

## De strategie van de routekeuze

In dit artikel wordt onderscheid gemaakt tussen verkeersgedrag op taktisch en op strategisch niveau. De keuze van een route in een wegennetwerk wordt vervolgens behandeld als voorbeeld van strategisch gedrag. De routekeuze laat zich beschrijven als de uitkomst van de werking van drie psychologische componenten, te weten de mentale kaart, de selectieregels en het adaptieve controlemechanisme. Structuur en functie van de mentale kaart worden nader besproken. Mensen die goed bekend zijn in een stad hebben hun mentale kaart opgebouwd uit een vijftal elementen, namelijk paden, randen, distrikten, knooppunten en markante punten. Paden laten zich onderverdelen in behorende hetzij tot het basisnetwerk (korresponderende met grote en brede straten), hetzij tot het secundaire netwerk. De routekeuze binnen het basisnetwerk vindt plaats volgens een regel waarbij op ieder kruispunt de weg gekozen wordt die de kleinste hoek maakt met de richting naar de te bereiken lokatie.

Mensen die onbekend zijn in een stad moeten geholpen worden met een goed bewegwijzeringssysteem. Een nieuw ontwikkeld ontwerp van wijkborden, dat besproken wordt, kan in dit opzicht nuttig zijn.

### Taktisch en strategisch verkeersgedrag

Mensen gedragen zich in het verkeer. Behalve een zekere persoonlijkheidsstructuur brengen ze daarbij ook een groot aantal van hun vermogens in het spel zoals die van het waarnemen, het leren, het beslissen, het denken en het zich iets voorstellen. Dit artikel handelt over de rol van enkele belangrijke menselijke functies bij het kiezen van een route in een wegen- of stratennetwerk.

De verkeerskundige consequenties van het te bespreken routekeuzegedrag van de verkeersdeelnemer zijn ingrijpend. De kongestie van de moderne steden dwingt ons tot bezinning op de factoren die bepalen waarom iemand zich langs die route en niet langs een andere verplaatst, en op de wijze van doorwerking van individuele keuzen op de verkeersstromen. De analyse van statistische grote-schaal gegevens uit verkeersstellingen, dient aangevuld te worden met gegevens uit psychologisch onderzoek.

Hoe kan er iets worden gezegd over het routekeuzegedrag van de weggebruiker?

Een simpele tweedeling van het gedrag van de weggebruiker (in het vervolg speciaal: de automobilist) is die in gedrag op taktisch en gedrag op strategisch niveau. Gedrag op taktisch niveau omvat de stuurtaak - het rijden - zelf, met de functies waarop daarbij een beroep wordt gedaan. Het kenmerkt zich door

zijn korte-termijn karakter, dat wil zeggen, er zijn geen gebeurtenissen of omstandigheden op van invloed die meer dan, zeg, enkele tientallen seconden in de tijd verwijderd liggen. Het waarnemen van de manoeuvres van andere verkeersdeelnemers en van de weg plus omgeving, het beslissen over welke directe reacties op bepaalde waargenomen veranderingen in de omgeving moeten plaatsvinden, en het handhaven van de koers op de weg door middel van het sturen zijn voorbeelden van taktisch rijgedrag.

Strategisch verkeersgedrag kenmerkt zich doordat het voortkomt uit het streven van de weggebruiker een doel te verwezenlijken op lange termijn, namelijk het bereiken van een zekere lokatie. Er is dus sprake van een zekere mate van doelgerichte planning.

### Een model van strategisch gedrag

In fig. 1 is een strategische kring geschetst die laat zien hoe de routekeuze, op strategisch niveau, tot stand komt.

De drie componenten die het routekeuzegedrag zijn flexibel, actief en anticiperend karakter geven zijn: (a) de mentale kaart; (b) het selectiemechanisme; (c) het adaptieve controlemechanisme. Laten we deze blokken nader bekijken.

