

TLC: een nieuwe methode om rijgedrag te beschrijven

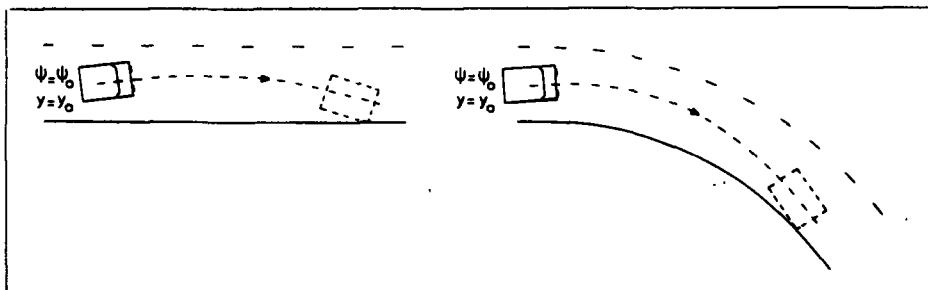
Dr. ir. J. Godthelp
Instituut voor Zintuigfysiologie TNO

Inleiding

De meeste beschrijvingen van rijgedrag in auto's zijn gebaseerd op de veronderstelling dat de bestuurder continu koersfouten minimaliseert en daarbij steeds gebruik maakt van visuele, teruggekoppelde informatie. De bestuurder wordt dus verondersteld steeds alle aandacht aan de stuurtaak te besteden. Dergelijke beschrijvingen van rijgedrag zijn daarom in principe ongeschikt iets te verklaren van de mate waarin de bestuurder tijd kan besteden aan andere aspecten van de rijtaak, zoals bijvoorbeeld de snelheidsregeltaak, de waarneming van ander verkeer, borden e.d. Toch is het een bekend gegeven dat dergelijke, niet rechtstreeks aan de voertuigbesturing gerelateerde subtaken een essentieel element vormen van de totale rijtaak, zelfs zodanig dat ze op bepaalde momenten sterk kunnen interfereren met de stuurtaak. Een consequentie kan bijvoorbeeld zijn dat de bestuurder gedwongen is optredende koersfouten tijdelijk te verwaarlozen en/of de ogen van de weg af te wenden, waardoor de directe visuele terugkoppeling over de voertuigbeweging wordt onderbroken.

In de afgelopen jaren werd onderzoek verricht naar deze laatste vormen van stuurgedrag. In het navolgende wordt in het kort een aantal resultaten van dit onderzoek besproken. Hierbij wordt met name ingegaan op een nieuw ontwikkelde maat om rijgedrag te beschrijven. Een gedetailleerd overzicht van bedoeld onderzoek is te vinden in [1,2].

Om rijgedrag van individuele automobilisten te beschrijven wordt vaak gebruik gemaakt van metingen van zijdelingse voertuigposities en rijnsnelheid. Enerzijds levert dit gegevens op over de gemiddelde waarde van deze maten, terwijl anderzijds een beeld kan worden verkregen van variaties rond het gemiddelde. Ofschoon op grond van deze gegevens vaak een goede eerste indruk over het effect van bepaalde maatregelen ontstaat, treden bij het gebruik ervan toch al snel inter-



1. Voorspelling van de voertuigbaan op basis van een preview-predictor model.

pretatie-problemen op.

In het algemeen wordt bijvoorbeeld voor de standaarddeviatie van de laterale positie (SD_y) een waarde van 0,30 m als kritisch beschouwd bij het rijden op een autosnelweg. Bij een nog sterkere slingering wordt de kans op overschrijding van de rijstrookmarkering te groot. Om te kunnen spreken in termen van 'overschrijdingskans' zijn echter bepaalde aannamen nodig over de verdeling van de laterale positie. De vorm van deze verdeling zal o.a. afhangen van de mate waarin de bestuurder zijn best doet de auto in het midden van de rijstrook te houden en/of een overschrijding van de kantstreep te voorkomen. Bovendien is het zo dat een $SD_y = 0,30$ m het gevolg kan zijn van geheel verschillende condities. Op een weg met veel zijwind kan de voertuigbeweging vrij hoogfrequent zijn, waarbij een $SD_y = 0,30$ m inderdaad heel gevaarlijk is. Eenzelfde waarde kan echter gevonden worden in heel rustige omstandigheden, waarbij de auto langzaam en gecontroleerd van de ene naar de andere zijde van de rijstrook drift.

