Effectenbeoordeling Onderzoeksfase

MIRT-Verdieping OV en Wonen Utrecht – Compacte Knoop

April 2025

DEFINITIEF

versie 3.0, woensdag 30 april 2025

U Ned maakt gezonde groei bereikbaar

Colofon

MIRT-verkenning OV en Wonen Regio Utrecht – Verdiepingsfase – Knoop Utrecht Centraal

	Naam	Datum
Opgesteld door	A.M. Bottema	29-04-2025
Gecontroleerd door	G. Kreike	29-04-2025
Vrijgegeven door	M. Donders	29-04-2025

Versiebeheer

Versie	Naam	Datum	Korte toelichting	Status
1.0	Effectenrapportage Onderzoeksfase	17-03-2025	T.b.v. 1ste oplevering en review Opdrachtgevers / Stakeholders	Concept
2.0	Effectenrapportage Onderzoeksfase	03-04-2025	Opmerkingen op Versie 1.0 verwerkt	Definitief
3.0	Effectenrapportage Onderzoeksfase	30-04-2025	Opmerkingen op Versie 2.0 verwerkt	Definitief

Uitgave

Mott MacDonald
House Modernes
Lange Viestraat 2B
3511 BK Utrecht

Sweco Nederland
De Holle Bilt 22
3732 HM De Bilt

Dit document is uitgegeven voor de partij die hiervoor opdracht heeft gegeven en voor de specifieke doeleinden die uitsluitend verband houden met het hierboven betitelde project. Andere partijen kunnen zich niet op dit document verlaten en het dient voor geen enkel ander doel te worden gebruikt. Wij aanvaarden geen enkele aansprakelijkheid voor de gevolgen van het gebruik van dit document door enige andere partij, noch voor het gebruik ervan voor enig ander doel, noch voor eventuele fouten of omissies in het document als gevolg van een fout of omissie in de door andere partijen aan ons verstrekte gegevens. Dit document bevat vertrouwelijke informatie en intellectuele eigendomsrechten. Het dient niet te worden getoond aan andere partijen zonder onze toestemming en de toestemming van de partij die opdracht heeft gegeven voor het document.

Inhoud

Colofon **2**

1 Inleiding **5**
1.1 Doel 5
1.2 Aanpak onderzoeksfase effectbeoordeling 6
1.3 Beoordelingskader en referentiesituatie 7
1.4 Geografische cluster Compacte Knoop en vier oplossingsrichtingen onderzoeksfase 8
1.5 Leeswijzer 9

2 Doelbereik en bereikbaarheid **10**
2.1 Doelbereik 10
2.2 Bereikbaarheid en verkeersveiligheid 13

3 Toekomstvastheid **17**
3.1 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek 17
3.2 Koppeling met ondergrondse Binnenstadsas 17
3.3 Conclusie 18

4 Technische aspecten **19**
4.1 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek 19
4.2 Haalbaarheid 20
4.3 Maakbaarheid 20
4.4 Onderhoudsaspecten 21
4.5 Conclusie 21

5 Ruimtelijke kwaliteit **22**
5.1 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek 22
5.2 Stedenbouwkundige en landschappelijke context 23
5.3 Groene en blauwe structuren 24
5.4 Lopen, verblijven en ontmoeten 24
5.5 Conclusie 25

6 Effecten gezond stedelijk leven **26**
6.1 Luchtkwaliteit 26

6.2 Geluid 27
6.3 Trillingen 31
6.4 Externe veiligheid 34
6.5 Uitvoeringshinder 36
6.6 Bodem 38
6.7 Water 43
6.8 Klimaat 49
6.9 Archeologie en cultuurhistorie 52
6.10 Duurzaamheid 56
6.11 Ecologie 56

7 Conclusie 61

Bijlage A: Beoordelingskader Zeef-2 64

1 Inleiding

In de MIRT-verkenning OV en Wonen regio Utrecht werken de ministeries van Infrastructuur en Waterstaat (IenW), Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties (BZK) (sinds juli 2024 ministerie van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening), de provincie Utrecht, de gemeente Utrecht en de gemeente Nieuwegein samen om te onderzoeken welk pakket aan maatregelen er nodig is om aan een robuust en toekomstbestendig mobiliteitssysteem te werken, met lokale, regionale en nationale effecten om bij te dragen aan:

- Het voorkomen van overbelasting rond Utrecht Centraal;
- Het Utrecht Science Park (USP) beter bereikbaar maken per OV;
- Het beter bereikbaar maken per OV van nieuwe woon- en werklocaties in Utrecht Zuidwest en Nieuwegein in 2030 en verder.

Eén van de oplossingsrichtingen binnen de MIRT-verkenning is de realisatie van een snelle spaakverbinding, de Merwedelijn, tussen Utrecht Centraal en de nieuwe woningbouwlocaties in zuidwest Utrecht. Deze hoogwaardige OV-verbinding maakt de ontwikkeling van woningen en arbeidsplaatsen met een veel kleinere toename van automobiliteit mogelijk, en zal naar verwachting dagelijks 50.000 tot 60.000 OV-reizigers aantrekken. Hiermee is de Merwedelijn een randvoorwaarde om de beoogde OV-schaalsprong en de hiermee samenhangende woningbouw te kunnen realiseren.

Eén van de bouwstenen binnen de Merwedelijn is de realisatie van een Compacte Knoop op Utrecht Centraal. Een goede aansluiting van de Merwedelijn biedt kansen voor een beter en toekomstbestendig knooppunt Utrecht Centraal en een korte looptijd naar de treinen leidt tot meer OV-kwaliteit en reizigers(opbrengsten), meer woningbouwmogelijkheden en meer kansen om regiobussen elders aan te takken. Een goede aansluiting op Utrecht Centraal en de bijbehorende transfer naar andere modaliteiten en bereikbaarheid van het centrum is bepalend voor de aantrekkelijkheid van de Merwedelijn en de mate waarin de beperking van automobiliteit bij nieuwe woningen haalbaar is.

Vanwege onzekerheid ten aanzien van technische maakbaarheid, financiële randvoorwaarden en voldoende doelbereik, is het na afronding van Zeef 2 binnen de MIRT-verkenning nog niet gelukt om bij het BO-MIRT 2024 een voorkeursalternatief vast te stellen. Deze onzekerheden hebben voornamelijk betrekking op de inpassing van de Merwedelijn, en zijn minder relevant voor de andere bouwstenen binnen de MIRT-verkenning (Busopties Waterlinieweg en USP, aanpassingen Uithoflijn, Papendorplijn). Hierop is bestuurlijk vastgesteld dat er een Verdiepingsfase specifiek voor de Merwedelijn wordt gestart, als tussenstap om tot een (voorlopig) voorkeursalternatief te komen bij het BO MIRT 2025. Onderdeel van deze Verdiepingsfase zijn:

- Een definitiefase met een review van de tot nu toe opgestelde documentatie en een creatief proces om eventuele nieuwe opties te identificeren en af te wegen.
- Een onderzoeksfase waarin een beperkt aantal opties verder worden uitgewerkt en beoordeeld, om een voorkeursoptie te identificeren.
- Een rapportagefase om een voorkeursvariant voor de Merwedelijn vorm te geven en te analyseren, alsook om het bestuurlijk proces richting het BO MIRT 2025 voor te bereiden.

1.1 Doel

Het doel van de Verdiepingsfase is om aanvullende beslisinformatie op te leveren om een (voorlopig) voorkeursalternatief vast te kunnen stellen tijdens het BO MIRT 2025, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen twee geografische clusters, cluster Knoop Utrecht Centraal en cluster Tracé (Merwedekanaal – Westraven en verder). Deze rapportage is onderdeel van de cluster Knoop Utrecht Centraal.

Geografisch gezien wordt het tracé binnen deze studie afgebakend door de halte Utrecht Centraal en de inpassing in het stationsgebied aan de oostzijde van het stationsgebied. Aan de westzijde van het gebied dient rondom het Anne Frankplein te worden ingetakt op de verschillende opties voor de rest van het tracé Merwedelijn die worden uitgewerkt binnen de werkgroep Tracé van deze Verdiepingsfase.

Binnen de Verdiepingsfase wordt voor de cluster Knoop Utrecht Centraal aanvullende beslisinformatie ten behoeve van verschillende varianten opgehaald, waarna kansrijke varianten vanuit vier mogelijke invalshoeken worden bepaald:

- Een maakbare variant passend binnen het budget van € 1,2 miljard, met zo acceptabel mogelijk doelbereik;
- Een maakbare variant welke aansluit bij het oorspronkelijke beoogde doelbereik;
- Een maakbare variant met extra budget, maar ook met een groter doelbereik (doorontwikkeling A12/Rijnenburg en meerwaarde voor woningbouw, werkgelegenheid en hoofdwegennet);
- Een Merwedelijn waar gefaseerd besluitvorming en/of realisatie kan worden toegepast.

1.2 Aanpak onderzoeksfase effectbeoordeling

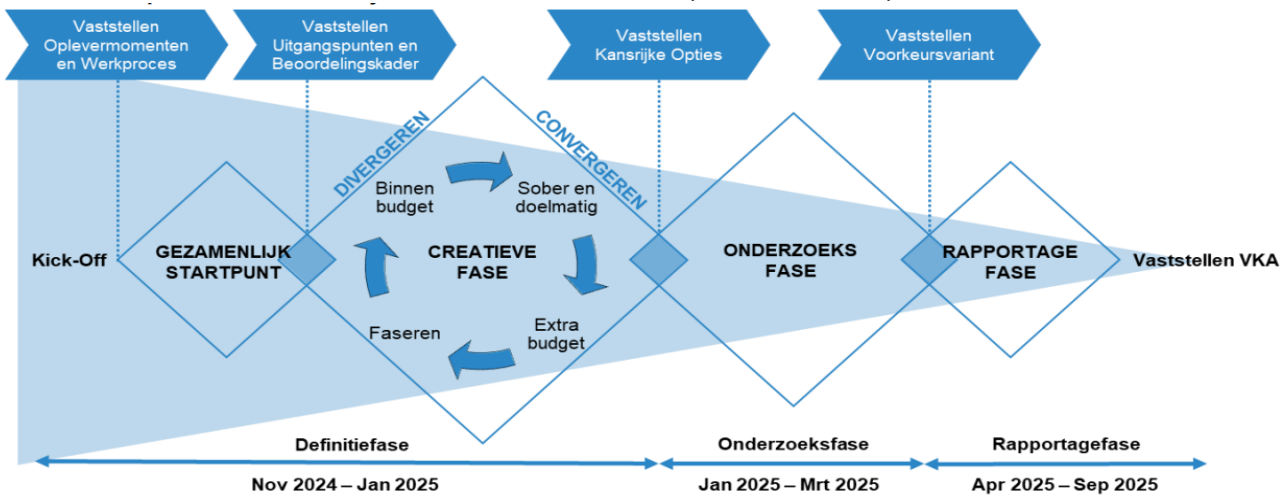
Deze rapportage geeft een overzicht van de effectbeoordeling van de Knoop Opties die als vier kansrijke opties voor verdere verdieping na de definitiefase zijn geselecteerd, zie Figuur 1. Het doel van de onderzoeksfase is om aanvullende beslisinformatie op te leveren om een (voorlopig) voorkeursalternatief vast te kunnen stellen tijdens het BO MIRT 2025. Als basis van deze onderzoeksfase zijn de documenten gebruikt uit de vorige fases. In Zeef 2 van de MIRT-verkenning OV en Wonen (de Beoordelingsfase) zijn de (kansrijke) oplossingsrichtingen beoordeeld op verschillende thema's, zoals doelbereik, effecten op het milieu, kosten en baten. Deze beoordeling is opgenomen in het Verkenningenrapport en planMER - MIRT Verkenning OV en Wonen Zeef 2 (d.d. November 2024). Het doel van het Verkenningenrapport en planMER is om een overzicht te geven van de problematiek, de onderzochte oplossingen, de bijdrage van de oplossingen aan de doelen en de effecten daarvan op de omgeving. Dit is gedaan voor de vier varianten en drie sub-varianten afkomstig uit zeef 2.

Voor deze fase zijn de vier kansrijke Knoop Opties beoordeeld op verschillende thema's, zoals doelbereik, toekomstvastheid, technische aspecten en de effecten op het milieu. Dit zijn aspecten die volgen uit het beoordelingskader zoals dat is opgesteld in de verdiepende fase naar het beoordelingskader zoals dat bekend is vanuit de MIRT-verkenningen OV en Wonen Zeef 2, bijlage A.

De vier kansrijke Knoop Opties zijn:

- Optie 1 – Knooppassage
- Optie 2 – Busstation West Hoog
- Optie 4 – Busstation West Maaiveld
- Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw

De resultaten van deze definitiefase zijn gebundeld in de Rapportage Definitiefase (207100269-003-B).



Figuur 1 Overzicht verdiepingsfase

Deze vier kansrijke Knoop Opties zijn voortgekomen uit de eerdere definitiefase, waarin verschillende opties zijn geëvalueerd om te bepalen welke het meest geschikt zijn voor verdere analyse in de onderzoeksfase. Meer informatie over de totstandkoming van deze vier kansrijke Knoop Opties is te vinden in het Rapportage Definitiefase - MIRT-verkenning OV en Wonen – Verdiepingsfase – Cluster Knoop Utrecht Centraal (d.d. 1 april 2025).

Gezien deze rapportage zich alleen focust op het geografische cluster Knoop Utrecht Centraal, komen alleen de beoordelingsaspecten aan bod die voor dit cluster beoordeeld kunnen worden. De beoordeling is kwalitatief gedaan en door middel van expert judgement nagekeken en waar mogelijk ondersteund met kwantitatieve gegevens. Waar mogelijk zijn de vergelijkingen gemaakt met de beoordeling en resultaten van de onderzochte alternatieven in de MIRT-verkenningen OV en Wonen. Deze rapportage heeft niet als doel om tot een eindbeoordeling te komen, maar enkel om een eerste inzage te geven en onderzoek aspecten te definiëren voor de rapportagefase ter voorbereiding van het Voorkeursalternatief (VKA). Naast deze effectenrapportage is er ook veel andere informatie onderzocht en gebruikt ten behoeve van de beoordeling in deze rapportage. Die informatie staat niet allemaal in dit rapport maar meer gedetailleerde informatie is te vinden in andere rapporten, zoals de verschillende effectnotities en het Verkenningenrapport en planMER - MIRT Verkenning OV en Wonen zeef 2 (d.d. November 2024), en in de Ontwerpverantwoording binnen deze Onderzoeksfase Compacte Knoop Utrecht Centraal (207100269-004-B d.d. 1 april 2025).

In de fase volgend op deze onderzoeksfase, de rapportagefase, worden onder andere vanuit de clusters Knoop Utrecht Centraal en Tracé (Merwedekanaal – Westraven en verder) kansrijke varianten voor de gehele Merwedelijn gedefinieerd. Deze aanvullende varianten vanuit de verdiepende fase worden dan in lijn en zoveel mogelijk op niveau worden gebracht met de onderzochte varianten binnen het verkenningenrapport en planMER van de MIRT-verkenning OV en Wonen. Naast het planMER brengt dat rapport uiteindelijk ook de uitkomsten en onderzoeksresultaten op doelbereik en technische aspecten van de MIRT-verkenning OV en Wonen samen, om een volledig overzicht te geven van de problematiek, de onderzochte oplossingen, de bijdrage van de oplossingen aan de doelen en de effecten daarvan op de omgeving.

Op basis van dit verkenningenrapport en planMER nemen de bestuurders van de opdracht gevende partijen in de besluitvormingsfase een beslissing over het Voorkeursalternatief. Met de Voorkeursbeslissing wordt de MIRT-verkenning afgesloten. Indien een Voorkeursbeslissing kan worden genomen start vervolgens de planning- en studiefase, waarin de uitwerking van het Voorkeursalternatief plaatsvindt (technisch, financieel).

1.3 Beoordelingskader en referentiesituatie

Het beoordelingskader is onderdeel van het planMER en bestaat uit de volgende vier onderdelen:

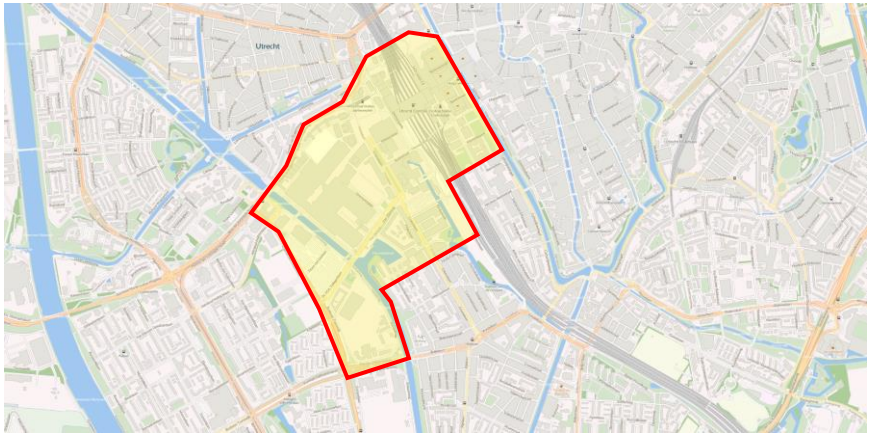
- **Doelbereik:** Bij de mate van doelbereik is er gekeken in hoeverre de alternatieven (waarin verschillende bouwstenen zijn verwerkt) bijdragen aan de drie doelstellingen van deze MIRT-verkenning OV en Wonen zoals benoemd in hoofdstuk 1.
- **Toekomstvastheid:** Bij het thema ‘Toekomstvastheid’ is getoetst in hoeverre de Knoop Opties toekomstige ontwikkelingen (on)mogelijk maken. Hierbij is gekeken naar het doortrekken van de Merwedelijn naar de historische binnenstad en Utrecht Science Park als ondergrondse tram.
- **Technische aspecten:** Haalbaarheid, maakbaarheid en onderhoudsaspecten komen voornamelijk voort uit de informatie uit de Ontwerpverantwoording (207100269-004-B) en beschrijven de mate waarin de technische aspecten tot risico’s en onzekerheden in de verdere uitwerking kunnen leiden.
- **Gezond stedelijk leven (met inbegrip van de milieueffecten):** De provincie en regio Utrecht zetten met het motto ‘gezond stedelijk leven voor iedereen’ in op de verbetering van de gezondheid van haar inwoners. De Opties zorgen onder andere voor een wijziging in het mobiliteitsnetwerk en kwaliteit van de bestaande omgeving. Zij hebben daardoor impact op een gezond stedelijk leven voor iedereen. Voor deze fase is er een eerste beoordeling in kaart gebracht voor de effecten: bereikbaarheid en verkeersveiligheid, ruimtelijke kwaliteit, externe veiligheid, gezondheid, uitvoeringshinder, bodem en water, archeologie en cultuurhistorie, ecologie en natuur en duurzaamheid en klimaatadaptatie.

De verwachte referentieontwikkeling zonder maatregelen is onderdeel van het planMER. Uit de analysefase van de MIRT-verkenning (zeef 1) is bekend dat de belangrijkste maatregel, de Merwedelijn, op zijn vroegst in 2034 kan zijn gerealiseerd. Om deze reden is ervoor gekozen om 2040 als referentiejaar te gebruiken. Dit is de situatie waarin er geen projectmaatregelen worden gerealiseerd en bestaat dus uit de huidige situatie en de autonome ontwikkelingen. Autonome ontwikkelingen zijn veranderingen die zich zullen voltrekken als noch de voorgenomen activiteit, noch één van de alternatieven wordt gerealiseerd.

Voor de beoordeling van de effecten is het belangrijk om een situatie te bekijken waarin het alternatief is gerealiseerd en de 'lijnen en knopen' al enige tijd in gebruik zijn. Projecten in de omgeving die al definitief zijn vastgesteld of binnenkort definitief worden vastgesteld en waarvan de realisatie conform de vigerende planning voor 2040 is voorzien, maken onderdeel uit van de autonome ontwikkeling en dus de referentiesituatie voor het bepalen van de effecten. Door een alternatief of opties te vergelijken met de referentiesituatie, worden vervolgens de effecten inzichtelijk gemaakt. Een uitgebreidere toelichting op het beoordelingskader en de referentiesituatie kan gelezen worden in Hoofdstuk 5.3 en 5.4 van het Verkenningenrapport en planMER - MIRT Verkenning OV en Wonen Zeef 2 (d.d. November 2024).

1.4 Geografische cluster Compacte Knoop en vier oplossingsrichtingen onderzoeksfase

Geografisch gezien wordt in deze studie gefocust op de inpassing van de Merwedelijn in de brede stationsomgeving rondom Utrecht Centraal. De verschillende tracé opties zijn beschouwd komende vanaf de Europalaan/Anne Frankplein naar Utrecht Centraal toe. De buitengrenzen van het plangebied worden globaal afgebakend door de Graadt van Roggenweg, Overste den Oudenlaan, Koningin Wilhelminalaan, Dichtersbaan en Catharijnesingel. De vier uitgewerkte opties in deze onderzoeksfase liggen binnen het rood omtrokken plangebied in Figuur 2. Vanaf het Anne Frankplein takt het tracé aan op de rest van het deel van de Merwedelijn die worden uitgewerkt binnen de werkgroep tracé van deze verdiepingsfase van de MIRT-verkenning OV en Wonen. Deze Effectenrapportage focust dan ook alleen op de beoordeling van de effecten binnen het geografische cluster Compacte Knoop.

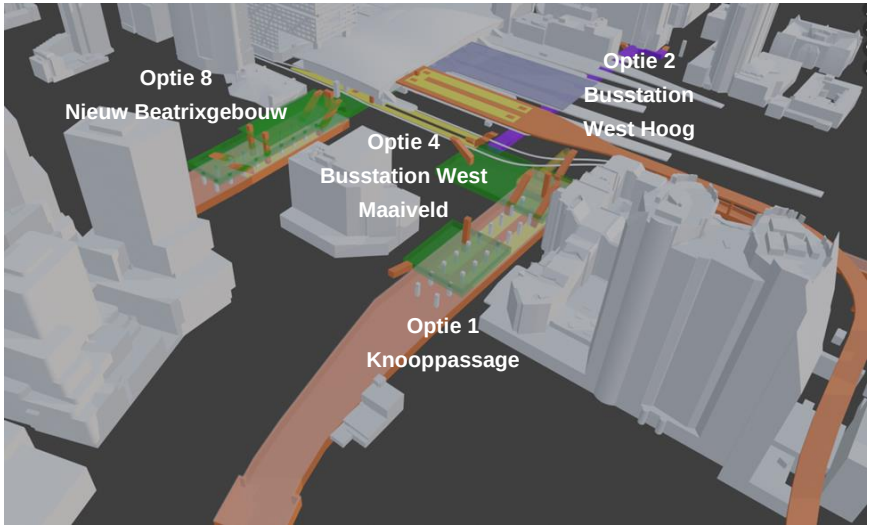


Figuur 2 Studiegebied geografische cluster Compacte Knoop

Vanuit de Definitiefase van dit project zijn vier Opties geïdentificeerd, welke zijn weergeven in figuur 3 en 4. Globaal gezien zijn de Opties als volgt te beschrijven.

- **Optie 1 – Knooppassage**: Een volledig ondergronds tracé met een halte onder de Knooppassage. Het tracé van deze optie loopt door middel van een geboorde tunnel onder het Beurskwartier en het Jaarbeursterrein naar het intakkingspunt.
- **Optie 2 – Busstation West Hoog**: Een volledig bovengronds tracé met een halte boven het huidige Busstation C. Het tracé van deze optie loopt door middel van een viaduct over de Valeriusbaan en de Van Zijstweg naar het intakkingspunt.
- **Optie 4 – Busstation West Maaiveld:** Een deels bovengronds en deels ondergronds tracé met een halte op maaiveld op het bestaande Busstation D. Het tracé loopt door middel van een hellingbaan op de Dichtersbaan ondergronds via het Kruisvaartpark (gebouwd) verder naar het intakkingspunt (geboord).
- **Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw:** Een volledig ondergronds tracé met een halte onder een te herontwikkelen Beatrixgebouw. Het tracé loopt door middel van een gebouwde (Cut&Cover) tunnel onder de Jaarbeursboulevard en de Overste Den Oudenlaan naar het intakkingspunt.

Figuur 3 vier oplossingsrichtingen onderzoeksfase Compacte Knoop



Figuur 4 Overzicht inpassing halte vier Knoop Opties Onderzoeksfase

Een uitgebreidere beschrijving van de Knoop Opties is terug te lezen in de Ontwerpverantwoording Onderzoeksfase MIRT-Verkenning OV en Wonen Compacte Knoop Utrecht Centraal (207100269-004-B d.d. 1 april 2025)

1.5 Leeswijzer

Deze rapportage is opgebouwd volgend de vier onderdelen van het beoordelingskader; Doelbereik, Toekomstvastheid, Technische aspecten en Gezond stedelijk leven (met inbegrip van de milieueffecten) met een aantal deelhoofdstukken. De deelhoofdstukken komen overeen met de beoordelingsaspecten uit het beoordelingskader MIRT Utrecht OV en Wonen Zeef 2. Zie ook Bijlage A voor dit beoordelingskader. Omdat deze rapportage zich alleen focust op het geografische cluster Knoop Utrecht Centraal, komen alleen de aspecten aan bod die in dit cluster beoordeeld kunnen worden.

In het laatste hoofdstuk 7 volgt een overzicht van alle beoordelingen van de Knoop Opties. Dit overzicht is enkel voor informatieve doeleinden en niet bedoeld voor een algehele beoordeling van de Knoop Opties en Alternatieven, aangezien niet elke beoordeling dezelfde weging dient te krijgen. Voor de leesbaarheid van deze rapportage zijn er enkele begrippen gehanteerd die hieronder toegelicht worden:

- MIRT-verkenning OV en Wonen Utrecht, hierna: MIRT-verkenning.
- Geografische clusters Compacte Knoop, hierna: Gebied Knoop.
- Geografische clusters Tracé, hierna: Gebied Tracé.
- Zeef 2 varianten, Alternatieven, hiermee worden de eerder alternatieven A, A1, B, C, D, D1 en D2 uit de MIRT-verkenning OV en Wonen Zeef 2 bedoeld.
- Knoop Opties, hiermee worden de kansrijke opties voor het cluster Compacte Knoop bedoeld, uit de MIRT-verdiepende fase, Knoop Opties 1, 2, 4 en 8.
- Ontwerpverantwoording Onderzoeksfase MIRT-Verkenning OV en Wonen Compacte Knoop Utrecht Centraal (207100269-004-B d.d. 1 april 2025), Verwijzingen zullen ook gemaakt worden naar de rapportage ontwerpverantwoording van de verdiepende fase voor het geografische cluster Knoop Utrecht Centraal. Hierna: ontwerpverantwoording Knoop.

2 Doelbereik en bereikbaarheid

2.1 Doelbereik

In het onderdeel ‘doelbereik’ wordt gekeken naar de mate waarin de opties bijdragen aan de doelstellingen van de MIRT-verkenning. De doelstellingen zijn:

1. Het voorkomen van overbelasting rond Utrecht Centraal;
2. Het Utrecht Science Park beter bereikbaar maken per openbaar vervoer;
3. Het beter bereikbaar maken per OV van nieuwe woon- en werklocaties in Utrecht Zuidwest en Nieuwegein in 2030 en verder.

Voor de knoop en de beoordeling van deze fase is er voornamelijk gekeken naar Doelstelling 1 - Het voorkomen van overbelasting rond Utrecht Centraal. De impact op Doelstelling 3 - Het beter bereikbaar maken van nieuwe woon- en werklocaties in Utrecht Zuidwest en Nieuwegein is nader geanalyseerd in Sectie 2.2.

2.1.1 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek

In Tabel 1 zijn de beoordelingsaspecten en bijbehorende criteria, parameters en methoden beschreven waarmee de Knoop Opties zijn getoetst. In de MIRT-verkenning OV en Wonen Zeef 2 is het doelbereik van de alternatieven (A, B, C en D) onder andere bepaald aan de hand van twee modellen, zijnde het Verkeersmodel Regio Utrecht (VRU) en de Movares Verbindingswijzer.

Voor deze fase zijn er geen modelanalyses gemaakt van de vier Knoop Opties. Er is alleen een toets gedaan voor doelstelling 1 Voorkomen overbelasting rondom Utrecht Centraal, door middel van expert judgement (Tabel 1). De scoringsmethodiek die aangehouden is, staat in tabel 2.

