde ruwheid) om te rekenen naar een plaats dichtbij met een andere ruwheid. Trinity merkt terecht op dat er geen standaard Nederlandse procedure voor het maken van een invoerbestand voor AERMET, is te vinden op internet. Dit hangt samen met het feit dat AERMOD in Nederland niet een veel gebruikt model is. TNO is echter auteur van

het in Nederland voorgeschreven Nieuw Nationaal Model¹⁴. In de documentatie van dit model wordt de door ons gehanteerde procedure beschreven. Daarmee kan de windsnelheid in de omgeving van ISLA worden berekend uit de meetgegevens op HATO en aanvullende metadata zoals de terreinruwheid. Wij beschouwen dit daarmee als een, gezien het gebrek aan betere gegevens, verdedigbare, juiste methode. In AERMET wordt voor zover ons bekend geen methode gegeven voor deze omrekening.

Enkele kritische opmerkingen van Trinity hebben te maken met wellicht niet-heldere formuleringen van StAB/TNO. Belangrijk daarbij is dat het in het meteorologische deel van het deskundigenbericht meer gaat om een gevoeligheidsanalyse dan om een waarheidsvinding. Door het ontbreken van gegevens nabij het ISLA terrein is het onmogelijk de werkelijke waarden van meteorologische grootheden vast te stellen. Op basis van de door ons uitgevoerde analyse kan een voorzichtige uitspraak worden gedaan over de geschiktheid van de verschillende gegevenssets om de concentratie op Kas Chikitu en Beth Chaim te berekenen. De beoordeling van de beste geschiktheid wordt afgeleid uit de vergelijking tussen de gemeten en berekende concentratie op deze locaties. Deze werkwijze heeft als voordeel dat de beoordeling plaatsvindt op de parameters die het belangrijkste zijn; namelijk de concentraties in de lucht. Van de zijde van Trinity is geen bezwaar tegen deze werkwijze gemaakt.

Trinity heeft daarnaast enkele gedetailleerde opmerkingen waar wij hier kort op ingaan:

- *Er worden verkeerde referentie hoogten gebruikt door StAB/TNO.*
Deze opmerking onderschrijven wij niet. Alleen de windrichting uit MM5 wordt aangepast, de hoogten niet.
- *Er wordt niet juist omgegaan met ontbrekende gegevens.*
Het is ons niet duidelijk wat AERMET doet met ontbrekende gegevens. Wij hebben de standaard settings van AERMET gebruikt en hebben geen reden aan te nemen dat dit leidt tot onjuiste resultaten. Trinity doet daarover ook geen uitspraak.
- *De tijden in de gegevens voor de hogere luchtlagen dienen te worden gespecificeerd.*
Dat is juist en wij hebben dat gedaan in de eerste stap (met een verschuiving van 4 uur)
- *StAB/TNO gebruikt meteorologische gegevens van het jaar 2013.*
Dat is een onjuiste constatering. De meteorologische gegevens uit hoofdstuk 10 van het rapport zijn die, zoals door het gerecht vastgesteld en hebben betrekking op het jaar 2003. De drie nieuwe sets gegevens die StAB/TNO heeft onderzocht hebben betrekking op het jaar 2014.

¹⁴ Projectgroep Revisie Nationaal Model. Het Nieuwe Nationaal Model, Model voor de verspreiding van luchtverontreiniging uit bronnen over korte afstanden. TNO-MEP, Apeldoorn 1998.

- *Voor een goede analyse zijn betere emissie gegevens van de overige bronnen nodig.*
Wij zijn het daar mee eens, maar menen dat de huidige inzichten voldoende zijn voor een goede inschatting van de geschiktheid van de verschillende gegevenssets.

Het commentaar van Trinity is passend. Wij zien echter in het commentaar van Trinity geen aanleiding om onze analyse of de conclusies op basis daarvan aan te passen.

12.14 Fakkelsmodellering

Door Trinity is op verzoek van ISLA een beoordeling uitgevoerd naar de aannames in het concept-deskundigenbericht over de afgefakkelde gassen wat betreft de toegepaste uittreedsnelheid in het verspreidingsmodel en de verbrandingswaarde van de gassen. Het belang van deze twee parameters is dat een hogere uittreedsnelheid en een hogere uitlaatemperatuur, elk tot meer pluimstijging leiden waardoor meer verdunning van de verbrande gassen in de atmosfeer op zal treden en een lagere immissie wordt berekend.

*Over de **uittreedsnelheid** merkt Trinity op dat in het concept-deskundigenbericht een effectieve afgassnelheid is berekend die is gebaseerd op een ratio tussen de maximale capaciteit van elke fakkel en de werkelijke hoeveelheid afgefakkeld gas in 2014. Deze ratio is vervolgens vermenigvuldigd met de algemeen gehanteerde default waarde van 20 m/s. Omdat de gevonden ratio zo laag is worden zodoende veel lagere effectieve afgassnelheden bepaald dan de standaardwaarde van 20 m/s, namelijk 0,001 – 0,65 m/s. Trinity wijst er op dat de afgassnelheid tot stand komt door de "buoyancy flux" (de drijvende kracht die zorgt voor een stijgende stromingsrichting) die wordt veroorzaakt door de verbranding en niet door het actuele afgasdebiet versus de maximum capaciteit. Trinity neemt aan dat de bedoeling in het concept-deskundigenbericht is geweest rekening te houden met jaargemiddelde omstandigheden. Volgens Trinity kan dat alleen door de emissievracht over het jaar te middelen, maar niet door middeling van de afgasparameters die de fakkelemisies moeten nabootsen. Trinity wijst op een rekentool die beschikbaar is gesteld door The San Joaquin Valley Air Pollution Control District, die ook geen gebruik maakt van de benutte fakkelcapaciteit. Uit een voorbeeldberekening komt een afgassnelheid die nog hoger is dan 20 m/s. Ook SHZC c.s. menen dat gerekend dient te worden met een afgassnelheid van 20 m/s.*

Hoewel wij menen dat het structureel fakkelen van relatief kleine gashoeveelheden anders is dan het incidenteel affakkelen van grotere hoeveelheden, herzien wij toch de getalswaarden voor de effectieve afgassnelheid zoals is voorgesteld

door zowel Trinity (namens ISLA) als door SHZC c.s. De waarden in tabel 11.6 zijn door ons aangepast.

*Over de **total heat release** Q (de totale vrijkomende warmte) merkt Trinity op dat in het concept-deskundigenbericht is gerekend met de stookwaarde van refinery fuel gas (RFG) voor alle vijf flares. Het is echter zo dat de twee SRU flares SRU-F 4301 en SRU-F 4302 gas verbranden dat meer uit zwavelwaterstof (H_2S) en ammoniakgas (NH_3) bestaat dan uit RFG (mix van koolwaterstoffen). Dit houdt in dat de gasstromen via deze twee flares een verbrandingswaarde hebben die ruwweg drie maal lager is dan die van RFG.*

Het is inderdaad zo dat de flare gassen naar de twee SRU flares veel H_2S bevatten waardoor de verbrandingswarmte Q een factor 3 lager is dan van RFG. Omdat het zorgvuldiger is om de invloed daarvan mee te wegen, nemen wij de aanbeveling van Trinity op dit onderdeel over. Dat heeft tot gevolg dat de effectieve lozingshoogte H_e wat lager wordt; die van SRU-F 4301 wordt 1 meter lager (107 meter) en die van SRU-F 4302 wordt 3 meter lager (109 meter). Dit heeft een licht hogere immissie tot gevolg.

Naast de effectieve lozingshoogte wijzigt door een lagere Q ook de effectieve schoorsteendiameter D_e , vanwege de hogere uittreedsnelheid die in de formule is opgenomen. Beide D_e 's worden daardoor kleiner; die van SRU-F 4301 wordt 0,38 meter (was 0,67 meter) en die van SRU-F 4302 wordt 0,81 meter (was 1,43 meter).

Het deskundigenbericht hebben wij gewijzigd door aanpassing van de tabellen 11.3, 11.4, 11.5 en 11.6 uit het concept-deskundigenbericht. Hierdoor zijn ook de invoergegevens in tabel 11.7 gewijzigd en de daaraan gekoppelde verspreidingsberekeningen.

12.15 Voorgestelde tekstuele aanpassingen

ISLA verzoekt om een redactionele aanpassing van de schematische weergave van de zwavelbalans (met tekstvoorstel), het bijschrift bij een afbeelding over het SuperClaus proces (zonder tekstvoorstel), de minimum flow van de SRU's (met tekstvoorstel), de beschrijving van het katalytische kraakproces (met tekstvoorstel), de weergave van ("superscripten" in) de berekeningen op bladzijden 63 – 65.