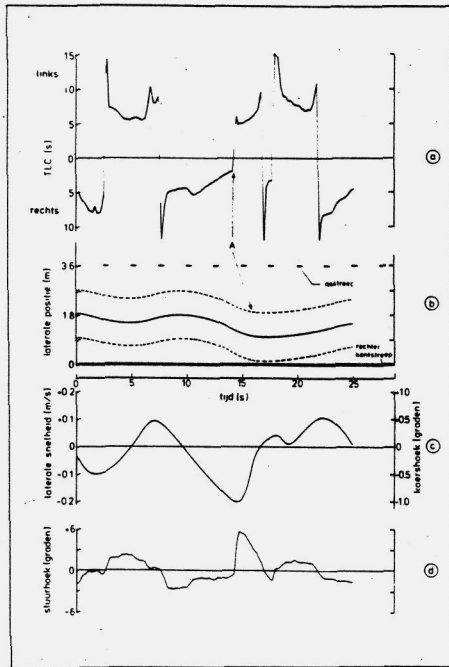
Een volgend probleem treedt op bij het interpreteren van snelheidsinvloeden. Zijdelingse afwijkingen van 0,30 m bij een lage snelheid lijken van geheel ander belang dan dezelfde afwijking bij 120 km/h. Ook blijkt het moeilijk de invloed van rijstrook- en/of voertuigbreedte in een dergelijke analyse te kwantificeren. Een afwijking van 0,30 m heeft op een smalle weg geheel andere consequenties dan op een auto-

snelweg. Voor een gedeelte van de hier geschetste interpretatie-problemen zijn oplossingen gevonden door van bepaalde signalen afgeleide grootheden te berekenen. De SD van de laterale snelheid en/of versnelling geeft samen met een frequentie-analyse al een aanzienlijk beter inzicht in de opbouw van het laterale positie-signaal. Hetzelfde geldt voor een analyse van de rijnsnelheid: door het berekenen van de versnellingsruis ontstaat een duidelijker beeld van de aard van de snelheidswisselingen. Desalniettemin blijft een deel van de hier omschreven interpretatie-problemen bestaan. Ook deze afgeleide maten beschrijven de voertuigbeweging namelijk min of meer als geïsoleerde grootheid, d.w.z. zonder een relatie met de beschikbare ruimte en tijd. Het blijft bovendien moeilijk om na te gaan hoeveel aandacht en tijd het de bestuurder kost om tot een bepaalde rijprestatie te komen.

Om deze problematiek verder aan te pakken is het zogenaamde Time-to-Line-Crossing of TLC-concept ontwikkeld. Hiermee wordt de voertuigbeweging in het tijdsdomein beschreven, waardoor het mogelijk wordt de zijdelingse voertuigpositie, de rijnsnelheid en het stuurgedrag van de bestuurder geïntegreerd te beschouwen.

Het TLC-concept

De Time-to-Line Crossing of TLC is gebaseerd op een preview-predictor model. In een dergelijk model wordt op ieder moment de toekomstige voertuigbaan voorspeld op grond van de aanname dat de bestuurder tijdelijk geen verdere stuurhandelingen uit-

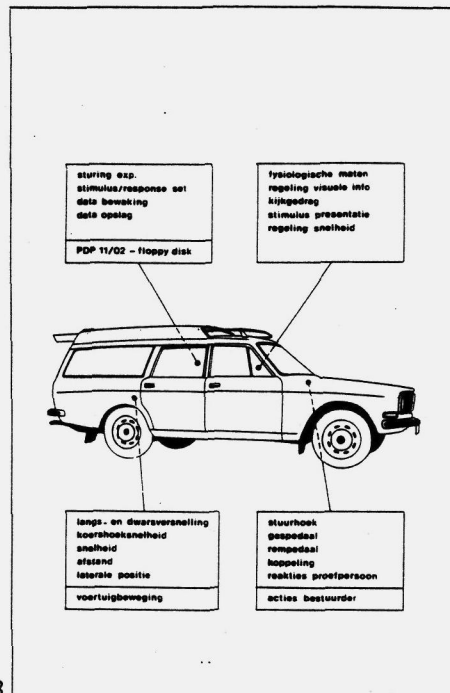


2. Voorbeeld van de in een rit met de geïnstrumenteerde auto gemeten laterale positie (b), laterale snelheid (c) en stuurhoek (d) en de op grond van deze signalen berekende TLC (a).

voert. Afbeelding 1 geeft een eenvoudige illustratie van de positie van een auto binnen de rijstrook en de door het model voorspelde baan. De auto bevindt zich op een zijdelingse afstand y_0 vanaf de rechter kantstreep en heeft een koershoek ψ_0 . Het stuur staat in de stand δ_{s0} en wordt geacht deze waarde voorlopig te behouden. Voorspeld wordt dat de auto na $t = \text{TLC}$ seconden de rand van de rijstrook zal bereiken. Door tijdens het rijden continu de waarden, y , ψ , en δ_s te meten wordt het mogelijk om voor ieder meetpunt TLC te berekenen. Afbeelding 2 geeft een voorbeeld van een gemeten voertuigbaan, de bijbehorende laterale snelheid en de door de bestuurder gegenereerde stuuracties. Bovendien is de op grond van deze gegevens berekende TLC aangegeven.

