

Stieltjesweg 1  
Postbus 155  
2600 AD Delft

**TNO-rapport**

**MON-RPT-033-DTS-2007-02459**

**Kentekenherkenning ten behoeve van versnelde  
invoering betaald rijden**

T +31 15 269 20 00  
F +31 15 269 21 11  
info-lenT@tno.nl

Datum 13 september 2007

Auteur(s) Dr. J.E. den Hartog  
Dr. P.T. Eendebak  
Drs. J.H.C. van Rest

Opdrachtgever Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Projectorganisatie Anders Betalen voor Mobiliteit  
Dr. K. Ivanova

Projectnummer 033.15629

**Rubricering rapport**

Titel  
Samenvatting  
Rapporttekst

Aantal pagina's 74

Aantal bijlagen 0

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

## Managementsamenvatting

Titel	:	Kentekenherkenning ten behoeve van versnelde invoering betaald rijden
Auteur(s)	:	Dr. J.E. den Hartog Dr. P.T. Eendebak Drs. J.H.C. van Rest
Datum	:	13 september 2007
Opdrachtnr.	:	033.15629
Rapportnr.	:	MON-RPT-033-DTS-2007-02459

### Achtergrond

Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat overweegt om het betaald rijden vervroegd in te voeren. De Projectorganisatie Anders Betalen voor Mobiliteit (ABvM) is belast met de uitvoering van deze opdracht. Om dit op relatief korte termijn mogelijk te maken worden door ABvM enkele scenario's onderzocht. In één van deze scenario's wordt identificatie van voertuigen (in eerste instantie) volledig gebaseerd op automatische kentekenherkenning voor inning van een kilometerprijs. Dit scenario wordt in deze rapportage nader uitgewerkt.

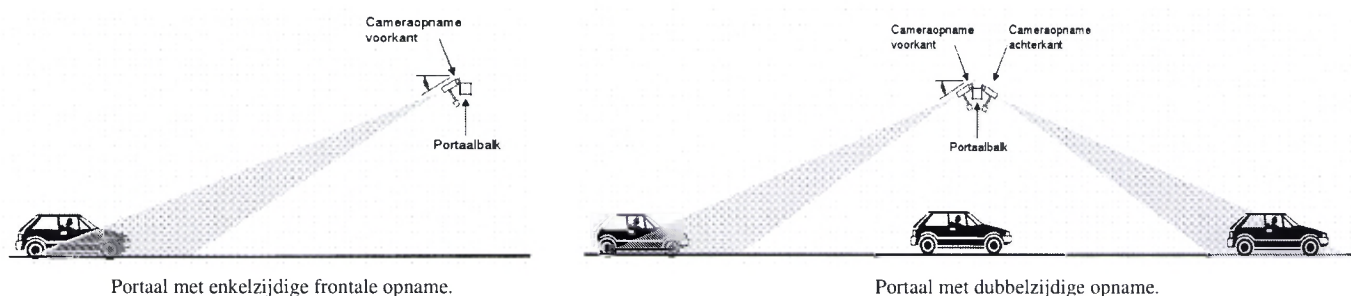
Als automatische kentekenherkenning wordt gebruikt als basis voor inning van een kilometerprijs dan moet een zeer hoog percentage correcte herkenningen worden gehaald. Alleen dan is het mogelijk om een acceptabele kans op juiste facturering te halen én grote hoeveelheden handmatige verwerking te voorkomen. Deze rapportage richt zich daarom met name op de vraag welke nauwkeurigheid van kentekenherkenning haalbaar is, en welke kosten hier tegenover staan.

Een vergelijking tussen en betaald rijden en handhaving (zoals bij trajectcontrole) is wellicht snel gemaakt. Het is echter zinvol te realiseren dat bij betaald rijden eisen ten aanzien van nauwkeurigheid en betrouwbaarheid, anders zullen zijn dan bij handhaving. Indien de trajectcontrole een pakkans heeft van ca. 70% is dit voor veruit de meeste automobilisten voldoende hoog om zich aan de maximum snelheid te houden. In het geval van belastingen die gelijktijdig voor alle weggebruikers gelden is een dergelijke 'pakkans' niet meer voldoende. Bij een te laag percentage treedt er een aanzienlijk verlies op van belastinginkomsten. Indien telkens dezelfde voertuigen niet worden opgemerkt zullen burgers een sterk gevoel van ongelijkheid ervaren.