De door ISLA voorgestelde tekstuele aanpassing in hoofdstuk 2 "schematische weergave zwavelbalans" is door ons akkoord bevonden omdat wij ons in de argumentatie kunnen vinden. De tekstvoorstellen die tot een verbetering of aanpassing van het deskundigenbericht leiden, nemen wij daarbij over. Voor hoofdstuk 4 "De FCCU" kunnen wij instemmen met de tekstvoorstellen van ISLA tot onderaan de tweede bladzijde van dit hoofdstuk. Over de berekeningen op bladzijde 63 – 65

van het concept-deskundigenbericht merken wij op dat in de rekenpolynoom er twee exponenten (de getallen "2" en "3") niet goed zijn weergegeven. Deze twee getallen hadden als superscript moeten zijn weergegeven. De verbetering die ISLA aangeeft is juist en die aanpassing zal uiteraard worden doorgevoerd. Het is echter niet zoals ISLA op een aantal plaatsen van haar reactie suggereert, dat wij daadwerkelijk hebben gerekend met een lineaire vergelijking (formule) in plaats van met een exponentiele vergelijking. Slechts de weergave van de formule op papier was onjuist, en deze zal dan ook worden aangepast.

13 Beantwoording van de vragen van het Gerecht

13.1 Vraag 1

Vraag 1 van het Gerecht luidt:

"Hoeveel $\mu\text{g}/\text{m}^3$ heeft ISLA in 2014 bijgedragen aan de totale jaargemiddelde concentratie van zwaveldioxide (SO_2) op leefniveau benedenwinds van de raffinerij?". Daarbij heeft het Gerecht aangegeven dat deze vraag dient te worden beantwoord met inachtneming van het bepaalde in rechtsoverweging 3.14 van het vonnis van het Hof van 12 januari 2010, (...).

Uitwerking:

In technisch opzicht houdt de insteek van vraag 1 in dat op dezelfde wijze wordt gemodelleerd als in de procedure over 2013 door StAB is uitgevoerd. Dat betekent concreet dat:

- a. De omvang van de SO_2 -emissie wordt vastgesteld met behulp van massabalansen die betrokken zijn op de in- en uitgaande zwavelstromen binnen de inrichting;
- b. De jaargemiddelde immissieconcentratie aan SO_2 wordt berekend met het AERMOD verspreidingsmodel, waarbij wordt gerekend met de uittreedsnelheden van de afgassen, de diameters van de schoorstenen, de schoorsteenhoogtes en de rookgastemperaturen die representatief zijn voor het beschouwde kalenderjaar (2014);
- c. In het AERMOD-model de meteorologische bestanden over het jaar 2003 worden gebruikt, welke bestanden in 2009 zijn opgesteld door Meteo Consult te Wageningen;
- d. Wordt uitgegaan van het daadwerkelijke zwavelgehalte in de cokes van de Cat Cracker installatie;
- e. De jaargemiddelde immissieconcentraties worden berekend op twee benedenwindse locaties:
 1. het hoogst belaste onbewoonde gebied op of nabij de Joodse begraafplaats Beth Chaim met de coördinaten $x = 49500$ en $y = 53000$;
 2. het hoogst belaste bewoonde gebied aan de Nijlweg met de coördinaten $x = 48750$ en $y = 52750$.

Volledigheidshalve merken wij ten aanzien van het modelleren nog twee punten op:

- Wij hebben de berekening uitgevoerd met de AERMOD versie zoals ook in de StAB rapporten van 16 juni 2008 en 10 maart 2009 is gebruikt (version 07026).

- De invoergegevens die wij hebben gebruikt, staan in de tabellen 11.1 en 11.2 in hoofdstuk 11 van dit deskundigenbericht. De daarin genoemde emissie van de SWS-2 hebben wij samengevoegd met die van de CD-3. De flare-emissie hebben wij analoog aan de werkwijze in de vorige StAB deskundigenberichten, als schoorsteenemissie gemodelleerd door deze toe te voegen aan ID 17, de SRU-stack. De complete set met invoergegevens staat in onderstaande tabel 13.1.

| ID | Emissiebronnen | Emissievracht | | Schoorsteen-diameter (m) | Afgas-snelheid (m/s) | Schoorsteen-hoogte (m) | Afgas-temperatuur (K) |
|----|---------------------------|--------------------|------------|--------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|
| | | in kton | in gram/s | | | | |
| 21 | CD-2 | 2,89 | 91,6 | 2,5 | 18,2 | 100 | 715 |
| 22 | CD-3 + SWS-2 | 2,73 + 0,08 = 2,81 | 89,0 | 4,0 | 5,3 | 125 | 646 |
| 23 | HV-6 + FEU-2 | 1,22 | 38,7 | 2,1 | 14,1 | 100 | 667 |
| 24 | HV-7 | 0,29 | 9,2 | 2,6 | 4 | 80 | 546 |
| 43 | HV-8 | 0,03 | 1,0 | 3 | 6,3 | 100 | 594 |
| 41 | FEU-1 | 0,02 | 0,6 | 1,4 | 5 | 46 | 646 |
| 44 | MDU | 0,01 | 0,3 | 2,2 | 3,6 | 46 | 573 |
| 45 | PDU | 0,02 | 0,6 | 1,13 | 7,7 | 43 | 535 |
| 12 | FP-2 | 0,83 | 26,3 | 2,2 | 11,9 | 100 | 585 |
| 11 | FCCU + FP-1 | 0,82 | 26,0 | 3,95 | 7,4 | 100 | 516 |
| 14 | TC-1 | 0,01 | 0,3 | 2,4 | 6,8 | 100 | 481 |
| 10 | TC-2 | 0,06 | 1,9 | 2,4 | 6,4 | 100 | 535 |
| 32 | HF-Alky | 0,02 | 0,6 | 2,48 | 2,7 | 100 | 493 |
| 31 | Platformer + HDS etc. | 2,89 | 91,6 | 3,3 | 14,7 | 100 | 619 |
| 17 | SRU-Stack + 5 flares | 3,14 + 4,91 = 8,05 | 255,1 | 1 | 2 | 101 | 494 |
| 33 | Polyplant | 0,02 | 0,6 | 1,6 | 7,2 | 85 | 708 |
| 25 | NABS | 0,00 | 0,1 | 1,0 | 3,5 | 46 | 712 |
| 73 | Hydrogen Unit | 0,03 | 1,0 | 2,8 | 1,3 | 60 | 713 |
| | ISLA Stacks totaal | 20,0 | 634 | - | - | - | - |

Tabel 13.1: Complete set met invoergegevens als gebruikt in het AERMOD model ter beantwoording van vraag 1 van het Gerecht

De immissieberekening met het AERMOD model levert de volgende uitkomsten:

| Locatie | Berekende jaargemiddelde immissieconcentratie | Jaargemiddelde grenswaarde |
|------------------|--|-----------------------------------|
| Naast Beth Chaim | 55,84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| Nijlweg | 47,83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |

Tabel 13.2: Berekende immissieconcentraties op de twee toetsingslocaties conform vraag 1

13.2 Vraag 2

Vraag 2 van het Gerecht luidt:

"Kunt u in uw deskundigenbericht tot uitdrukking brengen dat en op welke wijze u in uw beoordeling en conclusies hebt betrokken hetgeen is aangevoerd in de (reeds aan u toegezonden) brieven van mr. Van de Laarschot aan mr. Van Schendel van 15 juli 2015 en 21 juli 2015 en de daarop nog door ISLA in een brief aan u te formuleren reactie?"

De twee brieven van mr. Van de Laarschot en de reactie hierop van ISLA

Op 15 juli 2015 en 21 juli 2015 heeft mr. Van de Laarschot namens SHZC c.s. twee brieven aan mr. Van Schendel van het Gerecht in eerste aanleg gestuurd. Het betrof een reactie op het voorlopige deskundigenbericht (StAB-39490) van 16 juni 2015 inzake de procedure tegen ISLA over het jaar 2013. Op 8 maart 2016 heeft ISLA hierop per e-mail gereageerd. De brieven en de reactie zijn als bijlagen 13.1 en 13.2 aan dit deskundigenbericht toegevoegd. Samengevat zijn de ingebrachte punten als volgt.

SHZC c.s. menen ten aanzien van de **bepaling van de emissies** met behulp van de massabalansmethode dat:

1. de gegevens voor de bepaling van de SO₂-emissie aangevuld dienen te worden met essentiële informatie c.q. controles voor de:
 - hoeveelheden en soorten verbruikte ruwe olie (crude);
 - hoeveelheden en soorten verwerkte brandstoffen en zwavelgehalte per soort;
 - relevante informatie ten aanzien van het (actuele gemeten) zwavelgehalte in de voeding van de cat cracker;
 - het rendement van de SRU's; dit is lager dan de gehanteerde 95%.

2. een adequate controle van de gegevens dient plaats te vinden door:
 - verificatie van het zwavelgehalte van de door ISLA verstookte brandstoffen pitch, stookolie en stookgas;
 - verificatie van het zwavelgehalte van de cokes in de cat cracker en de daaruit volgende SO₂-emissie van de cat cracker generator; verificatie is nodig omdat de toepassing van DeSO_x niet tot een hoger zwavelgehalte in de voeding leidt, terwijl dat wel verwacht mag worden op grond van de gegevens van de leverancier;
 - verificatie van de hoeveelheden zwavel (H₂S) afkomstig uit de ontzwalling van benzine, gasolie en smeerolie middels een zuurgasbalans;
 - de omvang van de zwavelberg afkomstig van de SRU's exacter vast te stellen door verificatie van het zwavelaanbod aan de SRU's en verificatie van de hoeveelheid die daarvan op de zwavelberg terecht komt c.q. wordt uitgestoten.

