

Postadres:
Postbus 95089
1090 HB Amsterdam

Tel 020 556 5495
(secretariaat)
Fax 020 556 5724

www.amsys.amsterdam.nl



Gemeente Amsterdam
Dienst Infrastructuur Verkeer en Vervoer
Projectbureau AMSYS (Amsterdam Metro System)

Automatisch rijden op het metronet Amsterdam

*Naar een robuuste, hoogfrequente en
betrouwbare metro*

Eindrapportage

Datum: 28 november 2008

Inhoud

1. Inleiding	3
2. Internationale ontwikkelingen	7
3. Beleidsmatige overwegingen	8
4. Uitgangspunten voor de metro-operatie	10
5 De businesscase.....	15
6. Omgeving.....	20
7. Stapsgewijze aanpak.....	22
8. Samenvatting, conclusies en advies	23
Gebruikte bronnen.....	27

1. Inleiding

1.1 Achtergrond, definities en leeswijzer

Amsterdam investeert in uitbreiding en modernisering van het metronet. Het huidige pakket omvat de bouw van de NZL (ca €2,2 miljard), de aanschaf van nieuwe metrotreinen voor zowel de NZL als het bestaande metronet, en investeringen in moderne systemen en voorzieningen (AMSYS; ca €0,7 miljard), het meerjaren vervangingsprogramma (MVP; ca 0,7 miljard) en de verlenging van de NZL naar Amstelveen (ca €300 mln). Dat zijn bij elkaar investeringen van ca €4 miljard.

Onderdeel van het investeringsprogramma zijn nieuwe systemen voor Signalling & Control. Deze systemen verzorgen de treinbeveiliging en treinsturing (het zenuwstelsel van de metro), en hebben ook een directe relatie met de mate van automatisering van de metro-exploitatie.

Voor de mate van automatisch rijden bestaan volgens de internationale definitie vier niveaus (GoA – Grade of Automation):

- GoA 1: *Automatic Train Protection (ATP)* (de beveiliging is automatisch – door rood rijden is niet mogelijk – maar de besturing gebeurt handmatig door de metrobestuurder);
- GoA 2: *ATP + Automatic Train Operation (ATO)* (automatische besturing, maar bestuurder bedient (in principe) nog wel de deuren);
- GoA 3: *ATP + ATO* maar bestuurderloos (gelijk aan GoA 2, maar met een steward in plaats van een bestuurder);
- GoA 4: *Unmanned Train Operation (UTO)* (volledig automatisch en bestuurderloos rijden).

De niveaus zijn modulair. GoA 1 maakt altijd onderdeel uit van het Signalling systeem. GoA 2 bouwt hierop voort met automatische treinsturing. GoA 3 verplaatst de rol van de bestuurder naar de steward in de trein en GoA 4 verplaatst de besturing (volledig) naar de verkeersleiding. Vanaf GoA 2 stuurt de computer de trein.

De termen GoA 4 en UTO (Unmanned Train Operation) worden beide gebruikt en betekenen hetzelfde: een volledig automatische metro zonder metrobestuurder. Het metrosysteem zelf is echter nooit onbemand. Er is altijd personeel bij de verkeersleiding en operationeel personeel voor storingen, incidenten en service aan de reizigers. De mens houdt de controle.

Het voorliggende rapport is de basis voor bestuurlijke besluitvorming over automatisch rijden en beschrijft achtereenvolgens internationale ontwikkelingen, de beleidsvisies voor de regio Amsterdam, de uitgangspunten voor de metro-operatie, de businesscase voor automatisch rijden, de omgevingsdynamiek en de stapsgewijze aanpak. Het rapport sluit af met een samenvatting, conclusies en een advies. Het rapport bouwt voort op achterliggende rapporten en studies. Deze zijn in de bronvermelding opgesomd.

1.2 Proces tot heden

GoA 1-metro

De huidige Amsterdamse metro rijdt op GoA 1: de treinen worden handmatig bestuurd door de metrobestuurder. Vanaf de begintijd van de Amsterdamse metro (eind jaren 70) reden de metrotreinen ca 15 jaar semi-automatisch (GoA 2), maar dat concept is bij vervanging van onderdelen begin jaren 90 verlaten, mede als gevolg van de komst van de Amstelveenlijn. Door het gemengd tram- en metroregime bleek het moeilijk het semi-automatische metrobedrijf in stand te houden. Daar kwam bij dat de metrobestuurders voorkeur hadden voor een handmatige metro omdat semi-automatisch rijden hen weinig uitdagingen bleek te bieden. Sindsdien rijdt de Amsterdamse metro handmatig. De capaciteit en betrouwbaarheid zijn in toenemende mate onvoldoende, reden waarom de OV-visies de noodzaak van hogere capaciteit en betere prestaties bepleiten¹.

GoA 2-metro

Uitgangspunt in het programma van eisen voor de NZL is dat deze lijn semi-automatisch zal rijden (GoA 2). De strategiestudie Signalling die het adviesbureau Booz Allen Hamilton in 2007 heeft uitgevoerd², concludeert dat de signalling systemen op het bestaande metronet in de komende jaren moeten worden vervangen. Daarbij zijn er belangrijke operationele en zakelijke voordelen te behalen, als beide investeringen (NZL en bestaande metro) worden geïntegreerd in één contract. De studie beveelt GoA 2+ als minimum automatiseringsniveau aan, voor zowel de NZL als de bestaande metro. Dit is het zogenoemde basisscenario waarbij de verkeersleidingcomputer de treinen stuurt. De “+” staat voor het automatisch en onbemand keren van de treinen op de uiteinden van de metrolijnen. In dit scenario hebben de treinen nog wel een bestuurder die de treindeuren bedient op de stations, en enkele (beperkte) taken heeft bij storingen of incidenten, voor zover de verkeersleiding en veiligheidsprocedures handelingen van de metrobestuurder toelaten.

Het voorliggende rapport heeft als uitgangspunt dat de inmiddels bestuurlijk ingezette lijn van tenminste semi-automatisch rijden (GoA 2) wordt gevolgd, of anders gesteld dat de Amsterdamse metro tenminste “terug moet” naar het niveau waarmee de metro ruim 30 jaar geleden is begonnen. In het rapport wordt verder korthedshalve over GoA 2 gesproken, ook als GoA 2+ wordt bedoeld.

GoA 3-metro

Het alternatief van een GoA 3-metro is in een eerder stadium al afgevallen: een dergelijk concept kent wel extra kosten voor de automatiseringsstap ten opzichte van GoA 2, maar geen baten. De operationele voordelen van volledig automatisch rijden (betrouwbaarheid, regelmaat, flexibiliteit en veiligheid) blijven buiten bereik. In het geval dat om redenen van sociale veiligheid vereist wordt dat de steward die de deuren bedient vergezeld wordt door een collega, verslechtert de businesscase verder.

¹ Amsterdamse OV-visie 2008-2020; een enkeltje Topstad; Gemeente Amsterdam/DIVV maart 2008, met als onderlegger de Metronetstudie, december 2007; Regionaal OV als impuls voor de Metropool Amsterdam; OV-visie 2010-2030 Stadsregio Amsterdam; juni 2008

² Strategic Study Signalling & Control Metronetwork Amsterdam, Booz Allen Hamilton, 18 november 2007

GoA 4-metro

Aanvullend op de strategiestudie Signalling, heeft Booz & Co (de opvolger van Booz Allen Hamilton voor de publieke sector) in 2008 een studie verricht naar, en een businesscase gemaakt voor vier varianten van volledig automatisch rijden (GoA 4)³. De uitkomsten daarvan zijn gebruikt in de voorliggende rapportage.

1.3 Bestuurlijke besluitvorming

Beleid en geld

De *beleidsmatige* keuze die voorligt, is een keuze tussen semi-automatisch rijden (GoA 2) en volledig automatisch rijden (GoA 4). Een lager niveau dan GoA 2 levert geen metro die voldoet aan hoge eisen ten aanzien van capaciteit, betrouwbaarheid, regelmaat en veiligheid.

