

**The order of today is the disorder of tomorrow:
het leven wordt vooruit geleefd en achteraf begrepen**

Ben Immers
TNO Bouw en ondergrond
ben.immers@tno.nl

Rien van der Knaap
OC Mobility Coaching
rien.oc@planet.nl

**Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk
20 en 21 november 2008, Santpoort**

Samenvatting

The order of today is the disorder of tomorrow: het leven wordt vooruit geleefd en achteraf begrepen.

Voorspellen is lastig, achteraf is het gemakkelijk praten. De wens de toekomst te kunnen voorspellen houdt ons al sinds mensenheugenis bezig. Mensen die over deze gaven lijken te beschikken worden magische krachten toegedicht. De houdbaarheid van voorspellingen is in het dagelijkse leven echter vaak beperkt. Sterker nog, het zijn geregeld juist de voorspellingen die ons dwars zitten. Zij veronderstellen een bepaalde greep op de (toekomstige) werkelijkheid waarvan normaliter geen sprake is. In transitie management speelt een 'gewenste' toekomst' een elementaire rol. Het streven naar duurzaamheid daarin is nodig door een bovenmatig vertrouwen in techniek of door een te eenzijdige focus op efficiency gedreven (zoals t.a.v. biodiversiteit of landschapsbeheer) of angstgestuurde (van water keren naar water accommoderen) mechanismen. Opvallend aan veel transitieprocessen is hun doel, om gevolgen van eerder, te eenzijdig, menselijk ingrijpen weer terug te draaien.

Het perspectief waaruit de wens tot een transitie duurzame mobiliteit is ontstaan, geschiedt vanuit het beeld dat in het verleden de toekomst beter was.

In dit paper wordt ingegaan op het hoe binnen het Transumoproject TRADUVEM (**t**ransities naar **d**uurzaam **v**erkeers**m**anagement) wordt gedacht over het begrip zelfsturing, tegen de achtergrond van de toekomst van verkeersmanagement. Zelfsturing behoort tot de elementen die in de traditionele verkeerskunde worden veronachtzaamd, waardoor ingrepen vaak tot andere resultaten leiden dan bedoeld. Erkenning van van zelfsturing vergt een paradigmawijziging en leidt ertoe, dat de grondbeginselen van verkeersmanagement drastisch herzien moeten worden, zoals het moeten gaan bezien van een verkeersnetwerk als 'een levend organisme'. De chaos en complexiteitstheorie doen daarmee hun intrede in de verkeerskunde.

Niettemin gaat deze intrede ook niet zonder nieuwe vraagstukken gepaard. Een belangrijk thema, ook in transitie management zelf aan de orde, betreft hoe tot een bepaald evenwicht te komen tussen sturing en zelfsturing. Ook leidt de inpassing van de chaos en complexiteitstheorie, eigenlijk gewoon het inbrengen van menselijk gedrag en interacties tussen mensen (die zelden causaal- lineair verlopen), tot de noodzaak van nieuwe manieren van denken en probleemhantering. In dit paper wordt beknopt uiteengezet wat een paradigmawijziging t.a.v. sturing en zelfsturing behelst.

Slagen we er in dergelijke paradigmaveranderingen door te voeren, dan zal het verleden van de toekomst niet meer zijn wat het geweest is. Via een voortdurend leerproces tot verbetering komen, vanuit beelden van wat we in elk geval niet willen, vervangt dan sturen op gewenste toekomstbeelden.

1. Inleiding

Voorspellen is lastig, zeker waar het de toekomst betreft. Achteraf is het altijd gemakkelijk praten. De wens de toekomst te kunnen voorspellen houdt de mens al bezig zolang deze zich kan heugen. Mensen die over deze gaven lijken te beschikken worden magische krachten toegedicht. De houdbaarheid van voorspellingen blijkt in het dagelijkse leven echter vaak beperkt te zijn. Sterker nog, het zijn meer dan eens juist de voorspellingen die ons dwars zitten, omdat deze een bepaalde greep op de (toekomstige) werkelijkheid blijken te veronderstellen waarvan normaliter geen sprake is. In transitie management speelt een 'gewenste' toekomst' een elementaire rol, een duurzame toekomst en duurzaam mobiliteitssysteem zijn immers het streven. Dat streven naar duurzaamheid is in veel opzichten nodig door een bovenmatig vertrouwen in techniek of door een te eenzijdige focus op efficiency gedreven (zoals t.a.v. biodiversiteit of landschapsbeheer) of angstgestuurde (van water keren naar water accommoderen) mechanismen. Heel opvallend aan veel transitieprocessen is dan ook dat zij als (impliciet) doel hebben om de gevolgen van eerder te eenzijdig menselijk ingrijpen weer terug te draaien.

In het project Traduvem¹, heeft een aantal partijen de handen ineengeslagen om bij te dragen aan een systeemvernieuwing bij de planning, organisatie en implementatie van verkeersmanagement op het Nederlandse wegennet. Deze partijen zijn TNO, Connekt, OC Mobility Coaching, Cap Gemini, Rabobank Nederland, Siemens Nederland, Peek Traffic en Veilig Verkeer Nederland.

