

+ ONDERZOEKSRAPPORT

Verbetering verkeersveiligheid en doorstroming N286 Postweg



Jovanni van Belzen
HZ University of Applied Sciences
Civiele techniek
De heer A. Repko
Mevrouw S.J. van Schaick
Provincie Zeeland
De heer M.W. Verkaart
Middelburg
13 januari 2017

Onderzoeksrapport

Verbetering verkeersveiligheid en
doorstroming N286 Postweg

Auteur:	J.J. van Belzen
Studentnummer:	00064503
Onderwijsinstelling:	HZ University of Applied Sciences
Opleiding:	Civiele techniek
1 ^{ste} examiner:	De heer A. Repko
2 ^e examiner:	Mevrouw S.J. van Schaick
Bedrijf:	Provincie Zeeland
Bedrijfsbegeleider:	De heer M.W. Verkaart
Plaats van uitgave:	Middelburg
Datum van uitgave:	13-01-2017
Versie:	1

Voorwoord

Voor u ligt het onderzoeksrapport 'Verbetering verkeersveiligheid en doorstroming N286 Postweg'. Dit onderzoeksrapport is geschreven naar aanleiding van de afstudeerperiode aan de opleiding Civiele techniek, die ik volg aan de HZ University of Applied Sciences. De afstudeerperiode is uitgevoerd bij de Instantie Provincie Zeeland. Met dit onderzoeksrapport wil ik u informeren over de aanleiding van het onderzoek, de onderzoeksmethode en de resultaten die uit het onderzoek volgen.

In dit onderzoeksrapport zijn alle resultaten samengevoegd van het onderzoek "Verbetering verkeersveiligheid en doorstroming N286 Postweg". Uit dit onderzoek volgt het eindresultaat dat bestaat uit een voorkeursvariant die de veiligheid en doorstroming van de N286 Postweg verbetert.

Dit onderzoeksrapport is gerealiseerd bij de afdeling Planvorming en Realisatie van de Provincie Zeeland te Middelburg. Bij dezen wil ik graag mijn bedrijfsbegeleider dhr. M.W. Verkaart en mijn stagebegeleider vanuit de onderwijsinstelling dhr. A. Repko bedanken voor de begeleiding tijdens het realiseren van dit onderzoeksrapport. Ook wil ik dhr. R de Kam bedanken voor de begeleiding met het ontwerpprogramma Civil3D en wil ik dhr. C.H. Steur bedanken voor de begeleiding tijdens het realiseren van het Technisch ontwerp van de landbouwtunnel.

Dit rapport is uitgegeven op 13 januari 2017 te Middelburg.



Jovanni van Belzen

Middelburg, 13 januari 2017

Samenvatting

De aanleiding voor het uitvoeren van dit onderzoek zijn de problemen op de N286 Postweg te Tholen. De Provincie Zeeland werkt aan het verkeersveilig maken van de gehele N286 en de Postweg is hier een onderdeel van. Het tracé is erg onveilig en is er veel vraag vanuit de omgeving om dit te verbeteren. De Postweg wordt veel gebruikt door landbouwverkeer en het is een bochtig tracé. Hierdoor ontstaan er vaak gevaarlijke inhaalmanoeuvres en is de doorstroming op het tracé niet optimaal. Het doel van dit onderzoek is het verbeteren van de veiligheid en de doorstroming van het tracé tussen Poortvliet en Tholen. De onderzoeksvraag die volgt uit het probleem en het doel van het onderzoek is:

“Op welke wijze kan de verkeersveiligheid en de doorstroming van de gebiedsontsluitingsweg Postweg geoptimaliseerd worden, wanneer er wordt gekeken naar het alignement en de aansluitingen met het omliggende wegennet?”

Het resultaat van de onderzoeksvraag is een voorkeursvariant die de veiligheid en doorstroming van de N286 Postweg verbeterd. Om antwoord te geven op de hoofdvraag is als eerst de onderzoekslocatie onderzocht. Hieruit blijkt dat een groot deel van het betreffende gebied een hoge archeologische waarde heeft en dat een groot deel van het gebied zettingsgevoelig is. Daarna is het programma van eisen opgesteld. Voor het tot stand komen van het programma van eisen is er veel overlegd met de Provincie Zeeland en het Waterschap Scheldestromen. Vervolgens zijn er acht schetsvarianten bedacht. Vijf van deze schetsvarianten zijn uitgesloten van het onderzoek, omdat de veiligheid en doorstroming hierbij niet optimaal was. De drie varianten met de hoogste veiligheid en doorstroming zijn vervolgens uitgewerkt tot voorlopige ontwerpen. Daarna zijn de drie voorlopige ontwerpen beoordeeld door middel van een Multicriteria Analyse. De variant die het hoogst scoort is de voorkeursvariant. De criteria waarop de varianten zijn beoordeeld zijn onderverdeeld in een kwalitatief en een kwantitatief deel. Het kwalitatieve deel bestaat uit de criteria geluidshinder omgeving en hinder tijdens uitvoering. Het kwantitatieve deel bestaat uit de criteria uitvoeringskosten, perceelverwervingskosten en risico archeologische kosten.

De uitkomst van de Multicriteria Analyse is dat variant 2 de voorkeursvariant is. Om er zeker van te zijn dat variant 2 de beste keuze is, is er een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Het kwalitatieve deel van de criteria weegt het minst zwaar mee en daarom is de weging van het kwalitatieve deel met 10 en 20 procent verhoogd en de weging van het kwantitatieve deel met 10 en 20 procent verlaagd. Uit de gevoeligheidsanalyse blijkt dat ook met een verhoging van 20 procent variant 2 het hoogst scoort. Na het uitvoeren van de gevoeligheidsanalyse kan er met zekerheid gezegd worden dat variant 2 de voorkeursvariant is. In het ontwerp van variant 2 is er gekozen voor het toepassen van een landbouw tunnel.

Ten slotte is de voorkeursvariant uitgewerkt tot een definitief ontwerp. Het definitieve ontwerp is onderverdeeld in het technisch ontwerp wegen en het technisch ontwerp landbouw tunnel. In het technisch ontwerp wegen is het tracé van de nieuwe Postweg, de parallelweg en het fietspad uitgewerkt. In het technisch ontwerp landbouw tunnel is het ontwerp van de landbouw tunnel uitgewerkt. Ook is de wapening van de maatgevende doorsnede van de tunnel berekend en getekend.

Ten slotte is het onderzoeksrapport opgesteld met daarin de inleiding, de methode en de resultaten van het onderzoek. Op basis van deze resultaten wordt een conclusie gegeven. Aan het einde van dit rapport wordt een aanbeveling gedaan voor de aspecten die nader onderzocht dienen te worden.

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	1
1.1.	Aanleiding van het onderzoek.....	1
1.2.	Probleemstelling.....	2
1.3.	Doelstelling.....	2
1.4.	Onderzoeksvraag.....	2
1.5.	Deelvragen.....	2
1.6.	Leeswijzer	3
2.	Theoretisch kader.....	4
2.1.	Deelvraag 1: Wat is de huidige situatie en wat is de achtergrondinformatie van de onderzoekslocatie?`	4
2.1.1	Wegcategorieën	5
2.1.2	N286 Postweg.....	6
2.1.3	Ondergrondgegevens	6
2.1.4	Verkeersgegevens	6
2.1.5	Ongevallen.....	6
2.1.6	Waterkeringen.....	7
2.1.7	Natura 2000.....	7
2.1.8	Archeologie.....	7
2.1.9	Flora en Fauna	7
2.1.10	Kabels en leidingen.....	7
2.2.	Deelvraag 2: Hoe ziet het Programma van Eisen eruit?.....	8
2.2.1	Duurzaam Veilig Verkeer	8
2.2.2	CROW-publicaties.....	8
2.2.3	Gegevens programma van eisen tunnel.....	9
2.3.	Deelvraag 3: Wat zijn de mogelijke varianten voor het ontwerp van het tracé en de kruispunten?.....	10
2.3.1	Varianten ongelijkvloerse kruising	11
3.	Methode.....	12
3.1.	Onderzoeksstrategieën	12
3.2.	Onderzoeksinstrumenten.....	13
3.3.	Projectactiviteiten	13
3.4.	Scope van het onderzoek	19
4.	Resultaten.....	20
4.1.	Wat is de huidige situatie en wat is de achtergrondinformatie van de onderzoekslocatie?	20

4.1.1	Omliggende wegennetwerk	20
4.1.2	Verkeersintensiteit en capaciteit	21
4.1.3	Regionale waterkering.....	21
4.1.4	Flora en fauna.....	22
4.1.5	Kabels en leidingen.....	22
4.1.6	Ondergrondgegevens	22
4.1.7	Archeologie.....	23
4.2.	Hoe ziet het Programma van Eisen eruit?	23
4.3.	Wat zijn de mogelijke varianten voor het ontwerp van het tracé en de kruispunten?	25
4.3.1	Stap 1: Schetsvarianten	25
4.3.2	Stap 1: Selectie schetsvarianten op veiligheid en doorstroming	30
4.3.3	Stap 3: Voorlopige ontwerpen	32
4.4.	Welke variant is het meest gunstig voor het verbeteren van de verkeersveiligheid en de doorstroming, rekening gehouden met de beschreven criteria?	38
4.5.	Stap 4: Selectie voorkeursvariant.....	38
4.6.	Stap 5: Voorkeursvariant.....	38
4.6.1	Conclusie gevoeligheidsanalyse	39
4.7.	Hoe komt het ontwerp van de voorkeursvariant eruit te zien?	40
4.7.1	Ontwerpberekeningen	40
4.7.2	Definitieve ontwerptekeningen	40
4.7.3	Zetting.....	40
4.7.4	Natuurcompensatie.....	40
4.8.	Hoe komt het ontwerp van de fiets- of landbouwtunnel eruit te zien?	41
4.8.1	Wapeningberekeningen	42
4.8.2	Tekeningen	42
5.	Conclusie	43
6.	Discussie	45
6.1.	Leermomenten	45
6.2.	Aanbevelingen.....	45
	Literatuurlijst	47

Bijlagen

Appendix 1	– Achtergrondanalyse
Appendix 2	– Programma van Eisen
Appendix 3	– Variantenanalyse
Appendix 4	– Technisch ontwerp wegen
Appendix 5	– Technisch ontwerp landbouwtunnel

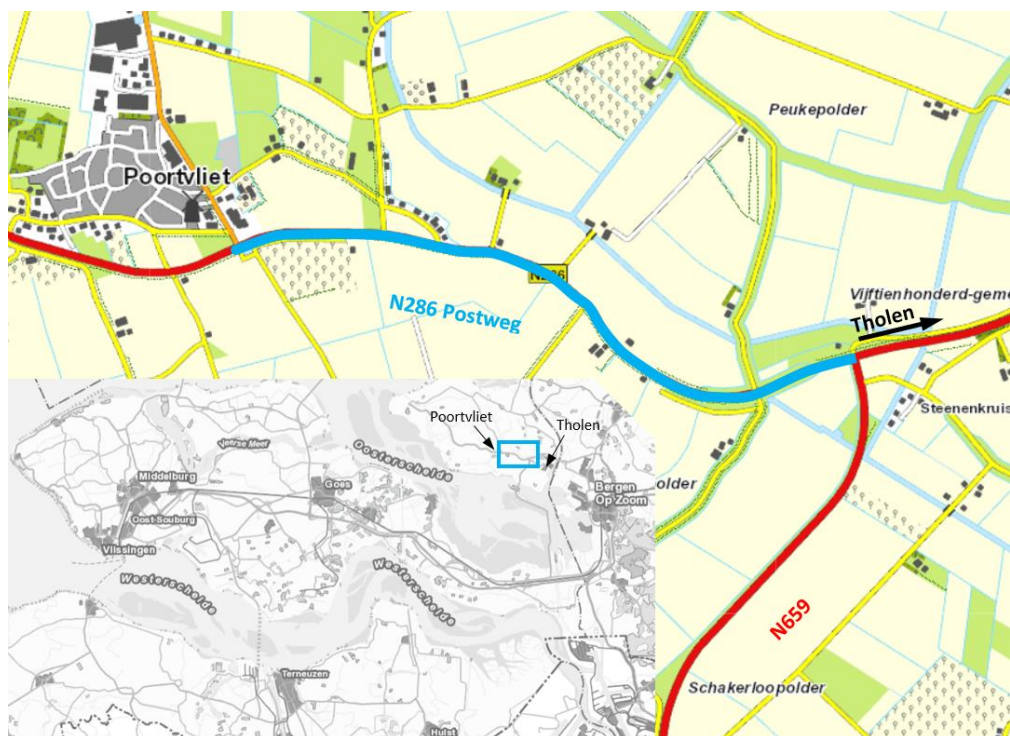
1. Inleiding

Dit is het onderzoeksrapport dat is geschreven voor de afstudeerperiode van de studie Civiele Techniek aan de HZ University of Applied Sciences. In dit onderzoeksrapport staat beschreven wat er onderzocht gaat worden, wat voor methode er voor het onderzoek gebruikt gaat worden en wat de resultaten van het onderzoek zijn. Het onderzoek zal gedaan worden voor de afdeling Planvorming en Realisatie van de Provincie Zeeland.

1.1. Aanleiding van het onderzoek

De Provincie Zeeland werkt aan het verkeersveilig maken van de N286 Postweg tussen de aansluiting N659 en de Paasdijkweg in de gemeente Tholen, zie figuur 1.1. Het tracé is erg onveilig en is er veel vraag vanuit de omgeving om dit te verbeteren. De Postweg wordt veel gebruikt door landbouwverkeer en het is een bochtig tracé. Hierdoor ontstaan er vaak gevaarlijke inhaalmanoeuvres en de doorstroming op het tracé is daardoor niet optimaal. Op het huidige tracé ontsluiten alle lokale wegen en percelen. Op deze kruispunten zijn in het verleden meerdere dodelijke ongelukken gebeurd, welke in de toekomst voorkomen kunnen worden door het tracé veiliger te maken.

Begin 2016 is er onderzoek gedaan naar de mogelijkheid om dit tracé te verbreden en daarnaast parallelwegen aan te brengen. De conclusie van het onderzoek was dat er te weinig ruimte beschikbaar is, omdat naast het tracé zich bebouwing bevindt. Dit zou betekenen dat er een deel van de bebouwing gesloopt moest worden. De provincie Zeeland vond deze oplossing niet acceptabel. Om deze reden is er door de Provincie Zeeland gevraagd om opnieuw naar de N286 postweg te kijken. Hierbij moet er gekeken worden naar het mogelijke gebruik van de huidige ligging en een andere ligging van het tracé.



Figuur 1.1: Locatie N286 Postweg

1.2. Probleemstelling

De N286 Postweg is onveilig doordat de percelen en de lokale wegen op de weg ontsluiten, hierdoor ontstaan er gevaarlijke kruisingen op het tracé. Ook is het tracé erg bochtig en wordt het nog steeds gebruikt door landbouwverkeer. Dit veroorzaakt gevaarlijke inhaalmanoeuvres en een minder goede doorstroming.

1.3. Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is het verbeteren van de veiligheid en de doorstroming van het tracé tussen Poortvliet en Tholen. Er moet gekeken worden naar een andere manier van het ontsluiten van de lokale wegen en percelen en er moet een oplossing bedacht worden om het landbouwverkeer op de Postweg te vermijden.

1.4. Onderzoeksvraag

“Op welke wijze kan de verkeersveiligheid en de doorstroming van de gebiedsontsluitingsweg Postweg geoptimaliseerd worden, wanneer er wordt gekeken naar het alignement en de aansluitingen met het omliggende wegennet?”

Toelichting: Onder optimaal wordt verstaan: Een variant van de Postweg die gemiddeld hoger scoort dan andere varianten op de aspecten veiligheid, doorstroming, kosten, hinder tijdens uitvoering en omgeving.

1.5. Deelvragen

1. Wat is de huidige situatie en wat is de achtergrondinformatie van de onderzoekslocatie?
 - 1.1. Wat zijn de verkeersintensiteiten op het beoogde tracé?
 - I. Motorvoertuigen;
 - II. Langzaam verkeer;
 - III. Landbouwverkeer;
 - IV. Fietsverkeer.
 - 1.2. Hoe ziet het omliggende wegennet eruit en wie zijn de beheerders?
 - 1.3. Welke ongevallen vinden er plaats en wat zijn de oorzaken daarvan?
 - 1.4. Welke wegen kruisen het tracé en vormen dit knelpunten?
 - 1.5. Doorkruist het tracé wandel- en/of fietsroutes en vormen dit knelpunten?
 - 1.6. Doorkruist het tracé waterkeringen?
 - 1.7. Met welke Flora en Fauna moet er rekening gehouden worden?
 - 1.8. Zijn er kabels en leidingen die niet verlegd kunnen worden of wel maar dan met hoge kosten?
 - 1.9. Hoe ziet de samenstelling van de ondergrond eruit en is deze draagkrachtig genoeg?
 - 1.10. Zijn er gebieden met hoge archeologische waarde waar rekening mee gehouden moet worden?
 - 1.11. Hoe ziet de indeling van de percelen rondom de Postweg eruit?
2. Hoe ziet het Programma van Eisen eruit?
 - 2.1. Wat zijn de functionele eisen?
 - 2.2. Welke normen, richtlijnen en voorschriften zijn er van toepassing op het tracé?
 - 2.3. Wat zijn de technische eisen?
3. Wat zijn de mogelijke varianten voor het ontwerp van het tracé en de kruispunten?
 - I. Berekeningen en tekeningen mogelijke varianten tracé en kruispunten (VO niveau);

4. Welke variant is het meest gunstig voor het verbeteren van de verkeersveiligheid en de doorstroming, rekening houdend met de beschreven criteria?
 - 4.1. Tracé
 - 4.1.1. Criteria;
 - 4.1.2. Weging;
 - 4.1.3. Beoordeling.
 5. Hoe komt het ontwerp van de voorkeursvariant eruit te zien?
 - I. Berekeningen en tekeningen voorkeursvariant tracé (DO);
 - II. Berekeningen en tekeningen kruispunt(en) (DO).
 6. Hoe komt het ontwerp de fiets- of landbouwtunnel eruit te zien?*
- I. Ontwerp van de fiets- of landbouwtunnel (VO niveau);
- II. Tekeningen van de fiets- of landbouwtunnel (VO niveau);
- III. Berekenen en tekenen onderdeel van fiets- of landbouwtunnel (zoals een element van de fietstunnel berekenen en tekenen of geleiderail + fundering berekenen en tekenen) (DO).
- * Een eis van de Provincie Zeeland is dat de Postweg en de Vrouwendijk ongelijkvloers moet kruisen. De meest logische ongelijkvloerse kruising is een fiets- of landbouwtunnel. De keuze wordt in het theoretisch kader van dit rapport toegelicht.

1.6. Leeswijzer

Relevante literatuur die benodigd is voor het onderzoek is te vinden in het theoretisch kader in Hoofdstuk 2. De methode van het onderzoek staat beschreven in Hoofdstuk 3. Hierin worden de verschillende onderzoeksmethodes, onderzoeksinstrumenten en projectactiviteiten beschreven. In Hoofdstuk 4 staan de resultaten per deelvraag beschreven. De conclusie is opgenomen in Hoofdstuk 5 en de discussie in Hoofdstuk 6.

2. Theoretisch kader

In het theoretisch kader is literatuur verzameld dat benodigd is voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag en de deelvragen. Het theoretisch kader is opgesteld per deelvraag. Deelvraag 4 tot en met 6 worden niet behandeld in het theoretisch kader, omdat er bij deze deelvragen het ontwerp wordt beoordeeld en gedetailleerd. De benodigde theorie daarvoor is terug te vinden in de voorgaande deelvragen.

2.1. Deelvraag 1: Wat is de huidige situatie en wat is de achtergrondinformatie van de onderzoekslocatie?`

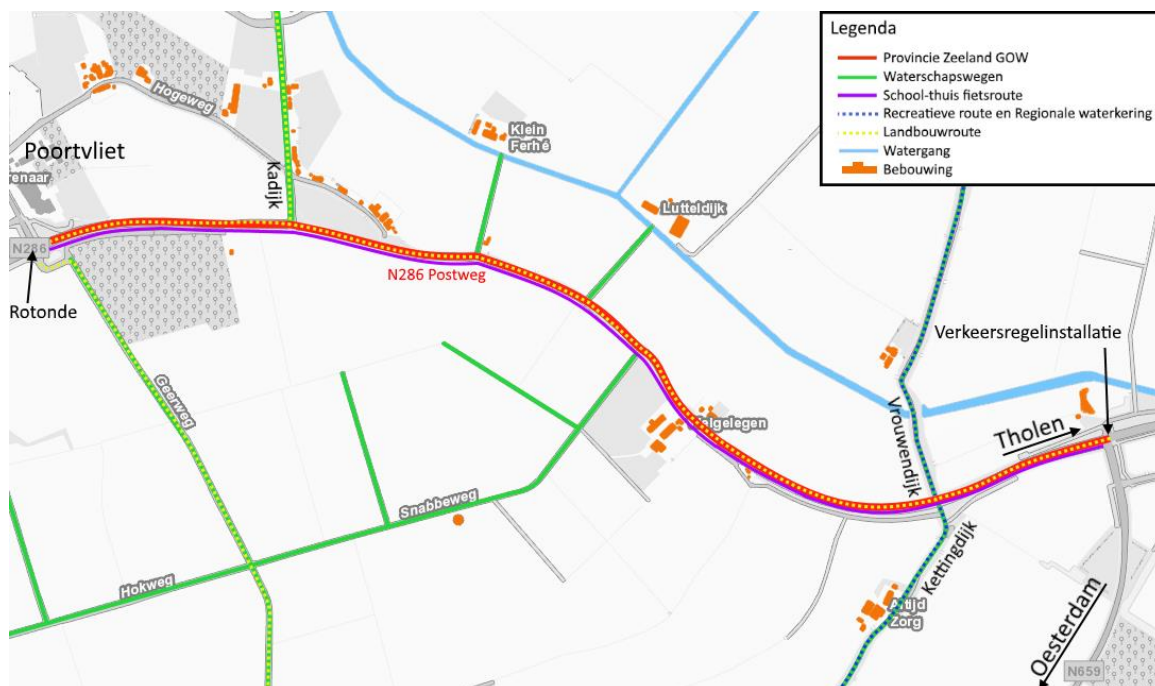
Om het theoretisch kader beter te kunnen begrijpen wordt er een korte beschrijving gegeven van de onderzoekslocatie. De volledige achtergrondanalyse is te vinden in hoofdstuk 4: Resultaten.