### Relevante systemen

Gedurende het onderzoek is een drietal systemen, waar automatische kentekenherkenning een rol speelt, onderzocht. Het betreft hier de trajectcontrole in Nederland, en de systemen voor betaalde toegang tot Londen en Stockholm.

Uit het onderzoek blijkt dat, door de gekozen opzet en de gestelde eisen, de resultaten van zowel trajectcontrole als betaalde toegang tot Londen, niet vertaalbaar zijn naar een opzet van betaald rijden in Nederland. Het systeem in Stockholm komt het beste overeen met de Nederlandse situatie, met name vanwege de hoge eisen die aan automatische herkenning en betrouwbaarheid worden gesteld. De resultaten die in Stockholm worden behaald zijn daarom representatief voor de technische state-of-the-art op het gebied van kentekenherkenning. Vertaling van deze resultaten naar de Nederlandse situatie is echter alleen mogelijk onder een aantal aannames.



### Aanbevolen systeemopzet

In dit rapport wordt een uitspraak gedaan over, binnen gestelde randvoorwaarden, de voor de Nederlandse situatie best toepasbare systeemopzet. Hierbij wordt uitgegaan van een betaalstation, bestaande uit één portaal voor elk wegsegment waarbij camera-systemen de passages van voertuigen registreren. Andere oplossingen met meer portalen per station worden door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat niet haalbaar geacht. Een belangrijke overweging hierin betreft de keuze tussen enkelzijdige opname en een dubbelzijdige opname. Bij de enkelzijdige opname wordt het voorste kenteken opgenomen. Bij de dubbelzijdige opname zijn er twee camera's, gemonteerd op één portaal, die voorkant resp. achterkant opnemen. Bovenstaande figuur toont beide opties. Enkelzijdige opname vereist minder apparatuur langs de weg, stelt lagere eisen aan de infrastructuur (datanetwerk, aanleg van inductielussen). Dubbelzijdige opname daarentegen zal meer voertuigen registreren met een grotere betrouwbaarheid waardoor de hoeveelheid handmatig werk beperkt kan worden.

Bij implementatie van betaald rijden op basis van kentekenherkenning, is een hoge betrouwbaarheid alleen mogelijk als de voertuigidentificatie is gebaseerd op ten minste twee, liefst meer onafhankelijke herkenningssystemen. Bij een dubbelzijdige opname kan de verwachte overeenkomst tussen voor- en achterkant gebruikt worden om fouten op te sporen. In het geval gekozen wordt voor een enkelzijdige opname is volledig automatische herkenning mogelijk mits twee of meer onafhankelijke automatische herkenningssystemen met hoge betrouwbaarheid tot de zelfde uitkomst komen. Bij enkelzijdige opname kan dit alleen worden gebruikt door meerdere onafhankelijke herkenningssystemen dezelfde opname te laten verwerken.

Nast de kentekenherkenning zelf is er een gerelateerde technologie waarmee het mogelijk is voertuigen te identificeren. Op basis van informatie van het kenteken zelf en de directe omgeving van het kenteken wordt van elk voertuig een soort unieke vingerafdruk bepaald. Ook als het kenteken niet leesbaar is, kan in de meeste gevallen toch een vingerafdruk worden afgeleid. Op deze wijze is het mogelijk om, ook bij voertuigkentekens die moeilijk automatisch herkenbaar zijn, het afgelegde traject over de snelweg te kunnen bepalen. Deze technologie zou het mogelijk moeten maken om de opnames van achtereenvolgende passages als één keten aan de menselijke bewerker aan te bieden. Deze kan hiermee een mogelijk groot aantal bij elkaar horende opnames gelijktijdig verwerken. Potentieel is hier een grote kostenbesparing op de handmatige verwerking te behalen van 50 tot 80% ten opzichte van de afzonderlijke beoordeling van alle losse passages.