Echter, in alle gevallen – ook voor GoA 1 – bestaat een financieel tekort tussen de begroting voor nieuwe Signalling-systemen en het beschikbare budget. Dit is te verklaren doordat de beschikbare budgetten (Meerjaren Vervangingsprogramma Metro MVP, en het bouwbudget voor de NZL) alleen voorzien in het infrastructurele deel van de Signalling-systemen, niet in het voertuiggebonden deel. Het financieel tekort voor een GoA 2-metro is voor wat betreft de bestaande metro te verklaren doordat het budget (MVP) niet voorziet in een kwaliteitssprong, maar alleen in een 1:1 vervanging van het bestaande. Het NZL-budget voorziet weliswaar in een GoA 2-oplossing, maar ook weer alleen voor de infrastructuur.

Wordt met alleen een *financiële* blik naar het dossier gekeken, dan komt ook GoA 1 als scenario naar voren. Beleidsmatig is GoA 1 geen gewenste oplossing, maar het is wel de variant met het kleinste financiële tekort. Het voorliggende rapport beschrijft de beleidsmatig relevante afweging tussen een GoA 2 en GoA 4-investering. In een afzonderlijke financieringsanalyse wordt ook GoA 1 meegenomen. Deze aanvullende analyse⁴ ligt kabinet ter inzage en is bedoeld om inzichtelijk te maken wat de jaarlijkse (financierings)kosten ten laste van de exploitatie zijn voor GoA 1, GoA 2 en GoA 4.

Timing

De keuze voor het automatiseringniveau geldt voor de levensduur van het nieuwe systeemconcept (het geheel van de metro-operatie), dat wil zeggen tot aan ca 2040. Het is niet aannemelijk dat de koers tijdens de uitvoering (periode 2009 – 2019) of na de uitvoering tijdens de exploitatie zonder grote operationele en financiële consequenties nog fundamenteel kan wijzigen.

Planning besluitvorming

Bij de behandeling van het Programma van Eisen voor de metrovoertuigen in de Commissie Verkeer op 28 mei 2008 is gemeld dat er nog drie beleidsmatige zaken open staan die direct verband houden met de aanschaf van de metrovoertuigen, te weten:

- Verlenging van de NZL naar Amstelveen;
- Lijnvoering en frequenties op het metronet;
- Het niveau van automatisch rijden.

³ Strategic Study Unmanned Train Operation; Metro Network Amsterdam; Booz & Co; 31 July 2008

⁴ KABINET Financieringsanalyse Automatiseringsscenario's (GoA 1,2,4) Metro Amsterdam, versie november 2008

Toegelicht werd dat bestuurlijke besluitvorming “in de tweede helft van 2008 moet plaatsvinden, en dat dit een samenspel is met de Stadsregio”. Gemeld is ook dat semi-automatisch rijden (GoA 2) voor de nieuwe metrotreinen het uitgangspunt is, en volledig automatisch rijden (GoA 4) een optie. De actuele planning voor de bestuurlijke besluitvorming in de beleidsfase is als volgt:

Planning bestuurlijke besluitvorming automatisch rijden (beleidsfase)	
Besluit DB Stadsregio over adviesaanvraag	18 december 08 Termijn adviesaanvraag: 5 jan – 16 maart 09
Informatiebijeenkomst Commissie Verkeer	4 februari 2009
Informatieronde met de Reizigers Advies Raad	27 november 08; 8 januari 2009
Raadsvoordracht in B&W	3 februari 09
Raadsvoordracht in Commissie	4 maart 09
Raadsvoordracht in Gemeenteraad	11 maart 09
Advies gemeente in staf Portefeuillehouder OV	23 maart 09
Besluit DB Stadsregio (afronding beleidsfase)	9 april 09

Als de beleidsfase leidt tot een positief bestuurlijk besluit, zal in het voorjaar van 2009 een plan van aanpak voor de uitvoering worden opgesteld. Dat plan voorziet in een bestuurlijk go/no go besluit tijdens de aanbestedingsfase in het voorjaar van 2010.

2. Internationale ontwikkelingen

DIVV heeft in samenwerking met Stadsregio en GVB een Europees onderzoek⁵ uitgevoerd naar trends in volledig automatische metro-exploitatie en daarbij een achttal Europese steden specifiek onder de loep genomen: Kopenhagen, Parijs, Nürnberg, Barcelona, Helsinki, Stockholm, Londen en Rotterdam. Sinds de jaren 90 zijn alle nieuw opgeleverde metrolijnen in Europa onbemand. Daarnaast worden bestaande metrolijnen omgebouwd. Hoewel dit laatste stapsgewijs en behoedzaam gebeurt, is ook ombouw naar UTO onmiskenbaar een Europese trend.

Op dit moment is een tiental metrolijnen in Europa volledig automatisch (GoA 4; UTO). De komende jaren komen er in Europa nog tenminste 12 metrolijnen bij. De bijlage met het Europees onderzoek geeft een overzicht.

Financiële argumenten in de vorm van een businesscase spelen een rol, maar de beleidsmatige en operationele argumenten wegen zwaarder. In de onderzochte Europese steden zijn dat samengevat de volgende motieven (zwaartepunt verschilt per stad):

- *Betere prestaties*
Grotere punctualiteit, hogere betrouwbaarheid en het beter kunnen faciliteren van (toekomstige) groei van de vervoerscapaciteit van het metrosysteem;
- *Hogere veiligheid*
Hogere veiligheid door het verder reduceren van de menselijke faalfactor in de keten van veiligheidsrisico's;
- *Grotere flexibiliteit*
Grotere operationele flexibiliteit op de korte termijn (bijvoorbeeld extra treinen voor evenementen) en op de lange termijn (eenvoudiger dienstregelingen kunnen uitbreiden);
- *Beter serviceconcept*
Automatisch rijden is een impuls voor een nieuwe wijze van exploitatie waarbij het operationeel personeel primair in servicegerichte functies werkt (gezicht naar de reizigers) in plaats van in systeemgerichte functies (gezicht naar het sein);
- *Overige motieven*
Overige Europese argumenten omvatten onder meer de behoefte aan kennisontwikkeling over hoogwaardige metrosystemen, en de uitstraling die een hoogwaardig metrosysteem heeft naar de stad (Metropolitaan imago).

⁵ Automatisch rijden op het Amsterdamse metronet; Europese rondgang; DIVV/AMSYS in samenwerking met Stadsregio en GVB; 6 juni 2008

3. Beleidsmatige overwegingen

3.1 Amsterdamse OV-visie 2008-2020

In maart 2008 heeft de gemeente Amsterdam *de Amsterdamse OV-visie 2008-2020* gepresenteerd⁶. Deze visie focust op de korte en middellange termijn, en is op haar beurt input voor de regionale OV-visie. De Amsterdamse OV-visie pleit voor kwaliteitsverbeteringen op het vlak van sociale veiligheid, toegankelijkheid, betrouwbaarheid, snelheid en gebruiksgemak. Ten aanzien van de metro en (regionale) trein – samen de drager van het regionaal vervoer – acht de gemeente vergroting van de capaciteit en betrouwbaarheid noodzakelijk. Daarbij noemt de gemeente specifiek voor de metro de volgende doelen:

- Maximeren van de capaciteit per metrotrein (lange, brede en goed doorloopbare metrotreinen);
- Invoeren van automatisch rijden waarbij de computer de rol overneemt van de bestuurder met als gevolg een grotere regelmaat, een kleinere halteertijd en een kortere reistijd (het precieze automatiseringsniveau wordt in de OV-visie opengelaten);
- Ontvlechten van het metronetwerk – hoewel geen uitgangspunt op zichzelf – met tegelijkertijd het verhogen van de frequenties kan noodzakelijk zijn om voldoende capaciteit en betrouwbaarheid te bieden.

3.2 Regionale OV-visie 2020-2030

De Stadsregio Amsterdam heeft in juni 2008 haar *Regionale OV-visie voor 2020-2030* gepresenteerd⁷. In deze visie is de regio Amsterdam een metropoolregio waarvoor betrouwbaar, samenhangend en snel openbaar vervoer een noodzakelijke voorwaarde is. Het spitsaandeel van fiets en OV samen groeit in grootstedelijk gebied naar 70% en het OV kan de vergelijking doorstaan met het OV in andere Europese metropolen. De regionale trein en de metro vormen door hun hoge snelheid, grote capaciteit en hoge betrouwbaarheid de ruggengraat van het OV.

De regionale OV-visie stelt de volgende beleidsdoelen voor het regionale OV:

- Betrouwbaar en hoge reissnelheid;
- Hoge frequenties (zo hoog dat overstappen nauwelijks uitmaakt voor de reistijd);
- Voldoende capaciteit om in de spits comfortabel te reizen;
- Ook 's nachts operationeel (aansluiting bij 24-uurs economie).