Het congressthema 'vroeger was de toekomst beter' sluit goed aan bij het denken over een transitie duurzame verkeersmanagement binnen Traduvem. De wens tot een transitie vloeit in feite voort uit de gedachte dat de toekomst vroeger beter was, een streven naar duurzaamheid geschiedt immers uit onvrede met de huidige situatie, een toestand die vooral ontstond door veronachtzaming van de natuur en de mens zelf (dit is wijsheid achteraf).

Als randvoorwaarde voor een transitie zien wij diverse paradigmaveranderingen, waarvan Traduvem er elf heeft uitgewerkt (van der Knaap en Immers, 2006, 2007). Een van deze paradigmaveranderingen is het primaat van hiërarchische sturing los te laten en ook de werking van zelfsturing te onderkennen, maar tevens te beseffen dat sturing en zelfsturing elkaar nodig hebben. In dit paper wordt ingegaan op de implicaties van deze paradigmaverandering op de toekomst van verkeersmanagement.

2. Over de toekomst van verkeersmanagement

Bij de toepassing van verkeersmanagement op het wegennet kunnen diverse belanghebbende partijen (actoren, stakeholders) worden onderscheiden:

- het nationale verkeerscentrum
- het regionale of lokale verkeerscentrum
- de publieke dienstverleners (politie, brandweer, ambulance, etc.)
- de particuliere dienstverleners (berger, wegrestaurant, tankstation, etc.)
- de weggebruikers, reizigers (personenauto)
- de vervoerder van goederen
- de omwonenden
- etc.

Welke belangen moeten nu prevaleren bij het nemen van beslissingen over het real-time regelen van het verkeer. Afgezien van de toegekende prioriteiten kunnen in ieder geval drie verschillende optima worden gerealiseerd:

¹ TRADUVEM: Transitie naar Duurzaam Verkeersmanagement is een van de 5 clusterprojecten (Advanced Traffic Management-ATMA, Advanced Traffic Monitoring-ATMO, Intelligent vehicles-IV en Gebiedsgericht Integraal Veiliger-GIV) die onder de vlag van Transumo worden uitgevoerd met als doel nieuwe, duurzaamheidsbevorderende ontwikkelingen (innovaties – transities) op het vlak van verkeersmanagement te stimuleren.

- een systeemoptimum waarbij een afweging wordt gemaakt op het niveau van de samenleving van alle gewogen collectieve kosten en baten
- een netwerkoptimum waarbij de verkeersafwikkeling (vanuit het verkeerscentrum) zodanig wordt beïnvloed dat een generieke doelstelling (bijv. de totale reistijd in het systeem) wordt geoptimaliseerd
- een gebruikersoptimum waarbij elke gebruiker zijn eigen doelstellingsfunctie (bijv. eigen reistijd) optimaliseert.

Daarnaast kunnen uiteenlopende prioriteiten t.a.v. de aard, inrichting en kwaliteit van de verkeersafwikkeling worden gehanteerd die elk weer tot een andere realisatie zullen leiden, zoals:

- hoge prioriteit voor de verkeersveiligheid: "verdubbel uw afstand en halveer uw snelheid"
- hoge prioriteit voor verkeer op de autosnelweg; doseren van het verkeer op de toerit, buffers op het onderliggende wegennet;
- hoge prioriteit voor de leefbaarheid: snelheidsverlaging op autosnelweg (80 km/uur met sectiecontrole),
- hoge prioriteit voor een doelgroep: inrichting doelgroepstrook, beïnvloeding verkeerslichten (openbaar vervoer)
- etc.

