



**HET ENGINEERINGSPROCES IN KAART**  
*EEN ONDERZOEK NAAR HET ENGINEERINGSPROCES IN DE  
PRAKTIJK BIJ DE BAM*

Bachelorscriptie Civiele Techniek

Naam: Erik Meijer  
Begeleider Universiteit Twente: Dr. L. Olde Scholtenhuis  
Begeleider BAM: Ir. A.F.J. Kukulja

# Colofon

Titel: Het engineeringsproces in kaart

Subtitel: Een onderzoek naar het engineeringsproces in de praktijk bij de BAM

Auteur: E.J. Meijer  
S1017829  
[erik.j.m91@gmail.com](mailto:erik.j.m91@gmail.com)

Begeleiders Universiteit Twente:

Dr. L.L. Olde Scholtenhuis  
*Construction Management & Engineering*  
T: +31 (0)53 489 6857 | T secr.: +31 (0)53 489 4254  
E: [l.l.oldscholtenhuis@utwente.nl](mailto:l.l.oldscholtenhuis@utwente.nl)

Prof. dr. ir. A.G. Dorée  
*Construction Management & Engineering*  
T: +31 (0)53 489 4058 | T secr.: +31 (0)53 489 4254  
[a.g.doree@utwente.nl](mailto:a.g.doree@utwente.nl)

Begeleider BAM Infra Energie & Water bv

Ir. A.F.J. Kukolja  
*Manager Commercie & Techniek*  
T: +31 (0)541 283388  
E: [andre.kukolja@bam.nl](mailto:andre.kukolja@bam.nl)

## Voorwoord

Dit rapport is het resultaat van drie maanden onderzoek bij de BAM te Ootmarsum en betekent de afronding van mijn bachelor Civiele Techniek aan de Universiteit Twente en het begin van het volgen van een master binnen de civiele techniek.

Het idee voor dit onderzoek begon met een opzet voor een onderzoek naar de uitvoering van projecten in ondergrondse nutsinfra door nutsaannemers. De eerste opzetten zijn samen met Léon Olde Scholtenhuis gemaakt. Beginnend met het uitvinden wat projecten in de ondergrondse nutsinfrastructuur precies inhouden, zijn de ideeën, samen met André Dorée en André Kukolja, verder geëvalueerd tot een onderzoek naar het engineeringproces bij de BAM in Ootmarsum.

De stage was zeer interessant en heb ik met plezier doorlopen. Ik heb bij de BAM veel geleerd over de wereld van de nutsinfra en een kijkje kunnen nemen in het bedrijfsleven. De behulpzaamheid van alle werknemers waar ik mee te maken heb gehad, van mijn begeleider André Kukolja en de gehele engineeringafdeling hebben hier erg aan bijgedragen. In dat kader wil ik de engineers erg bedanken, die ik naast de interviews, altijd om hulp kon vragen en die de integratiesessie tot een zeer geslaagde ochtend hebben gemaakt. De interesse en het enthousiasme van hen over het onderzoek maakten het uitvoeren van dit onderzoek tot een mooie ervaring, waarbij ik veel geleerd heb. Daarnaast wil ik mijn begeleiders van de Universiteit Twente, André Dorée en vooral Léon Olde Scholtenhuis bedanken voor de uitstekende begeleiding en hulp. Zonder alle hulp was het niet mogelijk geweest om tot een dergelijk onderzoek te komen. Tot slot wil ik ook graag mijn ouders, zus en vriendin bedanken voor alle hulp, interesse en steun die ik heb gekregen tijdens mijn studie en onderzoek.

## Samenvatting

Nutsinfra zijn onmisbaar in de huidige samenleving, zonder gas of stroom functioneren huishoudens en bedrijven niet. Via kabels en leidingen (nutsinfra) worden nutsvoorzieningen getransporteerd naar de huishoudens en bedrijven. Netbeheerders beheren de nutsinfra en zijn verantwoordelijk voor de aanleg en het onderhoud van de netwerken. Projecten voor de aanleg en het onderhoud in de ondergrondse nutsinfra bestaan uit vier fasen: ontwerp, engineering, constructie en operationeel. Traditioneel gezien voeren de netbeheerders de ontwerp, engineering en operationele fase uit en voert een aannemer de constructiefase uit. Sinds een aantal jaren is de strategie van netbeheerders veranderd en besteden zij de engineering van projecten in de ondergrondse nutsinfra deels uit aan aannemers, waaronder de BAM Infra Energie & Water (BAM). In de ontwerpfase ontwerpt de netbeheerder een opdracht met bijbehorende eisen, waarna in de engineeringfase hiervan een plan voor de constructiefase wordt gemaakt aan de hand van het eerste ontwerp. Doordat het relatief nieuw is dat de aannemer dit als opdracht krijgt, is er nog geen definitief proces voor de engineeringfase bij de BAM. De engineers werken volgens eigen inzicht en routine, zonder dat het engineeringproces expliciet is bij de BAM. Dit onderzoek heeft daarom als doel *het engineeringproces expliciet te maken*. Hierbij is het engineeringproces het proces dat een engineer doorloopt bij het uitvoeren van een engineeringfase, gekeken naar de werkwijze. Door het engineeringproces expliciet te maken, wordt de kennis binnen de BAM over dit proces vergroot en kan men het proces analyseren. Dit kan leiden tot veranderingen of verbeteringen van het proces, of een snelle adaptatie van aanpassingen aan het proces.

Het onderzoeksdoel is bereikt door de engineers van de BAM te interviewen volgens de etnografische onderzoeksmethode. De methode heeft als doel het beschrijven van het onderzoeksobject (het engineeringproces) vanuit de engineer gezien. De interviews zijn opgenomen en getranscribeerd. Met de informatie uit de interviews is het engineeringproces in kaart gebracht. Vervolgens zijn de bevindingen met de engineers geïntegreerd in een procesmodel. Daarbij is aan de hand van de bevindingen uit de interviews een volledig engineeringproces opgetekend, dat alomvattend is voor het proces zoals zij dit uitvoeren. Dit proces is vastgelegd in een procesmodel.

Het uiteindelijke procesmodel bestaat uit vier fasen: de beginfase, de schetsontwerpfase, de voorlopige ontwerpfase en de definitieve ontwerpfase. In de beginfase wordt de opdracht ontworpen door een opdrachtgever, en wordt die toegewezen aan een aannemer. Krijgt een engineer de opdracht, dan begint de engineering in de schetsontwerpfase. Er wordt een tracé ontworpen aan de hand van de opdracht en deze wordt gecontroleerd op uitvoerbaarheid, zowel met digitale gegevens als met eigen waarneming op het tracé. Als het schetsontwerp voldoet en de opdrachtgever is ermee akkoord volgt de voorlopige ontwerpfase. De engineer legt contact met de grondeigenaren waar het tracé komt te liggen, dit kunnen overheden of particulieren zijn. Met de particulieren sluit de engineer een akkoord voor een zakelijke rechtsovereenkomst. Overheden kunnen aanvullende eisen hebben betreft de vergunningsaanvraag. Daarnaast wordt er specifiek meerwerk gedaan als dat nodig is. De hieruit komende veranderingen worden verwerkt in het voorlopig ontwerp, waarna weer overleg met de opdrachtgever plaatsvindt. In laatste fase, de definitieve ontwerpfase, is het ontwerp goedgekeurd en definitief. De engineer vraagt de vergunningen aan en maakt, indien gevraagd, een materiaallijst en raming of offerte voor de

uitvoering. Na een interne controle van het eindproduct wordt het afgeleverd aan de opdrachtgever en is de opdracht af.

In dit onderzoek is aan de hand van de individuele engineeringprocessen een algemeen procesmodel gemaakt. Daaruit zijn een aantal bevindingen naar voren gekomen.

- Uit de individuele engineeringprocessen blijkt dat die sterk overeenkomen en de inhoudelijke invulling die de engineers aan de processtappen geven gelijk zijn. Dit geeft aan dat de eindproducten van de opdrachten overeenkomen betreft de engineering en invulling daarvan.
- Hoewel de onderlinge processen sterk overeenkomen, blijkt dat de kennis van elkaars processen laag was. De engineers gaven aan dat ze niet wisten of de processen van de andere engineers overeenkwamen of zouden verschillen. Dit duidt erop dat de bewustwording van elkaars proces en uiteindelijk een algemeen proces voor de engineering beter kan. Door een grotere bewustwording van zowel de individuele als het algemene proces, kan het proces geoptimaliseerd worden.
- Uit dit onderzoek blijkt dat de beginfase van een project erg variabel is en afhankelijk van de opdracht. Daarbij komt dat het meedoen aan een tender voor engineeringopdrachten ook relatief nieuw is voor de BAM. Daarom is besloten de beginfase buiten het procesmodel te laten in dit onderzoek.
- Er is één controlemoment in het engineeringproces, waar het werk van de engineer, vooral procesmatig, gecheckt wordt.
- Er heerst onduidelijkheid over wie verantwoordelijk is voor het maken van een materiaallijst en het opstellen van een raming of offerte voor de uitvoering in de definitieve ontwerpfase.

Naar aanleiding van de bovenstaande bevindingen zijn de volgende aanbevelingen opgesteld.

- Om de bewustwording van elkaars engineeringprocessen en een algemeen engineeringproces te vergroten, is het raadzaam dat de engineers met elkaar in gesprek gaan over het engineeringproces. Dit kan eventueel op gezette tijden of georganiseerde bijeenkomsten, waarbij dit onderzoek als startpunt gebruikt kan worden. Dit vergroot de bewustwording en kennis van het proces, wat tot een optimalisatie kan leiden en een snellere adaptatie van veranderingen in het engineeringproces. Ook zou dit bijvoorbeeld gebruikt kunnen worden om de werkzaamheden uit te leggen aan een nieuwe werknemer of opdrachtgever.
- Voor de BAM is het zeer aan te raden om proces van de beginfase, en dan vooral het inschrijven op een tender, in kaart te brengen, om meer inzicht in dit proces te krijgen en dit proces te optimaliseren. Dit kan ook helpen aan het verhogen van de kwaliteit van de offertes.
- Aangaande het controlemoment is het raadzaam om de aanvullingen of aanpassingen die uit deze controles voortkomen te bekijken. Indien blijkt dat het aantal aanvullingen en aanpassingen 'significant' is, volgens de BAM, zou een extra controlemoment ingevoerd kunnen worden om dat aantal te verminderen.
- Om eventuele geschillen of vertraging over de materiaallijst en raming of offerte voor de uitvoering te voorkomen, is het raadzaam om de verantwoordelijkheid toe te wijzen aan één afdeling: de engineers of de werkvoorbereiding.

# Inhoudsopgave

<b>COLOFON</b> .....	<b>1</b>
<b>VOORWOORD</b> .....	<b>2</b>
<b>SAMENVATTING</b> .....	<b>3</b>
<b>ALGEMENE BEGRIPPENLIJST</b> .....	<b>6</b>
<b>1. INLEIDING</b> .....	<b>7</b>
1.1. CONTEXT BEDRIJF .....	8
1.2. AANLEIDING .....	8
1.3. LEESWIJZER .....	8
<b>2. ONDERZOEKOPZET</b> .....	<b>9</b>
2.1. DOELSTELLING.....	9
2.2. ONDERZOEKSMETHODE .....	10
<b>3. RESULTATEN INTERVIEWS</b> .....	<b>12</b>
3.1. HOOFDFASEN ENGINEERINGSPROCES.....	12
3.2. BEGINFASE.....	12
3.3. SCHETSONTWERPFASE.....	13
3.4. VOORLOPIGE ONTWERPFASE .....	15
3.5. DEFINITIEVE ONTWERPFASE .....	17
3.6. ALGEMEENHEDEN ENGINEERINGSPROCES .....	18
3.7. CONCLUSIE RESULTATEN .....	18
<b>4. RESULTAAT: PROCESMODEL ENGINEERINGSPROCES</b> .....	<b>19</b>
<b>5. INTEGRATIE PROCESMODEL</b> .....	<b>22</b>
<b>6. CONCLUSIE EN DISCUSSIE</b> .....	<b>24</b>
<b>LITERATUUR</b> .....	<b>27</b>
<b>BIJLAGE A: THEORIE INTERVIEWS</b> .....	<b>28</b>
<b>BIJLAGE B: SCHEMA'S INTEGRATIESESSIE</b> .....	<b>30</b>

## Algemene begrippenlijst

**Aanbesteding:** procedure waarbij een opdrachtgever bekend maakt dat hij een opdracht wil laten uitvoeren door een bedrijf. Bedrijven kunnen daarvoor een offerte indienen tot een bepaalde datum, waarna de opdrachtgever een bedrijf selecteert dat de opdracht mag uitvoeren.

**Bedrijfsbureau:** afdeling van de BAM Infra Water & Energie te Ootmarsum. Zij maken onder andere calculaties: de offertes voor de uitvoering van een opdracht, inclusief materiaalkosten.

**Bodemloket:** digitaal platform waar alle, bij de overheid bekende gegevens over bodemverontreiniging in Nederland te raadplegen zijn.

**Bodemverontreiniging:** vervuiling van de bodem met schadelijke stoffen die van nature niet in grondwater of de bodem voorkomen. Vervuiling leidt of kan leiden tot verstoring van het ecosysteem.

**KLIC:** staat voor Kabels & Leidingen Informatie Centrum en is een dienst die is ondergebracht bij het Kadaster en verzorgt de (digitale) informatie-uitwisseling tussen netbeheerders en grondroerders over bodeminformatie. Dit bevat alle beschikbare informatie van netbeheerders over kabels en leidingen in de bodem in een bepaald gebied.

**KLIC-oriëntatiemelding:** indien iemand machinaal wil graven in Nederland, is men verplicht dit aan te geven bij het Kadaster, in de vorm van een graafmelding. Men krijgt dan digitaal de kabel- en leidinginformatie van het gebied waarin gegraven wordt. Hier staan voornamelijk de ligging van ondergrondse kabels en leidingen in en de eigenaren. Een KLIC-oriëntatiemelding is een aanvraag van deze informatie, zonder dat er daadwerkelijk gegraven wordt.

**Nutsbedrijf:** een bedrijf dat diensten of producten levert die belangrijk zijn voor het algemeen belang. Hiertoe worden onder andere gas-, water-, en elektriciteitsbedrijven gerekend. In dit onderzoek heeft het nutsbedrijf enkel betrekking op die bedrijven.