⁶ Amsterdamse OV-visie 2008-2020; een enkeltje Topstad; Gemeente Amsterdam/DIVV maart 2008, met als onderlegger de Metronetstudie, december 2007

⁷ Regionaal OV als impuls voor de Metropool Amsterdam; OV-visie 2010-2030 Stadsregio Amsterdam; juni 2008

Specifiek voor de metro ligt de focus van het beleid op:

- Hogere capaciteit en betrouwbaarheid (onder meer door ontvlechting van lijnen);
- Hogere frequenties.

Naast infrastructurele maatregelen (waaronder met prioriteit het verlengen van de NZL naar Amstelveen) zijn volgens de regionale OV-visie organisatorische maatregelen nodig. Reizigers moeten zich op hun gemak voelen in het OV. De vervoerders moeten zich meer richten op de reiziger. De regionale OV-visie vraagt daarmee ook aandacht voor zachtere factoren zoals (sociale) veiligheid, gemak, comfort en beleving.

3.3 Amstelveenlijn

Eind 2008 is een bestuurlijk principebesluit genomen om de NZL te verlengen naar Amstelveen. Als er een uitvoeringsbesluit wordt genomen, zal de ombouw van de Amstelveenlijn volgens metronormen plaatsvinden, dat wil zeggen met kruisingsvrije en volledig afgezonderde infrastructuur.

Veiligheid speelt hier een doorslaggevende rol. De metro naar Amstelveen zal zo moeten worden ontworpen dat de kans dat onbevoegde mensen op de rails lopen wordt geminimaliseerd, ongeacht of de Amstelveenlijn ondergronds (tunnel), op maaiveld (hoog hek) of op pijlers of een dijk wordt aangelegd, en *ongeacht de mate van automatisering*.

De keuze voor een (nieuwe) metrolijn is dus leidend, en de keuze over het automatiseringsniveau is daar een afgeleide van.

4. Uitgangspunten voor de metro-operatie

4.1 Operationeel Concept Metro

De keuze voor de mate van automatisch rijden moet passen in het Operationele Concept voor de Metro (OCM): hoe rijdt de Amsterdamse metro in de toekomst? Het OCM wordt onder leiding van de Stadsregio opgesteld en naar verwachting in het najaar van 2008 bestuurlijk vastgesteld. Het OCM omvat in elk geval conclusies over:

- Lijnvoering;
- Dienstverlening (frequenties en bedieningstijden);
- Treinsamenstelling;
- Automatiseringsniveau.

Een eerste conceptversie van het OCM stelt in een voorlopig oplossingsscenario onder meer de volgende doelen en minimumeisen:

- Een ontvloten metronet met drie lijnen (Ringlijn; NZL; Geinlijn) dat een hogere capaciteit, een grotere betrouwbaarheid en een kortere reistijd biedt;
- Verwachte toekomstige spitsfrequenties: Ringlijn 13x per uur; NZL 24x per uur en Geinlijn 18x per uur;
- Een universeel nieuw metropark met treinen van 6 eenheden lang (ca 116 meter);
- Minimaal een automatiseringsniveau GoA 2.
- Een betrouwbaarheid van tenminste 98%;
- Bij storingen in 90% van de gevallen binnen 10 minuten herstart operatie;
- Tot 10% variatie in reizigersaanbod in de spits kunnen faciliteren.

Deze minimumeisen en doelen zijn nog in bewerking. Hoe hoger de betrouwbaarheidseisen, hoe hoger het niveau van automatisering zal moeten zijn.

4.2 Bedrijfsprocessen

Vooruitlopend op het OCM heeft Booz & Co in de strategische studie naar diverse UTO-varianten (zie paragraaf 5) een eerste concept voor de metro-operatie opgesteld. Dit concept is door Projectbureau AMSYS verder uitgewerkt in het document *Uitgangspunten Operationele Bedrijfsvoering Metro Amsterdam*⁸. Dit document beschrijft de bedrijfsprocessen van de Amsterdamse metro na ingebruikname van de NZL aan de hand van:

- Dienstverlening (netwerk; frequenties; bedieningstijden; beschikbaarheid);
- Verkeersleiding (het regelen van het metroverkeer);
- Normale operatie (activiteiten bij de normale bedrijfsvoering bij de vereiste ontwerpveiligheid);
- Bijzondere operatie (activiteiten bij afwijkende omstandigheden onder een acceptabele veiligheid);

⁸ *Uitgangspunten Operationele Bedrijfsvoering Metro Amsterdam*; Projectbureau AMSYS; versie 8 juli 2008

- Communicatie (uitwisselen van informatie tussen operationeel personeel en reizigers respectievelijk professionele partijen);
- Afhandeling van calamiteiten (voorbereidingen op calamiteitenscenario's).

Gelet op de voorgaand genoemde beleidsdoelstellingen, zal het toekomstige metrobedrijf moeten voldoen aan hoge prestatie-eisen (betrouwbaarheid en regelmaat) en hoge veiligheidseisen in het kader van het safe-haven principe. Een nadere analyse van de bedrijfsprocessen wijst uit dat deze hoge eisen al *op voorhand* leiden tot een hoge mate van automatisch rijden met begrensde functionaliteit voor de metrobestuurder (GoA 2). Niet-automatisch rijden, waarbij de bestuurder zelf de processen uitvoert, is dan op de langere termijn geen reële optie omdat het vereiste kwaliteitsniveau dan niet wordt gehaald.

Zo is het safe-haven principe gebaseerd op het bij incidenten zo zeker en veilig mogelijk doorrijden van de trein naar het (veilige) station. Dit stelt hoge eisen aan de techniek, het verkeersleidingsysteem en aan automatische procedures bij calamiteiten. In deze situaties moet (improviserend) handelen van een eventuele metrobestuurder uitgesloten worden.

Geredeneerd vanuit het bedrijfsproces, is een automatische metro op termijn daarom noodzakelijk. De vervolgvraag is dan welk niveau van automatisering het meest geëigend is.

4.3 Perrondeuren

In een aantal gevallen worden op buitenlandse metrolijnen perrondeuren (Platform Screen Doors) toegepast. Perrondeuren zijn er in lage, half hoge en hoge uitvoering (tot aan het plafond van het station). De redenen voor buitenlandse metrosteden om perrondeuren in te voeren, zijn:

- De mogelijkheid van klimaatbeheersing (airconditioning) in de ondergrondse stations;
- Betere beheersing van passagiersstromen op de perrons (crowd control);
- Daarmee ook een kortere halteringstijd van de trein;
- Een efficiënte operatie;
- Geen afval meer op het ondergrondse spoor;
- Zelfdoding op de ondergrondse stations wordt moeilijker (half hoge deuren) of onmogelijk (hoge deuren).

Tegenover deze voordelen staan ook nadelen:

- Complexe uitvoering op metrolijnen met gemengd regime (automatisch/niet automatisch) of met verschillend type metrovoertuigen met afwijkende maatvoering ten aanzien van de treindeuren (perrondeuren zijn dan vrijwel onmogelijk in te voeren);
- Hoge investering (orde grootte €2 miljoen per station exclusief wijzigingen aan de perronconstructies);
- Onderhoudsgevoeligheid (deuren zijn een kwetsbare schakel in het metrosysteem).

Perrondeuren zijn niet noodzakelijk verbonden aan automatisch rijden. Personen die zich voor een aankomende trein werpen, zullen ook bij een bemande metro levensgevaarlijk letsel

oplopen of overlijden. Als het doel is om dit te vermijden zijn perrondeuren een effectieve maatregel, maar deze zouden dan ongeacht het automatiseringsniveau moeten worden ingevoerd. Als een persoon zich voor een stilstaande trein in een station begeeft, voorzien automatische metro's in een detectie die de trein niet laat vertrekken. Ook hier geldt dat perrondeuren niet noodzakelijk verbonden hoeven te zijn aan automatisch rijden. Andersom geldt wel dat bij een eventuele keuze voor perrondeuren *tenminste* semi-automatisch moet worden gereden (GoA 2), omdat de metrotreinen dan nauwkeurig moeten halteren.