### Evaluatie en verwachte prestaties

Uit bovenstaande blijkt dat handmatige en automatische analyse nauw met elkaar verweven kunnen zijn. Het is daarom nodig om bij de evaluatie van het onderzochte scenario te kijken naar drie maten:

1. Wat is het percentage voertuigpassages waarvan een opname kan worden gemaakt waarmee identificatie (automatisch óf handmatig) mogelijk is?
2. Wat is het percentage voertuigpassages dat uiteindelijk niet volautomatisch verwerkt kan worden en een handmatige beoordeling nodig heeft?
3. Hoeveel handmatige acties zijn nog nodig als meerdere opeenvolgende passages gelijktijdig verwerkt kunnen worden?

Hierbij wordt uitgegaan van een foutpercentage van 0.01% of minder.

Om bovenstaande vragen te beantwoorden is een model opgesteld. Hierbij is onderscheid gemaakt naar een optimistische en pessimistische schatting. Gegeven de keuze tussen enkelzijdige en dubbelzijdige opname is in het model ook met deze keuze rekening gehouden.

*De antwoorden op de eerste vraag zijn:*

	Pessimistisch	Optimistisch
<b>Alleen frontale opname</b>	95.3%	96.8%
<b>Dubbelzijdige opname</b>	96.6%	98.6%

*De antwoorden op de tweede vraag zijn:*

	Pessimistisch	Optimistisch
<b>Alleen frontale opname</b>	15.0%	6.0%
<b>Dubbelzijdige opname</b>	4.5%	2.8%

Het grote verschil tussen de pessimistische en optimistische schatting in de bovenste regel (15.0% en 6.0%) wordt hierbij veroorzaakt door onzekerheid van bepaalde aannames.

*De antwoorden op de derde vraag zijn:*

Uitgaande van schattingen van de reductie van handmatige verwerkingsacties en ca. 50 miljoen voertuigpassages per dag, dan wordt voor enkelzijdige opname geschat dat het aantal handmatige verwerkingsacties uitkomt op 1.850.000 (3.7%). Bij dubbelzijdige opname wordt geschat dat dit aantal uitkomt op 650.000 (1.3%).

### Nader onderzoek

Bovenstaande resultaten geven een duidelijk inzicht in de verwachte herkenningpercentages en hoeveelheid handmatige werkzaamheden. Om deze gegevens af te kunnen leiden was het noodzakelijk een aantal aannames te doen en onderliggende parameters te schatten. Bij nadere uitwerking van dit scenario is het essentieel om aannames te valideren en de werkelijke waarden van de geschatte parameters te achterhalen. Hierdoor zal het mogelijk worden om de uiteindelijke prestaties nauwkeurig te voorspellen. Dit rapport doet aanbevelingen welke onderzoeksvragen hierbij prioriteit hebben.

Uit bovenstaande resultaten blijkt dat de passage van een keten van portalen grote invloed heeft op de resultaten. In Nederland is reeds sprake van een dergelijke keten van portalen, namelijk de trajectcontroles op de A10 en de A20. Deze locaties zijn daarom in principe geschikt voor het efficiënt uitvoeren van experimenten naar de invloed van een keten van passages op nauwkeurigheid en handmatige verwerking.

### Volwassenheid van de technologie

Vooraf werd de voorwaarde gesteld dat met name de mogelijkheden onderzocht moesten worden van technologie die zich reeds in de praktijk bewezen had. De in dit rapport onderzochte basistechnologieën als camera's, voertuigdetectie en kentekenherkenning hebben zichzelf bewezen. Echter, deze basistechnologieën moeten op een nieuwe wijze worden gecombineerd, in andere omstandigheden worden toegepast op een schaal die nog nooit eerder is getest. Daarom geldt voor het geheel dat er geen sprake meer kan zijn van bewezen technologie. Deze observatie zal vermoedelijk ook gelden voor scenario's gebaseerd op andersoortige technologie. Bij nadere uitwerking van een scenario gebaseerd op kentekenherkenning, moet specifiek onderzocht worden wat de gevolgen zijn van het gehele systeemconcept, toepassing binnen de Nederlandse situatie en de verwachte schaalgrootte.