SHZC c.s. menen ten aanzien van de **bepaling van de immissies** met het AERMOD-model dat:

3. een onjuiste toepassing is gegeven aan de Monin Obukhov Lengte "L"; een juiste toepassing zou voor de nachtelijke uren tot andere berekende waarden met het AERMOD-model leiden.
4. de immissie berekend dient te worden op een (immissie)punt op de begraafplaats en niet op een locatie er net naast op het ISLA-terrein.
5. gerekend dient te worden met actuele meteorologische gegevens van het jaar waarover de immissie wordt vastgesteld en niet met de gegevens van 2003.
6. een te grote marge wordt gehanteerd bij de berekening van de immissiebijdrage door ISLA door uit te gaan van gemiddelde waarden.
7. een onderbouwing nodig is van het aandeel van ISLA in de immissie indien deze afwijkt van het in eerdere jaren gehanteerde aandeel van 60 – 70 %.

ISLA voert in reactie op de brieven van mr. Van de Laarschot ten aanzien van de bepaling van de immissies met het Aermomd-model aan dat het voor alle betrokken partijen volledig duidelijk was dat de benodigde invoerfiles niet zijn samengesteld met behulp van AERMET, maar met behulp van het zogenoemde WRF model en dat dit conform de richtlijnen van de EPA is. Het WRF model bevat een algoritme dat een waarde voor de Monin Obukhov lengte (L) genereert, derhalve kan geen onjuiste toepassing aan "L" zijn gegeven. Voor het overige geeft ISLA in reactie op de brieven van mr. Van de Laarschot aan dat een groot deel van de opmerkingen betrekking heeft op het intussen finale rapport van de StAB met betrekking tot het jaar 2013. Voor het voeren van een discussie over het jaar 2013 acht ISLA de onderhavige procedure over het jaar 2014 niet het geschikte "forum". Voor zover de twee brieven beogen om StAB en TNO aanwijzingen te geven ten aanzien van het door hen te verrichten onderzoek over 2014, acht ISLA het voor de overige door mr. Van de Laarschot aangevoerde punten niet opportuun omdat dit aspecten (beoordelingslocatie en toe te passen meteorologische gegevens) betreft die ter beoordeling van de rechter zijn en niet ter beoordeling van StAB en TNO. Ten aanzien van de vast te stellen emissies en de zwavelproductie geeft ISLA aan niet vooruit te willen lopen op de procedure en dat dit punten betreft die in bijzijn van eisers geverifieerd zullen worden bij het bezoek van StAB en TNO ter plaatse.

Beschouwing

Wij merken - wellicht ten overvloede - op, dat de in de brieven genoemde punten thans worden beschouwd als te zijn ingebracht om mee te nemen bij het onderzoek over het jaar 2014. Aan de eerste twee punten, waarin eisers om een aantal controles verzoeken ter ondersteuning van de emissiebepaling, is invulling gege-

ven door ISLA voorafgaande aan het bedrijfsbezoek een vragenlijst (questionnaire) in te laten vullen. Deze vragen hebben onder meer betrekking op de door eisers genoemde onderdelen. Vervolgens zijn tijdens het verificatieonderzoek op de raffinaderij, in bijzijn van eisers en de heer Deelen (raffinaderijdeskundige ter assistentie van eisers) steekproeven genomen uit de geadmistrateerde gegevens over het zwavelgehalte in de Mesa 30-crude. Dit is ook gedaan bij aan derden verkochte partijen stookolie en gasolie. De resultaten van dit deel van ons onderzoek zijn uitgewerkt in de hoofdstukken 3 en 4. Hiermee wij invulling gegeven aan de eerste twee onderdelen van punt 1.

Ten aanzien van de twee volgende onderdelen van punt 1 is in een aantal sessies aan de verantwoordelijke technici van de cat cracker en de SRU's gevraagd een toelichting te geven op de metingen die plaatsvinden bij de cat cracker, alsook ten aanzien van de efficiency van de SRU's. Ook bij deze toelichtingen zijn eisers aanwezig geweest en zijn vragen die door eisers zijn gesteld, door ISLA beantwoord. De door eisers verlangde informatie over zwavelgehalte in de voeding van de cat cracker, is bij de sessies aan de orde geweest. Onze bevindingen daarover zijn vermeld in paragraaf 7.3.4. Het rendement van de SRU's is tijdens de sessies besproken, maar dit heeft toen nog niet geleid tot een afgerond beeld. Met behulp van de nadere ontvangen informatie naar aanleiding van het bezoek en de reacties op het concept-deskundigenbericht hebben wij in paragraaf 8.3.1 het rendement vastgesteld op 95,5 %.

Met betrekking tot het tweede punt, de uitvoering van diverse verificaties, merken wij het volgende op. De brandstoffen die ISLA zelf inzet, zijn niet op analoge wijze te verifiëren als de olieproducten die op de markt worden afgezet. Er zijn hiervoor namelijk geen gegevens uit de verkoopadministratie beschikbaar omdat de brandstoffen voor intern gebruik worden aangewend. De belangrijkste brandstof is pitch (asphalt) en deze zware brandstof wordt verdeeld tussen de energiecentrale van CRU en de procesfornuizen van ISLA. Om de opgave van ISLA over deze verdeling te verifiëren, zijn de milieujaarverslagen van CRU geraadpleegd, is het historisch pitchverbruik van beide bedrijven beschouwd en zijn de stoomleveranties door CRU in ogenschouw genomen. Op grond van de beschouwde gegevens, blijkt de rapportage van ISLA het meest consistent te zijn. De resultaten van dit deel van ons onderzoek zijn uitgewerkt in de hoofdstuk 7.

De cokes in de cat cracker zijn zoals hiervoor aangegeven, in paragraaf 7.3.4 beschouwd. Het zwavelgehalte in de cokes is in het concept-deskundigenbericht bepaald aan de hand van jaargemiddelde gegevens over de voeding van de katalytische kraker en deze gegevens zijn tijdens het verificatiebezoek aan de aanwezigen getoond. Daarover zijn toen geen verdere vragen gesteld. Nadien heeft ISLA – in reactie op het concept-deskundigenbericht – ons informatie toegestuurd over het op daggemiddelde basis bepaalde zwavelgehalte in de cokes. Wij hebben deze laatste gegevens gebruikt in dit deskundigenbericht omdat het gebruik van dag-

gemiddelde zwavelgehalten een preciezer beeld oplevert dan gehalten op jaargemiddelde basis.

Er is ook niet gekozen voor het laten opstellen van zogenoemde zuurgasbalansen omdat deze extra massabalansen geen meerwaarde zouden opleveren ten opzichte van de gekozen werkwijze. De door eisers voorgestelde zuurgasbalansen zijn deelbalansen die binnen de systeemgrenzen optreden, dit in tegenstelling tot de massabalansen die wij gebruiken (ingaaende en uitgaande stromen ten opzichte van de systeemgrenzen). Wij menen dat extra deelbalansen niet tot meer duidelijkheid leiden in vergelijking met de door ons voorgestane methode.

Aan het bepalen van de omvang van de zwavelberg is in paragraaf 5.3 van dit deskundigenbericht uitgebreid aandacht besteed waarbij uiteindelijk twee methodes zijn toegepast om deze massastoom vast te stellen.

Met betrekking tot het derde punt, over de Monin Obukhov Lengte "L", blijken de meteorologische gegevens van Meteo Consult die StAB in eerdere procedures heeft gebruikt onderlinge inconsistentie te vertonen. De in de tabel genoemde parameters Monin-Obukhov lengte (L), de wrijvingsnelheid (u^*) en de warmteflux (H) dienen namelijk altijd volgens een bepaalde formule aan elkaar te zijn gerelateerd. In de meteorologische gegevens van Meteo Consult is dit voor de nachtelijk uren niet het geval. De waarden voor overdag zijn wel consistent en berekend zoals in de tekst is aangegeven. Wegens gebrek aan onderliggende gegevens is het niet mogelijk geweest na te gaan welke parameter(s) onjuist zijn teneinde deze te corrigeren.

Met betrekking tot het vierde punt, de correcte toetsingslocatie op Beth Chaim, zijn de immissieconcentraties gezien de vraagstelling van het Gerecht, berekend voor diverse locaties op de begraafplaats Beth Chaim, alsook op de locatie die daar juist naast ligt op het ISLA terrein (het "StAB-punt"). Ook is in het kader van de beantwoording van vraag 4 van het Gerecht, gerekend met actuele meteorologische gegevens, namelijk over het jaar 2014 (punt 5).

Met betrekking tot punt 6, de marge die wordt gehanteerd bij de berekening van de immissiebijdrage door ISLA, merken wij op dat – zoals eerder opgemerkt in paragraaf 12.2 – het bij verspreidingsberekeningen gebruikelijk is om voor de emissie van een gemiddelde waarde uit te gaan, en niet van uiterste waarden.

Tenslotte merken wij met betrekking tot punt 7 - een onderbouwing van ISLA's aandeel in de immissie is nodig indien deze afwijkt van het in eerdere jaren gehanteerde aandeel van 60 – 70 % - op dat dit buiten het bereik valt van deze procedure.