**Netbeheerder:** is een bedrijf dat een net beheert. Een net is een ondergronds netwerk van kabel en leidingen om nutsvoorzieningen te distribueren, zoals water of gas. De netbeheerder is verantwoordelijk voor de netwerken.

**Tender:** een tender is gelijk aan een aanbesteding, behalve dat dit vaak over grotere projecten gaat, boven de €100.000,-. Daarnaast wordt een tender vaak toegepast bij een combinatie van engineering en uitvoering in de opdracht.

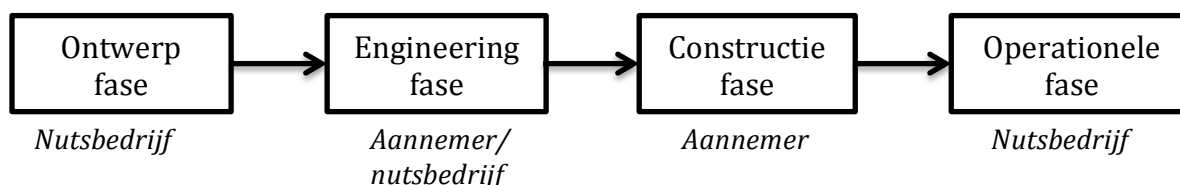
**Zakelijke rechtsovereenkomst:** dit is een overeenkomst tussen twee partijen waarbij één partij een recht krijgt dat samenhangt met een zaak of goed. In dit onderzoek hangt het samen met een recht op een kabel of leiding als deze in particuliere grond gelegd wordt door een netbeheerder. De overeenkomst tussen de netbeheerder en particulier houdt in dat de netbeheerder eigenaar is van de kabel of leiding en dat deze altijd bereikbaar moet zijn in geval van calamiteiten.

## 1. Inleiding

Nutsvoorzieningen zijn onmisbaar in de huidige samenleving. Zowel bedrijven als huishoudens kunnen niet meer zonder functioneren. Om in deze behoefte te voorzien liggen er in Nederland grote netwerken van nutsvoorzieningen, bestaand uit zo'n 1,75 miljoen kilometer kabels en leidingen veelal in de ondergrond ("Orden de Ondiepe Grond", 2012) Het aanleggen, onderhouden en verbeteren van deze netwerken is noodzakelijk om in de behoeftes van de maatschappij te blijven voorzien. Dit soort werkzaamheden vindt relatief veel in stedelijke gebieden plaats, aangezien daar het netwerk erg fijnmazig is: elk huishouden en bedrijf heeft immers een of meerdere nutsaansluitingen. Werkzaamheden aan de ondergrondse nutsvoorzieningen verstoren de functies van de openbare ruimte, bijvoorbeeld door wegversperringen of tijdelijke afsluitingen van nutsvoorzieningen (Royal, Altkins et. Al., 2011).

Vanwege de hinder die werkzaamheden in de ondergrondse infrastructuur, verder 'nutsinfra' genoemd (Fentener van Vlissingen, 2011), veroorzaken, geven gemeenten en nutsbedrijven de aannemer vaak scherpe deadlines om de hinder te minimaliseren. Dit vergt veel van de aannemer, die de werkzaamheden strak moet plannen en de kwaliteit moet bewaken. Ruimte voor fouten is er nauwelijks, en zal alleen maar kleiner worden de komende tijd, aangezien de frequentie en de hoeveelheid werk in ondergrondse nutsvoorzieningen zal toenemen (Olde Scholtenhuis, 2015).

Projecten in de ondergrondse infrastructuur doorlopen grofweg vier fasen: de ontwerpfase, de engineeringfase, de constructiefase en de operationele fase (Figuur 1). In de ontwerpfase wordt het project ontworpen door het nutsbedrijf met alle eisen en wensen, zoals welk soort kabels er gebruikt moeten worden en het begin- en eindpunt van de nutsaansluiting. Dit is het technisch ontwerp. Vervolgens wordt met het technisch ontwerp berekend en bepaald waar de kabels precies gelegd moeten worden om het begin- en eindpunt met elkaar te verbinden, onder andere rekening houdend met obstakels in de omgeving. Dit doen engineers (engineeringfase), zij maken een plan voor de realisatiefase. Als deze fase klaar is, wordt bij grote projecten de aanbesteding gestart door het nutsbedrijf. Nutsaannemers kunnen zich hierop inschrijven, waarna ze een offerte maken voor de opdracht. Hieruit kiest het nutsbedrijf een nutsaannemer die de opdracht gegund krijgt. De uitvoering van de opdracht door de nutsaannemer beslaat de constructiefase. In deze fase worden de kabels daadwerkelijk gelegd en aangesloten. Als dit klaar is volgt de operationele fase: de nieuwe kabels worden gebruikt door het nutsbedrijf voor transport van nutsvoorzieningen. Hieronder staan de projectfasen schematisch weergegeven.



**Figuur 1. Projectfasen.**

Dit onderzoek richt zich op de engineeringfase, uitgevoerd door de nutsaannemer. De praktische uitvoering van deze fase bij de BAM wordt toegelicht en in kaart gebracht in dit onderzoek. In de volgende paragraaf wordt kort de context van het bedrijf gegeven, gevolgd door de aanleiding en een leeswijzer.



### **1.1. Context bedrijf**

Het onderzoek wordt uitgevoerd bij BAM Infra Energie & Water Noord-Oost BV te Ootmarsum. Dit is een onderdeel van BAM Infra Nederland, wat weer een dochteronderneming is van de Koninklijke BAM Groep. BAM Infra Energie & Water Noord-Oost BV (verder 'BAM' genoemd) houdt zich bezig met het realiseren van de (ondergrondse) infrastructuur voor opslag en transport van water en energie (gas, elektriciteit). Hun werkzaamheden bestaan uit engineering, werkvoorbereiding en revisie. De afdeling 'Engineering' heeft sinds een aantal jaren te maken met een veranderend werkveld, zoals uitgelegd zal worden in de aanleiding. Mede daarom is men nu bezig om een nieuwe werkwijze te adopteren en modelleren. In dat kader wordt dit onderzoek uitgevoerd.

### **1.2. Aanleiding**

Projecten in de ondergrondse nutsinfra bestaan uit vier fasen, zoals in Figuur 1 weergegeven. Kijkend naar de uitvoerende partij, is te zien dat bij de 'engineeringfase' in Figuur 1 zowel het nutsbedrijf als de nutsaannemer staan gegeven. Sinds een aantal jaren is de nutsaannemer soms de uitvoerende partij van de engineeringfase. Voorheen voerden nutsbedrijven de engineeringfase van ondergrondse infrawerken zelf uit of werd dit gedaan door een gedetacheerde medewerker van een nutsaannemer, en was de nutsaannemer enkel verantwoordelijk voor de constructiefase. Mede door een verandering van strategie van de nutsbedrijven besteden zij tegenwoordig, voor een deel van hun projecten in de ondergrondse infrastructuur, de engineeringfase uit aan de nutsaannemer.

De engineeringfase wordt door een nutsbedrijf als aparte opdracht gegund aan een nutsaannemer. Aan de hand van het technisch ontwerp van het nutsbedrijf maken de engineers een plan voor de constructiefase. Dit plan wordt geleverd aan het nutsbedrijf, die vervolgens de operationele opdracht, bij grote projecten, aanbesteedt. Nutsaannemers die de engineering hebben uitgevoerd voor een bepaald project mogen ook meedingen om de gunning van dit project.

Aangezien de engineering van ondergrondse infrawerken relatief nieuw is voor de nutsaannemer, is dit proces nog in beweging en is er nog geen definitief proces voor de engineeringfase. Dit komt bijvoorbeeld omdat er nu offertes gemaakt moeten worden voor de engineeringopdrachten, wat een nieuwe verantwoordelijkheid is voor de engineers. Voorheen besloeg de engineering van nutsinfra enkel het technische gedeelte: het maken van een plan voor de constructiefase. De technische kennis is grotendeels aanwezig, echter zijn er nieuwe aspecten bijgekomen en zijn de projecten betreft de engineeringfase van nutsinfra nog in beweging qua aanpak of vereisten. Hoewel in 2012 het werkproces voor engineeringopdrachten in een Excelbestand is verwerkt, 'Procesflow 22112012', weet men niet of dit model nog overeenkomt met het huidige werkproces en compleet is. Dit heeft tot gevolg dat er nog weinig expliciete kennis is over het proces van de engineeringfase (het *engineeringproces*), om dit bijvoorbeeld te standaardiseren of optimaliseren.

### **1.3. Leeswijzer**

In het volgende hoofdstuk wordt de onderzoeksopzet uiteengezet. Daarin wordt uitgelegd wat het onderzoeksdoel is en welke interviewmethode gebruikt is om dit doel te bereiken. Een uitgebreide uitleg van de interviewmethode is te vinden in Bijlage A. In Hoofdstuk 3 worden de resultaten uit de interviews gepresenteerd, gevolgd door het procesmodel (Hoofdstuk 4) dat gemaakt is aan de hand van de resultaten uit de interviews en de integratiesessie (Hoofdstuk 5). Tenslotte wordt in Hoofdstuk 6 een uiteenzetting gegeven van de bevindingen die tijdens dit onderzoek zijn gedaan en de discussiepunten.

## 2. Onderzoekopzet

In dit hoofdstuk wordt de onderzoekopzet in twee delen uitgewerkt, namelijk de doelstelling en de onderzoeksmethode. De doelstelling is uit de aanleiding gehaald en afgebakend, waarna in de daaropvolgende paragraaf de onderzoeksmethode uiteengezet wordt.

### 2.1. Doelstelling

Het engineeringproces van projecten in de ondergrondse infrastructuur wordt deels uitgevoerd vanuit ervaring en routine, waarbij de engineers veelal volgens eigen inzicht en volgorde werken. Een bepaalde aanpak of bepaalde keuzes zouden kunnen leiden tot (negatieve) gevolgen voor het proces, bijvoorbeeld een onnodige vertraging. Wat de (verschillende) aanpakken van het engineeringproces door de engineers zijn, en de eventuele gevolgen, is niet expliciet bekend bij BAM (A. Kukolja, persoonlijke mededeling, 15 december 2015). Als BAM inzicht wil krijgen in het engineeringproces en dit eventueel wil optimaliseren voor haar bedrijf, is het noodzakelijk om het engineeringproces eerst expliciet te maken. Door de engineeringprocessen van verscheidene engineers in kaart te brengen en deze informatie te modelleren wordt het engineeringproces expliciet gemaakt.

De doelstelling is: *'het engineeringproces van de BAM expliciet maken, door meerdere engineers te interviewen over hun werkpraktijk en de resultaten te integreren in één procesmodel.'*

Kennis die binnen het bedrijf wel aanwezig is, maar nog niet expliciet gemaakt is, wordt nu ondervangen en gedocumenteerd. Aan de hand van de expliciete kennis, in combinatie met van werknemers overgebrachte impliciete kennis, kan het proces gemodelleerd worden.

*Engineeringproces:* het onderzoek zal zich richten op het *engineeringproces*. Dit is het proces dat wordt doorlopen door een engineer van een nutsaannemer tijdens de engineeringfase (zie Figuur 1). In dit onderzoek is het engineeringproces het proces dat plaatsvindt vanaf het moment dat de engineer de opdracht ontvangt, vanuit een nutsbedrijf of intern, tot het moment dat het plan voor de constructiefase is afgeleverd. De handelingen en werkzaamheden die daar tussen plaatsvinden vallen in dit onderzoek onder het engineeringproces en zullen dus ook worden onderzocht.

*Expliciete kennis:* er zijn twee soorten kennis volgens Nonaka (1994): impliciete en expliciete kennis. Impliciete kennis is erg persoonlijk en moeilijk te formuleren. Het bestaat uit onder andere intuïtie en persoonlijke inzichten en uit zich in bijvoorbeeld emoties en routines. Deze kennis is moeilijk over te brengen op anderen. Expliciete kennis kan uitgedrukt worden in formele en systematische taal die bijvoorbeeld verwerkt kan worden. Expliciete kennis kan overgedragen worden of opgeslagen, zodat dit op een later tijdstip kan worden gebruikt (Nonaka, Toyama, & Konno, 2000).

Door een bedrijfsproces in kaart te brengen, en daarbij de acties van betrokken werknemers mee te nemen en te verwoorden, wordt impliciete kennis omgezet in expliciete kennis (Kalpic & Bernus, 2001). Door deze omzetting en het modelleren van het proces wordt de kennis binnen het bedrijf over het betreffende proces vergroot. Het vergroten van de kennis over een bepaald proces zorgt ervoor dat het proces binnen het bedrijf beter begrepen wordt en men kan het proces vervolgens analyseren. Door het proces te analyseren kan het bijvoorbeeld geoptimaliseerd worden of makkelijker aangepast worden aan de wensen van de markt (Aguilar-Savén, 2003). Door het in kaart

brengen van het engineeringproces wordt de kennis binnen het bedrijf vergroot en biedt dit het bedrijf de mogelijkheden zoals hiervoor genoemd.

## 2.2. Onderzoeksmethode

Dit onderzoek heeft een licht etnografisch karakter. Hoewel het onderzoek te kort duurt voor een volwaardig etnografisch onderzoek, is de grondslag van etnografisch onderzoek wel gebruikt: het beschrijven van een cultuur door een buitenstaander, de onderzoeker (Spradley, 1979). Een etnografisch onderzoek is een onderzoek naar een andere 'cultuur', waarbij de cultuur gezien kan worden als een volk, maar ook een groep mensen met hetzelfde beroep of een proces. Het doel van een etnografisch onderzoek is het beschrijven van de onderzochte cultuur, gekeken vanuit die cultuur. Voor dit onderzoek geldt dat de cultuur het engineeringproces is en de onderzoeker dit in kaart brengt, beschreven vanuit het perspectief van de engineers die dit proces uitvoeren.

Om het engineeringproces in kaart te brengen, zijn interviews afgenomen met de engineers van de BAM. De engineers werken onder gelijke werktitel, 'Engineer', op de Engineeringsafdeling. Bij de BAM zijn vier engineers werkzaam, die afzonderlijk zijn geïnterviewd in een tijdsbestek van één tot anderhalf uur. Hoewel persoonlijke focus en ervaring binnen het engineeringproces kan verschillen, voeren zij in principe dezelfde werkzaamheden uit. In onderstaande tabel staan de namen en de data van de interviews.