Allereerst: de mentale kaart (in Engelstalige publikaties 'cognitive map', 'environmental



Drs. W. H. Janssen werd in 1947 geboren te Reuver (L.). Na het doorlopen van de middelbare school (HBS-B) studeerde hij psychologie, hoofdrichting funktieleer, te Utrecht. Vanaf 1970 is hij werkzaam op de afdeling Verkeersgedrag van het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO te Soesterberg. Hier bracht hij ook zijn militaire dienstdienst als gedetacheerde door.

map', of 'environmental image' genaamd). Hieronder wordt verstaan de interne symbolische structuur waarin de structuur van de fysisch-geografische omgeving, met name een stad, regio, of natie is afgebeeld, of met andere woorden: men heeft een soort kaart van de omgeving intern opgeslagen. Zulke interne symbolische structuur heeft de functie, simplificerend gezegd, om het omgaan met de buitenwereld te vergemakkelijken doordat een aantal keuzen eerst op de interne afbeelding als het ware doorgerekend kunnen worden. De mentale kaart vervult deze functie voor de routekeuze.

Een beschrijving van de mentale kaart uitsluitend qua structuur is uiteraard onvoldoende om het erop gebaseerde observeerbare gedrag te kunnen doorzien. Er is daartoe kennis vereist van het proces van de keuze van een route uit de aan de mentale kaart ontleende verzameling van mogelijke routes: men kan dit noemen de selectie van een gedragsalternatief. Zulke een selectie gebeurt in de volgende functie van de mentale kaart: de mentale kaart wordt volgens subjectieve regels die voornamelijk in het kader van psychologische beslis- en keuzetheorieën onderzocht zijn vanuit in wezen puur economische gezichtspunten (welke van de alternatieve routes die ik ken is de kortste, levert de kleinste kans op opstoppingen, e.d.). Deze selectieregels beschrijven dus hoe er

van de mentale kaart gebruik wordt gemaakt in een zich voordoende keuzesituatie.

Op grond van een eventueel gekonstateerde afwijking van het gestelde doel (het bereiken van een zekere lokatie onder bepaalde van te voren gestelde voorwaarden, zoals: binnen zoveel tijd, tegen niet meer dan zoveel kosten) kan de derde strategische komponent in actie komen. Dat is het *adaptieve controlemechanisme*, dat in staat is veranderingen aan te brengen in hetzij de selectieregels, hetzij de structuur van de mentale kaart, hetzij beide (zie fig. 1). Een wijziging in de selectieregels zou, bijvoorbeeld, kunnen zijn een verschuiving van economische naar esthetische criteria voor de routekeuze (niet meer: ik neem de snelste route, maar: ik neem de route waarlangs de meeste molens staan, aangezien die eigenlijk snel genoeg tot de plaats leidt waar ik moet zijn). Een wijziging in de mentale kaart kan een algehele of gedeeltelijke uitbreiding of revisie behelzen. Het adaptieve controlemechanisme is bovendien flexibel genoeg om dit ook *en route* te doen. Met andere woorden, het proces van de routekeuze kan worden aangepast aan wisselende omstandigheden, en kan een keuzestrategie beïnvloeden op een wijze die tegemoetkomt aan de eisen die in een bepaalde situatie gesteld worden. Dus, als ik te weten kom (hetzij en route, het zij vóór de trip) dat het verkeersplein Berenkuil bij Utrecht verstopt is besluit ik, komende uit Amersfoort, de bestemming Utrecht te bereiken over Soest of over Doorn.

In fig. 1 is het stellen van een gewenst doel op zich aan de ingang van de strategische kring geplaatst. Het stellen van dit doel is alleen in zoverre bij de strategie betrokken dat de a priori voorwaarden (binnen zoveel tijd, tegen zoveel kosten) weerspiegeld zullen worden in de selectieregels van de strategische komponent.

Ten grondslag aan het geschetste schema ligt de gedachte, zoals inmiddels duidelijk zal zijn

geworden, dat de keuze van een route in een netwerk allereerst bepaald wordt door de kennis die de verkeersdeelnemer van het netwerk bezit. Economische motieven komen pas in het spel wanneer er gekozen moet worden uit een verzameling min of meer bekende alternatieven. In de bestaande literatuur over de routekeuze wordt dan ook voorzichtigheidshalve soms expliciet de beginvoorwaarde gesteld dat voor de kiezende alle alternatieven gelijkwaardig zijn in termen van zijn kennis ervan, waarna het probleem benaderd kan worden in termen van kosten en baten. Het gehalte aan realiteit van deze veronderstelling is echter niet al te hoog.

