

Innovaties in transport: Op zoek naar succes- en faalfactoren

Bert van Wee
Vincent Marchau
Alfred Kleinknecht
Technische Universiteit Delft
Faculteit Techniek, Bestuur en Management
Sectie Transportbeleid en Logistieke Organisatie
Sectie Economie van Innovatie
g.p.vanwee@tbm.tudelft.nl
V.A.W.J.Marchau@tbm.tudelft.nl
A.Kleinknecht@tbm.tudelft.nl

Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2004,

25 en 26 november 2004, Zeist

Inhoudsopgave

1.	Inleiding	4
2.	Typologieën van innovaties	5
3.	Succes- en faalfactoren: inzichten uit de literatuur	6
4.	Succes- en faalfactoren van transportinnovaties	10
4.1	Succesfactoren van reeds geïmplementeerde innovaties	10
4.2	Faalfactoren Automatische Voertuig Geleiding	11
4.3	Relaties met algemene succes- en faalfactoren	13
5.	Methoden van onderzoek	14
6.	Relevante kenmerken van innovaties	15
7.	Conclusies en discussie	16
	Literatuur	17
	Dankwoord	18

Samenvatting

Innovaties in transport: Op zoek naar succes- en faalfactoren

Hoewel vele toekomstonderzoeken en beleidsplannen ook over innovaties in voertuigen, brandstoffen, infrastructuur en vervoersdiensten gaan, bestaat er slechts weinig inzicht in de succes- en faalfactoren van transportinnovaties. Dit paper beschrijft voorgenomen onderzoek naar transportinnovaties. Wij geven in het kort enkele inzichten uit een recent literatuuroverzicht naar succes (of falen) van innovaties. In het innovatieonderzoek wordt veelal gewerkt met case studies en econometrisch onderzoek met grote databases. Naast deze methoden willen we een relatief nieuwe methode toepassen: de LBIO (Literature-Based Innovation Output measurement) methode. Daarbij worden innovaties opgespoord via vaktijdschriften. De innovatoren worden herhaaldelijk benaderd om gegevens te verzamelen. Het gaat om enkele honderden innovaties. De methode houdt het midden tussen de beide andere methoden, en beoogt het 'best of both worlds' te bieden: een redelijke mate van diepgang in inzichten, maar toch ook generaliseerbare conclusies.

Summary

Innovations in transport: Searching for success- and failure factors

Many scenario studies and policy plans investigate innovations related to vehicles, fuels, infrastructure, and transport services. However, insight into factors behind success or failure of such innovations is limited. This paper describes a future research project at TU Delft. We provide some basic insights from a recent survey of the literature on success or failure of innovation. As to the methodology, most innovation research uses case studies or engages in the econometric analysis of large databases. In our prospected research, we intend to apply a relatively new method: the LBIO (Literature-Based Innovation Output measurement) method. This method consists of systematically collecting cases of new product announcements in trade and technical journals that cover important sectors of manufacturing or services. By repeatedly surveying the innovators about their specific project, we get more detailed insight at the project level. By collecting several hundred cases, the method is halfway between small-number case studies and large-scale postal surveys. It gives deeper insights about individual projects and still allows for statistical analyses.

1. Inleiding

Verkeer en vervoer zorgen voor vele ongewenste neveneffecten, die de gebruiker niet meeneemt in zijn of haar beslissing. Economen noemen die effecten externe kosten. Verreweg de belangrijkste zijn milieukosten, kosten van congestie, reistijdverliezen en van onveiligheid. Om die kosten te verminderen, worden in binnen- en buitenland tal van oplossingen bedacht. Die oplossingen moeten leiden tot veranderingen. Afhankelijk van de definitie¹ zijn veel van die veranderingen als innovaties te typeren. Innovaties zijn overigens niet alleen van belang om externe kosten te verminderen, maar ook om andere redenen, bijvoorbeeld om het de klant beter naar haar of zijn zin te maken, of om het vervoer goedkoper te maken.

Over het belang van innovaties bestaat nauwelijks discussie; vrijwel ieder beleidsplan en iedere toekomstverkenning veronderstelt vele innovaties, overigens vaak impliciet. In de praktijk komt er van vele veronderstelde of door beleid gewenste innovaties niet zo veel terecht; de transportsector heeft niet bepaald de reputatie zeer innovatief te zijn, met name niet ten aanzien van meer ingrijpende (wel aangeduid als ‘radicale’; zie hierna) innovaties. Daarvoor zijn diverse redenen aan te wijzen (Van Wee, 2002):

- Er zijn vele actoren betrokken bij innovaties (gebruikers, bedrijven die transportdiensten aanbieden, overheden, belangengroeperingen e.a.).
- De belangen en voorkeuren van die actoren verschillen vaak sterk; zelfs binnen een actor-groep speelt dit al. Denk daarbij aan de soms sterk verschillende belangen van de ministeries van VROM, V&W, EZ en Financiën.
- Er bestaan vele institutionele en politieke barrières voor veranderingen (Geerlings, 1998).
- Vaak zijn diverse overheden nodig om innovaties in de praktijk te realiseren (lokaal, regionaal, nationaal, international) en overheden zijn vaak niet erg slagvaardig in de totstandbrenging van de benodigde politieke veranderingen.
- Veranderingen in transportsystemen en in grondgebruik kosten veel tijd, nog afgezien van de rol van overheden, alleen al door de organisatorische complexiteit en de bouwperiode die benodigd is.
- De investeringen in bestaande transportsystemen (infrastructuur, voertuigen e.a.) zijn enorm; snelle veranderingen zullen leiden tot verliezen in verband met hoge “sunk costs”.