Tabel 2 Scoringsmethodiek Doelbereik

Score	Verklaring
+	Zeer goede doelbijdrage
+	Goede doelbijdrage
0	Voldoende doelbijdrage
-	Geen/onvoldoende doelbijdrage
--	Negatieve doelbijdrage

Tabel 1 Doelbereik aspecten en parameters

Doelstelling 1: Voorkomen overbelasting rondom Utrecht Centraal		
Aspect	**Parameter**	**Methode**
Verminderen knelpunten bij toeleidende routes busstation	Verandering in hoeveelheid bussen in drukste uur op de toeleidende routes en verandering in hoeveelheid kruisend overig verkeer: • Van Zijstweg (specifieke aandacht voor kruising met Croeselaan) • Vredenburg (specifieke aandacht voor kruising met Jacobsstraat)	Expert judgement
Verminderen knelpunt uitstappers halte Utrecht Centraal Centrumzijde	Aantal uitstappers per tram in drukste uur van trams bij Utrecht Centraal Centrumzijde en de verdeling over de verschillende uitgangen van de tramhalte (bijvoorbeeld relevant bij aanleg Zuidertunnel Utrecht Centraal).	Expert judgement
Functioneren van loopstromen in het stationsgebied Utrecht Centraal	Wijziging van loopstromen bij Utrecht Centraal	Expert judgement

2.1.2 Verminderen knelpunten bij toeleidende routes busstation

Er wordt een knelpunt verwacht op de buscorridors die naar Utrecht Centraal leiden, met name op punten waar bussen en overig verkeer (fietsers, auto's en voetgangers) elkaar kruisen. De provincie Utrecht heeft voor de referentiesituatie in 2040 en alle alternatieven berekend hoe vaak de stads- en streekbussen per uur zouden moeten rijden om de verwachte reizigersgroei op te vangen in de spits- en dalperioden (wat kan worden gezien als een conceptdienstregeling 2040). Voor dit beoordelingsaspect is gekeken hoeveel meer of minder bussen er volgens deze conceptdienstregeling rijden op de toeleidende routes naar Utrecht Centraal. Daarnaast is gekeken naar de verandering in de hoeveelheid kruisend overig verkeer (fiets en auto). Hoe lager de hoeveelheid kruisend overig verkeer, des te beter de doorstroming voor de bus bij drukke kruisingen. Specifiek is gekeken naar twee toeleidende routes: de Van Zijstweg (op deze route is de ochtendspits het drukste qua aantal bussen) en het Vredenburg (op deze route is de avondspits het drukste qua aantal bussen).

Tabel 3 toont de beoordeling op het aspect 'verminderen knelpunten bij toeleidende routes busstation'. Kijkende naar de Knoop Opties 1 – Knooppassage, 2 – Busstation West Hoog, en 8 – Nieuw Beatrixgebouw is de verwachting dat deze een gelijkwaardig bijdrage leveren aan het verminderen van knelpunten op de toeleidende routes. Bij deze drie Knoop Opties komt de Merwedelijn aan in het stationsgebied via eigen infrastructuur zonder andere stromen te kruisen op hetzelfde niveau. Deze drie opties scoren daarmee positief op hun bijdrage aan de doelbijdrage. Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld scoort op dit aspect neutraal. In deze optie is sprake van vervlechting van de bus- en tramstromen ter hoogte van het tram/busstation Jaarbeurszijde. De verwachting is dat het samen rijden zonder knelpunten kan, maar het scoort minder goed in de doelbijdrage dan de andere drie Knoop Opties.

Tabel 3 Beoordeling verminderen knelpunten bij toeleidende routes busstation

Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
+	+	0	+

2.1.3 Verminderen knelpunt uitstappers tramhalte Utrecht Centraal Centrumzijde

In de analyse Multimodale Knoop Utrecht Centraal (Arcadis, 2018) is geconcludeerd dat de wachtrijvorming bij het uitchecken van aankomende reizigers in combinatie met de relatief smalle perrons mogelijk een knelpunt gaat vormen in de toekomst op het perron en de stijgpunten richting het treinstation. Dit zorgt niet alleen voor een capaciteitsknelpunt maar ook voor een veiligheidsknelpunt. Knoop Optie 1 – Knooppassage scoort op dit aspect goed, omdat deze inclusief Zuidertunnel wordt gerealiseerd. De Zuidertunnel creëert een tweede toegang tot de tramhalte Centrumzijde, waardoor reizigers beter gespreid kunnen worden. De andere opties zijn hierin gelijkwaardig, ze beschikken allemaal over meerdere opgangen naar een transferhal en/of de stationshal en scoren neutraal. De frequentieverhoging van de Uithoflijn is ook van invloed op deze beoordeling, echter hier wordt niet op gevarieerd en is daarom niet meegenomen in deze beoordeling. Tabel 4 toont de beoordeling op het aspect 'verminderen knelpunt uitstappers tramhalte'.

Tabel 4 Beoordeling verminderen knelpunt uitstappers tramhalte

Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
+	0	0	0

2.1.4 Functioneren van loopstromen in het stationsgebied Utrecht Centraal

Het stationsgebied van Utrecht Centraal kent meerdere knel- en aandachtspunten. De OV-maatregelen zoals onderzocht in de MIRT-verkenning OV en Wonen kunnen de loopstromen veranderen en hiermee capaciteitsproblemen beïnvloeden. Een aantal knelpunten zijn hierbij te onderscheiden:

1. Entree stationsgebied vanaf het Jaarbeursplein.
2. Entree Utrecht Centraal Binnenstadszijde
3. Opgangen Busperron West (Jaarbeurszijde)
4. Opgangen Tram/Busperron Oost (Centrumzijde)
5. Opgangen Zuidertunnel

Naast bovenstaande knelpunten worden in de OV-terminal zelf geen knelpunten verwacht. Wel zijn knelpunten verwacht op de perrons van Utrecht Centraal, specifiek perron 5 en in mindere mate perron 18/19. Dit knelpunt is verder niet onderzocht in deze fase en wordt opgepakt via het uit te voeren capaciteitsvergrotingsplan (door ProRail). Voorbereidende werkzaamheden voor het knelpunt bij perron 5 zijn uitgevoerd en verbreding van het perron wordt momenteel gepland.

Veranderende loopstromen, veroorzaakt door de OV-maatregelen van de MIRT-verkenning, of wijzigingen in dienstregelingen, kunnen ervoor zorgen dat reizigersstromen minder goed verdeeld raken over het stationsgebied. Van Knoop Optie 1 – Knooppassage is de verwachting dat deze een goede bijdrage levert aan het spreiden van de loopstromen. Door de komst van de Zuidertunnel is er een directe route naar bus-, tram- en treinperrons. Uit de ontwerpverantwoording is naar voren gekomen dat de Zuidertunnel naar verwachting een groot aantal reizigers dient te verwerken, hier worden echter met het verwachte aantal reizigers in 2040 (nog) geen knelpunten verwacht. Eventuele nieuwe knelpunten als gevolg van nog niet bekende loopstromen door de introductie van een Zuidertunnel zijn niet onderzocht maar zijn wel mogelijk. Voor Knoop Opties 2, 4 en 8 zijn vanuit de ontwerpverantwoording geen knelpunten verwacht bij opgangen of entrees, en wordt de OVT maximaal benut. Benadrukt dient te worden dat bij een extra opgang tussen OVT en een bus- of tramperron rondom het Busperron West aan de Jaarbeurszijde, de instroom van reizigers naar de OVT op deze locatie zal toenemen.

Tabel 5 toont de beoordeling op het aspect ‘functioneren van loopstromen in het stationsgebied Utrecht Centraal, wat resulteert in voldoende doelbijdrage voor Optie 2 en Optie 4 en een goede doelbijdrage voor Optie 1 en Optie 8.

Tabel 5 Beoordeling functioneren van loopstromen

Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
+	0	0	+

2.1.5 Conclusie

Geen van de Knoop Opties heeft een negatieve bijdrage aan de doelstelling: voorkomen van overbelasting rondom Utrecht Centraal, waarbij dient te worden aangemerkt dat deze analyses zeer grofmazig zijn gedaan en aandachtspunten uit de vorige fase blijven bestaan. Net als bij de alternatieven uit de MIRT-verkenning zijn positieve bijdrage te herleiden tot de introductie van de Merwedelijn in algemene zin. Knoop Optie 1 – Knooppassage draagt het sterkst bij aan deze doelstelling door de komst van de Zuidertunnel. Knoop Opties 2 – Busstation West Hoog en 8 – Nieuw Beatrixgebouw leveren ook een goede bijdrage door de eigen vrij liggende infrastructuur en haltes. Optie 4 scoort neutraal omdat er samenvlechting is met de bus. Tabel 6 toont het overzicht van alle beoordelingen op een vijfpuntsschaal van zeer negatief (--) tot zeer positief (++) voor de Knoop Opties.

Tabel 6 Eindbeoordeling doelbereik

Aspect	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Verminderen knelpunten bij toeleidende routes busstation	+	+	0	+
Verminderen knelpunt uitstappers halte UCC	+	0	0	0
Functioneren van loopstromen in het stationsgebied UT CS	+	0	0	+

2.2 Bereikbaarheid en verkeersveiligheid

2.2.1 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek

De Knoop Opties zijn beoordeeld op bereikbaarheid en verkeersveiligheid. Tabel 7 geeft de beoordelingsaspecten en de bijbehorende criteria, parameters en methoden waarmee de opties zijn beoordeeld. Dit is hoofdzakelijk op basis van expert judgement, echter parameters zoals reistijden en loopafstanden zijn kwantitatief beoordeeld. In deze Verdiepingsfase zijn er geen modelberekeningen gemaakt of simulaties uitgevoerd. Meer informatie over de reistijden en loopafstanden is terug te vinden in de ontwerpverantwoording §5.3 Reistijd en reisbeleving. De scoringsmethodiek die is aangehouden staat in tabel 8.

Tabel 8 Scoringsmethodiek effecten bereikbaarheid en verkeersveiligheid

Score	Verklaring
++	Zeer positieve bijdrage/effecten
+	Positieve bijdrage/effecten
0	Neutrale bijdrage/ gelijkblijvende effecten
-	Negatieve bijdrage/effecten
--	Zeer negatieve bijdrage/effecten

Tabel 7 Beoordelingsaspecten bereikbaarheid en verkeersveiligheid

Bereikbaarheid			
Aspect	**Criterium**	**Parameter**	**Methode**
Bereikbaarheid / netwerkeffecten	Effecten op OV-netwerk	Effecten op de OV-reiziger: • Reistijden • Uitstraling/belevingswaarde/comfort OV-product	Kwantitatief voor reistijden en kwalitatief voor overige o.b.v. expert judgement
	Haltekwaliteit	• Belevingswaarde haltes: - Toegankelijkheid; - Vindbaarheid; - Veiligheid; - Comfort.	Kwalitatief o.b.v. expert judgement Loopafstanden kwantitatief
Inclusiviteit	Bereikbaarheid van haltes	• Loopafstanden tot haltes • Bereikbaarheid van haltes	Kwantitatief voor loopafstanden van halte en o.b.v. expert judgement voor bereikbaarheid van haltes.
	Toegankelijkheid van haltes	• Impact van fysieke barrières op toegankelijk maken van haltes	Kwalitatief o.b.v. expert judgement
Verkeersveiligheid			
Verkeersveiligheid	Kans op ongevallen	• Subjectieve verkeersveiligheid en veiligheidskenmerken ontwerp opties	Kwalitatief o.b.v. expert judgement

2.2.2 Effecten op OV-netwerk Merwedelijn

Verwacht wordt dat de veranderingen in het gebruik van het totale OV-systeem niet onderscheidend zullen zijn tussen de Knoop Opties. Bij alle Knoop Opties zal het bus gebruik van de lijnen 65, 74, 77 en 85 hoogstwaarschijnlijk afnemen, en zullen deze reizigers naar verwachting meer gebruik maken van de Merwedelijn. Voor alle lijnen geld dat een verminderde verbinding met de Binnenstad wordt gecreëerd, vanwege de introductie van een extra verplichte overstap op Utrecht Centraal.

Om het effect op het OV-netwerk te bepalen is daarom gekeken naar de gemiddelde reistijden op de verschillende opties. In tabel 9 staat een overzicht van de rij- en looptijden voor de Knoop-opties. Voor de beoordeling is er gekeken naar de rijtijden van Anne Frankplein naar Utrecht CS, en vervolgens de looptijden naar de verschillende bestemmingen vanaf de halte Merwedelijn Utrecht CS. Er is gekeken naar de looproutes naar:

- de treinperrons 11 en 12,
- busperrons West Jaarbeurszijde,
- bus/tramperrons Oost Centrumzijde,
- historische Binnenstad bij het kruisen van de Catharijnesingel.

Tabel 9 rijtijden en looptijden Alternatieven MIRT-verkenning en Opties Knoop in min.

	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Rij+Looptijd Merwedelijn Treinsporen 11 en 12	06:18	04:50	06:23	06:05
Rij+Looptijd Merwedelijn – Busperron West	05:03	03:48	05:10	04:21
Rij+Looptijd Merwedelijn – Bus/Tramperron Oost	07:27	06:26	07:45	07:27
Rij+Looptijd Merwedelijn – Binnenstad Catharijnesingel	08:39	08:43	10:09	09:59

Te zien is dat Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog (gemiddelde rij- en looptijd naar bestemmingen 05:57) de laagste reistijd kent, gevolgd door Optie 1 – Knooppassage (06:52) en Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw (06:58). Optie 4 – Busstation West Maaiveld scoort het slechtst (07:22) op reistijden, voornamelijk vanwege de lange rijtijd op de Merwedelijn. Hierdoor worden de opties gescoord zoals aanwezig in Tabel 10.

Tabel 10 Beoordeling criterium 'Effecten op OV-netwerk'

Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
+	++	0	+

2.2.3 Haltekwaliteit Merwedelijn - Aanlanding Utrecht Centraal

In deze paragraaf wordt de kwaliteit en belevingswaarde van de OV-halte aanlanding Utrecht Centraal geanalyseerd. De beoordeling is gebaseerd op vier aspecten: Toegankelijkheid, vindbaarheid, veiligheid en comfort.

Knoop Optie 1 – Knooppassage wordt gekenmerkt door een ondergronds gelegen tramhalte, wat de toegankelijkheid beperkt en de vindbaarheid mogelijk bemoeilijkt. De introductie van een Zuidertunnel draagt bij aan kortere looptijden en vermindert het aantal kruisende verkeersstromen vanwege de spreiding van reizigers. Echter, deze optie scoort minder goed op sociale veiligheid en comfort vanwege de ondergrondse halte. Hierdoor leidt de beoordeling van Knoop Optie 1 – Knooppassage tot een neutrale bijdrage aan de haltekwaliteit.

Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog & Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld bevatten beide een halte die goed vindbaar is en direct aansluit op de OV-terminal, met een opgang in het hoofdontvangstdomein. De aanwezigheid van een bovengrondse en overdekte route naar de diverse bestemmingen draagt bij aan een veilige en comfortabele looproute. Optie 4 biedt relatief een betere vindbaarheid ten opzichte van Optie 2, aangezien de tramhalte zich hier op hetzelfde niveau bevindt als de overige OV-modaliteiten.

De beoordeling van Knoop Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw is vergelijkbaar met die van Knoop Opties 2 en 4, met als belangrijkste verschil de aanwezigheid van meerdere hoogteverschillen en een opgang in het omgevingsdomein van het Forum. Dit resulteert in een verhoogd aantal kruisende voetgangersstromen en een minder gunstige vindbaarheid in vergelijking met Opties 2 en 4.

Tabel 11 geeft een overzicht van de beoordeling van de haltekwaliteit, onderverdeeld in de deelaspecten toegankelijkheid, vindbaarheid, veiligheid en comfort. De gecombineerde scores van deze deelaspecten leiden tot een eindoordeel over de haltekwaliteit.

Tabel 11 Beoordeling 'Haltekwaliteit Merwedelijn - Aanlanding Utrecht Centraal

Bouwsteen	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Toegankelijkheid	-	++	++	0
Vindbaarheid	--	+	++	-
Veiligheid	+	+	+	0
Comfort	0	+	+	0
Haltekwaliteit Merwedelijn - Aanlanding Utrecht Centraal' Totaal	0	+	++	0

2.2.4 Inclusiviteit

Reizigers kunnen verschillende fysieke en mentale drempels ervaren die zelfstandig reizen bemoeilijken of onmogelijk maken. Inclusiviteit in het openbaar vervoer is daarom een belangrijk onderwerp. In deze effectstudie is de inclusiviteit van de maatregelen getoetst aan de hand van twee criteria: De bereikbaarheid van de halte en de toegankelijkheid van de halte Utrecht Centraal.

Voor alle opties geld dat de hoeveelheid overstappen in het OV niet onderscheidend is. Knoop Optie 1 – Knooppassage en 8 – Nieuw Beatrixgebouw worden gekenmerkt door een diepe halte met veel hoogteverschillen. Hierdoor neemt de loopafstand toe en worden reizigers afhankelijk van voorzieningen zoals liften en roltrappen. Binnen Knoop Opties 1 en 8 zijn daarnaast geen roltrappen voorzien in de transfertunnel, waardoor de opties minder inclusief worden. Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog en 4 – Busstation West Maaiveld zijn meer inclusief, met weinig hoogteverschillen en korte looptijden. De toegankelijkheid van deze opties is hierdoor hoger. Tabel 12 geeft een overzicht van de beoordeling op inclusiviteit.

Tabel 12 Beoordeling Inclusiviteit

Bouwsteen	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Bereikbaarheid	-	++	+	0
Toegankelijkheid	-	++	++	0
Inclusiviteit Merwedelijn - Aanlanding Utrecht Centraal' Totaal	-	++	+	0

2.2.5 Verkeersveiligheid

De exacte consequenties van de maatregelen op de verkeersveiligheid zijn in dit stadium moeilijk vast te stellen. Vaak is dit sterk afhankelijk van de wijze waarop een maatregel wordt ontwerpen en uitgevoerd. Ook is het wenselijk naar de gehele Merwedelijn en eventueel daaruit voortvloeiende effecten op andere vervoersnetwerken te kijken. In deze fase van de MIRT-verkenning is de verkeersveiligheid op basis van expert judgement ingeschat voor de aanlanding van de Merwedelijn op Utrecht Centraal. Er is gekeken naar het aantal conflicterende bewegingen met de weg en de gebruikersstromen in de openbare ruimte. Knoop Opties 8 heeft een ondergronds tracé en Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog is ingepast op een viaduct en hebben daardoor geen conflicterende bewegingen binnen het gebied. De verwachting is dat Optie 4 enkel rondom de eindhalte Utrecht Centraal minder bijdraagt aan de verkeersveiligheid, omdat hier de bussen en trams samenkomen en er dus meer risico is op conflicten tussen die stromen. De rest van het aanlandende tracé is ondergronds en heeft daardoor geen conflicterende bewegingen binnen het gebied Knoop. Binnen Optie 1 zijn er ook geen conflicterende bewegingen op de toeleidende infrastrcutuur, maar ontstaat er een potentieel aandachtspunt met de opgang van de Zuidertunnel aan de Binnenstadszijde. De locatie van de entree heeft beperkte inpassingsruimte op een drukke locatie. Deze is daarom neutraal beoordeeld in deze fase. Tabel 13 toont de beoordeling op het aspect 'verkeersveiligheid'

Tabel 13 Beoordeling verkeersveiligheid

Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
0	+	0	+

2.2.6 Conclusie

Tabel 14 toont het overzicht van alle beoordelingen op een vijfpuntsschaal van zeer negatief (--) tot zeer positief (++) voor de Knoop Opties.

Tabel 14 Eindbeoordeling op het gebied van Bereikbaarheid en Verkeersveiligheid

Aspect		Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Bereikbaarheid / netwerkeffecten	Effecten op OV-netwerk	+	++	0	+
	Haltekwaliteit	0	+	++	0
Inclusiviteit	Bereikbaarheid van haltes	-	++	+	0
	Toegankelijkheid van haltes	-	++	++	0
Verkeersveiligheid	Merwedelijn - Aanlanding Utrecht Centraal	0	+	0	+

3 Toekomstvastheid

Het onderdeel ‘toekomstvastheid’ beschouwt de invloed van de opties op toekomstige ontwikkelingen, voornamelijk in hoeverre deze ontwikkelingen meer of minder mogelijk zijn dan in de referentiesituatie 2040. Voor de Knoopopties en de beoordeling van deze fase is er enkel gekeken naar de maakbaarheid van het doortrekken van de Merwedelijn als ondergrondse tramverbinding richting de binnenstad.

De Binnenstadsas is een belangrijke OV-schakel tussen binnenstad, stad en regio. Via de Binnenstadsas worden meerdere delen van de regio bediend, zijnde zowel de corridor richting Utrecht Noord over de St. Jacobsstraat, de corridor van de Binnenstadsas welke het USP verbindt met Utrecht Centraal en de bediening van Utrecht Oost. Deze delen van de regio zijn rechtstreeks verbonden met de Binnenstadsas en vormen belangrijke corridors voor de OV-knoop. Er rijden honderden bussen over de Binnenstadsas per dag, inclusief bussen van en naar Utrecht-Noord via de St. Jacobsstraat. In 2040 rijden langs het Vredenburg naar verwachting circa 180 bussen per uur in de avondspits, beide richtingen samen, aangezien hier zowel bussen richting Utrecht Noord als Utrecht Oost samen rijden De ‘optelsom van functies’ knelt, en er zijn lokale ambities voor het realiseren van meer ruimte voor verblijven, fietsen, lopen en groen. Eén van de mogelijke oplossingsrichtingen is de aanleg van een ondergrondse tramverbinding via de Binnenstadsas naar Rijnsweerd en het USP. Deze verbinding heeft de potentie om het knelpunt van de overbelaste Binnenstadsas op te lossen. Een dergelijke verbinding vervangt een groot deel van de bussen op de Binnenstadsas. Logischerwijs zou dit een doorkoppeling zijn van de Merwedelijn, waardoor Utrecht Zuidwest, Nieuwegein en IJsselstein direct worden verbonden met de binnenstad (en het USP) per tram.

Tabel 15 Beoordelingsaspecten Toekomstvastheid

Toekomstvastheid			
Aspect	Criterium	Parameter	Methode
Toekomstvastheid i.r.t. doortrekken Merwedelijn naar binnenstad / USP als ondergrondse tram	Maakbaarheid	Mate van maakbaarheid van toekomstscenario	Kwalitatief o.b.v. expert judgement, eventueel aangevuld met principeschets

3.1 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek

In tabel 15 is het beoordelingsaspect, het bijbehorende criteria, parameter en methode beschreven waarmee de Knoop Opties zijn getoetst. Voor de opties die doorgekoppeld kunnen worden aan een ondergrondse Binnenstadsas zijn principeschetsen gemaakt binnen de ontwerpen. De scoringsmethodiek die aangehouden is staat in tabel 16.

Tabel 16 Scoringsmethodiek ‘effecten binnenstadsas als ondergrondse tramverbinding’

Score	Verklaring
++	Deze score is niet van toepassing / wordt niet gegeven
+	Er zijn geen (haalbaarheids-/ technische) uitdagingen aanwezig
0	Er zijn (haalbaarheids-/ technische) uitdagingen aanwezig, maar deze zijn naar verwachting goed oplosbaar
-	De (haalbaarheids-/ technische) uitdagingen zijn groot, maar oplosbaar
--	De (haalbaarheids-/ technische) uitdagingen zijn complex en vormen mogelijk een showstopper

3.2 Koppeling met ondergrondse Binnenstadsas

Voor de MIRT-verkenning OV en Wonen is het relevant te onderzoeken of de keuze voor één van de opties van de Merwedelijn het doortrekken richting de binnenstad technisch (on)mogelijk maakt. Voor de Knoop Opties geldt dat de maakbaarheid van een doortrekking van de Merwedelijn met name afhankelijk is van de inpassing van de ondergrondse infrastructuur rondom het stationsgebied.

In de ontwerpverantwoording is de uitvoering van het ontwerp van de Knoop Opties behandeld en toegelicht. Daarin is aangemerkt dat voor Knoop Optie 1 – Knooppassage de technische inpassing en haalbaarheid voldoende is om de Merwedelijn te koppelen aan een toekomstige ondergrondse Binnenstadsas. Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog ligt op een plateau boven busstation C/D waarbij het niet mogelijk is om de tram door te trekken naar de binnenstad en dus zeer negatief is beoordeeld. Voor Optie 4 – Busstation West Maaiveld kan er wel eenvoudig een koppeling gemaakt worden aan het huidige tramnetwerk op maaiveld, zowel met de Uithoflijn (via Leidseveertunnel) als de huidige SUNIJ-lijn (via Jaarbeursplein). Een doorkoppeling aan een ondergrondse Binnenstadsas is niet mogelijk en om deze reden krijgt ook Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld een zeer negatieve score. Een doorkoppeling met een bovengrondse tram door de binnenstad zou in deze optie wel mogelijk zijn, dit is echter geen beoordelingsaspect voor deze verkenning en daarom ook verder niet meegenomen. Voor Knoop Optie 8 - Nieuw Beatrixgebouw is het in de basisoptie onmogelijk om deze door te koppelen met de ondergrondse Binnenstadsas. Er is echter een variant denkbaar waarbij de halte onder het Beatrixgebouw anders georiënteerd wordt. Dit is zeer complex maar dan is het technisch mogelijk om een ondergrondse doorkoppeling te maken naar de binnenstadsas. Een gedraaide oriëntatie van de eindhalte ten behoeve van een koppeling met een ondergrondse Binnenstadsas zal vanwege de boogstralen in het toeleidende wisselcomplex leiden tot een halte die grotendeels onder de busperrons C en D zal zijn gesitueerd. Daarnaast conflicteert een gedraaide oriëntatie met de bestaande kolommen van het Beatrixtheater. Deze variatie zorgt ervoor dat Optie 8 een negatieve beoordeling krijgt.

Tabel 17 toont beoordeling op het aspect Binnenstadsas als ondergrondse tramverbinding voor de Knoop Opties

Tabel 17 Beoordeling koppeling Binnenstadsas als ondergrondse tramverbinding

Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
+	--	--	-

3.3 Conclusie

Voor de Verdiepingsfase is het criterium Toekomstvastheid in relatie tot doortrekken Merwedelijn naar de binnenstad / USP als ondergrondse tram losgelaten als bindend uitgangspunt. Dit verklaart ook de negatieve en zeer negatieve scores op dit criterium, het doortrekken van de Merwedelijn naar de Binnenstadsas als ondergrondse tramverbinding is immers niet maakbaar. Tabel 18 toont het overzicht van alle beoordelingen op een vijfpuntsschaal van zeer negatief (--) tot zeer positief (+) voor de Knoop Opties.

Tabel 18 Eindbeoordeling Toekomstvastheid

Aspect	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Binnenstadsas als ondergrondse tramverbinding	+	--	--	-

4 Technische aspecten

De technische aspecten haalbaarheid en maakbaarheid (technische inpassing) en onderhoudsaspecten zijn toegelicht in de Ontwerpverantwoording Onderzoeksfase MIRT-Verkenning OV en Wonen Compacte Knoop Utrecht Centraal (207100269-004-B d.d. 1 april 2025). Enkel de aspecten haalbaarheid, maakbaarheid en onderhoudsaspecten zijn beschouwd en beoordeeld. De onderdelen zijn kwalitatief beschouwd en beoordeeld ten aanzien van de mogelijke effecten en het te verwachten (risico)niveau / niveau van optreden (van grote complexiteit tot eenvoudig realiseerbaar/oplosbaar).

De focus is gelegd op de aspecten die onderscheidend zijn voor de Knoop Opties en van invloed kunnen zijn op de haalbaarheid. Aspecten die in dit hoofdstuk niet aan de orde komen zijn bijvoorbeeld tunnelveiligheid, waarvoor de ontwerpen ten alle tijden aan deze eisen dienen te voldoen en hierdoor niet onderscheidend zijn. De provincie Utrecht is beleidsmatig eindverantwoordelijk voor het OV-systeem én de beschikbaarheid van het systeem. De opgave van de beheerder is dat te voorzien in een kwalitatief goed en doelmatig beheer van het tramsysteem.

4.1 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek

De beoordeling is gedaan op basis van de ontwerpen die voor de Knoop Opties zijn opgesteld. De ontwerpen, de ontwerpverantwoording en de voorliggende notities zijn tot stand gekomen uit een gezamenlijk proces met de betrokken partijen (gemeente Utrecht, provincie Utrecht, Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, ProRail en NS).