In de rest van deze beschouwing zal voornamelijk de mentale kaart aan de orde komen. Over kiezen en beslissen bestaat een uitgebreide literatuur, zowel vanuit de psychologische als de economische wetenschappen (men zie Edwards en Tversky, 1967). De rol van zulke programmerende en het gedrag dirigerende componenten als het adaptieve controlemechanisme begint in de psychologie pas de laatste jaren belangstelling te ondervinden. Door hun flexibiliteit en ingewikkeldheid blijkt hun werking niet gemakkelijk te doorzien te zijn.

#### Structuur en functie van de mentale kaart

Voor verschillende individuen zal de mentale kaart van een stad, of van een wegennetwerk, er verschillend uitzien. Niettemin is uit onderzoeken gebleken dat er zoiets bestaat als een *publieke* mentale kaart van een stad, die gemeenschappelijke kenmerken bezit voor de inwoners van de stad (over niet-inwoners is in dit opzicht weinig bekend). Zo kon Lynch (1960) op grond van interviews met inwoners van een drietal Amerikaanse steden (Boston, Los Angeles en Jersey City) vijf elementen aanwijzen waaruit het merendeel van de geïnterviewden zijn mentale kaart had opgebouwd, te weten:

beweegt of waarover hij zich zou kunnen bewegen. In het stadplan korresponderen de subjektieve paden met straten en wegen.

2. Randen – hieronder worden verstaan de lineaire elementen die niet als transportkanaal fungeren, maar veel meer als begrenzing of afscheiding (muren, sloten, spoorlijnen).

3. Distrikten – delen van de stad met een gemeenschappelijk identificeerbaar karakter die in de mentale kaart opgeslagen zijn als samenhangende sekties. Distrikten zijn dus de grotere bouwstenen van de mentale kaart.

4. Knooppunten – de strategische punten die fungeren als 'brandpunten' waarheen men zich begeeft of waarvandaan men ergens heen gaat. Men kan allereerst denken aan belangrijke kruispunten of pleinen, maar ook vallen er punten toe te rekenen die in 'gekondenseerde' vorm de een of andere functie bezitten, zoals: een omsloten pleintje, of een verzamelpunt op een straathoek of terras.

5. Markante punten – deze verschillen van de knooppunten daarin dat ze niet dienen als brandpunten voor verplaatsingen: ze liggen veelal *extern* voor de zich verplaatsende. Men kan denken aan pregnante fysische objecten zoals gebouwen, standbeelden, torens, e.d.

De wijze van organisatie van deze elementen in een structuur is, volgens Lynch, een hiërarchische: knooppunten zijn met elkaar verbonden door paden, ze vormen samen met randen en markante punten de distrikten, etc. Indien het gaat over de routekeuze zal men van de genoemde vijf elementen het meest geïnteresseerd zijn in de representaties van paden en knooppunten. Een diepgaande analyse dienaangaande is te vinden in het werk van Pailhous (1970). In dit werk is het onderzoek van de structurele aspecten van de mentale kaart al verweven met dat naar de functionele aspecten, zoals wij zullen zien.

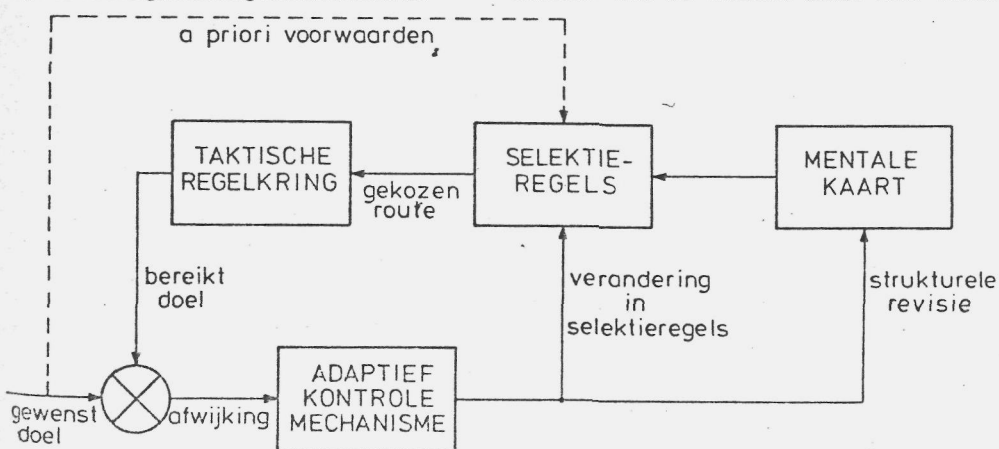
#### Het basisnetwerk, het sekundaire netwerk en hun functies

Het belangrijkste onderscheid dat door Pailhous gemaakt wordt is dat tussen het *basisnetwerk* en het *sekundaire netwerk* van paden in de mentale kaart. Het bestaan van deze tweedeling kon worden afgeleid uit onderzoeken met Parijse taxichauffeurs. Deze werden geïnterviewd en er werden hun opdrachten verstrekt, zoals om aan te geven hoe ze zouden rijden als ze van een zeker uitgangspunt naar een ander, opgegeven punt moesten komen.