13.3 Vraag 3

Vraag 3 van het Gerecht, luidt:

"Kunt u in uw rapport (afzonderlijk) weergeven wat de berekeningsresultaten voor 2014 zijn op de locaties te Beth Chaim genoemd in de brief van TNO van 7 oktober 2015, bladzijde 4?"

Uitwerking

In tabel 1 op bladzijde 4 van het TNO rapport van 7 oktober 2015, zijn voor vijf extra locaties te Beth Chaim aanvullende berekeningen uitgevoerd welke betrekking hadden op het jaar 2013. In onderstaande tabel 11.3 zijn de coördinaten van deze locaties overgenomen. De rekengegevens zijn gelijk aan welke zijn gebruikt bij vraag 1 en hebben nu betrekking op het jaar 2014.

| Locatie (coördinaten Kadaster Curaçao) | Berekende concentratie SO₂ (µg/m³) | Opmerking |
|---|---|--|
| 49450, 52950 | 61,83 | Te Beth Chaim |
| 49450, 52900 | 69,59 | Te Beth Chaim |
| 49450, 52850 | 77,88 | Te Beth Chaim |
| 49500, 52850 | 78,72 | Te Beth Chaim |
| 49500, 52828 | 82,91 | Te Beth Chaim, "Casa de Rodeos", ontvangstlocatie van de begraafplaats |

Tabel 13.3: Aanvullende immissieberekeningen voor extra locaties (waarover door TNO op 7 oktober 2015 is gerapporteerd) op de begraafplaats Beth Chaim conform vraag 3

13.4 Vraag 4

Vraag 4 van het Gerecht, luidt:

"In hoeverre zou uw antwoord op vraag 1 anders luiden indien de grondslagen van de StAB-methode uit 2008 naar de huidige - door u te bepalen - inzichten zouden zijn geactualiseerd, zowel, voor zover van toepassing, wat betreft 1) de locatie van het toetsingspunt, 2) de wijze waarop de procesemissie wordt gemodelleerd, en 3) de meteorologische gegevens?"

Actualisatie toetsingspunten

De actuele inzichten aangaande de toetsingspunten, zijn ons inziens het aanhouden van de locaties op de Joodse begraafplaats Beth Chaim. In praktische zin zouden hiervoor de locaties kunnen gelden die zijn genoemd in tabel 13.3.

Actualisatie modelleren procesemissie

De actuele inzichten aangaande het modelleren van de procesemissies, bestaan eruit dat de vijf fakkels niet als een schoorsteenemissie aan de SRU ventemissie worden toegevoegd, maar in plaats daarvan als vijf afzonderlijke emissiebronnen in het model worden ingevoerd. Voor het simuleren van fakkelemissies dient een passende methode te worden toegepast. In paragraaf 11.3 is hiernaar onderzoek verricht. Op grond hiervan kan met het afwijkende karakter van een fakkelemissie ten opzichte van een schoorsteenemissie, rekening worden gehouden.

De invoergegevens die wij hebben gebruikt, komen grotendeels overeen met de gegevens in tabel 11.1, met dit verschil dat de flare-emissie van 4,91 kiloton SO₂ niet meer is samengevoegd met de SRU ventemissie (ID 17), maar als vijf afzonderlijke bronnen (ID 59, 60, 63, 64 en 65). De complete set met invoergegevens staat in onderstaande tabel 13.4.

| ID | Emissiebronnen | Emissievracht | | Schoorsteen-diameter (m) | Afgas-snelheid (m/s) | Schoorsteen hoogte (m) | Afgas temperatuur (K) |
|----|---------------------------|--------------------|-----------|--------------------------|----------------------|------------------------|-----------------------|
| | | in kton | in gram/s | | | | |
| 21 | CD-2 | 2,89 | 91,6 | 2,5 | 18,2 | 100 | 715 |
| 22 | CD-3 + SWS-2 | 2,73 + 0,08 = 2,81 | 89,0 | 4,0 | 5,3 | 125 | 646 |
| 23 | HV-6 + FEU-2 | 1,22 | 38,7 | 2,1 | 14,1 | 100 | 667 |
| 24 | HV-7 | 0,29 | 9,2 | 2,6 | 4 | 80 | 546 |
| 43 | HV-8 | 0,03 | 1,0 | 3 | 6,3 | 100 | 594 |
| 41 | FEU-1 | 0,02 | 0,6 | 1,4 | 5 | 46 | 646 |
| 44 | MDU | 0,01 | 0,3 | 2,2 | 3,6 | 46 | 573 |
| 45 | PDU | 0,02 | 0,6 | 1,13 | 7,7 | 43 | 535 |
| 12 | FP-2 | 0,83 | 26,3 | 2,2 | 11,9 | 100 | 585 |
| 11 | FCCU + FP-1 | 0,82 | 26,0 | 3,95 | 7,4 | 100 | 516 |
| 14 | TC-1 | 0,01 | 0,3 | 2,4 | 6,8 | 100 | 481 |
| 10 | TC-2 | 0,06 | 1,9 | 2,4 | 6,4 | 100 | 535 |
| 32 | HF-Alky | 0,02 | 0,6 | 2,48 | 2,7 | 100 | 493 |
| 31 | Platformer + HDS etc. | 2,89 | 91,6 | 3,3 | 14,7 | 100 | 619 |
| 17 | SRU-Stack | 3,14 | 99,5 | 1 | 2 | 101 | 494 |
| 33 | Polyplant | 0,02 | 0,6 | 1,6 | 7,2 | 85 | 708 |
| 25 | NABS | 0,00 | 0,1 | 1,0 | 3,5 | 46 | 712 |
| 73 | Hydrogen Unit | 0,03 | 1,0 | 2,8 | 1,3 | 60 | 713 |
| 59 | SRU-F 4301 | 0,558 | 17,7 | 0,38 | 20 | 107 | 1273 |
| 60 | FCCU Flare | 0,037 | 1,2 | 0,17 | 20 | 114 | 1273 |
| 63 | Asiento Flare | 0,206 | 6,5 | 0,41 | 20 | 115 | 1273 |
| 64 | HL/Alky Flare | 1,564 | 49,6 | 1,12 | 20 | 122 | 1273 |
| 65 | SRU-F 4302 | 2,546 | 80,7 | 0,81 | 20 | 109 | 1273 |
| | ISLA Stacks totaal | 20,0 | 634 | - | - | - | - |

Tabel 13.4: Complete set met invoergegevens als gebruikt in het AERMOD model ter beantwoording van vraag 4 van het Gerecht

Verspreidingsberekening op basis van oude methode maar fakkels apart ingevoerd

Volledigheidshalve voegen wij ter referentie een immissieberekening toe waarin de oude methode als bij de beantwoording van de vragen 1 en 3 is gebruikt, maar waar de fakkels als afzonderlijke bronnen zijn ingevoerd. In tabel 13.5 zijn de uitkomsten van deze benadering weergegeven. In afbeelding 13.1 zijn de posities van de flares op een luchtfoto geprojecteerd. Afbeelding 13.2 en afbeelding 13.3

geven vervolgens een ruimtelijk overzicht van de concentraties rond Beth Chaim. Het gele punt rechtsboven in het blokje met immissiepunten in afbeelding 13.3 is het StAB punt juist naast Beth Chaim.

| Locatie | Berekende concentratie SO ₂ (µg/m ³) | Opmerking |
|--------------|--|---|
| 49500, 53000 | 53,09 | StAB punt juist buiten Beth Chaim |
| 48750, 52750 | 44,81 | Nijlweg |
| 49450, 52950 | 58,05 | Te Beth Chaim |
| 49450, 52900 | 63,21 | Te Beth Chaim |
| 49450, 52850 | 67,96 | Te Beth Chaim |
| 49500, 52850 | 67,38 | Te Beth Chaim |
| 49500, 52828 | 69,57 | Te Beth Chaim, "Casa de Rodeos", ontvangstlocatie van de begraafplaats |

Tabel 13.5: Immissieconcentraties met oude gegevens als gebruikt bij vraag 1 en 3, maar waarin de fakkels als aparte bronnen zijn ingevoerd



Afbeelding 13.1: De posities van de flares op het ISLA terrein



Afbeelding 13.2: de immissieconcentraties die rond Beth Chaim optreden.



Afbeelding 13.3: Overzicht met immissieconcentraties verdeeld over de begraafplaats Beth Chaim.

Vergelijking leert dat de modellering met aparte fakkelinvoer, tot een lichte verschuiving van het immissiezwaartepunt leidt. Op het punt (49500, 53000), het "StAB punt", juist buiten Beth Chaim, wordt de immissie ongeveer 5% lager dan met de modellering waarin alle bronnen als schoorsteenemissie worden nagebootst. Wanneer de "TNO-locaties" bij de vergelijking worden betrokken, blijkt dat bij het apart modelleren van de flares, alle locaties onder de norm van $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liggen. Het antwoord op vraag 3 laat zien dat in het geval alle flare-emissies als ventemissie worden ingevoerd, er één locatie hoger wordt belast dan de norm.

Actualisatie AERMOD versie

Wij hebben de berekening uitgevoerd met de AERMOD versie die op 30-6-2015 is gepubliceerd (version 15181). Deze versie representeert de huidige inzichten en wordt momenteel toegepast voor het maken van verspreidingsberekeningen.