Het punt gemarkeerd met A is een voorbeeld van een situatie waarbij de auto heel dicht de rechter rand van de rijstrook nadert, ten gevolge van het feit dat de bestuurder de stuurtaak tijdelijk min of meer verwaarloost. Als gevolg hiervan bereikt TLC een erg lage waarde. De TLC-waarden, behorend bij voorspellingen naar de linker en rechter rijstrookbegrenzing zijn in afbeelding 2 respectievelijk boven en onder de $\text{TLC} = 0$ lijn gegeven. Per meetrun kunnen op grond van het TLC-sig-naal mediaanwaarden en 15% niveaus worden bepaald (15% van de tijd is TLC lager dan de 15% TLC-waarde).

In het navolgende zal het gebruik van TLC aan de hand van de resultaten van enkele experimenten worden geïllustreerd. Vervolgens wordt aangegeven welke verdere toepassingsmogelijkheden voor het TLC-concept in het verschiep lijken te liggen.



3. De geïnstrumenteerde auto ICARUS van IZF-TNO, waarmee de in dit artikel beschreven experimenten werden uitgevoerd.

lijkheden voor het TLC-concept in het verschiep lijken te liggen.

Experimenteel onderzoek

De opzet van de experimenten die in dit artikel aan de orde komen is elders uitgebreid aangegeven [1 t/m 7]. In alle experimenten werd door een groep proefpersonen een serie ritten gemaakt met de geïnstrumenteerde auto ICARUS van IZF-TNO (afbeelding 3), waarbij de van belang zijnde signalen werden gemeten. Aan de proefpersoon werd steeds in ruime mate de gelegenheid gegeven om aan de experimentele situatie te wennen.

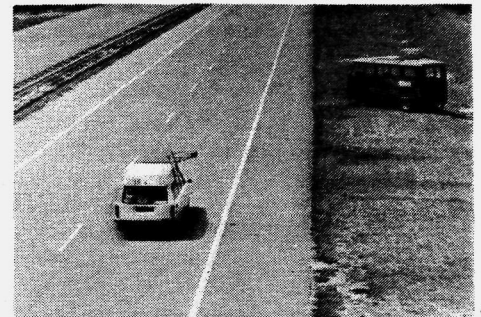
Effect rijstrategie

In dit experiment werd nagegaan hoe de laterale positierегeling wordt beïnvloed door de rijstrategie van de bestuurder. Deze strategie werd door middel van instructie gemanipuleerd. In een aantal ritten moest een proefpersoon zich volledig concentreren op de stuurtaak en zo recht mogelijk rijden ('rechtrijden'). In de overige ritten werd aan de proefpersoon de instructie gegeven zoveel mogelijk aspecten uit de omgeving op te noemen ('benoemen'), waardoor de stuurtaak dus minder domineerde. Het experiment werd uitgevoerd op een recht wegvak van de A1, tussen Hoevelaken en Apeldoorn. Om de invloed van het overige verkeer te minimaliseren werd alleen gemeten tijdens 'gaten' in de verkeersstroom, waarbij bovendien alleen in de rechter rijstrook mocht worden gereden. De rijnsnelheid was 100 km/h.

Gemiddelden en SD's voor de latera-

TABEL 1. Gemiddelden en standaarddeviaties (SD) van de laterale positie en 15% TLC-waarden (experiment 'Rijstrategie').

	laterale positie (m)		TLC (s)	
	gem. waarde	SD	15% links	15% rechts
rechtrijden	1,37	0,16	7,2	3,9
benoemen	1,61	0,28	5,4	3,9



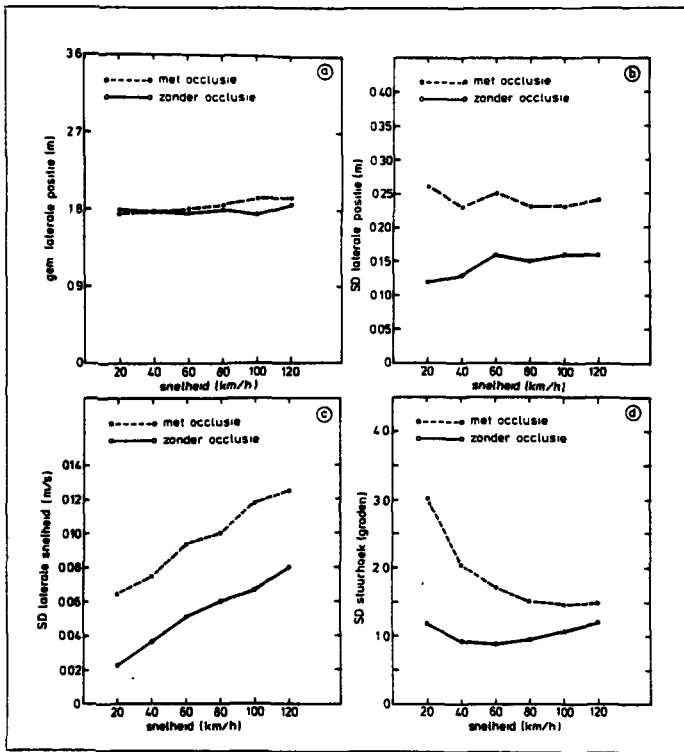
4. De meeste experimenten werden uitgevoerd op het niet-geopende deel van de A28 bij Zeist.