In het ontwerp van de NZL is geen rekening gehouden met perrondeuren. Het eventueel alsnog doorvoeren van perrondeuren betekent een scopewijziging van de perronconstructie en levert onzekerheden voor het rook/warmteafvoer-ontwerp. Dit leidt tot een wezenlijk scoperisico voor de NZL. Daar komt bij dat om redenen van klimaatbeheersing en crowd control perrondeuren voor de Amsterdamse metro niet persé nodig zijn. Gegeven ook de relatief hoge kosten, zijn perrondeuren daarom buiten het operationele concept gehouden, en maken ze geen onderdeel uit van het dossier automatisch rijden. Detectiesystemen op de perrons en in de treinen zijn daarentegen wél meegenomen in de businesscase voor automatisch rijden (paragraaf 5).

4.4 Afweging tussen GoA 1, GoA 2 en GoA 4

De huidige Amsterdamse metro rijdt op GoA 1. Een eventuele 1:1 vervanging van de Signalling systemen heeft als consequentie dat de metro onvoldoende zal scoren op (toekomstige) eisen aan prestaties en capaciteit. Beleidsmatig wordt daarom gepleit voor tenminste een GoA-2 metro.

Voordelen GoA 2 ten opzichte van GoA 1

Een semi-automatische metro (GoA 2) levert belangrijke operationele voordelen op ten opzichte van de huidige handmatige besturing (GoA 1):

- De betrouwbaarheid en regelmaat stijgt van ca 80% naar ca 95%;
- De systeemcapaciteit (trein en spoor samen) stijgt met ca 10% tot 15%;
- De gemiddelde snelheid neemt toe, en de rijtijd daalt daardoor met ca 5%;
- De metro is ca 20% energiezuiniger door het automatische computergestuurde rijpatroon;
- De metro is veiliger door het verkleinen van de menselijke faalfactor.

GoA 2 levert aldus een hoogwaardige, betrouwbare en veilige metro. Echter, met het GoA 2-concept bestaat op onderdelen van de metro-operatie nog steeds de afhankelijkheid van de metrobestuurder en worden verdere operationele en financiële voordelen misgelopen.

Voordelen GoA 4 ten opzichte van GoA 2

Een GoA 4-metro scoort (nog) beter op het vlak van prestatie-eisen, veiligheid en capaciteit dan een GoA 2-metro:

- Een nog hogere betrouwbaarheid en regelmaat (van ca 95% naar ca 98% tot 99,8%) en een nog kortere rijtijd (- ca 2%);
- Binnen de capaciteitsbeperkingen van het safe haven principe, een hogere systeemcapaciteit (+ ca 3%);

- Nog energiezuiniger door verdere optimalisatie van het rijpatroon (ca 5 á 10%);
- Hogere flexibiliteit van de dienstregeling op de korte termijn (bijvoorbeeld bij storingen of afwijkende dienstregeling), en sneller herstel van de metro-exploitatie na een grote storing;
- Hogere veiligheid door het verder elimineren van de menselijke faalfactor, het verder verschuiven van operationele beslissingen naar de verkeersleiding, en zekere en geautomatiseerde procedures voor onveilige situaties.

Nadelen GoA 4 ten opzichte van GoA 2

Het GoA 4-concept kent ook nadelen:

- Initieel hogere kosten en risico's bij de ontwikkeling van het project (de baten komen pas later, als het systeem daadwerkelijk en succesvol in bedrijf is);
- Een grotere gevoeligheid voor acceptatie en beïnvloeding door omgevingspartijen;
- Een grotere gevoeligheid voor storingen in de test- en proeffase, en bij de start van de exploitatie.

Technisch-functionele verschil GoA 4 en GoA 2

Het technisch-functionele verschil tussen GoA 4 en GoA 2 is nog maar zeer beperkt. Ook GoA 2 legt de feitelijke besturing bij de verkeersleiding. De nog resterende technisch-functionele verschillen tussen GoA 4 en GoA 2 zijn:

- Bij normale operatie is geen bestuurder op de metrovoertuigen aanwezig;
- Voor het in- en uitstappen van passagiers zijn hulp- en detectiefuncties aanwezig op de stations en in de treinen. De verkeersleiding kan via een camerasysteem hierop toezicht houden;
- Bij uitval van GoA 4 geldt een protocol dat een minimum functionaliteit waarborgt (Terugval Minimum Functionaliteit – TMF). Hierbij zullen de metrotreinen nog steeds op afstand worden bediend. Vanuit het perspectief van de reiziger zal de metro dus onder alle omstandigheden automatisch rijden.

Los van de financiële en operationele consequenties, is het technisch mogelijk om – al dan niet tijdelijk – terug te schakelen van een onbemande GoA 4 naar een bemande GoA 2 metro.

4.5 Personele inzet bij GoA 4

Een GoA 4-metro is een metrosysteem zonder bestuurder, maar niet zonder personeel. De mens houdt de controle. Los van de keuze voor het automatiseringsniveau, zijn er altijd drie categorieën taken die het personeel van het vervoerbedrijf moet uitvoeren:

- a) De primaire taak is het verlenen van service aan de reiziger. Deze service ligt op het vlak van (sociale) veiligheid, kaartverkoop en -controle, assistentie aan reizigers en informatievoorziening;
- b) Minder zichtbaar voor de reiziger is het personeel dat verantwoordelijk is voor het stipt en veilig laten rijden van de treinen en de zorg heeft voor de regeling, sturing en logistieke processen. Deze taken worden uitgevoerd door de metrobestuurder en het personeel van de verkeersleiding;

- c) Een derde categorie personeel wordt gevormd door het technische onderhoudspersoneel, verantwoordelijk voor het storingsvrij bedrijf van de metro. Zij zorgen voor het snel opheffen van storingen en de goede staat waarin materieel en infrastructuur behoort te verkeren.

Een personeelslid voert meestal een combinatie van taken uit. Een verkeersleider kent voornamelijk taken uit categorie b) maar levert ook informatie aan de reiziger bij ontregelingen. Een metrobestuurder richt zich alleen op het stipt rijden (wat een uitstekende service aan de reiziger is) maar heeft vrijwel geen rol in informatieverstrekking aan de reiziger.

De overgang van GoA 1 naar GoA 2 laat in de “categorie b taken” een verschuiving zien van bestuurder naar computersystemen in het voertuig en op de verkeersleiding. Bij de overgang van GoA 2 naar GoA 4 vervalt de bestuurdersfunctie. De beperkte taken die hij nog had in categorie b) gaan in hun geheel over naar de verkeersleiding.

Uitgangspunt is dat na invoering van de OV-chipkaart, de ondergrondse metrostations om redenen van (sociale) veiligheid altijd bemand zullen zijn, ongeacht het automatiseringsniveau. Voor de bovengrondse metrostations zal de inzet wisselend en flexibel zijn. Aan het functiepakket van (een deel van) de aanwezige stationsstaf wordt bij GoA 4 de taak toegevoegd om individuele treinen die door een storing stil staan – en waarbij de storing niet op afstand is te verhelpen door de verkeersleiding – naar het eerstvolgende station te rijden (conform de aanpak van andere UTO-steden in Europa).

De uiteindelijke keuze welk personeel welke taken krijgt, is de verantwoordelijkheid van de vervoerder. De conclusie uit bovenstaande is dat personele *uitbreiding* als gevolg van de invoering van GoA 4 – anders dan verzwaring van de taak van de verkeersleiding – niet in de rede ligt.

4.6 Conclusie

De voorliggende operationele analyse leidt tot de conclusie dat GoA 2 een hoogwaardige metro oplevert, maar GoA 4 daar nog een stap bovenop zet voor wat betreft betrouwbaarheid, regelmaat, flexibiliteit, rijtijd, veiligheid en systeemcapaciteit. Daar staat tegenover dat introductie van GoA 4 leidt tot initieel hogere kosten en risico's (de kosten gaan voor de baat uit). Ook kent GoA 4 een hogere gevoeligheid voor de projectomgeving en een hogere gevoeligheid voor storingen in de beginfase. De te maken keuze hangt daarom ook af van:

- De uitkomst van de businesscase: wegen de extra kosten en risico's op tegen de baten (zie paragraaf 5);
- De “psychologische” stap zoals die ervaren wordt door de projectomgeving (zie paragraaf 6).