De N286 postweg is een gebiedsontsluitingsweg tussen de stad Tholen en het dorp Poortvliet. De weg is een provinciale weg en bevindt zich in de gemeente Tholen. Naast de weg ligt een tweerichtingsfietspad, dat onderdeel uitmaakt van het Netwerk School-thuisroutes. Deze fietsroute wordt veel gebruikt door scholieren die vanuit de dorpen naar de scholenkern in Tholen fietsen. Op het huidige tracé ontsluiten alle lokale wegen en percelen. De lokale wegen worden beheerd door het Waterschap Scheldestromen. Het ontsluiten op de Postweg zal in het nieuwe ontwerp alleen nog maar mogelijk zijn op een kruising met een verkeersregelininstallatie of een rotonde. De huidige kruising met de N569 is een verkeersregelininstallatie en het kruispunt bij Poortvliet is een rotonde. De belangrijkste aansluiting op de weg is de Kadijk. De Kadijk is een route naar het dorp Oud-Vossemeer en wordt drukker bereden dan de andere aanliggende wegen. De bovenstaande informatie is weergegeven in figuur 2.1.

Een belangrijke kruising is de kruising met de Kettingdijk en de Vrouwendijk. De Kettingdijk en de Vrouwendijk maken deel uit van het stelsel regionale waterkeringen. Over deze dijken loopt ook een recreatieve fietsroute. De Kadijk, de Postweg en de Geerweg zijn onderdeel van het Kwaliteitsnet Landbouw Verkeer Zeeland. In figuur 2.1 zijn de verschillende routes en de kering te zien.

Om tot een goed civieltechnisch ontwerp te komen is het van belang dat de gegevens van de bestaande en de beoogde projectlocaties bekend zijn. De gegevens die voor dit onderzoek benodigd zijn worden in de volgende paragrafen beschreven en bestaan uit:

- Wegcategorieën in het gebied:
- N286 Postweg:
- Ondergrondgegevens;
- Verkeersgegevens;
 - Intensiteiten;
 - Weggebruikers;
- Gegevens van ongevallen op het tracé;
- Waterkeringen;
- Natura 2000;
- Flora en Fauna ;
- Archeologie;
- Kabels en leidingen.



Figuur 2.1 Informatiekaart onderzoekslocatie

2.1.1 Wegcategorieën

In het gebied bevinden zich verschillende categorieën wegen. Voor het nieuwe ontwerp is het van belang om de verschillende wegcategorieën in kaart te brengen en welke functies de wegen hebben. Binnen het totale netwerk van wegen bestaan drie wegcategorieën met ieder zijn eigen functie en indeling. Stroomwegen vallen niet binnen dit onderzoek en deze categorie wordt niet nader toegelicht. De wegcategorieën zijn:

- Erftoegangswegen;
- Gebiedsontsluitingswegen;
- Stroomwegen.

Gebiedsontsluitingswegen

Een gebiedsontsluitingsweg is de verbindende schakel tussen erftoegangswegen en stroomwegen. Op de wegvakken vindt alleen stromen plaats en op de kruisingen vindt uitwisseling plaats. Gebiedsontsluitingswegen bevinden zich zowel binnen als buiten de bebouwde kom (CROW, november 2013).

Gebiedsontsluitingswegen buiten de bebouwde kom worden onderverdeeld in verschillende typen. Beide typen hebben 80 km/uur als snelheidslimiet. Type I heeft 2*2 rijstroken en type II 2*1. Kruispunten zijn gelijkvloers met voorrang en er zijn geen erfaansluitingen. Langzaam verkeer mag geen gebruik maken van gebiedsontsluitingswegen en landbouwverkeer wordt in principe ook uitgesloten. Het enige verschil tussen type I en type II is het aantal rijbanen en bij type I is een middenberm noodzakelijk (CROW, november 2013).

Binnen de bebouwde kom worden geen typen onderscheiden, maar er wordt gesproken over gebiedsontsluitingswegen met snelheidslimieten van 50 en 70 km/u. Beide wegen hebben 1*2 rijstroken. Bij een snelheidslimiet van 50 km/u worden wel erfaansluitingen toegepast en bij 70 km/u niet. Ook binnen de bebouwde kom wordt langzaam verkeer uitgesloten (CROW, november 2013).

Erftoegangswegen

De erftoegangswegen zijn binnen het wegennetwerk de wegen van de laagste orde en zorgen voor de ontsluiting van de landbouwpercelen, woningen, bedrijven en andere gebieden. Op een erftoegangsweg vindt op de kruisingen en op de wegvakken uitwisseling van verkeer plaats (CROW, november 2013).

Erftoegangswegen worden onderverdeeld in twee type wegen. Erftoegangsweg type I zijn wegen met een hoog verkeersaanbod. Deze wegen zijn breder ten opzichte van type II en hebben een kantmarkering. Bij een hoge fietsintensiteit zijn fietsvoorzieningen zoals fietssuggestiestroken toegestaan. Erftoegangswegen type II zijn smalle plattelandswegen met een laag verkeersaanbod die hoofdzakelijk dienen om landbouwpercelen te ontsluiten.

2.1.2 N286 Postweg

Voor het onderzoeken van de huidige situatie kunnen de bestaande gegevens van de N286 Postweg gebruikt worden. Het archief van de provincie Zeeland is hiervoor geraadpleegd. De tekeningen van de Postweg zullen gebruikt worden om de afmetingen van de weg te achterhalen. Deze afmetingen zijn belangrijk, omdat de bestaande weg misschien hergebruikt kan worden als parallelweg.

2.1.3 Ondergrondgegevens

Binnen een civieltechnisch werk is het van groot belang dat de samenstelling van de ondergrond bekend is. DINOloket is de centrale toegangspoort tot Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond (DINO) (Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO, 2016). Het systeem is een opslagplaats voor geowetenschappelijke gegevens over de diepe en ondiepe ondergrond van Nederland. Het archief omvat de volgende gegevens:

- Boringen;
- Grondwatergegevens;
- Sonderingen;
- Geo-elektrische metingen;
- Resultaten van geologische onderzoeken;
- Geochemische en geomechanische monsteranalyses;
- Boorgatmetingen;
- Seismische gegevens.

2.1.4 Verkeersgegevens

Om tot een juist ontwerp te komen is het belangrijk dat de verkeersgegevens bekend zijn. Gegevens zoals de verkeersintensiteiten en de verschillende typen weggebruikers zijn belangrijk voor het dimensioneren van de weg, de kunstwerken en de kruispunten. De verkeersintensiteiten en de voertuigsoort tellingen van 2015 en 2016 worden gebruikt voor het ontwerp van de weg en de kruispunten. Deze gegevens zijn te vinden op de site van Wegen Informatie systeem (Wegen Informatie Systeem, 2016).

2.1.5 Ongevallen

De huidige postweg staat bekend als een gevaarlijk tracé. Om het tracé veiliger te maken is het van belang dat de oorzaken van de ongevallen op het tracé bekend zijn. De locaties waar veel ongevallen plaatsvinden zijn knelpunten in het tracé die opgelost moeten worden om het tracé veiliger te maken. Om deze te achterhalen wordt de site van VIAStat gebruikt (Viastat, 2016). Deze site registreert alle ongevallen op de wegen in Nederland. Op de site is informatie te vinden over de

oorzaak en de datum van een ongeval.

2.1.6 Waterkeringen

Het onderzoeksgebied bevat alleen secundaire waterkeringen ook wel regionale waterkeringen genoemd. Een secundaire waterkering ligt binnen een dijkkring en zorgt voor een verdeling van de dijkkring. Een secundaire waterkering zorgt ervoor dat de schade beperkt blijft, wanneer er een dijkdoorbraak plaatsvindt in een primaire waterkering. Voor het ontwerp is het van belang dat er onderzocht wordt welke waterkeringen er in het gebied aanwezig zijn. Niet alle dijken hebben als functie het keren van water, daarom moet er uitgezocht worden welke dijken deze functie wel hebben en wat voor regels er voor gelden. De dijken in het gebied zijn te vinden via het Geografisch loket van de Provincie Zeeland (Provincie Zeeland, 2016).

2.1.7 Natura 2000

In Europa geldt de Natura 2000. Natura 2000 is een Europees netwerk van beschermde natuurgebieden op het grondgebied van de lidstaten van de Europese Unie (Rijksoverheid, 2016). In deze gebieden worden bepaalde diersoorten en hun natuurlijke habitat beschermd om de biodiversiteit te behouden. Tijdens het bepalen van de verschillende locaties van het nieuwe tracé tussen Tholen en Poortvliet is het belangrijk dat deze gebieden vermeden worden. Het Geografisch loket van de Provincie Zeeland bevat de kaarten met daarop de Natura 2000 gebieden (Provincie Zeeland, 2016).

2.1.8 Archeologie

Archeologie is de wetenschap die overblijfselen van oude culturen bestudeert. Veel van deze overblijfselen worden bij opgravingen gevonden. In gebieden met een hoge archeologische waarde is de kans groot dat er bij het ontgraven van de grond oude overblijfselen worden gevonden. Voor het ontgraven moet er een bureauonderzoek en boringen gedaan worden om de trefkans van waardevolle overblijfselen te bepalen. Wanneer de trefkans hoog is, brengt het ontgraven van de grond vaak hoge kosten en veel vertraging met zich mee. De archeologische waarde van het gebied is te vinden via het Geografisch loket van de Provincie Zeeland (Provincie Zeeland, 2016).

2.1.9 Flora en Fauna

Het Natuurnetwerk Zeeland is het Zeeuwse netwerk van bestaande en nieuw aan te leggen natuurgebieden. Het doel van het netwerk is natuurgebieden beter verbinden met elkaar en met het omringende agrarisch gebied. Bij aantasting moet worden aangetoond dat er geen redelijk alternatief is om het werk uit te voeren en moet het oppervlak verlies worden gecompenseerd. De natuurgebieden zijn te vinden via het Geografisch loket van de Provincie Zeeland (Provincie Zeeland, 2016).

2.1.10 Kabels en leidingen

Bij het aanleggen van een nieuwe weg of het wijzigen van een bestaande weg dient er rekening gehouden te worden met de kabels en leidingen in de ondergrond. Het verleggen van kabels en leidingen brengt vaak hoge kosten met zich mee. Om inzicht te krijgen in welke kabels en leidingen er zich in de ondergrond bevinden, rondom Tholen en Poortvliet, wordt er een Klic melding bij het kadaster gedaan (Kadaster, 2016).

2.2. Deelvraag 2: Hoe ziet het Programma van Eisen eruit?

Het programma van eisen bestaat uit het functionele deel en het technische deel. Onder functionele eisen vallen de eisen die de functionaliteit van het product beschrijven. Deze eisen komen voort uit de behoeften van de belanghebbenden, zoals de opdrachtgever. Na het inventariseren van de functionele eisen kunnen de technische eisen bepaald worden. De technische eisen komen voort uit de normen, richtlijnen en voorschriften die voor het project gelden. In de wegenbouw voldoet een goed ontwerp aan de visie Duurzaam Veilig Verkeer en aan de richtlijnen van het CROW.

2.2.1 Duurzaam Veilig Verkeer

Duurzaam Veilig Verkeer is een visie van de overheid om de verkeersveiligheid van het wegverkeer te vergroten. Het is gebaseerd op vijf principes (SWOV, 2012):

- Functionaliteit van wegen;
- Homogeniteit van massa's en of snelheden en richting;
- Herkenbaarheid van de vormgeving van de weg en voorspelbaarheid van wegverloop en van gedrag van weggebruikers;
- Vergevingsgezindheid van de omgeving en van weggebruikers onderling;
- Taakbekwaamheid herkennen door de verkeersdeelnemers.

Deze vijf principes moeten resulteren in een duurzaam veilig verkeerssysteem waarin (ernstige) ongevallen worden voorkomen en daar waar het niet mogelijk is de kans op ernstig letsel aanzienlijk te verminderen.

2.2.2 CROW-publicaties

In deze paragraaf is de benodigde literatuur van het CROW voor het programma van eisen weergegeven. Het CROW is een kennisorganisatie op het gebied van infrastructuur, aanbesteden, contracteren, werk en veiligheid, verkeer en vervoer en openbare ruimte. Overheden, aannemers en adviesbureaus maken veel gebruik van de kennis die het CROW ter beschikking stelt (CROW, 2016).

CROW – publicatie 126 Eenheid in rotondes

Duurzaam Veilig Verkeer streeft naar uniformiteit in het verkeer. Het is daarom van belang dat bij het ontwerpen van een rotonde deze publicatie gebruikt wordt. Zo blijven rotondes voor alle weggebruikers herkenbaar (CROW, 1998).

CROW – publicatie 207 Richtlijnen voor de bebakening en markering van wegen

Voor de weggebruikers is het belangrijk dat de wegen herkenbaar en uniform zijn. Markering en bebakening van de wegen spelen hierbij een belangrijke rol. Markeringen worden op de wegen aangebracht om het verkeer te waarschuwen en te begeleiden. Bebakening zijn verkeerstekens en -voorwerpen die dienen ter waarschuwing, regeling, geleiding en beveiliging van het verkeer. Door de richtlijnen in publicatie 207 aan te houden wordt ervoor gezorgd dat het ontwerp herkenbaar en uniform is ten opzichte van andere wegen in Nederland (CROW, 2015).

CROW – publicatie 230 Ontwerpwijzer fietsverkeer

Naast de Postweg ligt momenteel een fietspad. Wanneer het tracé van de postweg gewijzigd wordt, moet het fietspad ook gewijzigd worden. De ontwerpwijzer fietsverkeer beschrijft de stappen die nodig zijn om te komen tot een fietsvriendelijke infrastructuur. De veiligheid staat centraal in dit onderzoek. Dat geldt niet alleen voor de weggebruikers van de Postweg, maar ook voor het fietspad en de omgeving. De ontwerpwijzer zal gebruikt worden om een zo veilig mogelijk fietspad te ontwerpen (CROW, april 2006).

CROW – publicatie 315 Basiskennmerken wegontwerp – Categorisering en inrichting van wegen

Het eindproduct van het onderzoek is een definitief ontwerp van het tracé tussen Tholen en Poortvliet. De verkeersveiligheid van het tracé is een belangrijk aspect. Het rijgedrag van de weggebruikers wordt in grote mate bepaald door een herkenbaar en verkeersveilig wegontwerp. Het is belangrijk dat de weggebruikers snel kunnen bepalen op welk type weg zij rijden en wat voor rijgedrag er nodig is om daarop veilig te kunnen rijden. In deze literatuur staat voor de verschillende wegcategorieën aangegeven hoe een veilige en herkenbare weg eruit moet zien (CROW, 2012).

CROW – publicatie 315a Basiskennmerken kruispunten en rotondes

In het nieuwe tracé zullen kruispunten voor komen. Publicatie 315a vormt samen met publicatie 315 een eenheid. In deze publicatie is aandacht besteed voor kruispunten en rotondes. Het bevat de benodigde basiskennmerken voor het ontwerpen van kruispunten en rotondes (CROW, 2015).

CROW – publicatie 328 Handboek wegontwerp 2013 – Basiscriteria

Het 'handboek wegontwerp 2013 – Basiscriteria' gaat in op de functionele uitgangspunten en de basiscriteria voor het wegontwerp. De inhoud van het handboek is gebaseerd op de laatste stand van kennis en ervaringen en is richtgevend voor het ontwerp van wegen buiten de bebouwde kom. De ontwerprichtlijnen moeten worden gezien als optimum voor het wegontwerp (CROW, november 2013).

CROW – publicatie 329 Handboek wegontwerp 2013 – Erftoegangswegen

Het 'Handboek wegontwerp 2013 Erftoegangswegen' behandelt de operationele onderdelen van het ontwerp van de erftoegangsweg (CROW, november 2013). In dit onderzoek wordt onderzoek gedaan naar een nieuw tracé voor de N286. Deze weg kruist met een aantal erftoegangswegen. In het gebied zelf zijn ook veel erftoegangswegen te vinden. Wanneer er een nieuw tracé komt voor de N286 zal het omliggende wegennet van erftoegangswegen wijzigen. De N286 valt onder de wegencategorie gebiedsontsluitingswegen type II. Voor het ontwerpen van de erftoegangswegen die wijzigen zal voornamelijk dit handboek gebruikt worden.

CROW – publicatie 328 Handboek wegontwerp 2013 – Gebiedsontsluitingswegen

Het 'Handboek wegontwerp 2013 Gebiedsontsluitingswegen' behandelt de operationele onderdelen van het ontwerp van de gebiedsontsluitingsweg (CROW, november 2013). In dit onderzoek wordt onderzoek gedaan naar een nieuw tracé voor de N286. De N286 valt onder de wegencategorie gebiedsontsluitingswegen type II. Voor het ontwerpen van de weg zal voornamelijk dit handboek gebruikt worden.

2.2.3 Gegevens programma van eisen tunnel

In deze paragraaf staat de literatuur die benodigd is om de fiets- of landbouwtunnel te ontwerpen en te berekenen.

Eurocodes

De eurocodes zijn Europese normen voor het toetsen van de constructieve veiligheid van constructies. Deze normen zijn opgesteld door ingenieurs, wetenschappers en vakmensen uit de praktijk. De eurocodes vervangen sinds 2012 de voorgaande TGB-normen NEN 6700 t/m NEN 6790. Op dit moment zijn er 10 Eurocodes. Voor dit onderzoek worden de volgende eurocodes gebruikt:

- Eurocode 0: Grondslagen van constructief ontwerp (EN 1990) (NEN, 2011);
- Eurocode 1: Belastingen op constructies (EN 1991) (NEN, 2011);
- Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies (EN 1992) (NEN, 2011);

Richtlijn Ontwerp Kunstwerk (ROK)

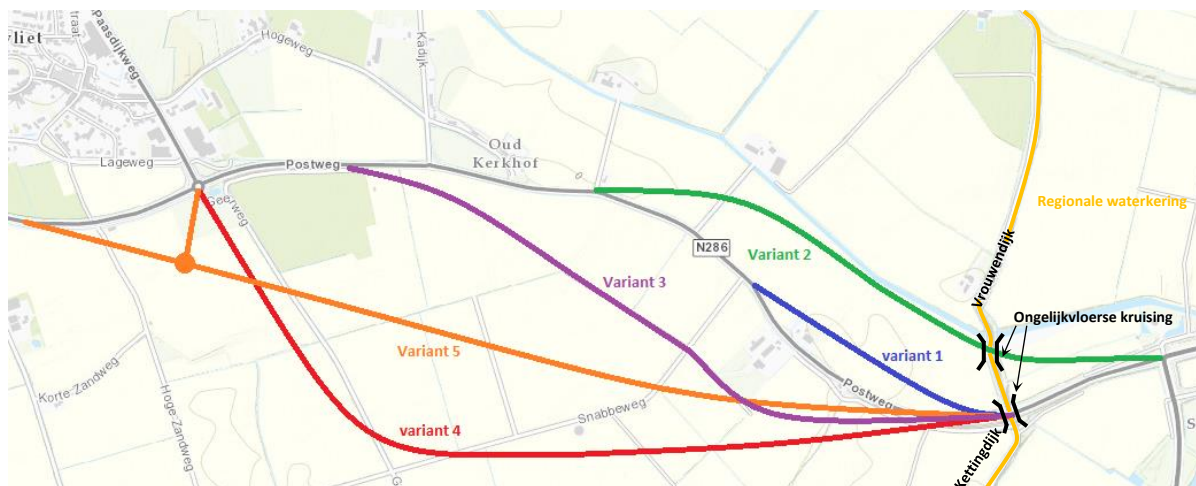
Binnen dit onderzoek dient er een kunstwerk ontworpen te worden. In de ROK wordt verwezen naar de Eurocodes, richtlijnen en de eisen die betrekking hebben op het ontwerpen van een kunstwerk. Niet alle wijzigingen in de regelgeving worden verwerkt in de Eurocode. In dit document staat de aanvullende regelgeving van de Rijkswaterstaat die gelden voor de Eurocodes (Rijkswaterstaat, 2015).

Constructieel Beton

Binnen dit onderzoek wordt er een constructieberekening gedaan voor een betonnen fiets- of landbouwtunnel. Voor het maken van deze berekeningen is de juiste literatuur benodigd. De boeken Constructieel Gewapend Beton (CB2) (Braam & Lagendijk, Constructieel Gewapend Beton (CB2), 2011) en Ontwerpen in Gewapend Beton (CB4) (Braam, Ontwerpen in gewapend beton (CB4), 2012) bevatten informatie over- en formules en rekenvoorbeelden van gewapende betonnen constructies. Beide boeken zijn gebaseerd op de Eurocode 2 en de bijbehorende nationale bijlage.