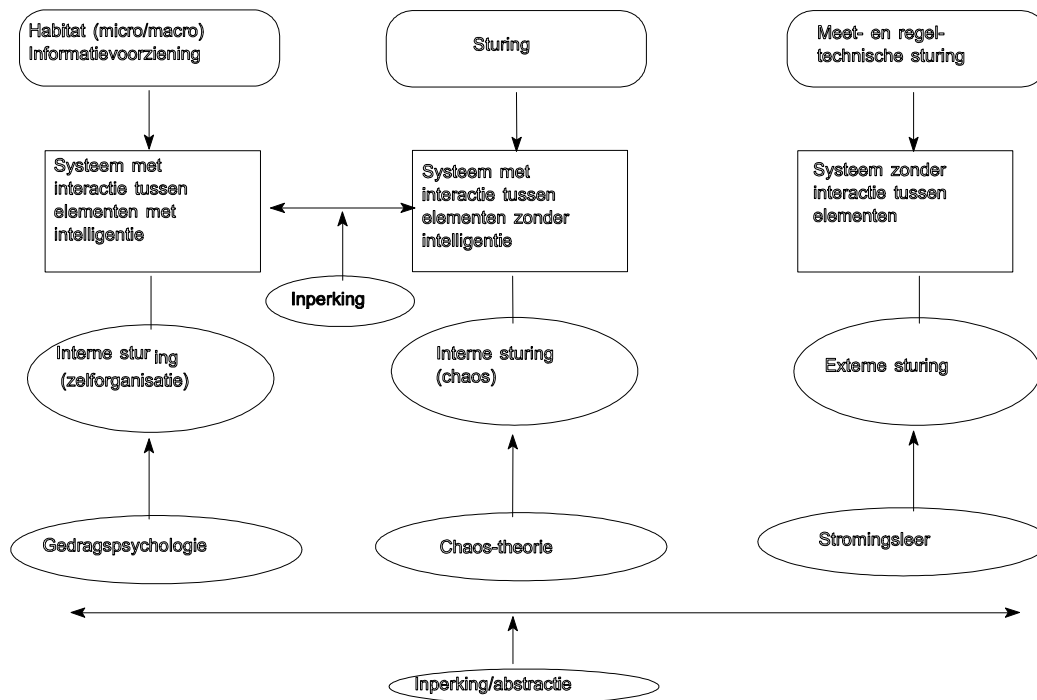
Het is belangrijk te beseffen dat het samenspel tussen de verschillende actoren uitmondt in de waargenomen verkeersafwikkeling. Weggebruikers, dienstverleners, verkeerscentrale etc. reageren voortdurend op elkaar. In het kader van Incident Management is dit samenspel samengevat onder de slogan $IM = (CO)_6$: IM is de resultante van een intensief samenspel tussen de hulpverlenende organisaties (de O's) waarbij de C's aangeven wat de samenwerking zoal behelst (Collaboration, Coordination, Communication, Culture, Commitment en Costs).

In figuur 1 zijn drie mogelijke beschrijvingen van de verkeersstroom weergegeven. Het verschil tussen de drie onderscheiden regimes kan worden verklaard aan de hand van de aard en omvang van de interacties tussen de componenten (de weggebruikers, etc.) behorende tot het systeem en de intelligentie die in de componenten van het te besturen systeem is opgeslagen.

De afwikkeling van het verkeer op het wegennet (het verkeersafwikkelingsproces) wordt beschouwd als het primaire proces van het verkeerssysteem. Kenmerken van het primaire proces zijn de snelheid van verplaatsing, de kans op incidenten, het rijcomfort, etc. De individuele verkeersdeelnemers worden beschouwd als de primaire componenten van het verkeerssysteem. Daarnaast zijn ook de wegbeheerder/verkeersregelaars en de hulpdiensten componenten van het verkeerssysteem.

De figuur laat zien dat de bestuurbaarheid van het verkeersproces in belangrijke mate wordt bepaald door de volgende twee karakteristieken:

- de mate van interactie tussen de verschillende systeemcomponenten, en
- de intelligentie van de systeemcomponenten.



Figuur 1. Systematische weergave van de mogelijkheden en principes voor sturing van het verkeerssysteem op de korte termijn

2.1 Interacties tussen systeemcomponenten

Interactie houdt in dat de toestand van een systeemcomponent van invloed is op het functioneren van andere systeemcomponenten. Een voorbeeld van een korte termijn interactie is het rijgedrag van reizigers, dat voortdurend beïnvloed wordt door keuzes van andere reizigers. Dit geldt bijvoorbeeld voor de rijnsnelheid en het inhaalgedrag. Een ander voorbeeld is de kijkersfile naar aanleiding van een ongeval. Interacties die plaatsvinden op de iets langere termijn hebben o.a. betrekking op vervoerwijzekeuze, routekeuze en vertrektijdkeuze. Essentieel is het besef dat hierbij sprake is van een wederkerige relatie of wel interafhankelijkheid (van der Knaap, 2006).

Indien de componenten van het te besturen systeem 'dood' zijn, d.w.z. niet intelligent en niet zelf kiezend, is het mogelijk het functioneren van het systeem door middel van externe besturing sterk te beïnvloeden (figuur 1, rechter kolom) Men kan daarbij denken aan een lopende band met fabrieksproducten. Dit zal beter lukken naarmate er minder interacties plaatsvinden tussen de elementen/componenten van het systeem en wanneer de optredende interacties eenvoudig te beschrijven zijn en/of slechts een lokaal effect genereren.

Naarmate de interacties² tussen de componenten toenemen (figuur 1, middelste kolom) dient het verkeersproces omschreven worden als een complex, niet-lineair proces. De myriade van lokale interacties bepaalt het uiteindelijke globale verloop van het proces (het functioneren van het systeem).

² Mogelijke optredende interacties zijn:

- interacties werken alleen op korte afstanden (botsing)
- interacties zijn 'eenvoudig' te beschrijven door wetten, geldig voor alle elementen
- er is alleen sprake van 'paar' of 'buur-buur' wisselwerking, de elementen verder weg doen niet mee; er is geen 'collectieve' wisselwerking en geen hysteresis
- de interactie zelf is onafhankelijk van de omgeving of 'habitat'.