Actualisatie meteorologie

In paragraaf 13.5 wordt het onderzoek naar de te hanteren geactualiseerde meteorologische gegevens voor het jaar 2014 toegelicht. Geactualiseerde gegevens zijn enerzijds nodig omdat de windrichtingsverdeling in een bepaald jaar (2003) niet representatief hoeft te zijn voor een ander jaar (2014) en anderzijds omdat de vastgestelde meteorologie voor het jaar 2003, zoals hiervoor in de reactie op de brieven van Mr. Van Laarhoven is aangegeven, een inconsistentie bevat die niet eenduidig gecorrigeerd kan worden. Er zijn 3 sets meteorologische gegevens onderzocht, te weten:

1. Een set gegevens, volledig gebaseerd op grondmetingen van vliegveld HATO en hoogteprofielmetingen (weerballon).
2. Een set gegevens voor de jaren 2003-2015, aangeschaft bij Lakes Environmental en gebaseerd op berekeningen door het MM5 model.
3. Een set gegevens die een combinatie is van bovenstaande twee. In hoofdstuk 10 wordt verder ingegaan op de constructie van deze set. Bij gebruik van deze meteorologische set wordt de beste overeenkomst met de concentratiemetingen over het jaar 2014 door de GGD op locaties Kas Chikitu en Beth Chaim verkregen.

De immissies als gevolg van de ISLA emissies (met flare emissies apart gemodelleerd) in combinatie met de 3 verschillende sets meteorologische gegevens worden gegeven in tabel 13.6.

| Locatie | | Berekende concentratie SO ₂ (µg/m ³) met meteo: | | |
|------------------|------------------|---|-----|----------------|
| X- Coördinaat | Y- Coördinaat | HATO | MM5 | Combi HATO-MM5 |
| 49500 | 53000 | 106 | 76 | 72 |
| 49450 | 52850 | 103 | 89 | 81 |
| 49450 | 52900 | 108 | 85 | 80 |
| 49450 | 52950 | 111 | 80 | 78 |
| 49500 | 52850 | 102 | 91 | 81 |
| 49500 | 52828 | 100 | 92 | 81 |

Tabel 13.6: Berekende immissies als gevolg van de ISLA bronnen in 2014 bij verschillende sets meteorologische invoergegevens

Zoals in de paragrafen 13.5 (beantwoording vraag 5; met name 13.5.2) en 12.13 (naar aanleiding van de reacties van partijen) is aangegeven blijkt uit een vergelijkende analyse van de gegevens (windrichting, uurprofielen, stabiliteit etc.) dat de meteo combinatie van HATO en MM5 het beste overeenkomt met de gemeten waarden op de locatie Kas Chikitu. Daarbij wordt opgemerkt dat de vergelijking van de etmaalprofielen niet opnieuw is uitgevoerd met de vernieuwde inzichten (ten opzichte van het concept-deskundigenbericht) betreffende de flares. Hoewel bij elke meteo-set er waarden boven de norm van 80 µg/m³ worden berekend, onderstreept het verschil in de berekende waarden wel het belang van de keuze voor een bepaalde meteo-set (zie ook paragraaf 13.5).

13.5 Vraag 5

Vraag 5 van het Gerecht luidt:

"Heeft u verder nog opmerkingen die voor de beoordeling van de zaak van belang kunnen zijn?"

Deze vraag geeft ons aanleiding te wijzen op de volgende aandachtspunten:

- Voor de berekening van de SO₂-immissies is de hanteren set meteogegevens van cruciaal belang. In Nederland wordt hiervoor een door de overheid en bedrijfsleven overeengekomen set gehanteerd¹⁵. Dat maakt het mogelijk te komen tot een éénduidige basis voor de handhaving. Het is aan te bevelen dat op Curaçao tot een dergelijke benadering wordt gekomen. Een aanzet voor een éénduidige meteoset wordt onder 13.5.1 gegeven.
- Het referentiepunt en de kwaliteit van de meetgegevens. Onder 13.5.2 wordt hierop ingegaan.

13.5.1 Beschrijving verschillende sets meteorologische gegevens

Wij hebben berekeningen uitgevoerd met het AERMOD model en de bijbehorende preprocessor. Daarbij hebben wij verschillende meteorologische gegevens gebruikt. Deze worden in appendix 1 van dit deskundigenbericht uitvoeriger beschreven en worden hier als volgt aangeduid:

| | |
|------------------------------|---|
| METEOCONSULT 2003: | de set meteorologische gegevens zoals aangegeven in het vonnis van het Hof |
| MM5 2014: | meteorologische gegevens gebaseerd op berekeningen met het MM5 model |
| HATO 2014: | meetgegevens van het vliegveld en ballon oplatingen. |
| COMBINATIE MM5 en HATO 2014: | meteorologische gegevens afgeleid uit berekeningen met het MM5 model gecombineerd met meetgegevens van het vliegveld. |

Het modelleren van de verspreiding van stoffen rondom de ISLA raffinaderij kan gekwalificeerd worden als complex. Dit hangt samen met het volgende. De locatie Beth Chaim ligt zeer dicht bij de emissiebronnen die zwaveldioxide emitteren op de raffinaderij. Gaussische verspreidingsmodellen zoals AERMOD zijn minder geschikt om in deze situaties zo dicht bij bronnen (en vooral bij hoge bronnen) de concentratie te berekenen. Dit maakt de resultaten ook erg gevoelig voor kleine afwijkingen in de invoergegevens.

Op een relatief klein eiland als Curaçao dat is gelegen in de oceaan, spelen overgangssituaties een grote rol. Dit komt omdat de atmosfeer die over zee komt aangewaaid zich boven land aan gaat passen aan de condities boven het eiland.

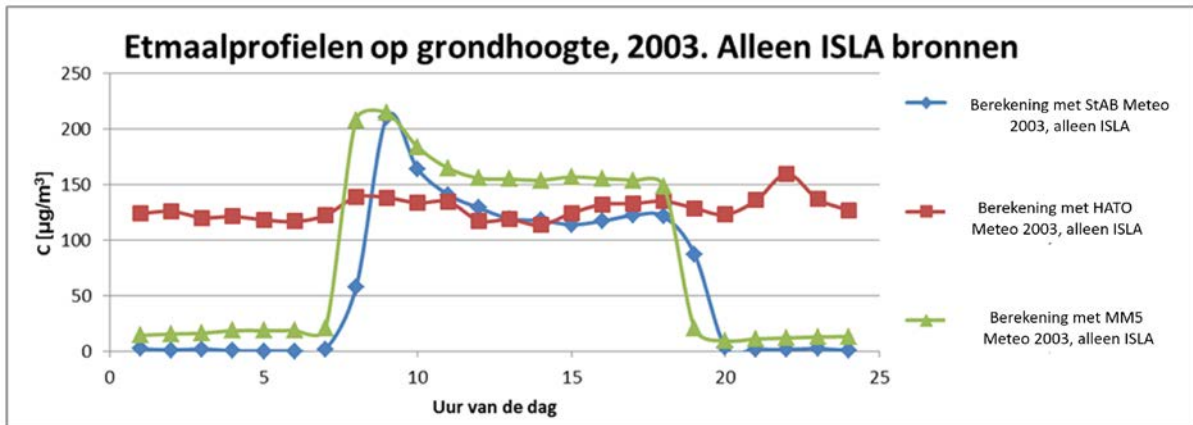
¹⁵ Dit betreft de zogenoemde pre srm (standaardrekenmethode) meteo

Dit maakt dat modelberekeningen zoals die met MM5 of WRF worden uitgevoerd, mogelijk niet representatief zijn en ook inconsistent. Ook de meteorologische meetgegevens afkomstig van het vliegveld zijn niet per definitie erg representatief voor de condities nabij ISLA. De HATO gegevens zijn eerder representatief voor zee terwijl bij ISLA grote obstakels de wind beïnvloeden. Goede windgegevens die representatief zijn voor de locatie Beth Chaim ontbreken.