5 De businesscase

5.1 Strategiestudie UTO

In 2007 heeft het adviesbureau Booz Allen Hamilton een strategiestudie uitgevoerd naar de systemen voor Signalling & Control⁹ op het Amsterdamse metronet. Deze systemen verzorgen de treinbeveiliging en treinsturing, maar zijn ook randvoorwaardelijk voor de mate van automatisering van de metro-exploitatie. De studie adviseert op basis van operationele en zakelijke argumenten om het gehele Amsterdamse metronet tenminste op GoA 2+ uit te voeren.

GoA 2-metro

Het basisscenario (GoA 2+) is een hoge mate van automatisering waarbij de verkeersleidingcomputer de treinen stuurt (GoA 2), en de treinen automatisch en onbemand keren op de uiteinden van de metrolijnen (GoA 2+). De metrotreinen hebben in dit scenario nog wel een bestuurder die de deuren bedient bij haltering op de stations, de trein laat vertrekken en enkele (beperkte) taken heeft bij storingen of calamiteiten, voor zover de verkeersleiding en de geautomatiseerde veiligheidsprocedures handelingen van de metrobestuurder nog toelaten.

GoA 3-metro

Het alternatief van een GoA 3-metro is in een eerder stadium al afgefallen: een dergelijk concept kent wel extra kosten voor de automatiseringsstap ten opzichte van GoA 2, maar geen baten. De operationele voordelen van volledig automatisch rijden (betrouwbaarheid, regelmaat, flexibiliteit en veiligheid) blijven buiten bereik. In het geval dat om redenen van sociale veiligheid vereist wordt dat de steward die de deuren bedient, wordt vergezeld door een collega, wordt de businesscase zelfs sterk negatief.

GoA 4-metro

Aanvullend op het basisscenario GoA 2+, heeft Booz & Co (de opvolger van Booz Allen Hamilton voor de publieke sector) in 2008 een strategische studie verricht naar een businesscase gemaakt voor vier varianten van volledig automatisch rijden (GoA 4)¹⁰.

- Basisscenario: Zowel NZL als bestaande metro GoA 2+;
- Optie 1: Zowel NZL als bestaande metro GoA 2+, met passieve voorzieningen die een toekomstige opwaardering naar GoA 4 niet onmogelijk maken;
- Optie 2: NZL GoA 4; bestaande metro GoA 2+;
- Optie 3: NZL GoA 4; bestaande metro GoA 2+ met actieve voorzieningen voor GoA 4 zodat GoA 4 in de toekomst met een “druk op de knop” kan worden ingevoerd;
- Optie 4: Zowel NZL als bestaande metro GoA 4.

⁹ Strategic Study Signalling & Control Metronetwork Amsterdam, Booz Allen Hamilton, 18 november 2007

¹⁰ Strategic Study Unmanned Train Operation; Metro Network Amsterdam; Booz & Co; 31 juli 2008

Deze opties zijn alle doorgerekend op kosten, risico's en opbrengsten.

5.2 Uitkomsten

De UTO-strategiestudie herbevestigt dat Amsterdam een geautomatiseerde metro nodig heeft (tenminste GoA 2) om te voldoen aan eisen ten aanzien van betrouwbaarheid, regelmaat en veiligheid. Uit het onderzoek blijkt dat de stap naar GoA 4 (UTO) vervolgens extra kosten en risico's kent, maar ook significante opbrengsten oplevert. Alleen harde directe opbrengsten zijn meegewogen. De (indirecte) opbrengsten op het gebied van reizigerskwaliteit (potentieel stijgende vraag) en energiebesparing uit paragraaf 4.4 zijn in de businesscase niet meegewogen. Evenmin is het effect meegenomen van de kans die zich met automatisch rijden voordoet om met hogere frequenties te gaan rijden.

De directe opbrengsten worden voor ca 95% bepaald door het saldo van besparingen op bestuurders en extra kosten voor verkeersleiders, en voor ca 5% door besparingen op kapitaallasten van materieel.

Uitkomst bij huidige beleid

Bij het huidige beleid, dat wil zeggen een NZL die eindigt op station Zuid, en een vervlochten lijnennet, is de uitkomst van de businesscase als volgt¹¹:

Tabel 1: huidige beleid: NZL naar Zuid; vervlochten net

Opties	Saldo opbrengst en kosten/ risico's*
Optie 1 (GoA 4 niet onmogelijk)	Negatief € 0 tot 5 mln
Optie 2 (alleen NZL GoA 4)	Positief € 5 tot 10 mln
Optie 3 (NZL GoA 4; bestaande metro GoA 4 actief mogelijk)	Negatief € 90 tot 100 mln
Optie 4 (hele metronet GoA 4)	Positief € 20 tot 25 mln

*) op basis van analyse van kosten, risico's en opbrengsten gedurende 30 jaar

Deze tabel laat zien dat de voordelen niet worden bereikt met alleen *voorzieningen* voor GoA 4. Optie 1 ("GoA 4 niet onmogelijk maken") kent weliswaar beperkte extra kosten, maar heeft geen opbrengsten. De kosten voor een eventueel GoA 4 in een latere fase zullen significant hoger uitvallen. In optie 3 ("GoA 4 actief mogelijk maken") wordt een groot deel van de investeringen op voorhand gemaakt, maar zijn er alleen directe opbrengsten voor de NZL. De businesscase van optie 3 is daardoor sterk negatief. Optie 1 en optie 3 worden daarom afgeraden.

Onderscheid tussen vervlochten en ontvlochten lijnennet

Een ontvlochten lijnennet is bij gelijkblijvende service (reistijd; capaciteit) iets doelmatiger dan een vervlochten net (ca 1% tot 5% doelmatiger; ofwel ca €1 tot 5 miljoen lagere exploitatiekosten per jaar). De *besparing* bij GoA 4 zal daarom in een ontvlochten net iets kleiner zijn dan in een vervlochten net.

Globaal kan gesteld worden dat het saldo van exploitatiekosten en besparingen bij GoA 4 in beide regimes ongeveer gelijk is. De keuze voor een ontvlochten of vervlochten lijnennet staat

¹¹ De detaillering van de financiële gegevens uit de businesscase m.b.t kosten, risico's en opbrengsten per optie zijn kabinet in verband met het zakelijk belang van de gemeente richting industrie. Deze gegevens zullen kabinet ter inzage worden gegeven bij de reguliere behandeling van het dossier in de Commissie.

buiten het voorliggende dossier en wordt gemaakt in het Operationeel Concept Metro. Automatisch rijden is technisch mogelijk in beide type lijnvoeringen. Als een ontvlochten net wordt gebruikt om de service, capaciteit en frequenties te verhogen – dit is naast een hogere betrouwbaarheid één van de hoofdredenen voor ontvlechting – zal de businesscase voor GoA 4 sterk verbeteren. Maar hierop is in het voorliggende dossier *niet* geanticipeerd. In een ontvlochten net met de NZL naar station Zuid is de uitkomst van de businesscase voor automatisch rijden als volgt:

Tabel 2: Ontvlochten lijnennet, zonder verhoging van frequenties; NZL naar Zuid

Opties	Saldo opbrengst en kosten/ risico's*
Optie 4 (hele metronet GoA 4)	Positief € 15 tot 20 mln

*) op basis van analyse van kosten, risico's en opbrengsten gedurende 30 jaar

NZL naar Amstelveen

Het doortrekken van de NZL naar Amstelveen is een investering van orde grootte €200 tot 400 mln, afhankelijk van de scope op de Zuid-as (boog naar Buitenveldert), de uitvoering (bovengronds of ondergronds) en het eindpunt (Amstelveen Centrum of Westwijk).

Deze investering staat los van het dossier automatisch rijden. Als de Amstelveenlijn wordt omgebouwd naar metrokwaliteit, maakt de Amstelveenlijn onderdeel uit van het gemoderniseerde Amsterdamse metronet. In dat geval is de businesscase voor GoA 4:

Tabel 3: NZL door naar Amstelveen Westwijk

Opties	Saldo opbrengst en kosten/ risico's*
Optie 2 (alleen NZL GoA 4)	Positief € 10 tot 15 mln
Optie 4 (hele metronet GoA 4); <i>ontvlochten netwerk</i>	Positief € 35 tot 40 mln
Optie 4 (hele metronet GoA 4); <i>vervlochten netwerk</i>	Positief € 75 tot 80 mln**)

*) op basis van analyse van kosten, risico's en opbrengsten gedurende 30 jaar

***) Ook hier geldt dat het saldo van (hogere) exploitatiekosten en (hogere) besparingen ongeveer gelijk is aan het saldo bij een ontvlochten net

Langere uitvoeringsperiode

De scenario's zijn ook doorgerekend voor een langere uitvoeringsperiode, tot ca 2027 in plaats van tot ca 2019. De motivering hiervoor is dat de huidige metrotreinen op de Ringlijn (S3/M4) pas in 2027 worden vervangen, en dat tussentijdse ombouw van deze treinen naar GoA 4 relatief duur is.