Het basisnetwerk van de meeste chauffeurs bleek ruwweg te korresponderen met het netwerk van brede straten en boulevards. Het sekundaire netwerk omvatte de tussen de assen van het basisnetwerk gelegen straten. (Ook kon er nog zoiets als een tertiair netwerk aangewezen worden, maar dit had geen enkele

1. Paden – de lineaire elementen waarover de bezitter van de mentale kaart zich veelal

Fig. 1. De strategische kring van de routekeuze.



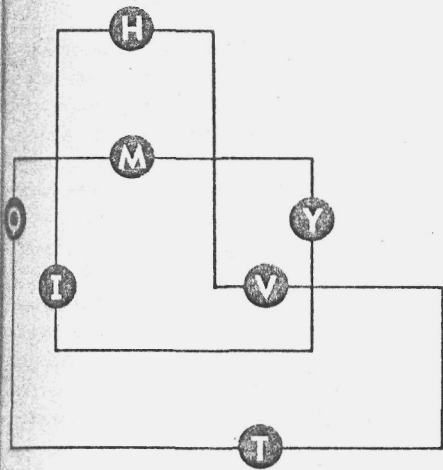


Fig. 2. Netwerk gebruikt in laboratoriumexperimenten ter bestudering van de ontwikkeling van de mentale kaart.

funktionele betekenis voor de chauffeurs – zoals een van hen zich uitdrukte met betrekking tot de straatjes van dit netwerk: '... celles dans lesquelles on ne passe jamais.')

De funktionele verschillen tussen deze twee elkaar aanvullende netwerken manifesteerden zich op vele manieren. Als de chauffeurs gevraagd werd om (in gedachten) twee door intersektie van brede straten gevormde kruispunten te verbinden prefereerden ze in meerderheid een omweg (qua afstand) via brede straten boven een kortere route via smalle straten. Als er gevraagd werd twee punten te verbinden die elk gelegen waren in stadsgebieden met kleine straatjes kozen ze een route die zo snel mogelijk leidde naar de dichtstbijzijnde as van het basisnetwerk; na verplaatsing door dit netwerk kon dan worden volstaan met een kort stukje door een gebied van smallere straten om tenslotte het bestemmingspunt te bereiken. Verschillen tussen de beide netwerken bleken ook uit de verschillende mate van korrektheid waarmee de posities van markante punten aangegeven konden worden. Als de chauffeurs gevraagd werd om te tekenen waar ze dachten dat bepaalde markante punten lagen ging hun dat het beste af als die punten dichtbij het basisnetwerk lagen.

Pailhous ging ook na wat de rol was van de hoeveelheid ervaring van een taxichauffeur in zijn 'métier' in de wijze van opbouw en de ontwikkeling van zijn mentale kaart. De direkte aanleiding tot het onderzoek was de klacht van beginnende taxichauffeurs dat het wegwijzen raken in de stad voor hen de grootste moeilijkheid van het métier vormde. Uit de resultaten van Pailhous bleek dat deze moeilijkheid vooral zat in het ontwikkelen van het sekundaire netwerk. Het basisnetwerk was bij groentjes gemiddeld net zo goed ontwikkeld

als bij routiniers, maar de laatsten wisten veel beter de weg in het sekundaire netwerk. Het lijkt er dus op dat een basisnetwerk zich zeer snel ontwikkelt en vervolgens maar weinig wijzigingen meer ondergaat.