2.3. Deelvraag 3: Wat zijn de mogelijke varianten voor het ontwerp van het tracé en de kruispunten?

Voor het bepalen van varianten op het gebied van wegontwerp is een uitvoerige achtergrondanalyse benodigd. Deze achtergrondanalyse zal terug te vinden zijn in bijlage 2 van het onderzoeksrapport. Op basis van de globale analyse in paragraaf 2.1 zijn vijf potentiële varianten opgesteld. Deze vijf varianten zijn weergegeven in figuur 2.2. Deze varianten kunnen pas na uitwerking van de achtergrondanalyse verder uitgewerkt en geoptimaliseerd worden. Daarom worden deze varianten niet verder uitgewerkt in het theoretisch kader. Een verdere onderbouwing en een meer gedetailleerde afweging volgt in het hoofdstuk 4: Resultaten.



Figuur 2.2 Varianten tracé Postweg

2.3.1 Varianten ongelijkvloerse kruising

De Kettingdijk en de Vrouwendijk maken deel uit van het fietsknooppuntsysteem. Dit houdt in dat er over de kettingdijk en de Vrouwendijk een recreatieve fietsroute loopt. Om deze route zo veilig mogelijk te houden wilt de Provincie Zeeland dat het nieuwe tracé van de Postweg en de fietsroute ongelijkvloers kruisen. De Provincie Zeeland heeft daarom als eis gesteld dat er ter plaatse van de kruising een fietstunnel moet komen. Wanneer uit onderzoek blijkt dat een landbouw-tunnel een betere oplossing is, dan moet er voor een landbouw-tunnel gekozen worden.

Dit onderzoek zal deel uit maken van de variantenanalyse in het hoofdstuk 4: Resultaten. De ligging van het tracé van de Postweg zal de locatie van de tunnel bepalen. In figuur 2.2 zijn de twee mogelijke locaties waar de ongelijkvloerse kruising moet komen weergegeven. De fietsroute ligt op een waterkering. Omdat de gebiedsontsluitingsweg hier omhoog moet, is de meest logische oplossing voor een ongelijkvloerse kruising een tunnel. Het toepassen van een viaduct over de Postweg zou simpelweg niet logisch zijn vanwege de hoogte verschillen. In figuur 2.3 is duidelijk te zien waarom een fiets- of landbouw-tunnel de meest logische variant is.



Figuur 2.3 Principeddoorsnede tunnel als ongelijkvloerse kruising

3. Methode

In dit hoofdstuk wordt de werkmethode toegelicht. De werkmethode is een beschrijving van de aanpak en geeft in detail weer wat er ondernomen moet worden om tot een antwoord op de hoofd- en deelvragen te komen. Eerst zal worden toegelicht welke onderzoeksstrategieën worden gebruikt. Vervolgens wordt ingegaan op de onderzoeksinstrumenten, die benodigd zijn voor het toepassen van de onderzoeksstrategieën. Tot slot worden de activiteiten die leiden tot het antwoord op de hoofdvraag toegelicht.

3.1. Onderzoeksstrategieën

Een onderzoeksstrategie is een geheel van beslissingen over de manier waarop het onderzoek wordt uitgevoerd. Allereerst worden alle mogelijke strategieën besproken. Aan het eind van deze paragraaf wordt de gekozen strategie voor dit onderzoek toegelicht. Er wordt onderscheid gemaakt in vijf verschillende soorten, die in praktijk vaak gemengd worden. Het boek *ontwerpen van een onderzoek* (Verschuren & Doorewaard, 2010) beschrijft de volgende onderzoeksstrategieën:

Survey: kwantitatieve analyse met veel onderzoekseenheden en materiaal, veelal gekozen voor kwantitatief breedteonderzoek. De gegevens worden zelf in het veld bepaald.

Experiment: proef of test aan de hand van een aantal vooraf opgestelde gedragsregels, veelal kwantitatief.

Bureauonderzoek: onderzoek van literatuur en materialen, zonder dat daarbij waarnemingen en de empirische werkelijkheid worden verricht.

Gefundeerde theoriebenadering: gericht op theorie die is afgeleid van data die is geanalyseerd in het onderzoeksproces. Veelal gebruikt voor kwalitatief en diepgaand onderzoek.

Casestudy: kwalitatieve analyse, veelal gekozen voor diepgaand onderzoek.

Voor het kiezen van de juiste strategie moet er eerst gekozen worden tussen de volgende onderzoekscategorieën:

- Theorie- of praktijkgericht onderzoek;
- Breed- of diepgaand onderzoek;
- Kwantificerend of kwalificerend onderzoek.

Ten eerste kan er gekozen worden voor een theorie- of praktijkgericht onderzoek. Een praktijkgericht onderzoek heeft als doel dat het een bijdrage levert aan het oplossen van een probleem in de praktijk. Dit is dus het onderzoek dat nodig is om tot een goed advies of plan te komen voor een probleem in de praktijk. Een theorie gericht onderzoek heeft als doel het oplossen van een probleem in de theorievorming. Hiermee wordt het ontwikkelen van een nieuwe theorie of het bijstellen van een bestaande theorie bedoeld. Er wordt onderzoek gedaan naar een probleem in de praktijk, wat dit onderzoek tot een praktijkgericht onderzoek maakt (Verschuren & Doorewaard, 2010).

Vervolgens wordt er bepaald of het een breedte- of diepgaand onderzoek is. Een breedteonderzoek richt zich op meerdere onderwerpen. Bij een diepgaand onderzoek richt men zich op één bepaald onderwerp. Het onderzoek is een breedteonderzoek, omdat er onderzoek gedaan wordt naar meerdere varianten voor het tracé tussen Tholen en Poortvliet (Verschuren & Doorewaard, 2010).

Tot slot wordt er een overweging gemaakt tussen een kwantificerend of kwalificerend onderzoek. Een kwantificerend onderzoek geeft veelal cijfermatig antwoord op vragen. De resultaten van kwantitatief onderzoek worden voornamelijk weergegeven in de vorm van tabellen, grafieken, cijfers en tekeningen. Een kwalificerend onderzoek geeft diepgaande informatie door te kijken naar meningen, wensen en behoeften van een bepaalde doelgroep. Binnen dit onderzoek wordt kwantificerend onderzoek toegepast. De resultaten van het onderzoek zullen namelijk bestaan uit cijfers, tabellen en tekeningen (Right marktonderzoek, 2015).

Na het bepalen van de verschillende onderzoekscategorieën kan de strategie gekozen worden. Voor dit onderzoek is de strategie **bureauonderzoek** gekozen als hoofdstrategie. Bij een bureauonderzoek wordt verzamelde informatie verwerkt tot bruikbare informatie. De gegevens die verzameld worden zijn afkomstig van bestaande onderzoeken en- of informatiebronnen (Nederlandse Encyclopedie, 2015). Er is voor deze strategie gekozen, omdat het onderzoek praktijkgericht, breedgaand en kwantificerend is en het kan vanachter het bureau uitgevoerd worden. Voor dit onderzoek is het niet nodig om gegevens in het veld te verzamelen, daarom wordt er niet voor de strategie **survey** gekozen. De onderzoeksstrategie **experiment** is niet relevant voor dit onderzoek, omdat er geen theoretische hypothese in de praktijk getest wordt. De onderzoeksstrategieën **casestudy** en **gefundeerde theoriebenadering** worden niet gebruikt, omdat het onderzoek niet diepgaand en kwalitatief is.

3.2. Onderzoeksinstrumenten

Een onderzoeksinstrument is de manier waarop je resultaten voor een onderzoek verzameld. Voor het bepalen van de onderzoeksinstrumenten is het belangrijk om te weten of het een kwalificerend- of een kwantificerend onderzoek is. Een kwalificerend onderzoek gebruikt andere onderzoeksinstrumenten dan een kwantificerend onderzoek. Voor dit onderzoek zullen uitsluitend kwantificerende onderzoeksinstrumenten gebruikt worden. Voor een kwantificerend onderzoek bestaan de volgende onderzoeksmethoden (Alles over marktonderzoek, 2015):

- Schriftelijk onderzoek (Schriftelijk literatuur onderzoek);
- Face-to-face onderzoek (overleg, vergaderingen);
- Telefonisch onderzoek (Telefonisch overleg);
- Online onderzoek (Online literatuur onderzoek).

Voor dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van schriftelijk onderzoek, face-to-face onderzoek en online onderzoek. Bij het schriftelijk onderzoek wordt gebruik gemaakt van literatuur zoals boeken en rapporten. Een face-to-face onderzoek zal gedaan worden middels overleg met belanghebbenden en specialisten. Bij een online onderzoek wordt gebruik gemaakt van literatuur en documenten op het internet. Telefonisch onderzoek wordt niet gebruikt, omdat face-to-face onderzoek zoals een overleg directer antwoord geeft op mijn vragen dan een telefoongesprek.

3.3. Projectactiviteiten

In deze paragraaf worden de activiteiten die leiden tot het antwoord op de hoofdvraag besproken. De activiteiten zijn gekoppeld aan de deelvragen uit hoofdstuk 1. Bij elke activiteit wordt een onderzoeksinstrument benoemd. Aan het einde van elke deelvraag wordt het eindproduct beschreven.

Deelvraag 1: Wat is de huidige situatie en wat is de achtergrondinformatie van de onderzoekslocatie?**1a: Onderzoekslocatie bepalen en bepalen welke gegevens nodig zijn voor het onderzoek.**

Onderzoeksinstrumenten: Schriftelijk- en online literatuur onderzoek.

Allereerst wordt het gebied waarbinnen het onderzoek zal plaatsvinden ingekaderd. Daarna wordt er uitgezocht welke informatie er benodigd is voor het uitvoeren van het onderzoek. Er zal niet verder gekeken worden dan het ingekaderde gebied van de onderzoekslocatie.

1b: Achtergrondinformatie achterhalen en achtergrondanalyse maken.

Onderzoeksinstrumenten: Schriftelijk-, online literatuur- en Face-to-face onderzoek.

Na het uitzoeken van de benodigde gegevens wordt er gezocht naar betrouwbare bronnen en betrouwbare literatuur die relevante informatie bevatten. Deze informatie zal grotendeels verkregen worden door het archief van de Provincie Zeeland, het internet, verwante literatuur en contact met specialisten binnen de Provincie Zeeland en derden. De gebruikte literatuur voor de achtergrondinformatie is terug te vinden in het theoretisch kader van dit rapport. De specialisten binnen de Provincie en andere belanghebbende partijen die geraadpleegd worden, staan vermeld in het Programma van Eisen in hoofdstuk 4: Resultaten. Ten slotte wordt van de verzamelde achtergrondinformatie een achtergrondanalyse opgesteld. In de achtergrondanalyse worden alle belangrijke gegevens van de onderzoekslocatie beschreven.

Eindproduct

Het eindproduct van deze deelvraag is een achtergrondanalyse met daarin de achtergrondinformatie van het ingekaderde onderzoeksgebied.

Deelvraag 2: Hoe ziet het Programma van Eisen eruit?**2a: Functionele Eisen en wensen vanuit de betrokken partijen.**

Onderzoeksinstrumenten: Face-to-face onderzoek en online onderzoek.

Het eindresultaat van dit onderzoek bestaat uit een definitief ontwerp van de N286 Postweg. Om tot een goed eindresultaat te komen wordt er een programma van eisen opgesteld. Het programma van eisen zal ontstaan uit de normen, richtlijnen en voorschriften die voor dit project gelden en de eisen en wensen van de betrokken partijen. Om de wensen en eisen van de betrokken partijen te achterhalen is het belangrijk een lijst op te stellen met wie er precies betrokken moet worden bij dit project. De wensen en eisen van de betrokken partijen zullen achterhaald worden door middel van mailcontact en overleg met de betrokken partijen. Deze eisen vormen de functionele eisen voor het onderzoek. De contactpersonen van de betrokken partijen staan vermeld in het Programma van Eisen in hoofdstuk 4: Resultaten. Voor de eisen die over de verkeersveiligheid gaan wordt er overlegd met mevrouw L.C. Sluijs, de beleidsmedewerker verkeersveiligheid van de Provincie Zeeland. Na het achterhalen van de functionele eisen worden deze besproken met de heer M.W. Verkaart, de projectleider van het onderzoek. Nadat de projectleider de functionele eisen goedkeurt, worden de technische eisen achterhaald. De functionele eisen zullen geïnventariseerd worden in het programma van eisen dat in het onderzoeksrapport wordt opgenomen.

2b: Technische eisen vanuit de normen, richtlijnen en voorschriften.

Onderzoeksinstrumenten: Schriftelijk- en online literatuur onderzoek.

De technische eisen ontstaan vanuit de functionele eisen. Per functionele eis worden de daarbij horende technische eisen achterhaald door middel van Schriftelijk- en online literatuur onderzoek.

De literatuur die daarbij gebruikt wordt zijn de normen, richtlijnen en voorschriften die gelden voor het onderzoek. De gebruikte literatuur hiervoor is terug te vinden in het theoretisch kader van dit rapport. De technische eisen zullen geïnventariseerd worden in het programma van eisen dat in het onderzoeksrapport wordt opgenomen.

Eindproduct

Het eindproduct van deze deelvraag is een programma van eisen met daarin de eisen en wensen van de betrokken partijen en de eisen die volgen uit de normen, richtlijnen en voorschriften. Deze eisen worden onderverdeeld in functionele- en technische eisen.

Deelvraag 3: Wat zijn de mogelijke varianten voor het ontwerp van het tracé en de kruispunten?

3a: Verschillende varianten voor het ontwerp van het tracé bedenken.

Onderzoeksinstrumenten: Schriftelijk- en online literatuur onderzoek en face-to-face onderzoek.

Om tot het optimale ontwerp te komen dienen er eerst verschillende varianten bedacht te worden. Er worden er zoveel mogelijk varianten geschetst. Per schetsvariant worden de voor- en de nadelen beschreven. Door deze varianten met de Provincie Zeeland te bespreken zullen er varianten afvallen op basis van de voor- en nadelen, kennis, inzicht en ervaring. Na het bespreken van de varianten worden er minimaal drie varianten uitgewerkt op voorlopig ontwerpniveau. Deze varianten worden opgenomen in de variantenanalyse.

Eindproduct

De eindproducten van deze deelvraag zijn voorlopige ontwerpen van de bedachte varianten. De varianten moeten voldoen aan de eisen in het programma van eisen. Hiervoor worden eerst de nodige berekeningen gedaan zoals het bepalen van rechtstanden, bochtstralen, verkantingen, bochtverbredingen, hellingen en holle en bolle bogen. De benodigde literatuur hiervoor is te vinden in het theoretisch kader. De varianten en de tekeningen daarvan zullen onderdeel uitmaken van de variantenanalyse in het onderzoeksrapport.

Deelvraag 4: Welke variant is het meest gunstig voor het verbeteren van de verkeersveiligheid en de doorstroming, rekening houdend met de beschreven criteria?

4a: Criteria

Onderzoeksinstrumenten: Face-to-face onderzoek.

Na het opstellen van de varianten kunnen deze beoordeeld worden. Dit zal gebeuren door middel van overleg en een Multi Criteria Analyse (MCA).

De schetsvarianten zullen getoetst worden op de veiligheid en duurzaamheid. De varianten op voorlopig ontwerpniveau zullen getoetst worden op de volgende criteria.

- Kwalitatieve criteria
 - Geluidshinder Omgeving;
 - Hinder tijdens uitvoering.
- Kwantitatieve criteria
 - Uitvoeringskosten;
 - Kosten voor opkopen percelen.

De bovenstaande criteria is samen met de projectleider en de veiligheidsdeskundige vastgesteld. Er wordt per criterium een uitgebreide beschrijving gegeven in de variantenanalyse in het onderzoeksrapport.

4b: Criteriawegingen Bepalen.

Onderzoeksinstrumenten: Face-to-face onderzoek.

Na het vaststellen van de criteria worden de wegingen bepaald. De wegingen worden bepaald door de methode in het boek "Inleiding ontwerpen in de Civiele Techniek" (Ridder, 2016). De criteria worden onderling met elkaar vergeleken en er wordt een score voor de onderlinge verhouding gegeven. Wanneer de ene criterium belangrijker is dan de andere dan scoort het belangrijke criterium een 2 en de minder belangrijke een 0. Als de criteria even belangrijk is dan scoren beide criteria een 1. Aan de hand van de score wordt de weging bepaald. Na het bepalen van de wegingen, worden deze besproken met de projectleider. De projectleider zal de weging goedkeuren en indien nodig aanpassen. De onderlinge verhouding van de weging is te zien in tabel 3.1.

	Uitvoeringskosten	Perceelverwervingskosten	Risico archeologische kosten	Geluidshinder omgeving	Hinder tijdens uitvoering	Totaal	percentage
Uitvoeringskosten		2	2	2	2	8	40%
Perceelverwervingskosten	0		1	1	1	3	15%
Risico archeologische kosten	0	1		0	0	1	5%
Geluidshinder omgeving	0	1	2		1	4	20%
Hinder tijdens uitvoering	0	1	2	1		4	20%
Totaal						12	100%
Totaal Kwalitatieve criteria						4	60%
Totaal Kwantitatieve criteria						8	40%

Tabel 3.1 Onderlinge verhouding criteria

In de tabel is te zien dat het kwalitatieve deel een weging krijgt van 40 procent en het kwantitatieve deel krijgt een weging van 60 procent.

De uitvoeringskosten zijn belangrijker dan de perceelverwervingskosten, omdat de uitvoeringskosten vele malen hoger zijn, en dus ook zwaarder moet wegen in de Multicriteria Analyse. Dit geldt ook voor de risico archeologische kosten. De uitvoeringskosten worden in de onderlinge verhouding ook zwaarder geacht, omdat de uitvoeringskosten erg belangrijk zijn voor de Provincie Zeeland. De nieuwe Postweg moet kwalitatief goed zijn, maar ook aanvaardbaar zijn qua kosten. Om deze reden worden de uitvoeringskosten als belangrijkste criteria geacht. De kwalitatieve criteria worden aan elkaar gelijk gesteld. De overige kwantitatieve criteria is qua prijsverhouding veel kleiner dan de uitvoeringskosten en dienen daarom niet te zwaar te wegen. De kwalitatieve criteria wordt daarom belangrijker geacht dan de overige kwantitatieve criteria.

4c: Variantenstudieverloop van grof naar fijn.

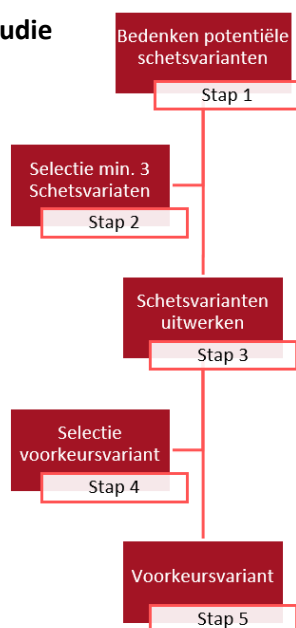
Onderzoeksinstrumenten: Schriftelijk- en online literatuur onderzoek en face-to-face onderzoek.

Hieronder in figuur 3.1 schematisch de weergave van de methodiek die wordt toegepast. Per stap wordt een toelichting gegeven.

Eindproduct

Het eindproduct van deze deelvraag is een variantenanalyse met daarin een Multi Criteria Analyse.

Stappenplan methodiek variantenstudie



Figuur 3.1 Schematische weergave methodiek variantenstudie

Stap 1

Aan de hand van de achtergrondanalyse die volgt uit deelvraag 1 worden er minimaal vijf potentiële schetsvarianten bedacht.

Stap 2

Veiligheid en doorstroming staan centraal binnen dit onderzoek. De andere criteria zoals de reistijd en kosten zijn minder van belang. De schetsvarianten worden daarom eerst op de veiligheid en doorstroming beoordeeld. De beoordeling wordt gedaan door middel van een overleg met de verkeersveiligheid deskundige L.C. Sluijs en de projectleider M.W. Verkaart. Deze beoordeling wordt opgenomen in de variantenanalyse van het onderzoeksrapport.

Stap 3

Uit de beoordeling volgen minimaal drie varianten die uitgewerkt zullen worden tot voorlopige ontwerpen. De varianten die uitgesloten worden omdat de veiligheid en doorstroming minder goed zijn worden niet verder behandeld.

Stap 4

De varianten van stap 3 worden beoordeeld aan de hand van een Multi Criteria Analyse. Door te overleggen met de projectleider en de veiligheidsdeskundige is de criteria vastgesteld. De varianten zullen getoetst worden op de volgende criteria:

- Kwalitatieve criteria (33,34%)
 - Geluidsoverlast in omgeving (16,67%);
 - Hinder tijdens uitvoering (16,67%).
- Kwantitatieve criteria (66,67%)
 - Uitvoeringskosten (50%);
 - Kosten voor opkopen percelen (16,67%).

Er wordt per criterium een uitgebreide beschrijving gegeven in Appendix 2: Variantenanalyse. Elke variant krijgt per criterium een score. Deze scores zullen vermenigvuldigd worden met de gewichten die aan de criteria hangen. Deze scores worden daarna opgeteld tot de totaalscore. De variant met de beste totaalscore is de voorkeursvariant. Om er zeker van te zijn dat deze variant de beste oplossing is, wordt er een gevoeligheidsanalyse gedaan.

Stap 5

De voorkeursvariant zal verder uitgewerkt worden tot een definitief ontwerp. Het ontwerp van het tracé wordt uitgewerkt in deelvraag 5 en het ontwerp van de fiets- of landbouw tunnel wordt uitgewerkt in deelvraag 6.