le positie staan aangegeven in tabel 1. De instructie bleek duidelijk van invloed op het rijgedrag: bij het 'rechtrijden' zijn de variaties in de baan aanzienlijk kleiner, terwijl de gemiddelde positie dicht bij de rechter kantstreep ligt. In de TLC-analyse werden deze effecten geïntegreerd beschreven en de resultaten laten een opvallend effect zien, zie ook tabel 1. Het dicht bij de rechter kantstreep rijden en de kleinere SD tijdens de conditie 'rechtrijden' blijken in het geheel niet van invloed op de 15% TLC, welke betrekking heeft op de rechter rijstrookbegrenzing. Alleen de TLC voor de linker (as)streep blijkt afhankelijk van de rijstrategie, d.w.z. grotere TLC-waarden bij het 'rechtrijden'. Het blijkt hier dus dat de proefpersonen de 'tijd'-afstand tot de rechter kantstreep constant hebben gehouden voor beide instructies. De TLC-analyse geeft hierbij dus direct inzicht in de feitelijk gehanteerde strategie.

Effect rijnsnelheid

In een volgend experiment werd de laterale positierегeling bij verschillende snelheden (20, 40, 60, 80, 100 en 120 km/h) onderzocht. De proeven werden met medewerking van Rijkswaterstaat uitgevoerd op het niet-geopende deel van de A28 bij Zeist (afbeelding 4). Aan de proefpersoon werden geen bijzondere instructies gegeven. De snelheid werd automatisch op het gewenste niveau gehouden, zodat de bestuurder hieraan geen aandacht behoefde te schenken.

De getrokken lijnen in afbeelding 5 geven de resultaten voor dit experiment. De gemiddelde laterale positie (afbeelding 5a) bleek bij alle snelheden gelijk, ongeveer in het midden van de rijstrook. Afbeelding 5b geeft boven-

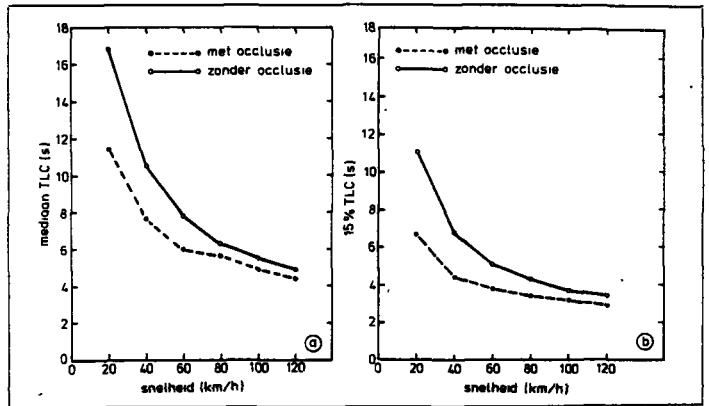


5

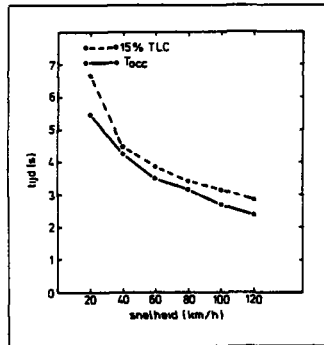
5. Gemiddelden (a) en standaarddeviaties (b) van de laterale positie, standaarddeviatie van de laterale snelheid (c) en van de stuurhoek (d), zoals bepaald in het experiment 'Rijsnelheid' met en zonder occlusie.

dien aan dat de variatie in de laterale positie, SD_y, eveneens ongeveer dezelfde was voor de verschillende snelheden. De variatie in laterale snelheid (afbeelding 5c) blijkt wel sterk afhankelijk van de snelheid en wel volgens een vrijwel lineair verband. De getrokken lijn in afbeelding 5d tenslotte, geeft aan dat ook de variaties in de stuurhoek niet sterk uiteenlopen voor de verschillende snelheden.

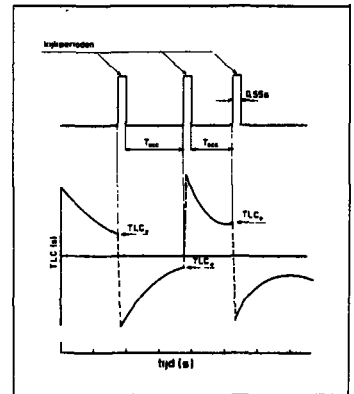
Een belangrijke vraag nu is hoe deze 'klassieke' gegevens weerspiegeld worden in TLC. Omdat het onderscheid links/rechts in dit experiment zowel in de laterale positie als ook in de TLC-analyse niet naar voren kwam, zijn de mediaan en 15% TLC-waarden herleid van de totale TLC-verdeling. De getrokken curven in afbeelding 6 tonen deze waarden voor de verschillende snelheden. Uit afbeelding 6a blijkt dat bij 20 km/h de mediaanwaarde van TLC ongeveer 17 s bedraagt, terwijl deze waarde afneemt tot ongeveer 5 s bij 120 km/h. Voor de 15% TLC liggen deze waarden op respectievelijk 11 en 3,5 s. Het verloop van de TLC-curven geeft duidelijk aan dat de snelheidsafhankelijkheid van TLC afneemt bij hogere snelheden. Meer dan de 'klassieke' maten biedt TLC hierbij dus een kwantitatief beeld van de tijd, die door de bestuurder besteed kan worden aan rijtaakaspecten, welke niet specifiek de voertuigbesturing betreffen. Hierop werd verder ingegaan via een zogenaamd occlusie-experiment.