De beoordeling van de technische inpassing is opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- Haalbaarheid
- Maakbaarheid
- Onderhoudsaspecten

Binnen het criterium haalbaarheid is de focus gelegd op de confrontatie van het technisch ontwerp met wet- en regelgeving en grond-/eigendomsposities. Het gaat hierbij om de wijze waarop (private) eigendommen worden gepasseerd en in hoeverre dit oplosbaar wordt geacht (verwerving, mogelijkheid tot aangaan van gebruiksovereenkomsten, zoals rechten van opstal). Dit richt zich enkel op de eindsituatie.

Bij het criterium maakbaarheid is beschouwd of de Knoop Opties technisch maakbaar zijn. De technische aspecten zijn kwalitatief beschreven. Uit de beschrijving komt naar voren (waarom) welke Knoop Opties eenvoudig, uitdagend of complex zijn met de specifieke technische risico's en/of hoe die zijn te beheersen.

De maakbaarheid volgt voornamelijk uit de constructieve mogelijkheden en beperkingen van de ontwerpen binnen haar omgeving. Daarbij dient te vermeld dat er geen constructieve ontwerpen zijn opgesteld. Op basis van expert judgement zijn de opties beschouwd. Bij het criterium onderhoudsaspecten is beoordeeld of er problemen/risico's zijn te verwachten in het onderhoud van de maatregelen.

De beoordeling van de aspecten haalbaarheid en maakbaarheid leiden uiteindelijk tot een score per criterium, waarbij de kwalitatieve beoordelingsmethodiek in Tabel 19 is gehanteerd voor onderlinge vergelijkbaarheid.

Tabel 19 Scoringsmethodiek Technische aspecten

Score	Verklaring
++	Deze score is niet van toepassing / wordt niet gegeven
+	Er zijn geen (haalbaarheids-/ technische) uitdagingen aanwezig
0	Er zijn (haalbaarheids-/ technische) uitdagingen aanwezig, maar deze zijn naar verwachting goed oplosbaar
-	De (haalbaarheids-/ technische) uitdagingen zijn groot, maar oplosbaar
--	De (haalbaarheids-/ technische) uitdagingen zijn complex en vormen mogelijk een showstopper

4.2 Haalbaarheid

Alle Opties binnen deze verdiepingsfase kruisen in verhouding tot de Alternatieven uit de MIRT-verkenning Zeef 2 veel privégronden, aangezien dit uitgangspunt in deze fase is losgelaten. Vanuit de ontwerpverantwoording is hiervoor de data uit tabel 20 meegenomen. Hierbij dient te worden benoemd dat met alle grote partijen waarvan mogelijk percelen worden gekruist gesprekken worden gevoerd over mogelijke inpassing van traminfrastructuur op de percelen, maar dat hier in deze fase nog geen uitsluitsel over kan worden gegeven en de analyse op draagvlak in deze fase nog bekend is.

Binnen Knoop Optie 1 – Knooppassage is een groot deel van het tracé ingepast op grond van de Jaarbeurs met veel impact op de realisatie van het Beurskwartier, en daarnaast is een deel van de eindhalte gesitueerd op grond van het Rijksvastgoedbedrijf. De afhankelijk van beide partijen is hierbij groot.

Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog en Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld zijn grotendeel ingepast op publieke grond, met relatief kleine afhankelijkheden van de Rabobank en kleine particuliere eigendommen.

Knoop Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw kent een zeer grote afhankelijkheid van de Jaarbeurs, zowel voor de eindhalte als voor het tracé. Tabel 21 geeft een overzicht van de scores op haalbaarheid voor de verschillende Opties.

Tabel 20 Tracéoppervlakte op verschillende perceeleigendommen

Aspect	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Totale tracéoppervlakte	32.000 m^2	17.900 m^2	31.800 m^2	20.600 m^2
Publiek eigendom	13.200 m^2	14.900 m^2	27.200 m^2	9.000 m^2
Eigendom Jaarbeurs	14.500 m^2	0 m^2	200 m^2	11.600 m^2
Eigendom Rabobank	900 m^2	3.000 m^2	1.300 m^2	0 m^2
Eigendom Rijksvastgoedbedrijf	2.700 m^2	0 m^2	0 m^2	0 m^2
Privé-eigendom / particulier	700 m^2	0 m^2	3.100 m^2	0 m^2

Tabel 21 Beoordeling haalbaarheid – eigendomsposities

Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
-	0	0	-

4.3 Maakbaarheid

De maakbaarheid van de opties heeft voornamelijk betrekking op de technische inpassing van de halte(s), het alignement en mogelijke transfervoorzieningen. De mate van complexiteit is hierbij bepalend voor de score, de mate waarin hinder plaatsvindt is dit (voor dit criteria) niet.

De complexiteit van Optie 1 richt zich voornamelijk op de eindhalte Utrecht Centraal, het toeleidende wisselcomplex en de Zuidertunnel. De integrale inpassing van een eindhalte met de ontwikkeling van het Knoopcomplex Fase 2 en 3 en het conflict van het toeleidende wisselcomplex met de ontwikkeling van het Beurskwartier zijn complex maar inpasbaar. Ook de inpassing van een Zuidertunnel onder de sporen is complex maar inpasbaar. Door het voorbouwen van de tunneldelen op de perrons en het realiseren van de transfertunnel per spoorbundel, kunnen afhankelijkheden in realisatie grotendeels worden weggenomen en kan deze complexiteit worden verminderd. Het overige geboorde tracé is naar verwachting goed inpasbaar onder de fundering van de Jaarbeurshallen, het Merwedekanaal en de Overste Den Oudenlaan.

Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog is minder complex, voornamelijk omdat dit bovengronds wordt ingepast. De grootste complexiteit van deze optie ligt in de brugconstructie die dient te worden gerealiseerd om de gebouwen en parkeergarage van de Rabobank te kruisen. Door hier te kiezen voor een brugconstructie resulteert dit in een dure inpasbare oplossing. Ook de inpassing van een eindhalte boven het busperron is technisch complex, maar inpasbaar. Hierbij dient voornamelijk rekening te worden gehouden met de afsteuning van de kolommen op het bestaande busperron C, alsook de impact op de nabijgelegen sporen.

Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld kent een zeer complexe inpassing rondom de eindhalte. Dit is niet direct gerelateerd aan de eindhalte Utrecht Centraal, maar voornamelijk aan de inpassing van alternatieve buscapaciteit als

gevolg van het onttrekken van Busstation D. Ook spelen er risico's bij het vervolg van het tracé op de Dichtersbaan, welke dicht bij de sporen is gesitueerd en impact heeft op de inpasbaarheid van de bestaande HOV-baan op de Valeriusbaan en de nieuwe ontwikkelingen in de Kruisvaartkade.

Knoop Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw kent een technisch complexe inpassing van de eindhalte Utrecht Centraal, welke grotendeels afhankelijk is van de mogelijke herontwikkeling van het Beatrixgebouw. Ook de te realiseren transfertunnel kent een moeilijke technische inpassing, waarbij voornamelijk de inpassing van de opgangen naar de busperrons complex is. De rest van het tracé over de Jaarbeursboulevard is relatief goed inpasbaar, waarbij dient te worden benoemd dat het raakvlak met WKO-bronnen elders wordt beoordeeld.

De scores voor maakbaarheid zijn weergegeven in Tabel 22, waarbij voor geen van de opties showstoppers zijn geïdentificeerd. Optie 1 en Optie 4 kennen inpassingen die complex maar oplosbaar zijn, Optie 2 en Optie 8 zijn beter inpasbaar en kennen minder risico's.

Tabel 22 Beoordeling maakbaarheid

	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Maakbaarheid	-	0	-	0

4.4 Onderhoudsaspecten

De laatste beoordelingspunten gaan over robuustheidsaspecten en het effect op beheer en onderhoud. Verwacht wordt dat de robuustheidsaspecten niet onderscheidend zijn voor de vier opties, aangezien in de ontwerpuitgangspunten is meegenomen dat een frequentie van 24 keer per uur per richting en bijstuurmogelijkheden bij defect materieel dient te worden gegarandeerd.

Voor beheer en onderhoud kan in algemene zin worden benoemd dat een ondergronds tracé meer beheer en onderhoud zal vergen dan een bovengronds tracé, dat daarnaast een grotere lengte van het tracé een negatief effect zal hebben op de beheer- en onderhoudskosten en dat ten slotte krappe boogstralen een negatief effect hebben op beheer- en onderhoudskosten.

Tabel 23 laat de beoordelingsscore op de onderhoudsaspecten zien. Knoop Optie 1 – Knooppassage scoort door een kort ondergronds tracé met ruime boogstralen het best qua beheer en onderhoud en heeft daarom een positieve score. Knoop Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw heeft een iets langer tracé met krappere boogstralen en kent hierdoor een neutrale bijdrage. Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog heeft ook een wat langer tracé met krappere boogstralen maar is geheel bovengronds, deze kent ook een neutrale bijdrage. Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld heeft het langste tracé, wat ondergronds met zeer krappe boogstralen dient te worden ingepast. Dit leidt tot een negatieve bijdrage aan beheer en onderhoud.

Tabel 23 Beoordeling onderhoudsaspecten

	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Robuustheid	++	++	++	++
Beheer en onderhoud	+	0	-	0
Onderhoudsaspecten Totaal	+	0	-	0

4.5 Conclusie

Tabel 24 geeft een eindbeoordeling van de technische aspecten. De tabel laat zien dat er voor bepaalde opties complexe uitdagingen liggen in haalbaarheid (Optie 1 – Knooppassage en Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw) en maakbaarheid (Optie 1 – Knooppassage en Optie 4 – Busstation West Maaiveld). Deze uitdagingen zijn complex, maar oplosbaar.

Tabel 24 eindbeoordeling technische aspecten

Aspecten	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Haalbaarheid	-	0	0	-
Maakbaarheid	-	0	-	0
Onderhoudsaspecten	+	0	-	0

5 Ruimtelijke kwaliteit

Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten van het onderzoek naar ruimtelijke kwaliteit. Er wordt een kwalitatieve beschouwing gegeven van de vier opties aan de hand van drie criteria om tot een gezamenlijke beoordeling van de ruimtelijke kwaliteit te komen. De drie aspecten zijn:

1. Stedenbouwkundige en landschappelijke context
2. Groene en blauwe structuren
3. Lopen, verblijven (inclusief barrièrewerking) en ontmoeten

5.1 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek

Om de effecten van OV en Wonen op de ruimtelijke kwaliteit te vatten, zijn de OV-lijnen in gebieden verdeeld, zodat lokale verschillen in de effecten op de ruimtelijke kwaliteit kunnen worden onderscheiden. De indeling is gebaseerd op de mate waarin alternatieven lokaal onderscheidend zijn, maar ook op de plaatsen waar in het referentiescenario grote ruimtelijke ontwikkelingen zullen plaatsvinden. Figuur 5 toont de verdeling van de deelgebieden voor de bouwstenen.

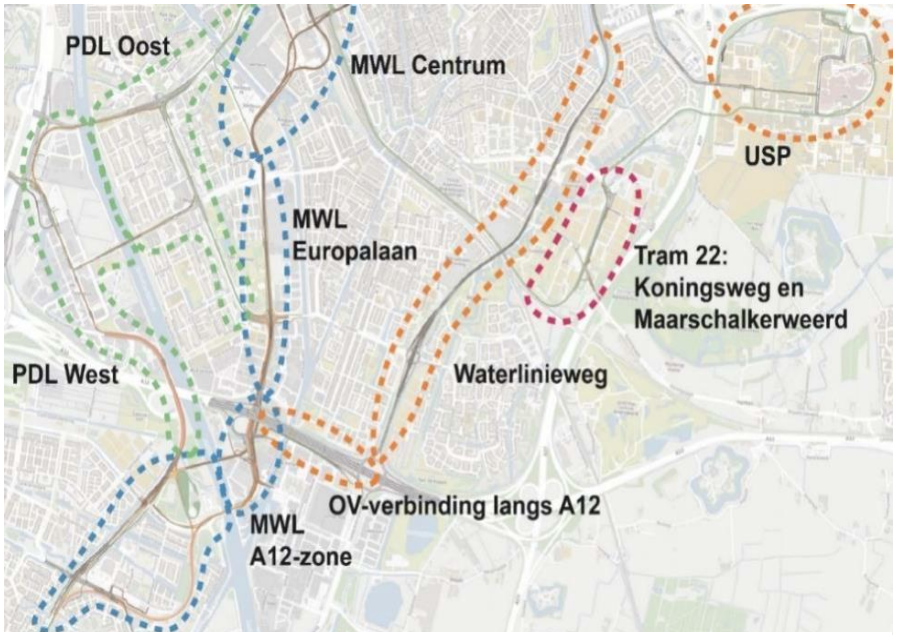
Voor deze fase van de Knoop Opties is enkel gekeken naar het gebied MWL Centrum en is op basis van expert judgement een beoordeling toegekend aan de drie aspecten met verschillende criteria, zie tabel 25. De scoringsmethodiek die gehanteerd wordt, staat in tabel 26.

Tabel 25 Beoordelingsaspecten Ruimtelijke kwaliteit

Aspect	Criterium	Methode
Stedenbouwkundige en landschappelijke context	1. Aansluiting op stedenbouwkundige structuur en kwaliteit 2. Mate waarin alternatief kansen biedt de ruimtelijke kwaliteit te versterken 3. Aansluiting op gewenste gemeentelijke stedenbouwkundige kwaliteit op basis van onder andere de Ruimtelijke Strategie Utrecht 2040 en Omgevingsvisie Nieuwegein	Kwalitatief o.b.v. expert judgement,
Groene en blauwe structuren	1. Impact op ruimtelijke kwaliteit langs groene en groenblauwe structuren. 2. Ruimte voor het verder ‘vergroenen’ van de routes. 3. Impact op het recreatief gebruik van de routes. Welke ruimte/ kwaliteit is er of ontstaat er na inpassing voor recreatie langs/op de routes. 4. Mogelijkheden tot verbeteren verbinding stad – omliggende landschappen	Kwalitatief o.b.v. expert judgement
Lopen, verblijven (inclusief barrièrewerking) en ontmoeten	1. Is er een fijnmazig voetgangersvriendelijk voetgangersnetwerk mogelijk dat goed aansluit op het stadsweefsel en logisch aansluit op de stedenbouwkundige context en bereikbaarheid van bestemmingen? 2. Voldoende ruimte voor een aantrekkelijke omgeving met ruimte voor verblijven 3. Oversteekbaarheid (barrièrewerking) 4. Kan de omgeving worden ingericht zodat deze uitnodigt tot sporten, spelen, bewegen en elkaar ontmoeten?	Kwalitatief o.b.v. expert judgement

Tabel 26 Scoringsmethodiek Ruimtelijke kwaliteit

Score	Verklaring	Wanneer toegekend?
++	Zeer positieve bijdrage/effecten	Sterke verbetering van de ruimtelijke kwaliteit
+	Positieve bijdrage/effecten	Enige versterking van de ruimtelijke kwaliteit
0	Neutrale bijdrage/ gelijkblijvende effecten	Vrijwel geen verbetering van de ruimtelijke kwaliteit
-	Negatieve bijdrage/effecten	Vermindering van de ruimtelijke kwaliteit
--	Zeer negatieve bijdrage/effecten	Sterke aantasting van de ruimtelijke kwaliteit



Figuur 5 Deelgebieden beoordeling ruimtelijke kwaliteit Merwedelijn

5.2 Stedenbouwkundige en landschappelijke context

De Knoop Opties zijn beoordeeld op de mate van aansluiting op stedenbouwkundige structuur en kwaliteit. Hierbij is gekeken naar de mate waarin de optie kansen biedt om de ruimtelijke kwaliteit te versterken en deze aansluiting heeft op de gewenste gemeentelijke stedenbouwkundige kwaliteit (op basis van o.a. de Ruimtelijke Strategie Utrecht 2040 en Omgevingsvisie Nieuwegein).

Knoop Optie 1 – Knooppassage sluit aan bij de stedenbouwkundige ambities in het stationsgebied. Deze optie doet een bijdrage aan de reuring in het gebied ten zuidwesten van het station. Door middel van verdere nieuwbouw en gebiedsontwikkeling langst de route van tramhalte naar OVT kan het gebied nog verder versterkt worden. Reizigers leveren in deze optie een bijdrage aan de sociale veiligheid en maken het mogelijk om commerciële functies in de plinten van nieuwbouw zeer kansrijk te maken. Het verdere ondergrondse tracé heeft enige impact op bestaande stedenbouwkundige plannen, maar gezien de planfase waarin deze verkeren is hierin nog goed bij te sturen. De eventuele mogelijke tussenhalte ligt op een stedenbouwkundig aantrekkelijke plek in een gebied met een hoge bebouwingsdichtheid (nieuwe defensie), des te meer met het oog op verdere gebiedsontwikkeling in de scheg aan de overzijde van de Van Zijstweg.

Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog sluit minder goed aan bij de stedenbouwkundige structuur en ambities van het stationsgebied. Hoewel de fysieke kruisingen van modaliteiten (tram-fiets/voet) zijn vermeden, is er wel een voelbare impact van het viaduct in het gebied. Dit geldt voor het gehele tracé, zoals bij bestaande bebouwing zoals Villa Jongerius, maar ook nieuwe gebiedsontwikkelingen zoals het Beurskwartier. Mitigerende maatregelen zijn de hoogte van het viaduct op 15 tot 18 meter boven maaiveld waarmee voldoende lichtinval en een prettige openbare ruimte valt te realiseren, alsmede de beoogde zo slank mogelijke uitvoering van het viaduct zelf. De eindhalte ligt strategisch direct aan de OVT, maar biedt weinig ruimte voor stedelijke ontwikkeling boven het busstation. Meekoppelkansen zijn in deze optie dus beperkt.

Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld benut de bestaande busplatforms en is daarmee in de basis neutraal ten opzichte van de huidige situatie, echter dienen de bussen boven bus- of treinsporen gecompenseerd te worden, wat een negatieve impact heeft op de stedenbouwkundige kwaliteit, omdat bussen zich op het forumniveau gaan begeven. Dit maakt ook verdere nieuwbouw of gebiedsontwikkeling boven het busstation onmogelijk. In het verdere tracéverloop is het wegzakken van het alignement tussen de gebouwen van de Rabobank en de treinsporen een stedenbouwkundig goede oplossing, omdat hiermee het forumniveau ook kan worden doorgetrokken boven de hellingbaan en dit hierdoor ruimtelijk weinig impact heeft. De eventuele mogelijke tussenhalte ligt op een onlogischere plek dan bij Knoop Optie 1, 2 en 8, aangezien deze in een gebied met lage bebouwingsdichtheid en beperkte beschikbare ruimte ligt.

Knoop Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw is een geïntegreerde oplossing, die van het Beatrixgebouw (momenteel een gesloten volume met weinig interactie met de openbare ruimte) een open, openbare, en toegankelijk gebouw beoogt te maken. In deze optie snijdt het mes aan twee kanten, en worden zowel tramhalte als gebouw middels synergie verbeterd. De tramhalte zorgt voor ‘loop’ in het gebouw en maakt commerciële en maatschappelijke functies mogelijk, wat een betere

business case biedt. De ruimte boven het busstation kan in deze optie onafhankelijk (eerder) gerealiseerd worden, waarmee het stationsgebied als geheel sterker wordt. De integratie van in- en uitgangen zorgt voor spreiding van loopstromen en sociale veiligheid. Het verdere verloop van het tracé is ondergronds en heeft hierdoor geen impact op de ruimtelijke kwaliteit. De eventuele tussenhalte ligt op een stedenbouwkundig aantrekkelijke plek in een gebied met een hoge bebouwingsdichtheid, des te meer met het oog op verdere gebiedsontwikkeling in de scheg aan de overzijde van de Van Zijstweg.

Tabel 27 Beoordeling stedenbouwkundige en landschappelijke context

Bouwsteen	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Context S&L	++	-	-	++

5.3 Groene en blauwe structuren

Wat betreft de groene en blauwe structuren is het belangrijk te benadrukken dat het hier gaat om de mensgerichte waarde van groen, met name de groenbeleving. Ecologische en cultuurhistorische waarden komen in andere hoofdstukken aan de orde. Voor de beoordeling van dit thema is gekeken naar de impact op ruimtelijke kwaliteit langs groene en groenblauwe structuren, ruimte voor het verder ‘vergroenen’ van de routes, impact op het recreatief gebruik van de routes en mogelijkheden tot verbeteren van de verbinding tussen stad en omliggende landschappen.

In het dicht bebouwde gebied rondom Utrecht Centraal en het direct toeleidende tracé is er relatief weinig groene en blauwe waarde. De geprojecteerde haltes liggen allen op locaties waar ook op dit moment weinig tot geen groen of blauw aanwezig is. In Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog is er wel impact op bestaande laanbomen, maar deze kunnen relatief eenvoudig worden verplant. Dit geldt ook voor de Cut&Cover oplossing in Knoop Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw. Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld heeft echter een mogelijke tussenhaltelocatie (half) in het bestaande park, en heeft daarmee wel enige impact op bestaande oudere bomen die niet te verplanten zullen zijn, alsmede op het watersysteem aldaar.

Tabel 28 Beoordeling groene en blauwe structuren

Bouwsteen	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Groene en blauwe structuren	0	0	-	0

5.4 Lopen, verblijven en ontmoeten

Een fijnmazig voetgangersvriendelijk voetgangersnetwerk dat goed aansluit op het stadsweefsel en logisch aansluit op de stedenbouwkundige context en relevante bestemmingen, is van toegevoegde waarde voor de ruimtelijke kwaliteit. Voor de beoordeling op dit aspect is de aansluiting op het voetgangersnetwerk onderzocht. Een aantrekkelijke omgeving moet zowel gelden vanuit het perspectief van de mensen buiten de bus/tram als vanuit het perspectief van de gebruikers van het openbaar vervoer. Voor de beoordeling van dit aspect is de ruimte voor een aantrekkelijke omgeving om te verblijven onderzocht. Bij een fijnmazig stratenpatroon past een fijnmazig patroon van oversteekplaatsen. Voor beoordeling op dit aspect is de oversteekbaarheid, of negatief geformuleerd, de barrièrewerking, onderzocht.

Knoop Optie 1 – Knooppassage biedt een fijnmazig netwerk, met vanuit de eindhalte diverse uitgangen die direct naar bestemmingen lopen. De spreiding van reizigers heeft een positief effect op het bredere stationsgebied, en biedt kansen voor het realiseren van nieuwe bestemmingen in het gebied. De toevoeging van de Zuidertunnel biedt meerwaarde, niet alleen voor tramreizigers, maar ook voor de overstap trein – trein, bus – bus en tram - tram. Vanwege de ondergrondse ligging is er geen barrièrewerking op de rest van het tracé.

Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog heeft vanwege de hoogteligging geen directe impact op voetgangersstromen, de eindhalte biedt een zeer directe overstap op de trein, en de tweede uitgang richting de Moreelsebrug maakt de verbinding met de Moreelsebrug heel makkelijk. Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld heeft geen impact op bestaande voetgangersstromen vanwege de ligging op het bestaande busstation. Voor zowel Optie 2 als Optie 4 geldt echter dat de verblijfswaarde afneemt vanwege de introductie van OV-modaliteiten op het bestaande voetgangersdomein van Utrecht Centraal. Dit is in grotere mate het geval voor Optie 2, vanwege het toeleidende tracé op hoogte.

Knoop Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw heeft geen impact op bestaande voetgangersstromen, maar levert wel een toevoeging aan de connectiviteit tussen Jaarbeursplein en Forumniveau, alsmede de toegankelijkheid van het busstation (door de koppeling op -1 tussen tram/Beatrixgebouw en busplatform). Tabel 29 geeft een beoordeling op lopen, verblijven en ontmoeten.

Tabel 29 beoordeling lopen, verblijven en ontmoeten

Bouwsteen	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Lopen, verblijven en ontmoeten	+	-	0	++

5.5 Conclusie

Vanuit het perspectief ruimtelijke kwaliteit is een ondergrondse Merwedelijn in Utrecht en een halte geïntegreerd met een bouwopgave, het optimale. Knoop Optie 1 – Knooppassage en Knoop Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw bieden daarbij meer meerwaarde voor gebiedsontwikkeling en loopstromen dan Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld. De eindhalte ligt in alle optie op zeer korte afstand van de treinen, wat de reizigersbeleving ten goede komt. De kwaliteit van de (korte) wandeling naar de treinen is in Optie 8 het beste want sterk geïntegreerd in het bouwvolume. In alle opties is er weinig impact op groenblauwe structuren, en is de knoop voldoende compact (overstaptijden naar trein zijn kort tot zeer kort). In Tabel 30 is de eindbeoordeling in een overzichtstabel weergegeven.

Tabel 30 Eindbeoordeling Ruimtelijke Kwaliteit

Aspect	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Context S&L	++	-	-	++
Groene en blauwe structuren	0	0	-	0
Lopen, verblijven en ontmoeten	+	-	0	++

6 Effecten gezond stedelijk leven

6.1 Luchtkwaliteit

6.1.1 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek

In deze fase is een kwalitatieve beschouwing uitgevoerd naar de effecten op de luchtkwaliteit in het projectgebied Knoop Utrecht Centraal ten opzichte van de eerdere onderzoeksresultaten vanuit de planMER MIRT-Verkenning OV en Wonen Zeef 2. Hierbij is gekeken hoe de Knoop Opties zich verhouden tot de alternatieven. In het eerdere onderzoek is er zowel een kwantitatieve als kwalitatieve beschouwing uitgevoerd en een beoordeling gegeven van de effecten op basis van de veranderingen die optreden in de intensiteiten en stagnatiefactoren van het wegverkeer. Wegverkeer zorgt namelijk voor uitstoot van luchtverontreinigende stoffen. Tramverkeer en busverkeer zijn in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten, omdat in alle alternatieven gebruik wordt gemaakt van elektrisch aangedreven vervoersmiddelen (uitgangspunt voor busvervoer is elektrisch materieel). Deze vervoersmiddelen stoten dus geen NO2 uit. De scoringmethodiek die gehanteerd is, staat in tabel 31.

Tabel 31 Scoringsmethodiek luchtkwaliteit

Score	Verklaring
++	Zeer positieve bijdrage/effecten
+	Positieve bijdrage/effecten
0	Neutrale bijdrage/ gelijkblijvende effecten
-	Negatieve bijdrage/effecten
--	Zeer negatieve bijdrage/effecten

6.1.2 Luchtkwaliteit

Omdat het uitgangspunt is dat tramverkeer en busverkeer elektrisch materieel gebruiken, hebben deze geen invloed op de resultaten voor luchtkwaliteit. Wel van invloed is de verplaatsing van het autoverkeer, waardoor een verschil in de luchtkwaliteit kan ontstaan. Een toename in verkeersintensiteit kan ervoor zorgen dat grens- of advieswaarden worden overschreden. Kijkende naar het gebied de Knoop, dat veel kleiner is dan het eerdere onderzoeksgebied, hebben de Knoop-opties geen significante invloed op de autoverkeerstromen en intensiteit en krijgen daarom een beoordeling van 0, en hiermee krijgen ze een neutrale en niet onderscheidende score toegekend, zie tabel 32.

Tabel 32 Beoordeling luchtkwaliteit

Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
0	0	0	0

6.1.3 Conclusie

De beoordeling van de alternatieven Zeef-2 laat zien dat er geringe verschillen te verwachten zijn ten aanzien van de luchtkwaliteitssituatie. Bij alle oplossingsalternatieven zijn er gevoelige bestemmingen waar de luchtkwaliteitssituatie zal verbeteren en zal verslechteren, maar de verschillen tussen de alternatieven zijn niet onderscheidend. Kijkende naar de Knoop-opties, wordt eenzelfde beoordeling gegeven en hiermee is luchtkwaliteit een niet-onderscheidend aspect. Tabel 33 toont het overzicht van de beoordeling voor de Knoop Opties.

Tabel 33 Beoordeling luchtkwaliteit

Aspect	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Luchtkwaliteit	0	0	0	0

6.2 Geluid

Binnen de gemeente Utrecht wordt gebruik gemaakt van regels die bepalen dat tramgeluiden samen mogen worden genomen met naastgelegen gemeentelijke wegen en getoetst kunnen worden als gemeentelijke weg. Dit komt doordat tramlijnen vaak parallel aan wegen lopen, waardoor het geluid van zowel tram als weg als één bron wordt ervaren. Dit geldt ook voor nieuwe tram- of metrolijnen (Beleidsnota Geluid en Trillingen voor de bestaande stad en de nieuwe ontwikkelingen in de gemeente Utrecht – Januari 2024). Dit houdt in dat er lagere grenswaarden gelden dan wanneer de geluidsbelasting van railverkeer voor bestemmingen wonen zou worden aangehouden. In Utrecht worden de volgende standaardwaarden gehanteerd: de grenswaarde voor geluid ter plaatse van woningen langs een nieuw aan te leggen weg en/of trambaan is 53 dB voor weg- en railverkeerslawaai. Bij wijziging van een bestaande weg of trambaan kan de wettelijke grenswaarde van 70 dB soms noodzakelijk zijn. De ambitiewaarde vanuit gezondheid is 63 dB en wordt, indien mogelijk, niet overschreden. Voor geluidgevoelige bestemmingen zoals woningen geldt een binnenwaarde van 33 dB voor wegverkeerslawaai en 35 dB voor railverkeerslawaai.