<i>Engineer</i>	Jeroen Platel	Almar Meijerink	Marco Oude Luttikhuis	Joost Eleveld
<i>Datum interview</i>	21 januari 2016	28 januari 2016	8 februari 2016	10 februari 2016
<i>Duur interview</i>	60 minuten	66 minuten	53 minuten	97 minuten
<i>Werkervaring BAM</i>	5 jaar	1 jaar	15 jaar	4 jaar

**Tabel 1. Interviewdata.**

De interviews zijn aan de hand van de etnografische onderzoeksmethode afgenomen. Dit houdt in dat de vraagstelling tijdens de interviews als doel had dat de engineer het engineeringproces beschreef vanuit zijn perspectief en ervaring. Er zijn daarom vooral beschrijvende vragen gesteld, namelijk de 'Grand-Tour' en 'Mini-Tourvragen' (Spradley, 1979). Grand Tourvragen gaan over grotere, overkoepelende delen van een onderwerp en Mini-Tourvragen over kleinere, specifieke delen. Een voorbeeldvraag is 'hoe ziet uw werkdag eruit?' (Grand Tourvraag) of 'wat doet u tijdens een vergadering?' (Mini-Tourvraag). Voor de interviews zijn een aantal Grand Tourvragen voorbereid, zoals 'hoe begint een engineeringopdracht?'. De verdere vragen en invulling van het interview was open en afhankelijk van de antwoorden die de engineers gaven. Hieronder wordt een klein deel uit een interview ter verduidelijking weergegeven. Een uitgebreide uitleg over etnografisch onderzoek en de interviewmethode staat in Bijlage A.

*Interviewer: wat doe je als je een opdracht krijgt?*

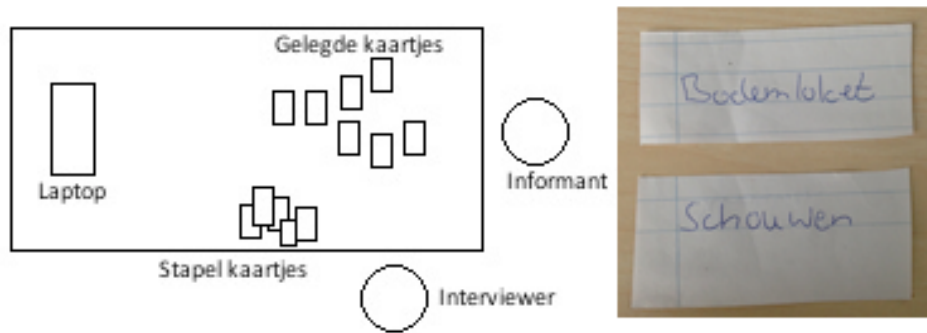
*Informant: je begint met een KLIC-melding, ..., en uiteindelijk een scan.*

*Interviewer: bij zo'n scan kijk je naar?*

*Informant: naar de grondeigenaren en waar je niet bij in de buurt wilt komen te liggen met je tracé.*

*Interviewer: is er dan alleen verschil tussen particulieren en overheid of verschillen de overheden ook?*

Naast de etnografische vragen is tijdens de interviews gebruik gemaakt van kaartjes met begrippen uit het engineeringproces erop geschreven. Deze zijn tijdens de interviews in de volgorde gelegd zoals de informant beschreef, als er begrippen ontbraken werden deze bijgeschreven. De kaartjes vormden uiteindelijk een procesoverzicht voor de onderzoeker en het zorgde voor overzicht tijdens het interview voor de informant. In Figuur 2 een voorbeeld van de kaartjes en de interviewopstelling.



**Figuur 2. Interviewopstelling en gebruikte kaartjes.**

De interviews zijn opgenomen met een laptop en getranscribeerd, van de gelegde kaartjes zijn foto's gemaakt. De transcripties zijn te vinden in de ZIP-bijlage, digitaal bijgeleverd. De transcripties zijn geanalyseerd door aan de gelegde kaartjes de bijbehorende informatie uit de transcripties te koppelen. De informatie werd zo overzichtelijk en stond in de volgorde zoals de engineers hebben uitgelegd. Dit is voor elke transcriptie gedaan. De informatie uit de interviews is op zowel de volgorde, als de inhoudelijke uitleg van de processtappen vergeleken met elkaar. Dit resultaat staat beschreven in Hoofdstuk 3. Na het analyseren van de transcripties zijn de engineeringprocessen van de engineers individueel geschetst, waaruit uiteindelijk een algemeen engineeringproces is geschetst.

Op 14 maart 2016 is een integratiesessie gehouden met drie engineers, J. Platel, A. Meijerink en J. Eleveld. Engineer M. Oude Luttikhuis kon wegen verplichtingen niet aanwezig zijn. Tijdens deze sessie zijn de vier engineeringprocessen van de engineers uit de interviews en een algemeen procesmodel schematisch getekend, weergegeven in bijlage B. Aan de hand van de die tekeningen en vragen van de onderzoeker gingen de engineers met elkaar in gesprek over de verschillen in de engineeringprocessen en hoe het algemene engineeringproces eruit ziet volgens de interviews en hoe het eruit zou moeten zien volgens hen. De onderzoeker heeft het engineeringproces getekend tijdens de sessie volgens de aanwijzingen en uitleg van de engineers. Dit procesmodel geeft het gehele praktische engineeringproces weer. Dit model staat weergegeven in Hoofdstuk 4, de integratiesessie staat in Hoofdstuk 5 beschreven.

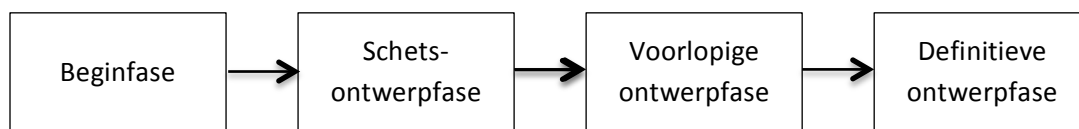
Dus om het engineeringproces bij de BAM expliciet te maken zijn de engineers geïnterviewd, de interviews zijn geanalyseerd, waaruit individuele engineeringprocessen en een algemeen procesmodel geschetst zijn. Deze zijn besproken met de engineers tijdens een integratiesessie, waar het uiteindelijk algemene procesmodel van het engineeringproces is gemaakt, zoals weergegeven staat in hoofdstuk 4.

### 3. Resultaten interviews

De interviews zijn afgenomen en getranscribeerd. De transcripties van de vier interviews zijn te vinden in het bijgeleverde (digitale) ZIP-bestand. In dit hoofdstuk is de geanalyseerde informatie uiteengezet. Alle engineers hebben het engineeringsproces opgedeeld in dezelfde vier fasen. Aan de hand van deze fasen wordt het engineeringsproces behandeld in dit hoofdstuk. Allereerst worden de fasen uitgelegd, waarna elke fase apart wordt behandeld. De resultaten van de vier interviews worden, per fase, samen behandeld. Per fase worden de processtappen uitgelegd, geldend voor alle engineers, waarna in een tabel per engineer staat aangegeven welke processtappen hij precies uitvoert in de desbetreffende fase. Als laatste worden een aantal punten benoemd die gelden voor het gehele engineeringsproces.

#### 3.1. Hoofdfasen engineeringsproces

De engineers is gevraagd naar het hele engineeringsproces tijdens de interviews, daaruit is gebleken dat zij het engineeringsproces opdelen in vier fasen. In chronologische volgorde zijn dit; de beginfase, de schetsontwerpfase (SO), de voorlopige ontwerpfase (VO) en de definitieve ontwerpfase (DO), zoals hieronder schematisch weergegeven.



**Figuur 3. Hoofdfasen engineeringsproces.**

Deze fasen beschrijven elk een onderdeel in het engineeringsproces. In de beginfase wordt de opdracht gedefinieerd door de opdrachtgever en krijgt de engineer de opdracht. De volgende drie fasen bevatten de engineering van de opdracht door de BAM. De fasen worden in de volgende paragrafen inhoudelijk behandeld.

#### 3.2. Beginfase

In deze fase wordt de opdracht gevormd door de opdrachtgever en komt de opdracht bij de engineer terecht. Er zijn twee manieren waarop de beginfase verloopt: de engineer krijgt een opdracht direct van de opdrachtgever, of hij krijgt een opdracht toegewezen via een tender. Het verschilt per engineer waar hij het meest mee te maken heeft. Allereerst wordt hieronder het begin van een opdracht beschreven, waarna de beide manieren van het krijgen van een opdracht uitgelegd worden.

*Definitie opdracht:* de opdrachtgever definieert een opdracht. Hieruit volgen een opdrachtomschrijving en de bijbehorende eisen en wensen. Daarnaast verwerkt de opdrachtgever de bij hen bekende gegevens over bestaande kabels en leidingen in het projectgebied in tekeningen die de engineer kan gebruiken tijdens de engineering van de opdracht.

*Directe opdracht:* een directe opdracht komt voort uit een directe vraag van een opdrachtgever aan de BAM, zonder dat er meer engineerbureaus meedingen om de opdracht, of uit een contract dat de BAM heeft met een opdrachtgever, vaak een netbeheerder, voor een bepaald gebied. In zo'n contract staat vastgelegd dat de BAM het engineeringswerk – tot een bepaald bedrag – voor de opdrachtgever in een bepaald gebied uitvoert gedurende de contractduur. Als er geen offerte

gemaakt hoeft te worden voor de opdrachtgever, gaat de engineer verder met de volgende fase. Indien er een offerte moet worden opgesteld voor de opdracht, doet de engineer dit. De prijs wordt gebaseerd op een inschatting van de arbeidsduur van de engineering en of er externe partijen door de engineer ingehuurd moeten worden. Jeroen Platel geeft aan dit te doen voordat de engineering begint, terwijl Joost Eleveld dit plaatst na het maken van een – hetzij eenvoudig – schetsontwerp (zie Schetsontwerpfase). Marcel Oude Luttikhuis heeft het maken van de offerte niet beschreven.

*Tender:* als de BAM wil inschrijven op de tender, maakt een engineer een offerte voor de opdracht. De prijs in de offerte is gebaseerd op de inschatting van het aantal arbeidsuren dat nodig is om de opdracht te voltooien. Om deze inschatting zo goed mogelijk te maken, wordt de opdracht en het projectgebied in kaart gebracht met behulp van digitale media en KLIC-gegevens die opgevraagd zijn. De vraag en eisen van de opdrachtgever worden getoetst aan de hand van gegevens, waaruit een schatting van de arbeidsduur van het project moet komen. De eisen kunnen tijdens de looptijd van de tender veranderen of uitgebreid worden, dit wordt medegedeeld door de opdrachtgever middels een Nota van Inlichtingen (NVI). De engineer moet deze bijhouden voor een juiste offerte. De offerte moet altijd getekend worden door de manager van de engineeringafdeling, verder ‘manager’ genoemd.

Als de BAM de opdracht heeft gekregen, begint de engineer met de schetsontwerpfase.

### 3.3. Schetsontwerpfase

Na de beginfase volgt de ‘schetsontwerpfase’. In deze fase wordt toegewerkt naar een schetsontwerp van de opdracht. Uit de beginfase volgt, zoals hiervoor beschreven, de opdracht die de engineer ontvangt. Aan de hand van de opdrachtoomschrijving en eisen gaat de engineer aan de slag. Hij begint met het raadplegen van informatie over het projectgebied, zoals gegevens over bodem en grondeigenaren. Dit deel wordt ‘bureaustudie’ genoemd, omdat de informatie ‘vanachter het bureau’ verzameld wordt. Als deze gegevens zijn verzameld, worden ze gebruikt om een of meerdere tracés te ontwerpen. Het ontwerpen kan per opdracht verschillen: soms moet de engineer het gehele traject ontwerpen, bijvoorbeeld voor een nieuwbouwwijk, terwijl het ook kan dat de opdrachtgever het traject al heeft vastgelegd, zoals bij het vervangen van een bestaande kabel of leiding. Het ontwerp dat de engineer gemaakt heeft, wordt getekend door een tekenaar in de tekeningen van de opdracht, conform de richtlijnen van de opdrachtgever.

In Tabel 2 staat per engineer weergegeven welke processtappen hij onderneemt in de schetsontwerpfase. De stappen uit de tabel worden beschreven in de aansluitende tekst.

Jeroen Platel	Marco O. Luttikhuis	Almar Meijerink	Joost Eleveld
KLIC-gegevens	KLIC-gegevens	KLIC-gegevens	KLIC-gegevens
Bodemgegevens	Bodemgegevens	Bodemgegevens	Bodemgegevens
Kadastrale gegevens	Kadastrale gegevens	Kadastrale gegevens	Kadastrale gegevens
Tracéontwerp	Tracéontwerp	Tracéontwerp	Tracéontwerp
Tracéverkenning	Tracéverkenning	Tracéverkenning	Tracéverkenning
<i>Flora &amp; faunagegevens</i>	<i>Schouwen</i>		<i>Contact met particulier</i>
	<i>Overleg opdrachtgever</i>		<i>Contact met vergunningverleners</i>

Tabel 2. Processtappen schetsontwerpfase.

- *KLIC-gegevens*: een tekenaar doet de KLIC-oriëntatiemelding in opdracht van de engineer. De verkregen KLIC-gegevens bestaan uit tekeningen van het projectgebied met daarin alle kabels en leidingen die bekend zijn en hun eigenaar. Een tekenaar verwerkt deze tekeningen in de tekeningen van de opdrachtgever. De KLIC-gegevens laten de engineer zien of er ruimte is op het tracé dat de engineer in gedachten heeft, of dat er te veel kabels en leidingen liggen om er één bij te leggen.
- *Bodemgegevens*: de engineer bekijkt via het bodemloket of er bodemverontreiniging in het projectgebied aanwezig is, of dat er niets bekend is. Bij verdachte situaties of bodemverontreiniging wordt dit teruggekoppeld naar de opdrachtgever. De opdrachtgever is verantwoordelijk voor de afhandeling van de informatie en eventueel verder onderzoek. Vaak wordt hiervoor een externe partij ingeschakeld. Bij bodemverontreiniging kan de engineer kiezen om zijn tracé te verleggen om de verontreiniging en eventuele veiligheidsmaatregelen te vermijden.
- *Kadastrale gegevens*: bij het Kadaster worden de kadastrale gegevens opgevraagd van het projectgebied. Hierin staan de grondeigenaren van een gebied aangegeven. De grondeigenaren kunnen particulieren zijn of overheden. Met deze gegevens wordt duidelijk met welke grondeigenaren de engineer te maken kan krijgen. De grondeigenaren kunnen invloed hebben op het tracé, als een beoogd tracé grondeigenaren doorkruist die de opdrachtgever of engineer wil vermijden. Dit heeft vooral betrekking op particuliere grond of grond van eigenaren met een veeleisend vergunningstraject.
- *Tracéontwerp en -verkenning*: aan de hand van de verzamelde gegevens ontwerpt de engineer één of meerdere tracés. Vervolgens worden met digitale media die de omgeving weergeven, mogelijke tracés voor een kabel of leiding verkend. Hierbij let de engineer vooral op de omgevingsituatie en bovengrondse obstakels, zoals huizen of bomen.