6



7



8

Effect occlusie

Om na te gaan hoe vaak de bestuurder visuele informatie nodig heeft voor de besturing van een voertuig wordt wel gebruik gemaakt van de zogenaamde occlusiemethode. Hierbij wordt de bestuurder gevraagd alleen naar de weg te kijken, wanneer hij dit voor veilig rijden nodig acht. De proefpersoon draagt hierbij een soort vizier, waarmee het gezichtsveld volledig afgeschermd wordt. Door op een knop te drukken kan hij dit vizier openen en voor een bepaalde tijd naar de weg kijken. In het thans te bespreken experiment fungeerde de uitgeschakelde claxon van de geïnstrumenteerde auto als drukknop, waarmee het vizier geopend kon worden. Na iedere 'kijk'-aanvraag ging het vizier gedurende 0,5 s open. De proefpersoon bepaalde zelf hoe vaak hij keek. Door het meten van de occlusietijd T_{occ} - d.w.z. de tijd gedurende welke de proefpersoon het vizier dicht houdt tussen twee 'kijk'-aanvragen - kan op vrij eenvoudige wijze een indruk worden verkregen van de tijd welke in feite 'over' is, in verhouding tot de tijd gedurende welke de bestuurder visuele informatie verzamelt voor de feitelijke voertuigbesturing.

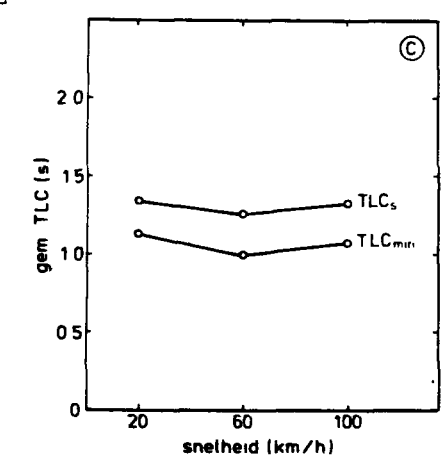
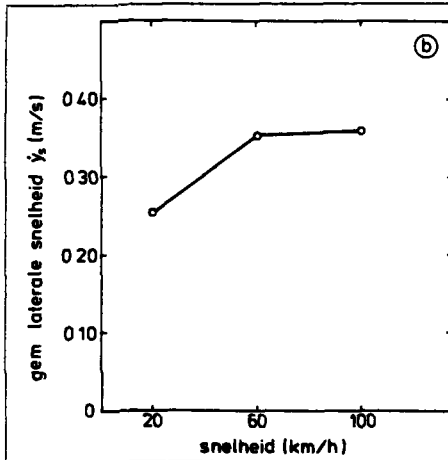
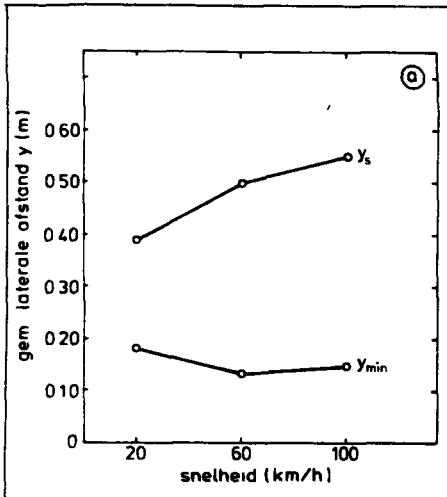
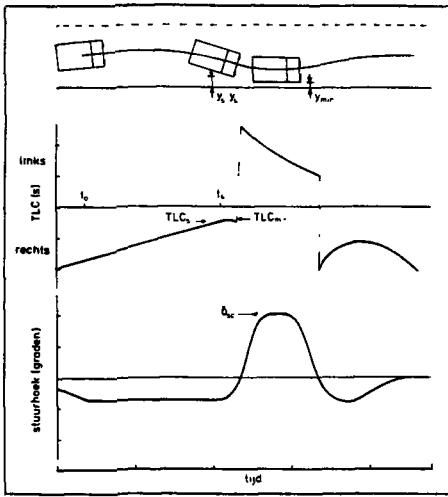
De condities waren dezelfde als in het experiment 'rijsnelheid' d.w.z. rijden op een rechte autosnelweg (A28) bij 6 verschillende snelheden (20, 40, 60, 80, 100 en 120 km/h). Het doel van dit experiment was vooral om na te gaan of er een relatie bestaat tussen de TLC-maten en de door de proefpersonen gehanteerde occlusietijden. De resultaten van dit experiment zijn eveneens aangegeven in de afbeeldingen 5 en 6, en wel met de onderbroken cur-