Een belangrijk kenmerk van complexe niet-lineaire processen is dat er niet of nauwelijks nog sprake is van een relatie tussen het functioneren van de afzonderlijke systeemcomponenten en het functioneren van het systeem in zijn totaliteit. Vertaald naar het verkeersproces betekent dit dat bestuurders van auto's afzonderlijk, voor hun eigen situatie, optimale beslissingen nemen. Het resultaat hiervan op een hoger abstractieniveau is veelal een suboptimaal functionerend transportsysteem.

2.2 Intelligentie van de componenten

Een tweede onderscheid dat bij de beschrijving van het systeem (en de daarin optredende processen) gemaakt dient te worden is de mate waarin de individuele componenten beschikken over een eigen intelligentie. De componenten kunnen in het ene uiterste geval bestaan uit dode materie (figuur 1, middelste en rechter kolom) en in het andere geval uit intelligente wezens (figuur 1, linker kolom).

In het huidige verkeerssysteem is voorsnog sprake van de laatstgenoemde categorie. Deze karakterisering³ van het verkeersafwikkelingsproces als een complex niet-lineair proces waarbij de componenten beschikken over een eigen intelligentie (een beschrijving van het huidige systeem) zal moeten fungeren als vertrekpunt voor de zoektocht naar geschikte sturingsinstrumenten.

Bovenstaande kenmerken impliceren dat de verkeersafwikkeling in een netwerk in belangrijke mate het karakter heeft van een zelfregulerend systeem (een levend systeem). In tabel 1 zijn de sterke en zwakke punten van een zelfregulerend systeem weergegeven.

Tabel 1. Karakteristieken van zelfregulerende systemen ('Swarm models'; bron: 'Out of Control - the new biology of machines', Kevin Kelly, 1995)

Sterke punten van zelfregulerende systemen	Zwakke punten van zelfregulerende systemen
Kunnen zich aanpassen aan de omgeving	Zijn niet-optimaal, vanwege de omvangrijke redundantie en het ontbreken van een controlestructuur
Kunnen zich verder ontwikkelen in de tijd	Zijn niet controleerbaar vanwege het ontbreken van autoriteit
Beschikken over herstellend vermogen	Zijn moeilijk tot niet voorspelbaar in hun gedrag
Kunnen nieuwe structuren doen ontstaan	Zijn moeilijk tot niet begrijpbaar, ondermeer vanwege hun vermogen nieuwe structuren te doen ontstaan en nieuwe oplossingen te genereren
Kunnen nieuwe oplossingen genereren voor bestaande of nieuwe problemen	Reageren vertraagd op gebeurtenissen door het ontbreken van een eenduidige controlestructuur

³ Het gedrag van verkeersdeelnemers kan als volgt worden gekarakteriseerd:

- beïnvloedbaar (door informatie of door gedrag van anderen),
- (enerzijds) exploratief omdat via opvoeding is bijgebracht dat actief exploreren wordt beloond,
- (anderzijds) satisficing (men neemt vrij snel genoegen met een gemaakte keuze, men blijft niet voortdurend optimaliseren),
- retro-rationaliserend (achteraf kunnen alle acties beredeneerd worden),
- gesteund door ervaring; er is sprake van leereffecten (ervaring, gewoontegedrag),
- een zekere mate van rationaliteit (met grote verschillen tussen verkeersdeelnemers en zelfs per verkeersdeelnemer afhankelijk van tijd, stemming),
- strategisch; men werkt vaak volgens een bepaalde strategie (bij congestie linker rijstrook kiezen); werkt die niet dan kiest men voor een andere strategie,
- conflicten vermijdend; botsingen wil men zoveel mogelijk voorkomen.

Essentieel voor het functioneren van een levend systeem zijn de twee volgende kwaliteiten:

- de aard, omvang en richting van de communicatie tussen de verschillende systeemcomponenten;
- het vermogen van het systeem (en de systeemcomponenten) om te leren.

2.3 *Sturingsmogelijkheden*

De uitdagende opgave waar we voor gesteld staan met betrekking tot het regelen (managen) van het verkeer in een netwerk is hoe, gegeven het zelfregulerende karakter van het verkeer, de verkeersstroom toch conform een gewenste kwaliteit (vlotte doorstroming) af te wikkelen.

Op grond van de beschrijving van de verschillende soorten processen (figuur 1) en de karakterisering van het huidige verkeersproces kunnen mogelijkheden voor sturing/beïnvloeding van het verkeersproces worden aangegeven. Essentieel voor het succes van de toepassing van sturingsmaatregelen is dat de personen/groepen waarop de sturing van toepassing is, zich in de voorgestelde maatregelen kunnen vinden ("sturen op welbevinden"). De sturing kan op verschillende wijzen en op verschillende plaatsen in het systeem aangrijpen.

2.4 *Levend, zelforganiserend systeem*

Een eerste mogelijkheid tot sturing die hier wordt besproken is de beïnvloeding van het gedrag van de componenten, zonder daarbij de karakteristieken van het proces te veranderen.