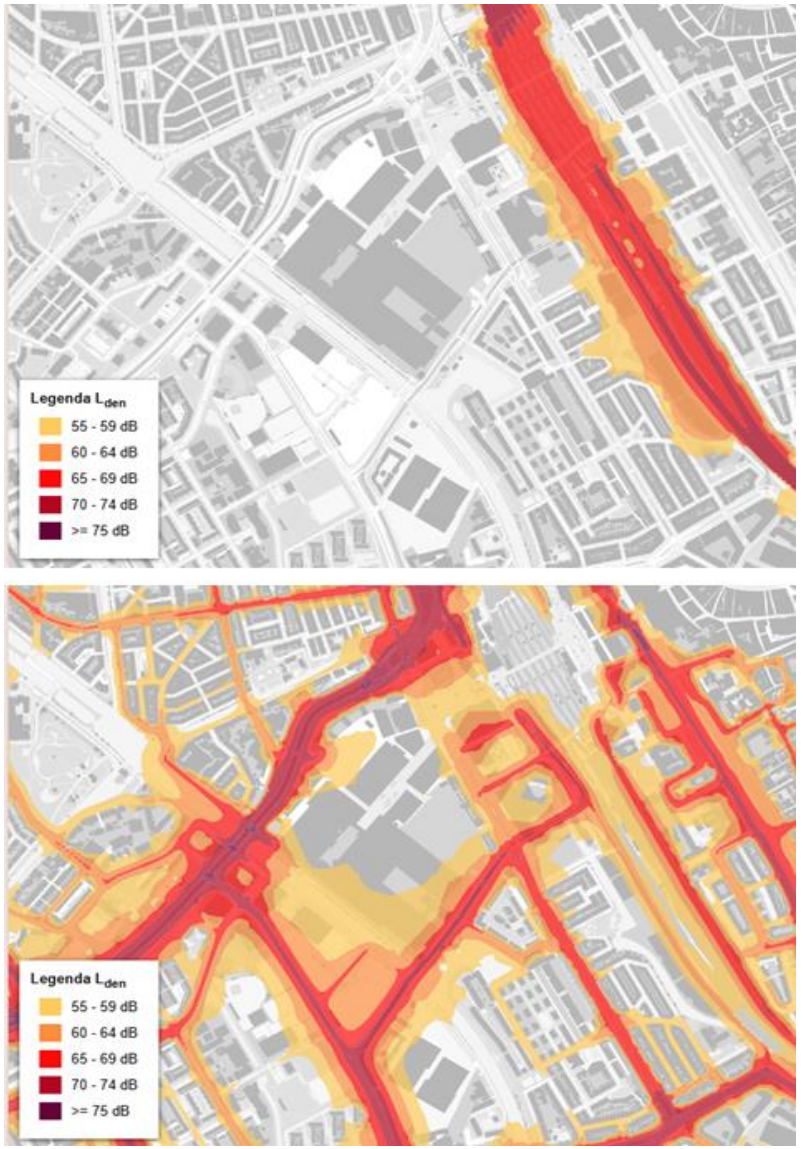
Geluidbelastingkaarten uit 2021 afkomstig van de gemeente Utrecht laten de volgende gebieden zien die boven de gestelde grenswaarden uitkomen voor weg en treinverkeer binnen het gebied Knoop tijdens de dag, zie figuur 6.

6.2.1 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek

Voor deze fase is er door middel van expert judgement en beoordeling van de Knoop Opties uitgevoerd voor de aspecten geluid in de aanlegfase en geluid in de gebruiksfase (zie tabel 34).

Tabel 34 Beoordelingsaspecten Geluid

Geluid	
Aspect	**Methode**
Geluid in de aanlegfase	Kwalitatief o.b.v. expert judgement,
Geluid in de gebruiksfase	Kwalitatief o.b.v. expert judgement voor Knoop Opties 1,4 en 8 en Knoop optie 2 o.b.v. aanvullend kwalitatieve beoordeling door een akoestisch specialist.



Figuur 6 Geluidbelastingkaarten Gemeente Utrecht 2021 treinverkeer (boven) en wegverkeer (onder)

In het onderzoek gedaan in de MIRT-verkenning Zeef 2 is een modelberekening gemaakt, met behulp van het rekenprogramma Geomilieu (AREG). Aan elk model wordt een gedetailleerde set van rekenpunten toegevoegd op 50 meter afstand van de rijlijnen van de weg en baanvakken van de tram. De hoogte waarop gerekend is, bedraagt 4 meter. Voor elk rekenpunt wordt de geluidsbijdrage van het wegverkeer en het tramverkeer cumulatief (logaritmisch opgeteld). Het geluid van het spoorwegverkeer is bij de geluidsberekeningen buiten beschouwing gelaten.

De toe- of afname van het geluid langs de weg en/of trambaan ten opzichte van de gebruikte referentiesituatie (scenario MIRT2040) is voor deze fase voldoende. Deze berekening geeft ook direct inzicht in de juridische haalbaarheid van een alternatief en of er kan worden voldaan aan de Omgevingswet. Eventuele toename of knelpunten kunnen worden weggenomen met mitigerende maatregelen. De scoringmethodiek die gehanteerd is, staat in tabel 35.

Voor deze fase zijn Knoop Optie 1 – Knooppassage, Optie 4 – Busstation West Maaiveld en Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw kwalitatief beoordeeld op basis van expert judgement. Gezien Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog, een tram op viaductconstructie, niet eerder is beschouwd in de MIRT-verkenning Zeef 2, is hiervoor een aanvullende kwalitatieve beoordeling gedaan door een akoestisch specialist. Langs dit traject is op enkele gevels het geluid indicatief inzichtelijk gemaakt. Dit betreft de gevels van een klein aantal woningen en de gevels van het Rabobank-kantoor (die Rabobank-gevels zijn niet wettelijk geluidgevoelig, maar zijn toch voor de beschouwing toegevoegd). Er zijn twee situaties onderzocht:

- Referentiesituatie: weg- en railverkeerslawaai in de toekomstige situatie (2040), zonder de beoogde trambaan.
- Plansituatie: weg- en railverkeerslawaai in de toekomstige situatie (2040), inclusief de beoogde trambaan.

Voor wegverkeer is uitgegaan van het gemeentelijk verkeersmodel voor prognosejaar 2040. Voor de trambaan is uitgegaan van tram voertuigcategorie 10 (lightrail, gelijk aan MIRT-Verkenning Zeef 2), met een intensiteit van 48 trams per uur in beide richtingen (24 per uur per richting), wat gelijk staat aan 4 trams per 5 minuten gedurende het hele etmaal. Er is gerekend met een variabele snelheid van 20 tot maximaal 70 km/uur. De trambaan is gemodelleerd op 15 meter boven maaiveld. Het geluid van beide geluidbronsoorten is berekend en vervolgens gecumuleerd. Het cumulatieve geluid betreft de logaritmische optelsom van beide bronsoorten, inclusief wegingsfactor voor hinderlijkheid. De resultaten zullen verder worden toegelicht in paragraaf 6.2.3.

		Geluid in de aanlegfase
Score	**Verklaring**	**Wanneer toegekend?**
++	Zeer positieve bijdrage/effecten	n.v.t.
+	Positieve bijdrage/effecten	n.v.t
0	Neutrale bijdrage/ gelijkblijvende effecten	Leidt tot een nihil/neutraal effect
-	Negatieve bijdrage/effecten	Leidt tot een negatief effect
--	Zeer negatieve bijdrage/effecten	Leidt tot een sterk negatief effect
		Geluid in de gebruiksfase
Score	**Verklaring**	**Wanneer toegekend?**
++	Zeer positieve bijdrage/effecten	Duidelijke verbetering van de geluidsituatie ten opzichte van de referentiesituatie in het jaar 2040.
+	Positieve bijdrage/effecten	Beperkte verslechtering van de geluidsituatie ten opzichte van de referentiesituatie in het jaar 2040.
0	Neutrale bijdrage/ gelijkblijvende effecten	Gelijkblijvende geluidsituatie in de referentiesituatie in het jaar 2040.
-	Negatieve bijdrage/effecten	Beperkte verslechtering van de geluidsituatie ten opzichte van de referentiesituatie in het jaar 2040.
--	Zeer negatieve bijdrage/effecten	Duidelijke verslechtering van de geluidsituatie ten opzichte van de referentiesituatie in het jaar 2040.

Tabel 35 Scoringsmethodiek geluid

6.2.2 Geluid in de aanlegfase

Het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) stelt regels aan het geluid dat bij bouwwerkzaamheden mag worden geproduceerd. Dit geldt bij nieuwe gebouwen of renovaties alsook bij infrastructurele werken. Omdat een bouwproces een tijdelijke situatie betreft, zijn de normen fors hoger dan voor regulier bedrijfsmatig geluid. Hoe langer het bouwproces duurt, hoe lager de normen getalsmatig worden. Artikel 7.17 Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) gaat in op geluidhinder bij bouwwerkzaamheden. De bedrijfsmatige bouw- en sloopwerkzaamheden dienen alleen op werkdagen en op zaterdag, tussen 7.00 uur en 19.00 uur te worden verricht (lid 1). Bij het verrichten van die bedrijfsmatige werkzaamheden mogen de dagwaarden en de daarbij behorende maximale blootstellingsduur niet worden overschreden (lid 2). Indien activiteiten leiden tot langdurige en hoge geluidsproductie, kunnen negatieve effecten op gezondheid en natuur optreden. Voor dergelijke activiteiten zal vooraf een beoordeling noodzakelijk zijn. Indien de activiteit mogelijk leidt tot overtreding van verbodsbepalingen, dienen mitigerende maatregelen getroffen te worden en/of is een ontheffing nodig voor de uitvoering van de werkzaamheden.

Geluid tijdens de aanlegfase is een hinderfactor als gevolg van de bouwwerkzaamheden. Dit kan variëren van storend geluid van heien, het slaan van damwanden en het rijden van vrachtverkeer, waarbij zelfs bij gesloten ramen de werkzaamheden als hinderlijk kunnen worden ervaren. Vanuit die mogelijkheid is een indicatie gemaakt van het maximale hindergebied bij de aanleg van een nieuwe tramlijn in stedelijk gebied. Hierbij is een afstand van 100 meter aangehouden voor het bepalen van het aantal geluidgevoelige gebouwen.

Uit de MIRT-verkenning Zeef 2 kan afgeleid worden dat in algemene strekking gesteld kan worden dat de impact op de woon- en leefomgeving bij een geboorde tunnel voor het aspect geluid in de aanlegfase beperkt is. Dit betekent dat voor Knoop Optie 1 – Knooppassage voor de geboorde tunneldelen een weinig impact is voorzien, maar dat voor de gebouwde halte op de Knooppassage impact is verwacht. Bij Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog en Knoop Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw zijn veel bouwactiviteiten aan het oppervlak merkbaar, zoals het verhoogde tracé en de verbouwingen aan het Beatrixgebouw, inclusief realisatie van de gebouwde tunnel onder de Jaarbeursboulevard, hierdoor scoren deze opties zeer negatief. Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld zorgt qua geluid in de bouwfase negatief omdat er een deel van het tracé gebouwd (C&C) wordt gerealiseerd. De toegekende scores zijn opgenomen in tabel 36. Met een omvangrijke set maatregelen kan de geluidsoverlast van het bouwen in de aanlegfase worden beperkt. Denk hierbij aan het toepassen van geluidsarme apparatuur, mobiele geluidschermen, strategische fasering van de werkplanning geluidmonitoring en communicatie met omwonenden.

Tabel 36 Beoordeling geluid in de aanlegfase.

Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
0	--	-	--

6.2.3 Geluid in de gebruiksfase

Geluid en trillingen zijn veelvoorkomende overlastaspecten van traminfrastructuur. Zie ook ontwerpverantwoording paragraaf 5.1.1. Voor de Merwedelijn geldt dat het gehele traject van de tram ondergronds zal worden uitgevoerd binnen het gebied Knoop voor Opties 1 en 8. Voor Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld zal een klein deel op maaiveld zijn. Dit tracé loopt parallel aan het spoor bij Utrecht Centraal en de geluidseffecten zijn naar verwachting beperkt en lokaal. Naar verwachting zullen deze effecten wegvallen tegen het geluid van het railverkeer. Voor het gedeelte dat onder de grond komt te liggen, gelden geen negatieve geluidseffecten.

Voor het aspect geluid is het traject van belang waar de tram boven de grond wordt gerealiseerd. Dit geldt voornamelijk voor Knoop optie 2 – Busstation West Hoog, die een bovengronds traject van 1.400 meter heeft op een hoogte van 15-18 meter. Hiervoor is aanvullend onderzoek uitgevoerd, waarbij de volgende resultaten naar voren zijn gekomen (zie tabel 37).

In de referentiesituatie zonder nieuwe trambaan is het wegverkeerslawaai ruimschoots bepalend voor het geluid op de woningen; voor de Rabobank is het weg- en railverkeerslawaai ongeveer gelijk.

In de plansituatie neemt het geluid sterk toe: de trambaan wordt voor de meeste gevels de bepalende geluidsbron en zorgt voor een sterke toename in het cumulatieve geluid. Het cumulatieve geluid neemt met 1 tot 10 dB toe. Een toename van 1 dB is geen hoorbaar effect; een toename van 3 dB is een duidelijk

hoorbaar effect; een toename van 5 tot 10 dB is een zeer sterke verslechtering van het geluid (10 dB toename wordt in de praktijk door mensen waargenomen als: het wordt twee keer zo luid / het volume staat twee keer zo hard). De sterke toename kan worden verklaard door de relatief hoge intensiteit van de trambaan (er is uitgegaan van 4 trams per 5 minuten (2 in beide richtingen)) en de korte afstand tot de woningen.

Tabel 37 berekende geluid (dB) in de referentiesituatie en de plansituatie. Cumulatieve geluid* is inclusief weging voor hinderlijkheid.

Adres	Referentie			Plan			Cumulatief toename
	Weg	Rail	Cumulatief*	Weg	Rail	Cumulatief*	
Rabobank	57	56	58	57	73	68	10
Croeselaan 163	65	45	65	65	69	67	2
Croeselaan 181	62	35	62	62	70	66	4
Groenmarktstraat 58	60	34	60	60	72	67	7
Van Zijstweg 51	66	32	66	66	68	67	1
Kanaalweg 64A	62	31	62	62	70	66	4

Bovenstaande effecten worden als indicatief beschouwd. Er is bijvoorbeeld nog geen rekening gehouden met de definitieve constructie van de trambaan en de daarbij behorende geluiduitstraling: een meer open constructie van de trambaan kan mogelijk extra geluid naar beneden en opzij uitstralen in vergelijking met een dichte betonnen trambaan. Geadviseerd wordt om hier nader naar te kijken en waar mogelijk te kiezen voor een bovengrondse constructie met zo min mogelijk geluidemissie.

De Rabobank ondervindt de sterkste toename in geluid op de gevel. Het is onzeker in hoeverre dit kan leiden tot kans op geluidhinder: daarvoor zijn de gevelconstructies van het Rabobankkantoor van belang. Indien sprake is van dove gevels (er zijn geen te openen delen), dan kan de toename in de kantoorruimtes mogelijk beperkt tot verwaarloosbaar zijn. Ook hier wordt geadviseerd om nader onderzoek te doen om de kans op geluidhinder nauwkeuriger in te schatten, mede op basis van de gevelconstructies. Tabel 38 toont beoordeling op het aspect ‘geluid in de gebruiksfase’.

Tabel 38 Beoordeling geluid in gebruiksfase

Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
0	--	0	0

6.2.4 Mitigerende maatregelen

Voor de Knoop Opties vraagt vooral Knoop optie 2 – Busstation West Hoog, waarbij de tram op een viaduct via de Dichtersbaan en boven de Van Zijstweg rijdt om dan af te buigen naar de Europalaan, om mitigerende maatregelen met betrekking tot de negatieve geluidseffecten. De cumulatieve waarden liggen immers hoger dan de gestelde ambitiewaarde vanuit gezondheid van 63 dB voor de woningen langs het tracé en hoger dan de in Utrecht gehanteerd grenswaarde voor geluid ter plaatse van woningen langs een nieuw aan te leggen weg en/of trambaan van 53 dB voor weg- en railverkeerslawaai. Bij mitigerende maatregelen kan worden gedacht aan het ophogen of plaatsen van spoorschermen, het toepassen van raildempers of het verlagen van de rijsnelheid van de tram. Echter, lage schermen zijn alleen effectief voor de lagere bouwlagen. Om de toename van de geluidbelasting op de hogere bouwlagen weg te kunnen nemen, is een scherm van enkele meters hoog nodig. Een hoog scherm stuit echter op bezwaren van stedenbouwkundige aard. Het verlagen van de rijsnelheid is niet wenselijk gezien de gewenste hoge snelheid en korte reistijd van de Merwedelijn.

Voor de nog te ontwikkelen nieuwe woningbouw in het Beurskwartier en Nieuwe Defensie moet rekening worden gehouden met het principe van een geluidluwe gevel en buitenruimte. Dit is ook een vereiste binnen de gemeente Utrecht: elke nieuwe woning moet een geluidluwe zijde krijgen, waarbij minimaal 30% van de verblijfsruimten of het verblijfsoppervlak aan de luwe zijde gelegen is. In de meest ideale situatie wordt een geluidluwe gevel gecreëerd aan de zijde die afgekeerd is van de geluidbron. Als het creëren van een luwe zijde op deze wijze niet mogelijk is, kan door middel van een bouwkundige constructie – vaak een loggia of balkon met afscherming – toch een significant deel van een gevel worden afgeschermd, waardoor er functioneel een geluidluwe gevel ontstaat. Bij een geluidluwe gevel kan een raam open zonder direct het geluid binnen te krijgen. Uit onderzoek is gebleken dat een geluidluwe gevel leidt tot een lager percentage (ernstige)

geluidhinder en kan daarom als gezondheidskundige compensatiemaatregel worden gezien.

Daarnaast zouden er in het technische ontwerp van het tracé, de viaductconstructie en het te gebruiken rijdend materiaal in een verder stadium nog gekeken kunnen worden naar andere aanvullende mitigerende maatregelen.

6.2.5 Conclusie

In het onderzoek gedaan in de MIRT Utrecht OV en Wonen is er een modelberekening gemaakt, met behulp van het rekenprogramma Geomilieu (AREG). Het is wenselijk gezien de Knoop optie 2 – Busstation West Hoog een viaduct oplossing dat er aanvullende berekeningen gedaan worden. Dan kunnen de negatieven effecten in kaart gebracht worden en kan er ook gekeken worden welke mitigerende maatregelen effect zouden kunnen hebben. Tabel 39 toont het overzicht van alle beoordelingen op een vijfpuntsschaal van zeer negatief (--) tot zeer positief (++) voor de Knoop Opties.

Tabel 39 Beoordelingsaspecten op het gebied van geluid.

Aspect	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Geluid in de aanlegfase	0	--	-	--
Geluid in de gebruiksfase	0	--	0	0

6.3 Trillingen

In Nederland is er geen wettelijk beoordelingskader voor het voorkomen van hinder of schade door trillingen. Wel heeft de gemeente Utrecht in hun Beleidsnota Geluid en Trillingen (jan'2024) eisen en afspraken gesteld voor trillingsvoorwaarden bij trams. Een veel gebruikte publicatie is de SBR-richtlijn (Stichting Bouwresearch), die bij bijna alle infrastructuurprojecten wordt toegepast om schade of hinder door trillingen te beoordelen. De richtlijn bestaat uit 3 delen:

- Deel A: Schade aan gebouwen
- Deel B: Hinder voor personen in gebouwen
- Deel C: Verstoring van apparatuur

Voor de MIRT-verkenning OV en Wonen Merwedelijn is uitgegaan van deel A en B. Daarin is onderscheid gemaakt tussen trillingen in de realisatiefase (aanleg) en de exploitatiefase (het feitelijk gebruik van de nieuwe infrastructuur).

In de SBR-richtlijn worden streefwaarden vermeld voor onder andere weg- en spoortrillingen. De richtlijn kent streefwaarden voor Vmax, de maximale trillingssterkte die zich kan voordoen, en Vper, een maat voor de gemiddelde trillingssterkte over de hele periode. De gemeente Utrecht stelt de volgende eisen bij nieuwbouwplannen:

- de SBR-streefwaarde van Vper voor 'nieuwe situaties' wordt niet overschreden;
- de Vmax kan hoger zijn dan de streefwaarde voor 'nieuwe situaties' als met onderzoek is aangetoond dat dit niet te vermijden is;
- de soepelere richtwaarde van Vmax voor 'bestaande situaties' mag niet worden overschreden.

Bij de bouw van woningen, onderwijs- of gezondheidszorggebouwen bij trams zijn trillingen relevant. Trillingen zijn van invloed op de bouwwijze van toekomstige plannen langs spoor- en tramlijnen en voor de aanleg of wijziging van deze infrastructuur. Denk hierbij aan de wijze van fundering en de afmeting van overspanningen (en daarmee de grootte van de woningen). Dit moet daarom al in een vroeg stadium van de planvorming worden onderzocht. Als een bestaand gebouw een trillingsgevoelige bestemming krijgt (of de functie wordt trillingsgevoeliger, bijvoorbeeld bij transformatie van kantoor naar wonen), dan zijn dezelfde criteria en grenswaarden van kracht als bij nieuwbouw.

Voor trillingen als gevolg van bouw- en sloopwerkzaamheden staan in het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) regels voor het verrichten van de bouw- en sloopwerkzaamheden in de dagperiode. De regels gaan onder meer over het beperken van trillinghinder. Voor bouw- en sloopactiviteiten in de avond en nacht kan de gemeente onder voorwaarden toestemming geven. Het beleid binnen de gemeente Utrecht is dat de trillingen niet hoger mogen zijn dan de streefwaarde voor Vmax uit de SBR-B richtlijn voor herhaald voorkomende trillingen voor bestaande situaties.

6.3.1 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek

Het aspect trillingen is binnen de MIRT Utrecht OV en Wonen Zeef 2 op kwalitatieve wijze onderzocht voor de aspecten hinder gebruiksfase en hinder aanlegfase (zie tabel 40). Voor de bepaling is gebruik gemaakt van beschikbare kentallen, van waaruit een 'doorvertaling' is gemaakt naar de impact van de varianten op de omgeving. Daarbij zijn op basis van eerder uitgevoerde trillingsmetingen, trillingsprognoses en expert judgement, per modaliteit (bus/tram etc.) en type baan of constructie een contourafstand voor hinder en schade bepaald. Uit de contourafstand en de ligging van de alternatieven volgt hoeveel gebouwen en verblijfsobjecten er binnen de contour liggen. Met de BAG-gegevens over het aantal verblijfsobjecten per pand, is voor de verschillende varianten het aantal verblijfsobjecten bepaald, waar mogelijk sprake is van trillinghinder. Voor schade is gekeken naar het aantal gebouwen binnen de schadecontour.

Voor deze fase is er enkel een eerste beoordeling gedaan op basis van expert judgement. Voor de hinder in de gebruikersfase zijn de Knoop Opties vergeleken met de onderzoeksresultaten voor de varianten.

Tabel 40 Beoordelingsaspecten trillingen

Aspect	Methode
Trillingen in de gebruiksfase	Kwalitatief o.b.v. expert judgement,
Trillingen in de aanlegfase – Hinder en schader	Kwalitatief o.b.v. expert judgement,

Meer informatie over de bouwmethode staat in de ontwerpverantwoording hoofdstuk 4. Uitgangspunt is dat de tunnels in de Knoop Opties 1 en 4 geboord worden, en dat er alleen bij stations wordt gegraven om de verbinding naar het maaiveld mogelijk te maken. Voor Knoop Optie 8 - Nieuw Beatrixgebouw is het uitgangspunt dat de tunnels worden gegraven. En Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog is een tracé en halte op een tramviaduct. De scoring methodiek die aangehouden wordt staat in tabel 41.

Tabel 41 Scoringsmethodiek trillingen

Score	Verklaring	Wanneer toegekend?
++	Zeer positieve bijdrage/effecten	Sterke afname
+	Positieve bijdrage/effecten	Beperkte afname
0	Neutrale bijdrage/ gelijkblijvende effecten	Geen tot zeer beperkte toe-/afname
-	Negatieve bijdrage/effecten	Beperkte toename
--	Zeer negatieve bijdrage/effecten	Sterke toename

6.3.2 Trillingen gebruiksfase

Geluid en trillingen zijn een veelvoorkomend overlastaspect van traminfrastructuur, zoals ook benoemd in de ontwerpverantwoording hoofdstuk 5.1.1. Door middel van metingen en rekenonderzoek kan in kaart worden gebracht hoe sterk de trillingen langs de tramlijn zullen zijn en kan de verwachte trillingshinder (waar relevant) worden meegenomen bij de afweging in het kader van het beschermen van de fysieke leefomgeving. Bij bouwplannen naast de trambaan moeten meestal eerst de trillingen in de bodem worden gemeten. Daarmee wordt duidelijk welk type woningen of scholen hier geschikt zijn. Mogelijk moeten er aanpassingen worden gedaan aan het ontwerp van het gebouw en/of maatregelen worden getroffen in de bodem om de trillinghinder te beperken. Het kan verstandig zijn om voor beoogde nieuwbouw langs de tramlijn al in een vroeg stadium rekening te houden met welk type woning voor de specifieke bouwlocatie het minst gevoelig is voor trillingen. Er zijn dan bij een bouwaanvraag maar weinig aanpassingen of maatregelen nodig en de bouwkosten nemen slechts beperkt toe. Dit geldt voor de Knoop Opties op maaiveld, Optie 4, en de optie op het viaduct, Optie 2. Voor de Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog op het viaduct wordt sterk geadviseerd om nader onderzoek te doen naar trillingen. De beoogde trambaan komt op korte afstand van enkele gebouwen te staan, waaronder het kantoorgebouw van Imagine (Croeselaan 28). Gebouwen die zeer dicht (<10 meter) op de trambaan komen te staan, ondervinden mogelijk kans op trillingsschade en/of hinder. Mogelijk is dit risico beperkt voor een bovengrondse

trambaanconstructie (anders dan een trambaan die op maaiveld wordt aangelegd), maar dit is op voorhand niet met zekerheid te zeggen. De onderzoekresultaten van de MIRT-Verkenning laten zien dat bij trams in een tunnel de te verwachten trillingen lager zijn dan de SBR-B streefwaarden, maar er is mogelijk nog wel sprake van hinder van laagfrequent geluid. Gezien de diepteligging van de tunnels wordt hier geen geluidhinder verwacht. Tabel 42 toont de beoordelingen voor Trilling in de gebruiksfase voor de Knoop Opties.

Tabel 42 Beoordeling trilling in de gebruiksfase

Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
0	--	-	0

6.3.3 Trillingen aanlegfase

Trillingen in de aanlegfase volgen voornamelijk uit de bouwmethode en de naastgelegen functies zoals woningen of kantoren. Voor de verschillende bouwmethodes zijn als grootste overlast gevende werkzaamheden voorzien:

- Geboorde tunnel: trillingen tunnelboormachine;
- Gebouwde tunnel: trillingen damwanden / heipalen;
- Bovengrondse viaductconstructie: trillingen damwanden / heipalen.

Hinder aan panden als gevolg van het realiseren van de Merwedelijn met een gebouwde en geboorde tunnel vindt voornamelijk plaats in Optie 4, aangezien in deze optie een groot aantal woningen in nabijheid van het tracé zijn. In Optie 2 vindt hinder voornamelijk plaats op het Rabobankterrein, wat zeer korte afstanden tot het te realiseren viaduct heeft. Beide opties scoren hiermee zeer negatief. Ook Optie 1 en Optie 8 zijn ingepast in een omgeving waar veel activiteiten plaatsvinden en waar (in de toekomst) mogelijk al veel woonfuncties zijn gerealiseerd, waardoor zeer negatieve effecten worden verwacht.