¹ Gebaseerd op Metcalfe (1995) definiëren Smits and Kuhlmann (2002) het innovatiesysteem als:

A system of innovations is that set of distinct institutions which jointly and individually contributes to the development and diffusion of new technologies, and which provides the framework within which governments form and implement policies to influence the innovation process. As such it is a system of interconnected institutions to create, store and transfer the knowledge, skills and artefacts which define new technologies.

Deze definitie geldt vooral voor technologische innovaties. In dit paper hanteren wij een bredere scope, waardoor ook innovaties in diensten, organisatie of beleidsinstrumenten hieronder vallen. Bovendien staan in deze definitie de instituties centraal. Wij hanteren ook in dit opzicht een ruimere definitie, en verstaan onder innovaties alle vernieuwingen in het transportsysteem, zowel technische als niet-technische.

Vreemd genoeg is er slechts zeer weinig literatuur die ingaat op de succes- en faalfactoren van transportinnovaties. Daarom is aan de TU Delft onderzoek gestart dat tot doel heeft hier meer inzicht in te geven. Dit stuk beschrijft de eerste fase van dit onderzoek, en gaat in op de volgende vragen:

- Wat is er bekend over succes- en faalfactoren van innovaties in het algemeen uit de literatuur?
- Wat is er bekend over transportinnovaties?
- Hoe moet je onderzoek naar succes- en faalfactoren van transportinnovaties doen? Wat zijn voor- en nadelen van de beschikbare onderzoeksmethoden?

De rest van dit stuk is als volgt gestructureerd. Sectie 2 geeft een overzicht van enkele indelingen voor (transport) innovaties. Sectie 3 geeft een algemeen overzicht van succes- en faalfactoren voor innovaties, gebaseerd op literatuur. Sectie 4 gaat specifiek in op succes- en faalfactoren voor transportinnovaties door kort in te gaan op twee onderzoeken daarnaar. Sectie 5 beschrijft 3 methoden van onderzoek om inzicht te verkrijgen in succes- en faalfactoren van transportinnovaties. Sectie 6 geeft een aantal kenmerken van innovaties, die vermoedelijk van belang zijn voor de kans op succes. Sectie 7 tenslotte geeft de belangrijkste conclusies.

2. Typologieën van innovaties

Er zijn diverse manieren om innovaties in te delen. De meest simpele is die in incrementele versus radicale innovaties. Het onderscheid tussen beide is meer gradueel dan zwart-wit. Bovendien is het perspectief van waaruit een innovatie wordt beoordeeld van belang voor de indeling. Zo is de geregelde driewegkatalysator vanuit het perspectief van de personenauto een incrementele innovatie, maar vanuit het perspectief van de brandstoftoevoer en het uitlaatsysteem een radicale.

Een tweede typologie richt zich op het object van de innovatie. Het gaat in concreto om innovaties gericht op:

- Hardware
- Software
- Orgware
- Beleidsinstrumentarium

Deze algemene indelingen kunnen verder worden geconcretiseerd voor de transportsector, door onderscheid te maken in diverse type innovaties:

- Andere transportsystemen die tenminste deels de huidige systemen van weg, rail, water en luchtvaart vervangen. Denk hierbij aan het vervangen van de trekschuit door railvervoer en later van (een deel van) het railvervoer door het wegvervoer. Slechts eens in de vele tientallen jaren komen er echt nieuwe systemen. De laatste echte vernieuwing, het vlieg-

tuig, begon een rol te spelen tussen de eerste en tweede wereldoorlog. In beginsel zou de magneetzweefbaan een innovatie in deze categorie kunnen zijn.

- Radicale verbeteringen in bestaande type voertuigen, brandstoffen en infrastructuur.
- Incrementele verbeteringen in bestaande typen voertuigen, brandstoffen en infrastructuur
- Radicale veranderingen in transportdiensten
- Incrementele veranderingen in transportdiensten
- Toepassing van bestaande concepten, systemen of componenten van systemen in andere geografische markten

Verder kunnen innovaties worden ingedeeld op basis van conceptuele modellen voor het verkeers- en vervoersysteem, zoals bijvoorbeeld het TRAIL-lagenschema. Dat onderscheidt de verkeersmarkt en de vervoersmarkt, en ondermeer de elementen verkeersinfrastructuur, verkeersdiensten, vervoermiddelen en vervoerdiensten (Van de Riet en Egeter, 1998). Die categorieën elementen kunnen worden gebruikt om innovaties in te delen (Van der Heijden en Marchau, 2002).

Andere indelingen die we in de literatuur zijn tegen gekomen, maken onderscheid naar:

- Mate van complexiteit
- Afzonderlijke, losstaande innovaties versus systeeminnovaties
- Marktgestuurde versus overheidsgestuurde innovaties

3. Succes- en faalfactoren: inzichten uit de literatuur²

In een recent overzicht van 46 studies over typische succes- of faalfactoren van innovaties hanteren Van der Panne et al. (2003) de volgende systematiek van factoren (zie figuur 1).