Dit laatste houdt in dat er sprake blijft van een zelforganiserend systeem met intelligente componenten. In het artikel "Verkeer en zelforganisatie" (van Koningsbruggen en Immers, 2002) worden drie mogelijke vormen van zelfregulering in de verkeersafwikkeling uitgewerkt:

- het plaatsen van de context voor de gewenste verkeersafwikkeling en het aanpassen van het verkeer aan deze context,
- het inregelen van de context voor de gewenste verkeersafwikkeling,
- het verkeer scheidt zijn eigen context: het medium als boodschapper van de context.

Voor een verdere uitwerking van deze benadering wordt verwezen naar "Verkeer en Zelforganisatie (van Koningsbruggen en Immers, 2002). In deze bijdrage zullen ter illustratie twee elementen van een context worden beschreven:

- de habitat (verkeersomgeving) en wijzigingen daarin;
- de informatieverschaffing aan de weggebruikers.

Habitat

De habitat (en wijzigingen daarin) kan op micro en op macro niveau worden beschreven. Op micro niveau kunnen wijzigingen in de habitat leiden tot gedragsverandering (het rijgedrag). Enige voorbeelden zijn:

- optic flow; strepen die op een wisselende afstand in of buiten het directe gezichtsveld van de bestuurder worden aangebracht met het oogmerk vermindering van de snelheid;
- beïnvloeding overige zintuigen door geluid (muziek, wordt elders al veel toegepast), reuk, tast (trillingen). Toepassing in het voertuig kan bijzonder effectief zijn, zeker indien men (op een systematische wijze) combinaties van beelden, geluid en trillingen toepast.

Mogelijkheden om op macro niveau de habitat te wijzigen zijn:

- dimensionering van de infrastructuur (bijv. toepassing van zelfverklarende wegen);

- landschappelijk inpassing, wijziging 'rijcultuur', wijziging omgangsvormen in het verkeer.

Informatieverschaffing

Sturing van het verkeerssysteem door informatieverschaffing luistert erg nauw. Het is vooral interessant en kansrijk om de informatieverschaffing toe te spitsen op de dynamische aspecten van het verkeer (tijd, plaats en profiel van de reiziger). Indien men bovendien in staat is de eenzijdige oriëntatie van de informatieverschaffing te doorbreken (in plaats van verkeerscentrum naar reiziger ook van reiziger naar verkeerscentrum en van reiziger naar reiziger), ondersteunt de informatieverschaffing een belangrijke mate het proces waarin het systeem (en de systeemcomponenten) de vaardigheid opbouwt om te leren. Deze component raakt zowel het rijgedrag als bijvoorbeeld routekeuze en in een multimodaal systeem (een van de andere uitgewerkte paradigmawijzigingen binnen Traduvem) ook de vervoerwijzekeuze.

Elementen die bij de invulling van de informatieverschaffing uitgewerkt dienen te worden zijn:

- betrouwbaarheid van de informatie
- actualiteit van de informatie
- volledigheid van de informatie
- response rate van de reiziger

Belangrijk is dat informatie correct is en dat de informatie begrepen wordt. Bovendien moet men voorzichtig zijn met een overdaad aan informatie; de bestuurder (en de exploitant/beheerder) moeten (bijv. omwille van de verkeersveiligheid) in de gelegenheid gesteld worden de voor hen relevante informatie tot zich te nemen; niet relevante informatie dient hen zoveel mogelijk onthouden te worden. Aanbevolen wordt vooral die informatie te verschaffen die de reiziger nu al gebruikt. Toepassing van de bovengenoemde maatregelen vereist inzicht in de psychologie van de individuele bestuurder/reiziger en inzicht in het gedrag van levende systemen.

2.5 Beperking van de intelligentie van de primaire componenten

Wil men niet volledig vasthouden aan de karakteristieken van het bestaande systeem (zelforganiserend, levend systeem; linker kolom figuur 1) dan komen ook andere vormen van sturing in aanmerking. Een van de mogelijkheden die zich dan aandient is de beperking van de intelligentie van de primaire componenten (verkeersdeelnemer). De mate waarin de intelligentie wordt weggenomen kan variëren (allerlei vormen van 'advanced driver assistance' variërend van 'adaptive cruise control' tot 'autonomous driving'). In het laatste geval is er slechts sprake van een beperkte eigen intelligentie van de primaire component; de systeembeheerder heeft alle belangrijke rijtaken overgenomen. Secundaire taken/intelligentie zoals monitoring kunnen gehandhaafd blijven.

Indien er, ondanks de beperking van de intelligentie van de componenten, toch veelvuldig interacties optreden tussen de componenten onderling blijft het systeem zich gedragen als een complex, niet-lineair systeem (figuur 1, middelste kolom). Wel zal het in toenemende mate mogelijk zijn sturing toe te passen op het systeem door toepassing van globale sturing- en regelprincipes uit de meet- en regeltechniek. Immers door de intelligentie van de componenten in het systeem weg te nemen wordt het mogelijk de reactie van een component op een gebeurtenis beheersbaar te maken (voorbeeld: automatische geleide vrachtwagens op de Deltaterminal, Maasvlakte) De afloop van het proces blijft echter onvoorspelbaar door de onvoorspelbaarheid van de optredende interacties en hun effect op het totale proces. In principe zijn de wetten uit de chaostheorie op deze processen van toepassing.