De uitkomst is dat een langere uitvoeringsperiode weliswaar leidt tot gedeeltelijk later uitgeven van kosten, maar dat ook een deel van de besparingen pas later wordt gerealiseerd. Op één scenario na, wordt de uitkomst van de businesscase dan negatief (tussen ca €5 en 25 mln). Dit pleit ervoor om in beginsel een relatief korte uitvoeringstijd (2010-2019) te kiezen.

5.3 Validatie van de besparingen

De uitgangspunten voor de besparingen in de businesscase zijn getoetst door de werkgroep die het OCM (Operationeel Concept Metro) uitwerkt¹². Deze werkgroep komt tot de conclusie dat de uitgangspunten (zeer) voorzichtig zijn geformuleerd. Het gehanteerde volume (dienstregeling; frequenties) komt ongeveer overeen met het PvE van de huidige concessie, en de businesscase houdt rekening met een bescheiden groei van de reizigers in de komende 30 jaar. Het ambitieniveau voor de metro ligt aanzienlijk hoger, en hoe hoger het aantal ritten, hoe hoger het rendement van een GoA 4-metro. De kans dat de berekende besparingen niet worden gerealiseerd, wordt gering geacht.

5.4 Consequenties bij invoering

Amsterdam moet zich volgens de UTO-strategiestudie goed buigen over de consequenties van de invoering. De definitieve uitkomst van de businesscase is afhankelijk van de mate waarin onzekerheden worden gereduceerd en de volgende keuzes worden gemaakt of bevestigd:

Operationele keuzes

- Principekeuzes inzake de inzet van (service)personeel;
- Het (natuurlijk) verloop van de huidige metrobestuurders van GVB dan wel het tempo van omscholing;
- Procedures bij afwijkingen van de normale metro-operatie (failure management waaronder het protocol voor Terugval Minimum Functionaliteit);
- Perrondeuren op de stations maken geen deel uit van het veiligheidsconcept bij UTO (er zijn mogelijk andere motieven voor perrondeuren maar die vallen buiten de scope van de businesscase);
- Back-up van het verkeersleidingsysteem.

Netwerkkeuzes

- Keuze voor een vervlochten of ontvlochten metronetwerk;
- Keuzes inzake de dienstregeling (frequenties en bedieningstijden);
- Het wel of niet doortrekken van de NZL naar Amstelveen;
- De fasering van de uitvoering van de netwerkkeuzes.

De UTO-strategiestudie geeft via scenario's inzicht in de consequenties van de diverse keuzes voor de uitkomst van de businesscase. Globaal geldt dat hoe eerder de keuzes worden gemaakt, hoe *zekerder* de uitkomst van de businesscase is, en hoe hoger de frequenties en hoe ruimer de bedieningstijden zijn, hoe *positiever* de uitkomst van het verdienmodel van GoA 4.

5.5 Risico's

Naast het maken van bovenstaande keuzes, moeten de risico's van invoering van UTO goed worden beheerst. De technische en projectrisico's maken deel uit van de businesscase. De technische risico's omvatten alle risico's die samenhangen met de vraag of de technologie van GoA 4 zal werken (ca 30% van de extra investering). De projectrisico's omvatten de vraag of het integrale UTO-vervoerssysteem op tijd zal werken (risico begroot op 2% van de totale

¹² Validatie businesscase UTO; Stuurgroepmemo 11 september 2008; Werkgroep OCM

investering in Signalling). De risico's moeten worden bewaakt door middel van een systeem voor project- en risicomangement. In de businesscase is een conservatieve (ruime) reservering voor project-, risico- en veiligheidsmanagement opgenomen.

De externe risico's (omgevingsrisico's) zijn gegeven hun subjectiviteit niet meegewogen in de businesscase: deze moeten expliciet worden gemanaged (zie hierna in paragraaf 6).

5.6 Bovengrondse veiligheid

Het leidend principe voor een hoogwaardig en veilig metrobedrijf is dedicated infrastructuur, dat wil zeggen dat het spoor is afgezonderd van overig verkeer en afgezonderd voor niet bevoegde mensen. Dit geldt voor zowel de ondergrondse als bovengrondse infrastructuur. Het is voor onbevoegden levensgevaarlijk om op het spoor te lopen, ongeacht of dit in de tunnel is, op pijlers boven de grond of op een dijklichaam, en *ongeacht de mate van automatisch rijden*.

Niettemin zijn bij automatisch rijden aanvullende veiligheidsmaatregelen gewenst om de kans op ongewenste toegang tot het spoor te verkleinen. In de businesscase zijn – aanvullend op de bestaande camerasystemen waarmee stations worden bewaakt – op alle stations (ondergronds en bovengronds) extra hekken en deuren opgenomen aan de uiteinden van alle perrons en detectiesystemen die alarm slaan als mensen zich binnen het stationsgebied toch op het spoor begeven. De stationsomgeving en het ondergrondse spoor zijn dus extra bewaakt.

In de businesscase is (nog) geen raming gemaakt voor eventuele extra voorzieningen *langs* de bovengrondse infrastructuur. Uitgangspunt is dat ook in de huidige situatie (handmatige besturing GoA 1) de toegang tot het bovengrondse spoor al goed beveiligd is. Een eerste inventarisatie laat zien dat indien toch extra veiligheidsmaatregelen zouden zijn gewenst, de kosten voor zowel een doelmatige oplossing (verhoging van hekken op relatief kwetsbare bovengrondse locaties) als een uitgebreide oplossing (*alle* hekken verhoogd ongeacht de kans op onbevoegde toegang, en alle toegangsdeuren in de hekken voorzien van camera's verbonden met de verkeersleiding) kunnen worden gedekt uit de risicoreservering in de businesscase.

Bij de verdere uitwerking zal worden onderzocht welke delen van de bovengrondse infrastructuur mogelijk kwetsbaar zijn voor toegang door onbevoegden, in hoeverre nu ook al sprake is van gevaarlijke situaties en welke extra veiligheidsmaatregelen bij automatisch rijden gewenst of vereist zouden zijn.

6. Omgeving

Internationaal is GoA 4 onmiskenbaar een trend. De Amsterdamse en regionale OV-visie onderschrijven nut en noodzaak van een hoogwaardige Amsterdame metro. De eisen aan betrouwbaarheid, regelmaat en veiligheid leiden op voorhand tot een hoge mate van automatisering (niet-automatisch rijden is op de langere termijn geen optie). En de businesscase voor GoA 4 in Amsterdam is – onder nadere voorwaarden – positief.

De stap naar GoA 4 kan voor omgevingspartijen echter wel degelijk als groot worden ervaren. Daar waar het verschil tussen GoA 1 (handmatig) en GoA 2 (semi-automatisch) abstract lijkt, is de GoA 4-metro voor iedereen zichtbaar. Met deze “psychologie” moet terdege rekening worden gehouden, omdat voor een succesvolle invoering van GoA 4 acceptatie is vereist van alle stakeholders. Deze belanghebbenden zijn:

- Personeel GVB inclusief hun belangenorganisaties
 - Rijdend personeel (vakbond)
 - Bedienend personeel GVB-exploitatie (Verkeersleiding)
 - Onderhoudspersoneel GVB-infra (afdeling IR);
- Reizigers inclusief hun belangenorganisaties (ROVER);
- Hulpverlenende instanties en Bevoegd Gezag (politie, brandweer, GGD, DMB);
- Actiegroepen;
- Rijksoverheid, met name Inspectie Verkeer en Waterstaat (IVW);
- Politiek.