Naast bovenstaande stappen die elke engineer uitvoert, zijn er door sommige engineers stappen benoemd die niet door anderen zijn genoemd. Bij elke stap staat de engineer genoemd.

- *Flora & Faunagegevens* (Jeroen Platel): als een tracé – deels – door een natuurgebied gaat, wordt bij een digitaal loket gecheckt of er bijzondere flora en fauna aanwezig is die invloed kan hebben op het tracé, zoals een leefgebied van een dier waar niet gebouwd mag worden.
- *Contact leggen met vergunningverleners* (Joost Eleveld): indien het tracé grond doorkruist van een vergunningverlener die aanvullende eisen stelt, neemt de engineer al in deze fase contact op met hen. De engineer komt de aanvullende eisen te weten en kan er vroeg in het proces op anticiperen.
- *Contact leggen met particulieren* (Joost Eleveld): indien particuliere grond doorkruist wordt door het tracé, kan de engineer het eerste (telefonische) contact leggen met de particulier(en). Als een particulier op voorhand weigert een kabel of leiding toe te staan op zijn grond kan het tracé nog gewijzigd worden.
- *Schouwen* (Marco Oude Luttikhuis): als er een of meerdere voorlopige tracés zijn ontworpen, gaat de engineer het tracé buiten langslopen en controleren op uitvoerbaarheid. Een uitgebreide omschrijving volgt bij de voorlopige ontwerpfasen. De engineer maakt foto's van situaties of obstakels die het tracé beïnvloeden. Op deze manier kan bijvoorbeeld een verlegging van het tracé verantwoord worden bij de opdrachtgever.

- *Overleg met opdrachtgever (Marco Oude Luttikhuis):* het schetsontwerp stuurt de engineer naar de opdrachtgever ter goedkeuring. Als de opdrachtgever op- of aanmerkingen heeft, volgt er overleg met de engineer die het schetsontwerp aanpast of dit in de volgende fase doet.

De bureaustudie kent geen vaste volgorde van de stappen, omdat de volgorde geen invloed heeft op het verdere proces. De enige voorwaarde is dat alle informatie is verzameld voordat de engineer het tracé bepaald voor het schetsontwerp. Het raadplegen van de informatie gebeurt vooraf en tijdens het ontwerpen van een tracé en meermaals. Tijdens het ontwerpen moet elk deel van het tracé en een eventuele verandering nagelopen worden met alle informatie.

### 3.4. Voorlopige ontwerpfase

Als de engineer het schetsontwerp af heeft, volgt de 'voorlopige ontwerpfase'. In deze fase gaat de engineer naar 'buiten' toe met het schetsontwerp. Dit houdt in dat de engineer letterlijk naar buiten gaat en het tracé langsloopt, en bijvoorbeeld contact heeft met particulieren. In deze fase controleert de engineer het schetsontwerp op uitvoerbaarheid en werkt hij het schetsontwerp uit in groter detail. De processtappen die de engineer hierbij onderneemt, staan in Tabel 3 per engineer gegeven en vervolgens uitgelegd.

Jeroen Platel	Marco O. Luttikhuis	Almar Meijerink	Joost Eleveld
Schouwen	Schouwen	Schouwen	Schouwen
Proefsleuven maken	Proefsleuven maken	Proefsleuven maken	Proefsleuven maken
Zakelijk recht vestigen	Zakelijk recht vestigen	Zakelijk recht vestigen	Zakelijk recht vestigen
Specifiek meerwerk	Specifiek meerwerk	Specifiek meerwerk	Specifiek meerwerk
	<i>Overleg vergunningverleners</i>		<i>Offerte opstellen</i>

**Tabel 3. Processtappen voorlopige ontwerpfase.**

- *Schouwen:* met het schetsontwerp gaat de engineer het tracé letterlijk langslopen, om te toetsen of het schetsontwerp mogelijk en uitvoerbaar is in de werkelijke situatie. Het schouwen doet de engineer samen met een uitvoerder. De engineer let op boven- en ondergrondse obstakels op het beoogde tracé en of de omliggende situatie het tracé toelaat. De uitvoerder kijkt of het tracé praktisch uitvoerbaar is, oftewel of de kabel aan te leggen is met de huidige uitvoeringstechnieken. Redenen dat er geschouwd wordt, ondanks het gebruik van digitale media voor tracéverkenning, zijn dat de engineer de omgevingssituatie beter kan inschatten, zoals de drukte op een weg, en dat informatie in digitale media verouderd kan zijn. Nieuwe bebouwing bijvoorbeeld kan een verlegging van het tracé noodzakelijk maken. Daarnaast kunnen er ook obstakels zijn die niet zichtbaar waren via digitale media. Het schouwen gebeurt eenmalig, echter als het tracé na het schouwen gewijzigd wordt en de engineer niet weet of het nieuwe tracé mogelijk is zonder opnieuw te schouwen, gebeurt dit nogmaals.
- *Proefsleuven maken:* dit zijn gaten of sleuven die gegraven worden op het beoogde tracé. Proefsleuven worden gemaakt op knelpunten die zichtbaar zijn in de KLIC-gegevens. Knelpunten zijn punten waar erg veel kabels of leidingen bij elkaar liggen en het tracé langs loopt. Daarnaast worden proefsleuven gemaakt ter controle van de KLIC-gegevens, omdat



deze niet altijd overeenkomen met de werkelijkheid. Indien deze afwijken wordt het ontwerp zo nodig aangepast.

- *Zakelijk recht vestigen*: als een tracé door particuliere grond gaat, moet de particulier hiermee akkoord gaan. Indien deze akkoord gaat, kan een zakelijk recht gevestigd worden op de kabel of leiding. Het overleg om tot een akkoord te komen, doet de engineer. Voor de aanleg van kabels of leidingen door particuliere grond gelden standaard vergoedingen voor de particulier. Daarnaast krijgt deze na aanleg van de kabel of leiding een gewasschadevergoeding voor de schade aan het gewas, veroorzaakt tijdens de aanleg van de kabel of leiding. De engineer sluit het akkoord met de particulier, die een formulier met akkoord voor aanleg en vergoedingen tekent. Na het sluiten van een akkoord is de opdrachtgever verantwoordelijk voor de notariële afhandeling van het zakelijk recht, zodat het vastgelegd wordt in het Kadaster. Indien een particulier weigert toestemming te geven, moet de engineer het tracé aanpassen en de grond ontzien. Als dit niet mogelijk is, informeert de engineer de opdrachtgever hierover en handelt de opdrachtgever dit via een gerechtelijke procedure af.
- *Specifiek meerwerk*: een opdracht kan meerwerk bevatten dat door de opdrachtgever geëist wordt of voortkomt uit het tracé of vergunningverleners. Dit specifieke meerwerk kan bijvoorbeeld bestaan uit het uitvoeren van netberekeningen, zoals Almar Meijerink noemde in het interview, of een extra onderzoek naar de bodemgesteldheid, als eis voor een vergunning. Als de werkzaamheden binnen de expertise van de engineer vallen, voert hij deze zelf uit, anders wordt een externe partij ingehuurd.

Hieronder worden de stappen besproken die specifiek zijn voor de genoemde engineers.

- *Offerte opstellen* (Joost Eleveld): de engineer maakt een offerte op basis van de gedane bureaustudie en de schatting van de gemaakte uren. De werkwijze hierin is gelijk aan die beschreven in de beginfase, Paragraaf 3.2.
- *Overleg vergunningverleners* (Marco Oude Luttikhuis): er wordt contact gelegd met de vergunningverlener over het ontwerp. De engineer stuurt het ontwerp op en informeert of er aanvullende eisen zijn vanuit de vergunningverlener voor het ontwerp. Bij grote projecten neemt de engineer de vergunningverlener soms mee naar het tracé om toelichting te geven. De vergunningverlener kan aangeven of het ontwerp voldoet aan de vergunningseisen of wat er moet veranderen zodat het ontwerp gaat voldoen aan de vergunningseisen. Door deze feedback op het ontwerp kan de engineer dit verwerken en is de vergunningsaanvraag normaliter een formaliteit, zonder risico op afwijzing of het moeten wijzigen van het ontwerp.

De gebruikelijke volgorde in deze fase is dat het schouwen, en eventueel het maken van proefsleuven, eerst wordt gedaan en dat daarna de overige stappen worden uitgevoerd. Echter kan hiervan worden afgeweken tijdens de uitvoering van een project.

De nieuwe informatie die is verkregen uit de benoemde stappen wordt verwerkt in het ontwerp door de engineer. Als het tracé aangepast wordt, moet de wijziging gecontroleerd worden op uitvoerbaarheid aan de hand van alle verzamelde informatie uit deze en de voorgaande fasen. Indien

het ontwerp voldoet, wordt dit verder gedetailleerd ten opzichte van het schetsontwerp. Uiteindelijk verwerkt een tekenaar het voorlopige ontwerp in tekeningen, waarna het voorlopig ontwerp af is.

### 3.5. Definitieve ontwerpfase

Dit is de laatste fase van het engineeringsproces, waarin de engineer het ontwerp definitief maakt en de opdracht afrondt tot een eindproduct. Het definitief maken van het ontwerp bestaat uit het doorvoeren van de laatste aanpassingen in het ontwerp en het ontwerp tot in het benodigde detail uitwerken. Het uiteindelijke ontwerp wordt door een tekenaar verwerkt in tekeningen. Naast de tekeningen bevat het eindontwerp bijbehorende stukken uit de voorgaande fasen, zoals overeenkomsten met particulieren, en stukken die de engineer in deze fase toevoegt, als de opdrachtgever daar om vraagt. De bijbehorende processtappen worden in Tabel 4 voor elke engineer gegeven en vervolgens uitgelegd.

Jeroen Platel	Marco O. Luttikhuis	Almar Meijerink	Joost Eleveld
Goedkeuring VO	Goedkeuring VO	Goedkeuring VO	Goedkeuring VO
Ontwerp definitief maken	Ontwerp definitief maken	Ontwerp definitief maken	Ontwerp definitief maken
Vergunning aanvragen	Vergunning aanvragen	Vergunning aanvragen	Vergunning aanvragen
			<i>Controle door vergunningverleners</i>
Materiaallijst	Materiaallijst	Materiaallijst	Materiaallijst
Raming/offerte uitvoeringskosten	Raming/offerte uitvoeringskosten	Raming/offerte uitvoeringskosten	Raming/offerte uitvoeringskosten

**Tabel 4. Processtappen definitieve ontwerpfase.**

De volgende drie stappen voert elke engineer uit om van een voorlopig ontwerp een definitief ontwerp te maken, de laatste stap geldt enkel voor de engineer die erbij staat vermeld.

- *Goedkeuring VO door opdrachtgever*: de engineer stuurt het voorlopig ontwerp op naar de opdrachtgever ter goedkeuring. Feedback of gevraagde aanpassingen kunnen nog verwerkt worden.
- *Ontwerp definitief maken*: de engineer verwerkt de laatste aanpassingen in het ontwerp en detailleert het tot het benodigde niveau. De tekenaar tekent dit ontwerp vervolgens in de tekeningen, waarna het ontwerp af is.
- *Vergunning aanvragen*: de engineer vraagt de benodigde vergunningen aan bij de desbetreffende vergunningverleners. De vergunning wordt in naam van de opdrachtgever aangevraagd voor de aanleg van en het houden van een kabel of leiding.
- *Controle door vergunningverleners (Joost Eleveld)*: het voorlopig ontwerp wordt naar de vergunningverleners gestuurd. Zij beoordelen of het ontwerp voldoet aan de vergunningseisen of dat het aangepast moet worden. Ze kunnen ook aanvullende eisen hebben. Door het voorlopig ontwerp op te sturen voordat het definitief wordt gemaakt, is het makkelijker om eventuele aanpassingen te doen of aan extra eisen te voldoen. Dit voorkomt een langdurige vergunningsaanvraag.

Naast het definitieve ontwerp kan de opdrachtgever om de volgende extra stukken vragen:

- *Materiaallijst*: aan de hand van het definitieve ontwerp kan de engineer een materiaallijst opstellen voor de uitvoering. Vaak doet de engineer dit, terwijl dit een taak is die, strikt genomen, bij het uitvoeringsproces hoort.
- *Raming uitvoeringskosten*: dit is een raming van de uitvoeringskosten op basis van kengetallen. Het is geen officiële offerte of prijsopgaaf.
- *Offerte uitvoering*: indien gevraagd wordt een offerte opgesteld voor de uitvoering van het ontwerp. Voor deze stap zijn de werkwijzen van de engineers verdeeld:
  - Marco Oude Luttikhuis: stelt de offerte vaak zelf op en wordt ondertekend door de manager van de engineeringafdeling. Enkel bij grote projecten laat hij een collega-engineer de offerte controleren.
  - Jeroen Platel: stelt de offerte vaak zelf op, maar laat deze altijd controleren door het Bedrijfsbureau.
  - Joost Eleveld: laat de offerte vaak opstellen door het Bedrijfsbureau.
  - Almar Meijerink: heeft nog geen ervaring met dit onderdeel van het proces.

Het eindproduct van de engineering moet getekend worden door de manager, voordat het overgedragen wordt aan de opdrachtgever. Na de overdracht is de opdracht afgerond.

### **3.6. Algemeenheden engineeringproces**

Naast de opdeling in fasen, zijn er ook onderdelen van het engineeringproces die continu aanwezig zijn of meermaals terugkeren tijdens het proces. Deze onderdelen, die uit handelingen of werkwijze kunnen bestaan, worden nu behandeld.