6. Mediaan en 15% TLC zoals bepaald in het experiment 'Rijsnelheid' met en zonder occlusie.
7. Gemiddelde occlusietijd T_{occ} en 15% TLC zoals gemeten in het experiment 'Occlusie'.
8. Schematische weergave van het kijkgedrag en de daarbij berekende TLC. De TLC-waarde aan het eind van het occlusie-interval wordt aangeduid met TLC_e .

ven. Ook hier blijkt de gemiddelde laterale positie voor alle snelheden vrijwel in het midden van de rijstrook te liggen (afbeelding 5a). De SD van de laterale positie (afbeelding 5b), laterale snelheid (afbeelding 5c) en stuurhoek (afbeelding 5d) zijn echter aanzienlijk groter dan in de ritten met continue visuele informatie. Afbeelding 6 laat zien hoe dit effect ook in mediaan en 15% TLC naar voren komt. De grotere SD's resulteren hierbij in lagere TLC-waarden. Vervolgens toont afbeelding 7 de gemiddelde occlusietijd T_{occ} voor de verschillende snelheden. Tevens is in deze figuur de 15% TLC-waarde van de occlusieritten aangegeven en het blijkt dat deze TLC-curve in hoge mate overeenstemt met de T_{occ} gegevens.

TABEL 2. Mediaan van de occlusietijd T_{occ} , de TLC aan het eind van het occlusie-interval TLC_e en de ratio van T_{occ} en $(T_{occ} + TLC_e)$

Snelheid (km/h)	T_{occ} (s)	TLC_e (s)	$\frac{T_{occ}}{T_{occ} + TLC_e}$
20	5,32	8,88	0,37
40	4,23	6,33	0,40
60	3,45	5,32	0,40
80	3,15	4,77	0,41
100	2,67	4,35	0,39
120	2,38	3,74	0,40



9. Voorbeeld van een voertuigbaan in een periode met tijdelijke verwaarlozing van koersfouten, met het bijbehorende verloop TLC en stuurwielpositie.

De TLC-analyse biedt bovendien de gelegenheid de kijkstrategie verder te kwantificeren. Immers, het is mogelijk om aan het einde van een occlusie-interval de TLC_s waarde te bepalen (afbeelding 8). De TLC_s waarde representeert de tijd welke aan het einde van de occlusieperiode nog resteert totdat de rand van de rijstrook zou zijn bereikt. Voor ieder occlusie-interval vormt daarom de som van T_{occ} en TLC_s de tijd welke feitelijk beschikbaar was vanaf het begin van de betreffende occlusieperiode. Tabel 2 geeft mediaan-waarden van T_{occ} , TLC_s en van de som van T_{occ} en TLC_s . Door vervolgens voor ieder occlusie-interval de ratio $T_{occ}/(T_{occ} + TLC_s)$ te berekenen en hiervan per rit de mediaan te bepalen, kan worden nagegaan welk deel van de beschikbare tijd door de proefpersoon aan occlusie werd besteed. Tabel 2 geeft deze gemiddelde ratio's per snelheid en ook hier blijkt een opvallend resultaat: de ratio's zijn gelijk voor iedere snelheid. Het blijkt hier dat de bestuurders gemiddeld een vaste fractie van de beschikbare tijd aan occlusie besteden. Met andere woorden: aan het einde van het occlusie-interval resteert steeds een fractie van de beschikbare

10. Gemiddelde waarden van de laterale afstand y_s , de laterale snelheid \dot{y} , en van TLC_s gemeten en bepaald bij verschillende rij-snelheden in het experiment 'Verwaarlozen van koersfouten'.

tijd en dus niet een vaste, absolute hoeveelheid tijd. Meer dan tot heden met de gebruikelijke maten mogelijk was, biedt de TLC-analyse hier dus de gelegenheid inzicht te krijgen in de rijstrategie van automobilisten.

Verwaarlozen van koersfouten

In drukke verkeerssituaties kan de bestuurder soms tijdelijk geen aandacht schenken aan de stuurtaak met als gevolg dat de optredende koersfouten zullen toenemen. TLC geeft aan hoe lang zo'n strategie toelaatbaar is. Om een feitelijke overschrijding van de rijstrookbegrenzing te voorkomen is het echter nodig dat tijdig stuurcorrecties worden uitgevoerd. Afbeelding 9 geeft een voorbeeld van zo'n situatie.

Na het tijdstip t_0 worden de toenemende koersfouten genegeerd tot het moment t_s waarop een corrigerende stuuractie wordt gestart. Op dat moment is de afstand tot de rand van de rijstrook y_s , de laterale naderingssnelheid \dot{y}_s en de tijd tot lijnoverschrijding TLC_s .