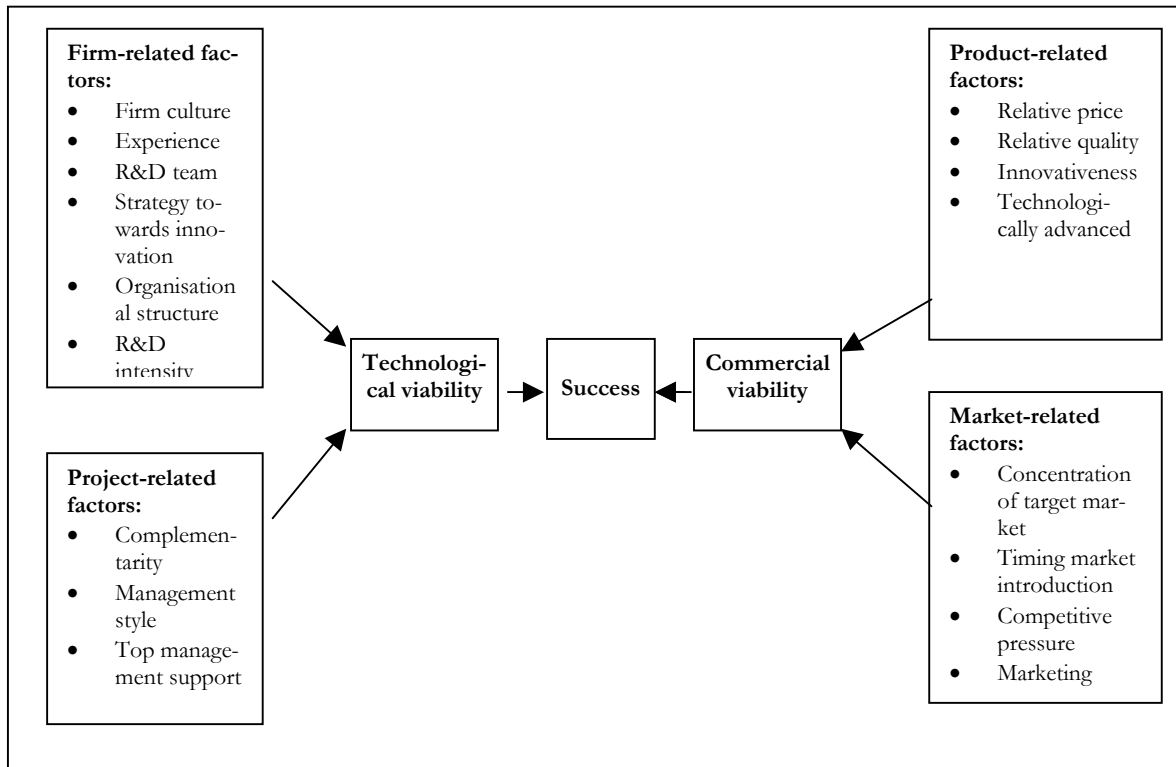
In eerste instantie is het geruststellend om te kunnen constateren dat uiteenlopende studies met grote verschillen in gebruikte gegevens en methodologieën verre gaand overeenstemmen ten opzichte van veelgenoemde factoren van succes (of falen). Wat betreft bedrijfsgerelateerde factoren bestaat overeenstemming over de positieve bijdrage van een 'cultuur van innovatie', ervaring met eerdere innovaties, de multidisciplinaire samenstelling van het R&D team, de expliciete erkenning van het collectieve karakter van het innovatieproces en de voordelen van een matrix organisatie.

Onder een 'cultuur van innovatie' verstaat men o.a. dat gemaakte fouten open worden besproken en geëvalueerd in plaats van rookgordijnen op te werpen of de verantwoording op

² De volgende passage is ontleend aan G. van der Panne, C.P van Beers & A. Kleinknecht: Success and failure of innovation. A literature review, in: *International Journal of Innovation Management*, Vol. 7, no. 3, September 2003, p. 1-30.

anderen af te schuiven omdat men bang is op fouten te worden 'afgerekend'. In een innovatieve cultuur moet men fouten kunnen maken, zonder dat dit nadelig is voor de carrière. Daardoor wordt 'learning-by-doing' en 'learning-by-failing' mogelijk. Bij een innovatieve cultuur hoort ook 'adequate' communicatie. 'Adequaat' kan veelal worden vertaald met 'informeel' en 'flexibel', want communicatie die beperkt is tot formele en hiërarchische lijnen is in het algemeen nadelig voor innovatie.

Figuur 1: Kritische factoren voor succes en innovatie



Ten aanzien van organisatiestructuren is er in de literatuur consensus dat functionele organisaties met een hoge graad aan geformaliseerde verhoudingen en controle minder bevorderlijk zijn voor succesvolle innovaties. Dit soort organisatiestructuren doet geen recht aan het 'trial & error' karakter van het innovatieproces. Innovatieprocessen vereisen juist relatief losse, open, creatieve en adaptieve structuren, wat overigens niet uitsluit dat er op bepaalde punten wel is van planning en evaluatie. Dikwijls is het ook zo dat naarmate een innovatief project vordert en het product duidelijk gestalte krijgt er een geleidelijke evolutie plaatsvindt naar meer geformaliseerde structuren. Tenslotte is er in de literatuur nog enige discussie over de vraag of een projectteam structuur te prefereren valt boven een matrix structuur. Projectteams hebben het voordeel van een grote autonomie, korte communicatielijnen en flexibiliteit. Matrix organisaties zijn complexer, maar kunnen veelal uiteenlopende functies van het bedrijf beter integreren en daarmee meer interdisciplinariteit en een betere planning waarborgen.