*Controle engineering*: de engineers geven aan dat zij onderling elkaar procesgericht behoren te controleren, maar dat dit soms niet gebeurt uit tijdnoed of door afwezigheid van collega-engineers. De controle bestaat uit het checken van de compleetheid van het eindproduct en eventueel procesgerichte vragen, zodat men zeker is dat het proces volledig is uitgevoerd. Deze uiteindelijke controle vindt vaak plaats als het voorlopig ontwerp af is of goedgekeurd door de opdrachtgever. Een inhoudelijke controle is er niet, maar de engineers overleggen en helpen elkaar als ze er niet uit komen of twijfelen tussen opties voor het ontwerp. Een nieuwe, en onervaren engineer vraagt zijn collega-engineers vaker om hulp dan ervaren engineers. Daarnaast worden nieuwe engineers begeleidt door een ervaren engineer, terwijl een ervaren engineer voornamelijk zelfstandig opereert.

*Feedbackloop*: tijdens het proces koppelt de engineer de resultaten van elke stap terug op de voorgaande resultaten en het ontwerp. Dit houdt in dat de engineer zelf controleert wat de invloed van een stap is op de resultaten en het ontwerp van dat moment. Als het ontwerp – deels – niet meer uitvoerbaar blijkt of niet voldoet aan de eisen, dan moet het worden aangepast. Voor de aanpassingen worden alle voorgaande stappen in het proces herhaald, zodat de engineer zeker weet dat de aanpassing voldoet aan de eisen en uitvoerbaar is. Het aanpassen van het ontwerp wordt gedaan totdat het voldoet aan de eisen en het uitvoerbaar is.

### **3.7. Conclusie resultaten**

Nu alle fasen behandeld zijn, is bekend welke processtappen uit de interviews naar voren zijn gekomen. In onderstaande tabel staan alle processtappen weergegeven per fase. De kolom 'Algemene stappen' geeft de stappen die alle engineers in de desbetreffende fase uitvoeren. De

kolom 'Afwijkende stappen' geeft de stappen weer die door een individuele engineer in die fase worden gedaan en niet door elke engineer.

Fase	Algemene stappen	Afwijkende stappen
Beginfase	Definitie opdracht opdrachtgever Directe opdracht of tender	
Schetsontwerpfase	KLIC-gegevens Bodemgegevens Kadastrale gegevens Tracéontwerp Tracéverkenning	Flora & faunagegevens Schouwen Contact particulier Contact vergunningverleners Overleg met opdrachtgever
Voorlopige ontwerpfase	Schouwen Proefsleuven maken Zakelijk recht vestigen Specifiek meerwerk	Offerte opstellen Overleg vergunningverleners
Definitieve ontwerpfase	Goedkeuring voorlopig ontwerp Ontwerp definitief maken Vergunningen aanvragen Materiaallijst maken Raming/offerte uitvoering	Controle door vergunningverleners

**Tabel 5. Overzicht processtappen engineeringsproces.**

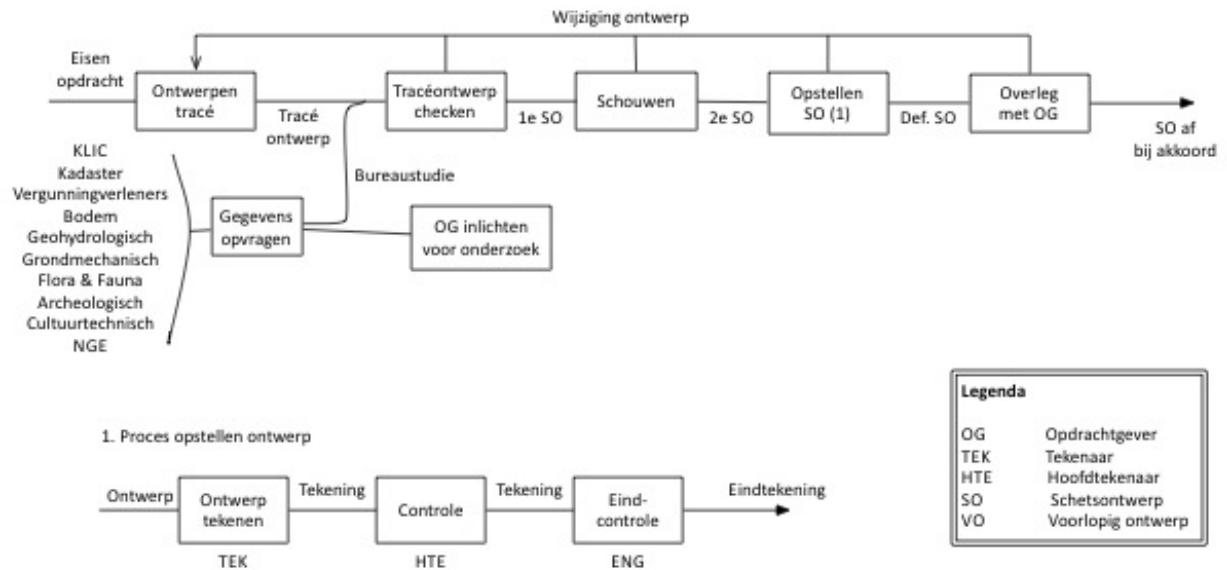
Met behulp van deze resultaten is een procesmodel gemaakt van het engineeringsproces, dat in het volgende hoofdstuk wordt weergegeven.

#### **4. Resultaat: procesmodel engineeringsproces**

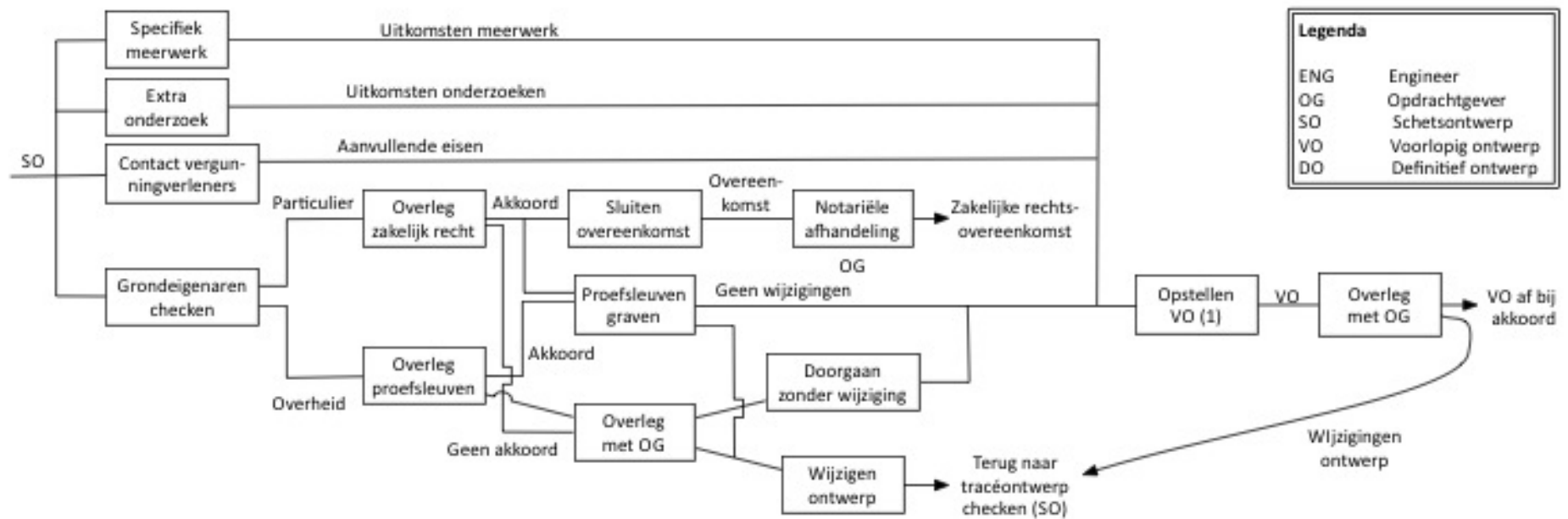
Met de resultaten uit Hoofdstuk 3 is een algemeen procesmodel gemaakt, dat is besproken met de engineers tijdens de integratiesessie. Tijdens deze sessie is het procesmodel aangepast met de engineers, wat heeft geresulteerd in een procesmodel van het engineeringsproces dat geldt voor elke engineeringsopdracht. Dit uiteindelijke procesmodel wordt in dit hoofdstuk gepresenteerd. In Hoofdstuk 5 wordt de integratiesessie besproken en de bijbehorende aanpassingen die, in samenspraak met de engineers, zijn gedaan aan het procesmodel uit Hoofdstuk 3.

Het engineeringsproces is gemodelleerd volgens een IDEF0-model, iets wat gebruikt kan worden om processen met activiteiten te modelleren (Aguilar-Savén, 2003). Het model dat opgesteld is, bevat alle mogelijke processtappen die een engineer zou kunnen tegenkomen tijdens de engineering van een opdracht. Tijdens een opdracht volgt de engineer het model naar gelang de opdracht, en zal het proces naar eigen inzicht uitvoeren. Dit kan betekenen dat de volgorde van processtappen verandert, of dat processtappen niet uitgevoerd worden door de engineer, bijvoorbeeld omdat de opdrachtgever de stap al heeft uitgevoerd. Welke stappen wel of niet worden uitgevoerd bij een bepaalde opdrachtgever of contractvorm is niet aangegeven, omdat dit niet vaststaat.

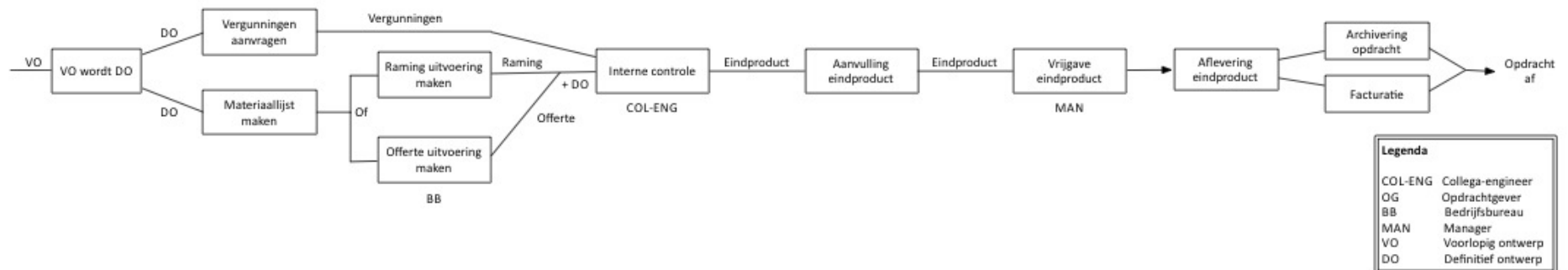
Onderstaand de procesmodellen, opgedeeld in de schetsontwerpfase, voorlopige ontwerpfase en definitieve ontwerpfase. Indien de engineer de actor is van een activiteit, staat dit er niet bij vermeld. Eventuele andere actoren zijn wel vermeld bij de betreffende activiteit.



**Figuur 4. Procesmodel schetsontwerpfase.**



Figuur 5. Procesmodel voorlopige ontwerpfase.



Figuur 6. Procesmodel definitieve ontwerpfase

## 5. Integratie procesmodel

Aan de hand van de integratiesessie is het procesmodel, zoals uit de interviews naar voren kwam, aangepast. De veranderingen die tijdens deze sessie zijn doorgevoerd staan in dit hoofdstuk per fase uitgelegd. De veranderingen zijn al verwerkt in het gepresenteerde procesmodel in Hoofdstuk 4.

### Beginfase

Het offerte opstellen gebeurt meestal in deze fase, echter kan dit verschillen of niet gebeuren, afhankelijk van de opdrachtgever en contractvorm. Mede daarom wordt dit proces niet verder uitgewerkt, maar als één activiteit in het procesmodel weergegeven als 'offerte opstellen'.

### Schetsontwerpfase

De engineer begint met het uitvoeren van de opdracht door een tracé te ontwerpen aan de hand van de opdracht en bijbehorende eisen. Dit ontwerp wordt gecheckt met de gegevens uit de bureaustudie. De bureaustudie bleek niet volledig te zijn, er misten een aantal soorten informatie die de engineer raadpleegt indien dit nodig is voor de opdracht. De bureaustudie is uitgebreid met de volgende punten: archeologisch, geohydrologisch, grondmechanisch, cultuurtechnisch en NGE (Niet Gesprongen Explosieven). Ook 'flora & fauna-informatie' hoort bij de bureaustudie, ondanks dat dit in de interviews maar door één engineer is benoemd. De punten zijn niet naar voren gekomen tijdens de interviews, omdat deze over het algemeen weinig voorkomen in projecten. Ze horen echter wel bij het volledige engineeringproces en zijn daarom toegevoegd. Voor al deze punten geldt dat bij uitkomsten die de engineer beperken in de uitvoering van de opdracht, zoals een NGE op een tracé, of bij noodzaak van verduidelijkend onderzoek, dat de opdrachtgever ingelicht wordt. De opdrachtgever moet beslissen of er nader onderzoek verricht wordt. Dit onderzoek wordt door een externe partij uitgevoerd en niet door de engineer. Als het tracéontwerp gecheckt is met de bureaustudie is er een eerste schetsontwerp. Als bij de check blijkt dat het tracéontwerp veranderd moet worden, gaat de engineer terug naar de eerste stap, het ontwerpen van het tracé en voert de check daarna opnieuw uit.

Uit de interviews bleek dat drie van de vier engineers het schouwen plaatsten in de voorlopige ontwerpfase. Tijdens de integratiesessie is aangegeven dat het schouwen in de schetsontwerpfase wordt gedaan, na het maken van het eerste schetsontwerp. De processtap 'schouwen' is dus naar de schetsontwerpfase gehaald, inhoudelijk verandert het schouwen niet. Het eerste schetsontwerp wordt geschouwd, samen met een uitvoerder, en eventueel gewijzigd indien nodig. Bij een wijziging worden de voorgaande stappen opnieuw uitgevoerd, echter beperkt zich dit tot het gewijzigde deel van het ontwerp. Dit geldt voor elke wijziging in het ontwerp tijdens het gehele proces. Na het schouwen heeft de engineer een tweede schetsontwerp. Dit schetsontwerp wordt getekend door een tekenaar volgens alle richtlijnen van de opdrachtgever. Deze tekeningen worden door de hoofdtekenaar en de engineer gecontroleerd. Als de tekeningen goedgekeurd zijn, gaat de engineer in overleg met de opdrachtgever voor een akkoord voor het schetsontwerp.