Om het beslisgedrag in dergelijke situaties te kunnen kwantificeren werd een experiment uitgevoerd, waarbij tijdens een rit op bepaalde momenten

aan de bestuurder werd gevraagd verdere koersfouten te negeren en pas weer stuurcorrecties uit te voeren op het moment dat een lijnoverschrijding nog juist op comfortabele wijze kon worden voorkomen. Ook dit experiment werd uitgevoerd op de in afbeelding 4 getoonde autosnelweg en bij verschillende snelheden (20, 60, 100 km/h).

Uit de resultaten blijkt dat zowel de laterale afstand y_s als de laterale snelheid \dot{y}_s toenemen met hogere snelheid, zie afbeeldingen 10a en 10b. Het opmerkelijke gevolg hiervan is te zien in afbeelding 10c. Zowel de TLC_s als de TLC_{min} zijn onafhankelijk van de rij-snelheid hetgeen dus betekent dat steeds een ongeveer vaste absolute tijdsafstand tot de rand van de rijstrook wordt aangehouden alvorens tot stuurcorrecties wordt overgegaan.

Een vergelijking met de occlusieresultaten leert hier dus dat er een fundamenteel verschil bestaat tussen de strategie, welke wordt gehanteerd bij het rijden zonder visuele informatie en die bij het negeren van koersfouten. In het eerste geval heeft de bestuurder slechts de beschikking over een schatting van de voertuigpositie en de TLC met als gevolg, dat gekozen wordt voor de strategie om de informatie te vernieuwen nadat een bepaalde fractie (circa 40%) van de beschikbare tijd is verstreken. In het tweede geval, namelijk bij het negeren van koersfouten, beschikt de bestuurder continu over informatie over de voertuigpositie ten opzichte van de rand van de rijstrook, wat leidt tot een strategie, waarbij eerst wordt ingegrepen wanneer TLC een vaste waarde (ongeveer 1,3 s) heeft bereikt.

Verdere toepassingen

In het voorgaande werd de toepasbaarheid van de TLC-analyse geïllustreerd aan de hand van een beperkt aantal experimenten. Verdere toepassingen lijken echter mogelijk en hierna zullen enkele onderwerpen worden genoemd, waarvoor het met name interessant lijkt het TLC-concept verder te ontwikkelen en toe te passen.

Relatie rijstrookbreedte/rij-snelheid

Binnen de categorisering van ons wegennet spelen de factoren rijstrookbreedte c.q. beschikbare ruimte en toegestane snelheid een belangrijke rol. Wegen van een lagere categorie zijn veelal smaller en hebben een lagere toegestane snelheid. Tot heden is het op grond van gedragstudies moeilijk om tot een gefundeerde onderlinge afstemming van rijstrookbreedte en rij-snelheid te komen. De TLC-analyse biedt thans de gelegenheid strookbreedte- en snelheidseffecten geïnte-

greerd te beschouwen. Een ruwe berekening leerde bijvoorbeeld dat bij een strookbreedte van 3,30 m en een snelheid van 70 km/h dezelfde TLC's op zullen treden als bij een strookbreedte van 2,70 m en een snelheid van 50 km/h. Het lijkt zinvol ook door experimenteel onderzoek de relatie tussen beschikbare ruimte en rijnsnelheid in termen van TLC nader te analyseren. Enerzijds zou dit inzicht kunnen verschaffen in toe te passen strookbreedte en/of toegestane snelheden, terwijl daarnaast kennis verkregen kan worden over de wijze waarop door manipulatie met beschikbare manoeuvreer-ruimte de gekozen snelheid beïnvloed kan worden.

Effect rijstrookbegrenzing

Het type rijstrookbegrenzing beïnvloedt in belangrijke mate de feitelijk beschikbare ruimte binnen een rijstrook. De resultaten van het experiment waarin bepaald werd welke minimum TLC's door bestuurders geaccepteerd worden bij het naderen van de rand van de rijstrook, gaven aan dat deze minimum TLC nagenoeg constant is over een groot bereik van snelheden, dit bij aanzienlijke verschillen in minimale afstand. Om de effecten van type rijbaanbegrenzing met name ook in relatie met de rijnsnelheid te kunnen kwantificeren lijkt de TLC-analyse bij uitstek geschikt.

Relatie met TTC

In de conflictanalyse wordt het TTC (time-to-collision)-begrip gehanteerd. Hierbij wordt op grond van de momentane positie en snelheid van een tweetal voertuigen de tijd tot botsen bepaald. Het behoeft nauwelijks betoog dat er een sterk verband bestaat tussen TTC en TLC. Een belangrijke consequentie van de huidige TLC ontwikkeling is dat de afstand tussen de werkgebieden 'conflictanalyse' en 'voertuigbesturing' aanzienlijk wordt verkleind. Er kan hierbij bovendien sprake zijn van een wederzijds stimulerend effect. Een verdere onderlinge afstemming zou kunnen plaatsvinden door ook in de TTC-analyse uit te gaan van het preview-predictor model en dus rekening te houden met de momentane koershoekveranderingen van de twee conflicterende voertuigen.