Ervaring met eerdere innovaties als succesfactor is bijna vanzelfsprekend en komt overeen met de klemtoon in de literatuur op innovatiemanagement als cumulatief leerproces (zie bijv. Tidd, Bessant & Pavitt, 2001). In het algemeen blijkt dat een project meer kans heeft op (tijdige) realisatie (tegen aanvaardbare kosten), naarmate de vereiste kennis beter aansluit op de kerncompetenties van de organisatie op het gebied van R&D, productie en marketing.

De erkenning van het collectieve en interdisciplinaire karakter van het innovatieproces houdt in dat traditionele grenzen tussen afdelingen worden geslecht, hetgeen niet altijd meevalt vanwege onderling wantrouwen en concurrentie om budgetten. In het algemeen wordt sprake aanbevolen om alle relevante afdelingen vanaf het begin bij een project te betrekken, met een duidelijke 'mission statement' te werken en helderheid te scheppen over de rol en bijdrage van iedere afdeling.

Wat betreft de samenstelling van het R&D team ligt de nadruk op interdisciplinariteit en een goede balans tussen technologie en marketing (in de praktijk ligt de nadruk veelal te zwaar op technologie). Er is ook consensus dat de aanwezigheid van een 'product champion' cruciaal is. Daarbij gaat het om een persoon met een grote toewijding aan het project. Een dergelijke persoon kan door het topmanagement worden aangewezen, maar meestal is het voordeliger als de 'product champion' spontaan ontstaat en in haar rol groeit. Daarnaast lijkt het te helpen als een bedrijf een expliciete innovatiestrategie formuleert, liefst niet alleen gericht op individuele projecten, maar op een portfolio van projecten die elkaar wederzijds kunnen versterken.

Wat betreft projectgerelateerde factoren bestaat overeenstemming over de positieve rol van complementariteiten en van de stijl van management. Bij het eerste ligt de nadruk op de mate waarin een project gebruik maakt van de punten waarin een bedrijf goed in is (bijv. capaciteiten voor marktonderzoek, verkoop en distributie, R&D en productiefaciliteiten) en de synergie van een nieuw product met het bestaande portfolio. Dit laatste biedt mogelijkheden voor het benutten van schaal- en leereffecten en van 'economies of scope'. 'Economies of scope' is lastig te vertalen naar het Nederlands. Het doelt op het (gedeeltelijk) opnieuw kunnen gebruiken van kennis uit ontwikkelingstrajecten van soortgelijke projecten. Wat betreft stijl van management wordt veelal beklemtoond dat een project in duidelijke tranches moet worden gesplitst en dat op gezette tijden een tussenevaluatie en een stop/go beslissing wordt genomen.

Sommige auteurs constateren dat projecten met een hoge innovatiegraad of met een grote mate van technologische geavanceerdheid meer kans op succes hebben omdat ze zich duidelijk onderscheiden van bestaande producten. Anderen vinden daarentegen dat juist gradueel verbeterde (incrementele) innovaties minder riskant zijn en dus meer kans op succes hebben. Een vergelijkbaar meningsverschil doet zich voor ten aanzien van de waarde van het

betrekken van toekomstige gebruikers in het innovatieproces. Het goed rekening houden met de behoeftes van consumenten en afnemers vermindert de faalkans van innovaties. Echter, het frustreert ook meer fundamentele vernieuwingen. Immers, consumenten en afnemers waarderen vooral dingen die ze al kennen en hebben veelal een afkeer van radicaal nieuwe oplossingen. Ook de waarde van ondersteuning door het topmanagement is ambigu. Enerzijds verhoogt de expliciete steun van de top de kans dat het project niet tussentijds sneuvelt; anderzijds kan ook het top management zich vergissen en te lang vasthouden aan hopeloze projecten.

Ten aanzien van productgerelateerde factoren die de slaagkans positief beïnvloeden bestaat in de literatuur consensus over een lijstje van factoren, waarvan sommigen een 'open deur' zijn. Daartoe behoren de relatieve prijs-kwaliteit verhouding ten opzichte van bestaande producten, de bijdrage van een product aan de 'total-cost-of-use' van de gebruiker, het gemak waarmee het product kan worden gebruikt of ingepast in bestaande systemen (vereist het gebruik bijv. substantiële scholing of ingrijpende investeringen?), of de kwaliteit van 'after-sales-services'. Ook het belang van een zo vroeg mogelijke marktintroductie (ten opzichte van concurrerende producten) wordt unaniem beklemtoond. Hier doet zich echter het probleem voor dat het opvoeren van de snelheid van het R&D proces niet alleen forse kostenstijgingen met zich meebrengt, maar ook het gevaar van fouten en defecten verhoogt.

In de literatuur lopen echter de meningen uiteen over de invloed van marktgerelateerde factoren zoals de concurrentiedruk in de markt, productgerelateerde factoren zoals de R&D intensiteit en 'innovatiegraad' (of technologische geavanceerdheid) van het project en het belang van ondersteuning door het top management. Sommige auteurs beklemtonen dat een hoge concurrentiedruk uitdaagt tot innovatie, terwijl anderen redeneren dat het in een sterk concurrerende markt juist onaantrekkelijk is om te innoveren omdat het tempo van imitatie hoog is, waardoor monopoliewinsten uit innovatie snel eroderen en men zich ternauwernood de vruchten van (riskante) innovatieve investeringen kan toeëigenen.