Deelvraag 5: Hoe komt het ontwerp van de voorkeursvariant eruit te zien?5a: Ontwerpberekeningen maken voor het tracé.

Onderzoeksinstrumenten: Schriftelijk- en online literatuur onderzoek.

Na het bepalen van de voorkeursvariant van het tracé kan deze verder uitgewerkt worden tot een definitief ontwerp. Hiervoor worden opnieuw de nodige berekeningen gedaan zoals het bepalen van rechtstanden, bochtstralen, verkantingen, bochtverbredingen, hellingen en holle en bolle bogen, echter nu meer op detail niveau. De benodigde literatuur hiervoor is te vinden in het theoretisch kader.

5b: Ontwerptekeningen maken voor het tracé.

Onderzoeksinstrumenten: Schriftelijk- en online literatuur onderzoek.

Na het maken van de berekeningen worden de tekeningen gemaakt van het horizontaal alignement, het verticaal alignement en de dwarsprofielen en de detailtekeningen van de kruispunten. De tekeningen worden met Autodesk Civil 3D gemaakt.

Eindproduct

Het eindproduct van deze deelvraag zijn definitieve ontwerpberekeningen en -tekeningen van het tracé N286 Postweg, de daarbij horende kruispunten, de parallelwegen en het fietspad.

Deelvraag 6: Hoe komt het ontwerp de fiets- of landbouwtunnel eruit te zien?6a: Ontwerpberekeningen maken voor de fiets- of landbouwtunnel.

Onderzoeksinstrumenten: Schriftelijk- en online literatuur onderzoek.

In de variantenanalyse zal er gekozen worden tussen een fietstunnel of een landbouwtunnel. Na het bepalen van de soort tunnel kan deze verder uitgewerkt worden tot een definitief ontwerp. De tunnel wordt ontworpen op basis van het programma van eisen dat te vinden is in het onderzoeksrapport. Om de omvang van de scriptie te beperken, zal er een onderdeel van de fiets- of landbouwtunnel berekend worden en dus niet de gehele constructie. Het onderdeel dat berekend gaat worden is de maatgevende doorsnede van de dichte tunnelbak. Voor de tunnelbak wordt een wapeningberekening en de daarbij horende controles gedaan. De constructieberekeningen worden gedaan volgens de Eurocodes en de literatuur die in het theoretisch kader te vinden is.

6b: Ontwerptekeningen maken voor de fiets- of landbouwtunnel.

Onderzoeksinstrumenten: Schriftelijk- en online literatuur onderzoek.

Na het maken van de berekeningen worden de tekeningen van de fiets- of landbouwtunnel gemaakt. De tekeningen die gemaakt worden zijn:

- vormtekening gehele tunnel;
- bovenaanzicht en zijaanzicht;
- dwarsdoorsneden en langsdoorsnede;
- principe details;
- wapeningstekening maatgevende doorsnede.

Eindproduct

De eindproducten van deze deelvraag zijn een definitief ontwerp van een fiets- of landbouwtunnel.

3.4. Scope van het onderzoek

Projectgrenzen waar rekening mee wordt gehouden tijdens het onderzoek:

- Er worden binnen dit onderzoek geen geotechnische berekeningen gemaakt voor het nieuwe tracé van de N286 Postweg;
- Om de scriptie te beperken, wordt er een onderdeel van de fietstunnel berekend en niet de gehele tunnel. Het onderdeel dat berekend gaat worden is de maatgevende doorsnede van de dichte tunnelbak;
- Om de scriptie te beperken, wordt er een wapeningstekening van de berekende doorsnede gemaakt en niet van de gehele tunnel.
- Bewoners, agrariërs en derden worden niet benaderd binnen dit onderzoek. De reden daarvoor is dat de Provincie Zeeland niet wilt dat de bewoners agrariërs in dit vroege stadium van het onderzoek al weten dat er mogelijk een nieuw tracé aangelegd wordt. Hierdoor kunnen er geruchten over het project ontstaan en is er een kans dat de bewoners vragen krijgen over een project dat pas ver in de toekomst uitgevoerd wordt.

4. Resultaten

In dit hoofdstuk wordt er antwoord gegeven op de deelvragen in paragraaf 1.5.

4.1. Wat is de huidige situatie en wat is de achtergrondinformatie van de onderzoekslocatie?

De volledige uitwerking van deze deelvraag is opgenomen in bijlage 1: Achtergrondanalyse. In deze paragraaf wordt er een samenvatting gegeven van de belangrijkste achtergrondinformatie van de onderzoekslocatie.

4.1.1 Omliggende wegennetwerk

Op het huidige tracé ontsluiten alle lokale wegen en percelen. Het ontsluiten op de Postweg zal in het nieuwe ontwerp alleen nog maar mogelijk zijn op een kruising met een verkeersregelinstallatie of een rotonde. Het is daarom van belang om alle wegen die belangrijk zijn voor het ontwerp in kaart te brengen. In totaal ontsluiten er vijf percelen en drie lokale wegen op de Postweg. Deze percelen en wegen zullen in de nieuwe situatie ontsloten moeten worden door middel van parallelwegen. De blauwe wegen in figuur 4.1 worden beheert door de Provincie Zeeland en de groene wegen worden beheert door het Waterschap Scheldestomen.

De huidige Postweg maakt deel uit van het Kwaliteitsnet Landbouwverkeer Zeeland. Het doel van dit Kwaliteitsnet is dat het landbouwverkeer zich over grotere afstanden vlot en veilig kan verplaatsen, terwijl tegelijkertijd de verkeersveiligheid en doorstroming voor de overige weggebruikers verbetert. Het einddoel van het kwaliteitsnet is dat landbouwverkeer wordt afgewikkeld op 60 km/u wegen met vrijliggende fietspaden. In het ontwerp van de nieuwe Postweg wordt het bovenstaande doel als eis gebruikt. Het landbouwverkeer en het fietsverkeer krijgen beide een eigen vrijliggende route.

Het fietspad naast de huidige Postweg is onderdeel van het Netwerk School-thuisroutes. Het meeste fietsverkeer vanuit de omgeving gebruikt dit fietspad om naar Tholen te gaan. De route wordt veel gebruikt door scholieren die vanuit de dorpen naar de scholen in Tholen fietsen. Het is van belang om deze route gescheiden te houden van de landbouwroutes en de gebiedsontsluitingsweg, zoals hierboven ook al genoemd wordt.

De Kettingdijk en Vrouwendijk maken deel uit van het fietsknooppuntsysteem FISK. In het ontwerp moet deze route intact en veilig blijven. De FISK-route (rode stippellijn) is te zien in figuur 4.1



Figuur 4.1 FISK-route en beheerders van wegennetwerk rondom de Postweg

4.1.2 Verkeersintensiteit en capaciteit

Motorvoertuigen

Om tot een juist ontwerp te komen is het belangrijk dat de verkeersintensiteiten bekend zijn. Een weg of een kruispunt dat de verkeersintensiteit niet aankan, veroorzaakt verkeersstremmingen. Een weg kan ook overgedimensioneerd worden, wat onnodige kosten met zich meebrengt. In 2015 bedroeg het jaargemiddelde 8732 m.v.t./etmaal. Gemiddeld groeit het verkeer jaarlijks met één procent. In het ontwerp wordt hier rekening mee gehouden.

Verkeer zoals landbouwvoertuigen en vrachtwagens zorgen voor een verminderde doorstroming op de postweg. In het wegvak van de N286 Postweg is geen telling gemaakt van het aantal verschillende typen weggebruikers. In de buurt zijn wel 2 tellingen gedaan. Uit de tellingen blijkt dat gemiddeld 10 procent bestaat uit vrachtverkeer.

Capaciteit/Intensiteit Postweg

In Appendix 1: Achtergrondanalyse is er een berekening gedaan van de benodigde capaciteit. Uit de berekening is te concluderen dat één rijstrook per rijbaan genoeg capaciteit biedt voor ruim 50 jaar. De verhouding tussen de intensiteit en de capaciteit (I/C verhouding) bedraagt 0,37. Volgens CROW treedt er pas filevorming op bij een I/C verhouding van 0,9 of hoger.

Fietsverkeer

In de drukste periode maken er per etmaal 676 fietsers gebruik van het fietspad. Aan de hand van deze etmaalintensiteiten zal het fietspad gedimensioneerd worden. De intensiteit is maatgevend voor de benodigde breedte van het fietspad.

4.1.3 Regionale waterkering

Het huidige tracé kruist met twee regionale waterkeringen, de Vrouwendijk en de Kettingdijk. Deze dijken zorgen ervoor dat de schade beperkt blijft, wanneer er een dijkdoorbraak plaatsvindt in één van de primaire waterkeringen rondom het eiland Tholen. Uit het Waterkeringenbeheerplan 2016-202 van het Waterschap Scheldestromen blijkt dat de regionale waterkering die doorkruist zal worden niet meer voldoet aan de normhoogte. Voor het ontwerp zal rekening gehouden moeten worden met een normhoogte van +3,25 m t.o.v. NAP. Deze normhoogte staat in het Legger waterkeringen Waterschap Scheldestromen 2013 ontwerp. De Informatie over de waterkering is verkregen door middel van meerdere overleggen met specialisten van de Provincie Zeeland en het Waterschap Scheldestromen op het gebied van waterveiligheid. In figuur 4.2 is een afbeelding met daarop de waterkering weergegeven.



Figuur 4.2 Waterkeringen Vrouwendijk en Kettingdijk

4.1.4 Flora en fauna

Het Natuurnetwerk Zeeland is het Zeeuwse netwerk van bestaande en nieuw aan te leggen natuurgebieden. Het doel van het netwerk is natuurgebieden beter verbinden met elkaar en met het omringende agrarisch gebied.

Een klein gebied rondom de Kettingdijk en de Vrouwendijk maakt deel uit van het Natuurnetwerk Zeeland en is in beheer en eigendom van Staatsbosbeheer. Indien door de aanpassing van het tracé een deel van het Natuurnetwerk Zeeland wordt aangetast is dit een punt van aandacht. Bij aantasting moet worden aangetoond dat er geen redelijk alternatief is om het werk uit te voeren en moet het oppervlakte verlies worden gecompenseerd.

4.1.5 Kabels en leidingen.

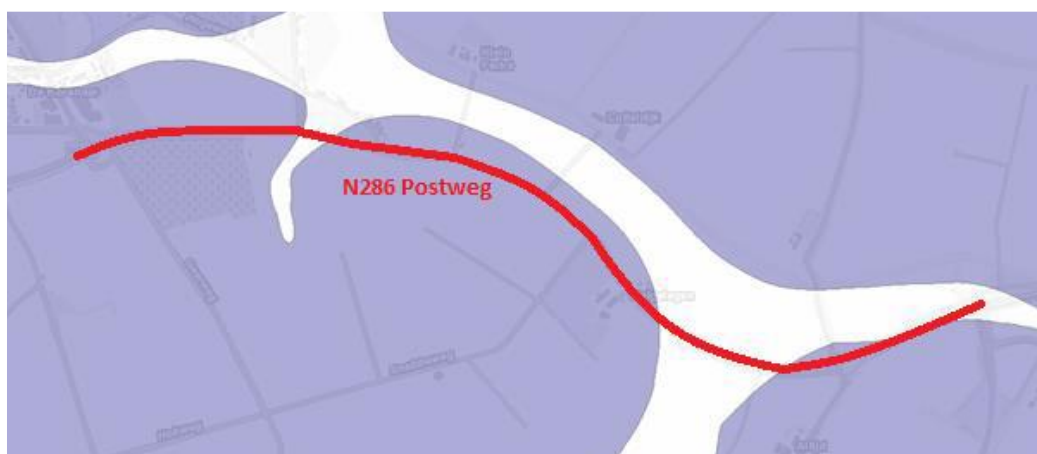
Bij het aanleggen van een nieuwe weg of het wijzigen van een bestaande weg dient er rekening gehouden te worden met de kabels en leidingen in de ondergrond. Het verleggen van kabels en leidingen brengt vaak hoge kosten met zich mee. De tracés van de varianten doorkruisen geen cruciale kabels en leidingen, zoals een gasleiding van de Gasunie. Wel moeten er kosten in rekening gebracht worden voor het doorkruisen van de minder belangrijke kabels. Deze kosten worden meegenomen in de kostenramingen van de varianten. De kabels en leidingen rondom de Postweg zijn opgenomen in Appendix 1: Variantenanalyse.

4.1.6 Ondergrondgegevens

De samenstelling van de ondergrond in het onderzoeksgebied is een belangrijk aspect voor het beoordelen van de varianten. De ondergrondgegevens van het onderzoeksgebied zijn achterhaald door middel van DINOLoket.

Het gebied heeft een veenlaag in de ondergrond, zie paarse oppervlakte in figuur 4.3. Deze laag bevindt zich in het Hollandveen Laagpakket dat circa 2 meter onder het maaiveld ligt. Veenlagen zijn voor de wegenbouw erg nadelig, omdat het erg zettingsgevoelig is. Een laag met veen neemt veel water op. Wanneer er een belasting op komt wordt dit water uit de veenlaag geperst, waardoor de veenlaag inklinkt. Dit inklinken van de laag wordt zetting genoemd. Om deze zetting te voorkomen, tijdens de gebruiksfase van de weg, kan de grond voorbelast worden, de veenlaag kan weggegraven worden of de weg kan worden gefundeerd op palen.

Door het gebied heeft vroeger een kreek gelopen. Ter plaatse van de kreek wordt de ondergrond zanderig, omdat in het verleden het Hollandveen laagpakket is weggespoeld door het stromende water in de kreek. De zandlaag is te zien in figuur 4.3



Figuur 4.3 Ondergrondgegevens

4.1.7 Archeologie

Archeologie is de wetenschap die overblijfselen van oude culturen bestudeert. Veel van deze overblijfselen worden bij opgravingen gevonden. In gebieden met een hoge archeologische waarde is de kans groot dat er bij het ontgraven van de grond oude overblijfselen worden gevonden. Gebieden met een hoge trefkans vermijden, verkleint de kans op archeologische vondsten en dus ook hoge kosten en vertraging. In het gebied heeft vroeger een kreek gelopen. In de kreek is de trefkans het kleinst, omdat de kreek de meeste overblijfselen heeft weggespoeld en omdat hier vroeger geen mensen hebben geleefd. Hoger gelegen gebieden hebben een hogere archeologische waarde, omdat hier de mensen vroeger leefden en bouwden. In figuur 4.4 is de archeologische waarde van het gebied te zien. De gele punten op de kaart zijn locaties waar eerder vondsten zijn gedaan. Het oranje vlak ten noorden van de postweg heeft een hoge trefkans, omdat hier eerdere archeologische vondsten zijn gedaan. Niet alleen bij het ontgraven moet er rekening gehouden worden met de archeologie. Wanneer er opgehoogd wordt bestaat er een kans dat de grond gaat zetten. Door deze zetting kunnen overblijfselen van oude culturen beschadigd en verloren gaan.



Figuur 4.4 Archeologische waarde rondom de Postweg

4.2. Hoe ziet het Programma van Eisen eruit?

De volledige uitwerking van deze deelvraag is opgenomen in Appendix 2: Programma van Eisen. In deze paragraaf wordt er in gegaan op de functionele eisen van de Provincie Zeeland, het Waterschap Scheldestromen en de andere belanghebbende actoren.

Functionele eisen actoren

Vervolgens is er tijdens een overleg met de Provincie Zeeland besloten dat alleen het Waterschap Scheldestromen direct bij het onderzoek betrokken wordt. De contactpersonen van de Provincie Zeeland en het Waterschap Scheldestromen zijn weergegeven in tabel 4.1. Het Waterschap Scheldestromen is namelijk de beheerder van de omliggende wegen en watergangen. Wanneer deze wegen en watergangen gewijzigd worden, dan moet dit met het Waterschap besproken worden. Daarna is er gekeken naar de mogelijke wensen van de agrariërs en bewoners en hoe hier zoveel mogelijk rekening mee gehouden kan worden. Bewoners, agrariërs en derden worden niet benaderd binnen dit onderzoek. De reden daarvoor is dat de Provincie Zeeland niet wilt dat de bewoners en agrariërs in dit vroege stadium van het onderzoek al weten dat er mogelijk een nieuw tracé aangelegd gaat worden. Hierdoor kunnen er geruchten over het project ontstaan en bestaat de kans dat de bewoners vragen krijgen over een project dat pas ver in de toekomst uitgevoerd wordt. De

gemeente Tholen is in dit vroege stadium nog niet van belang, omdat er geen aanpassingen binnen de bebouwde kom gedaan zullen worden. Ten slotte zijn de eisen van de actoren opgesteld, deze eisen zijn weergegeven in tabel 4.2. De volledige lijst met functionele eisen is opgenomen in Appendix 2: Programma van Eisen.

Actor	Rol
Provincie zeeland	Opdrachtgever Beheerder N286 Postweg
Gemeente Tholen	N286 Postweg valt binnen de gemeente Tholen
Waterschap Scheldestromen	Beheerder sloten en wegen in het gebied van de N286 Postweg. Beheerder van dijken in het gebied.
Bewoners	Eigenaren van woningen in de omgeving
Agrariërs	Eigenaren van landbouwpercelen en historische boerderijen.

Tabel 4.1 Actoren met bijbehorende rol

Actor	Eisen
Provincie Zeeland	1. De doorstroming op en de veiligheid van de N286 moet worden verbeterd. 2. Geen perceel-aansluitingen op de N286 Postweg. 3. Landbouwverkeer op de rijbaan van de Postweg is niet toegestaan. 4. Zoveel mogelijk rekening houden met bestaande perceelsindeling. 5. Gebieden met hoge archeologische waarde proberen te vermijden. 6. De recreatieve fietsroute die met de Postweg kruist moet ongelijkvloers gekruist worden. 7. Zoveel mogelijk rekening houden met bestaande kabels en leidingen.
Waterschap Scheldestromen	1. Regionale waterkering mag niet doorbroken worden en er mag geen coupure toegepast worden. 2. De Kadijk moet gedimensioneerd worden op de te verwachten verkeersbelasting. 3. Alle percelen, huizen en bedrijven aan de Waterschapswegen moeten ontsloten worden. 4. De Kadijk ontsluiten via de Hogeweg is geen optie.
Bewoners	1. Het tracé mag geen percelen en bebouwing van bewoners doorkruisen. 2. Er moet rekening gehouden worden met geluidsoverlast in de buurt van woningen.
Agrariërs	1. Er moet zoveel mogelijk rekening gehouden worden met de huidige perceelindeling van de landbouwpercelen. 2. Het tracé mag geen historische boerderijen doorkruisen. 3. Er moet rekening gehouden worden met geluidsoverlast in de buurt van boerderijen.

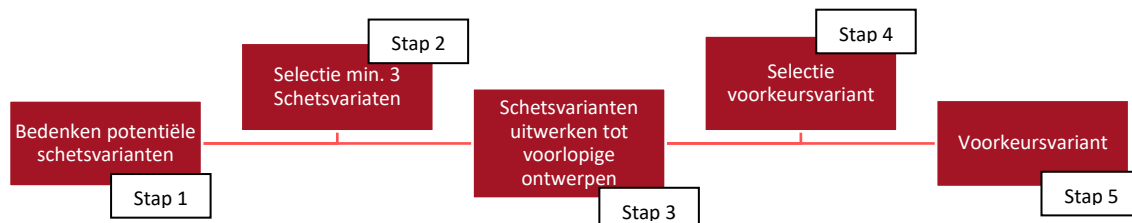
Tabel 4.2 Eisen van actoren

Functionele eisen actoren

Vanuit de functionele eisen ontstaan de technische eisen. De technische eisen zijn bepaald doormiddel van de voorschriften en richtlijnen die betrekking hebben op dit onderzoek. De voorschriften, richtlijnen en de technische eisen zijn opgenomen in Appendix 2: Programma van Eisen.

4.3. Wat zijn de mogelijke varianten voor het ontwerp van het tracé en de kruispunten?

De varianten zijn bepaald door middel van het stappenplan in de methode. Een schematische weergave van het stappenplan is te zien in figuur 4.5. Deze paragraaf behandelt stap 1 tot en met stap 3 en geeft antwoord op deelvraag 3: Wat zijn de mogelijke varianten voor het ontwerp van het tracé en de kruispunten?