Door de reacties van componenten op gebeurtenissen volledig te beheersen en tevens het proces zodanig te structureren dat activiteiten in een zekere vaste sequentie optreden, wordt een zodanig systeem (procesafwikkeling) gecreëerd dat principes uit de meet- en

regeltechniek wel van toepassing zijn (figuur 1, rechter kolom). Voorbeeld: metrosystemen zonder bestuurder.

2.6 Kijken op een ander abstractieniveau

Bij de behandeling van het verkeerssysteem is een abstractieniveau gehanteerd waarbij elke individuele component (elk met een eigen intelligentie) als een afzonderlijke entiteit wordt beschouwd. Wordt het verkeerssysteem vanuit een hoger abstractieniveau beschouwd dan gedragen alle componenten zich op identieke (gemiddelde) wijze, waarbij ook de interacties tussen de componenten onderdeel vormen van dit gemiddelde gedrag. Deze beschouwingswijze wordt hier toegepast omdat daardoor de mogelijkheid wordt gecreëerd andere, aanvullende sturing- en regelinstrumenten te vinden voor het verkeerssysteem op een hoger abstractieniveau. Op het hogere abstractieniveau kan het verkeerssysteem beter vergeleken worden met standaard productie- en bedrijfsprocessen waarop principes uit de meet- en regeltechniek worden toegepast.

Voor het traceren van deze principes is het wel noodzakelijk hetzelfde abstractieniveau te hanteren. Regelprincipes die op een hoog abstractieniveau in productie- en bedrijfsprocessen worden toegepast zijn 'spiegelen' ofwel het inrichten van een back-up systeem, het aanbrengen van buffers in de procesgang, het hanteren van order acceptatie procedures, hiërarchische productieplanning, etc. Al deze principes kunnen ook worden (worden ook) toegepast in het verkeerssysteem (buffers, doseren, doelgroepstroken, etc.). Het effect van toepassing van deze principes zal groter zijn (resp. men zal beter in staat zijn te beoordelen waar toepassing van deze principes effect sorteert) naarmate het gemiddelde gedrag van een component in overeenstemming is met het individuele gedrag.

3. De urgentie van de verkeerssituatie

De meerwaarde van verkeersmanagement ligt voor een belangrijk deel in de mogelijkheid die verkeersmanagement maatregelen bieden om kritieke situaties op het wegennet (incidenten, slechte weersomstandigheden, etc.) sneller en/of effectiever op te lossen. Om een effectieve toepassing van DVM maatregelen te faciliteren is het wellicht noodzakelijk de aard van het regime dat van toepassing is op de afwikkeling van de verkeersstroom in bepaalde (kritieke) situaties te wijzigen. Ter plekke van een incident zou een strikte vorm van 'command en control' van toepassing kunnen zijn (nu moet iedereen even precies doen wat door het COPI (COördinatieteam Plaats Incident) is beslist). Deze aanpak kan, met het oog op de gewenste snelheid waarmee een probleem opgelost dient te worden, de voorkeur genieten boven een aanpak waarbij het probleem vanuit zelforganiserende principes wordt opgelost. Een mogelijk nadeel van deze rigide aanpak is dat daarmee voorbijgegaan wordt aan een van de belangrijke kenmerken van zelforganiserende systemen en dat is dat deze systemen in staat zijn zelf in kritieke situaties nieuwe innovatieve oplossingen te creëren. De moeilijkheid is dat er geen garantie gegeven kan worden dat een nieuwe oplossing snel gevonden wordt. Het is daarom aan te bevelen de chaotische benadering vooral in experimenten aan bod te laten komen. Experimenten bieden zowel de mogelijkheid veronderstellingen over het functioneren van het systeem te toetsen, als de mogelijkheid te onderzoeken wat de uitkomsten zijn wanneer sprake is van vergaande zelfsturing. De synthese van deze beide inzichten biedt een beter perspectief op een effectieve aansturing (geen regels is ook een vorm van sturing) van het verkeerssysteem.