Een opvallend kenmerk van de 46 studies die door Van der Panne, Van Beers & Kleinknecht (2003) zijn geïnventariseerd is dat ze allemaal hun oorsprong hebben in de marketing en bedrijfskunde. Invloeden op het innovatieproces vanuit de overheid door middel van wet- en regelgeving of door middel van infrastructurele investeringen blijven nagenoeg volledig buiten beschouwing. Bovendien is er meer recent een interessante micro-economische literatuur over marktfalen door informatieasymmetrie, opportunistisch gedrag, 'lock-in' en padafhankelijkheden als gevolg van standaards en 'verzonken' kosten (dan wel 'sunk costs').³

³ Zie bijv. voor de ICT sector: C. Shapiro & H. Varian: *Information Rules. A strategic guide to the network economy*, Boston: Harvard Business School Press, 1999; voor een behandeling in een breder institutioneel perspectief zie: S. Himmelweit, R. Simonetti & A. Trigg (2001): *Microeconomics – Neoclassical and Institutional Perspectives on Economic Behaviour*, London: Thomson Learning.

Het moge duidelijk zijn dat voor een studie van innovaties in de transportsector deze laatstgenoemde invalshoek nadere uitwerking verdient. Een zuiver bedrijfskundig marketingperspectief schiet tekort.

4. Succes- en faalfactoren van transportinnovaties

Ten tijde van het schrijven van dit paper was nog geen uitgebreid, systematisch literatuuronderzoek uitgevoerd naar succes- en faalfactoren voor transportinnovaties. In deze sectie gaan we kort in op twee door ons reeds uitgevoerde deelonderzoeken hiernaar.

4.1 Succesfactoren van reeds geïmplementeerde innovaties

Het eerste onderzoek richtte zich op de vraag wat de cruciale succesfactoren waren voor enkele reeds geïmplementeerde innovaties in verkeer en vervoer (Van Wee, 2002). Het betreft de volgende innovaties:

- P&R faciliteit Utrecht - Galgenwaard, voor centrum gericht winkelend publiek
- Transferium Renesse
- Tijdelijke beperkte toegankelijkheid voor doorgaand (sluip)verkeer Vianen
- Reduceren emissies motorvoertuigen door EU-regelgeving
- Toepassing ZOAB op snelwegen
- Aanboren nieuwe markten voor regionaal collectief vervoer
- ICES: Innovatie in de beoordelingen van beleidsvoorstellen

Er kunnen geen algemene conclusies worden getrokken over succes- en faalfactoren op basis van het onderzoek, enerzijds niet omdat de methode van casestudies is toegepast, en anderzijds niet omdat het onderzoek alleen naar succesvol geïmplementeerde innovaties heeft gekeken, en niet naar mislukte innovaties. Een zeer voorlopig beeld dat op basis van het onderzoek ontstaat is het volgende:

- Vaak is de rol van 1 of enkele personen die zich sterk hebben gemaakt voor een innovatie en wisten hoe ze het ‘spel’ moesten spelen, van groot belang geweest.
- Relatief eenvoudige opties die op een creatieve manier worden toegepast, kunnen kansrijk zijn.
- De doelen die ten grondslag liggen aan een project moeten zeer expliciet worden geformuleerd en gecommuniceerd met de relevante actoren, en soms ook het publiek.
- Bij drie van de innovaties was de rol van lagere overheden cruciaal.
- Transportdiensten moeten de gebruiker centraal stellen, en niet het systeem.
- De rol van het proces moet erg helder zijn.
- Het belang van onderzoek bij de innovaties wisselde sterk. Multidisciplinair onderzoek lijkt nuttiger te zijn geweest dan monodisciplinair onderzoek.

4.2 Faalfactoren Automatische Voertuig Geleiding

Het tweede onderzoek dat we behandelen, is in enkele opzichten het spiegelbeeld van het eerste: het richt zich niet op reeds gerealiseerde innovaties, maar op potentiële toekomstige innovaties, en wel de nieuwe toepassingen van informatie- en communicatietechnologie in het wegverkeer, te weten de ontwikkeling van Automatische Voertuig Geleiding (AVG). Verder richt het zich op faalfactoren in plaats van succesfactoren (die in het eerste onderzoek centraal stonden).

AVG betreft een groep systemen die de bestuurdersrijtaak gedeeltelijk of zelfs volledig overnemen. AVG zou significant kunnen bijdragen aan verhoging van de huidige wegcapaciteit en verbetering van de verkeersveiligheid. Overheden zijn dan ook in toenemende mate geïnteresseerd in de mogelijkheden van implementatie van AVG. Er bestaat echter nog veel onzekerheid over de toekomstige ontwikkeling van deze systemen. In een Delphi studie van enkele jaren geleden zijn 50 experts uit Europa, de Verenigde Staten en Japan geconsulteerd teneinde nader inzicht in deze mogelijkheden te krijgen. In dit paper volstaan we met een kort overzicht van de belangrijkste resultaten (voor uitgebreid overzicht zie Marchau & Van der Heijden, 2000).