Het kan ook voorkomen dat bepaalde stappen uit het proces al door de opdrachtgever gedaan zijn en in de opdrachtschrijving en eisen zitten verwerkt. De engineer kan dan de desbetreffende stappen in het proces overslaan. Dit kan zowel een deel van, als een gehele processtap zijn. Een

opdrachtgever kan bijvoorbeeld een gehele bureaustudie hebben uitgevoerd, of enkel de KLIC-gegevens hebben opgevraagd en verwerkt.

### **Voorlopige ontwerpfase**

Na een akkoord voor het schetsontwerp van de opdrachtgever werkt de engineer het ontwerp verder uit. In deze fase legt de engineer contact met de particulieren over wiens grond het tracé loopt. Hij probeert met de particulier een akkoord voor een zakelijke rechtsovereenkomst te sluiten. Indien een particulier wijzigingen verlangt, worden deze doorgevoerd in het ontwerp. Vaak betreft dit kleine wijzigingen van het tracé op diens grond. Daarnaast wordt er contact gelegd met de vergunningverleners. Zij worden geïnformeerd over het ontwerp, zodat ze kunnen aangeven of er aanvullende eisen nodig zijn voor een vergunning. Deze eisen verwerkt de engineer in het voorlopig ontwerp. Door dit nu te doen en niet pas bij de aanvraag van de vergunning scheelt tijd, de kans op afwijzing of aanpassing van een vergunningsaanvraag wordt zo geminimaliseerd.

Indien de opdrachtgever of engineer het graven van proefsleuven nodig acht, wordt hiervoor toestemming of een vergunning gevraagd tijdens het contact de particulier of vergunningverlener. In het geval hiervoor geen toestemming voor wordt gegeven, koppelt de engineer dit terug naar de opdrachtgever. Die kan besluiten tot een wijziging van het tracé of het doorgaan met het huidige ontwerp zonder het maken van proefsleuven. Indien uit de bureaustudie een noodzaak bleek voor extra onderzoek, krijgt de engineer de resultaten daarvan in de voorlopige ontwerpfase. Hoewel één engineer in zijn interview aangaf in deze fase de offerte op te stellen, is dit tijdens de integratiesessie uit de fase gehaald, vanwege de redenen die hiervoor zijn genoemd onder het kopje 'Beginfase'. Uiteindelijk stelt de engineer het voorlopig ontwerp op, dit wordt net als het schetsontwerp verwerkt op tekeningen door een tekenaar en gecontroleerd door de hoofdtekenaar en uiteindelijk de engineer. Er vindt overleg plaats met de opdrachtgever. Indien die akkoord is, volgt de definitieve ontwerpfase.

### **Definitieve ontwerpfase**

Het voorlopig ontwerp wordt een definitief ontwerp. Het ontwerp verandert niet en wordt niet verder uitgewerkt, enkel de benaming verandert. Voor dit ontwerp worden de vergunningen aangevraagd. Op vraag van de opdrachtgever kan de engineer een materiaallijst en een raming of offerte voor de uitvoering maken. Het maken van een raming of offerte voor de uitvoering beschouwen de engineers als werkvoorbereiding, die het Bedrijfsbureau zou moeten uitvoeren. Echter door interne structuur bij de BAM doet de engineer dit in de praktijk vaak zelf en doet het Bedrijfsbureau enkel een controle achteraf. Omdat dit bij de werkvoorbereiding van het Bedrijfsbureau hoort volgens de engineers, is dit ook zo aangepast in het model. Als de bovenstaande stappen zijn uitgevoerd en bijbehorende stukken zijn samengevoegd tot een eindproduct, voert een collega-engineer een controle uit. De controle is gericht op volledigheid van het eindproduct en het proces. Hieruit komen geen wijzigingen van het ontwerp, enkel een verandering of aanvulling van bijvoorbeeld begeleidende teksten. Na deze controle wordt het eindproduct vrijgegeven door de manager en levert de engineer het eindproduct af bij de opdrachtgever. De opdracht wordt nu afgehandeld door het project te archiveren bij de BAM en facturatie van het project.

Deze veranderingen hebben samen met de resultaten uit de interviews geleid tot het engineeringmodel dat staat weergegeven in Hoofdstuk 4.



## 6. Conclusie en discussie

Door veranderingen in aanpak van de engineering van opdrachten in de ondergrondse infrastructuur door de netbeheerders, is een deel van de engineering bij de nutsaannemer (BAM) terecht gekomen. Dit is een relatief nieuwe situatie, waardoor er nog weinig expliciete kennis bij de BAM is over hoe het engineeringproces uitgevoerd wordt door de engineers. Dit onderzoek heeft het engineeringproces in de werkpraktijk expliciet gemaakt door de engineers te interviewen en het resultaat in een procesmodel weer te geven, dat samen met de engineers is geïntegreerd (Hoofdstuk 5) tot een algemeen procesmodel (Hoofdstuk 4). De stappen uit het procesmodel zijn inhoudelijk beschreven in de resultaten. In dit hoofdstuk worden de conclusies van het onderzoek gegeven, de discussiepunten besproken en tot slot aanbevelingen gegeven. Er wordt geen waardeoordeel over het engineeringproces of werkwijze geveld, aangezien hiervoor geen criteria zijn onderzocht.

### Conclusie

Het toepassen van de etnografische interviewmethode heeft geleid tot het procesmodel en inzicht in de werkzaamheden van de engineers, zowel individueel als algemeen. Hieruit is gebleken dat de engineers grotendeels dezelfde engineeringprocessen uitvoeren en dezelfde inhoudelijke omschrijving van de processtappen geven. De engineers voeren geen extra stappen uit ten opzichte van elkaar, de verschillen komen voort uit stappen die de engineers in verschillende fasen uitvoeren. Dit ligt in de lijn der verwachting, omdat voor alle opdrachten, ondanks de verschillen, een soortgelijk eindproduct verlangd wordt door opdrachtgevers.

Hoewel de engineers dus grotendeels hetzelfde proces uitvoeren, gaven zij aan dat ze niet van elkaar wisten of hun processen overeen zouden komen. Ze wisten dat de meeste stappen overeen zouden komen, maar vooral de volgorde van de stappen en aanpak waren – deels – onbekend van elkaar. Dit duidt erop dat de engineers weinig met elkaar de – individuele – processen bespreken, en ook niet gezamenlijk bezig zijn om het proces te optimaliseren. Daarnaast kan de bovengenoemde onbekendheid betreft de individuele processen ook veroorzaakt worden doordat de engineers met verschillende opdrachtgevers te maken hebben of het verschil in ervaring met engineeringopdrachten. Hieruit kunnen wellicht de verschillen of onbekendheid van elkaars aanpak voortkomen.

De controle van het eindproduct door een collega-engineer in de definitieve ontwerpfase is het enige, enigszins inhoudelijke controlemoment in het proces. De uitvoerende engineer is dus als enige verantwoordelijk voor het correct uitvoeren van de opdracht en het afleveren van een compleet eindproduct. Vooral bij omvangrijke of gecompliceerde opdrachten kunnen hierdoor eventuele fouten onopgemerkt blijven.

Een ander punt in de definitieve ontwerpfase is dat de scheiding tussen engineering en werkvoorbereiding niet duidelijk is, voornamelijk voor het opstellen van een raming of offerte voor de uitvoering. Binnen de BAM heerst onduidelijkheid wie er voor verantwoordelijk is: de engineer of het Bedrijfsbureau. Dit leidt er toe dat de werkwijzen van de engineers verschillen wat betreft deze processtappen, mede omdat ze zelf ook niet weten wiens verantwoordelijkheid dit is.

## **Discussie**

Voor het gehele onderzoek geldt dat de resultaten gebaseerd zijn op subjectieve informatie, namelijk informatie direct afkomstig van de engineers die het engineeringproces zelf uitvoeren. Objectieve informatie kan verkregen worden door het engineeringproces te observeren, echter was dit tijds technisch gezien niet haalbaar. De informatie kon wel nagegaan worden buiten de interviews om bij de engineers, hoewel dit de informatie nog niet objectief maakt. Daarom kan niet worden uitgesloten dat er stappen ontbreken in het proces, die niet naar voren zijn gekomen tijdens de interviews en integratiesessie. De oorzaak hiervan kan zijn dat de engineers bepaalde handelingen vergeten, vanwege een hoog routinematig karakter, of dat informatie bewust niet wordt gedeeld. Van dit laatste gaat de onderzoeker niet uit, vanwege de hoge mate van behulpzaamheid en enthousiasme onder de engineers over het onderzoek en tijdens contactmomenten.

Het probleem van de subjectieve informatie is geprobeerd te minimaliseren door na de interviews de resultaten te bespreken met de engineers. Om objectieve informatie over het engineeringproces te verkrijgen is een vervolgonderzoek nodig, volgens de etnografische methode, waarbij een onderzoeker de engineeringprocessen van de engineers observeert gedurende meerdere opdrachten. Een onderzoeksmethode die hierin voorziet is longitudinaal onderzoek.

## **Aanbevelingen**

Naar aanleiding van dit onderzoek kunnen er een aantal aanbevelingen gedaan worden, die zowel betrekking hebben op het engineeringproces als verder onderzoek.

Om onder de engineers de bewustwording van het engineeringproces groter te maken, is het aan te raden dat de engineers hierover met elkaar in gesprek gaan, eventueel op gezette tijden. Tijdens het onderzoek is dit gebeurt in de vorm van een integratiesessie, waarbij sommige stappen zijn uitgebreid of verschoven van plek. Dit kan eventueel door een persoon gestuurd worden, zoals de manager. Als de engineers bewust bezig zijn met het algemene engineeringproces en de individuele verschillen, kan dit bijdragen aan een standaardisering en optimalisering van het engineeringproces, zoals dus bleek in de integratiesessie. Het procesmodel in dit onderzoek kan hiervoor als startpunt gebruikt worden. Naast de engineers kan het procesmodel ook gebruikt worden om de bewustwording en kennis van anderen over de engineering te vergroten. Hierbij kan gedacht worden aan nieuwe werknemers, samenwerkende partijen of een opdrachtgever.

Het proces tijdens de beginfase blijkt erg variabel te zijn en afhankelijk van de opdracht, uit één tot zeer veel processtappen te bestaan. Vooral het inschrijven op een tender is relatief nieuw voor de engineers en zou meer onderzoek kunnen gebruiken. Naar voren kwam dat de BAM dit proces in kaart wil brengen, iets wat gezien de grote diversiteit in deze fase en de toename van tenders zeer aan te raden is. Door deze fase in kaart te brengen komt er meer zicht op de werkzaamheden voor een tender, wat uiteindelijk kan leiden tot een betere inschatting van de tijd en kosten die met de tender gepaard gaan. Daarbij kan dit procesmodel bijdragen aan een betere inschatting van de werkzaamheden voor een opdracht en de bijbehorende kosten.

Naar voren kwam dat er maar één controlemoment is binnen het engineeringproces. Om te beoordelen of dit controlemoment voldoet of dat er meer controlemomenten nodig zijn in het engineeringproces, is het raadzaam om de aanvullingen of aanpassingen die uit deze controles

voortkomen te bekijken. Indien blijkt dat het aantal aanvullingen en aanpassingen 'significant' is, volgens de BAM, zou een extra controlemoment ingevoerd kunnen worden om dat aantal te verminderen.

Wat betreft de definitieve ontwerpfase heerst er onduidelijkheid over wie verantwoordelijk is voor maken van de materiaallijst en een raming of offerte voor de uitvoering. Als men een eenduidige aanpak van deze stappen wil, zowel onder de engineers als binnen de BAM, is het raadzaam hierover een beslissing te nemen en de stappen bij één afdeling te plaatsen. Dit voorkomt ook eventuele misverstanden en vertragingen voor deze stappen in de toekomst.

### **Samenvattend**

Voor de overzichtelijkheid worden de conclusies en aanbevelingen puntsgewijs samengevat.

#### *Conclusie*

- De individuele engineeringprocessen komen grotendeels overeen.
- De kennis van de engineers over de precieze aanpak en uitvoering van het engineeringproces van de andere engineers is beperkt (ten tijde van de interviews).
- Er is één controlemoment in het engineeringproces, of dit voldoende is, is niet bekend.
- Het is onduidelijk wie verantwoordelijk is voor het maken van een materiaallijst en raming of offerte voor de uitvoering, wat leidt tot verschillende aanpakken onder de engineers.

#### *Aanbevelingen*

- De bewustwording onder de engineers van het engineeringproces vergroten door het engineeringproces te bespreken tijdens overleggen of speciaal hierop gerichte sessies te organiseren.
- Het proces van het uitvoeren van een tender in kaart brengen, zodat de BAM hierop meer inzicht krijgt en dit eventueel kan optimaliseren.
- Onderzoeken of het enige controlemoment voldoende is, of dat meer controlemomenten nuttig zijn.
- Eén afdeling verantwoordelijk maken voor het maken van een materiaallijst en een raming of offerte in de definitieve ontwerpfase.

Met dit onderzoek is (weer) een stap vooruit gezet in de bewustwording van het proces onder de engineers en het delen van kennis hierover, waarbij het procesmodel als communicatiemiddel en uitgangspunt kan worden gebruikt. Dit onderzoek kan een bijdragen leveren aan het standaardiseren en optimaliseren van het engineeringproces bij de BAM.

## Literatuur

- Aguilar-Savén, R. S. (2003). Business Process Modelling: Review and Framework. *International Journal of Production Economics*, 90(2), 129-149.
- Fentener van Vlissingen, F. (2011, februari). Cirkelend of in afgepaste stappen naar het doel. *Grondzaken in de praktijk*, 20-22.
- Kalpic, B., & Bernus, P. (2001). Business Process Modelling in Industry – the Powerful Tool in Enterprise Management. *Computers in Industry*, 47(3), 299-318.
- Nonaka, I. (1994). A dynamic theory of organizational knowledge creation. *Organization Science*, 5, 14–37. doi:10.1287/orsc.5.1.14
- Nonaka, I., Toyama, R., & Konno, N. (2000). SECI, Ba and leadership: A unified model of dynamic knowledge creation. *Long Range Planning*, 33, 5–34. doi:10.1016/S0024-6301(99)00115-6
- Olde Scholtenhuis, L. (2015). *Enhancing mindful coordination in fragmented utility construction practices*. The Netherlands: Gildeprint.
- Orden de ondiepe grond (2012, januari). *Vewin Waterdruk* 7. 38-40.
- Royal, A. C., Atkins, P. R., Brennan, M. J., Chapman, D. N., Chen, H., Cohn, A. G., Y., . . . , Rogers, C. D. F. (2011). “Site assessment of multiple-sensor approaches for buried utility detection.” *International Journal of Geophysics*.
- Spradley, J.P. (1979). *The Ethnographic Interview*. United States of America.
- Verschuren, P., & Doorewaard, H. (2000). *Het ontwerpen van een onderzoek* (3e druk). Utrecht, Nederland: Lemma.

