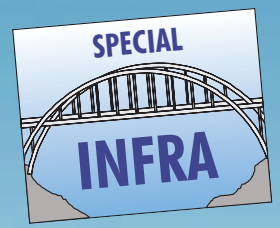




Snelle magneetzweeftrein moet de forens uit de auto krijgen



De files voorbij



Een hoogfrequente, supersnelle magneetzweeftrein moet een oplossing bieden voor het fileprobleem in de Randstad. Het Consortium Transrapid Nederland schetst met zijn plannen voor dit 'Rondje Randstad' een fantastisch toekomstbeeld. 'Wij hebben het niet over een groei van het aantal reizigers met enkele tientallen procenten, maar over een kwantumsprong.' Zou een hoogwaardige OV-verbinding de forens uit zijn auto krijgen?

Impressie van een overstappunt tussen magneetzweefbaan, bus en parkeergarage.

ILLUSTRATIE: SIEWIGS

RONDJE IN DETAIL

De RandstadRapid is een hoogfrequente, supersnelle magneetzweftrain die de steden Amsterdam, Almere, Amersfoort, Utrecht, Rotterdam, Den Haag en luchthaven Schiphol met elkaar verbindt. Het traject, met een totale lengte van 200 tot 230 km, heeft veertien haltes, waardoor opstappen in bijvoorbeeld Leiden of Delft ook mogelijk is. Het ruimtebeslag is volgens initiatiefnemer Consortium Transrapid Nederland aanzienlijk minder dan bij een hogesnelheidslijn. Een lichtere constructie voldeet en bovenleidingen zijn niet nodig: magneten in de baan bewegen de trein voort. De infrastructuur van de trein is grotendeels verhoogd in de midden-

berm of naast de snelweg te bouwen. Het Consortium heeft het tracé voor de magneetzweftrain al gedetailleerd uitgedacht: Schiphol krijgt een station bij de aankomst- en vertrekhal of bij de nieuw geplande terminal ten noordwesten van de huidige verkeerstunnel. Vanaf het vliegveld loopt de baan via de A10 naar de Zuidas. De zweftrain kan de Zuidas bovengronds passeren en zelfs door gebouwen rijden. Passagiers kunnen dan direct de aangrenzende kantoren binnengaan. Via IJburg gaat de RandstadRapid over het Buiten-IJ en vervolgens langs Pampus en de noordkant van Almere naar de kruising van de A6 en A27. Op dit

punt sluit de RandstadRapid aan op de Zuiderzeelijn naar Groningen. De baan loopt verder via de geplande noordelijke uitbreiding van de A30 richting Nijkerk en daarna parallel aan de A28 richting Amersfoort. Hier zoekt het Consortium een locatie voor een terminal in de buurt van Hoevelaken en Vathorst, waar verkeer van de snelwegen A1 en A28 kan worden afgevangen. Langs het traject tussen Almere en Amersfoort zijn toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen van beide steden mogelijk. Via de A28 gaat de magneetzwefbaan waar mogelijk via de middenberm richting Utrecht/Lunetten. Daar is een verbinding te maken met Randstadspoor en de

snelwegen A27 en A20. Een mogelijke volgende halte ligt in de buurt van Oude Rijn/De Meern. Vanaf Utrecht vervolgt de RandstadRapid zijn weg via de A12 en A20 richting Rotterdam, waar op de kruising van deze snelwegen met de Rijn-Gouwelijn een halte kan komen. In Rotterdam denkt het Consortium aan een terminal nabij station Alexander en de A16. Via onder-tunneling van de Rotte is het centraal station van de havenstad te bereiken. Dit is de enige binnenstad die de zweftrain zal aandoen. 'Rotterdam CS wordt op dit moment gerenoveerd, wat goed uitkomt voor de inpassing van de RandstadRapid', vertelt Martin van Pernis,

voorzitter van het Consortium Transrapid Nederland. 'Op enkele plaatsen zal een rangspoor opgeofferd moeten worden, maar dat is te overzien. We zijn wel aan het onderzoeken of een combinatiespoor voor magneet- en gewone trein mogelijk is, want de profielbreedte van beide systemen zijn even groot. In de betonplaat van de maglev komt dan rails,

zodat de trein over hetzelfde traject kan rijden. De voor de trein noodzakelijke bovenleidingen zitten de zweftrain niet in de weg.' Vanaf Rotterdam CS rijdt de RandstadRapid langs Delft richting het Prins Clausplein in Den Haag. Vanaf dit drukke plein loopt de magneetzwefbaan via Leiden langs de A4 weer terug naar luchthaven Schiphol.