Verscheidene elektronische systemen die bestuurders ondersteunen bij het besturen van hun voertuig worden de laatste jaren ontwikkeld binnen de auto-industrie en onderzoeksinstituten. De automatisering van gasgeven, remmen en sturen zou het autorijden een stuk veiliger, efficiënter en comfortabeler kunnen maken. De eerste systemen zijn al verkrijgbaar op beperkte schaal. Zo zijn sinds een aantal jaren enkele jaren zgn. ‘collision warning systems’ verkrijgbaar. Dit systeem waarschuwt de bestuurder indien voorliggers te dicht genaderd worden en indien bij het veranderen van rijstrook er zich voertuigen naast het voertuig bevinden. Een ander systeem wat steeds meer verkrijgbaar is, is de ‘adaptive cruise control’. Dit systeem helpt de bestuurder voldoende afstand te houden tot een voorligger door automatisch gas terug te nemen en/of automatisch te remmen indien een voorligger te dicht genaderd wordt. Bij afwezigheid van voorliggers functioneert het systeem als een gewone cruise control. De verwachte eindfase van AVG is een volledige overname van alle rijtaken van de bestuurder. Deze ‘automatische piloot’ zou vooralsnog op aparte rijstroken ingevoerd worden teneinde maximale effectiviteit te verkrijgen. De toepassing van speciale rijstroken voor alleen automatisch bestuurde voertuigen zou het mogelijk maken om in colonnes of ‘platoons’ te rijden, resulterend in substantiële verbeteringen van de verkeersveiligheid, de capaciteit, het brandstofverbruik en emissies.

Gegeven deze ontwikkelingen richt de aandacht zich de laatste jaren in toenemende mate op de (verdere) implementatiemogelijkheden van AVG in het dagelijks wegverkeer. Adequate

beleidsontwikkeling en besluitvorming zijn tot op heden echter gecompliceerd vanwege onzekerheid over allerlei factoren waar beslissers tegenaan lopen rondom invoering van AVG. In 1997 is met behulp van de Delphi-onderzoeksmethode een verkenning gemaakt onder internationale experts om deze onzekerheid te reduceren. De 5 typen systemen die in dit onderzoek werden beschouwd zijn de 4 elementaire functies van automatisch rijden, inclusief het volledig automatische rijden zelf:

- adaptieve cruise control: het voorliggend voertuig wordt gedetecteerd en de bestuurder wordt ondersteund bij het zorgvuldig afstand houden tot deze voorligger;
- longitudinale botsing vermijding: bestuurder wordt gewaarschuwd en/of rijtaken tijdelijk overgenomen bij een mogelijke botsing met een object voor het voertuig;
- ondersteuning koershouden: bestuurder wordt gewaarschuwd en/of rijtaken tijdelijk overgenomen bij mogelijk van de weg raken;
- laterale botsing vermijding: bestuurder wordt gewaarschuwd en/of rijtaken tijdelijk overgenomen bij botsgevaar bij het verwisselen van rijstrook;
- automatische piloot: alle rijtaken worden volledig automatisch uitgevoerd.

Bij het bepalen welke factoren (verdere) implementatie van AVG belemmeren is een onderscheid gemaakt naar factoren gerelateerd aan effecten op verkeersstromen, effecten op rijgedrag, technologische beperkingen en algemene factoren. De belangrijkste van deze zijn in tabel 1 weergegeven. De bijdrage van de verschillende systemen aan algemene verkeers- en vervoersdoelen wordt door de experts variërend beoordeeld. De bijdragen van adaptieve cruise control en automatische piloot aan de verkeersveiligheid is onzeker. Adaptieve cruise control kan risicovoller rijgedrag veroorzaken; de automatische piloot kan een dalende kans op omvangrijkere ongevallen induceren zoals in de luchtvaart. De bijdragen van alle typen ondersteuning aan de wegcapaciteit worden onzeker beschouwd, m.u.v. de automatische piloot. Specifieke systeeminstellingen van adaptieve cruise control en front obstakel vermijding systemen kunnen hogere volgafstanden tot gevolg hebben dan die in de huidige praktijk aangehouden worden. Meest onzeker wordt de bijdrage aan de reductie van emissies en energiegebruik beschouwd.

Tabel 1 geeft verder een overzicht van de belangrijkste barrières voor implementatie van AVG systemen met betrekking tot rijgedrag. Met uitzondering van de automatische piloot signaleren de experts bij ieder type ondersteuning gevaar op compenserend rijgedrag. Door te vertrouwen op de elektronica zouden bestuurders hogere risico's kunnen gaan nemen (hogere snelheden, later remmen, etc.) en minder alert worden. Adaptief rijgedrag kan volgens de experts oorspronkelijk behaalde winsten reduceren. Daar de automatische piloot alle rijtaken overneemt zouden bestuurders op termijn bepaalde rijvaardigheden kunnen gaan verliezen. Dit kan gevaar opleveren indien het systeem niet 100% werkt en de bestuurder moet ingrijpen, of op wegen waar geen ondersteuning is.

Betrouwbaarheid (een systeem ondersteunt wanneer verwacht) en nauwkeurigheid (een systeem ondersteunt op de juiste manier) worden als (zeer) belangrijke technische barrières gezien voor implementatie van alle systemen. Daarnaast beschouwen de experts bij obstakelvermijding technologie en de automatische piloot het ontwerpen van adequate beslialgoritmen, bijv. sturen of remmen bij het naderen van een obstakel, en de kwaliteitsbewaking van de software een groot probleem.

De experts zien, gevraagd naar hun mening over een aantal algemene barrières, de kosten voor alle typen ondersteuning als een probleem voor (verdere) implementatie. Gegeven de hogere kostenverwachtingen voor laterale botsingvermijding en de automatische piloot wordt het kostenaspect voor deze typen ondersteuning hoger gewaardeerd. Specifiek voor de automatische piloot wordt bovendien nog de omvang van infrastructuurinvesteringen genoemd en, daarmee samenhangend de toepasbaarheid op slechts een beperkt deel van het wegennet. Met uitzondering van adaptieve cruise control beschouwen de experts verder de onzekerheid van de verdeling van aansprakelijkheid over gebruikers, producenten en wegbeheerders als een belangrijk vraagstuk. Daar elektronica in het voertuig en/of de infrastructuur beoordelingen en beslissingen van bestuurders overneemt, kunnen producenten en wegbeheerders aansprakelijk worden bij falende technologieën.