Schade als gevolg van aanleggen van geboorde tunnels vindt in het algemeen minder plaats dan wanneer een gebouwde tunnel wordt gerealiseerd. Hierdoor wordt voor Optie 4 en Optie 8 zeer negatieve effecten verwacht en voor Optie 1 en Optie 2 beperkte negatieve effecten verwacht. De score voor hinder door trillingen tijdens de aanlegfase is weergegeven in Tabel 43.

Tabel 43 Beoordeling trilling in aanlegfase, hinder en schade

Aspect	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Trilling aanlegfase - hinder	--	--	--	--
Trilling aanlegfase - schade	-	-	--	--

6.3.4 Conclusie

In Tabel 44 zijn de conclusies met betrekking tot trillingen tijdens de gebruiks- en aanlegfase weergegeven. De keuze van bouwmethoden kan de effecten gedurende de aanlegfase mogelijk beperken.

Tabel 44 Beoordeling trilling in gebruiks- en aanlegfase

Aspect	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Trilling in de gebruiksfase	0	--	-	0
Trillingen aanlegfase - hinder	--	--	--	--
Trillingen aanlegfase - schade	-	-	--	--

6.4 Externe veiligheid

In de Omgevingswet zijn in het Besluit kwaliteit leefomgeving (Bkl) de instructie- en beoordelingsregels externe veiligheid voor ruimtelijke plannen van overheden opgenomen. In het Bkl is eveneens het juridische begrippen- en toetsingskader voor Externe Veiligheid geformuleerd.

6.4.1 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek

Bij het bepalen van de ongevalsfrequentie zijn twee zaken belangrijk: de kwetsbaren (degene(n) die het ongeval ondergaan) en de bronnen (de veroorzakers van het ongeval). Het Bkl onderscheidt vijf bronnen waar de regels beheersing voorschrijven. Daarnaast onderscheidt op het niveau van kwetsbaarheid drie categorieën ‘gebouwen en locaties’ waarvoor de regels bescherming bieden: zeer kwetsbaar, kwetsbaar en beperkt kwetsbaar.

Het thema ‘externe veiligheid’ is op kwalitatieve wijze onderzocht waarin onderscheid is gemaakt in geen effect (0), een positief effect (+) en een negatief effect (-) (zie Tabel 45). Positief betekent dat het betreffende alternatief de ongevalsfrequentie verlaagt en negatief dat het de ongevalsfrequentie verhoogt. Een verlaging is opgevat als een afname van het aantal ‘kwetsbaren’ en ‘bronnen’. Een verhoging moet hier opgevat worden als alle andere combinaties (behoudens geen verandering).

Tabel 45 Scoringsmethodiek externe veiligheid

Score	Kwetsbaren	Bronnen
++	Verlaging van het aantal kwetsbare objecten en gebouwen	Grote verlaging van het aantal bronnen
+	Verlaging van het aantal kwetsbare objecten en gebouwen	Verlaging van het aantal bronnen
0	Geen verandering	Geen verandering
-	Toename van het aantal kwetsbare objecten en gebouwen	Toename van het aantal bronnen
--	Grote toename van het aantal kwetsbare objecten en gebouwen	Grote toename van het aantal bronnen

6.4.2 Externe veiligheid

De vier Knoop Opties zijn allen opgebouwd uit bouwstenen met een OV-functie. Onderdeel daarvan zijn haltes die volgens de Woningwet vallen onder de definitie van een gebouw. Op grond van hun oppervlak vallen deze haltes niet onder de categorie 'kwetsbaren'. Alle vier de Knoop Opties hebben om deze reden een score '0 - Geen verandering'. Dit betekent dat geen van de alternatieven het aantal kwetsbaren doet toenemen of afnemen.

Activiteiten met externe veiligheidsrisico's noemen we risicobronnen; OV-functies vallen hier niet onder. In de Knoop Optie 1 – Knooppassage, Optie 2 – Busstation West Hoog en Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw zal het aantal risicobronnen dan ook niet toenemen of afnemen, waardoor deze eveneens de score '0 - Geen verandering' krijgen. Voor Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld, waar er een nieuw busplatform wordt gesitueerd boven de treinsporen van Utrecht CS lijkt zich een andere situatie voor te doen voor het aspect risicobron. Voor risicobron moet er rekening moet worden gehouden met zero-emissiebussen (Elektrische- en Waterstofbussen) gezien het een nieuwbouwlocatie betreft en er daarmee een nieuwe risicobron ontstaat. Al kan er gesteld worden dat het enkel gaat om een spreiding van de risicobron, van busplatformen A t/m D naar splitsing van A en B op maaiveld en C en D op het bus plateau echter het aantal risicobronnen zal hiermee toenemen van 1 naar 2.

Tabel 46 toont het overzicht van de beoordeling op een vijfpuntsschaal van zeer negatief (--) tot zeer positief (++) voor de Knoop Opties.

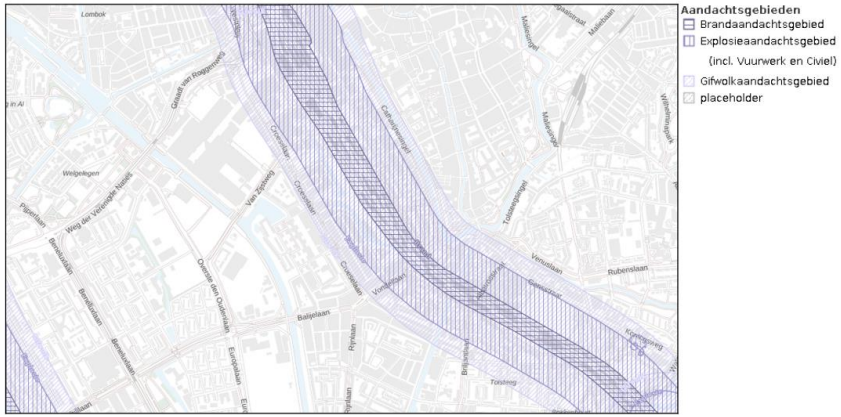
Tabel 46 Beoordeling Externe veiligheid

Aspect	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Kwetsbaren	0	0	0	0
Bron	0	0	-	0
Externe veiligheid	0	0	-	0

Nieuw onder de Omgevingswet is dat voor het groepsrisico aandachtsgebieden worden aangewezen die rond een activiteit met externe veiligheidsrisico’s liggen. Aandachtsgebieden zijn gebieden waarbinnen mensen in gebouwen, zonder aanvullende maatregelen, onvoldoende beschermd kunnen zijn tegen de

gevolgen van ongevallen met gevaarlijke stoffen. Dat betekent dat zich binnen dat gebied bij een ongeval met gevaarlijke stoffen levensbedreigende gevaren voor personen in gebouwen kunnen voordoen, ook al is de kans daarop klein. Er is een onderscheid tussen drie soorten gevaren: warmtestraling (brand), overdruk (explosie) en concentratie giftige stoffen in de lucht (gifwolk). Daarmee zijn er ook drie typen aandachtsgebieden, zie Figuur 7 voor de aandachtgebieden binnen het Gebied Knoop:

- brandaandachtsgebied
- explosieaandachtsgebied
- gifwolkaandachtsgebied



Figuur 7 Aandachtsgebieden Gebied Knoop

Als binnen een aandachtsgebied wel kwetsbare locaties en gebouwen worden toegestaan, dan moeten maatregelen worden getroffen om de veiligheid te waarborgen (artikel 5.15, lid 2 Bkl). In de toelichting op het Bkl staat dat het daarbij kan gaan om effectgerichte maatregelen of om maatregelen die de kans op een ongewoon voorval bij de risico veroorzakende activiteit voldoende beperken.

Aandachtgebieden was geen beoordelingscriteria binnen de MIRT Verkenning. Alle Knoop Opties bevinden zich binnen het explosieaandachtsgebied en Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog en Optie 4 – Busstation West Maaiveld bevinden zich ook binnen het Brandaandachtsgebied.

6.5 Uitvoeringshinder

6.5.1 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek

De uitvoeringshinder voor elk van de alternatieven is in kaart gebracht door het op hoofdlijnen doorlopen van de alternatieven en op basis van expert judgement duiden van de mate en duur van de hinder. De in dit hoofdstuk geschetste hinder per optie is daarom gebaseerd op onderscheidend vermogen tussen de Opties, gegeven het huidige uitwerkingsniveau van de ontwerpen. In tegenstelling tot de Alternatieven uit de MIRT-verkenning Zeef 2 is geen gebruik gemaakt van verkeersmodellen om het aantal gehinderde reizigers te bepalen, maar is ook hier gebruik gemaakt van expert judgement.

Tabel 47 Scoringsmethodiek per locatie en/of modaliteit

Score	Verklaring
++	Geen hinder
+	Lichte hinder, maximale duur van maanden
0	Gemiddelde hinder
-	Zware hinder
--	Zeer Zwaar: Zware hinder waar alternatieve routes onvoldoende voor handen zijn.

Tabel 48 geeft een overzicht van de uitvoeringshinder van de realisatie van de Merwedelijn op de omliggende gebieden, afkomstig uit Ontwerpverantwoording Onderzoeksfase MIRT-Verkenning OV en Wonen Compacte Knoop Utrecht Centraal (d.d. 1 april 2025), paragraaf 5.1.2.

Tabel 48: Impact realisatie Merwedelijn op andere modaliteiten

Impact realisatie Merwedelijn:	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Treinverkeer spoorbundel	Weken	Dagen/ Weken	Weken	Geen
Busstation West Jaarbeurszijde	Dagen/ Weken	Jaren	Jaren	Geen
HOV-baan Dichtersbaan en Valeriusbaan	Geen	Jaren	Jaren	Geen
Fiets- en autoverkeer Croeselaan	Jaren	Dagen/ Weken	±1 Jaar	Dagen/ Weken
Fiets- en autoverkeer Van Zijstweg	Geen	Jaren	Geen	Geen
Fiets- en autoverkeer Overste Den Oudenlaan	±1 Jaar	±1 Jaar	Geen	Jaren
Langzaam verkeer Knooppassage/Moreelsebrug	Jaren	Dagen/ Weken	Dagen/ Weken	Geen
Langzaam verkeer Jaarbeursboulevard	Geen	Geen	Geen	Jaren

6.5.2 Uitvoeringshinder Knoop Optie 1 – Knooppassage

De bouw van een eindhalte in Knoop Optie 1 heeft weinig invloed op de OV-modaliteiten, maar veel invloed op het autoverkeer op de Croeselaan en langzaam verkeer over de Moreelsebrug en de Knooppassage. Autoverkeer behelst hier enkel bestemmingsverkeer.

De bouw van de reizigerstunnel onder de treinsporen zal significante hinder veroorzaken voor het treinverkeer. Hetzelfde geldt het overige tracé, waarbinnen de ontvangstschacht significante hinder zal veroorzaken voor bewoners en langzaam verkeer in het Beurskwartier. De tussenliggende (nood)halte is gesitueerd op de overste Den Oudenlaan, waardoor auto- en busverkeer ontregeld zal zijn.

Tabel 49: Overzicht hinder Knoop Optie 1 – Knooppassage

Aspect	Alg. Hinder	Auto	Trein	Bus / Tram	Langzaam Verkeer
Eindhalte UCS	-	-	++	+	--
Reizigerstunnel	--	++	--	--	++
Overig Tracé	+	++	++	++	--
Tussenliggende (nood)halte	-	-	++	-	++

6.5.3 Uitvoeringshinder Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog

De bouw van een eindhalte in Knoop Optie 2 heeft voornamelijk een negatieve invloed op het bus- en tramverkeer, en in mindere mate (indirect) op het treinverkeer. Het overige tracé en de tussenliggende (nood)halte kennen eenzelfde hinderprofiel, voornamelijk vanwege de ligging op de Valeriusbaan, de Van Zijstweg en de Overste Den Oudenlaan. Langzaam verkeer wordt enkel gehinderd bij het kruisen van de Moreelsebrug.

Tabel 50: Overzicht hinder Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog

Aspect	Alg. Hinder	Auto	Trein	Bus/ Tram	Langzaam Verkeer
Eindhalte	--	++	-	--	0
Reizigerstunnel	*	*	*	*	*
Overig Tracé	-	--	+	-	0
Tussenliggende (nood)halte	-	--	++	-	++

6.5.4 Uitvoeringshinder Knoop Optie 4 – Busstation West

De bouw van een eindhalte in Knoop Optie 4 heeft net als binnen Optie 2 negatieve invloed op trein- en busverkeer, voornamelijk vanwege de realisatie van vervangende buscapaciteit boven de sporen. Ook het toeleidende gebouwde alignement geeft veel uitvoeringshinder, aangezien dit deel van het alignement op de Dichtersbaan nabij de spoorbundel wordt gerealiseerd. De tussenliggende (nood)halte geeft hinder op langzaam verkeer en autoverkeer in de omgeving van de Croeselaan, waarna vervolgens weinig hinder wordt verwacht bij het boren van het alignement.

Tabel 51: Overzicht hinder Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld

Aspect	Alg. Hinder	Auto	Trein	Bus/ Tram	Langzaam Verkeer
Eindhalte UCS	--	++	--	--	0
Reizigerstunnel	*	*	*	*	*
Overig Tracé	--	++	-	--	++
Tussenliggende (nood)halte	-	--	++	++	-

6.5.5 Uitvoeringshinder Knoop Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw

Een eindhalte bij Knoop Optie 8 heeft voornamelijk invloed op langzaam verkeer, en in mindere mate voor autoverkeer dat gebruik wil maken van de parkeergarage aldaar. De transfertunnel geeft hinder op het busverkeer. Voor het overig tracé wordt zware hinder voorzien voor langzaam verkeer op de Jaarbeursboulevard en autoverkeer op de Overste Den Oudenlaan. Ook de tussenliggende (nood)halte zal veel hinder genereren voor autoverkeer op de Overste Den Oudenlaan en de Van Zijstweg, alsook in mindere mate het busverkeer op deze HOV-baan.

Tabel 52: Overzicht hinder Optie 8

Aspect	Alg. Hinder	Auto	Trein	Bus/ Tram	Langzaam Verkeer
Eindhalte UCS	-	0	++	++	--
Reizigerstunnel	0	++	++	-	0
Overig Tracé	-	-	++	++	--
Tussenliggende (nood)halte	-	--	++	-	++

6.5.6 Conclusie

Tabel 53 geeft een overzicht van de uitvoeringshinder van de opties ten opzichte van de Alternatieven uit de MIRT -verkenning, waarbij voor de opties de kolom Algemene Hinder is meegenomen. Alle opties kennen significante uitvoeringshinder, waarbij de grootste hinder voor Knoop Optie 1 wordt verwacht voor de Zuidertunnel. Voor Knoop Optie 2 wordt dit voornamelijk verwacht voor de eindhalte Utrecht Centraal boven het busstation. Voor Knoop Optie 8 wordt dit verwacht op het overige tracé op voornamelijk de Jaarbeursboulevard en voor Knoop Optie 4 wordt dit verwacht op zowel de eindhalte (busstation én treinsporen door realisatie extra busplatform) als het overige tracé op de Dichtersbaan.

Tabel 53: Conclusie uitvoeringshinder

Aspect Alg. Hinder	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Eindhalte UCS	-	--	--	-
Reizigerstunnel	--	*	*	0
Overig Tracé	+	-	--	-
Tussenliggende (nood)halte	-	-	-	-

6.6 Bodem

Ten behoeve van de realisatie van het project vindt grondverzet plaats. In het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal) staan rijksregels voor burgers en bedrijven. De regels gelden voor bijvoorbeeld milieubelastende activiteiten, activiteiten in een beperkingengebied of activiteiten met gevolgen voor de natuur. Het Bal bevat algemene regels, meldingsplichten, vergunningplichten, maatwerkmogelijkheden en specifieke zorgplichten. In het Bal wordt het werken in de bodem gezien als een Milieu Belastende Activiteit (MBA). In het Bal zijn de regels met betrekking tot bodemwerkzaamheden opgenomen. De milieubelastende activiteiten met bodemvoorschriften betreffen:

- Graven in bodem met een kwaliteit onder of gelijk aan de interventiewaarde bodemkwaliteit
- Graven in bodem met een kwaliteit boven de interventiewaarde bodemkwaliteit
- Saneren van de bodem
- Opslaan van grond of baggerspecie
- Toepassen van bouwstoffen
- Toepassen van grond of baggerspecie

Het Bal kent twee standaardaanpakken om de bodem geschikt te maken voor de (toekomstige) functie: Verwijderen van verontreiniging; Afdekken van de verontreiniging (leeflaag of duurzame verharding). Grond is verdacht op het diffuus voorkomen van PFAS als het gaat om bovengrond of als grond geroerd is, zoals bijvoorbeeld bij een ophooglaag.

6.6.1 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek

Het onderzoek betreft een kwalitatieve beschouwing van de vier Knoop Opties op de aspecten, zoals benoemd in tabel 54. De aspecten zijn waar mogelijk ondersteund met bodemkaarten en gegevens vanuit het ondergrondmodel GeoTOP v1.6.1 van BROloket. Hierbij is gekeken naar de onderzoeksresultaten voor de gebieden binnen het Gebied Knoop. Door middel van expert judgement en zijn de bodem aspecten beoordeeld. De scoring methodiek die aangehouden wordt staat in tabel 55.

Tabel 54 Beoordelingsaspecten Bodem

Bodem		
Aspect	**Parameter**	**Methode**
Bodemopbouw	• Effect van de bodemopbouw • Zetting	Kwalitatief o.b.v. expert judgement, ondersteund door Verticale Doorsnede BRO GeoTOP v1.6.1 kaarten
Bodem- kwaliteit	• Beïnvloeding van bodemkwaliteit • Doorsnijding van verontreinigde bodems	Kwalitatief o.b.v. expert judgement, ondersteund door Ontgravingskaarten, Toepassingskaart en Bodemfunctieklassenkaart Gemeente Utrecht
Aardkundige waarden	• Effect van aardkundige waarden	Kwalitatief o.b.v. expert judgement

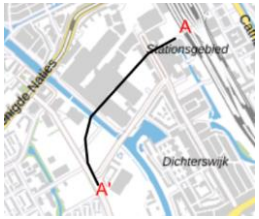
6.6.2 Bodemopbouw en zettingsgevoeligheid

Het aspect bodemopbouw heeft betrekking op de opbouw en gelaagdheid van de bodem. Dit is relevant voor de draagkracht van de grond bij het realiseren van nieuwe infrastructuur en stabiliteit van bestaande omliggende constructies. De draagkracht van de bodem is afhankelijk van de bodemsoort en laagdiktes. Een weinig draagkrachtige bodem (klei en veen) leidt immers tot schade aan de infrastructuur als gevolg van inklinking van de bodem door het aanbrengen van de constructie. Ook treedt hierbij zetting op als gevolg van de extra gronddruk door de aanleg van nieuwe infrastructuur vanwege het opbrengen van grond of constructies en een tijdelijke of permanente ontwatering van de bodem. Dit leidt uiteindelijk tot verzakkingen en/of eventuele schade aan de infrastructuur.

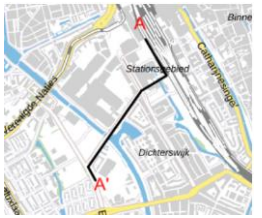
Tabel 55 Scoringsmethodiek bodemopbouw en bodemkwaliteit (op bebouwing) en aardkundige waarden.

Score	Verklaring	Bodemopbouw	Bodem (landbodem, grondwater en waterbodem)	Aardkundige waarden
		Wanneer toegekend?	Wanneer toegekend?	Wanneer toegekend?
++	Zeer positieve effecten	n.v.t.	De aanpassing van de infrastructuur leidt tot een aanzienlijke verbetering van de bodemkwaliteit	n.v.t.
+	Positieve effecten	n.v.t.	De aanpassing van de infrastructuur leidt tot een verbetering van de bodemkwaliteit	n.v.t.
0	Neutrale effecten	De aanleg van de infrastructuur leidt niet tot effecten aan de constructie als gevolg van een slechte draagkracht van de bodem	De aanpassing van de infrastructuur leidt niet tot een verandering van de bodemkwaliteit	De aanleg van de infrastructuur leidt niet tot aantasting van de aardkundige waarden
-	Negatieve effecten	De aanleg van de infrastructuur leidt tot negatieve effecten aan de constructie als gevolg van een slechte draagkracht van de bodem	n.v.t.	De aanleg van de infrastructuur leidt tot aantasting van de aardkundige waarden
--	Zeer negatieve effecten	De aanleg van de infrastructuur leidt tot sterk negatieve effecten aan de constructie als gevolg van een slechte draagkracht van de bodem	n.v.t.	De aanleg van de infrastructuur leidt tot sterke aantasting aardkundige waarden

Voor het vaststellen van de bodemopbouw is de Bodemkaart van Nederland geraadpleegd en het ondergrondmodel GeoTOP v1.6.1 van BROloket *Alle informatie uit de Basisregistratie Ondergrond*. Er zijn verticale doorsnede gemaakt voor de verschillende Knoop Opties (zie figuren 9 tot en met 12 voor de tracés), de doorsnedes zijn in de figuren 13 tot en met 16 weergeven en de legenda in figuur 17. Rondom de vier Knoop Opties is sprake van bebouwing. Dit betreft een geroerde ophooglaag voor bebouwing, wegen en andere functies. Uit de analyse blijkt dat de zettingsgevoelige bodemlagen bestaande uit klei en veen zich met name bevinden nabij Utrecht CS. Hierbij moet worden opgemerkt dat in de diepere ondergrond zand- en grindlagen aanwezig zijn die niet zettingsgevoelig zijn. De realisatie van een tram op maaiveld niveau en viaduct leidt tot geringe zettingen.



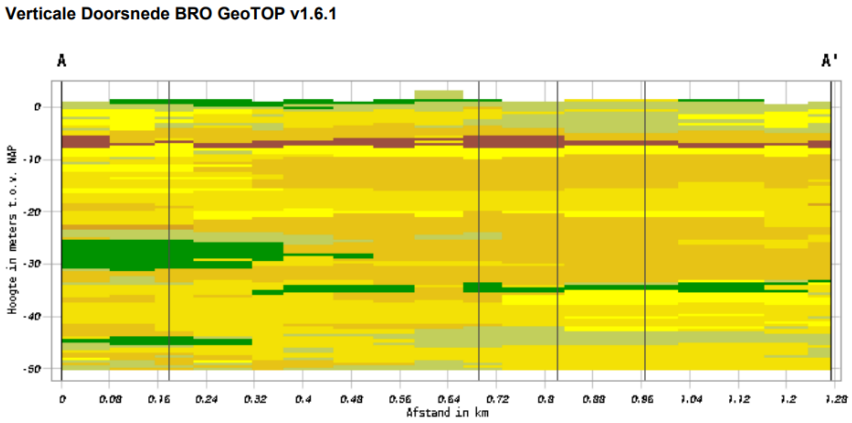
Figuur 9 Tracé Knoop Optie 1 voor verticale doorsnede



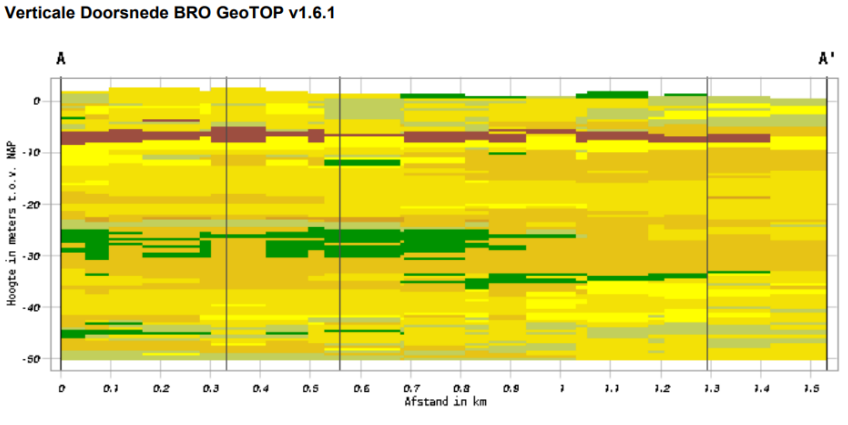
Figuur 10 Tracé Knoop Optie 2 voor verticale doorsnede

Figuur 11 Tracé Knoop Optie 4 voor verticale doorsnede

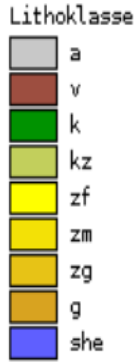
Figuur 12 Tracé Knoop Optie 8 voor verticale doorsnede



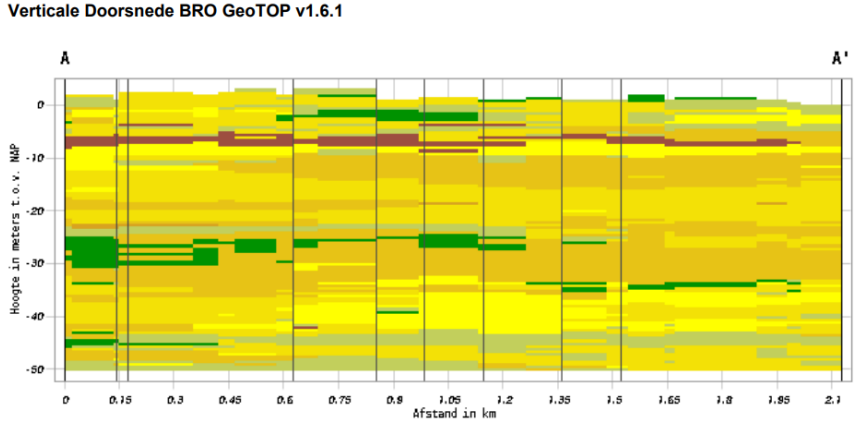
Figuur 13 Optie 1 dwarsdoorsnede meest waarschijnlijke lithoklasse (BRO GeoTOP v1.6.1.)



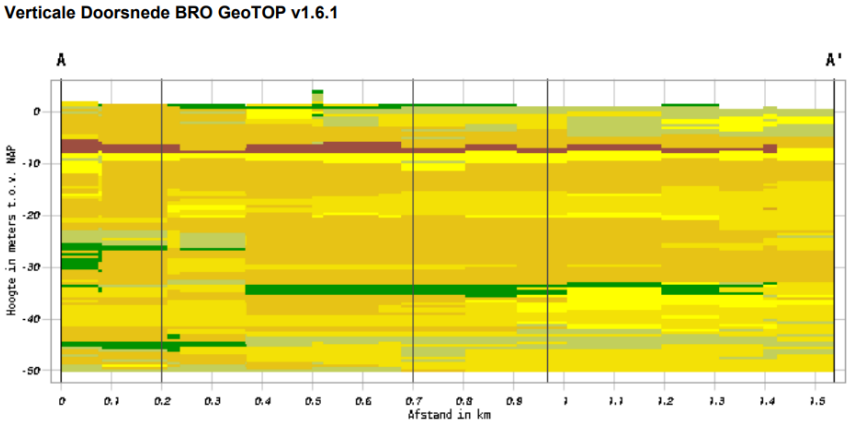
Figuur 14 Optie 2 dwarsdoorsnede meest waarschijnlijke lithoklasse (BRO GeoTOP v1.6.1.)



Figuur 17 legenda lithoklasse



Figuur 15 Optie 4 dwarsdoorsnede meest waarschijnlijke lithoklasse (BRO GeoTOP v1.6.1.)



Figuur 16 Optie 8 dwarsdoorsnede meest waarschijnlijke lithoklasse (BRO GeoTOP v1.6.1.)

Vanuit de legenda kan worden gehaald: geel = zand (weinig samendrukbaar), groen = klei (samendrukbaar), bruin = veen (sterk samendrukbaar). Geboorde tunnels worden bij voorkeur niet aangebracht in klei of veen, maar in een laag zand. Hierbij is het uitgangspunt dat de onderkant van de tunnelbuis in zand ligt om zettingseffecten te beperken. Dit in verband met de beperkte mogelijkheden voor mitigerende maatregelen bij geboorde tunnels in vergelijking met gebouwde (C&C) tunnels. Hieronder wordt de verwachte zettingsgevoeligheid per Knoop Optie toegelicht.