Alhoewel de gememoreerde resultaten van Pailhous van groot belang zijn voor het verkrijgen van inzicht in de principes die aan de ontwikkeling en opbouw van de mentale kaart ten grondslag liggen kan men zich terecht afvragen of de met taxichauffeurs gevonden gegevens evenzo gelden voor de gewone habitué, wiens kennis van de stad die van een taxichauffeur natuurlijk niet kan evenaren. Een ander gemis is dat, doordat Pailhous zich beperkte tot Parijse chauffeurs, het niet mogelijk is de vraag te beantwoorden wat nu precies de eigenschappen van de stedelijke structuur zijn die bepalen wát er in de mentale kaart wordt opgenomen en hoe adequaat de representatie is. Bestaat er fundamenteel verschil tussen de wijze van representatie van stedelijke structuren met een rechthoekpatroon, een radiaal-koncentrisch patroon, of een craquelé-patroon, om slechts enkele varianten te noemen? Bestaan er, in samenhang met eventueel gevonden verschillen tussen patronen, meer of minder effectieve manieren om te leren hoe een stad in elkaar zit?

Onderzoekingen naar deze en andere aspecten van de mentale kaart worden op het ogenblik in een laboratoriumsituatie, dat wil zeggen met de mogelijkheid tot controle van alle mogelijke variabelen, op het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO verricht. O.a. is een aanzet gemaakt met het onderzoek naar de invloed van enkele formele kenmerken van een netwerkstructuur op de ontwikkeling van de mentale kaart (zie Janssen en Michon, 1973). Een in dit onderzoek gebruikt netwerk is afgebeeld in fig. 2.

In het netwerk zijn, bij wijze van markante punten en ter identifikatie in door proefpersonen getekende schetsen, een aantal letters opgenomen. Het netwerk werd op een scherm

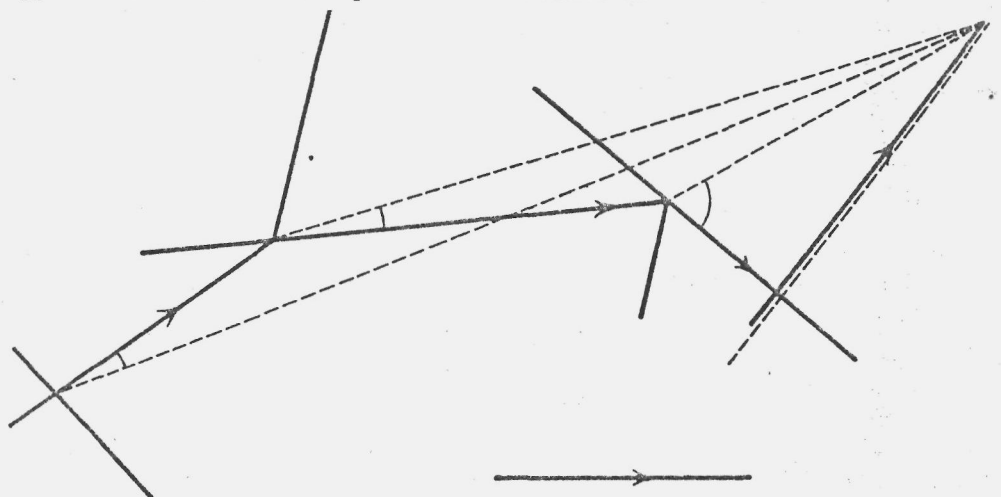
geprojekteerd, maar de proefpersoon zag er steeds slechts een klein cirkelvormig stukje ter grootte van iets meer dan de doorsnede van een letter. Met behulp van een computer was het mogelijk deze 'spot' door het netwerk te laten lopen (in latere experimenten werd de proefpersoon in de gelegenheid gesteld zelf de 'spot' door het netwerk te sturen).

Een van de resultaten van de experimenten was dat de gebruikelijke oriëntatie bij het zich voortbewegen in een stratennetwerk niet zo efficiënt is voor het leren weten hoe het netwerk in elkaar zit. In deze gebruikelijke *egocentrische* oriëntatie verandert men absoluut gezien steeds van richting bij het afslaan op een kruispunt (alhoewel men egocentrisch gezien steeds recht vooruit gaat), wat met zich meebrengt dat het leren van de onderlinge ligging van straten en stadsdelen bemoeilijkt wordt. Vél efficiënter bleek te zijn het doorlopen van een netwerk op een zodanige wijze dat men de 'spot' als het ware van *bovenaf* door het netwerk zag gaan. De onderdelen van het netwerk die de proefpersoon te zien kreeg waren in dit geval dus ten opzichte van elkaar ruimtelijk meteen korrekt gelokaliseerd. Bij deze wijze van voortbewegen leerden de proefpersonen de structuur van een netwerk ongeveer twee maal zo snel als bij de gebruikelijke egocentrische oriëntatie.