De studie wijst verder uit dat toekomstige ontwikkelingen van AVG niet zo evident zijn als vaak verondersteld. Het meest zeker is dat de komende jaren systemen (verder) beschikbaar zullen komen die bestuurders waarschuwen voor botsingen met andere voertuigen en mogelijk van de weg raken. Daarnaast verwacht men adaptieve cruise control met beperkte interventiemogelijkheden. Geavanceerdere systemen die tijdelijk de controle van een voertuig overnemen bij botsingsgevaar met obstakels of ondersteunen bij het behouden van een juiste koers, worden pas op de middellange termijn verwacht. Ontwikkelingen zijn afhankelijk van technologische vooruitgang, de mate van acceptatie van gebruikers en opheldering van de verdeling van aansprakelijkheid tussen een bestuurder en het systeem. Meest onzeker is de invoering van de automatische piloot. De haalbaarheid van allerlei technische alsmede niet-technische aspecten is nog punt van onderzoek.

4.3 Relaties met algemene succes- en faalfactoren

Opvallend is dat de conclusies en bevindingen van beide studies slechts in beperkte mate de systematiek gebruiken zoals in de vorige sectie over succes- en faalfactoren in het algemeen is weergegeven. Dat betekent niet dat het concept uit sectie 3 niet bruikbaar is voor transportinnovaties. Integendeel, dat is het in beginsel naar onze mening wel. Maar het is wel nodig hier nader onderzoek naar uit te voeren, en vast te stellen of aanpassingen van dat concept wenselijk zijn in geval van toepassing op transportinnovaties. Tenminste de rol van de overheid lijkt een explicietere plek te moeten krijgen in geval van transportinnovaties.

Verder denken we dat het label ‘firm-related factors’ in geval van diverse transportinnovaties beter kan worden vervangen door ‘actor-related factors’, waarbij niet alleen kenmerken van de afzonderlijke actoren van belang zijn, maar ook die van de relaties tussen die actoren.

Tabel 1: belangrijke (x) tot zeer belangrijke (xx) barrières voor implementatie van AVG systemen

	adaptieve cruise control	longitudinale botsing vermijding	koershoud support	laterale botsing vermijding	autom. piloot
<i>barrières i.v.m. verkeersprestatie:</i>					
zekerheid bijdrage veiligheid	x*				x
zekerheid bijdrage capaciteit	x	x	x	x	
zekerheid bijdrage milieu	x	xx	xx	xx	
<i>barrières i.v.m. rijgedrag:</i>					
compenserend rijgedrag	x	x	x	x	x
afname rijvaardigheid					x
<i>barrières i.v.m. systeemprestatie:</i>					
betrouwbaarheid		xx	x	xx	xx
nauwkeurigheid	x	x	x	x	xx
software safety		x		x	xx
complexiteit beslisalgoritmen		x		x	xx
<i>algemene barrières:</i>					
kosten consument	x	x	x	xx	xx
kosten overheid					xx
aansprakelijkheid onduidelijk		xx	x	x	xx
bruikbaarheid op wegennet					xx

*groepsopinie uitgedrukt in de mediaan

5. Methodes van onderzoek

In de literatuur over succes- en faalfactoren van innovaties staan twee methoden centraal:

- Case studies. Deze geven relatief veel inzicht in kleine aantallen innovaties. De innovaties worden daarbij relatief grondig onderzocht.
- Grootschalige onderzoeken. Van een groot aantal innovaties worden kenmerken verzameld en in een bestand opgeslagen. Daarbij staan statistische en econometrische analyses op een groot bestand centraal.

Iedere methode heeft zijn eigen voor- en nadelen. Case studies geven veel inzicht over enkele cases. Door het beperkte aantal cases is de generaliseerbaarheid van conclusies in het algemeen problematisch. Grootschalige onderzoeken leveren in het algemeen statistisch significante uitspraken op, maar weinig diepgaand inzicht.

In het voorgenomen onderzoek willen we naast de beide genoemde methoden een derde methode toepassen: de LBIO (Literature-based Innovation Output measurement) methode. Daarbij worden systematisch cases geselecteerd, die betrekking hebben op aankondigingen van nieuwe producten in tijdschriften. Dat kunnen technische vakbladen zijn, maar ook managementbladen of op handel gerichte bladen. De innovatoren worden enkele malen benaderd over hun product of dienst, waardoor relatief gedetailleerde informatie op product- of dienstniveau beschikbaar is. Van enkele honderden innovaties worden dergelijke gegevens verzameld. Daarmee ligt de methode tussen de beide andere methoden in. Het doel is het ‘best of both worlds’ te verenigen: redelijk wat diepgang per case, en voldoende cases om breder generaliseerbare conclusies te kunnen trekken. Voor meer informatie over de methode: zie Kleinknecht en Bain (1993), en Van der Panne et al. (2003). Door alledrie de methoden toe te passen, kunnen we de methoden onderling vergelijken.