Bij de besluitvorming over UTO zullen de belangen van deze partijen zo goed als mogelijk moeten worden meegewogen. Een eerste inventarisatie leert het volgende:

- De GVB-directie denkt in goed overleg met het personeel tot oplossingen te kunnen komen. Voor de NZL is het personeelsissue minder prominent, en voor het bestaande metronet lijkt een periode van 4 tot 5 jaar voldoende voor natuurlijk verloop van metrobestuurders of geleidelijke omscholing naar breder inzetbare functies. De businesscase rekent met een natuurlijk verloop zonder ontslagen en de doorlooptijd van het UTO-project is beduidend langer dan 4 of 5 jaar;
- Met de professionele partijen die bevoegdheden hebben voor het thema veiligheid (brandweer, DMB, IVW) kan op basis van feiten een objectieve discussie worden gevoerd. GoA 4 levert een nog veiliger systeem dan de GoA 2 metro. Er zal uitgebreid aandacht aan het GoA 4-concept moeten worden gegeven in de (lopende) overleggen, maar naar verwachting zal dat tot een positief resultaat leiden;
- Voor de reizigersorganisaties (RAR) zal een afzonderlijk communicatietraject worden opgesteld;
- Het meest onzeker is de houding van eventuele actiegroepen. Zij kunnen met procedures de besluitvorming of uitvoering belemmeren, met mogelijk grote tijds- en financiële consequenties. Hoewel in 25 jaar UTO-operatie wereldwijd geen enkel serieus incident is geweest, is een metro-ongeluk op een buitenlandse UTO-lijn nooit

uit te sluiten. Ongeacht of zo'n incident een relatie met UTO heeft, kan de publieke opinie zich tegen het project keren, terwijl het werk in Amsterdam al in uitvoering is.

De aanpak naar deze actiegroepen zou een combinatie moeten inhouden van de dialoog met professionele partijen (de feiten rond het thema metroveiligheid) en de dialoog met de reizigersorganisaties (de positieve ervaringen).

Het beheersen van deze omgevingsrisico's zal een permanent aandachtspunt zijn bij het invoeren van UTO op het Amsterdamse metronet.

7. Stapsgewijze aanpak

De bestuurlijke keuze over het niveau van automatisch rijden geldt voor de levensduur van de nieuwe metrotreinen en systemen, dat wil zeggen tot aan ca 2040. Het is niet waarschijnlijk dat de koers tijdens de uitvoering (periode 2009 – 2019) of na de uitvoering tijdens de exploitatie nog fundamenteel kan wijzigen, zonder grote operationele en financiële consequenties.

Er moet dus voor een eenduidige richting worden gekozen en deze koers moet worden vastgehouden. Daarbij geldt: hoe eerder zekerheid over de koers, hoe beter de kosten en risico's worden beheerst.

Dat neemt niet weg dat de feitelijke invoering van volledig automatisch rijden behoedzaam moet plaatsvinden. Hier moet een evenwicht worden gevonden tussen de zakelijke logica van de businesscase (hoe eerder de feitelijke besparingen door het daadwerkelijk vervallen van de bestuurdersfunctie worden gerealiseerd, hoe positiever de uitkomst van het verdienmodel) en de vereiste stapsgewijze aanpak.

Het feitelijke tijdschema van de invoering zal worden uitgewerkt door een aan te stellen Programmamanager UTO die overleg voert binnen DIVV (AMSYS en NZL), en met de Stadsregio, GVB en de industrie over een haalbaar, beheerst en efficiënt implementatieplan. Globaal en voorlopig is de aanpak als volgt:

Beleidsfase

- Bestuurlijk principebesluit: begin 2009
- Aanstellen Programmamanager UTO: begin 2009
- Uitwerken Plan van aanpak: voorjaar 2009
- Veiligstellen van de UTO-specificaties in de deelprojecten Metrotreinen M5/M6, Signalling Metro Amsterdam en Transporttechniek NZL: medio 2009

Aanbestedingsfase

- Aanbesteding: medio 2009 – voorjaar 2010
- Go/no go besluit: voorjaar 2010

Uitvoeringsfase

- Voorbereiding door industrie: 2010 – 2013 (geïntegreerd in de relevante deelprojecten);
- Testen, proefrijden en in gebruikneming op het bestaande metronet en op de NZL: 2014 – 2019

In de fase van testen, proefrijden en in gebruikneming (ca 2014 tot en met 2019) geldt een “lessons-learned” aanpak. Ervaringen worden zo gebruikt om in de volgende fase en de volgende lijn tot optimalisatie te komen. Al bij de start van de voorbereiding (2009) zullen uitdrukkelijk ook de ervaringen en lessen worden gebruikt uit de West-Europese steden die UTO inmiddels hebben ingevoerd.

8. Samenvatting, conclusies en advies

8.1 Samenvatting

Amsterdam investeert in uitbreiding en modernisering van het metronet. Het huidige pakket omvat de bouw van de NZL (ca €2,2 miljard), de aanschaf van nieuwe metrotreinen voor zowel de NZL als het bestaande metronet, en investeringen in moderne systemen en voorzieningen (AMSYS; ca €0,7 miljard), het meerjaren vervangingsprogramma (MVP; ca 0,7 miljard) en de verlenging van de NZL naar Amstelveen (ca €300 mln). Dat zijn bij elkaar investeringen van ca €4 miljard.

Hierbij ligt de bestuurlijke keuze voor over automatisch rijden (semi-automatisch – GoA 2, of volledig automatisch – GoA 4/UTO), en in het geval van GoA 4/UTO een vervolgkeuze tussen ofwel alleen de NZL ofwel het gehele metronet.

Deze keuzes gelden voor de levensduur van het systeemconcept (het geheel van de metro-operatie), dat wil zeggen tot aan ca 2040. Het is niet aannemelijk dat, zonder grote operationele en financiële consequenties, de koers tijdens de uitvoering (periode 2010 – 2019) of tijdens de exploitatie nog wezenlijk kan wijzigen. Het is nu het moment om een definitieve beleidskeuze te maken over automatisch rijden. Daarbij spelen de volgende overwegingen:

- *Internationale ontwikkelingen*
UTO is onmiskenbaar een internationale ontwikkeling. In Europa is nu een tiental metrolijnen volledig automatisch en de komende jaren komen daar tenminste 12 lijnen bij. De Europese motieven voor UTO zijn vooral beleidsmatig en operationeel van aard: betere prestaties (hogere betrouwbaarheid en regelmaat), hogere veiligheid, grotere flexibiliteit in de dienstverlening, een beter serviceconcept voor de reizigers en een hoogwaardig imago voor de stad.
- *Beleidsmatige overwegingen voor Amsterdam*
Zowel de Amsterdamse als regionale OV-visie spreken zich ondubbelzinnig uit over nut en noodzaak van investeringen in een hoogwaardige metro met hoge capaciteit, hoge betrouwbaarheid en hoge frequenties. De Amsterdamse OV-visie is explicieter in haar voorkeur voor een automatische metro dan de regionale OV-visie, maar beide visies laten de definitieve beleidskeuze nog open.
- *Uitgangspunten voor de metro-operatie*
De keuze voor automatisch rijden moet passen in het Operationele Concept voor de Metro (OCM). Hoewel het OCM niet vooraf een keuze oplegt, laat een nadere analyse van de bedrijfsprocessen zien dat de eisen aan betrouwbaarheid, regelmaat en veiligheid (safe-haven) *op voorhand* leiden tot een hoge mate van automatisering. Niet-automatisch rijden is op de langere termijn geen reële optie.

Een semi-automatische metro (GoA 2) levert belangrijke operationele voordelen op ten opzichte van de huidige handmatige besturing (GoA 1). De GoA 2 metro is betrouwbaarder en regelmatiger, kent een kortere rijtijd, een hogere systeemcapaciteit, en is energiezuiniger en veiliger dan een GoA 1-metro. GoA 2 levert kortom een hoogwaardige, betrouwbare en veilige metro.

Echter, met het GoA 2-concept bestaat op onderdelen van de metro-operatie nog steeds de afhankelijkheid van de metrobestuurder en worden verdere operationele en financiële voordelen misgelopen. Een GoA 4-metro scoort (nog) beter op het vlak van betrouwbaarheid, regelmaat, flexibiliteit, veiligheid en systeemcapaciteit. Tegelijkertijd is het technisch-functionele verschil tussen GoA 4 en GoA 2+ zeer beperkt want de taken van de metrobestuurder zijn onder het GoA 2-regime al strikt gelimiteerd.