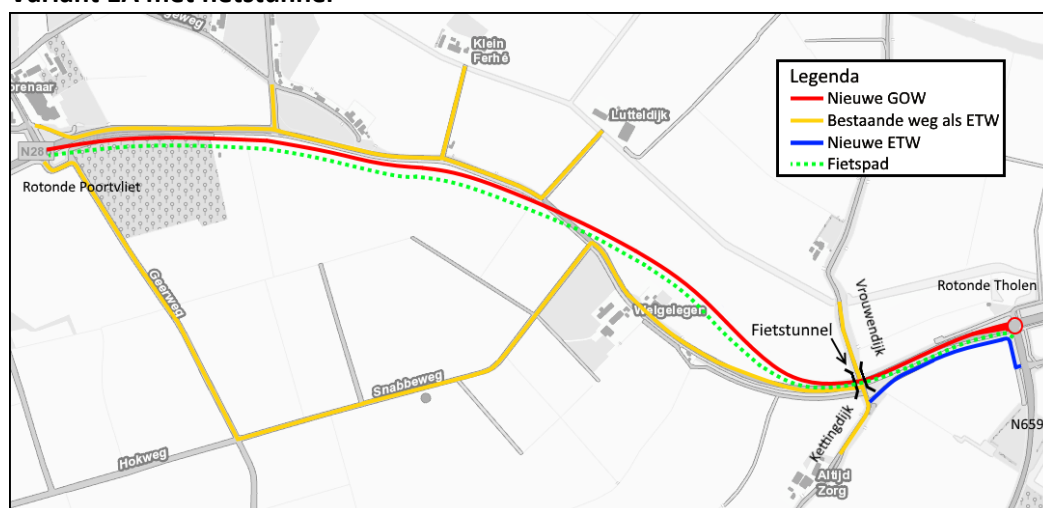


Figuur 4.5 Schematische weergave stappenplan voor het bepalen van de voorkeursvariant

4.3.1 Stap 1: Schetsvarianten

Om tot een goed ontwerp te komen zijn er meerdere varianten opgesteld. Er is hierbij begonnen met het maken van een aantal grove schetsen. In het theoretisch kader van het onderzoeksrapport zijn vijf potentiële varianten opgesteld. De eerste drie potentiële schetsvarianten zijn onderverdeeld in A en B. Bij de varianten A wordt een fietstunnel toegepast en bij de varianten B een landbouw tunnel. Bij het schetsen van de varianten is er rekening gehouden met het programma van eisen en de mogelijkheid om het oude tracé van de postweg te gebruiken. Deze schetsen worden in deze paragraaf weergegeven. Per schets worden de voor- en de nadelen benoemd. Door middel van overleg met de verkeersveiligheidsspecialist zullen een aantal van deze schetsen afvallen op basis van de criteria veiligheid en doorstroming. Er worden minimaal drie van deze schetsen verder uitgedetailleerd tot een voorlopig ontwerp. De volledige uitwerking van de schetsvarianten is opgenomen in Appendix 3: Variantenanalyse.

Variant 1A met fietstunnel



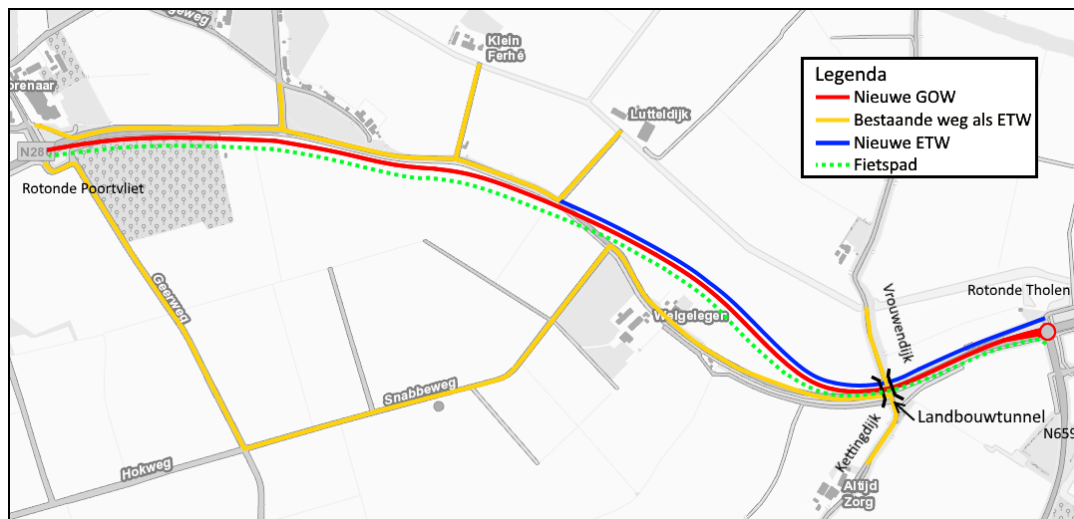
Voordelen

- + Het bestaande tracé wordt volledig benut;
- + Percelen en wegen ten noorden van de postweg worden via beide kruisingen ontsloten;
- + Een aanzienlijk deel van het tracé ligt op een zandlaag;
- + Een aanzienlijk deel van het tracé ligt in een gebied met lage archeologische waarde;
- + Er wordt minimaal gebruik gemaakt van de landbouwpercelen;
- + Lagere kosten dan variant 1B.

Nadelen

- Percelen en wegen ten zuiden van de postweg worden niet ontsloten via de kruising met de N659;
- Landbouwverkeer moet gebruik maken van de rotondes, wat kan zorgen voor onveilige situaties;
- Deze variant ligt dicht bij bestaande woningen en dit zal voor ongewenste geluidshinder zorgen;
- Nieuwe aansluiting op de N659, dat kan zorgen voor onveilige situaties.

Variant 1B met landbouwtunnel



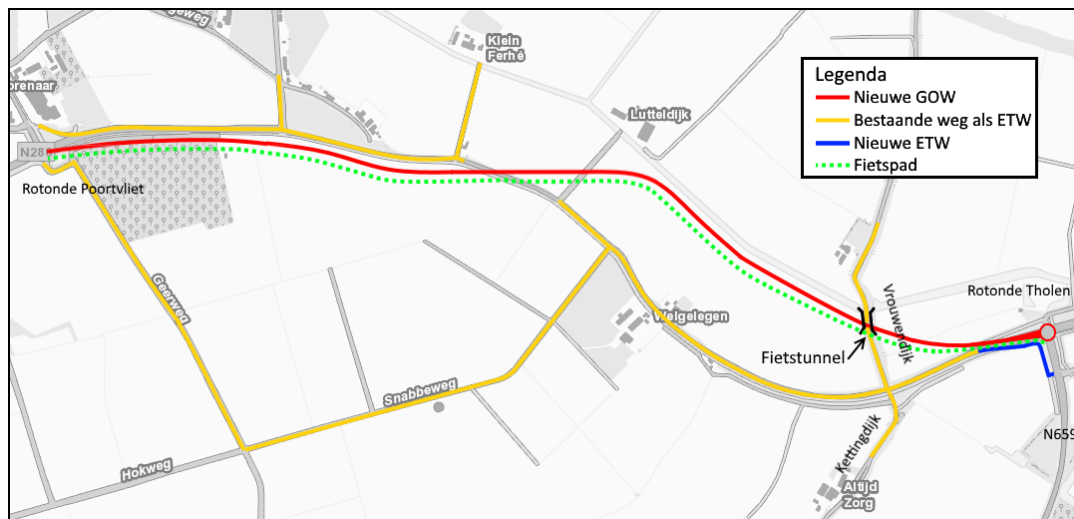
Voordelen

- + Het bestaande tracé wordt volledig benut;
- + Landbouwverkeer kan gebruik maken van de landbouw tunnel waardoor er minder landbouwverkeer gebruik maakt van de rotondes, dit verbeterd de doorstroming van het verkeer;
- + Een aanzienlijk deel van het tracé ligt op een zandlaag;
- + Een aanzienlijk deel van het tracé ligt in een gebied met lage archeologische waarde;
- + Geen extra aansluiting op de N659;
- + Alle lokale wegen en percelen worden ontsluiten op beide kruispunten.

Nadelen

- Meer gebruik van landbouwpercelen ten opzichte van variant 1A;
- Er moet een grotere lengte parallelweg aangelegd worden dan 1A;
- Deze variant ligt dicht bij bestaande woningen, dit zal voor ongewenste geluidshinder zorgen;
- Hogere kosten dan variant 1A.

Variant 2A met fietstunnel



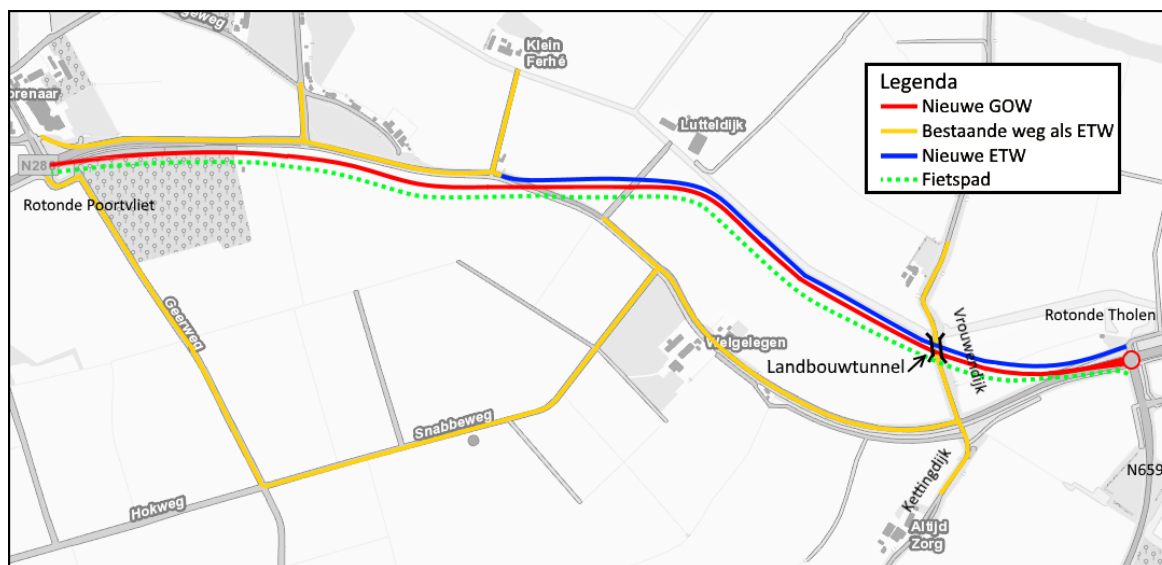
Voordelen

- + Een groot deel van tracé kan afwateren in de naast gelegen watergang. Het moet daarom over een grote lengte geen watergang gegraven worden;
- + Een aanzienlijk deel van het tracé ligt op een zandlaag;
- + Een aanzienlijk deel van het tracé ligt in een gebied met lage archeologische waarde;
- + Deze variant ligt ter plaatse van de watergang ver van de bestaande woningen;
- + Lagere kosten dan variant 2B.

Nadelen

- Percelen en wegen ten zuiden van de postweg worden niet ontsloten via de kruising met de N659;
- Landbouwverkeer moet gebruik maken van de rotondes, wat kan zorgen voor onveilige situaties;
- Nieuwe aansluiting op de N659, wat kan zorgen voor onveilige situaties.

Variant 2B met landbouwtunnel



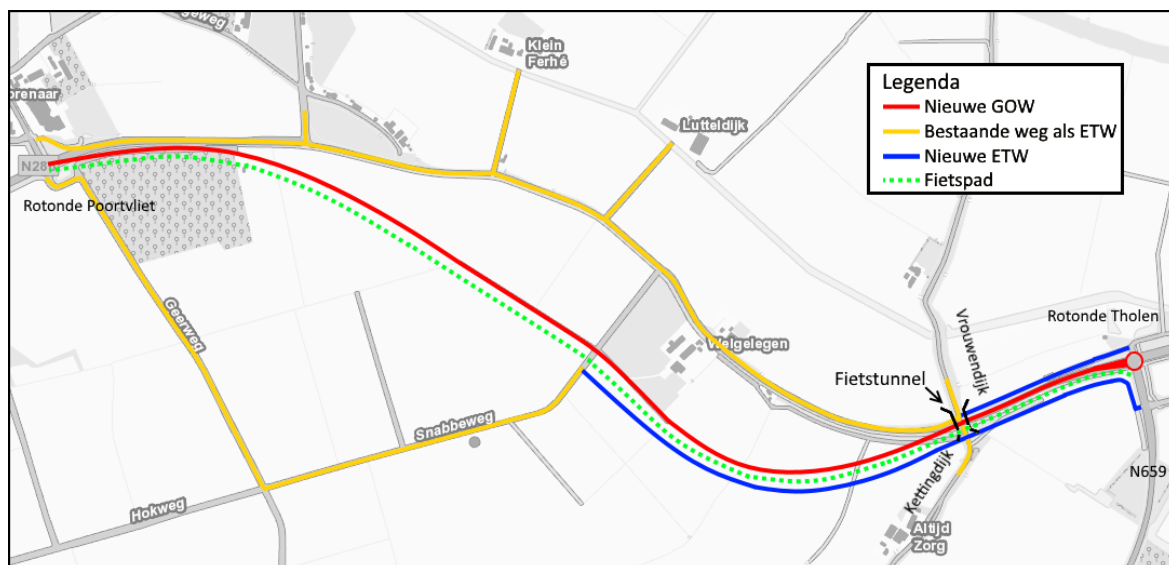
Voordelen

- + Het bestaande tracé wordt voor circa 80 procent benut;
- + Een groot deel van tracé kan afwateren in de naastliggende watergang;
- + Landbouwverkeer kan gebruik maken van de landbouw tunnel waardoor er minder landbouwverkeer gebruik maakt van de rotondes;
- + Een aanzienlijk deel van het tracé ligt op een zandlaag;
- + Een aanzienlijk deel van het tracé ligt in een gebied met lage archeologische waarde;
- + Geen extra aansluiting op de N659;
- + Alle lokale wegen en percelen worden ontsloten op beide kruispunten.

Nadelen

- Meer gebruik van landbouwpercelen ten opzichte van variant 2A;
- Hogere kosten dan variant 2A;
- Er moet een grotere lengte parallelweg aangelegd worden dan 2A.

Variant 3A



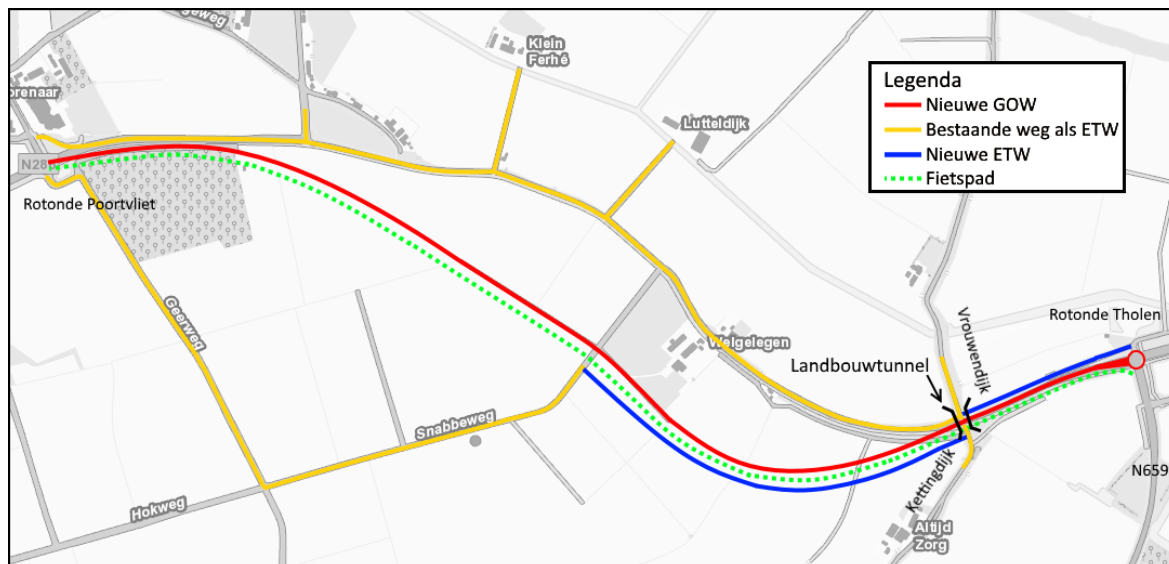
Voordelen

- + Deze variant ligt het verst verwijderd van de bestaande woningen en zal het minste geluidsoverlast veroorzaken;
- + Het bestaande tracé wordt volledig benut;
- + Alle percelen en lokale wegen worden via beide rotondes ontsloten;
- + Lagere kosten dan variant 3B.

Nadelen

- Landbouwverkeer moet gebruik maken van de rotondes, wat kan zorgen voor onveilige situaties;
- Nieuwe aansluiting op de N659, wat kan zorgen voor onveilige situaties;
- Veel kans op archeologische vondsten;
- Tracé ligt grotendeels op veengrond.

Variant 3B



Voordelen

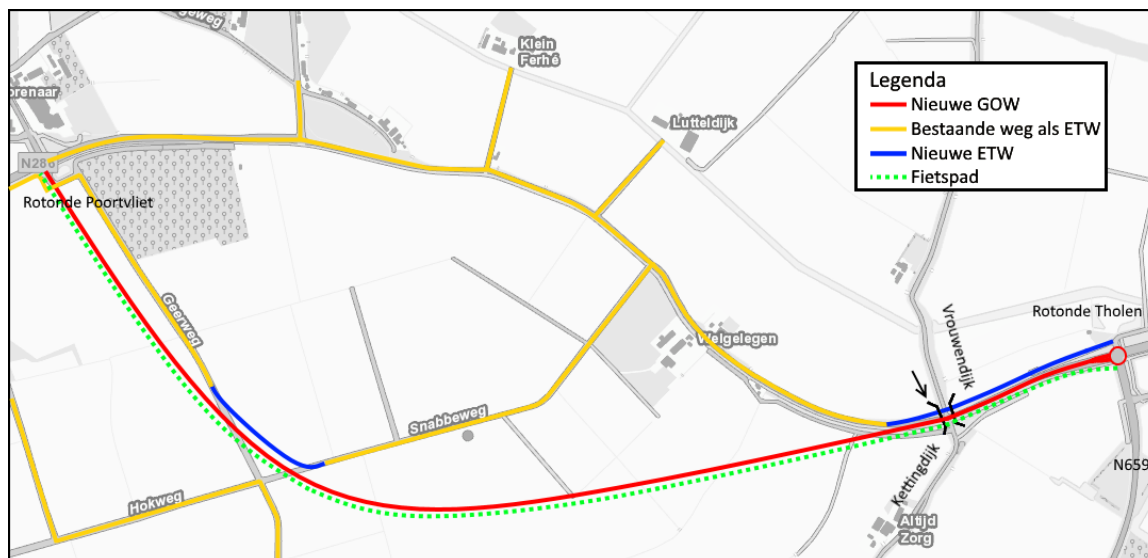
- + Deze variant ligt het ver verwijderd van de bestaande woningen en zal het weinig geluidsoverlast veroorzaken;
- + Het bestaande tracé wordt volledig benut;

- + Alle percelen en lokale wegen worden via beide rotondes ontsloten;
- + Landbouwverkeer kan gebruik maken van de landbouw tunnel waardoor er minder landbouwverkeer gebruik maakt van de rotondes, dit verbeterd de doorstroming van het verkeer;
- + Geen extra aansluiting op de N659.

Nadelen

- Hogere kosten dan variant 3A;
- Veel kans op archeologische vondsten;
- Tracé ligt grotendeels op veengrond.

Variant 4



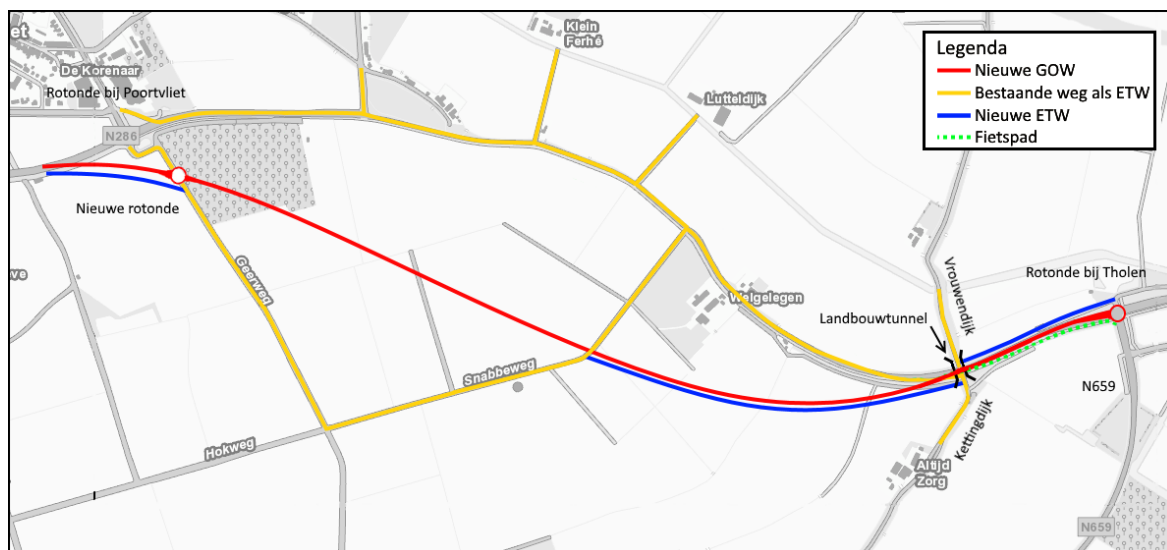
Voordelen

- + Deze variant ligt het ver verwijderd van de bestaande woningen en zal het weinig geluidsoverlast veroorzaken;
- + Geen extra aansluiting op de N659;
- + Alle percelen en lokale wegen worden via beide rotondes ontsloten;
- + Landbouwverkeer kan gebruik maken van de landbouw tunnel waardoor er minder landbouwverkeer gebruik maakt van de rotondes, dit verbeterd de doorstroming van het verkeer;
- + Het bestaande tracé wordt volledig benut.

Nadelen

- De hoofdroute vanuit Tholen moet op de rotonde bij Poortvliet driekwart afslaan. Dit zal voor een mindere doorstroming zorgen vergeleken met de andere varianten;
- Veel kans op archeologische vondsten;
- Het landbouwverkeer moet bij de rotonde Poortvliet de Postweg oversteken. Overstekend landbouwverkeer direct na een rotonde vermindert de verkeersveiligheid van het tracé.
- Het tracé van de nieuwe Postweg en het fietspad is circa 300 meter langer in vergelijking met de andere varianten;
- Tracé ligt grotendeels op veengrond.