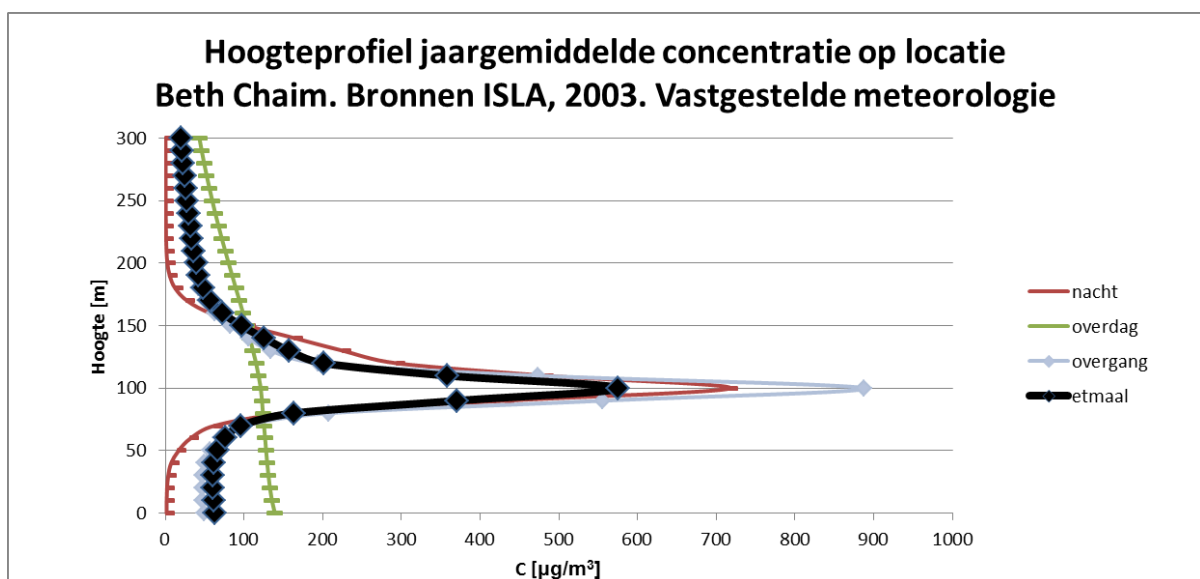
De meteorologische gegevens verzameld door het meetstation op de begraafplaats Beth Chaim zijn waarschijnlijk niet representatief voor de meteorologische condities die de verspreiding van stoffen uit de hoge schoorstenen van de ISLA raffinaderij bepalen. De gemeten concentraties gemeten op Beth Chaim zijn wel representatief voor de situatie op deze begraafplaats.

Een beperkt oriënterend onderzoek is uitgevoerd om vast te stellen welke meteorologische meetgegevens het meest representatief zijn om de verspreiding van stoffen afkomstig van ISLA te beschrijven. Het is daarbij geenszins de bedoeling geweest het AERMOD model te valideren of te verifiëren. Het model is namelijk reeds gevalideerd en voldoet binnen het toepassingsbereik. Wel is onderzocht welke gegevens het meest geschikt zijn. Goede referentiegegevens daarvoor zijn de gemeten concentraties van de meetstations op Beth Chaim en Kas Chikitu.

Om iets meer inzicht te verkrijgen in het effect van het gebruik van verschillende sets meteorologische gegevens op de uitkomst van een AERMOD berekening, zijn berekeningen voor het jaar 2003 overnieuw gedaan en is ingezoomd op het jaargemiddelde uurlijkse verloop (etmaalprofiel) van de concentratie op het in het vonnis vastgestelde punt. Een vergelijking van berekende immissies voor het jaar 2003 op basis van de nieuw verkregen meteorologische gegevens (MM5 en HATO) en de in het vonnis vastgestelde meteorologie is gegeven in afbeelding 13.4. Hierin is te zien dat het verschil tussen dag en nacht in het geval van de MM5 gegevens en de vastgestelde meteorologie groot is. Voor de in het vonnis vastgestelde meteorologie is de concentratie 's nachts op het vastgestelde rekenpunt gelijk aan 0. In afbeelding 13.5 is te zien waardoor dit komt: 's nachts vindt in deze meteoset bijna geen verticale verspreiding plaats, waardoor alle emissies van de ISLA bronnen over Beth Chaim heen gaan. Het uitblijven van verticale verspreiding komt doordat de Monin-Obukhov lengte dicht bij nul ligt, wat een gevolg is van een inconsistentie in de vastgestelde meteorologische gegevens. 's Nachts wordt namelijk niet voldaan aan de relatie $L = -91000 \cdot u^3 / H$, waarbij L de Monin-Obukhov lengte, u^* de wrijvingsnelheid en H de warmteflux.



Afbeelding 13.4: Etmaalprofielen op grondhoogte in 2003, op basis van drie verschillende sets meteogegevens. De locatie is de in het vonnis vastgestelde locatie.



Afbeelding 13.5: Jaargemiddeld hoogteprofiel voor de in het vonnis vastgestelde set meteorologische gegevens. Nacht = 21u-04. Overgang = 05u-08u en 17u-20u. Dag = 09u-16u. De locatie is de in het vonnis vastgestelde locatie.

Zoals hierboven aangegeven is er in eerste instantie gebruik gemaakt van twee sets meteorologische gegevens voor het jaar 2014. Vervolgens is een derde set als combinatie van de eerste 2 gedefinieerd. Alle drie de sets zijn uitgegaan van de volgende parameters:

- Ruwheidslengte = 1 meter
- Bowen ratio = 4
- Albedo = 0.16

Bij de twee meteosets die in eerste instantie gebruikt zijn lijken beiden niet ideaal om de volgende redenen:

- HATO in combinatie met ballonmetingen: Zijn de metingen op HATO representatief voor het ISLA terrein?
- MM5: De jaargemiddelde windsnelheid op 14 meter hoogte in deze set is gelijk aan 4 m/s. Dit wijkt te veel af van:
 - o Een eerdere aanvraag van SMOC bij Lakes Environmental voor het jaar 2013 (toegevoegd als bijlage 13.3), waar de gemiddelde snelheid hoger lag, namelijk rond 6 m/s. Hierover is navraag gedaan bij Lakes Environmental. Zij wijten dit verschil aan een verschil in gridgrootte tussen de berekeningen. SMOC had gegevens op normale gridgrootte aangevraagd. De gegevens aangekocht voor de onderliggende rapportage zijn op een fijn grid aangevraagd. Idealiter zouden de snelheden echter onafhankelijk van het rekengrid moeten zijn.
 - o Metingen van ISLA zelf op het terrein rapporteren een gemiddelde windsnelheid van 4 m/s op ongeveer 5 meter hoogte. Dit met een ruwheid van ongeveer 0,5 of 1 meter omrekenen naar 14 meter hoogte, geeft een jaargemiddelde windsnelheid op 14 meter hoogte van 6 m/s of meer (in vergelijking met de 4 m/s uit de MM5 berekening).

13.5.2 Vergelijking berekeningen met metingen voor 2014

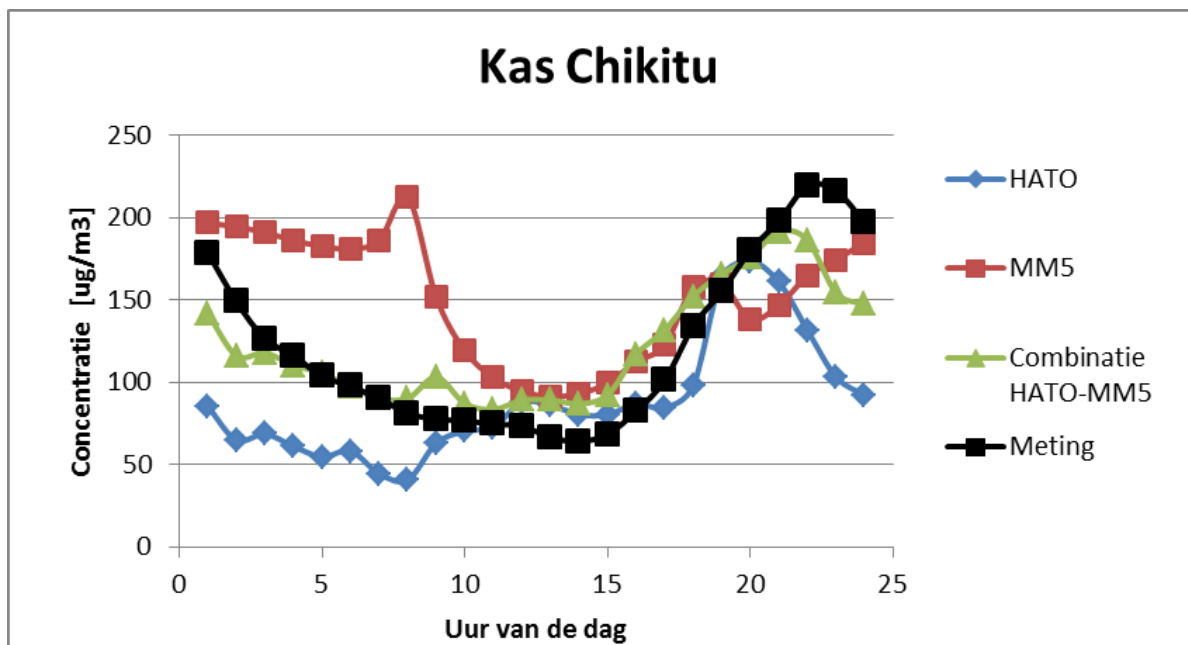
Met als doel een meest waarschijnlijke meteoset aan te kunnen wijzen, is een vergelijking met de concentratiemetingen van 2014 op de locaties Beth Chaim en Kas Chikitu uitgevoerd. De vergelijking is gemaakt op basis van de vorm van het jaargemiddelde etmaalprofiel en de totale jaargemiddelde concentratie. De bronnen, meegenomen in deze vergelijking zijn die van ISLA, CUC, en Aqualectra. Het idee van vergelijking op basis van het etmaalprofiel volgt uit de hiervoor gemaakte analyse voor het jaar 2003 en de grote invloed die verschillende sets meteorologische gegevens hebben op het verschil tussen de immissies overdag en 's nachts.

In de afbeeldingen 13.6 en 13.7 is een vergelijking gemaakt tussen immissies, berekend met verschillende meteosets en de gemeten immissies door de GGD. Volledigheidshalve wordt daarbij opgemerkt dat de vergelijking van de etmaalprofielen niet opnieuw is uitgevoerd met de vernieuwde inzichten (ten opzichte van het concept-deskundigenbericht) betreffende de flares.