6. Relevante kenmerken van innovaties

Gebaseerd op ander onderzoek naar innovaties, vermoeden we dat de kans op succes van een innovatie afhangt van:

- Het aantal actoren dat betrokken is bij de implementatie
- De mate waarin er samenwerking is met externe partijen bij de R&D-activiteiten
- De omvang van het actorennetwerk dat betrokken is bij de (pre)-introductiefase van de innovatie, en de kenmerken ervan
- Culturele verschillen tussen landen en daarmee samenhangende wettelijke en institutionele barrières
- Afhankelijkheid van toeleveranciers en klanten
- Technologische onzekerheid: werkt de innovatie tegen acceptabele kosten?
- Commerciële onzekerheid: gedrag van concurrenten en afnemers
- Afhankelijkheid van ‘derde instituties’, zoals veiligheidsregels van autoriteiten, verzekeringen.
- De mate waarin de huidige alternatieven ‘sunk costs’ kennen, en de macht van de actoren die belangen hebben bij het in stand houden van de huidige alternatieven
- De mate waarin het zogenoemde ‘sailing-ship effect’ optreedt: technologische verbeteringen in bestaande alternatieven om de concurrentie met het nieuwe alternatief aan te kunnen. De naam is ontleend aan het feit dat schepen met zeilen werden verbeterd toen het stoomschip opkwam.

7. Conclusies en discussie

Innovaties zijn zeer belangrijk om de externe effecten van verkeer en vervoer (veiligheid, congestie, milieu) te verminderen en het systeem ‘beter’ te laten aansluiten bij de maatschappelijke behoeften. Er is echter relatief weinig onderzoek uitgevoerd naar succes- en faalfactoren van transportinnovaties. Dat is vreemd, want dat inzicht is van groot belang, ten eerste voor de overheid, om ‘goed’ beleid te kunnen ontwikkelen, maar ook voor bedrijven die op de transportmarkt opereren. Twee methoden domineren het onderzoek naar innovaties: case studies en grootschalige onderzoeken. Iedere methode heeft zijn eigen voor- en nadelen. Case studies geven veel inzicht over enkele cases. Door het beperkte aantal cases is de generaliseerbaarheid van conclusies in het algemeen problematisch. Grootschalige onderzoeken leveren in het algemeen statistisch significante uitspraken op, maar weinig diepgaand inzicht.

In het voorgenomen onderzoek willen we naast de beide genoemde methoden een derde methode toepassen: de LBIO (Literature-based Innovation Output measurement) methode. Daarbij worden systematisch enkele honderden cases geselecteerd, die betrekking hebben op aankondigingen van nieuwe producten in tijdschriften. De innovatoren worden enkele malen benaderd over hun product of dienst, waardoor relatief gedetailleerde informatie op product- of dienstniveau beschikbaar is. Daarmee ligt de methode tussen de beide andere methoden in. Het doel is het ‘best of both worlds’ te verenigen: redelijk wat diepgang per case, en voldoende cases om breder generaliseerbare conclusies te kunnen trekken. Het verdere onderzoek zou niet alleen inzicht moeten bieden in de vraag wat belangrijke succes- en faalfactoren zijn voor transportinnovaties, maar tevens hoe deze factoren het beste zijn in te delen, en hoe ze zich tot elkaar verhouden. Onderzocht dient te worden of het algemene kader voor succes- en faalfactoren, zoals opgenomen in dit paper, geschikt is voor transportinnovaties, en hoe het eventueel aangepast dient te worden.

Literatuur

Kleinknecht, A., D. Bain (eds.) (1993): *New concepts in innovation output measurement*, London: Macmillan & New York: St. Martin's Press.

Marchau V.A.W.J. and R.E.C.M. van der Heijden (2000) Introducing advanced electronic driver support systems: An exploration of market and technological uncertainties, *Transport Reviews* 20(4), 421-433.

Metcalf, J. (1995), The economic foundations of technology pricing: equilibrium and evolutionary perspectives, in: Stoneman, P. (ed.), *Handbook of the economics of innovation and technological change*, Oxford: Blackwell.

Panne, G. van der, , C.P. van Beers, A. Kleinknecht: Success and failure of innovation: A literature review, in: *International Journal of Innovation Management*, Vol. 7, No. 3 (September 2003), p. 309-338.

Riet, O.A.W.T. van de, B. Egeter (1998), *Systeemdiagram voor het beleidsveld vervoer en verkeer; beschrijving vervoer- en verkeerssysteem ten behoeve van het project Questa*, Leiden / Delft: Rand Europe / TNO-INRO.

Smits, R., S. Kuhlmann (2002), *Strengthening interfaces in innovation systems: rationale, concepts and (new) instruments*, Report prepared in behalf of the EC STRATA Workshop "New challenges and new responses for S&T policies in Europe", Session 4: New instruments for the implementation of SS&T policy, Brussels, 22-23 April 2002.

Tidd, J. , J. Bessant & K. Pavitt (2001), *Managing innovation*, London: J. Wiley & Sons, 2nd ed.

Van der Heijden, R.E.C.M. en V.A.W.J. Marchau (2002), Innovating road traffic management by ITS: A future perspective, *The International Journal of Technology, Policy and Management* 2(1), 20-39.

Van Wee, B. (2002), Innovations in transportation: research and policy lessons of recent successful cases, Paper prepared for the Six Countries Programme workshop: *New governance for innovations – the need for horizontal and systemic policy co-ordination*, November 14/15, Karlsruhe, Germany.

Dankwoord

Dit onderzoek is mede mogelijk gemaakt dankzij een bijdrage van het TU-speerpunt *Towards Reliable Mobility (TRM)*. De auteurs bedanken hun collegae Cees van Beers en Gerben van der Panne van de TU Delft voor hun bijdrage aan dit paper.