Variant 5



Voordelen

- + Deze variant ligt het ver verwijderd van de bestaande woningen en zal het weinig geluidsoverlast veroorzaken;
- + Geen extra aansluiting op de N659;
- + Het bestaande tracé wordt volledig benut;
- + Alle percelen en lokale wegen worden via beide rotondes ontsloten;
- + Landbouwverkeer kan gebruik maken van de landbouw tunnel waardoor er minder landbouwverkeer gebruik maakt van de rotondes, dit verbetert de doorstroming van het verkeer.

Nadelen

- Deze variant zal meer kosten dan de andere varianten vanwege een langer tracé en een extra rotonde;
- Deze variant zal veel hinder tijdens uitvoering opleveren vanwege de aansluiting voor de rotonde bij Poortvliet;
- Veel kans op archeologische vondsten;
- Er moet extra rotonde aangebracht worden, dit zorgt voor hogere uitvoeringskosten;
- Tracé ligt grotendeels op veengrond.

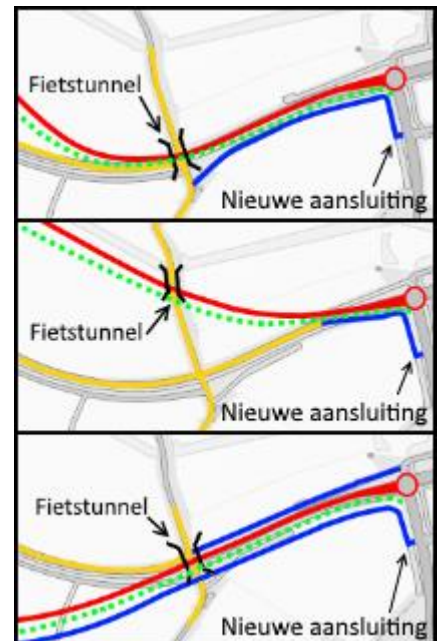
4.3.2 Stap 1: Selectie schetsvarianten op veiligheid en doorstroming

De eerste beoordeling wordt gedaan door middel van een overleg met de verkeersveiligheidsspecialist mevrouw L.C. van Sluijs en de projectleider de heer M.W. Verkaart. In het overleg wordt bepaald welke van de schetsvarianten uitgesloten worden en welke varianten verder uitgewerkt worden tot voorlopige ontwerpen. De uitgesloten varianten worden niet nader beschouwd in dit rapport. De varianten die verder uitgewerkt worden, zullen in hoofdstuk 7 beoordeeld worden door middel van een Multi Criteria Analyse.

De volgende varianten worden niet nader beschouwd, omdat met de verkeersveiligheidsspecialist en de projectleider bepaald is dat deze varianten geen optimale doorstroming en veiligheid hebben:

Variant 1A, 2A en 3A

Eén van de oorzaken van de problemen op de Postweg is het landbouwverkeer. Door een landbouwtunnel toe te passen wordt het landbouwverkeer van de kruising tussen de Postweg en de N659 gehaald. In plaats van een landbouwtunnel kan er ook een fietstunnel toegepast worden. Het voordeel van een fietstunnel is dat deze goedkoper is dan een landbouwtunnel. De veiligheid en de doorstroming staan centraal in dit onderzoek. Bij de varianten 1A, 2A en 3A wordt de veiligheid in gevaar gebracht door een extra aansluiting op de N659. Deze aansluitingen zijn te zien in figuur 4.6. Omdat er geen landbouwtunnel wordt toegepast bij deze varianten is het landbouwverkeer genoodzaakt het kruispunt tussen de Postweg en de N659 te gebruiken. De veiligheid en de doorstroming op dit kruispunt wordt daardoor veel minder dan de B varianten. Na een overleg met de verkeersveiligheidsspecialist van de Provincie Zeeland en de projectleider is besloten dat deze varianten om de bovenstaande redenen uitgesloten worden.

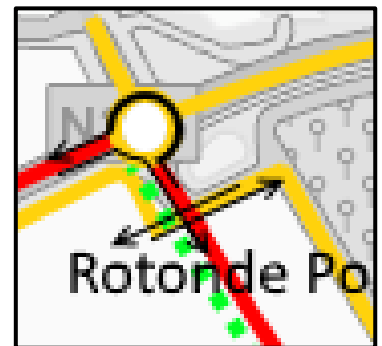


Figuur 4.6 Aansluitingen op de N659

Variant 4

Variant 4 wordt uitgesloten, omdat de doorstroming en de veiligheid minder is dan bij de varianten 1B, 2B en 3B. De doorstroming is minder omdat de hoofdroute vanuit Tholen driekwart af moet slaan op de rotonde bij Poortvliet, zie figuur 4.7. Dit is uit verkeerstechnisch oogpunt ook niet de juiste manier van het afwikkelen van het verkeer op een rotonde. De hoofdroute hoort het rechtdoorgaand verkeer te zijn.

Bij de rotonde moet ook een kruispunt komen. Het landbouwverkeer kruist hier namelijk de nieuwe postweg en het fietspad, zie figuur 4.7. Dit vermindert de verkeersveiligheid van het tracé. Het overstekende landbouwverkeer kan ongelukken veroorzaken en het fietsverkeer wordt door de kruising niet volledig afgezonderd van het landbouwverkeer.



Figuur 4.7 Knelpunten variant 4

Na een overleg met de verkeersveiligheidsspecialist van de Provincie Zeeland en de projectleider is er besloten dat deze variant om de bovenstaande redenen uitgesloten wordt.

Variant 5

Variant 5 is ten opzichte van de varianten 1B, 2B en 3B niet onveiliger en de doorstroming is ook niet minder. Toch is er besloten om deze variant uit te sluiten. De reden hiervoor is dat deze variant geen voordelen biedt ten opzichte van de andere varianten. Deze variant heeft alle nadelen van variant 1B, 2B en 3B. De variant ligt grotendeels op een veenlaag en de kans dat daar archeologische vondsten worden gedaan is hoog.

Ook levert deze variant extra veel hinder op doordat de nieuwe Postweg op de bestaande Postweg aangesloten moet worden. Bij de andere varianten gebeurt deze aansluiting op de rotonde. En bij variant 5 midden op het oude tracé.

Bij deze variant is de lengte van de nieuwe Postweg en het fietspad circa 300 meter langer en er moet een extra rotonde aangelegd worden. Dit zal zorgen voor aanzienlijk hogere uitvoeringskosten.

Na een overleg met de verkeersveiligheidsspecialist van de Provincie Zeeland en de projectleider is er besloten dat deze variant niet nader onderzocht wordt, omdat deze variant geen voordelen biedt ten opzichte van de andere varianten.

De varianten die overblijven zijn variant 1B, 2B en 3B. Deze varianten worden in de volgende stap uitgewerkt tot voorlopige ontwerpen.

4.3.3 Stap 3: Voorlopige ontwerpen

De volledige uitwerking van de schetsvarianten en de tekeningen van de voorlopige ontwerpen zijn opgenomen in Appendix 3: Variantenanalyse. **Variant 1B, 2B en 3B worden vanaf nu variant 1, 2 en 3 genoemd.**

4.3.3.1. Variant 1

In deze paragraaf wordt een beschrijving van variant 1 gegeven. De variant wordt beschreven in de volgorde van rechts (kruising met N659) naar links (bestaande rotonde bij Poortvliet). De ontwerp-tekening van het voorlopig ontwerp is opgenomen Appendix 3: Variantenanalyse. Op de volgende pagina wordt in A3 formaat de onderstaande beschrijving verduidelijkt met een tekening.

Variant 1 is de variant die het minst afwijkt van het bestaande tracé. De huidige verkeersregelininstallatie wordt vervangen door een enkelstrooksrotonde, zie detail 3 op de volgende pagina. Vanaf de rotonde tot en met de kruising met de Vrouwendijk loopt het nieuwe tracé van de parallelweg (nieuwe landbouwroute), de nieuwe postweg (gebiedsontsluitingsweg) en het bromfietspad over het bestaande tracé. Het bestaande tracé moet hiervoor eerst opgebroken worden.

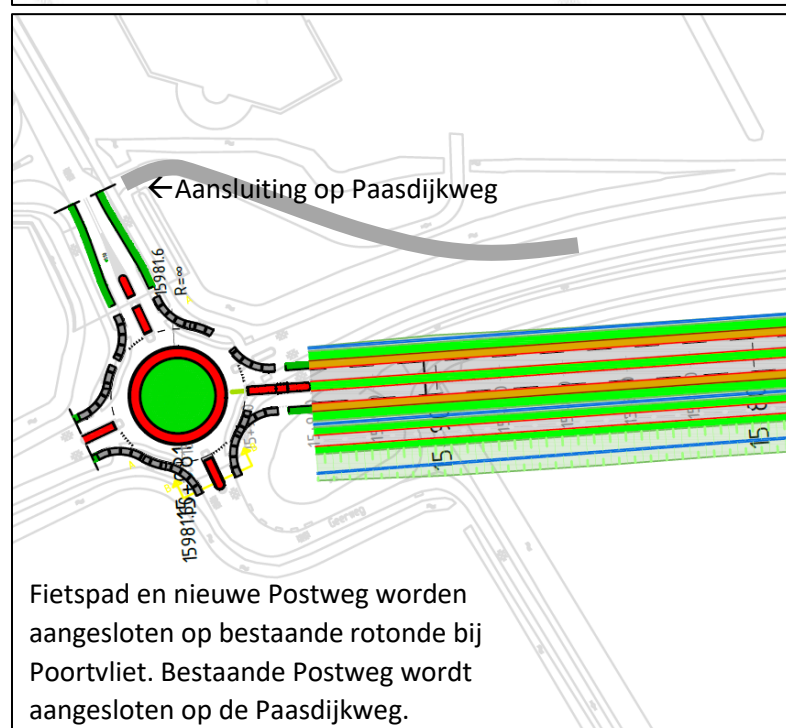
De wegen beginnen vanaf de rotonde tot en met de Vrouwendijk te stijgen met een hellingspercentage van 1,5 procent, om zo geleidelijk de normhoogte van +3,25 te bereiken, omdat de Vrouwendijk in de toekomst verhoogd zal worden.

Ten westen van de Vrouwendijk zal de landbouw-tunnel komen te liggen. De nieuwe Postweg, de parallelweg en het fietspad komen over deze tunnel te liggen. Vanaf de tunnel dalen de wegen weer naar de hoogte van het maaiveld.

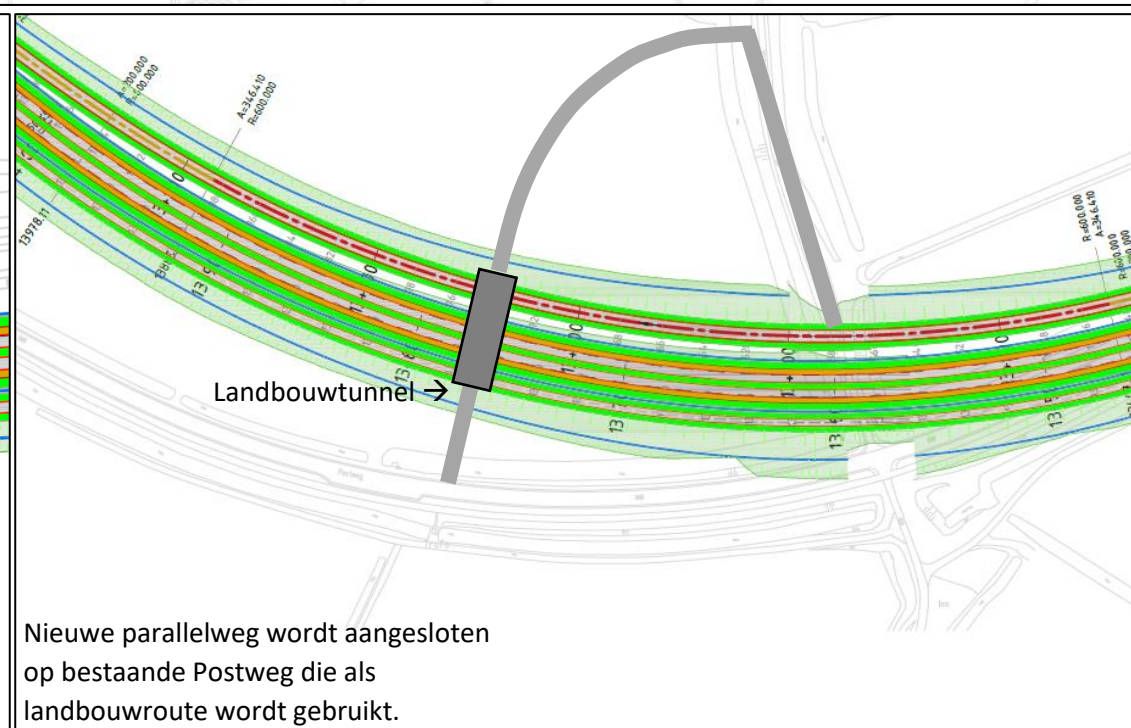
De nieuwe parallelweg die begint bij de nieuwe rotonde bij Tholen loopt tot halverwege de nieuwe Postweg en wordt aangesloten op de bestaande Postweg. Deze weg wordt gebruikt voor de nieuwe landbouwroute die oorspronkelijk over de oude Postweg loopt. De bestaande Postweg wordt aangesloten op de Paasdijkweg, zie detail 1 op de volgende pagina.

Vanaf de kruising met de Vrouwendijk wijkt het tracé af van het huidige tracé. De wegen komen hier noordelijk te liggen ten opzichte van het bestaande tracé. Halverwege het tracé wordt de parallelweg aangesloten op de bestaande Postweg. De nieuwe Postweg en het fietspad liggen vanaf daar zuidelijk ten opzichte van de bestaande Postweg en sluiten aan op de rotonde bij Poortvliet. Eén van de rotonde poten moet gewijzigd worden.

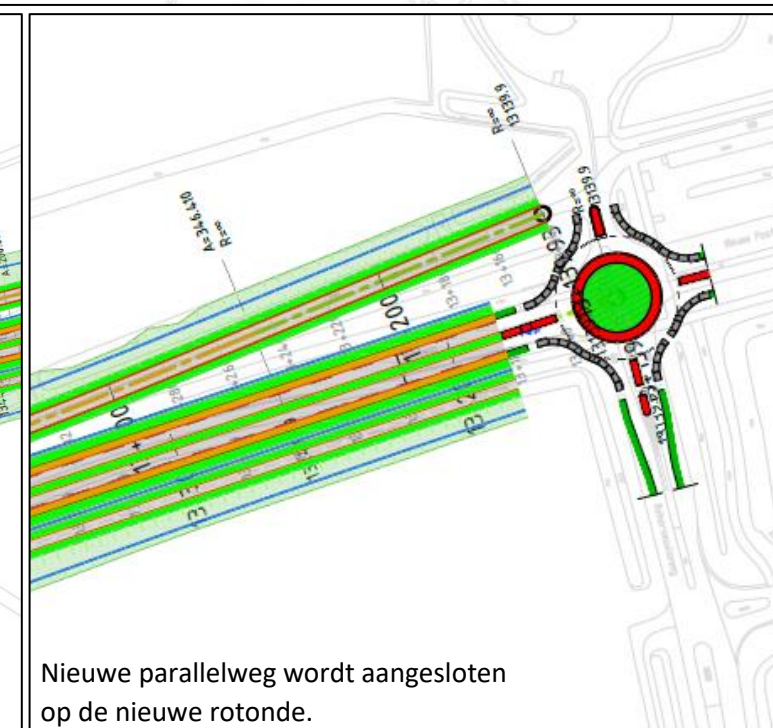
Een groot nadeel van deze variant ten opzichte van de andere varianten is dat het tracé dicht langs de bestaande woningen komt te liggen. Dit zal leiden tot een slechte score voor het criteria geluidshinder in omgeving. Een voordeel van deze variant ten opzichte van variant 3 is dat een groot deel van het tracé op een zandlaag ligt. Er zal daarom minder voorbelast moeten worden, waardoor de kosten lager worden. Ook bevindt deze variant zich voor een groot deel in een gebied met een lage archeologische waarde.



Detail 1



Detail 2



Detail 3

4.3.3.2. Variant 2

In deze paragraaf wordt een beschrijving van variant 2 gegeven. De variant wordt beschreven in de volgorde van rechts (kruising met N659) naar links (bestaande rotonde bij Poortvliet). De ontwerp-tekening van het voorlopig ontwerp is opgenomen in Appendix 3: Variantenanalyse. Op de volgende pagina wordt in A3 formaat de onderstaande beschrijving verduidelijkt met een tekening.

Variant 2 ligt naast de grote watergang. De huidige verkeersregelinstallatie wordt vervangen door een enkelstrooksrotonde, zie detail 3 op de volgende pagina. Na de rotonde wijkt het nieuwe tracé af van het bestaande tracé. Een deel van het bestaande tracé zal opgebroken moeten worden, zodat het nieuwe tracé aangelegd kan worden. Door het tracé naast de watergang te leggen, wordt de waterafvoer ter plaatse van watergang gewaarborgd. In vergelijking met de andere varianten moet er een kleinere lengte sloot aangelegd worden.

De wegen beginnen vanaf de rotonde tot en met de Vrouwendijk te stijgen met een hellingspercentage van 1,5 procent, om zo geleidelijk de normhoogte van +3,25 te bereiken, omdat de Vrouwendijk in de toekomst verhoogd zal worden.

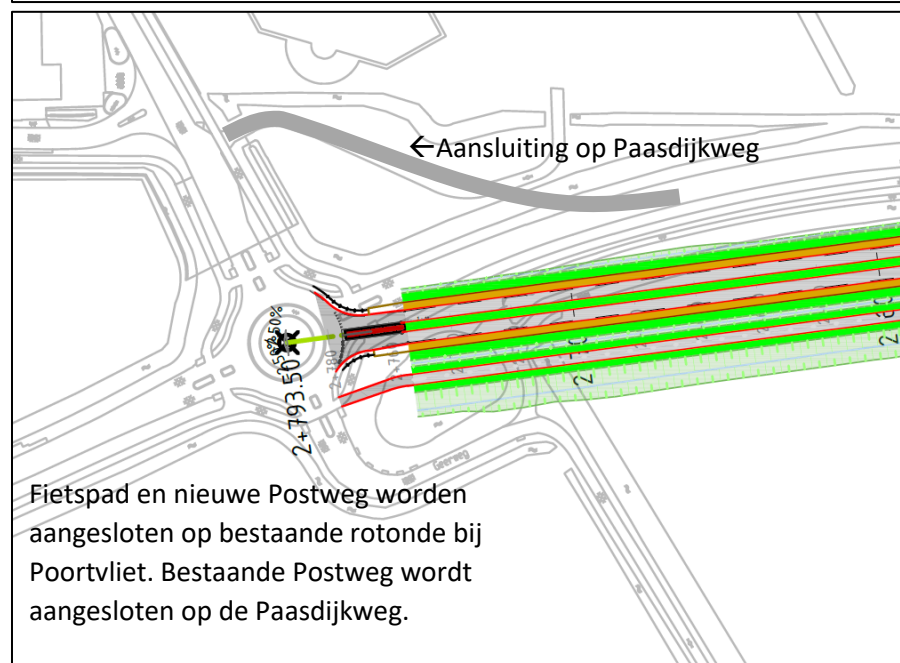
Ten westen van de Vrouwendijk zal de landbouwtunnel komen te liggen. De nieuwe Postweg, de parallelweg en het fietspad komen over deze tunnel te liggen. Vanaf de tunnel dalen de wegen weer naar de hoogte van het maaiveld.

De nieuwe parallelweg die begint bij de nieuwe rotonde bij Tholen loopt tot halverwege de nieuwe Postweg en wordt aangesloten op de bestaande Postweg. Deze weg wordt gebruikt voor de nieuwe landbouwroute die oorspronkelijk over de oude Postweg loopt. De bestaande Postweg wordt aangesloten op de Paasdijkweg, zie detail 1 op de volgende pagina.

Halverwege het tracé van de nieuwe Postweg komt het tracé ten zuiden van de bestaande Postweg te liggen. Het tracé wordt aangesloten op de bestaande rotonde bij Poortvliet. Eén van de rotonde poten moet gewijzigd worden.

Het fietspad komt volledig parallel te liggen ten zuiden van de nieuwe Postweg.