## Bijlage A: Theorie interviews

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van de etnografische interviewmethode, beschreven door Spradley (1979). In deze bijlage worden de belangrijkste aspecten van de etnografische interviewmethode gegeven, die gebruikt zijn tijdens dit onderzoek.

Het doel van een etnografisch onderzoeker is om de andere cultuur te beschrijven, gekeken vanuit de te beschrijven cultuur. Als een onderzochte cultuur vanuit de eigen cultuur wordt beschreven, is dit al snel oordelend of geschreven vanuit eigen opvattingen. Door de te onderzoeken cultuur eigen te maken of te snappen, kan de onderzoeker vanuit het blikveld van de cultuur schrijven en niet vanuit zijn eigen cultuur (Spradley, 1979).

Om de cultuur te beschrijven kan de onderzoeker de cultuur leren door er aan deel te nemen of mensen uit de cultuur te interviewen. Door deelname aan de cultuur maakt de onderzoeker zich de cultuur eigen, en kan hij deze beschrijven. In dit onderzoek zou dit betekenen dat de onderzoeker met alle engineers mee moet lopen in meerdere projecten, van begin tot eind om de engineeringprocessen in de praktijk van de engineers te zien. Dit kost echter te veel tijd voor dit onderzoek. Daarom is er gekozen om de cultuur te beschrijven aan de hand van interviews met de engineers. De interviews zijn afgenomen volgens de etnografische interviewmethode. De belangrijkste aspecten van deze methode worden hieronder genoemd.

Volgens Spradley (1979) bevat een etnografisch interview drie hoofdelementen, die van belang zijn voor de onderzoeker (de interviewer) en de 'informant' (de geïnterviewde). Hieronder staan ze uitgelegd.

- *Explicit purpose*: het interview moet een duidelijk doel hebben, en dit doel moet duidelijk zijn voor beide partijen. De onderzoeker bereikt dit door een gedegen voorbereiding, terwijl de informant dit uitgelegd moet krijgen door de onderzoeker.
- *Ethnographic explanations*: dit is uitleg die de onderzoeker aan de informant geeft tijdens het interview, die gaat over de manier van interviewen en over de manier waarop vragen bedoeld zijn.
- *Ethnographic questions*: dit zijn de daadwerkelijke interviewvragen van de onderzoeker voor de informant om informatie te winnen voor het doel van het onderzoek. Kenmerkend voor etnografische vragen zijn open vragen die de informant veel vrijheid in zijn antwoorden geeft. Vaak wordt de informant daarbij, direct of indirect, gevraagd iets uit zijn cultuur te beschrijven of een veronderstelling van de onderzoeker te beantwoorden. Spradley (1979) onderscheidt meerdere soorten etnografische vragen, de soort vragen die in dit onderzoek zijn gebruikt staan hieronder uitgelegd.
  - *Grand Tourvragen* en *Mini-Tourvragen*: beide soorten vragen zijn open en van beschrijvende aard. Daarbij geldt dat Grand Tourvragen over de grote en overkoepelende delen van het onderwerp gaan, bijvoorbeeld 'wat doe je allemaal als engineer?', en Mini-Tourvragen over kleinere, specifiekere onderdelen. Daarbij kunnen de 'delen' uit van alles bestaan, zoals een serie handelingen of een groep objecten. Een voorbeeld van een Mini-Tourvraag gebruikt in dit onderzoek is: 'wat is een KLIC-melding?'

- *Structuurvraag*: dit zijn vragen die de onderzoeker inzicht geven in de structuur van de cultuur. Dit soort vragen laat de informant onderscheid aangeven binnen een cultuur. Hierbinnen kan de interviewer naar verschillen of gelijkenissen vragen, bijvoorbeeld 'zijn een ingenieur en tekenaar hetzelfde?'

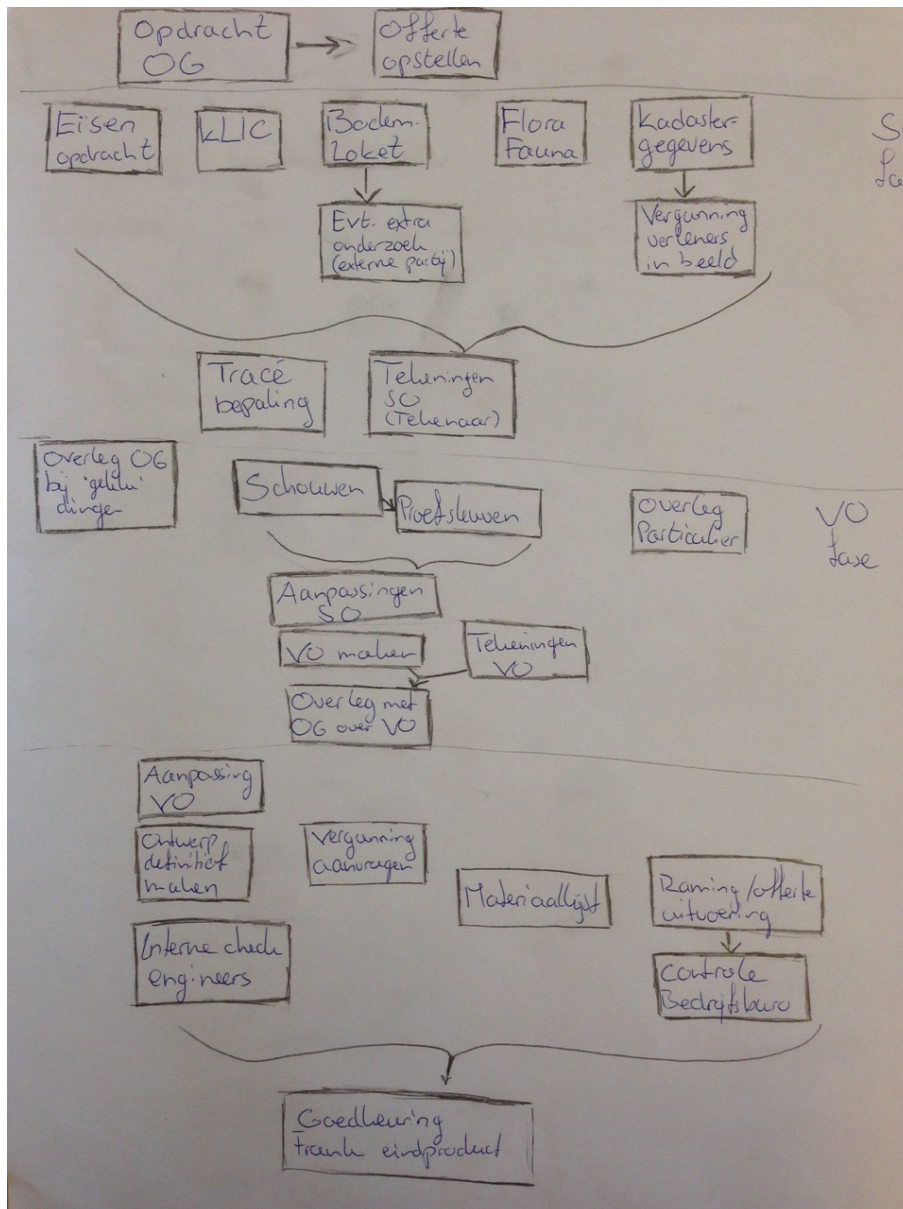
Naast de hoofdelementen is het belangrijk dat de onderzoeker de taal van de informant (leert) spreken tijdens de interviews. Zo weet de onderzoeker in welke context informatie geplaatst moet worden en worden misverstanden tussen onderzoeker en interviewer voorkomen. Dit is belangrijk omdat de informant gevraagd wordt de antwoorden in zijn eigen (vak)taal te geven. Zo wordt getracht te voorkomen dat de informant zijn cultuur gaat vertalen en uitleggen naar de cultuur van de onderzoeker. Dit heeft namelijk als risico dat de informant, eventueel onbewust, informatie weglaat, wat nadelig is voor het onderzoek. De onderzoeker kan dit voorkomen door de informant tijdens het interview te attenderen dat eigen taalgebruik gewenst is en bij onduidelijkheden over begrippen hier naar te vragen.

De voorbereiding van de interviews bestond uit het bestuderen van de interviewmethode en het voorbereiden van een aantal hoofdvragen die, naar verwachting van de onderzoeker, de leidraad vormden van het interview. Deze vragen zijn allemaal Grand Tourvragen, de verdere invulling van het interview bleef op deze manier open en werd bepaald door de antwoorden van de informant en op welke aspecten de onderzoeker inging.

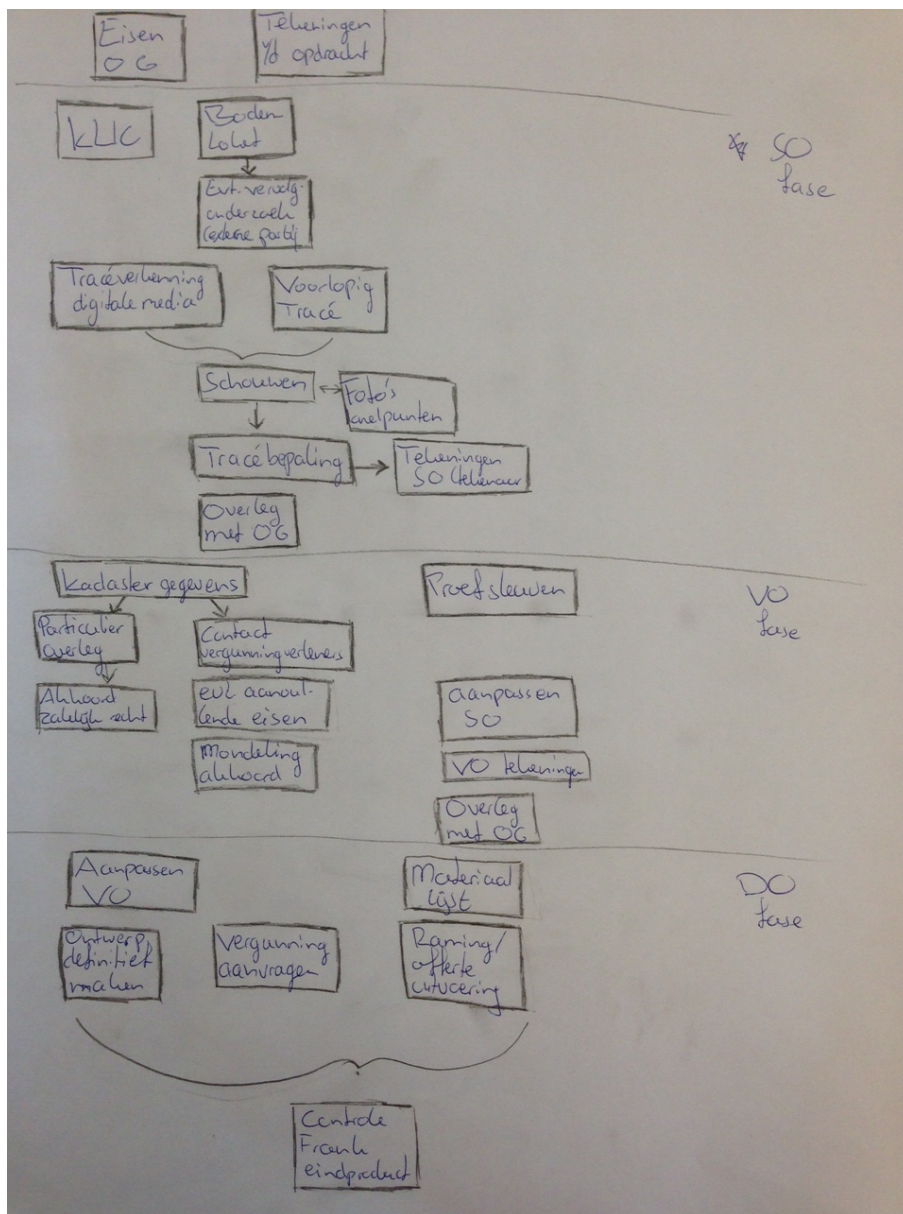
Tijdens de interviews is ook gebruik gemaakt van kaartjes met kernbegrippen erop geschreven, de *card sorting method* (Spradley, 1979). De kaartjes werden als ondersteuning bij de vragen gebruikt. Tijdens het interview werden de kaartjes neergelegd in de volgorde van het engineeringsproces zoals de informant vertelde of zelf neerlegde. Indien begrippen ontbraken zijn deze tijdens het interview bijgeschreven. De hoeveelheid kaartjes is dus gedurende het interview uitgebreid, aan de hand van de antwoorden van de informant of op in overleg met de informant. Naast dat dit nuttig was voor de onderzoeker, die een snel overzicht van het proces kreeg en uiteindelijk een totaal overzicht, was het ook nuttig voor de informant. Het werken met de kaartjes geeft de informant een visualisatie van zijn verhaal, wat overzichtelijk werkt en de interactie die het met zich meebrengt houdt de aandacht bij het gesprek (Spradley, 1979). De informanten reageerden hier na afloop allemaal positief op.

## Bijlage B: Schema's integratiesessie

Tijdens de integratiesessie is gebruik gemaakt van vier schema's die de engineeringprocessen weergeven, zoals de engineers dit tijdens de interviews hebben verteld. Er zijn geen namen gezet bij de schema's om eventuele bevooroordeelning die dit zou kunnen veroorzaken te voorkomen. Onderstaand de foto's van de schema's.