Een GoA 4-metro is een metro zonder bestuurder, maar niet zonder personeel. De mens houdt de controle. Bij de overgang van GoA 2 naar GoA 4 vervalt weliswaar de bestuurdersfunctie, maar de (beperkte) taken die hij zou hebben gehad bij de besturing van de trein in het GoA 2 scenario, worden bij GoA 4 volledig overgenomen door de verkeersleiding. Uitgangspunt voor de toekomstige metro-operatie is verder dat om redenen van (sociale) veiligheid en service, de ondergrondse metrostations altijd bemand zullen zijn, *ongeacht het niveau van automatisch rijden*.

Aan het functiepakket van (een deel van) de aanwezige stations- of mobiele staf wordt bij GoA 4 de taak toegevoegd om individuele treinen die door een storing stil staan – en waarbij de storing niet op afstand is te verhelpen door de verkeersleiding – naar het eerstvolgende station te rijden (conform de aanpak van andere UTO-steden in Europa). Personele *uitbreiding* als gevolg van de invoering van GoA 4 – anders dan verzwaring van de taken van de verkeersleiding – ligt niet in de rede.

- *De businesscase*

Uit de businesscase blijkt dat Amsterdam een geautomatiseerde metro nodig heeft (tenminste GoA 2). De stap naar GoA 4 kent vervolgens extra kosten en risico's, maar levert tegelijkertijd belangrijke voordelen op. Deze voordelen worden alleen bereikt als ook daadwerkelijk bestuurderloos wordt gereden. De varianten die GoA 4 "open houden in de tijd" (voorzieningen of opties tot latere opwaardering) kennen een negatieve businesscase. De kosten zijn hoog, zeker bij het "actief mogelijk maken", maar de baten worden vooralsnog niet gerealiseerd. Deze varianten worden daarom nadrukkelijk afgeraden.

Onder de voorwaarde dat onzekerheden worden gereduceerd en tijdig keuzes worden gemaakt op het vlak van operationele processen en het netwerk, verdient de extra investering in GoA 4 zichzelf terug. De aanbeveling vanuit de businesscase luidt om GoA 4 op het gehele metronet in te voeren.

Het ambitieniveau voor de Amsterdamse metro ligt aanmerkelijk hoger dan aangenomen in de businesscase omdat deze uitgaat van het referentiescenario GoA 2. Hoe groter het aantal ritten, hoe hoger het rendement van een GoA 4-metro. De kans dat de baten van GoA 4 de extra kosten en risico's niet overtreffen – en de businesscase dus negatief wordt – is daarom gering.

- *Omgeving*

Daar waar het verschil tussen GoA 1 (handmatig) en GoA 2 (semi-automatisch) abstract lijkt, is de GoA 4-metro voor iedereen zichtbaar. Met deze "psychologie" moet terdege rekening worden gehouden, omdat voor een succesvolle invoering van

GoA 4 (ten opzichte van GoA 2) acceptatie is vereist van alle stakeholders: de vervoerder (GVB), reizigersorganisaties, het bevoegd gezag, actiegroepen en de politiek zelf. Deze betrokkenheid is te bereiken door een intensieve dialoog op basis van de feiten en (internationale) ervaringen.

- *Stapsgewijze aanpak*
Hoewel de *besluitvorming* over automatisch rijden eenduidig zou moeten zijn, moet de *invoering* van volledig automatisch rijden behoedzaam plaatsvinden. Hier moet een evenwicht worden gevonden. Zakelijk gesproken geldt: hoe eerder de besparingen door het daadwerkelijk vervallen van de bestuurdersfunctie worden gerealiseerd, hoe positiever de uitkomst van het verdienmodel. Tegelijkertijd is een stapsgewijze beheerste aanpak vereist.

Het globale en voorlopige tijdschema voorziet in een beleidskeuze begin 2009, aanbesteding en een definitief bestuurlijk go/no go besluit (voorjaar 2010), voorbereiding door de industrie (2010-2013) en stapsgewijze invoering op het bestaande metronet en de NZL tussen 2014 en 2019. De volgorde wordt in scenario's verder uitgewerkt.

8.2 Conclusies

Een GoA 1-metro voldoet niet aan de hoge eisen die worden gesteld in de OV-visies c.q. worden ontwikkeld in het Operationeel Concept Metro ten aanzien van vervoerscapaciteit, betrouwbaarheid, regelmaat en veiligheid. Beleidsmatig wordt daarom gepleit voor tenminste een GoA-2 metro (het basisscenario), in lijn met het strategieadvies van Booz Allen Hamilton over de nieuwe Signalling-systemen. Het basisscenario (GoA 2) levert belangrijke operationele voordelen op ten opzichte van de huidige handmatige besturing (GoA 1), maar kent ook een belangrijk nadeel:

Voordelen GoA 2 t.o.v. GoA 1

- Een aanzienlijk hogere betrouwbaarheid en regelmaat;
- Een aanzienlijk hogere systeemcapaciteit;
- Een kortere rijtijd;
- De metro is aanzienlijk energiezuiniger;
- De metro is veiliger.

Nadeel GoA 2 t.o.v. GoA 1

- De investering voor GoA 2 is wezenlijk hoger dan voor GoA 1, maar er zijn, m.u.v. het energieverbruik, geen harde financiële besparingen.

Een GoA 2-metro scoort op alle factoren significant beter dan een GoA 1-metro, maar loopt verdere operationele en financiële voordelen mis. Zakelijk is deze oplossing daarom niet optimaal. Een volledig automatische GoA 4-metro scoort (nog) beter op het vlak van prestatie-eisen, veiligheid en capaciteit dan een GoA 2-metro, maar levert tegelijkertijd ook harde besparingen op:

Voordelen GoA 4 t.o.v. GoA 2

- Een hogere veiligheid;
- Een hogere systeemcapaciteit;
- Een hogere betrouwbaarheid en regelmaat;
- Een hogere korte termijn flexibiliteit in de dienstregeling;
- Een impuls voor een serviceconcept met meer aandacht voor de reiziger;
- Een betere score op gemak, comfort en beleving door de reiziger;
- Een hoogwaardig imago voor de metropool Amsterdam;
- Een positieve businesscase: de extra investering verdient zichzelf terug.

Nadelen GoA 4 t.o.v. GoA 2

- (Extra) kosten en risico's gaan voor de baat uit;
- Grotere gevoeligheid voor beïnvloeding door omgevingspartijen;
- Grotere gevoeligheid voor storingen in de beginfase (maatregelen om dit te beheersen maken deel uit van de businesscase).

Eindconclusie

Alles overziend leidt de opstelsom van internationale ontwikkelingen, de Amsterdamse en regionale OV-visies, de operationele eisen aan betrouwbaarheid, regelmaat en veiligheid én de uitkomst van de businesscase tot de conclusie dat er belangrijke argumenten zijn om te kiezen voor volledig automatisch rijden (GoA 4) in plaats van semi-automatisch rijden (GoA 2).

8.3 Ambtelijk Advies

Het ambtelijk advies is:

- Een beleidsbesluit te nemen (begin 2009) om volledig automatisch rijden (GoA 4) op het gehele metronet in te voeren;
- Een bestuurlijk go/no go moment op te nemen in de aanbestedings- en gunningsfase (voorjaar 2010);
- Om zakelijke redenen (het daadwerkelijk realiseren van de besparingen) tijdsdruk te houden op het uitvoeringsprogramma;
- Tegelijkertijd een stapsgewijze en behoedzame aanpak in de uitvoering te waarborgen.

Gebruikte bronnen

De gebruikte bronnen voor het dossier UTO zijn:

- Strategic Study Signalling & Control Metronetwork Amsterdam, Booz Allen Hamilton, 18 november 2007 (KABINET)
- Automatisch rijden op het Amsterdamse metronet; Europese rondgang; DIVV/AMSYS in samenwerking met Stadsregio en GVB; november 2008
- Amsterdamse OV-visie 2008-2020; een enkeltje Topstad; Gemeente Amsterdam/DIVV; maart 2008 (met als onderlegger de Metronetstudie; december 2007)
- Regionaal OV als impuls voor de Metropool Amsterdam; OV-visie 2010-2030 Stadsregio Amsterdam; juni 2008
- Uitgangspunten Operationele Bedrijfsvoering Metro Amsterdam; Projectbureau AMSYS; versie 8 juli 2008
- Strategic Study Unmanned Train Operation Metro Network Amsterdam; Booz & Co; 22 september 2008 (KABINET)
- Financieringsanalyse automatiseringsscenario's (GoA 1,2,4) Metro Amsterdam, november 2008 (KABINET)