Een ander resultaat van deze experimenten was dat de snelheid van doorlopen van het netwerk niet van invloed bleek te zijn op de snelheid waarmee het netwerk geleerd werd en op de kwaliteit (d.w.z., de waarheidsgetrouwheid) van de uiteindelijke representatie. Dit duidt er op dat mensen slechts weinig gedetailleerde of nauwkeurig waar te nemen stukken informatie van node hebben om een adequate interne representatie te ontwikkelen.

In dit verband zij speciaal gewezen op de rol

Fig. 3. Illustratie van het gebruik van de regel van de kleinste hoek.



van markante punten in het stadsbeeld voor de vorming van de mentale kaart. De anonimiteit en eenvormigheid van onze nieuwbouwwijken vindt zijn oorsprong juist in de afwezigheid van zulke punten. Deze overweging doet ons meteen het belang beseffen van een goed systeem van bewegwijzering in een stedelijk landschap dat aan een dergelijke perceptieve armoede lijdt. Een door het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO ontwikkeld systeem zal kort besproken worden in de volgende paragraaf. Wij zullen nu eerst onze bespreking van het werk van Pailhous afronden met het weergeven van zijn bevinding over de wijze van gebruik van de mentale kaart van een goed te structureren en perceptief rijke stad.

Pailhous is er in geslaagd uit de antwoorden van zijn Parijse taxichauffeurs een algemene regel te destilleren (althans voor taxichauffeurs) voor de routekeuze binnen het basisnetwerk van grote en brede straten. Deze regel staat bekend als de regel van de kleinste hoek, en luidt: 'Kies op ieder kruispunt de weg die de kleinste hoek maakt met de richting naar het te bereiken doel'. (Fig. 3)

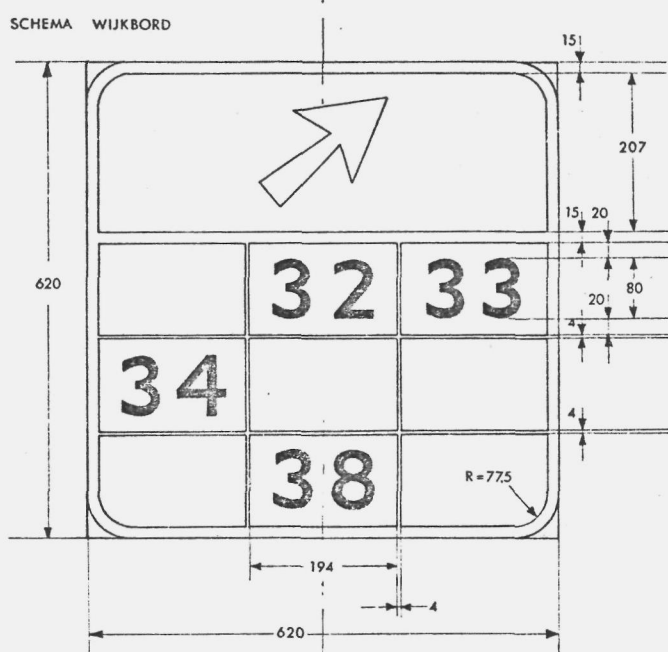
Binnen het sekundaire netwerk geldt de regel niet. Hier is het enige doel het zo snel mogelijk bereiken van het basisnetwerk.

De regel van de kleinste hoek demonstreert het belang van iemands kennis van het netwerk in de routekeuze. Men moet zich immers eerst op grond van zijn mentale kaart te binnen brengen waar het te bereiken punt ten opzichte van de eigen positie ligt en past daarna een (economische) selectieregel toe. Alhoewel alles wat men vasthoudt slechts een te volgen richting is kan men dus niet zeggen dat de kennis van het netwerk slechts minimaal wordt aangewend: onderweg naar het doel moet men immers steeds zijn positie refereren aan de mentale kaart, en die vergelijken met de positie van het doel. Men kan dus stellen dat de regel van de kleinste hoek als praktische leidraad aan de oppervlakte komt als resultaat van een strategie van succesieve benadering.