Voor de geboorde Knoop Optie 1 – Knooppassage, ligt de halte onder de knooppassage en onder de geplande gebouwen van knoop 2 en 3 op een diepte van ongeveer 14 meter onder NAP. Daarboven liggen twee verdeelhallen op ongeveer 6 meter onder NAP. Het vervolg van het alignement is in een geboorde tunnel op een diepte van minimaal -15 meter NAP tot maximaal -23 meter NAP onder het Merwedekanaal. De geboorde tunnel met een diameter van ongeveer 7 meter ligt daarmee in de zandlagen, terwijl de halte/transferhallen door de Cut&Cover bouwmethode in het constructieve ontwerp rekening kunnen houden met mitigerende maatregelen indien nodig.

Voor de viaduct Knoop Optie 2 - Busstation West Hoog, zullen er funderingen in de grond geplaatst worden, hier zullen veenlagen aangetroffen worden. Echter de aanwezigheid van de veenlaag (en het mogelijke effect daarvan op de fundering) wordt normaliter meegenomen in het funderingsontwerp.

Voor Knoop Optie 4 - Busstation West Maaiveld, ligt de tramhalte bij de bestaande bushalte D Utrecht CS ligt op maaiveldhoogte, ongeveer 3 meter boven NAP. Direct na de halte Utrecht Centraal en het wisselcomplex gaat het tracé ondergronds verder via een Cut&Cover tunnel tot aan de (nood)halte Croeselaan, naar een diepte van 15 meter. Hierna vervolgt het alignement in een geboorde tunnel op een diepte van minimaal -15 meter NAP tot maximaal -23 meter NAP onder het Merwedekanaal. De realisatie van een tram op maaiveldniveau leidt tot geringe zettingen. De Cut&Cover tunnel ligt door de veenlaag, welke sterk samendrukbaar is. In het constructieve ontwerp kan rekening gehouden worden met deze zettingseffecten en kunnen, indien nodig, mitigerende maatregelen worden opgenomen. De geboorde tunnel ligt in een zandlaag, echter nabij of tegen de kleilaag aan onder het Merwedekanaal (samendrukbaar). Dit is een belangrijk aandachtspunt voor de volgende ontwerpfase.

Voor de gegraven Cut&Cover Knoop Optie 8 - Nieuw Beatrixgebouw, ligt de tramhalte circa 12 tot 13 meter onder het huidige maaiveld in het Beatrixgebouw. Het alignement van de tram volgt de route van de Jaarsbeursboulevard en ligt op een diepte van 10 tot 12 meter onder maaiveld. De tunnel ligt daarmee in de zandlaag, echter op -8 meter onder NAP ligt een veenlaag, welke sterk samendrukbaar is, waardoor mogelijk extra maatregelen nodig zijn om zettingseffecten te beperken voor onder andere de bebouwing en de fundering hiervan boven het tracé en halte(s). Tabel 56 toont de beoordelingen voor het aspect Bodemopbouw/zettingen

Tabel 56 Beoordeling aspect Bodemopbouw/zettingen

Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
-	0	-	-

Bodemkwaliteit

De bodemkwaliteitskaarten geven een indicatie van de bodemkwaliteit van een bepaalde zone. Uitgezonderd zijn percelen die aangemerkt worden als “verdachte locatie” op basis van historische verdachte activiteiten, percelen in het kader van de Wet bodembescherming (Wbb) en saneringslocaties. Voor deze percelen geldt dat voor de vaststelling van de bodemkwaliteit een bodemonderzoek moet orden uitgevoerd. Voor de landbodem is een bodemkwaliteitskaart opgesteld voor de vier Knoop Opties deze bestaat uit de volgende kaarten:

1. Ontgravingskaart (boven- en ondergrond);
2. Toepassingskaart (boven- en ondergrond);
3. Bodemfunctieklassenkaart.

De gemeente Utrecht is onderverdeeld in bodemkwaliteitszones. Knoop Opties bevinden zich in verschillende bodemkwaliteitszones. In onderstaande tabel 57 is een globaal overzicht gegeven van de klasse-indelingen op basis van de bodemkwaliteitskaarten uit Nota Bodembeheer 2017-2027 'Grondig Werken 4' (Gemeente Utrecht, 2017) voor alle Knoop Opties. Rijkswegen en spoorgebonden gronden evenals gesaneerde gebieden zijn uitgezonderd van de bodemkwaliteitskaart. De bodemkwaliteitskaart geeft ook geen representatief

beeld van de bodemkwaliteit op locaties waar mogelijke puntbron-verontreinigingen aanwezig zijn en een diffuus verontreinigd terrein waar een leeflaagsanering is uitgevoerd. Dit betekent dat bij (graaf)werkzaamheden bodemonderzoek moet worden uitgevoerd.

Tabel 57 Bodemklasse indeling geldig voor de vier Knoop Opties

Aspect	Knoop Opties	
Bodemfunctiekaart:	Wonen	
Ontgravingskaart:	Bovengronds	Wonen
	Ondergronds	Wonen
Toepassingskaart:	Bovengronds	Gebied specifieke landbouw/natuur en Gebied specifieke Industrie
	Ondergronds	Wonen

Ten aanzien van landbodemkwaliteit worden bij de drie van de vier Knoop Opties in bodemverontreinigingen ontgraven en daarmee is het aspect landbodemverontreiniging als positief (+) tot zeer positief (++) beoordeeld. Het doorsnijden van gebieden met (water)bodemverontreiniging leidt dus tot een positief milieueffect. Dit komt omdat bij de aanleg van nieuwe infrastructuur de bestaande (water)bodem deels wordt weggegraven, waarmee de aanwezige verontreinigingen worden weggenomen. Daarnaast wordt de ontgraven grond in de uitvoering zoveel mogelijk hergebruikt, zo veel mogelijk binnen het project. Grond die niet ter plaatse kan worden verwerkt, wordt afgevoerd naar een hergebruikslocatie of een erkend verwerker.

Met name Knoop Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw onderscheidt zich ten opzichte van de andere opties doordat de Merwedelijn niet geboord maar aangelegd wordt middels open ontgraving. Hier is dan ook veruit sprake van het meeste grondverzet. Door de toekomstige grondroerende activiteiten worden (water)bodemverontreinigingen indien nodig verwijderd. Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog, heeft het minste grondverzet en scoort daarmee ‘0’.

Tabel 58 Beoordeling aspect bodemkwaliteit land en waterbodem

Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
+	0	+	++

6.6.3 Aardkundige waarden

Omdat er ter plaatse van het projectgebied bij de toekomstige graafwerkzaamheden geen aardkundige waarden aanwezig zijn, treden er geen effecten op en wordt dit aspect niet beoordeeld.

6.6.4 Conclusie

De aspecten bodemopbouw en bodemkwaliteit en aardkundige waarden zijn getoetst op hun impact op de omgeving. In Tabel 59 zijn de effecten voor het thema ‘bodem’ per Knoop Opties weergegeven. Op het aspect bodemopbouw scoren alle Knoop Opties en alternatieven negatief omdat er in het projectgebied zettingsgevoelige gronden voorkomen. Alle effecten worden gering geschat en enkel verwacht in de aanlegfase.

Tabel 59 Beoordeling aspect bodemkwaliteit – land en waterbodem en aardkundige waarden

Aspect	Criteria	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Bodemkwaliteit (land- en waterbodem)	Bodemopbouw - Zetting	-	0	-	-
	Doorsnijding waarden verontreinigde (water)bodem	+	0	+	++
Aardkundige waarden		*	*	*	*

6.7 Water

Sinds 1 januari 2024 is de Omgevingswet in werking. Het Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden (HDSR) heeft het beleid en de regels vastgelegd in de waterschapsverordening.

- De waterschapsverordening bevat alle regels over de fysieke leefomgeving die het waterschap stelt binnen haar beheergebied. De waterschapsverordening bevat regels voor waterkering, watergangen en grondwater.
- Door middel van de weging van het waterbelang wordt rekening gehouden met de gevolgen voor het beheer van watersystemen.

Uitgangspunt van het Hoogheemraadschap is dat nieuwe ontwikkelingen minimaal waterneutraal zijn of leiden tot een verbetering ten opzichte van de huidige situatie. Indien toename van verhard oppervlak leidt tot versnelde afvoer en lozing van hemelwater dient, conform de regels van HDSR, compensatie plaats te vinden in de vorm van extra waterberging (oppervlaktewater).

6.7.1 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek

Voor deze fase is er voor de Knoop Opties door middel van expert judgement onderbouwd met kwantitatieve gegevens een beoordeling gedaan op de aspecten uit tabel 60.

Voor de beoordeling van de waterkwaliteit is grondwater en oppervlaktewater los van elkaar beschouwd en voor ieder van de Knoop Opties een score toegekend. Voor de waterveiligheid voor het geografische gebied Knoop ligt de Merwedelijn niet in de nabijheid van de waterkering komen of deze raken. Dit aspect is dan ook niet beoordeeld.

Voor de beoordeling van de effecten op de bodemenergiesystemen zijn kwantitatieve gegevens gebruikt. Om onderscheid te maken tussen de Knoop Opties wordt de score toegekend op basis van de effecten die zich voordoen zonder eventuele compenserende maatregelen. Meer informatie over bodemenergiesystemen kan gelezen worden in ontwerpverantwoording paragraaf 5.2.2. De scoringsmethodiek die aangehouden wordt staat in tabel 61.

Tabel 60 Beoordelingsaspecten Water

Water		
Aspect	**Parameter**	**Methode**
Waterkwantiteit	Oppervlaktewater	Kwalitatief o.b.v. expert judgement
	Grondwater	
Waterkwaliteit	Oppervlaktewater	Kwalitatief o.b.v. expert judgement
	Grondwater	
Waterveiligheid		n.v.t.
Bodemenergie-systemen		Kwalitatief o.b.v. expert judgement, ondersteunend met kwalitatieve data WKO-Bronnen.

6.7.2 Waterkwantiteit

Oppervlaktewater en hemelwater

Bij ontwikkelingen aan het maaiveld zorgt een toename in verhard oppervlak voor een afname van infiltratievermogen van de ondergrond. Hierdoor kan hemelwater versneld afstromen naar het oppervlaktewater. De versnelde afvoer kan leiden tot een verhoogde piekafvoer van het watersysteem. Dit kan leiden tot wateroverlast als hier geen rekening mee wordt gehouden. Conform het geldende beleid moet gedempt oppervlaktewater en toename van verhard oppervlak 1 op 1 worden gecompenseerd. Daarnaast dient de doorstroming van het watersysteem gewaarborgd te worden en doodlopende watergangen worden voorkomen.

Het ondergrondse traject van de Merwedelijn voor de Knoop Optie 1, Optie 4 en Optie 8 kruisen allen het Merwedekanaal. Knoop Optie 4 kruist ook de Kruisvaart. De effecten hiervan zijn gering op oppervlaktewater en hemelwater. De haltes zullen een geringe toename van verharding tot gevolg hebben, wat geen significante toename van de hemelwaterafvoer betekent. Dit impliceert dat er geen effecten voor het watersysteem worden verwacht. Voor de Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog zal er door het aanbrengen van het viaduct eveneens verharding plaatsvinden ter plaatse van de steunkolommen elke 25 meter, wat zal zorgen voor een geringe toename in verharding. Vanuit het bevoegd gezag (waterschap) bestaat de verplichting om de demping en de toename van verharding te compenseren. De compensatieopgave is door de kleine toename in verhard oppervlak in dit geval gering.

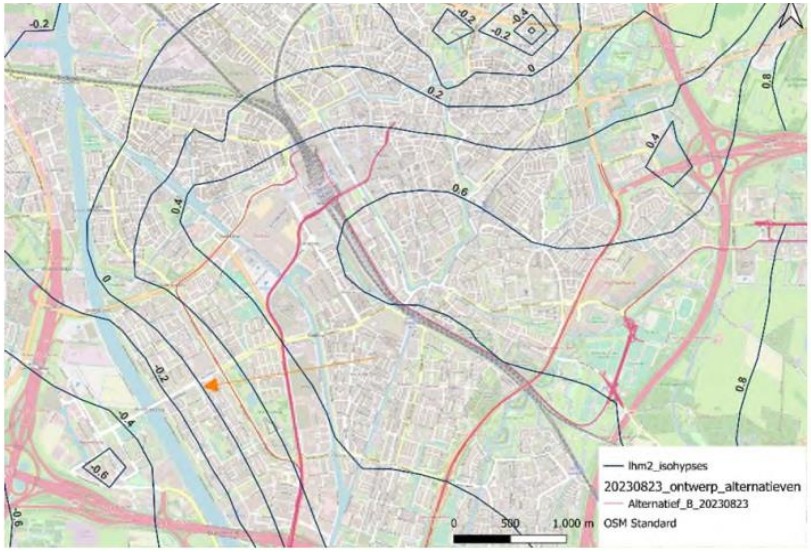
Tabel 61 Scoringsmethodiek water

Score	Verklaring	Water Wanneer toegekend?
++	Zeer positieve bijdrage/effecten	Sterke verbetering van robuustheid (grond)watersysteem
+	Positieve bijdrage/effecten	Verbetering van het watersysteem mee te koppelen in ontwikkeling.
0	Neutrale bijdrage/ gelijkblijvende effecten	Geen of geringe aanpassingen vereist.
-	Negatieve bijdrage/effecten	Aanpassingen vereist aan watersysteem welke robuustheid verminderen. Significante maatregelen vereist.
--	Zeer negatieve bijdrage/effecten	Sterk verminderd functioneren van watersysteem of mogelijk wateroverlast door grondwateropstuwing. Compenserende maatregelen zijn complex
Score	**Verklaring**	**Water (bodemenergiesystemen Wanneer toegekend?**
++	Zeer positieve bijdrage/effecten	n.v.t.
+	Positieve bijdrage/effecten	n.v.t.
0	Neutrale bijdrage/ gelijkblijvende effecten	Geen of geringe effecten op de werking van de bodemenergiesystemen.
-	Negatieve bijdrage/effecten	Vermindering van het functioneren van bodemenergiesystemen. Maatregelen noodzakelijk. Mogelijk aanpassing van het tracé
--	Zeer negatieve bijdrage/effecten	Sterk vermindering van de werking van bodemenergiesystemen. Ingrijpende maatregelen noodzakelijk. Mogelijk aanpassing van het tracé.

Grondwater

Grondwater kan op verschillende manieren worden beïnvloed door ontwikkelingen in de ondergrond. In de eerste plaats tijdens de uitvoering. Bij een ondiepe grondwaterstand is het aannemelijk dat er bemaling plaats moet vinden om in den droge de werkzaamheden te verrichten. De mate van beïnvloeding is sterk afhankelijk van de vereiste verlaging en de bemalingsduur van de bemaling. Daarnaast kan de grondwaterstroming worden beïnvloed door constructies in de ondergrond die haaks staan op de stromingsrichting. Ook hierdoor kunnen veranderingen van de grondwaterstand (zowel verlagingen als verhogingen) worden veroorzaakt.

Utrecht ligt aan de westelijke voet van de Utrechtse heuvelrug. Omdat water van hoog naar laag stroomt, stroomt het diepere grondwater hierdoor hoofdzakelijk van oost naar west (Figuur 18). Naast de diepere grondwaterstroming kent de stad ondiepe grondwaterstromingen. Die ondiepe grondwaterstromingen worden veroorzaakt door regenwater dat infiltreert in de stad. Maar ook een aanzienlijk deel van het Kromme Rijnwater dat de stad in stroomt infiltreert in de Binnenstad.



Figuur 18 Isohypsen LHM Laag 2 (NAP -2 - -25 m) (BLAUW), stroomrichting

Hieronder is per Knoop Opties een toelichting gegeven over de verwachten effecten op het watersysteem grondwater. Voor de beeldvorming van de bodemopbouw wordt er verwezen naar paragraaf 6.7.2. Goed doorlatende lagen in de bodem voor grondwater zijn meestal gekenmerkt door materialen met hoge permeabiliteit, die water gemakkelijk kunnen doorlaten, dit zijn de zand, grind en grovere zandleem lagen. Veen en klei zijn over het algemeen niet goed doorlatende lagen in de bodem voor grondwater.

Voor de geboorde Knoop Optie 1 – Knooppassage, doordat de bodem op de diepte van de tunnel en halte voornamelijk uit lagen met een hoge doorlatendheid bestaat, kan het water onder- of bovenlangs stromen. De vuistregel hiervoor stelt dat als het ruimtebeslag kleiner is dan de helft van de dikte van het watervoerende pakket, het effect op de grondwaterstand (opstuwing en verlaging) is dan verwaarloosbaar. Voor de transferhallen zullen in het constructieve en geotechnische ontwerp rekening kunnen houden met mitigerende maatregelen indien nodig.

Voor de viaduct Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog zal er zeer gering aanpassingen zijn beneden maaiveld. Om deze reden zijn er ook geen effecten voor grondwater te verwachten.

Voor de Optie 4 – Busstation West Maaiveld, zal er een klein deel op maaiveld plaatsvinden daarna ligt de Cut&Cover tunnel door de veenlaag. Doordat de tunnel gegraven wordt is het grondbeslag groter dan de omvang van de tunnel in de eindfase. In de realisatiefase kan er een significanter effect optreden voor de grondwaterstroming. Dit is echter sterk afhankelijk van de methode van uitvoering. De geboorde tunnel ligt in een zandlaag, echter nabij of tegen de kleilaag aan onder het Merwedekanaal. Om deze redenen zijn er negatieve effecten voor het grondwater te verwachten.

Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw, de tunnel en haltes van de Merwedelijn wordt in deze variant gegraven. Ook hier geld dat doordat de tunnel gegraven wordt is het grondbeslag groter dan de omvang van de tunnel in de eindfase. In de realisatiefase kan er een significanter effect optreden voor de grondwaterstroming. Dit is echter sterk afhankelijk van de methode van uitvoering. De tunnel ligt in de zandlaag, echter daarboven ligt een veenlaag. Om deze redenen zijn er negatieve effecten voor het grondwater te verwachten.

Voor de waterkwantiteit geldt dat de negatieve effecten en eventuele mitigerende maatregelen, die kunnen worden meegenomen in het constructieve en geotechnische ontwerp of de gekozen bouwmethoden en materialen, in een verdere fase verder moeten worden onderzocht om een betere duiding te geven aan de verwachte effecten en scoring.

Tabel 62 toont de beoordelingen voor het aspect waterkwantiteit voor het oppervlakte- en hemelwater en het grondwater voor de Knoop-opties.

Tabel 62 Beoordeling aspect Grondwater kwantiteit

Waterkwantiteit	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Oppervlaktewater	0	0	0	0
Grondwater	0	0	-	--

6.7.3 Waterkwaliteit

Oppervlaktewater en hemelwater

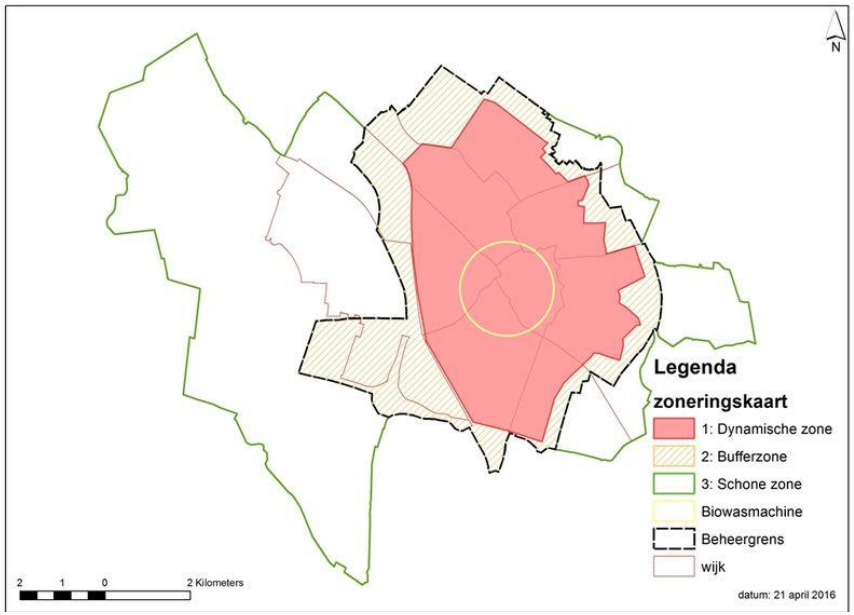
Bij ontwikkelingen aan het maaiveld zorgt een toename in verhard oppervlak voor een afname van infiltratievermogen van de ondergrond. Hierdoor kan hemelwater versneld afstromen naar het oppervlaktewater. De versnelde afvoer kan leiden tot een verhoogde piekafvoer van het watersysteem. Dit kan leiden tot wateroverlast als hier geen rekening mee wordt gehouden. Conform het geldende beleid moet gedempt oppervlaktewater 1 op 1 worden gecompenseerd. De toename in verhard oppervlak dient tevens te worden gecompenseerd. Daarnaast is het van belang dat de doorstroming van het watersysteem wordt gewaarborgd en doodlopende watergangen worden voorkomen. In figuur 19 is een overzichtskaart van het geografische gebied Knoop van Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden met de oppervlaktewateren en watergangen weergeven en zijn schematische de ondergrondse Knoop Opties ingetekend.

Figuur 19 Waterwegen en watergangen in geografische gebied knoop, incl. schematische weergaven ondergrondse Knoop Opties 1,4 en 8.

Het effect op de waterkwaliteit door toename in verharding is zeer gering. Om deze reden krijgen alle Knoop Opties de score geen tot geringe negatieve effecten op de waterkwaliteit. Er dient te worden opgemerkt dat de waterkwaliteit ook kan worden beïnvloed door hemelwater dat afstroomt van werkterreinen. Indien er bij de inrichting van deze werkterreinen voldoende maatregelen worden getroffen, is er geen invloed op de kwaliteit van het oppervlaktewater.

Grondwater:

Het geografische gebied Knoop valt binnen de zogenaamde dynamische zone, waarvoor de gebiedsgerichte aanpak van kracht is, zie Figuur 20. De gebiedsgerichte aanpak is in juli 2012 opgenomen in de Wet bodembescherming. Door een gebied met vermengde grondwaterverontreinigingen in zijn geheel aan te pakken en verontreinigingen niet per geval te benaderen, is het eenvoudiger om ingrepen in de ondergrond (bijvoorbeeld aanleg WKO-systemen en grondwateronttrekkingen) te doen. Daarnaast zou de kwaliteit van het grondwater kunnen worden verbeterd door het rondpompen van het grondwater (WKO) en stimuleert het rondpompen mogelijk de afbraak van grondwaterverontreinigingen. Op basis van praktijkonderzoek moet nog blijken hoe effectief deze afbraak methode is. Met het gebiedsplan beschermt de gemeente Utrecht het grondwater. Verspreiding van (rest)verontreiniging naar buiten de dynamische zone moet zoveel mogelijk worden voorkomen. Verder is zo min mogelijk nazorg nodig en wordt rekening gehouden met de bodemfuncties van boven- en ondergrond, waarbij gevoelige functies zoals drinkwaterwinning, extra beschermd worden.



Figuur 20 Zones gebiedsgerichte aanpak

Voor de Knoop Optie 1 – Knooppassage en 4 – Busstation West Maaiveld de geboorde tunnel geldt dat verontreinigde grond en grondwater afgevoerd. Voor het realiseren van de werklocaties (uithalen van de tunnelboormachine) is geen actieve bemaling noodzakelijk. Voor het realiseren van de haltes wordt er gebruik gemaakt van diepwanden en onderwaterbeton. Er kan in zeer geringe mate lekwater door de sleuven van de diepwanden komen, dit dient te worden weggepompt. Dit zal niet zorgen voor verlaging in het omliggende grondwaterpeil. Om deze reden is het niet aannemelijk dat verontreinigingen worden verplaatst,

geen tot geringe effecten worden verwacht voor grondwaterkwaliteit. Voor de viaduct Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog zullen er ook geen effecten voor het grondwater worden verwacht.

Voor de Knoop Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw, de gegraven optie, zal bemaling noodzakelijk zijn. Er dient te worden opgemerkt dat er tijdens bemaling mogelijk verontreinigd water wordt opgepompt bij de realisatie van de gegraven tunnels.

De Knoop Opties krijgen daarmee onderstaande score voor waterkwaliteit, zie tabel 63

Tabel 63 Beoordeling waterkwaliteit

Waterkwaliteit	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Oppervlaktewater	0	0	0	0
Grondwater	0	0	0	-

6.7.4 Bodemenergiesystemen

In de ondergrond van de gemeenten Utrecht zijn bodemenergiesystemen aanwezig. Dit betreffen met name open bodemenergiesystemen (OBES), zogenaamde WKO-systemen. Voor opslag van energie maken de OBES gebruik van het grondwater. In de zomerperiode wordt warmte in de bodem opgeslagen, in de winterperiode wordt deze warmte er weer uitgehaald. Een systeem bevat bronnen voor het inbrengen en onttrekken van warm water en bronnen voor het inbrengen en onttrekken van ‘koud’ water. Hierdoor ontstaan ondergrondse ‘bellen’ met warm of koud water.

De mogelijke invloed van de voorgenomen ontwikkeling/plannen kan direct zijn - samenvallen tracé of de ligging van een tijdelijke bouwkuip met een bron - of indirect: beïnvloeding van de werking van het systeem als gevolg van het onttrekken van grondwater tijdens de aanlegfase of vanwege de aanwezigheid van een constructie in de directe omgeving van een bron (gebruiksfase).

Indien het tracé van een ondergrondse verbinding of de ligging van een tijdelijke bouwkuip samenvalt met de ligging van WKO – bronnen, dan is er sprake van directe beïnvloeding. Samenvallen betekent een fysieke kruising van een ondergrondse verbinding of bouwkuip met een bron; de bron kan dan niet worden gehandhaafd. Zie ook ontwerpverantwoording paragraaf 4.6.2., alle Knoop Opties hebben een directe samenvallen met 1 of meerdere WKO-Bronnen. En daarnaast nog meerdere indirect: beïnvloeding van de werking van het systeem als gevolg van het onttrekken van grondwater tijdens de aanlegfase of vanwege de aanwezigheid van een constructie in de directe omgeving van een bron (gebruiksfase).

Tabel 64 geeft een overzicht van de directe en indirecte raakvlakken van de alignementen met de WKO-bronnen, zoals benoemd in de ontwerpverantwoording. Hierbij dient benadrukt te worden dat de invloed van het alignement op een WKO-bron significant groter zal zijn bij een ondergronds gebouwd alignement ten opzichte van een geboord alignement. Tabel 65 toont de beoordeling op het aspect bodemenergiesystemen.

Tabel 64: Raakvlakken met WKO-bronnen (ontwerpverantwoording Knoop)

Aspect	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Verplaatsen WKO-bron vanwege fysieke clash met tracé (<10m)	4	3	1	8
Verminderde functionaliteit WKO-bron door tracé (10-50m)	6	11	6	6
Verminderde functionaliteit WKO-bron door tracé (50-100m)	2	0	6	4

Tabel 65 Beoordeling directe invloed WKO-bronnen

Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
-	-	0	--

Bij de geboorde en gebouwde tunnelvarianten van de Merwedelijn van Knoop Optie 1 – Knooppassage, Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld en Knoop Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw ontstaan er bij de aanleg van de tunnel in het Stationsgebied blijvende veranderingen in de grondwaterstroming en daarmee in de efficiëntie van de WKO-systemen. Knoop optie 2 – Busstation West Hoog kent een bovengronds tracé en heeft daardoor, ondanks de grote hoeveelheid WKO-bronnen in de omgeving, minder indirecte invloed op de werking van de bronnen. Tabel 66 toont de beoordeling op het aspect bodemenergiesystemen

Tabel 66 Beoordeling indirecte invloed WKO-bronnen, invloed tijdens aanlegfase

Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
-	0	-	--

In de gebruiksfase (zie Tabel 67) kan er sprake zijn van een permanente aanwezigheid van een tunneldeel in de warme of koude bel van een OBES. Dit is voornamelijk het geval bij een gebouwde tunnel, aangezien hier een grote verandering in de grondwaterstromen plaats kan vinden. Bij een geboord alignement kan dit effect ook plaatsvinden maar is de verwachting dat het effect minder groot is.

Tabel 67 Beoordeling indirecte invloed WKO-bronnen, invloed tijdens gebruiksfase

Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
-	0	-	--

6.7.5 Conclusie

De verschillende effecten beschreven in de vorige paragrafen zijn vertaald naar onderstaande beoordeling per Knoop Opties voor de aspecten waterkwantiteit, waterkwaliteit, waterveiligheid en bodemenergiesystemen (WKO-bronnen). Hieronder in Tabel 68 is de samenvattende boordeling opgenomen.