CONSORTIUM TRANSRAPID NEDERLAND

ELKE DAG WEER SLUITEN WE MASSAAL AAN IN DE file. We kijken niet meer op van meldingen van meer dan twintig files met een gezamenlijke lengte van honderden kilometers. Volgens de Verkeersinformatiedienst is er sprake van een 'reguliere' spits bij files met een totale lengte tot 225 km; alle knooppunten staan dan vast. 'Vanochtend heb ik vijf kwartier gedaan over een afstand van 25 km', vertelt Martin van Pernis, voorzitter van het Consortium Transrapid Nederland en bestuursvoorzitter van Siemens Nederland. 'Die file werd niet eens gemeld op de radio. Dat is toch niet normaal? We moeten er niet aan wennen dat we dagelijks zo veel tijd verliezen. We zullen grote stappen moeten nemen om het mobiliteitsprobleem in Nederland aan te pakken.'

Het Consortium Transrapid Nederland, een samenwerkingsverband van Siemens Nederland, ABN Amro, Koninklijke BAM Groep, Ballast Nedam en Fluor, denkt de oplossing voor het fileprobleem in de Randstad te hebben gevonden in de aanleg van een magneetzwefbaan. De hoogfrequente, supersnelle trein moet de steden Amsterdam, Almere, Amersfoort, Utrecht, Rotterdam, Den Haag en luchthaven Schiphol met elkaar verbinden (zie kader). Met een snelheid van 350 km/h rijdt deze RandstadRapid over het 200 tot 230 km lange traject. Een ritje van Amsterdam naar Den Haag kost dan achttien minuten, de afstand tussen Rotterdam en Utrecht overbrugt de trein in zeventien minuten. Reizigers kunnen het complete 'Rondje Randstad' met veertien haltes binnen een uur en een kwartier afleggen.

'Vanochtend heb ik vijf kwartier gedaan over een afstand van 25 km'

CAPACITEIT

In de spits vertrekt elke zes minuten in beide richtingen een zweftrain, die bij een minimale configuratie met drie treindelen plaats biedt aan ongeveer driehonderd passagiers. Dat brengt de minimumvervoerscapaciteit van de RandstadRapid op drieduizend reizigers per uur per richting.

Het traject loopt voor 90 % langs de snelwegen in de Randstad. Bij speciaal aangelegde terminals krijgt de forens de gelegenheid zijn auto achter te laten en over te stappen op de magneetzweftrain. De trein rijdt vervolgens met hoge snelheid langs de files. 'Het systeem promoot zichzelf', stelt Van Pernis. 'Een automobilist die stilstaat in de file, ziet elke zes minuten die trein langs flitsen. Maar als het zelfs lukt een keer de maximumsnelheid aan te houden, dan nog vliegt de RandstadRapid drie- of viermaal zo snel voorbij.'

Dit geschetste beeld van de magneetzweftrain of maglev klinkt fantastisch, maar is zo'n supersnelle OV-verbinding wel de oplossing voor de files in de Randstad?

'De rol van de maglev in het reduceren van het fileprobleem wordt in het voorstel voor een 'Rondje Randstad' schromelijk overschat', stelt prof.ir. Ben Immers, senioradviseur bij TNO Mobiliteit en Logistiek en als hoogleraar Verkeer en Infrastructuur verbonden aan de Katholieke Universiteit Leuven. 'Een sneller vervoerssysteem is weliswaar een stimulans voor meer mobiliteit, maar dat betekent niet noodzakelijk een beperking van de congestie. Reizigers gaan langere afstanden overbruggen, omdat verder afgelegde plaatsen beter bereikbaar zijn. Maar of automobilisten overstappen op het openbaar vervoer, dat blijft de vraag. Van de huidige P+R-stations (Park and Ride-red.) zijn er slechts een paar succesvol. De meeste lopen niet zo goed.' De koppeling tussen auto en openbaar vervoer is kortom de zwakke plek in het 'Rondje Randstad'.

SCHUIFPUZEL

Van Pernis onderkent dat een soepel verloop van het overstappen van auto op de RandstadRapid cruciaal is voor het succes van de magneetzweftrain. Maar juist daarom dienen de terminals op de knooppunten van de autosnelwegen te komen. Hij denkt met een volledig geautomatiseerde parkeergarage snel en veilig veel auto's te kunnen accommoderen. Bij een volautomatisch parkeersysteem plaatst een automobilist zijn wagen in een zogeheten overnameruimte. Als hij daar zijn auto achterlaat, parkeert het systeem de wagen. 'Ik vergelijk dit mechanisch parkeren altijd met de schuifpuzzeltjes die verzekeringsmaatschappijen vroeger verstrekten. In zo'n garage is elk schuifje een parkeerplek. In de hoeken zit een lift, zodat auto's driedimensionaal kunnen worden geparkeerd. Het is een manier om op weinig ruimte veel auto's veilig te parkeren. Siemens heeft een me-

chanisch parkeersysteem ontwikkeld. Op een simulatie werden 26 auto's gelijktijdig geparkeerd. We hebben uitgerekend dat we met 26 schuifjes duizend auto's kwijt kunnen. Door het systeem te koppelen aan de OV-Chipkaart kan de parkeergarage een teken krijgen als de forens aan zijn terugreis begint. Bij aankomst heeft de reiziger zijn auto binnen twee minuten terug.'