### Kosten

Dit rapport geeft inzage in de belangrijkste kostenposten. Kosten van handmatige verwerking is een van de belangrijkste operationele kosten. Er wordt (door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat) uitgegaan van een verwerkingscapaciteit van 750 passages per fte per dag. Uitgaande van de hierboven genoemde handmatige verwerkingen komt dit bij dubbelzijdige opname neer op een verwerkingsbehoefte van 860 fte. Bij enkelzijdige opname neemt dit verder toe tot 2460 fte.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de belangrijkste kostenposten.

Eenmalige kostenposten	Enkelzijdige opname	Dubbelzijdige opname
Camera's en wegakantsystemen	EUR 63 miljoen	EUR 113 miljoen
Installatie	EUR 4 miljoen	EUR 5 miljoen
Software kentekenherkenning	EUR 4 miljoen	EUR 4 miljoen
Datacentrum en opslag	EUR 2 miljoen	EUR 1 miljoen
Inductielussen	EUR 13 miljoen	EUR 26 miljoen
<b>Totaal</b>	<b>EUR 86 miljoen</b>	<b>EUR 149 miljoen</b>

Jaarlijkse kosten	Enkelzijdige opname	Dubbelzijdige opname
Handmatige verwerkingscapaciteit	EUR 123 miljoen	EUR 43 miljoen
Wegafzettingen voor regulier onderhoud	EUR 9 miljoen	EUR 9 miljoen
<b>Totaal (excl. onderhoud)</b>	<b>EUR 132 miljoen</b>	<b>EUR 52 miljoen</b>

### Bijeffecten

Een scenario gebaseerd op kentekenherkenning kent een aantal bijeffecten die relevant kunnen zijn in de besluitvorming. Tot slot worden enkele van deze effecten besproken.

Camera's boven de snelweg dienen ongeveer drie keer per jaar te worden gereinigd. Voor reiniging is een (gedeeltelijke) afsluiting van de weg noodzakelijk met mogelijke filevorming tot gevolg. Bij landelijke invoering betreft het jaarlijks een totaal van

ruim 4000 reinigingen waarbij een (gedeeltelijke) wegafsluiting nodig is, excl. incidenteel onderhoud.

Bepaalde technische keuzes kunnen ongewenst of onveilig weggedrag uitlokken. Een voorbeeld betreft de eventuele keuze voor een enkelzijdige frontale opname. In dit geval is bumperkleven met voorgangers, zoals hoge vrachtwagens, een effectieve strategie om niet geregistreerd te kunnen worden. Bij het maken van definitieve keuzes wordt aanbevolen ook dergelijke sociale aspecten te onderzoeken.

Voor het optimaliseren en onderhouden van een systeem voor kentekenherkenning is het nodig dat grote representatieve verzamelingen beelden van opgenomen kentekens worden samengesteld. Hoe hoger de geëiste betrouwbaarheid des te groter deze verzamelingen dienen te zijn. Hoewel het technisch relatief eenvoudig is deze verzamelingen aan te leggen is het wellicht nodig dat, in verband met privacyaspecten, een juridisch kader wordt ontwikkeld om bij ontwikkeling en gebruik van het systeem opnamegegevens uit te wisselen met leveranciers.

In Stockholm bleek dat op basis van juridische gronden, zeer hoge eisen aan beschikbaarheid van het systeem en de totale verwerkingscapaciteit werden gesteld. Daarnaast waren in het begin diverse uitzonderingsregels van toepassing. Hoewel technisch en organisatorisch uitvoerbaar moet hierbij wel worden gerealiseerd dat dergelijke eisen de aanschafkosten en operationele kosten van een dergelijk systeem sterk kunnen opdrijven.