Tabel 68 : Beoordeling water

Aspect		Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Kwantiteit	Oppervlaktewater	0	0	0	0
	Grondwater	0	0	-	--
Kwaliteit	Oppervlaktewater	0	0	0	0
	Grondwater	0	0	0	-
Waterveiligheid		*	*	*	*
WKO-bronnen	Directe invloed	-	-	0	--
	Indirecte invloed tijdens aanlegfase	-	0	-	--
	Indirecte invloed tijdens gebruiksfase	-	0	-	--

6.8 Klimaat

6.8.1 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek

De Knoop Opties zijn vergeleken aan de hand van drie klimaateffecten; wateroverlast, droogte en hitte. Deze zijn op kwalitatieve wijze beoordeeld, waarbij is gekeken naar het effect op aanwezige klimaateffecten in het gebied Knoop. Hitte is als apart criterium opgenomen. Extreme hitte kan ernstige gevolgen hebben voor de leefbaarheid van de stad en de gezondheid van inwoners. De scoring methodiek die aangehouden wordt voor de verschillende aspecten staat in tabel 69, de aspecten die zijn beoordeeld staan in tabel 70.

Tabel 70 Scoringsaspecten klimaat

Klimaat		
Aspect	Parameter	Methode
Klimaateffecten	Wateroverlast	Expert judgement
	Droogte	Expert judgement
	Hitte	Expert judgement

Tabel 69 scoringsmethodiek Klimaat

Score	Verklaring	Klimaateffecten (water)	Klimaat adaptieve kansen	Hitte
++	Zeer positieve bijdrage/ effecten	Sterke afname van klimaateffecten	Veel ruimte voor klimaat- adaptieve maatregelen	Sterke verlaging van hittestress en mogelijkheid tot hitte verminderen de maatregelen
+	Positieve bijdrage/ effecten	Afname van klimaateffecten	Ontwerp biedt ruimte voor klimaat-adaptieve maatregelen	Verlaging van hittestress en mogelijkheid tot hitte verminderen de maatregelen
0	Neutrale bijdrage/ gelijkblijvende effecten	Geen of geringe verandering in klimaateffect	Geen toename of afname in mogelijkheid tot klimaat- adaptieve maatregelen	Geen verandering van hittestress
-	Negatieve bijdrage/ effecten	Verergering van klimaateffecten	Verminderde ruimte voor klimaat-adaptieve maatregelen	Verhoging van hittestress en verminderde mogelijkheid tot hitte verminderen de maatregelen
--	Zeer negatieve bijdrage/ effecten	Sterke verergering van klimaateffecten	Sterke afname in ruimte voor klimaat-adaptieve maatregelen	Sterke verhoging van hittestress en weinig mogelijkheid tot hitte verminderen de maatregelen

6.8.2 Klimaateffecten

De beoordeling is opgedeeld in klimaateffecten (wateroverlast, droogte en hitte). Per aspect zijn de Knoop-opties met elkaar vergeleken, waarna een eindbeoordeling is gegeven. In paragraaf 6.8.3 is de beoordeling opgenomen van deze aspecten.

Wateroverlast

In de toekomst nemen extreme buien toe die resulteren in wateroverlast. Dit kan zich uiten in water op de weg of in tunnels, maar ook schade aan gebouwen en infrastructuur

De belangrijkste aandachtspunten voor het project OV en Wonen op het gebied van wateroverlast zijn de volgende:

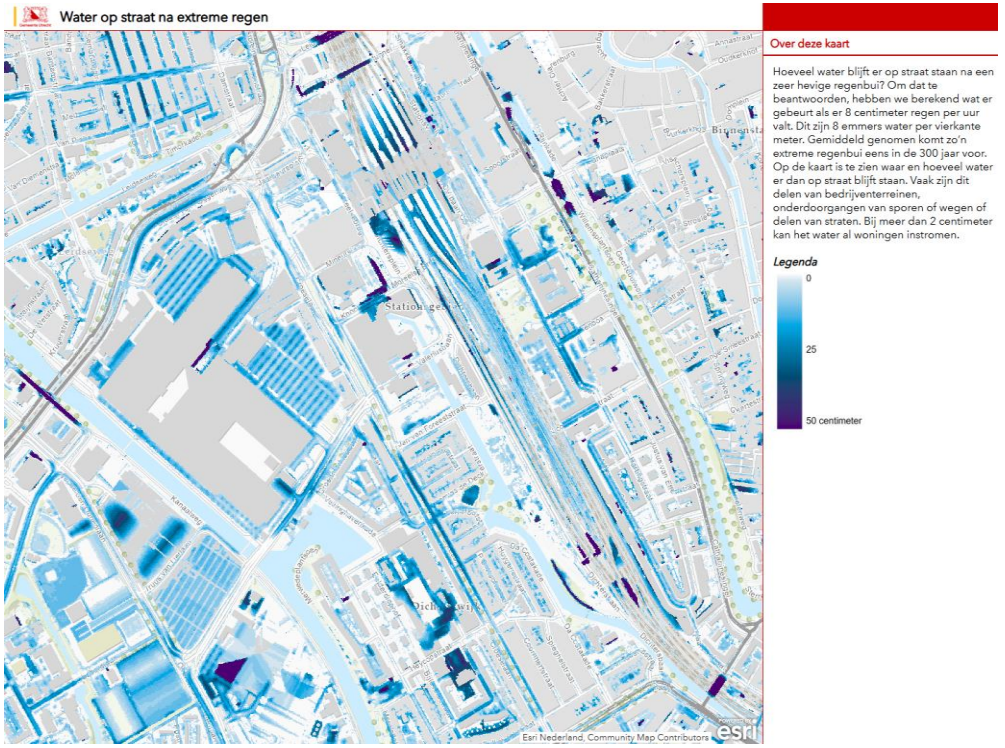
- Water op infrastructuur;
- Water in tunnels;
- Mogelijke waterschade aan de omgeving door toevoeging van infrastructuur;
- Schade aan technische installaties (bijvoorbeeld ventilatie voor tunnels of langs het tramspoor);
- Beperken van water doorlaatbaar oppervlak.

Voor de eerste twee punten wordt gekeken naar de huidige klimaateffecten en waar deze nu al voor waterophoping zorgen. Voor de twee onderstaande punten wordt gekeken naar de toevoeging (of afname) van verhard oppervlak. Op basis van expert judgement wordt beoordeeld of de toe- of afname mogelijk meer wateroverlast oplevert. Voor dit onderdeel wordt gebruikgemaakt van de stresstest van de gemeente Utrecht, met daarop de effecten van een bui van 80 cm in een uur. Per Knoop Optie wordt op deze kaart, zie figuur 21, verkend waar dit een verandering van het klimaateffect oplevert.

Aandachtspunten hierin zijn de bovengrondse delen op maaiveld en de tunnelingangen. Gezien Knoop Optie 1 – Knooppassage en Knoop Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw zich volledig ondergronds bevinden, neemt het potentiële effect van wateroverlast niet toe. Voor Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog kan door middel van goede afwatering wateroverlast voor de infrastructuur worden voorkomen. Deze optie zorgt echter wel dat meer water naar de omgeving afstroomt. Een goede afwaterings- of infiltratievoorziening is dan nodig om afwenteling naar de omgeving te voorkomen. Daarnaast kan in het algemeen worden gesteld dat de maaiveldligging ook een negatievere impact heeft op de omgeving. Meer verharding zorgt ervoor dat er meer water afstroomt naar de omgeving. Echter, gezien Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld slecht zeer gering voor nieuwe verharding zorgt, wordt het effect hier minimaal verwacht, wel ligt dit al in een gebied wat nu wordt aangemerkt met waterophoping, het bovengelegen nieuwe busplatform zorgt voor extra verharding, hiervoor geldt ook dat een goede afwaterings- of infiltratievoorziening is nodig om afwenteling naar de omgeving te voorkomen en dit kan positief bijdragen aan de huidige situatie in het gebied. Voor knoop Optie 4 is de tunnelmond ook een aandachtspunt.

Overstromingen

Onder overstromingen worden overstromingen vanuit grote waterlichamen geschaard. Overstromingen kunnen in uitzonderlijke gevallen voorkomen in Utrecht van rivieren als de Lek, de Vecht en de Kromme Rijn en uit het Amsterdam-Rijnkanaal. Voor het grondgebied van de gemeenten Utrecht is slechts een zeer kleine kans op overstroming met een kans van 1/3.000 tot 1/30.000. Door deze kleine kans en slechts geringe effecten tijdens een overstroming vormt dit geen onderscheidend criterium voor het beoordelen van de Knoop Opties.



Figuur 21 Water op straat na extreme regen Gebied Knoop

Droogte (bodemdaling)

Droogte ontstaat wanneer er minder water in het systeem bij komt dan dat er verdampt en wegvloeit. Dit kan leiden tot bodemdaling als gevolg van oxidatie en inklinking van de bodem. In het kader van deze effectbeoordeling worden twee hoofdaspecten overwogen: de effecten van bodemdaling op het project en de bijdrage van het project aan droogte door de toe- of afname van water doorlaatbaar oppervlak.

<u>Bodemdaling als gevolg van droogte</u>

Voor het geografisch gebied Knoop geldt dat er geen aanvullende bodemdaling door klimaatverandering wordt verwacht. Deze beoordeling is gebaseerd op lange termijn klimaatmodellen en lokale geologische studies.

Invloed van het project op droogte

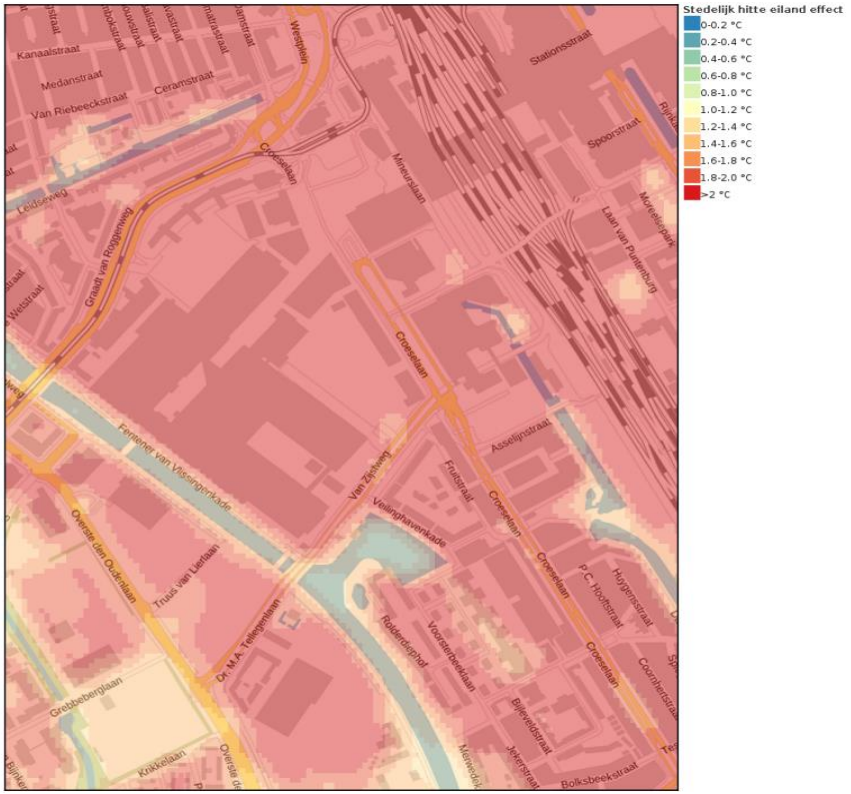
De invloed van het project op droogte heeft een directe relatie met de toename van verharding. Zoals eerder gesteld in paragraaf 6.7.2, zullen de opties binnen het Knoop gebied, inclusief ondergrondse haltes en viaducten, slechts een geringe toename van verharding met zich meebrengen. De effecten hiervan op droogte kunnen goed worden gemitigeerd door het ontwerpen van adequate infiltratievoorzieningen. Deze voorzieningen zorgen ervoor dat regenwater effectief de bodem kan bereiken en de grondwaterstanden kan ondersteunen, wat bijdraagt aan het verminderen van droogte en bodemdaling.

Door deze maatregelen te implementeren, kan het project bijdragen aan een duurzaam waterbeheer en de negatieve effecten van droogte en bodemdaling verder beperken.

Hitte

Extreme hitte kan ernstige gevolgen hebben voor de leefbaarheid van de stad en de gezondheid van inwoners. Het stedelijk hitte-eilandeffect versterkt dit probleem door de invloed van de grote hoeveelheid warmtevasthoudende (steenachtige) materialen en warmte producerende activiteiten, zoals alle machines en motoren die in de stad werkzaam zijn. De belangrijkste aandachtspunten bij hitte zijn hitte-absorberende materialen (verharding ten opzichte van vegetatie en water) en schaduwelementen (zoals bomen). Specifiek dient er rekening te worden gehouden met de locaties van technische installaties. Locaties van technische installaties zijn nog niet opgenomen in het huidige ontwerp, maar grofweg kan worden gesteld dat er technische installaties in de buurt van de haltes (onder de grond) gesitueerd zijn en bij de tunnelmonden. In dit onderdeel wordt zowel gekeken naar de bijdrage aan het grotere stedelijke hitte-eilandeffect van de ontwerpen als de kleinschaligere bijdrage aan de gevoelstemperatuur in openbare verblijfsruimte en voet- en fietspaden.

Op de kaart in Figuur 22 is te zien dat binnen het gebied Knoop de stad een typisch hitte-eilandeffect vertoont, waarbij het centrum meer dan 2 graden warmer is dan het landelijke gebied buiten de stad. Ook is zichtbaar dat het aanwezige water zorgt voor koelere plekken. Daarnaast is er weinig groen, zoals parken, binnen het gebied Knoop aanwezig dat zorgt voor koeling.



Figuur 22 Hitte-eilandeffect Gebied Knoop

De verschillende tracés van de Knoop kunnen de effecten mogelijk verergeren door de toename van verhard oppervlak. Hoewel dit voor de ondergrondse Knoop Opties beperkt is, vormt ventilatie bij hitte een extra nadeel van de ondergrondse ligging, omdat de installaties in de tunnel en bij de haltes warmte uitstralen op straat en daardoor een extra bron van hittestress vormen. De maaiveldoplossing Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld en het viaduct Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog zorgen daadwerkelijk voor een grote hoeveelheid warmtevasthoudende (steenachtige) materialen en warmte producerende activiteiten van de bussen en trams in de buitenlucht.

6.8.3 Conclusie

In tabel 71 is de beoordeling voor de verschillende aspecten van klimaat opgenomen. Hierbij dient opgemerkt te worden dat er enkel naar het geografische gebied [knoop] is gekeken. Bepaalde effecten kunnen in meer of mindere mate optreden afhankelijk van de keuzes in het verdere tracé. Naast gevolgen voor klimaateffecten heeft de toevoeging van infrastructuur ook impact op de kansen voor klimaatadaptieve maatregelen. Het is wenselijk om in een volgende fase verder onderzoek te doen naar het verminderen van de effecten van wateroverlast, overstromingen, droogte en hitte. Bijvoorbeeld door de ruimte voor extra groen te vergroten en de gevolgen van overstromingen te beperken.

Tabel 71 Beoordeling Klimaat

Aspect	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Wateroverlast	0	0	-	0
Droogte	0	0	0	0
Hitte	-	--	--	-

6.9 Archeologie en cultuurhistorie

Samen met de Omgevingswet maakt de Erfgoedwet een integrale bescherming van het cultureel erfgoed mogelijk. De Erfgoedwet betreft één integrale wet die betrekking heeft op archeologie (op het land en onder water), museale objecten, musea en monumenten.

De provincie heeft ervoor gekozen om het gebied de Limes te beschermen vanuit provinciaal belang. De Limes is opgenomen in de Provinciale Ruimtelijke Structuurvisie 2013-2028 en Verordening 2013 (PRS) en in de Provinciale Ruimtelijke Verordening (PRV). De provinciale bescherming beslaat zowel een fysisch-geografische zone als de historische infrastructuurlijnen van de Limes. Beide worden door de provincie als waardevol aangeduid en hebben een hoge beschermingsgraad. Zie figuur 23.

Aanvullend schetst de gemeente Utrecht in de Erfgoednota (2021) een perspectief op het erfgoed en hoe daarmee omgegaan wordt. De Archeologische Waardenkaart Utrecht (2023) is een kaart waarop de kans dat ergens archeologische resten in de bodem zitten wordt weergegeven, in combinatie met al bekende archeologische waarden. Deze kaarten geven per type verwachtingsgebied aan bij welke ingrepen er (vroegtijdig) archeologisch onderzoek nodig is en of er een vergunningsaanvraag nodig is.

Vanuit de Provinciale Omgevingsvisie is de pijler ‘levend landschap, erfgoed en cultuur’ het kader waarbinnen deze beoordeling plaatsvindt (Art. 7.1 en 7.2 Interim Omgevingsverordening). Ter bescherming van de cultuurhistorische hoofdstructuur (CHS), weergegeven in de CHAT, moet een bestemmingsplan ‘een beschrijving van de in het plangebied aanwezige cultuurhistorische waarden; en een beschrijving en motivering van de wijze waarop rekening is gehouden met deze waarden’ (art.7.7.3) bevatten. Van de CHS is de Limes van belang binnen het Gebied Knoop. De Limes valt zowel onder archeologie als onder cultuurhistorie. De effecten op de Limes zal onder archeologie behandeld worden.

6.9.1 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek

De Knoop Opties zijn apart beoordeeld op archeologie en cultuurhistorie. Om een vergelijking te kunnen maken, is bij de beoordeling van de effecten op archeologie gekeken naar de geplande ingrepen, de tracélengte en de verschillen in hoogteligging, waaronder verdiepte, op maaiveld en verhoogde liggingen. De verschillende Knoop Opties zijn over archeologische waarden- en verwachtingskaarten van de gemeenten Utrecht gelegd om de effecten op de bekende en verwachte archeologische waarden te onderzoeken.

Een archeologische waarden- en verwachtingskaart geeft weer welke archeologische waarden zich in de bodem bevinden en welke verwacht kunnen worden. De effecten zijn deels kwalitatief en deels op basis van expert judgement bepaald. Hierbij is de grens gehanteerd die overeenkomt met de vergunningsvereisten voor het verstoren van een oppervlakte groter dan 1.000 m2 in een gebied van hoge archeologische verwachting.

Om een vergelijking tussen de verschillende alternatieven te kunnen maken, is bij de beoordeling op cultuurhistorie van de effecten gekeken naar de geplande ingrepen, de tracélengte en de verschillen in hoogteligging (een verdiepte ligging, een ligging op maaiveld of een verhoogde ligging) in relatie tot de afstand tot gemeentelijke en rijksmonumenten, de doorkruising en raken van UNESCO werelderfgoed, CHS, beschermde stads- en dorpsgezichten en historische assen en waterlopen. De scoringmethodiek voor de aspecten archeologie en cultuurhistorie is opgenomen in tabel 72.

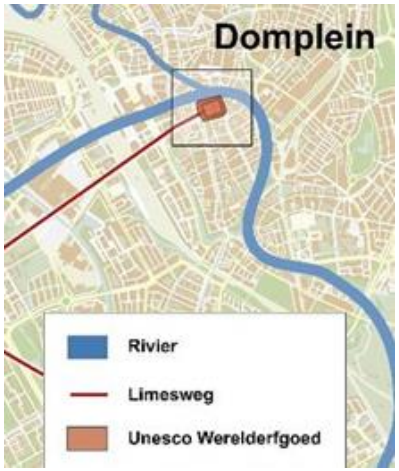
6.9.2 Archeologie

In de Knoop Opties 1 – Knooppassage, 4 – Busstation West Maaiveld en 8 – Nieuw Beatrixgebouw bevindt zich een tunnel en haltes voor de ondergrondse tramlijn. Voor de constructie hiervan zal een grote grondverplaatsing nodig zijn, wat mogelijk impact heeft op de archeologische waarden die in de grond zitten. Elk van deze Knoop Opties gaat tot een diepte beneden het archeologisch pakket (6 meter beneden maaiveld). Het gebied Knoop is aangewezen als archeologisch waardevolle zone volgens de omgevingsvisie en omgevingsverordening.

Tabel 72 Scoringsmethodiek archeologie en cultuurhistorie

		Wanneer toegekend?	Wanneer toegekend?
++	Zeer positieve bijdrage/effecten	n.v.t.	Sterke verbetering van UNESCO werelderfgoed Hollandse Waterlinies, Provinciale Cultuurhistorische Hoofdstructuur (CHS), rijks- en gemeentelijke monumenten, beschermde stads- en dorpsgezichten, historische assen en waterlopen
+	Positieve bijdrage/effecten	n.v.t.	Verbetering van UNESCO werelderfgoed … en waterlopen
0	Neutrale bijdrage/ gelijkblijvende effecten	Geen of beperkte aantasting van bekende archeologische waarden en gebieden met redelijke tot hoge verwachtingswaarde.	Vrijwel geen effect op UNESCO werelderfgoed … en waterlopen
-	Negatieve bijdrage/effecten	Geen of beperkte aantasting van bekende archeologische waarden en beperkte aantasting (<1.000 m2) van de gebieden met redelijke tot hoge verwachtingswaarde	Verslechtering van UNESCO werelderfgoed … en waterlopen
--	Zeer negatieve bijdrage/effecten	Aantasting van gebieden met een bekende archeologische verwachtingswaarde en grote aantasting (>1.000 m2) van gebieden met een hoge verwachtingswaarde.	Sterker verslechtering van UNESCO werelderfgoed … en waterlopen

Gebieden met hoge archeologische waarde of verwachting zijn de Limes, zie Figuur 23 binnen het gebied Knoop. Dit is relevant voor alle ondergrondse Knoop Opties 1 – Knooppassage, 4 – Busstation West Maaiveld en 8 – Nieuw Beatrixgebouw. De constructie van de tunnel kan met een boormethode of een graafmethode worden uitgevoerd. Algemeen is er vanuit de archeologie een voorkeur voor boren, aangezien hierbij onder de archeologische niveaus kan worden gewerkt. Bij beide methodes is archeologisch vooronderzoek nodig om te bepalen wat de impact is op een specifieke locatie en op welk niveau of niveaus zich archeologische resten (kunnen) bevinden. Bij alle alternatieven zullen ook andere bodemingrepen plaatsvinden, zoals bijvoorbeeld de aanleg van kabels en leidingen in nieuwe tracés.



Figuur 23 de Limes

Archeologisch onderzoek is opgebouwd in fasen en werkt van grootschalig (het bureauonderzoek) naar fijnmazig (een lokale opgraving). Per fase wordt een afweging gemaakt of voldoende informatie is verzameld, of vervolgonderzoek nodig is en of de archeologische resten in situ behouden kunnen blijven. Hoe meer informatie in het voortraject bekend is, hoe beter het archeologisch onderzoek te beheersen en te plannen is. Het is van belang dat het archeologisch traject zo vroeg mogelijk gestart wordt. Zo wordt vertraging in het project voorkomen.

Vanuit het perspectief van de effecten op het archeologisch erfgoed is er bij de ondergrondse Knoop Opties 1 – Knooppassage, Optie 4 – Busstation West Maaiveld en Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw sprake van aantasting van gebieden met een hoge archeologische verwachtingswaarde. Wel kan er gesteld worden dat er bij minder grondroerende werkzaamheden ook minder kans is op aantasting van archeologische waarde. In dat kader heeft de bovengrondse viaduct Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog maar een beperkt effect op het thema archeologie. Voor alle Knoop Opties zullen de ondergrondse haltes uitgegraven worden, waarbij Knoop Optie 1 – Knooppassage de langst geboorde tunnel heeft, gevolgd door Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld, en naar verwachting heeft Knoop Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw, die volledig gegraven wordt, het meest negatieve effect. De beoordeling is opgenomen in tabel 73 in paragraaf 6.9.4

6.9.3 Cultuurhistorie

De effecten van de Knoop Opties op het UNESCO werelderfgoed, de Provinciale Cultuurhistorische Hoofdstructuur (CHS), rijksmonumenten, gemeentelijke monumenten, beschermde stads- en dorpsgezichten en historische assen en waterlopen, worden stapsgewijs langsgelopen.

<u>UNESCO werelderfgoed</u>

Alle Knoop Opties bevinden zich op ruime afstand van het UNESCO werelderfgoed.

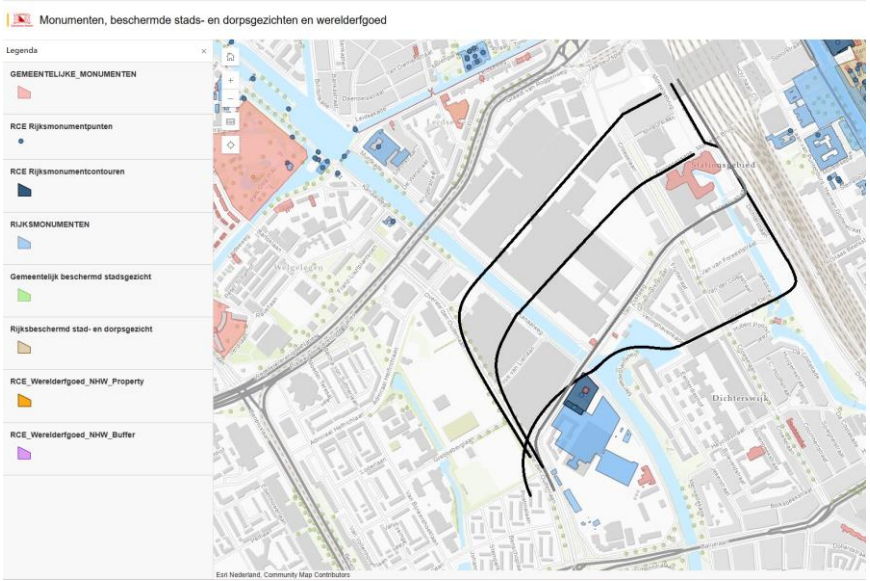
<u>Provinciale Cultuurhistorische Hoofdstructuur (CHS)</u>

De effecten op de CHS zijn onder te verdelen in effecten op het militair erfgoed (inclusief de UNESCO-zone) en de effecten op de historische infrastructuur.

Voor Knoop Optie 1 – Knooppassage, is er een mogelijk raakvlak met de Knoopkazerne. Opgemerkt dient echter te worden dat binnen de MIRT-Verkenning zowel is gesproken over een ondergrondse kelder als een ondergrondse bunker onder de oude Knoopkazerne. Het is momenteel onduidelijk of met deze kelder ook de bunker bedoeld wordt, die in een eerdere fase van dit is benoemd. Voor de andere Knoop Opties zijn er geen raakvlakken op dit aspect. De beoordeling voor dit aspect is opgenomen in tabel 73 in paragraaf 6.9.4

<u>Rijksmonumenten, gemeentelijke monumenten en beschermde stads- en dorpsgezichten</u>

In Figuur 24 staat de kaart met de gemeentelijke monumenten, Rijksmonumenten en de Rijksmonumentencontouren die zich bevinden binnen het gebied Knoop. Ook zijn de Knoop Opties ondergronds (zwart) en bovengronds (grijs) schematisch ingetekend. Er zijn geen beschermde stads- en dorpsgezichten binnen het gebied aanwezig.



Figuur 24 Monumenten en beschermde stads-dorpsgezichten en werelderfgoed in het gebied Knoop met de Knoop Opties schematische ingetekend.

In het figuur is zichtbaar dat Knoop Optie 1 – Knooppassage, de halte bij Utrecht CS, gegraven wordt naast een gemeentelijk monument (rood), namelijk het Rabobankgebouw aan de Croeselaan. Dit vraagt om extra aandacht bij de inpassing en tijdens de bouw om schade aan het gemeentelijke monument te voorkomen.
Voor viaduct Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog, komt deze te liggen langs het gemeentelijk monument Rabo aan de Croeselaan, de Hovenierswoning aan de zuidzijde van de Van Zijstweg, en het Transformatorhuisje aan de noordzijde van de Zijstweg/Fentener van Vlissingenkade. Verderop aan de Dr. M.A. Tellegenlaan en Overste den Oudelaan bevindt zich het Rijksmonument kantoorgebouw Jongeriuscomplex. Dit zal impact hebben op het stadsgezicht van deze objecten.

Voor Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld kruisen de Rijksmonumentencontouren (donkerblauw) bij het perceel aan de Dr. M.A. Tellegenlaan/Kanaalweg. Gezien het hier een geboorde tunnel betreft, is dit weinig relevant. Knoop Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw heeft geen raakvlakken op dit aspect.

Vanuit het perspectief van de effecten op cultuurhistorie scoren, met uitzondering van Knoop Optie 2 – Busstation West Hoog die een negatief effect heeft, de andere Knoop Opties vrijwel geen effect. De beoordeling is opgenomen in tabel 73 in paragraaf 6.9.4.