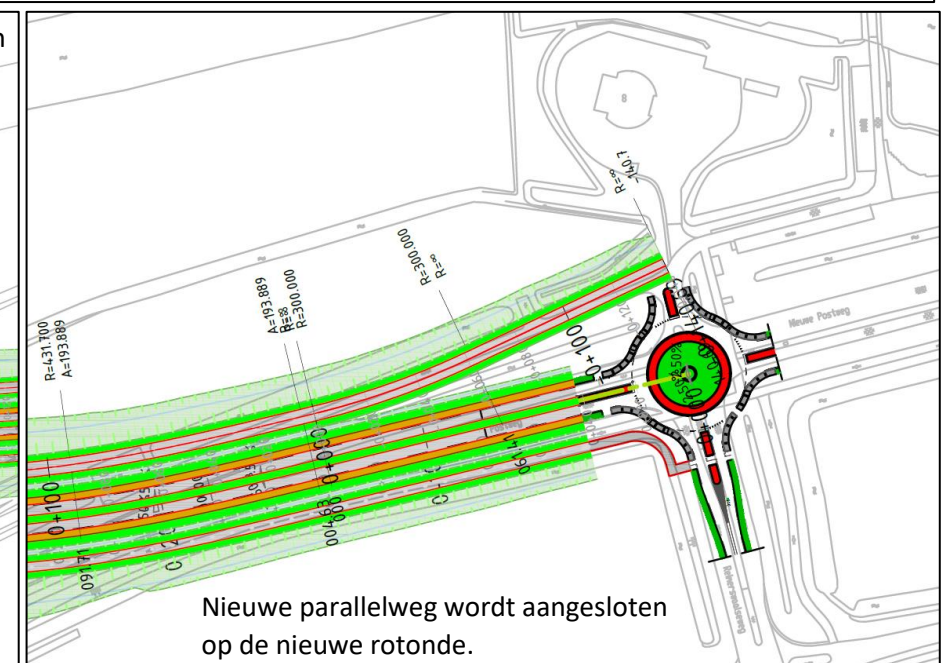
Een groot voordeel van deze variant ten opzichte van de andere varianten is dat het tracé naast de watergang ligt. Hierdoor moet er een kleinere lengte sloot aangelegd worden. Een ander voordeel ten opzichte van variant 3 is dat de variant voor een groot deel op een zandlaag ligt met een lage archeologische waarde. Dit zal zorgen voor lagere kosten voor het voorbelasten en een kleinere kans op archeologische vondsten. Een nadeel ten opzichte van variant 3 is dat de variant dicht bij de bestaande bewoning ligt. Hierdoor zal deze variant minder goed dan scoren dan variant 3 voor het criterium geluidshinder. Variant 2 zal wel beter scoren in dit criterium ten opzichte van variant 1.



Detail 1



Detail 2



Detail 3

4.3.3.3. Variant 3

In deze paragraaf wordt een beschrijving van variant 3 gegeven. De variant wordt beschreven in de volgorde van rechts (kruising met N659) naar links (bestaande rotonde bij Poortvliet). De ontwerp-tekening van het voorlopig ontwerp is opgenomen in Appendix 3: Variantenanalyse. Op de volgende pagina wordt in A3 formaat de onderstaande beschrijving verduidelijkt met een tekening.

Variant 3 komt na de kruising met de Vrouwendijk volledig ten zuiden van de bestaande Postweg te liggen. De huidige verkeersregelininstallatie wordt vervangen door een enkelstrooksrotonde, zie detail 3 op de volgende pagina. Het deel vanaf de kruising met de N659 tot en met de kruising met de Vrouwendijk van het bestaande tracé zal opgebroken moeten worden, zodat het nieuwe tracé aangelegd kan worden.

De wegen beginnen vanaf de rotonde tot en met de Vrouwendijk te stijgen met een hellingspercentage van 1,67 procent, om zo geleidelijk de normhoogte van +3,25 te bereiken, omdat de Vrouwendijk in de toekomst verhoogd zal worden.

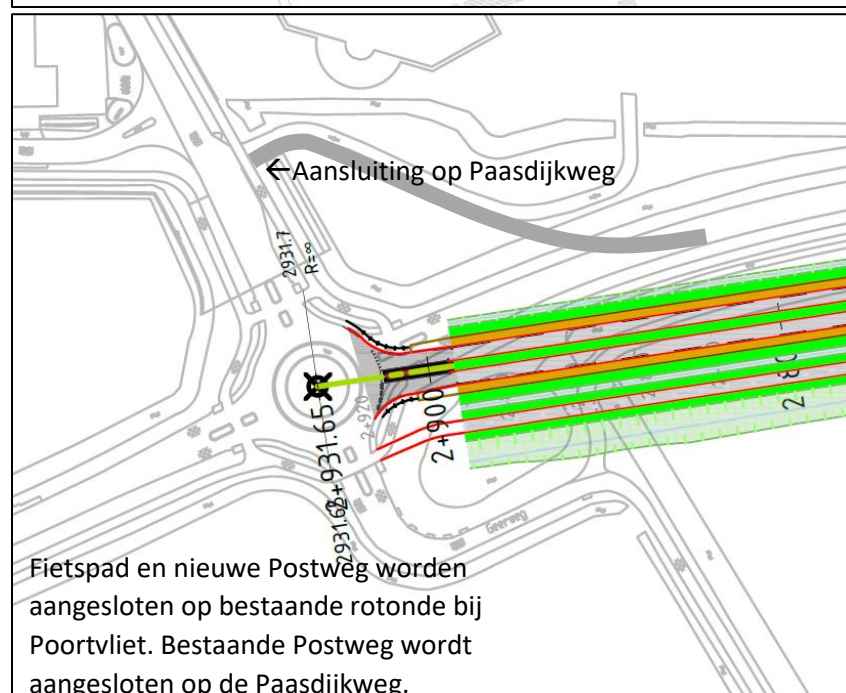
Ten westen van de Vrouwendijk zal de landbouwtunnel komen te liggen. De nieuwe Postweg, de parallelweg en het fietspad komen over deze tunnel te liggen. Vanaf de tunnel dalen de wegen weer naar de hoogte van het maaiveld.

De nieuwe parallelweg die begint bij de nieuwe rotonde, wordt aangesloten op de bestaande Postweg. Deze weg wordt gebruikt voor de nieuwe landbouwroute die oorspronkelijk over de oude Postweg loopt. De bestaande Postweg wordt aangesloten op de Paasdijkweg, zie detail 1 op de volgende pagina. De Snabbeweg en de Kettingdijk worden met elkaar verbonden door een parallelweg. Het landbouwverkeer dat vanaf Poortvliet komt, kan over de Snabbeweg rijden en dan via de tunnel de landbouwroute naar Tholen verder volgen.

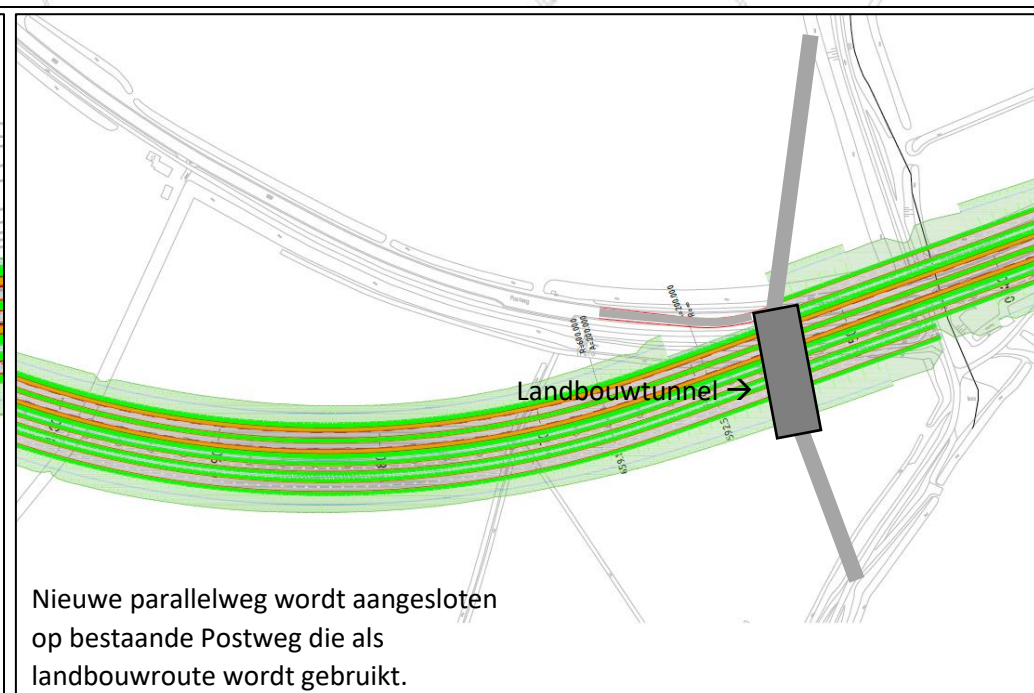
Het fietspad komt volledig parallel te liggen ten zuiden van de nieuwe Postweg.

Een groot voordeel van deze variant ten opzichte van de andere varianten is dat het tracé verwijderd is van de bestaande woningen. Deze variant zal daardoor erg goed hoog scoren voor het criterium geluidshinder. Twee grote nadelen van deze variant ten opzichte van de andere twee varianten zijn:

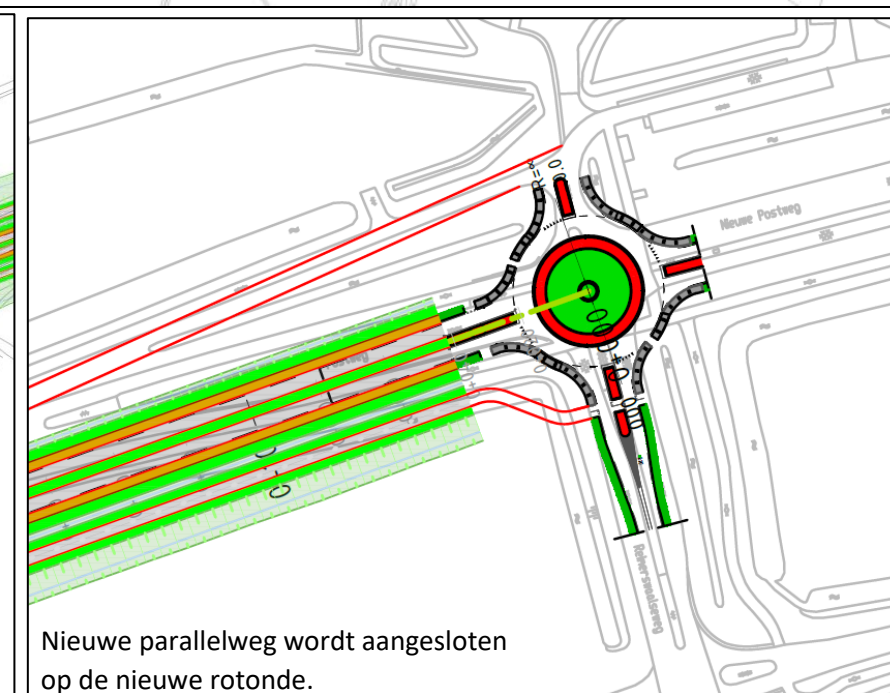
1. De variant ligt voor circa 80 procent op veengrond, waardoor de kosten voor het voorbelasten erg hoog zullen zijn;
2. De variant ligt voor circa 80 procent op een ondergrond met een hoge tot zeer hoge archeologische waarde, waardoor trefkans op archeologische vondsten hoger is dan de trefkans van de andere varianten. Wanneer er een archeologische vondst gedaan wordt, heeft dit zeer nadelige gevolgen voor de kosten en de planning.



Detail 1



Detail 2



Detail 3

4.4. Welke variant is het meest gunstig voor het verbeteren van de verkeersveiligheid en de doorstroming, rekening gehouden met de beschreven criteria?

Deze paragraaf behandelt stap 4 tot en met stap 5 van het stappenplan in figuur 4.5 in paragraaf 4.3 en geeft antwoord op deelvraag 4: Welke variant is het meest gunstig voor het verbeteren van de verkeersveiligheid en de doorstroming, rekening gehouden met de beschreven criteria?

4.5. Stap 4: Selectie voorkeursvariant

Deze stap beoordeelt de varianten 1, 2 en 3 die in de vorige paragraaf zijn uitgewerkt tot voorlopige ontwerpen. De beoordeling wordt gedaan door middel van een Multicriteria Analyse. De Multicriteria Analyse is opgenomen in Appendix 3: Variantenanalyse. De criteria en de bijbehorende wegingen waarop de varianten getoetst zijn, staan in het hoofdstuk 3: Methode van dit rapport. In Appendix 3 is de criteria uitgebreid beschreven.

4.6. Stap 5: Voorkeursvariant

In stap 4 is per variant een criteriascore bepaald. Het bepalen van deze scores is opgenomen in Appendix 3: Variantenanalyse. In de tabel 4.3 zijn de scores per variant weergegeven.

	Variant 1			Variant 2			Variant 3		
Criteria	Score	Weging	S*W	Score	Weging	S*W	Score	Weging	S*W
Kwalitatieve criteria									
Geluidshinder omgeving	2,8	20%	0,56	3,2	20%	0,64	3,7	20%	0,74
Hinder tijdens uitvoering	2,8	20%	0,56	3,1	20%	0,62	3,2	20%	0,64
Kwantitatieve criteria									
Uitvoeringskosten	2,7	40%	1,08	2,9	40%	1,16	1,3	40%	0,52
Perceelverwervingskosten	1,9	15%	0,29	2,6	15%	0,39	2,5	15%	0,38
Risico archeologische kosten	2,1	5%	0,11	2,4	5%	0,12	1,0	5%	0,05
Totaal score	2,59			2,93			2,33		

Tabel 4.3 Totalscores varianten per criterium

In tabel 4.3 is te zien dat variant 2 de hoogste totaalscore heeft. Deze variant wordt daarom als voorkeursvariant gekozen. Om er zeker van te zijn dat deze variant de beste oplossing is, wordt er een gevoeligheidsanalyse gedaan.

In de gevoeligheidsanalyse wordt nagegaan hoe sterk de waarden van de totaalscore veranderen als gevolg van een kleine (10 %) en middelgrote verandering (20 %). De weging van de kwantitatieve criteria weegt het zwaarst mee, daarom wordt deze weging met tien en twintig procent verlaagd. De weging van de kwalitatieve criteria worden met tien en twintig procent verhoogd. Hieronder staan de percentages van de criteria bij een gevoeligheidsanalyse van tien en twintig procent. De uitkomsten staan in tabel 4.4 en tabel 4.5.

Gevoeligheidsanalyse 10% (tabel 4.4)

- Kwalitatieve criteria (50 %)
 - Geluidshinder omgeving (25 %);
 - Hinder tijdens uitvoering (25 %);
- Kwantitatieve criteria (50 %);
 - Uitvoeringskosten (33,33 %);
 - Kosten voor opkopen percelen (12,50 %);
 - Risico archeologische kosten (4,17 %).

Gevoeligheidsanalyse 20% (tabel 4.5)

- Kwalitatieve criteria (60 %)
 - Geluidshinder omgeving (30 %);
 - Hinder tijdens uitvoering (30 %);
- Kwantitatieve criteria (40 %);
 - Uitvoeringskosten (26,67 %);
 - Kosten voor opkopen percelen (10 %);
 - Risico archeologische kosten (3,33 %).

	Variant 1			Variant 2			Variant 3		
Criteria	Score	Weging	S*W	Score	Weging	S*W	Score	Weging	S*W
Kwalitatieve criteria									
Geluidshinder omgeving	2,8	25%	0,70	3,2	25%	0,80	3,7	25%	0,93
Hinder tijdens uitvoering	2,8	25%	0,70	3,1	25%	0,78	3,2	25%	0,80
Kwantitatieve criteria									
Uitvoeringskosten	2,7	33,33%	0,90	2,9	33,33%	0,97	1,3	33,33%	0,43
Perceelverwervingskosten	1,9	12,50%	0,24	2,6	12,50%	0,33	2,5	12,50%	0,31
Risico archeologische kosten	2,1	4,17%	0,09	2,4	4,17%	0,10	1,0	4,17%	0,04
Totaal score	2,62			2,97			2,51		

Tabel 4.4 Gevoeligheidsanalyse 10%

	Variant 1			Variant 2			Variant 3		
Criteria	Score	Weging	S*W	Score	Weging	S*W	Score	Weging	S*W
Kwalitatieve criteria									
Geluidshinder omgeving	2,8	30%	0,84	3,2	30%	0,96	3,7	30%	1,11
Hinder tijdens uitvoering	2,8	30%	0,84	3,1	30%	0,93	3,2	30%	0,96
Kwantitatieve criteria									
Uitvoeringskosten	2,7	26,67%	0,72	2,9	26,67%	0,77	1,3	26,67%	0,35
Perceelverwervingskosten	1,9	10,00%	0,19	2,6	10,00%	0,26	2,5	10,00%	0,25
Risico archeologische kosten	2,1	3,33%	0,07	2,4	3,33%	0,08	1,0	3,33%	0,03
Totaal score	2,66			3,00			2,70		

Tabel 4.5 Gevoeligheidsanalyse 20%

4.6.1 Conclusie gevoeligheidsanalyse

Uit de resultaten van de gevoeligheidsanalyse is te concluderen dat bij een percentage van 10 procent variant 2 het hoogst scoort en variant 3 het laagst scoort. Deze resultaten zijn hetzelfde als de resultaten in tabel 4.3. Hier scoort variant 2 eveneens het hoogst en variant 3 het laagst. Bij de gevoeligheidsanalyse van twintig procent is te zien dat variant 3 niet meer het laagst scoort, echter variant 2 blijft het hoogst scoren. De gevoeligheidsanalyse heeft vooral effect op de varianten 1 en 3. Variant 2 scoort in elke situatie het hoogst, dus er kan met zekerheid gezegd worden dat variant 2 de voorkeursvariant is.

4.7. Hoe komt het ontwerp van de voorkeursvariant eruit te zien?

De volledige uitwerking van het technisch ontwerp van de voorkeursvariant is opgenomen in Appendix 4: Technisch ontwerp wegen. In de voorkeursvariant variant 2, die bepaald is in de vorige paragraaf, is er gekozen voor het toepassen van een landbouwtunnel. De landbouwtunnel wordt verder behandeld in paragraaf 4.8.

4.7.1 Ontwerpberekeningen

Variant 2 moet voldoen aan de voorschriften en richtlijnen die zijn opgenomen in Appendix 2: Programma van Eisen. In Appendix 4: Technisch ontwerp wegen worden de benodigde berekeningen uitgevoerd. De ontwerptekeningen zijn op deze berekeningen getoetst en het ontwerp van variant 2 voldoet aan de richtlijnen en het Programma van Eisen. De variant wordt in de Appendix getoetst op de volgende ontwerpelementen:

Horizontaal alignement:

- de horizontale rechtstand;
- de horizontale boog;
- de opeenvolging van bogen;
- de overgangsboog;
- de overgang van de verkanting;
- de bochtverbreding.

Verticaal alignement:

- de verticale rechtstand (helling);
- de bolle boog;
- de holle boog.

4.7.2 Definitieve ontwerptekeningen

De definitieve ontwerptekeningen van variant 2 zijn opgenomen in Appendix 4: Technisch ontwerp wegen. De ontwerptekeningen bestaan uit een overzichtstekening, bovenaanzichten, lengteprofielen en dwarsdoorsneden.

4.7.3 Zetting

Een deel van variant 2 zal op een zettingsgevoelige ondergrond komen te liggen. Om het effect van de aardebaan van de nieuwe Postweg op een zettingsgevoelige ondergrond in kaart te brengen, is er een zettingsberekening gemaakt. In Appendix 4: Technisch ontwerp wegen is deze berekening opgenomen. Deze zettingsberekening is gedaan ter plaatse van de dijk. Er wordt verwacht dat de zetting hier het grootst zal zijn, omdat de aardebaan hier het zwaarste weegt. De totale zetting bedraagt 0,9 meter. Deze zetting kan aanzienlijk verminderd worden tot 0,19 meter wanneer EPS blokken als ophoogmateriaal gebruikt wordt. Dit is een verschil van 0,72 meter. Echter zijn EPS blokken velen malen duurder dan ophoogzand. Dit nadeel moet wel meegenomen worden in de overweging tussen ophoogzand en EPS voor de uiteindelijke keuze.

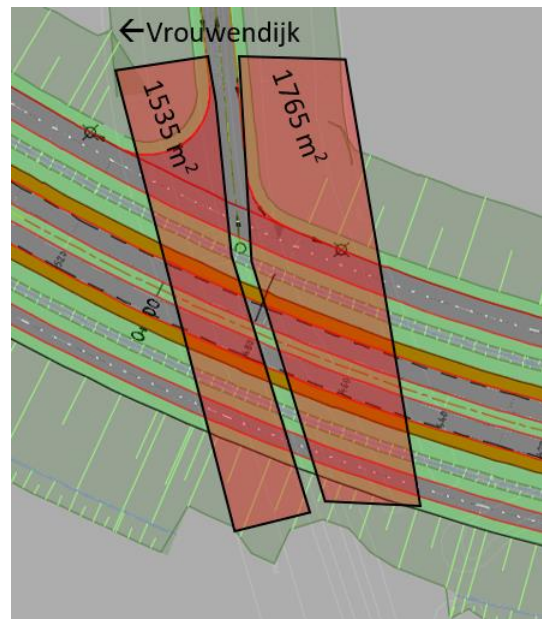
4.7.4 Natuurcompensatie

Het talud en de sloten van deze dijk maken deel uit van het Natuurnetwerk Zeeland, zie figuur 4.8. Het doel van het netwerk is natuurgebieden beter verbinden met elkaar en met het omringende agrarisch gebied. De Postweg moet over de dijk komen te liggen. Dit betekent dat het Natuurnetwerk Zeeland aangetast zal worden en dat de aangetaste oppervlakte gecompenseerd moet worden. De totale oppervlakte die verloren gaat is circa 3.300 m², zie figuur 4.9. De oppervlakte is berekend door middel van Civil3D. De oppervlakte wordt gecompenseerd in een gebied wat tussen de nieuwe weg en de bestaande postweg komt te liggen, zie figuur 4.10. Dit gebied heeft een oppervlakte van circa 11.550 m². Dit is ruim voldoende om het verloren natuurgebied te compenseren. Dit gebied is ook geschikt voor een natuurvriendelijke geluidswal. De geluidshinder bij de woningen tegenover het nieuwe tracé is rond de 48 en 53 dB. Dit is toelaatbaar, maar de gewenste geluidshinder is 48 dB of

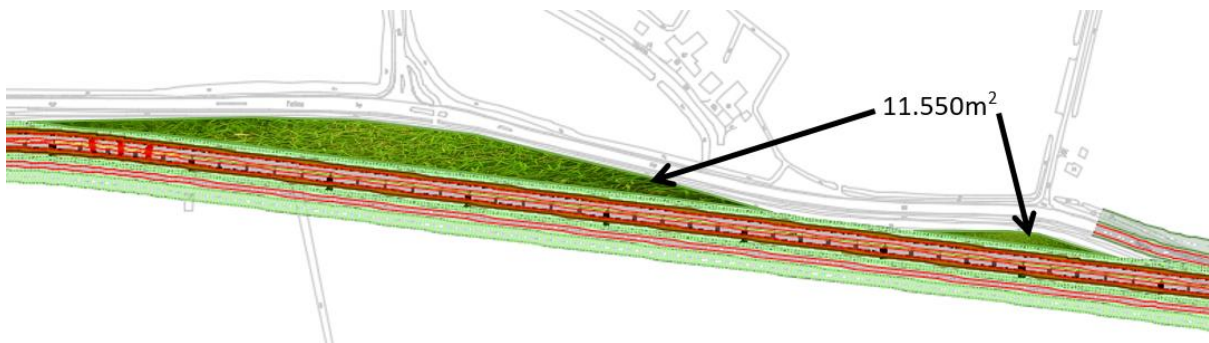
lager. Door een natuurvriendelijke geluidswal toe te passen wordt de ruimte gebruikt voor het reduceren van de geluidshinder bij de woningen en voor de compensatie van het aangetaste natuurgebied.