Rijgedrag in bogen

De analysetechnieken die erop gericht zijn rijgedrag op rechte wegen te beschrijven zijn veelal in principe ongeschikt voor de analyse van rijgedrag in bogen. De strategie om een boog 'af te snijden' heeft bijvoorbeeld sterke invloed op het verloop van de laterale positie en heeft daarmee tevens tot gevolg dat het berekenen van gemiddelden en standaarddeviaties weinig zin-

vol is. Het thans ontwikkelde TLC-concept en het daarbij gehanteerde preview-predictor model is daarentegen bijzonder geschikt gebleken om het gedrag in bogen te beschrijven, omdat het hiermee mogelijk is het gedrag tijdens het rijden in de boog te verklaren vanuit het voorspelde pad aan het einde van de boog [7]. De verdere ontwikkeling van TLC lijkt daarom met name op dit gebied vruchtbaar te kunnen worden aangepakt.

Voertuigkenmerken en zijwindhinder

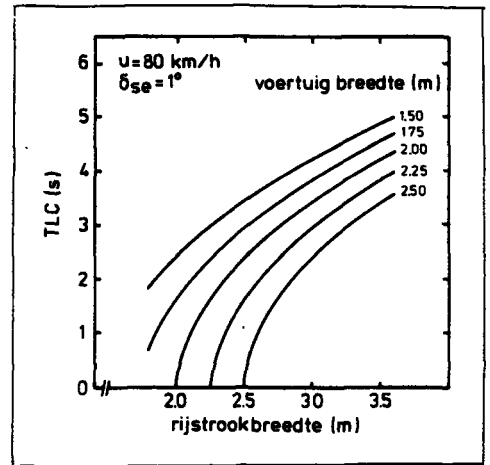
In dit artikel is vooral ingegaan op de bruikbaarheid van TLC bij de beoordeling van wegkenmerken en rijnsnelheid. Op dezelfde wijze zijn echter ook toepassingen denkbaar bij de beoordeling van voertuigkenmerken en omgevingsinvloeden zoals zijwindhinder. In het huidige TLC software pakket wordt uitgegaan van de kenmerken van de geïnstrumenteerde auto van IZF-TNO. Afbeelding 11 geeft echter het resultaat van een theoretische analyse, waarbij effecten van voertuig- en rijstrookbreedte op TLC worden aangegeven. Op dezelfde wijze kan ook het effect van meer specifieke voertuigkenmerken, zoals onderstuur en overstuur worden aangegeven. Experimenteel onderzoek op dit gebied is inmiddels in uitvoering.

Slot

In het voorgaande werden enkele illustraties gegeven van de toepasbaarheid van een nieuw ontwikkelde methode om rijgedrag te beschrijven. Aangegeven werd dat met TLC het inzicht in zowel de rij- als kijkstrategie van autobestuurders kan worden vergroot. Als groot voordeel van de methode geldt voorts dat daarmee het stuur- en snelheidsgedrag in combinatie met weg- en voertuigkenmerken wordt beschreven. Het lijkt daarom van belang het TLC-concept verder uit te werken. Enerzijds kan hierbij direct gedacht worden aan toepassingen, waarvan in dit artikel reeds enige aandacht werd besteed en waarvan de resultaten door gericht onderzoek op vrij korte termijn beschikbaar kunnen komen. Daarnaast lijkt het van belang TLC om te werken tot een strategiemodel, waarbij het rijgedrag op rechte wegen en in bogen, en de invloed van wegkenmerken daarop, nader kan worden geanalyseerd.

Referenties

1. Godthelp, J. (1984). Studies on human vehicle control. Dissertatie, Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.
2. Blaauw, G. J. (1984). Car driving as a supervisory control task. Dissertatie,



11. Het effect van voertuig- en rijstrookbreedte op TLC.

Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg.

3. Blaauw, G. J., Godthelp, J. en Moraal, J. (1977). Drivers' lateral control strategy as affected by task demands and driving experience. Society of Automotive Engineers, SAE paper 770876.
4. Godthelp, J. en Konings, H. (1981). Levels of steering control: some notes on the Time-to-Line-Crossing concept as related to driving strategy. Proceedings First European Annual Conference on Human Decision Making and Manual Control, Delft, p. 343-357.
5. Godthelp, J., Milgram, P. en Blaauw, G. J. (1983). TLC: a new method to describe driving performance. Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Rapport 1983-10, Soesterberg.
6. Godthelp, J. (1984). Neglect of path errors in straight lane driving. Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Rapport 1984-32, Soesterberg.
7. Godthelp, J. (1984). Preview control: open and closed loop automobile steering at curve entrance. Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Rapport 1984-33, Soesterberg.

Alle referenties kunnen bij de auteur worden opgevraagd.