6.9.4 Conclusie

In tabel 73 is de beoordeling opgenomen voor de aspecten Archeologie en Cultuurhistorie. Voor Cultuurhistorie zijn verschillende deelaspecten onderzocht: UNESCO Werelderfgoed, Cultuurhistorische Hoofdstructuur, Rijks- en gemeentelijke monumenten, beschermde stads- en dorpsgezichten, en historische assen en waterlopen. Daarnaast is er een eindbeoordeling van Cultuurhistorie toegevoegd.

Tabel 73 beoordeling archeologie en cultuurhistorie

Aspect		Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Archeologie		-	0	-	--
Cultuurhistorie	UNESCO werelderfgoed	0	0	0	0
	Cultuurhistorische Hoofdstructuur	-	-	-	-
	Rijks-en gemeentelijke monumenten	0	-	0	0
	Beschermde stads- en dorpsgezichten	0	0	0	0
	Historische assen en waterlopen	0	0	0	0

6.10 Duurzaamheid

Duurzaamheid is voor deze fase buiten beschouwing gelaten, er worden namelijk geen onderscheidende aspecten tussen de opties verwacht voor deze fase. In de volgende fase kan het wenselijk zijn een vergelijking in Milieu Kosten Indicator (MKI) met behulp van DuboCalc uit te voeren voor de nieuwe varianten. Dit helpt om de milieu-impact van verschillende materiaalgebruik te bepalen en een score hiervoor toe te kennen. Daarnaast kan er gekeken worden naar een kwalitatieve beoordeling van welke alternatieven in welke mate bijdragen aan circulair materiaalgebruik.

Wanneer er een verkeeranalyse zou worden gedaan, kan aan de hand van verkeerscijfers van VRU en kentallen (CO2-emissiefactoren) op grof niveau worden bepaald wat de CO2-uitstoot van reisbewegingen (km) van voetgangers, fietsers, auto's, bussen, metro's, trams en treinen is. Dit kan helpen om het beoordelingsaspect duurzaamheid te scoren.

6.11 Ecologie

Bij een ruimtelijke ontwikkeling is het vanuit natuurwetgeving van belang om na te gaan of de werkzaamheden effect hebben op beschermde natuurwaarden

6.11.1 Onderzoeksmethodiek en scoremethodiek

De Knoop Opties in het geografische gebied Knoop zijn vergeleken aan de hand van verschillende aspecten:

- Beschermde gebieden,
- Beschermde houtopstanden en
- Beschermde soorten en biodiversiteit.

Voor de beoordeling is gebruik gemaakt van beschikbare kwantitatieve data beschikbaar uit de GIS – Atlas omgeving van de provincie Utrecht.

Beschermde gebieden

Voor het aspect ‘Beschermde gebieden’ is er gekeken naar mogelijke effecten van de voorgenomen werkzaamheden op beschermde natuurgebieden in de omgeving. Beschermde gebieden die zijn meegenomen in deze effectstudie omvatten: Natura 2000-gebieden, het Natuurnetwerk Nederland (NNN), Groene Contour, weidevogelkerngebied, ganzenrustgebied en oude bosgroeiplaatsen in de provincie Utrecht. Voor de effectbepaling is gekeken naar ruimtebeslag op beschermde gebieden en mogelijke indirecte effecten.

Beschermde houtopstanden

Voor het aspect ‘Beschermde houtopstanden’ is er gekeken naar de effecten van de voorgenomen werkzaamheden op beschermde houtopstanden onder de Wet natuurbescherming, provinciaal beleid en gemeentelijk beleid. In dit stadium is nog niet volledig bekend waar en hoeveel gekapt zal moeten worden. Voor deze beoordeling wordt uitgegaan van de laatste inzichten en inschattingen.

In Tabel 74 is de scoringsmethodiek ten behoeve van ecologie weergegeven.

Tabel 72 Scoringsmethodiek Ecologie

Score	Verklaring	Beschermde gebieden	Beschermde houtopstanden	Beschermde soorten	Biodiversiteit
++	Zeer positieve bijdrage /effecten	Toename areaal (>1 ha)	Toename areaal/ aantal bomen (>10 are of >20 bomen)	Toename leefgebied met potentie voor rust- en verblijfplaatsen Nationaal- of Europees beschermde soorten zonder vrijstelling of doelsoorten	Toename biodiversiteit, versterken natuur-inclusieve stad, toename samenhang groenstructuren en versterking verbinding
+	Positieve bijdrage/ effecten	Beperkte toename areaal (0-1ha)	Beperkte toename areaal/ aantal bomen (0-10 are of 0-20 bomen)	Beperkte toename aan leefgebied met potentie voor vaste rust- en verblijfplaatsen voor Nationaal of Europees beschermde soorten met of zonder vrijstelling en/of doelsoorten	Beperkte biodiversiteit, beperkte versterking natuur-inclusieve stad, beperkte toename samenhang groen-structuren en beperkte versterking verbinding tussen/areaal groengebieden (0-1 ha)
0	Neutrale bijdrage/ gelijkblijvende effecten	Geen effect	Geen effect	Geen effect	Geen effect
-	Negatieve bijdrage/ effecten	Beperkte afname areaal (0-1 ha) of beperkte externe effecten	Beperkte afname areaal/ aantal bomen(0-10 are of 0-20 bomen)	Verstoring van vaste rust- en verblijfplaatsen van Nationaal of Europees beschermde soorten zonder vrijstelling en/of aantasting van (verblijfplaatsen van) Nationaal of Europees beschermde soorten met vrijstelling en/ of doelsoorten	Beperkte afname biodiversiteit, natuur-inclusieve stad, samenhang groenstructuren en verbinding tussen/areaal groengebieden (0-1 ha)
--	Zeer negatieve bijdrage /effecten	Afname areaal (>1 ha) of externe effecten	Afname areaal/ aantal bomen (>10 are of >20 bomen)	Aantasting vaste rust- en verblijfplaatsen Nationaal- of Europees beschermde soorten zonder vrijstelling of doelsoorten	Afname biodiversiteit, natuur-inclusieve stad, samenhang groenstructuren en verbinding tussen/areaal groengebieden (>1 ha)

6.11.2 Beschermde gebieden

Natura2000 gebieden, Natuurnetwerk Nederland, de Groene Contour, weidevogelkerngebied en ganzenrustgebied bevinden zich niet binnen het geografische cluster Compacte Knoop en vormen daarmee dus ook geen onderscheidend aspect voor de Knoop Opties. Het criterium ‘Beschermde gebieden’ zal daardoor gelijk voor alle Knoop Opties beoordeeld worden, zie tabel 73.

De werkzaamheden hebben geen permanent en geen tijdelijk negatief effect op Natuurnetwerk Nederland. De beschermde gebieden liggen meer dan 2 km van de Compacte Knoop en ondervinden geen effect van de ingreep. Zie figuur 25 met de resultaten uit het onderzoek beschermde gebieden opgevraagd via de Atlas Provincie Utrecht.

Figuur 25 NatuurNetwerk Nederland gebieden in omgeving rondom Gebied Knoop

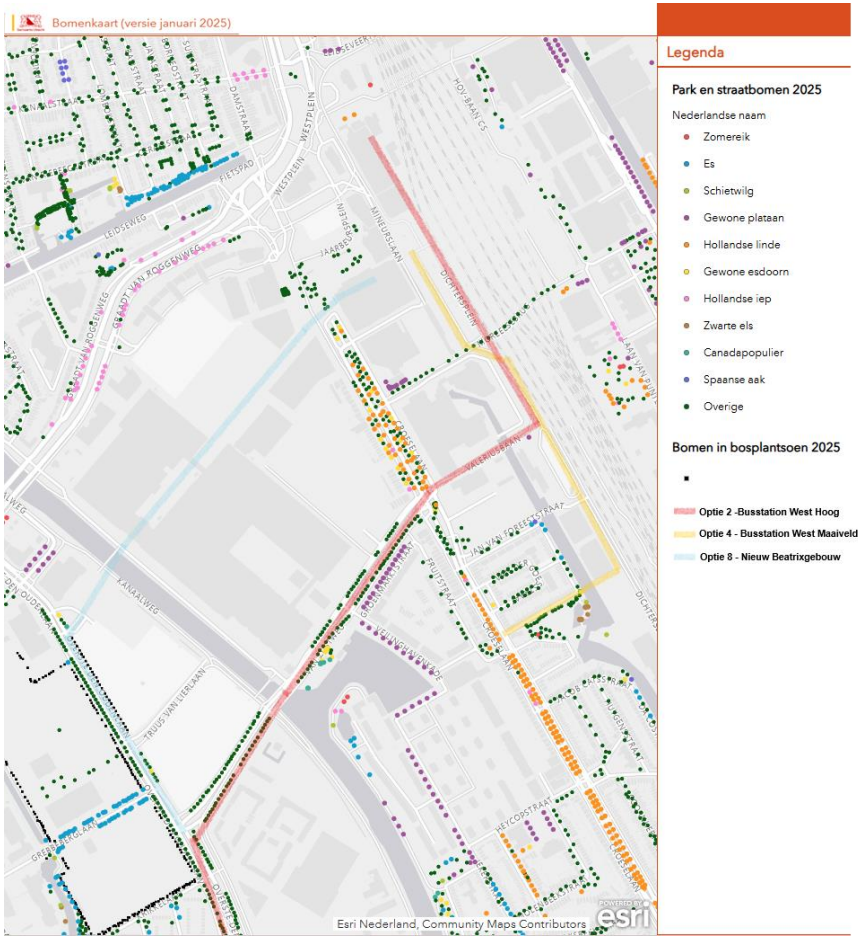
Tabel 73 beoordeling beschermde gebieden

	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Natura 2000- gebied, Groene Contour, weidevogelkern-gebied en ganzenrustgebied	0	0	0	0
NNN	0	0	0	0
Tijdelijke effecten op NNN	0	0	0	0

6.11.3 Beschermde houtopstanden

Door de aanleg van de Merwedelijn binnen het geografische gebied Knoop zullen op sommige plekken bomen en groen aangetast worden. De Knoop-opties liggen niet binnen de grenzen van een beschermde houtopstand. Een houtopstand is in de Omgevingswet gedefinieerd als een bomenrij langer dan twintig bomen of een oppervlakte van meer dan tien are, inclusief struiken, hakhout en struweel. Daarmee worden alle Knoop Opties beoordeeld met een ‘0’.

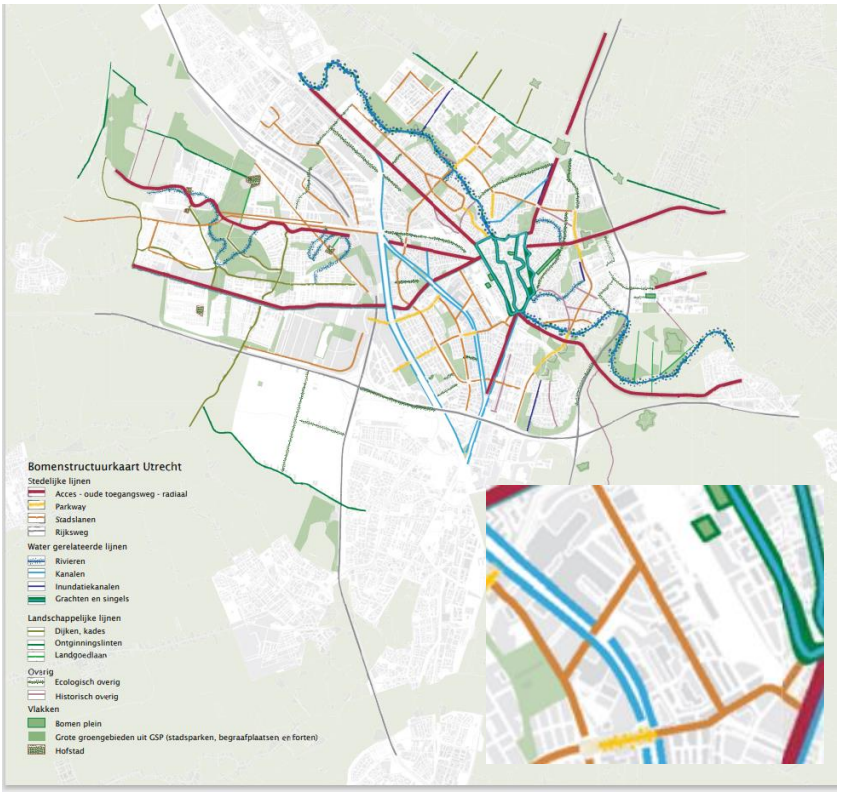
In het strategisch bosbeleid spreekt de provincie Utrecht de ambitie uit om rond 2040 meer bos en bomen gerealiseerd te hebben. Hieronder valt ook de ambitie om meer bos en bomen in steden en dorpen te hebben. Voor de ondergrondse Knoop-opties geldt dat deze ondergronds zijn, waardoor de meeste bomen en bosjes behouden kunnen worden. Wel zullen er mogelijk bomen tijdelijk verwijderd moeten worden bij de bouwmethode Cut&Cover voor Knoop Optie 4 – Busstation West Maaiveld en Knoop Optie 8 – Nieuw Beatrixgebouw. Voor de bovengrondse viaduct Knoop-optie 2 – Busstation West Hoog zullen mogelijk bomen langs de Van Zijstweg moeten wijken. Zie ook figuur 26 met de bomenkaart van de Gemeente Utrecht en de Knoop Opties 2 – Busstation West Hoog (Rood), 4 – Busstation West Maaiveld (geel) en 8 – Nieuw Beatrixgebouw (blauw)met de bouwmethode Cut&Cover en viaduct schematisch zijn ingetekend.



Figuur 26 Bomenkaart Gemeente Utrecht en Geboorde en Cut&Cover Knoop Opties schematisch ingetekend

Bij geen van de Knoop Opties is er een raakvlak met een beschermd klein landschapselement of oude bosgroeiplaats, waardoor dit aspect niet onderscheidend is.

Het doel van de gemeente Utrecht is dat er in 2030 meer volwassen bomen zijn dan in 2009. Deze visie staat beschreven in de nota Bomenbeleid Utrecht, vastgesteld op 27 september 2018. Met dit bomenbeleid wordt de stedelijke bomenstructuur in Utrecht beschreven. In figuur 27 is de bomenkaart van de gemeente Utrecht weergegeven, met uitsneden voor het geografische gebied Knoop. De focus ligt op het behoud van bomenlanen. Voor de bovengrondse viaduct Knoop-optie 2 – Busstation West Hoog geldt dat de Stadslanen langs de Van Zijstweg impact hebben op de bomenlanen en daarmee op de boomstructuren. In tabel 74 staat de beoordeling voor beschermde houtopstanden voor de verschillende aspecten.



Figuur 27 Bomenstructuurkaart Gemeente Utrecht

Tabel 24 Beoordeling beschermde houtopstanden

	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Beschermde houtopstanden (Ow)	0	0	0	0
Strategisch bosbeleid	0	-	0	0
Beschermd klein landschapselement en oude bosgroeiplaatsen	0	0	0	0
Bomenbeleid Utrecht	0	-	0	0

6.11.4 Conclusie

De verschillende effecten beschreven in de vorige paragrafen zijn vertaald naar onderstaande beoordeling per Knoop Opties voor de aspect Ecologie. Hieronder in Tabel 75 is de samenvattende boordeling opgenomen.

Tabel 75 beoordeling op het aspect ecologie

	Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Natura 2000- gebied, Groene Contour, weidevogelkern-gebied en ganzenrustgebied	0	0	0	0
NNN	0	0	0	0
Tijdelijke effecten op NNN	0	0	0	0
Beschermde houtopstanden Ow	0	0	0	0
Strategisch bosbeleid	0	-	0	0
Beschermd klein landschapselement en oude bosgroeiplaatsen	0	0	0	0
Bomenbeleid Utrecht	0	-	0	0

7 Conclusie

In dit hoofdstuk zijn de conclusies en eindbeoordelingen van Doelbereik, Toekomstvastheid en de effecten van Gezond Stedelijk Leven (milieueffecten) nogmaals samengevat. In Tabel 71 is de beoordeling gegeven voor de Knoop Opties 1, 2, 4 en 8. Deze tabel is enkel voor informatieve doeleinden. Er zullen dan ook geen conclusies getrokken worden over hoe de beoordelingen tussen de Knoop Opties zich verhouden. In een volgende fase zullen de criteria verder beoordeeld worden voor de gehele Merwedelijn. Daarbij kan het mogelijk wenselijk zijn om het beoordelingskader op aspecten beter passend te maken voor de beoordeling van enkel de bouwsteen Merwedelijn binnen de MIRT Utrecht OV en Wonen. Ook zullen bepaalde aspecten kwalitatief beoordeeld dienen te worden. Middels deze effectrapportage is echter een eerste aanzet richting verkenningenrapport en planMER voor de MIRT Utrecht OV en Wonen, ten behoeve van de beslisinformatie voor de VKA-beoordeling in de BO MIRT najaar 2025.

Tabel 76 Overzicht beoordelingsaspecten en scoring Knoop Opties en Varianten

Aspect			Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Doelbereik						
Doelstelling 1: Voorkomen overbelasting rondom Utrecht Centraal						
Verminderen knelpunten bij toeleidende routes busstation			+	+	0	+
Verminderen knelpunt uitstappers tramlijn 22			+	0	0	0
Functioneren van loopstromen in het stationsgebied Utrecht Centraal			+	0	0	+
Bereikbaarheid en Verkeersveiligheid						
Bereikbaarheid /netwerkeffecten	Effecten op OV-netwerk		+	++	0	+
	Haltekwaliteit: MWL: Aanlanding Utrecht Centraal	Toegankelijkheid	-	++	++	0
		Vindbaarheid	--	+	++	-
		Veiligheid	+	+	+	0
		Comfort	0	+	+	0
Inclusiviteit	Bereikbaarheid van haltes		-	++	+	0
	Toegankelijkheid van haltes		-	++	++	0
Verkeersveiligheid			0	+	0	+
Toekomstvastheid						
Binnenstadsas als ondergrondse tramverbinding			+	--	--	-
Technische aspecten						
Haalbaarheid			-	0	0	-
Maakbaarheid			-	0	-	0
Onderhoud	Robuustheid		++	++	++	++
	Beheer en onderhoud		+	0	-	0

Aspect		Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Ruimtelijke kwaliteit					
MWL-centrum	Context S&L	++	-	-	++
	Groene en blauwe structuren	0	0	-	0
	Lopen, verblijven en ontmoeten	+	-	0	++
Luchtkwaliteit					
Luchtkwaliteit		0	0	0	0
Geluid					
Aanlegfase		0	--	-	--
Gebruiksfase		0	--	0	0
Trillingen					
Gebruiksfase	Hinder	0	--	-	0
Aanlegfase	Hinder	--	--	--	--
	Schade	-	-	--	--
Externe veiligheid					
Externe veiligheid	Kwetsbaren	0	0	0	0
	Bron	0	0	-	0
Uitvoeringshinder					
Eindhalte (bij Utrecht Centraal)		-	--	--	-
Reizigerstunnel		--	*	*	0
Overige Tracé		+	-	--	-
Tussenliggende (nood)halte		-	-	-	-
Bodem					
Bodemopbouw		-	0	-	-
Bodemkwaliteit		+	0	+	++
Aardkundige waarden		*	*	*	*
Water					
Kwantiteit	Oppervlaktewater	0	0	0	0
	Grondwater	0	0	-	--
Kwaliteit	Oppervlaktewater	0	0	0	0
	Grondwater	0	0	0	-
Waterveiligheid		*	*	*	*
WKO-bronnen	Directe invloed WKO-bronnen	-	-	0	--
	Indirecte invloed tijdens aanlegfase	-	0	-	--
	Indirecte invloed tijdens gebruiksfase	-	0	-	--

Aspect		Optie 1	Optie 2	Optie 4	Optie 8
Klimaat					
Klimaat	Wateroverlast	0	0	-	0
	Droogte	0	0	0	0
	Hitte	-	--	--	-
Archeologie en cultuurhistorie					
Archeologie		-	0	-	--
Cultuurhistorie	Cultuurhistorische Hoofdstructuur	0	0	0	0
	UNESCO werelderfgoed	-	-	-	-
	Rijks-en gemeentelijke monumenten	0	-	0	0
	Beschermde stads- en dorpsgezichten	0	0	0	0
	Historische assen en waterlopen	0	0	0	0
Ecologie					
Beschermde gebieden	Natura 2000-gebied, Groene Contour, weidevogelkerngebied en ganzenrustgebied	0	0	0	0
	NNN	0	0	0	0
	Tijdelijke effecten op NNN	0	0	0	0
Beschermde houtopstanden	Beschermde houtopstanden Ow	0	0	0	0
	Strategisch bosbeleid	0	-	0	0
	Beschermd klein landschapselement en oude bosgroeiplaatsen	0	0	0	0
	Bomenbeleid Utrecht	0	-	0	0

Bijlage A: Beoordelingskader MIRT-Verkenning Zeef-2

Thema	Aspect	Criteria	Methode
Doelbereik			
Het voorkomen van overbelasting rond Utrecht Centraal	Verminderen knelpunten bij toeleidende routes busstation	• Verandering in hoeveelheid bussen in drukste uur op de toeleidende routes • Verandering in hoeveelheid kruisend overig verkeer	Kwantitatief (o.a. Verkeersmodel)
	Verminderen knelpunt uitstappers tramlijn 22	Aantal uitstappers per tram in drukste uur van tramlijn 22 bij Utrecht Centraal	
	Functioneren van loopstromen in het stationsgebied Utrecht Centraal	Wijziging van loopstromen bij Utrecht Centraal	
Utrecht Science Park beter bereikbaar maken per OV	Functioneren OV-corridors van en naar Utrecht Science Park	Verhouding intensiteit/capaciteit trams van/naar Utrecht Science Park	Kwantitatief (o.a. Verkeersmodel)
	Functioneren OV-corridors binnen Utrecht Science Park	Verandering in hoeveelheid bussen en trams op de Heidelberglaan	Kwantitatief (o.a. Verkeersmodel)
	Bereikbaarheidseffecten	• Aantal inwoners binnen bereik van het Utrecht Science Park • Reistijdeffecten op representatieve voorbeeldreizen • Aantal instappers per etmaal bij OV-haltes op het USP	Kwantitatief en kwalitatief
Het beter bereikbaar maken per OV van nieuwe woon-en werklocaties in Utrecht Zuidwest en Nieuwegein in 2030 en verder	Bereikbaarheid woon- en werklocaties Beurskwartier, Merwedekanaalzone (deelgebieden 4, 5 en 6), A12-zone (Woonboulevard, Westraven, Galecopperzoom & Papendorp), NIeuwegein City en Rijnhuizen.	• Aantal bereikbare inwoners en arbeidsplaatsen per OV • Bereikbaarheid van parkeerhubs aan de ring van/naar de nieuwe woon- en werklocaties	Kwantitatief en kwalitatief
	Capaciteit OV-systeem	Voldoende capaciteit in het OV-systeem, in het bijzonder richting Utrecht Centraal	Kwantitatief (o.a. Verkeersmodel)
	Uitvoerbaarheid woningbouwopgave bij geboden OV-oplossing	Effecten op te bouwen woningen, werkplekken, voorzieningen en te realiseren groen	Kwantitatief en kwalitatief

Thema	Aspect	Criteria	Methode
Toekomstvastheid			
Toekomstvastheid OV-systeem bij verschillende scenario's: • Doortrekken Merwedelijn of Papendorplijn naar Rijnenburg • Mogelijkheden voor additionele woningen A12-zone • Doortrekken Merwedelijn naar de binnenstad • Doorontwikkeling systeem van OV-wiel met spaken	Mogelijk maken additionele woningbouwopgave	Mogelijkheden voor additionele woningbouw A12 zone en Rijnenburg	Kwantitatief en kwalitatief
	Restcapaciteit OV-systeem	Intensiteit/capaciteit verhouding Merwedelijn, Papendorplijn/SUNIJ, tram 22 en busbaan Waterlinieweg en Utrecht Science Park	Kwantitatief (o.a. Verkeersmodel)
	Technische maakbaarheid	Mate van technische maakbaarheid van toekomstscenario's	Kwalitatief (expert judgement)
	(on)mogelijk maken doorontwikkeling OV-wiel met spaken	Mate van (on) mogelijk maken lange termijn wiel- en spaakverbindingen, bijvoorbeeld station Lunetten-Koningsweg, doortrekken Uithoflijn	Kwalitatief (expert judgement)
Gezond stedelijk leven			
Bereikbaarheid	Bereikbaarheid / netwerkeffecten	• Effecten op OV-, auto- en fietsnetwerk • Bereikbaarheid van gebieden en doelgroepen (bv. bestaande wijken en omliggende kernen) • Reistijdeffecten op representatieve voorbeeldreizen	Kwantitatief en kwalitatief
	Inclusiviteit	• Loopafstand tot haltes • Toegankelijkheid van haltes	Kwantitatief en kwalitatief
	Economie	• Bereikbaarheid van werklocaties (onder meer Papendorp, Woonboulevard en Utrecht Science Park)	Kwantitatief en kwalitatief
Verkeersveiligheid	Verkeersveiligheid	Kans op ongevallen	Kwantitatief en kwalitatief
Leefbaarheid	Trillingen	Hinder exploitatiefase	Kwantitatief en kwalitatief
	Geluid	Geluidbelastoppervlak	Kwantitatief
	Luchtkwaliteit	Luchtkwaliteit	Kwantitatief
Ruimtelijke kwaliteit		Stedenbouwkundige en landschappelijke context	Kwalitatief
		Groene en blauwe structuren	
		OV-haltekwaliteit	
		Lopen en verblijven (waaronder barrièrewerking)	
		Leefkwaliteit	
Externe veiligheid	Toe- en afname van risico's	Verandering van risicocontouren en aantal personen/ risicogevoelige bestemmingen voor plaatsgebonden risico (PR) en groepsrisico (GR)	Kwalitatief
Gezondheid	Geluid- en luchtkwaliteit	Gezondheidseffecten van geluidemissie en luchtkwaliteit	Kwantitatief
	Bewegen en ontmoeten	Kan de omgeving worden ingericht zodat deze uitnodigt tot sporten, spelen, bewegen en elkaar ontmoeten.	Kwalitatief
Uitvoeringshinder	Geluidhinder	Geluid in de aanlegfase	Kwalitatief
	Trillinghinder	Hinder en schade in bouwfase: Inschatting risico op schade aan gebouwen en hinder voor woningen en gevoelige bedrijven	Kwantitatief en kwalitatief
	Verkeershinder	Verkeershinder in de aanlegfase	Kwalitatief

Thema	Aspect	Criteria	Methode
Bodem en water	Bodem	(water) Bodemkwaliteit	Kwalitatief
		Aardkundige waarden	
		Bodemenergiesystemen	
	Waterkwantiteit	Oppervlaktewater	
		Hemelwater	
		Grondwaterstand	
	Waterkwaliteit	Oppervlaktewater	
		Hemelwater	
		Grondwater	
		Kwel	
Archeologie en cultuurhistorie	Archeologie	Verwachte archeologische waarden	Kwalitatief
	Cultuurhistorie	Monumenten	
Ecologie / natuur	Beschermde gebieden	Natura 2000-gebieden	Kwalitatief
		NNN-gebieden	
		Ecologische verbindingszone	
		Effect op groenstructuren (natuurparels)	
		Tijdelijke effecten op gebieden (aanlegfase)	
	Beschermde soorten en biodiversiteit	Beschermde soorten	
		Biodiversiteit	
		Tijdelijke effecten op soorten (aanlegfase)	
	Stikstof	Stikstof emissie en depositie	Kwantitatief
Duurzaamheid en klimaat(adaptatie)		Klimaatadaptatie	Kwalitatief
		Klimaatpreventie	Kwantitatief
		Flankerende mobiliteitsbeïnvloeding (wijziging in mobiliteit i.r.t. CO2-emissie)	Kwantitatief
Overige aspecten			
Maatschappelijke kosten en baten		Investeringskosten	Kwantitatief
		Instandhoudingskosten	
		Exploitatiesaldo	
		MKBA resultaat	
Technische inpassing en haalbaarheid		Haalbaarheid	Kwalitatief
		Maakbaarheid	
		Onderhoudsaspecten	
Faseerbaarheid en realisatietermijn		Faseerbaarheid	Kwalitatief
		Realisatietermijn	Kwalitatief
Draagvlak		Mate waarin het alternatief draagvlak heeft bij omgevingspartijen	Kwalitatief