4. Wijzigingen in het abstractieniveau

Bij de behandeling van het transportsysteem is een abstractieniveau gehanteerd waarbij elke systeemcomponent als een afzonderlijke entiteit wordt onderscheiden. Wordt het transportsysteem vanuit een hoger abstractieniveau beschouwd dan kan dat inhouden dat (om het geheel inzichtelijk te houden) het gedrag van de individuele systeemcomponenten geaggregeerd moet worden weergegeven (met gemiddelden en

standaardafwijkingen). Een dergelijke beschrijving maakt het wel mogelijk een groter systeem (bijv. netwerkmanagement in plaats van verkeersmanagement) te beschouwen. Het is interessant het systeem op verschillende abstractieniveaus te beschrijven en te analyseren omdat men daardoor de mogelijkheid creëert voor het vinden van andere, aanvullende sturingsprincipes, zoals in de paragraaf over kijken op een ander abstractieniveau is beschreven.. Bovenstaande benadering biedt niet alleen zicht op nieuwe sturingsprincipes maar stelt ons daardoor ook in staat de robuustheid van het systeem (het systeem blijft onder wisselende omstandigheden functioneren) te vergroten. Deze beide abstractieniveaus blijven echter de beperkingen van reductie van informatie en dynamiek kennen. In de derde generatie systeemtheorie wordt een nieuwe dimensie geïntroduceerd en wel die van de interactiviteit, het werken met systeemmodellen waarbij de wederzijdse beïnvloeding van de elementen als uitgangspunt wordt genomen (van der Knaap, 2006). Deze modellen vormen een synthese van sturing van bovenaf en zelfsturing en komen daarmee het dichtst bij de werkelijkheid.

5. Vroeger was de toekomst beter

Vroeger veronderstelden we dat de functionaliteit en de werking van systemen verklaard kon worden op basis van causale relaties. De toekomst was maakbaar en waarom zouden we er dan niet 'iets moois' van maken. Alle plannen en alle projecten spiegelen ons dan ook een betere wereld voor en in die zin was vroeger de toekomst beter. Inmiddels weten wij (althans een aantal mensen) toch wel beter. De wereld is een complex, niet-lineair systeem, opgebouwd uit deelsystemen met gelijkaardige eigenschappen. Hetzelfde geldt voor het transportsysteem en deelsystemen daarvan (zie Immers en Berghout, 2000). We hebben te maken met levende (zelfregulerende en lerende) systemen en belangrijke kenmerken van dit soort systemen zijn:

- Ze functioneren niet optimaal
- Ze zijn moeilijk te controleren
- Het is moeilijk te voorspellen hoe ze zich gedragen
- De werking van het systeem is moeilijk te begrijpen
- Ze reageren vertraagd op gebeurtenissen
- Er is sprake van wederkerige relaties tussen elementen van het systeem⁴

Daar staan natuurlijk een aantal 'sterke' eigenschappen tegenover met als belangrijkste kenmerk dat het systeem kan veranderen en er geleerd kan worden van het verleden. Sturing geven aan een levend systeem is lastig en zal in ieder geval anders aangepakt moeten worden dan traditioneel het geval was (causaal, command and control). In deze bijdrage worden enige principes vermeld zoals:

- probeer het gedrag van actoren te beïnvloeden door de baten uit te lichten 'sturen op welbevinden'
- probeer het gedrag van actoren te beïnvloeden door de omgevingskenmerken te veranderen (wijziging van de habitat op uiteenlopende niveaus)
- probeer de intelligentie van de actoren in te perken (als dat lukt!)
- probeer de interacties (in aard en aantal) tussen de systeemcomponenten te beperken (als dat lukt!), en meer rigouzeus:
- probeer het keuzegedrag van actoren te beïnvloeden door nieuwe spelers te introduceren of door te schuiven in rollen en verantwoordelijkheden
- probeer het keuzegedrag van actoren te beïnvloeden door de structuur (de koppelingen en relaties tussen systeemcomponenten) te wijzigen;
- maak gebruik van experimenten en leerprocessen om gedrag van het systeem te verkennen.

In alle gevallen is er sprake van sturing maar dan eerder gericht op het veranderen van een toestand die men ongewenst vindt dan op het realiseren van een toestand die men gewenst vindt. Kenmerkend aan veranderingsprocessen in levende systemen is dan ook dat niet te voorspellen is hoe het systeem in de (verdere) toekomst zal functioneren.

⁴ Gharajedaghi (1999)

Vroeger was de (voorspelde) toekomst beter en viel het altijd tegen. Nu verzuipen we en voert defaitisme de overhand. Straks weten we wat we nu niet willen en biedt het leven weer vele verrassingen.

Op zich is dat al een bijzonder interessante ontwikkeling: een besluitvormingsproces ingaan waarbij niet zozeer de gewenste toestand de leidraad vormt voor de te nemen beslissingen maar juist de **niet gewenste toestand**. Omdat dan veel meer opties open staan wordt de horizon van de toekomst in ieder geval breder. Een variant op deze benadering luidt: alles mag maar wel binnen randvoorwaarden die de niet gewenste systeemtoestand beschrijven.