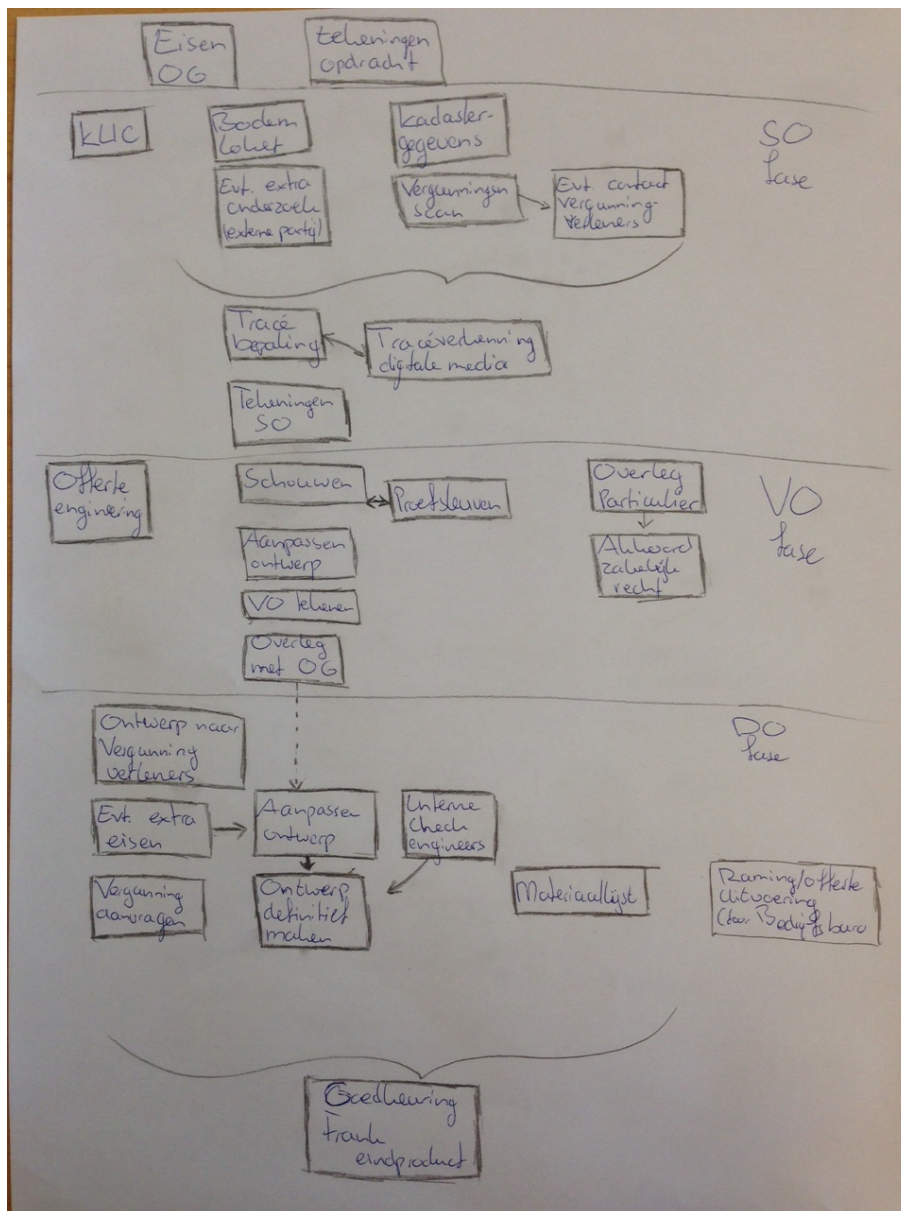


Figuur 7. Schema 1 integratiesessie.

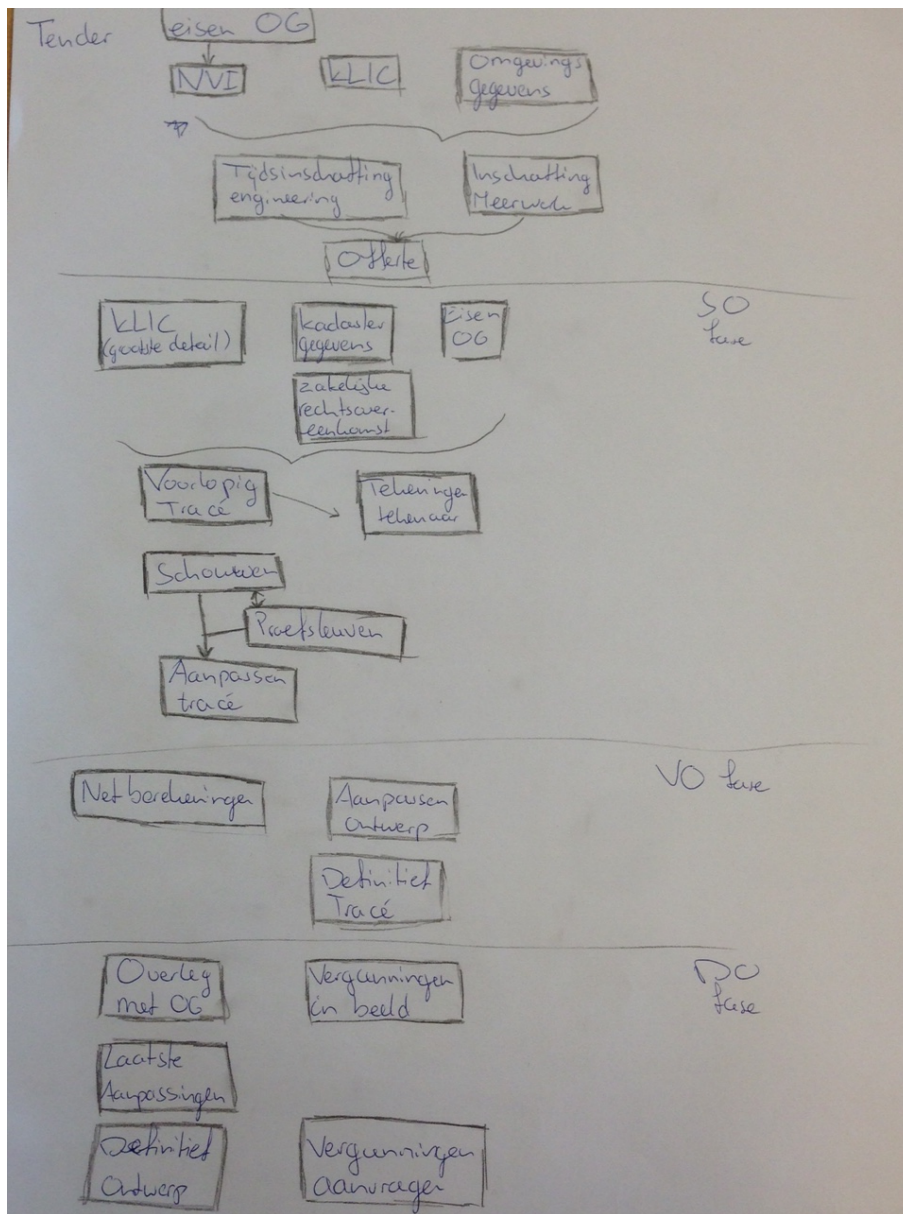


Figuur 8. Schema 2 integratiesessie.

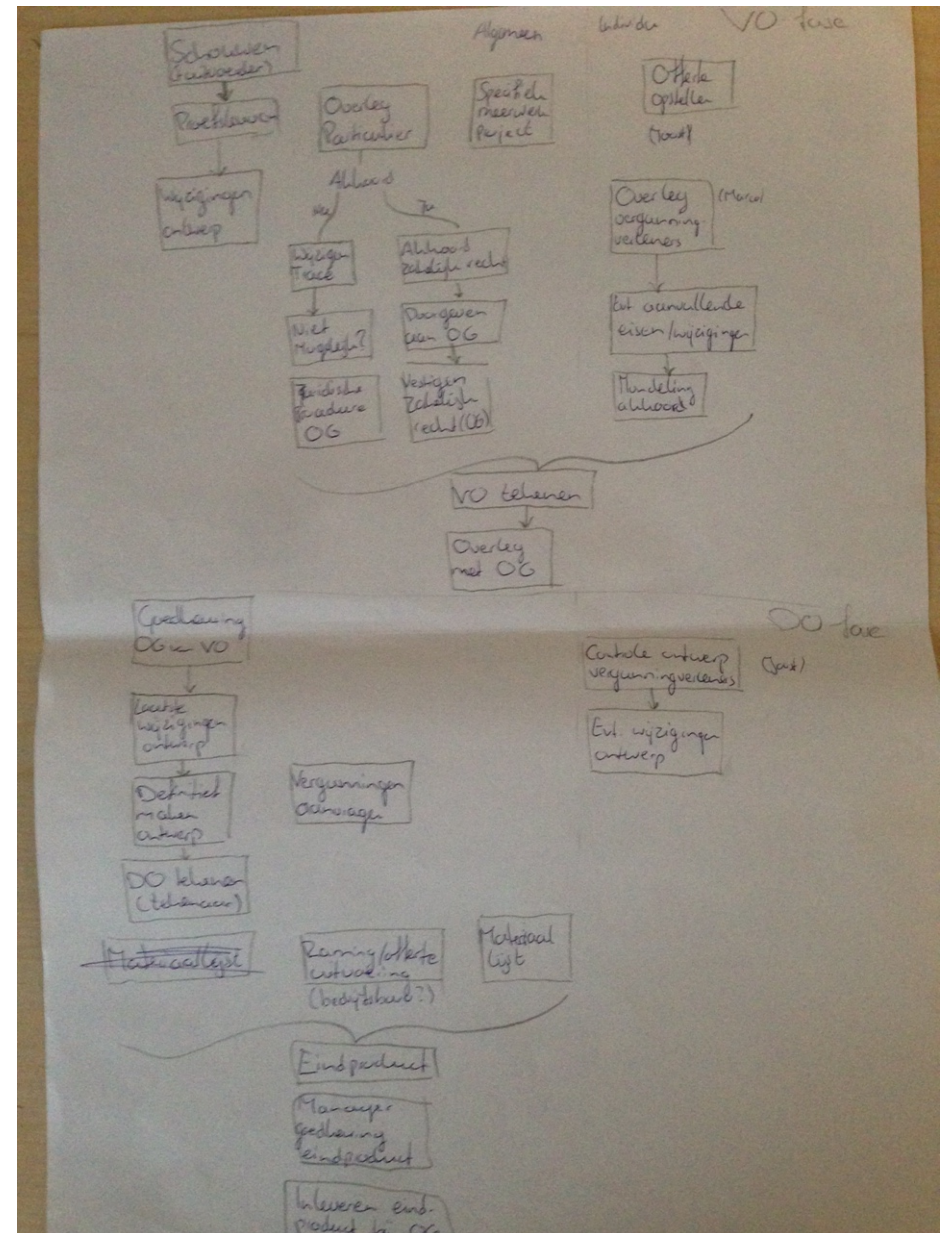
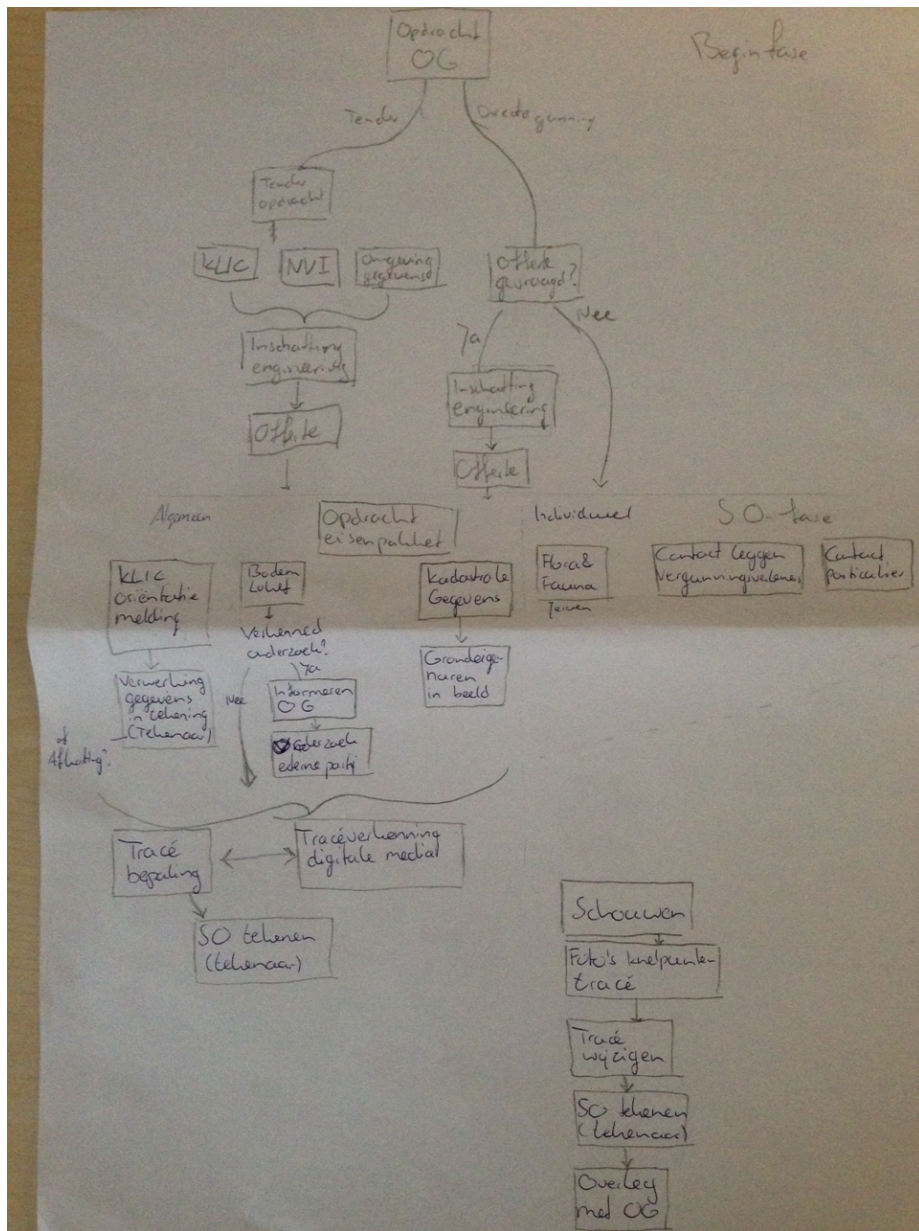




Figuur 9. Schema 3 integratiesessie.



Figuur 10. Schema 4 integratiesessie.



Figuur 11. Algemeen schema I integratiesessie.

Figuur 12. Algemeen schema II integratiesessie.