Figuur 4.9 Natuurnetwerk Zeeland



Figuur 4.8 Te compenseren natuurgebied



Figuur 4.10 Gecompenseerde ruimte voor verloren natuurgebied

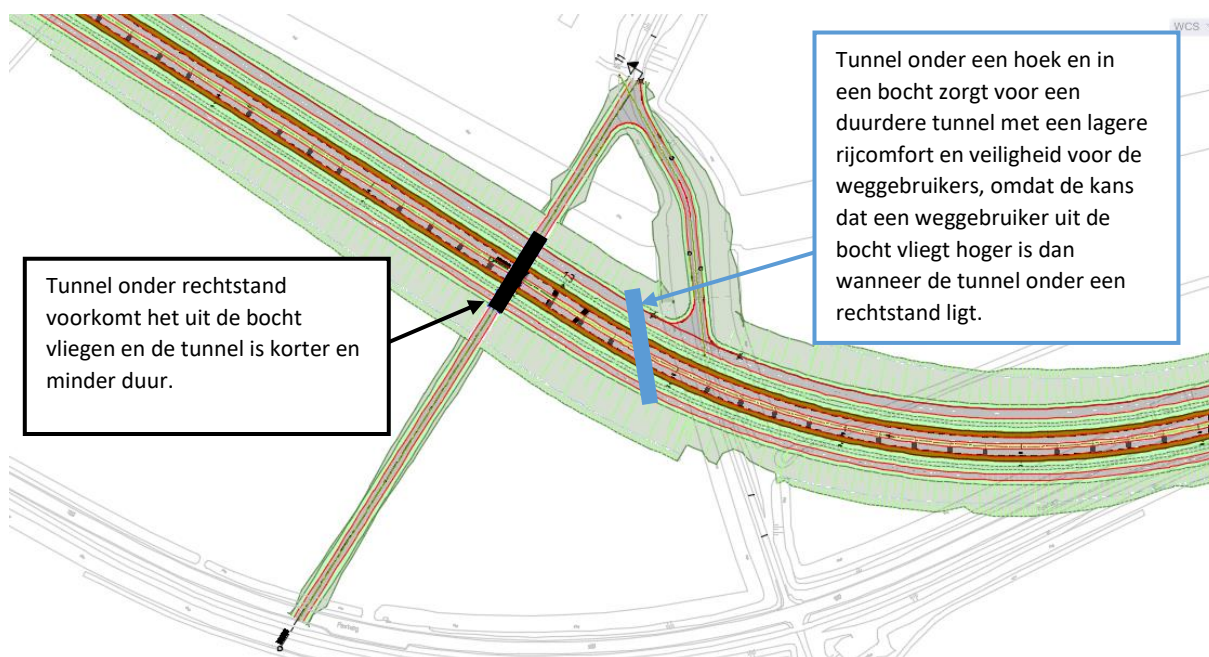
4.8. Hoe komt het ontwerp van de fiets- of landbouwtunnel eruit te zien?

De volledige uitwerking van het technisch ontwerp van de landbouwtunnel is opgenomen in Appendix 5: Technisch ontwerp landbouwtunnel. De keuze tussen een fiets- of landbouwtunnel is gemaakt in Appendix 3: Variantenanalyse. Hierin wordt geconcludeerd dat een landbouwtunnel de beste keuze is.

De tunnel komt ten westen van de Vrouwendijk te liggen, zie figuur 2.1. Aan deze kant van de dijk is meer ruimte, omdat er aan de andere kant van de dijk een kruispunt is. De weg moet daardoor sneller dalen, waardoor de tunnel dieper moet komen te liggen. Ook kan landbouwweg aan de zuidkant van de nieuwe Postweg laag blijven liggen, omdat de weg niet over de dijk moet.

Er is gekozen om de tunnel onder de rechtstand van het tracé te leggen, zodat de tunnel korter en dus ook goedkoper wordt. De tunnel ligt circa 125 meter buiten de dijk. Wanneer de tunnel dichterbij de dijk gerealiseerd wordt, komt de tunnel onder een hoek en in een bocht te liggen onder de nieuwe Postweg. De tunnel wordt daardoor langer, duurder en het rijcomfort en de veiligheid van de weggebruikers die over de tunnel rijden wordt verminderd, omdat de kans dat een weggebruiker uit de bocht vliegt hoger is dan wanneer de tunnel onder een rechtstand ligt. De zetting van een kunstwerk en de weg die erover ligt is vaak niet gelijk, hierdoor kan het kunstwerk hoger komen te liggen dan de weg. Wanneer er over het kunstwerk gereden wordt met een hoge snelheid, voelt dat voor de weggebruiker aan als een drempel. Een voertuig dat over een drempel in een bocht rijdt kan sneller uit de bocht vliegen doordat de auto omhoog gelanceerd wordt. De combinatie van het omhoog lanceren en de zijdelingse kracht die in een bocht plaatsvindt, zorgt er voor dat een voertuig sneller uit de bocht vliegt. Een goed voorbeeld van een soortgelijke situatie waarbij het viaduct in een bocht ligt, is het viaduct over de Steenbakkerijweg te Middelburg. Dit viaduct is onderdeel van de N57.

De tunnel komt buiten het beschermingsgebied van de regionale waterkering te liggen. Er hoeft daarom geen rekening gehouden te worden met de stabiliteit van de dijk



De tunnel moet hoog en breed genoeg zijn, zodat de twee maatgevende voertuigen van het CROW elkaar in de tunnel kunnen passeren. Het maatgevende voertuig is een landbouwvoertuig. De tunnel krijgt bij de ontwerpsnelheid 60 km/h een breedte van minimaal 7,50 meter en een hoogte van 4,60 meter. De totale lengte van de tunnel wordt 45,9 meter. De afmetingen en de vormgeving zijn verder uitgewerkt in Appendix 5: Technisch ontwerp landbouw-tunnel.

4.8.1 Wapeningberekeningen

De wapeningsberekeningen zijn opgenomen in Appendix 5: Technisch ontwerp landbouw-tunnel.

4.8.2 Tekeningen

De ontwerp-tekening en de wapeningstekening zijn opgenomen in Appendix 5: Technisch ontwerp landbouw-tunnel.

5. Conclusie

In de conclusie wordt antwoord gegeven op de onderzoeksvraag van dit onderzoek. De onderzoeksvraag luidt:

“Op welke wijze kan de verkeersveiligheid en de doorstroming van de gebiedsontsluitingsweg Postweg geoptimaliseerd worden, wanneer er wordt gekeken naar het alignement en de aansluitingen met het omliggende wegennet?”*

*Toelichting onderzoeksvraag: Onder optimaal wordt verstaan: Een variant van de Postweg die gemiddeld hoger scoort dan andere varianten op de aspecten veiligheid, doorstroming, kosten, hinder tijdens uitvoering en omgeving.

Om antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvraag, is er een onderzoek verricht naar wat de optimale variant is voor het nieuwe tracé van de N286 Postweg.

Ten eerste is er een vooronderzoek gedaan naar relevante theorie die kan helpen de hoofdvraag te beantwoorden. Deze theorie vormt het theoretisch kader. Op deze manier is er over de verschillende aspecten, die te maken hebben met het onderzoek, kennis verworven. Na het opstellen van het theoretisch kader is de methodiek, die gebruikt wordt om de onderzoeksvraag en de deelvragen te beantwoorden, opgesteld.

Vervolgens is er dieper ingegaan op de achtergrondinformatie van het gebied en is hierover een achtergrondanalyse opgesteld. Hieruit blijkt dat de veiligheid niet optimaal is, omdat alle wegen en percelen op de Postweg ontsloten worden. De meeste ongevallen op de Postweg gebeuren op de kruispunten. Een ander probleem op de Postweg is het landbouwverkeer. Het landbouwverkeer zorgt voor een beperkte doorstroming op de 80 km/h weg. Het komt vaak voor dat een auto een langzaam rijdend landbouwvoertuig in wilt halen, waardoor er een gevaarlijke inhaalmanoeuvre kan ontstaan. Er kan geconcludeerd worden dat de doorstroming en de veiligheid verbeteren wanneer er geen percelen en wegen op de weg ontsluiten en wanneer het landbouwverkeer niet meer toegelaten wordt op de Postweg. Dit zal alleen mogelijk zijn door een nieuw tracé aan te leggen.

Uit de achtergrondanalyse blijkt ook dat er veel veen in de ondergrond zit en dat een groot deel van het onderzoeksgebied een hoge archeologische waarde heeft. Een ander belangrijk aspect is de regionale waterkering die niet meer aan de normhoogte voldoet. De nieuwe Postweg moet daarom minimaal op 3,25 meter ten opzichte van NAP komen te liggen. Deze gegevens zijn van belang voor het bedenken van een nieuw realiseerbaar tracé.

Op basis van de achtergrondanalyse en overleggen met de Provincie Zeeland en het Waterschap Scheldestromen zijn functionele eisen tot stand gekomen. Vanuit de functionele eisen en de geldende normen en richtlijnen, die in het theoretisch kader zijn achterhaald, zijn de technische eisen voor een nieuw tracé tot stand gekomen. De functionele- en technische eisen vormen samen het 'Programma van Eisen'.

Na het bepalen van het programma van eisen zijn acht schetsvarianten opgesteld. Bij drie van deze schetsvarianten (variant 1A, 2A en 3A) is de doorstroming en veiligheid niet optimaal. Dit komt doordat niet alle percelen goed ontsloten worden en bij deze varianten moet het landbouwverkeer gebruik maken van de rotonde bij Poortvliet en de rotonde bij Tholen. Bij deze varianten wordt namelijk een fietstunnel en geen landbouwtunnel toegepast. Het landbouwverkeer hoeft geen gebruik te maken van de rotondes, wanneer er een landbouwtunnel toegepast wordt. Ook worden zo de percelen beter ontsloten. Omdat de doorstroming en de veiligheid centraal staan binnen dit

onderzoek, zijn deze schetsvarianten uitgesloten. Schetsvariant 4 wordt ook uitgesloten omdat hier de doorstroming en veiligheid niet optimaal is.

Bij de varianten 1B, 2B en 3B wordt een landbouwtunnel toegepast. Deze varianten hebben door de landbouwtunnel een optimale veiligheid en doorstroming en worden daarom **niet** uitgesloten.

Bij één schetsvariant (variant 5) is de veiligheid en doorstroming wel optimaal, maar deze variant biedt geen voordelen en wel nadelen ten opzichte van de andere drie varianten. Deze variant is daarom ook uitgesloten voor verder onderzoek.

De drie overgebleven varianten zijn verder uitgewerkt tot voorlopige ontwerpen. Deze voorlopige ontwerpen zijn beoordeeld door middel van een Multicriteria Analyse. Uit de Multicriteria Analyse kan geconcludeerd worden dat variant 2 de voorkeursvariant is. Om meer zekerheid bij deze keuze te krijgen is er een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Ook in de gevoeligheidsanalyse is variant 2 de voorkeursvariant. Er kan dus met zekerheid gezegd worden dat variant 2 de voorkeursvariant is.

Het antwoord op de onderzoeksvraag luidt:

De verkeersveiligheid en de doorstroming kan geoptimaliseerd worden door een nieuwe tracé voor de Postweg aan te leggen. Voor het nieuwe ontwerp van dit tracé wordt variant 2 aanbevolen. De veiligheid en de doorstroming is optimaal bij deze variant. Het landbouwverkeer en het fietsverkeer hebben bij dit ontwerp een vrijliggende route. Alle percelen en wegen worden door parallelwegen ontsloten. Door de landbouwtunnel zijn alle landbouwroutes met elkaar in verbinding, zonder dat er gebruik van de rotondes gemaakt moet worden. Het landbouwverkeer kan dus ongelijkvloers kruisen.

6. Discussie

De discussie kan gezien worden als de conclusie die getrokken is in het vorige hoofdstuk, maar dan gezien vanuit een breder perspectief. Dit hoofdstuk geeft een evaluatie van het onderzoeksproces weer. Zaken die aan bod komen zijn:

- Leermomenten;
- Aanbevelingen.

6.1. Leermomenten

Tijdens dit onderzoek heb ik één leermomenten ondervonden. De tijd waarbinnen ik het ontwerp van de landbouwtunnel heb gemaakt, had ik korter ingeschat. De vertraging heeft als reden dat ik de wapeningsberekeningen voor de landbouwtunnel meerdere malen heb moeten maken, omdat de scheurwijdtecontrole niet voldeed. Door deze inschattingsfout heb ik geleerd hoe ik het in het vervolg beter kan aanpakken. Overigens heb ik voor de rest geen leermomenten ondervonden tijdens het onderzoeksproces. Dit heeft als reden dat er duidelijke afspraken gemaakt zijn voor de scope van het onderzoek.

6.2. Aanbevelingen

Vanwege de beperkte tijd voor dit onderzoek zijn er een aantal zaken niet behandeld. Deze zaken moeten nader onderzocht worden. De volgende aanbevelingen kunnen hierover worden gedaan:

Natura 2000

1. De nabij gelegen Oosterschelde is een Natura 2000 gebied. Een nieuw tracé voor de N286 kan ertoe leiden dat er een vergunning in het kader van de natuurbeschermingswet aangevraagd dient te worden. Er moet hiervoor een Aeries berekening gemaakt worden om te beoordelen of er qua stikstof een probleem is met de Natura 2000 gebieden.

Ondergrondgegevens

2. De ondergrondgegevens die voor dit onderzoek zijn gebruikt zijn indicatieve kaarten en boormonsterprofielen van DINOLoket. Voor het maken van het bestek en de bestekstekeningen dienen er over de gehele lengte van het tracé bodemonderzoeken gedaan te worden, omdat de beschikbare gegevens te beperkt en te onnauwkeurig zijn.

Archeologie

3. De archeologische kaart die voor dit onderzoek is gebruikt, is een indicatieve kaart. Deze kaart is voor het maken van het bestek niet nauwkeurig genoeg. Voor het bestek dienen er archeologische onderzoeken uitgevoerd te worden over de gehele lengte van het tracé.

Ontwerp wegen

4. Om het ontwerp uitvoerbaar te maken dienen de ontwerptekeningen nog verder uitgewerkt te worden tot bestekstekeningen.
5. Voor het bepalen van de exacte hoeveelheden ten behoeve van de grondwerkzaamheden moet het Digital Terrain Model uitgebreid worden. Op dit moment is alleen een deel van de Postweg en een deel van de Vrouwendijk ingemeten.
6. De zettingsberekening is alleen ter plaatse van de dijk gedaan met beperkte ondergrondgegevens. Deze berekening is alleen geschikt als indicatie. In het

vervolgonderzoek moet voor het gehele tracé een nauwkeurige zettingsberekening gemaakt worden.

7. Er dient een definitieve kostenraming opgesteld te worden voor het ontwerp. De voorlopige kostenraming is gebaseerd op het voorlopig ontwerp.
8. Onderzocht moet worden welke maatregelen en aanpassingen nodig zijn op het gebied van kabels en leidingen. In de kostenraming is alleen een ruime schatting gemaakt voor kosten van deze maatregelen en aanpassingen.

Ontwerp landbouwtunnel

9. Voor de berekening van de wapening is er vanuit gegaan dat de tunnel op palen gefundeerd moet worden. Er is hiervoor gekozen omdat er verwacht wordt dat een deel van de tunnel op een veenlaag ligt. Dit is bepaald aan de hand van een dichtbij gelegen boring en een indicatieve kaart. De gegevens zijn niet nauwkeurig genoeg en uit een vervolgonderzoek zal moeten blijken of de tunnel op staal of op palen gefundeerd moet worden.
10. De fundering van de landbouwtunnel is niet berekend. De fundering van landbouwtunnel dient in een vervolgonderzoek berekend te worden.

Literatuurlijst

- Alles over marktonderzoek. (2015). Opgehaald van Alles over marktonderzoek:
<http://www.allesovermarktonderzoek.nl/onderzoeksmethoden>
- Braam , d. (2012). *Ontwerpen in gewapend beton (CB4)*. Boxtel: Aeneas.
- Braam , d., & Lagendijk , i. (2011). *Constructieel Gewapend Beton (CB2)*. Boxtel: Aeneas.
- CROW. (1998). *Eenheid in rotondes*. Ede: CROW.
- CROW. (2012). *Basiskennmerken wegontwerp - categorisering en inrichting van wegen*. Ede: CROW.
- CROW. (2015). *Basiskennmerken kruispunten en rotondes*. Ede: CROW.
- CROW. (2015). *Richtlijnen voor de bebakening en markering van wegen 2015*. Ede: CROW.
- CROW. (2016). *Over CROW*. Opgehaald van CROW: <http://www.crow.nl/over-crow>
- CROW. (april 2006). *Ontwerpwijzer fietsverkeer*. Ede: CROW.
- CROW. (november 2013). *Handboek wegontwerp 2013 Basiscriteria*. Ede: CROW.
- CROW. (november 2013). *Handboek wegontwerp 2013 Erftoegangswegen*. Ede: CROW.
- CROW. (november 2013). *Handboek wegontwerp 2013 Gebiedsontsluitingswegen*. Ede: CROW.
- Kadaster. (2016). *Klic melding*. Opgehaald van kadaster: <http://www.kadaster.nl>
- Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO. (2016). *DINOLoket Ondergrondgegevens*. Opgehaald van DINOLoket :
<https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>
- Nederlandse Encyclopedie. (2015). Opgehaald van Nederlandse Encyclopedie:
<http://www.encyclo.nl/begrip/bureauonderzoek>
- NEN. (2011). *Eurocode 0: Grondslagen van het constructief*. Delft: Nederlands Normalisatie-instituut.
- NEN. (2011). *Eurocode 1: Belastingen op constructies*. Delft: Nederlands Normalisatie-instituut.
- NEN. (2011). *Eurocode 2: Betonconstructies*. Delft: Nederlands Normalisatie-instituut.
- NEN. (2011). *Eurocode 4: Staal-betonconstructies*. Delft: Nederlands Normalisatie-instituut.
- Provincie Zeeland. (2016). *Cultuur historie*. Opgehaald van Geografisch Loket Provincie Zeeland:
<http://zldgwb.zeeland.nl/gwbh5/?Viewer=Cultuur%20Historie>
- Provincie Zeeland. (2016). *Infra en Vervoer*. Opgehaald van Geografisch loket Provincie Zeeland:
<http://intgwb1.zeeland.nl/GeoWebSL/?Viewer=Infra%20en%20Vervoer>
- Provincie Zeeland. (2016). *Natuur en Landschap*. Opgehaald van Geografisch loket Provincie Zeeland:
<http://intgwb1.zeeland.nl/GeoWebSL/?Viewer=Natuur%20en%20Landschap>
- Ridder, H. d. (2016). *Inleiding ontwerpen in de Civiele Techniek*. Delft: TU Delft.
- Rlight marktonderzoek. (2015). Opgehaald van Rlight marktonderzoek:
<http://www.rightmarktonderzoek.nl/methoden-onderzoek>

- Rijksoverheid. (2016). *Natura 2000*. Opgehaald van Rijksoverheid:
<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/natuur-en-biodiversiteit/inhoud/natura-2000>
- Rijkswaterstaat. (2015). *Richtlijnen Ontwerpen Kunstwerken*. Rijkswaterstaat.
- SWOV. (2012). *SWOV*. Opgehaald van Duurzaam Veilig Verkeer:
http://www.swov.nl/rapport/Factsheets/NL/Factsheet_Duurzaam_Veilig_principes.pdf
- Verschuren, P., & Doorewaard, H. (2010). *Ontwerpen van een onderzoek*. Den Haag: Boom Uitgevers.
- ViaStat. (2016). *ongevallen*. Opgehaald van viaStat: <https://viastat.via.nl/kaart.aspx?mode=init>
- Wegen Informatie Systeem. (2016). *Tellingen etmaalintensiteiten*. Opgehaald van Wegen Informatie Systeem: <http://wlserver:8201/apex/f?p=102:17:2307323214478881:::>

Appendix 1: Achtergrondanalyse

Appendix 2: Programma van eisen

Appendix 3: Variantenanalyse

Appendix 4: Technisch ontwerp wegen

Appendix 5: Technisch ontwerp landbouwtunnel