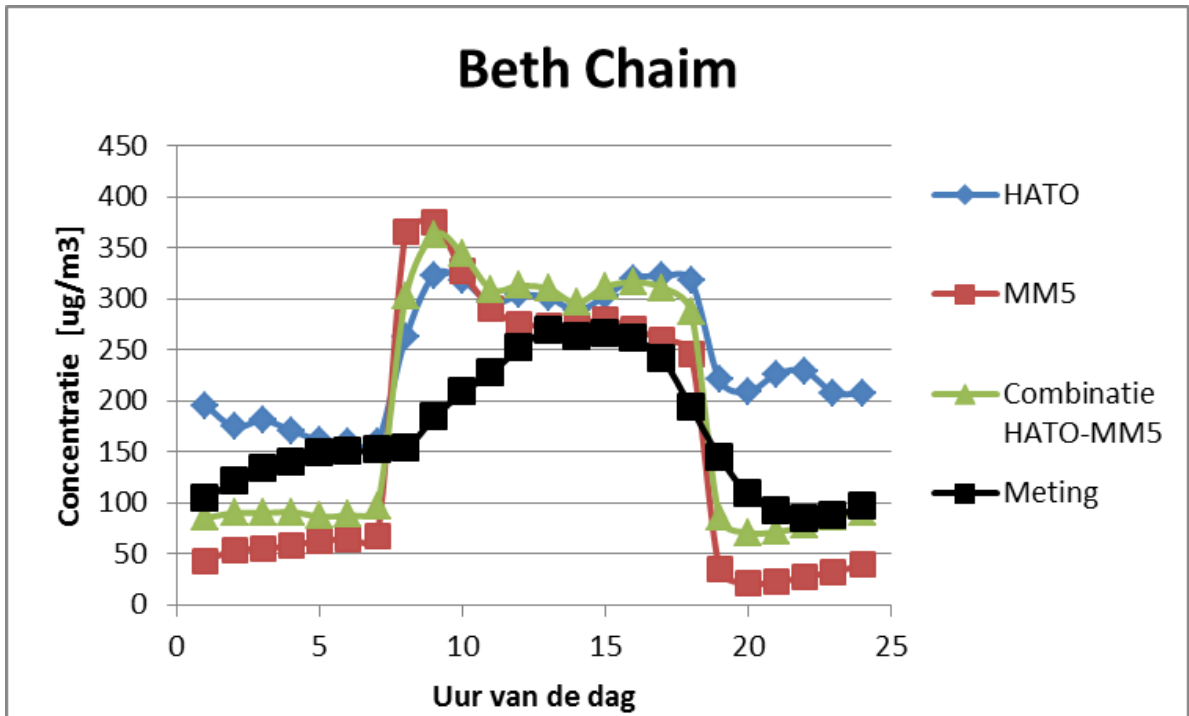
Uit de afbeeldingen is waar te nemen dat, vooral op de locatie Kas Chikitu, de vorm van het etmaalprofiel noch op basis van de HATO-meteo, noch op basis van de MM5 meteo kan worden nagebootst. Het verschil in vorm lijkt niet te kunnen worden verklaard door verschillen in atmosferische stabiliteit. Het variëren van de set (ruwheid, Albedo, Bowen) heeft geen effect op de vorm van het berekende etmaalprofiel. Wanneer echter de windrichting in de HATO berekening wordt vervangen door een gemiddelde van de HATO berekeningen en het MM5 model, vallen de berekende curves over de metingen heen.

Vervolgens is verondersteld dat de windsnelheid op 100 meter hoogte boven HATO en boven het ISLA terrein overeenkomen. De windsnelheid op HATO is volgens de formule $u(100) = u(12) \cdot \ln(100/z_0) / \ln(12/z_0)$ van 12 naar 100 meter omgerekend waarbij op HATO (neutrale atmosfeer, want bijna boven zee) een lage ruwheid van 0,01 meter geldt. Vervolgens is op 100 meter boven het ISLA terrein een nieuw evenwicht tussen L, u^* en H uitgerekend, waarbij een lokale ruwheid van 1 meter is verondersteld. Vergeleken met HATO resulteert dit in een iets lagere windsnelheid op 12 meter hoogte en een andere, hiermee samenhangende stabiliteit van de atmosfeer. Deze methode, het koppelen van de windsnelheid op grote hoogte (100 m) tussen twee locaties met verschillende ruwheden en het vervolgens uitrekenen van een nieuw evenwicht tussen L en u^* op de rekenlocatie, is een methode die in Nederland in meteovoorbewerking voor de wettelijke vastgelegde standaard rekenmethode 3 wordt gebruikt.

De meteorologische set die we in de afbeeldingen 13.6 en 13.7 aanduiden met "Combinatie HATO-MM5" (groene lijn) is het resultaat van bovenstaande bewerkingen met de MM5 en HATO data. De "Combinatie HATO-MM5" geeft voor Kas Chikitu en Beth Chaim de meeste overeenkomst met metingen. Dit is echter alleen getest voor het jaar 2014. Om tot een representatieve set meteorologische gegevens te komen, is het aan te bevelen om in verband met de verschillen in windrichting een meerjarige meteorologie te gebruiken. Dan zou een vergelijking met metingen niet alleen voor het jaar 2014, maar voor deze meerjarige reeks kunnen worden uitgevoerd.



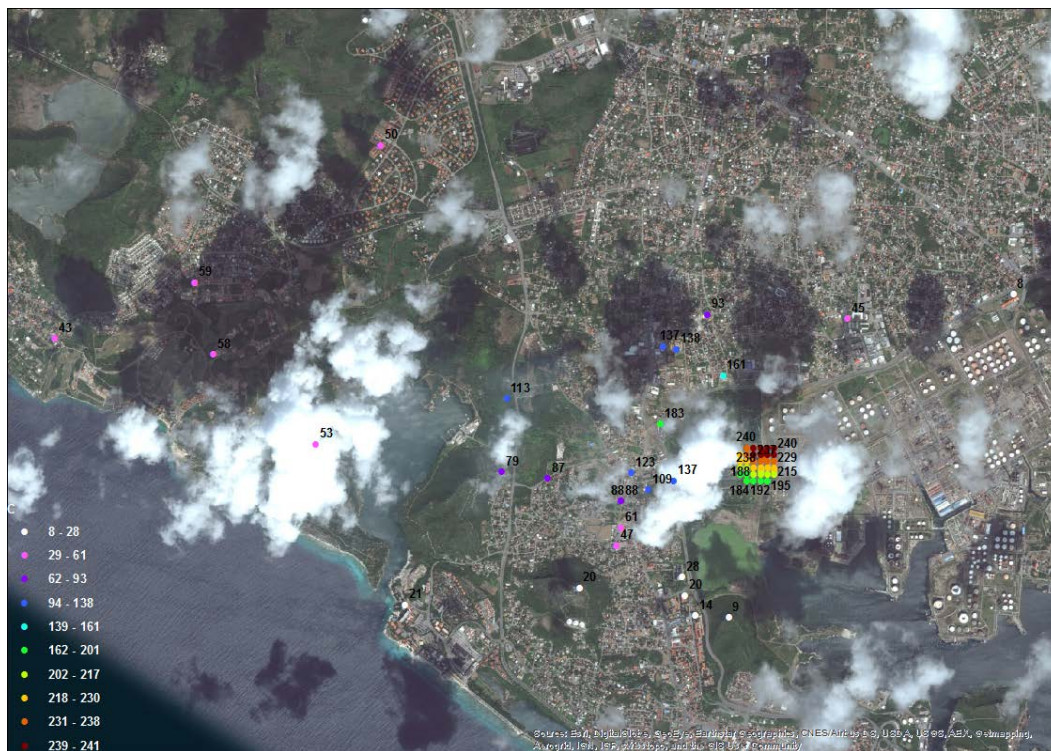
Afbeelding 13.6: Berekende immissies met verschillende meteosets op de locatie: "GGD meting Kas Chikitu"



Afbeelding 13.7: Berekende immissies met verschillende meteosets op de locatie "GGD meting Beth Chaim"

13.5.3 Concentratieberekeningen voor een groter gebied

In deze procedure ligt de aandacht vooral bij de concentraties op en rondom de begraafplaats. In deze paragraaf wordt aanvullend ingegaan op de berekende concentraties voor een groter gebied. Dit wordt gepresenteerd in onderstaande afbeeldingen. Hierin wordt de berekende bijdrage van de ISLA bronnen gepresenteerd alsmede de berekende bijdrage door de ISLA, CUC en Aqualectra bronnen samen. Om de gevoeligheid van zo'n berekening voor de gebruikte meteorologie weer te geven, wordt dit weer voor de drie beschouwde meteosets gedaan. Er zijn ook buiten de begraafplaats locaties waarvoor immissies hoger dan $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ worden berekend.