6. Conclusies

- Vanwege de vele interacties tussen de verschillende systeemcomponenten dient het verkeers- en vervoerssysteem beschouwd te worden als een zelforganiserend (levend) systeem. Het functioneren van het transportsysteem als zelfregulerend systeem (en verkeersmanagement als onderdeel daarvan) kan verbeterd worden door de lerende capaciteit van het systeem te vergroten. Communicatie tussen de betrokken partijen speelt daarin een cruciale rol. Deze communicatie dient niet beperkt te blijven tot het elkaar informeren maar vooral ook door situaties te evalueren en door de feedback een duidelijke plaats te geven in het proces. De mogelijkheden voor verkeersbeheersing zullen mee moeten groeien met ontwikkelingen in het transportsysteem en met ontwikkelingen in de samenleving (programma van eisen en wensen, prioriteitstelling).
- Verkeersmanagement en zelforganisatie staan soms op gespannen voet met elkaar, bijvoorbeeld indien snel een oplossing voor een probleem moet worden gevonden. In de praktijk betekent dit dat afhankelijk van de aard van de situatie andere verkeersmanagementprincipes van toepassing zijn. Voorgesteld wordt in de vorm van experimenten het innovatieve vermogen van een zelforganiserend systeem in kritieke situaties (bijvoorbeeld grote tijdsdruk) te onderzoeken. In de transitieliteratuur wordt gesproken over al doende leren en al lerende doen. Opgedane inzichten en opgebouwde kennis kunnen een grote rol spelen in situaties van transitie (trendbreuk).
- Gegeven de kenmerken van het systeem is het verstandig het bestaande paradigma waarbij we uitgaan van een gewenst toekomstbeeld en daar op te sturen te wijzigen in een paradigma waarbij we de niet gewenste kenmerken van het huidige systeem in kaart brengen en daar gegeven een globale visie op de toekomst en binnen gegeven randvoorwaarden verandering in te brengen. Verwacht mag worden dat zich bij deze benadering meer oplossingsrichtingen zullen presenteren.
- Op basis van deze verhandeling over zelfsturing en nieuwe systeemparadigma's zijn wij van mening dat door consequente toepassing ervan 'het verleden van de toekomst' een belangrijke verandering ondergaan die tot een betere toekomst aanleiding zal zijn. 'The order of today is the disorder of tomorrow' krijgt dan een nieuwe betekenis, 'anticipating the disorder of tomorrow will lead to different steps today'.
- Kortom: als we er in slagen de hier behandelde paradigmaveranderingen op een goede wijze door te voeren, zal het verleden van de toekomst niet meer zijn wat het geweest is. We moeten ons niet langer eenzijdig laten sturen door de gewenste toekomstbeelden, maar via een voortdurend leerproces tot verbetering komen, vanuit beelden van wat we in elk geval niet willen. De aandacht moet worden verlegd van het eindbeeld naar de weg er naartoe en de hulpmiddelen om die weg af te leggen.

Geraadpleegde literatuur:

Gharajedaghi, J. (1999), *Systems Thinking, managing chaos and complexity, a platform for designing business architecture*, Butterworth-Heinemann, Burlington MA.

Huisken, G. en R. van der Knaap (2008), *A Framework for integrated traffic management*, bijdrage aan de ITS Europe 2008 te Geneve.

Immers, L.H. en M. Westerman (1995). "Analogieën met verkeer en vervoer met nadruk op dynamisch verkeersmanagement". TNO Inro, december 1996, 95/NV/183, 95/NV/297, 95/NV/311 en 95/NV/310

Immers, L.H. en E.A. Berghout (2000). "Autopoiese en beleidsontwikkeling in het verkeers- en vervoersysteem". TNO Inro in opdracht van Ministerie van Verkeer en Waterstaat en Rijkswaterstaat AVV. TNO-rapport Inro-VK/2000-05. Delft, december 2000

Immers, L.H. and P. van Koningsbruggen (2001). "Self-organisation in traffic and transport". Paper presented at the first European Conference on Chaos and Complexity in Organisations. Lage Vuursche, The Netherlands, October 2001.

Immers, L.H. (2007). *Naar een vlottere doorstroming op het wegennet*. Essay geschreven ten behoeve van de Raad voor Verkeer en Waterstaat. Juli 2007.

Kelly, Kevin (1994) "Out of Control - the new biology of machines". Addison-Wesley, Reading, MA.

Knaap, M.J.J. van der, *Simplexiteit als organiserend principe in samenwerking en marketing voor duurzame mobiliteit, balanceren boven chaos in transitienetwerken*, Bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2006, 23 en 24 november te Amsterdam

Knaap, R. van der en B. van Wee (2004), *Hoe te komen tot een transitie naar duurzame mobiliteit: een verkenning van theorieën*, Paper ten behoeve van het CVS 2004, 25 en 26 november 2004 te Zeist.

Knaap, R. van der en B. Immers (2007), *Xpert Roadmap towards sustainable traffic management*, bijdrage aan het Colloquium Vervoersplanologisch Speurwerk 2007 te Antwerpen.

Koningsbruggen, P. van, en L.H. Immers (2002): "Verkeer en Zelforganisatie". In: *Verdieping van Chaosdenken: Theorie en Praktijk*. Redactie: Frans van Eijnatten, Marian Kuijs & Julien Hafmans. Koninklijke Van Gorcum, Assen, 2002; ISBN 90 232 3860 5