#### Een nieuw systeem van wijkbewegwijzering

In geval men te maken heeft met wfnig gestructureerde wijken is men aangewezen op een of ander systeem van bewegwijzering teneinde de verkeersdeelnemers, en wel speciaal diegenen die niet in de buurt woonachtig zijn, de mogelijkheid te geven zonder al te veel moeilijkheden hun bestemming te bereiken. In opdracht van de Gemeente Rotterdam is een dergelijk systeem door het Instituut voor Zintuigfysiologie TNO ontwikkeld (Van Norren, Moraal en Michon, 1973). Bij de ontwikkeling werd uitgegaan van de noodzakelijkheid dat het nieuw te ontwerpen wijkbord aan eisen zou moeten voldoen op tweeër-

Fig. 4. Ontwerp van een wijkbord.



Maten in mm, schaal 1:10.

lei gebied. Ten eerste zou het bord aan perceptieve eisen inzake vorm, leesbaarheid, kleurkodering en lettertype moeten voldoen. Ten tweede zou een juiste dosering aan informatie op het bord bereikt moeten worden.

Op grond van zintuigfysiologische gegevens en van bestaande normen werd besloten tot een vierkant bord, uitgevoerd met witte symbolen op een blauwe achtergrond (men zie het genoemde rapport voor de precieze overwegingen welke tot deze keuze hebben geleid). De nieuwigheid van het bord is echter hoofdzakelijk gelegen in de wijze van display van aan het postale stelsel ontleende wijknummers die, als ze op het bord te vinden zijn, aanduiden dat de pijl boven het bord de richting naar de betreffende wijken aangeeft. De nummers zijn ter vereenvoudiging van het zoekproces voor de passerende weggebruiker namelijk geplaatst in een matrixschema van drie rijen en drie kolommen, zodat maximaal 9 nummers tegelijk overzien kunnen worden (zie fig. 4).

Aldus wordt de mogelijkheid geopend om elke wijk altijd dezelfde plaats te geven, zodat de weggebruiker wéét waar het door hem gezochte nummer behoort te staan. Hieruit zal een verkorting van de benodigde zoektijd volgen. Ook wanneer wel wijknummers zijn aangegeven behoeft de zoektijd niet langer te zijn dan wanneer slechts één of twee wijknummers zijn aangegeven: ook de niet ingevulde vakken geven informatie. Als nadeel kan worden genoemd dat het bord in intellectueel opzicht mogelijk te hoge eisen stelt.

Alhoewel het beschreven systeem in de allereerste plaats nuttig lijkt voor diegenen die geheel onbekend zijn met de stad waar ze moeten zijn, kunnen ook diegenen die reeds

een (min of meer rudimentaire) mentale kaart bezitten er van profiteren. Om dat optimaal te doen geschiedt verdient het aanbeveling de grootte van de gekozen distrikten in het bewegwijzeringssysteem in overeenstemming te laten zijn met de grootte van een distrikt in de mentale kaart. Aangezien binnen een distrikt de routekeuze verloopt in termen van kennis van paden, kruispunten en markante punten is een verdere onderverdeling in subdistrikten in dat geval niet zinvol.

#### Besluit

Het voorgaande beoogt zeker geen uitputtende of afdoende beschrijving te zijn van het routekeuzeproces. De rol van de drie genoemde of beschreven componenten in de routekeuze dient verder uitgespit te worden. Daarna staat de grootste opgave nog te wachten, te weten de afleiding van eigenschappen van verkeersstromen uit individuele keuzen. De schrijver hoopt echter in kort bestek aanmelijk te hebben gemaakt dat menselijke strategische functies in belangrijke mate betrokken moeten worden bij het denken over het routekeuze probleem als verkeerskundig en daarmee maatschappelijk probleem.

#### Literatuur

- Edwards, W. & Tversky, A.: Decision Making. Harmondsworth, Penguin, 1967.
- Janssen, W. H. & Michon, J. A.: The internal representation of single geometric networks: experiments with sequential part presentation. Acta Psychologica, 1973 (37), 197-213.
- Lynch, K.: The Image of the City. Cambridge, Mass., The M.I.T. Press, 1960.
- Norren, D., van, Moraal, J. & Michon, J. A.: Ontwerp van een straatnaam- en wijkbord voor de Gemeente Rotterdam. IZF-rapport 1973-C3.
- Pailhous, J.: La Représentation de L' Espace Urbain. Parijs, Presses Universitaires de France, 1970.