Afbeelding 13.8: Berekende immissies voor ISLA + CUC + Aqualetra bronnen, berekend met meteoset "HATO 2014"



Afbeelding 13.9: Berekende immissies voor alleen ISLA bronnen, berekend met meteoset "HATO 2014"



Afbeelding 13.10: Berekende immissies voor ISLA + CUC + Aquallectra bronnen, berekend met meteoset "MM5 2014"



Afbeelding 13.11: Berekende immissies voor alleen ISLA bronnen, berekend met meteoset "MM5 2014"



Afbeelding 13.12: Berekende immissies voor ISLA + CUC + Aquallectra bronnen, berekend met meteoset "COMBINATIE HATO MM5 2014"



Afbeelding 13.13: Berekende immissies voor alleen ISLA bronnen, berekend met meteoset "COMBINATIE HATO MM5 2014"

Opgemaakt op 24 januari 2017 te Utrecht en Den Haag



Dr. J.H. Duyzer



Drs. S.W. van Ratingen



Ing. E.P. Feringa



Mw. Ing. C.P.J. Weemaes

Appendix 1: herkomst meteorologische gegevens

Voor het verkrijgen van meteorologische gegevens voor 2014 zijn twee trajecten gevolgd. Ten eerste zijn de metingen op HATO in een formaat gegoten dat door de AERMOD meteo preprocessor gelezen kan worden. Daarnaast zijn ook meteorologische gegevens bij Lakes Environmental (www.weblakes.com) besteld.

In beide trajecten worden bestanden vervaardigd die als invoer voor het programma AERMET worden gebruikt. Het programma AERMET doet kwaliteitscontroles op deze invoer en berekend afgeleide meteorologische grootheden zoals b.v. de Monin-Obukhov lengte, welke de stabiliteit van de atmosfeer beschrijft. De uitvoer van AERMET wordt vervolgens gebruikt als invoer voor het maken van immissieberekeningen met het programma AERMOD. AERMET heeft twee invoerbestanden nodig, één voor grondmetingen en één voor hoogteprofielmetingen, die doorgaans worden aangeduid met "SURFACE" en "UPPER AIR" bestanden. In het volgende zullen we de twee trajecten verder toelichten.

Downloaden van meteorologische meetgegevens

Op de site van NOAA zijn meetgegevens beschikbaar die kunnen worden gebruikt als basis voor de invoerbestanden van AERMET.

Als invoer voor de "SURFACE" data is het meteostation op het vliegveld Curaçao aangehouden. Deze data kunnen via de website van het NOAA worden gedownload. De volgende formaatomzettingen moeten plaatsvinden om de gegevens geschikt te maken als invoer voor AERMET.

- De informatie over de oppervlaktemetingen is in "full ISHD" formaat te downloaden van de website van NCDC.
- Het programma "ishJava" is ook beschikbaar via de site van NCDC. Dit programma zet het full ISHD formaat omzet naar nieuw "abbreviated ISHD" formaat.
- Vervolgens wordt het nieuwe abbreviated ISDH omgezet naar een oudere versie van dit formaat. Deze conversie is makkelijk te achterhalen en is door TNO zelf uitgevoerd.
- Het programma "NCDC_CNV.exe" zet vervolgens het "oude abbreviated ISHD" om in SAMSON formaat dat door AERMET kan worden verwerkt.

Voor de "UPPER AIR" data geldt ook dat het formaat iets dient te worden aangepast zodat het door AERMET geaccepteerd wordt. Verticale profielen "soundings" voor HATO zijn direct te downloaden vanuit het NCDC in .FSL formaat. Het .FSL formaat is echter nieuwer dan het FSL formaat dat de laatste versie van AERMET accepteert. Dit verschil is echter maar een paar extra kolommen die weer dienen te worden verwijderd en is door TNO zelf uitgevoerd.

Bestellen van gemodelleerde meteorologische data

Lakes Environmental (<http://www.weblakes.com/>) heeft een service die de gewenste data volledig geautomatiseerd kan leveren. Hier is een meteoreeks voor locatie Beth Chaim voor de jaren 2003 t/m 2015 besteld. De details van de bestelling zijn hieronder gegeven. Deze berekeningen zijn uitgevoerd met het mesoschaal model MM5.

Order #: MET168255
Ordered by: Eric Feringa
Company: StAB
Met Data Type: AERMET-Ready (Surface & Upper Air Data)
Start-End Date: Jan 01, 2003 - Dec 31, 2015
Latitude: 12.131561 N
Longitude: 68.943069 W
Datum: WGS 84
Site Time Zone: UTC - 4
Closest City: Willemstad
Country: Curacao
e-mail: e.p.feringa@stab.nl

Anemometer Height(m): 14
Station Base Elevation(m): 0
Upper Air Adjustment: +4 hour(s)

Appendix 2: Invoerdata voor AERMOD

CONCEPT-DESKUNDIGENBERICHT: Oude flare modellering (flares niet als bron ingevoerd). Totale emissie = 21.1 kt:

```
SO SRCPARAM 17 289.3 101 494 2.0 1.00
** SO SRCPARAM 59
** SO SRCPARAM 60
** SO SRCPARAM 63
** SO SRCPARAM 64
** SO SRCPARAM 65
```

CONCEPT-DESKUNDIGENBERICHT: Nieuwe flare modellering (flares als aparte bron ingevoerd). Totale emissie = 21.1 kt:

```
SO SRCPARAM 17 133.7 101 494 2.0 1.00
SO SRCPARAM 59 17.7 107 1273.15 0.3 0.60
SO SRCPARAM 60 1.2 114 1273.15 0.001 0.15
SO SRCPARAM 63 6.5 115 1273.15 0.007 0.36
SO SRCPARAM 64 49.6 122 1273.15 0.04 1.0
SO SRCPARAM 65 80.7 109 1273.15 0.65 1.27
```

DEFINITIEVE DESKUNDIGENBERICHT: Oude flare modellering (flares niet als bron ingevoerd). Totale emissie = 20.0 kt:

```
SO SRCPARAM 17 255.1 101 494 2.0 1.00
** SO SRCPARAM 59
** SO SRCPARAM 60
** SO SRCPARAM 63
** SO SRCPARAM 64
** SO SRCPARAM 65
```

DEFINITIEVE DESKUNDIGENBERICHT: Nieuwe flare modellering (flares als aparte bron ingevoerd met $V_s = 20$ en D_e met aangepaste waarden). Totale emissie = 20.0 kt:

```
SO SRCPARAM 17 99.5 101 494 2.0 1.00
SO SRCPARAM 59 17.7 107 1273.15 20 0.38
SO SRCPARAM 60 1.2 114 1273.15 20 0.17
SO SRCPARAM 63 6.5 115 1273.15 20 0.41
SO SRCPARAM 64 49.6 122 1273.15 20 1.12
SO SRCPARAM 65 80.7 109 1273.15 20 0.81
```

Bijlagen

- 1.1 Questionnaire (lijst met beantwoorde vragen door ISLA), ontvangen op 15 februari 2016
- 1.2 Presentatie van de heer Ruijter, gehouden in Utrecht op 15 februari 2016
- 1.3 Presentatie van de heer Deelen, gehouden in Utrecht op 15 februari 2016
- 1.4 Notulen van de vergadering met vertegenwoordigers van eisers en ISLA, gehouden in Utrecht op 15 februari 2016
- 1.5 Toelichting van 7 maart 2016 op de questionnaire
- 1.6 Concept-deskundigenbericht van 23 augustus 2016

- 5.1 Van ISLA ontvangen tabel "Sulfur tank data 2014"

- 7.1 "Curaçao Refinery Utilities B.V. Annual Environmental Report period January 2014 - december 2014", ontvangen van SMOC
- 7.2 E-mail bericht van 27 juni 2016 van de heer Claassens, namens ISLA
- 7.3 Uitleg over de DeSOx dosering door ISLA
- 7.4 Van ISLA ontvangen gegevens betreffende FCCU voeding en S op cokes
- 7.5 E-mail bericht van 11 november 2016, afkomstig van de heer Claassens, namens ISLA, met verklaring over het juiste zwavelgehalte in de cokes
- 7.6 Door StAB/TNO aangepast rekenblad m.b.t. S op cokes
- 7.7 Door StAB/TNO aangepast rekenblad m.b.t. S op cokes met ontbrekende waarden aangevuld

- 8.1 E-mail bericht van 4 november 2016 van de heer Claassens, namens ISLA, met antwoorden op de aanvullende vragen van 25 oktober 2016
- 8.2 Van ISLA ontvangen jaaroverzicht "reactors dT StAB"
- 8.3 Laboratoriumanalyse betreffende het effluent van SWS-2
- 8.4 E-mail bericht van 25 mei 2016 van de heer Claassens, namens ISLA

- 12.1 Reactie SHZC c.s. van 23 september 2016, op concept-deskundigenbericht
- 12.2 Reactie ISLA van 23 september 2016, op concept-deskundigenbericht
- 12.3 Reactie Trinity op meteorologie concept-deskundigenbericht van oktober 2016.

- 13.1 Brief van 15 juli 2015 van mr. Van de Laarschot namens SHZC c.s.
- 13.2 Brief van 21 juli 2015 van mr. Van de Laarschot namens SHZC c.s.
- 13.3 Memo van 20 november 2015 van de heer M. Ruijter aan SMOC, SHZC. AERMOD berekeningen en analyse SO₂ metingen te Beth Chaim en Kas Chikitu 2013.