Andreas Guip van Autopark Parking Solutions dat ongeveer 900 mechanische parkeerplekken in Nederland heeft aangelegd, raadt het gebruik van een schuifpuzzelsysteem sterk af. 'Ik zou zo'n systeem hiervoor absoluut niet gebruiken, want dat is te langzaam. Die twee minuten lukt misschien met de eerste auto, maar bij de laatste moet je toch tien minuten tot een kwartier rekenen. Ook is de installatie te storingsgevoelig.'

Volgens Guip is voor een garage met duizend parkeerplaatsen wel een shuttlesysteem in te zetten. Dit apparaat pakt een auto op en zet die in een grote schappenkast. Het bekendste voorbeeld, en met achthonderd plaatsen ook de grootste, staat bij de Volkswagenfabriek in Wolfsburg. 'Technisch is dit mogelijk, maar wordt zo'n garage ook gebruikt? Om de overstap van auto op trein zo aantrekkelijk mogelijk te maken mogen de parkeerkosten niet te hoog oplopen. Met een volautomatisch systeem zijn hoge kosten gemoeid, alleen systeemtechnisch al ongeveer 10 000 euro per plaats en daar komt per maand twintig tot dertig euro onderhoudskosten bij. Welke automobilist wil zoveel investeren in een parkeerplaats? In plaats van een volautomatische garage met zeer hoge investeringskosten zou ik gewoon een maaiveldparkeerplaats of een parkeerdek aanleggen.'

Van Pernis ziet het probleem anders: 'Automatische parkeersystemen bestaan nog niet zo lang. De technologie zit nog aan het begin van zijn leercurve. Deze systemen worden nog een stuk beter en goedkoper. Afgezet tegen het tijdverlies en de daarbij opgelopen economische schade is 10 000 euro helemaal geen grote investering; mensen die een huis kopen met parkeervoorziening betalen veel meer.'

LOCATIE

Ir. Jeroen Schrijver, adviseur bij TNO Mobiliteit en Logistiek, houdt zich onder andere bezig met het ontwerp van multimodale vervoersknooppunten als P+R-terreinen en transferia. 'De lo-

catie van het overstappunt en de kwaliteit van het vervoermiddel zijn absoluut bepalende factoren voor het succes', vertelt Schrijver. 'Het transferium moet op de route van de forens liggen, want omrijden is geen optie. Op die plaats moet doorgaans een file staan, zodat de automobilist naar een oplossing zoekt. Dat alternatief, in dit geval de magneetzweftrain, moet met een groot bord staan aangekondigd. Frequente reistijden en de zekerheid op een parkeerplaats zijn andere voorwaarden om een impulsieve overstap mogelijk te maken. Als mensen denken dat ze met een ander vervoermiddel tijdswinst boeken, stappen ze wellicht over. Maar anders doen ze dat niet.'

Het traject van de RandstadRapid loopt langs drukke snelwegen, waar vaak files staan, dus in principe liggen de terminals op gunstige plaatsen. Ook rijdt de magneetzweftrain vaak genoeg, zodat het missen van een trein geen belemmering vormt. De voorzieningen in een terminal spelen volgens Schrijver een minder belangrijke rol: 'Natuurlijk neemt een automobilist nooit meer de maglev als in zijn wagen is ingebroken en als hij lang op een aansluiting moet wachten. Maar een goed uitgerust overstappunt hoeft geen succes te zijn.' Als voorbeeld noemt Schrijver de Rotterdamse P+R-locatie Kralingse Zoom. 'Ondanks de krappe parkeerplekken, het verzakte parkeerterrein en het feit dat een automobilist een trap op en af moet voor hij op het perron is, staat het terrein in het weekend altijd vol. Het gratis parkeren, de lange rijen bij de parkeergarages in het Rotterdamse centrum en de metro waarmee bezoekers binnen tien minuten middenin de Koopgoot staan, zijn voldoende om dit overstappunt tot een succes te maken.'

Andere belangrijke factoren zijn de 'belevingsaspecten'. 'Welke loopafstand acceptabel is, is bijvoorbeeld moeilijk te bepalen. Op een vliegveld mag die veel groter zijn dan op een klein station.

Lees verder op pag. 30

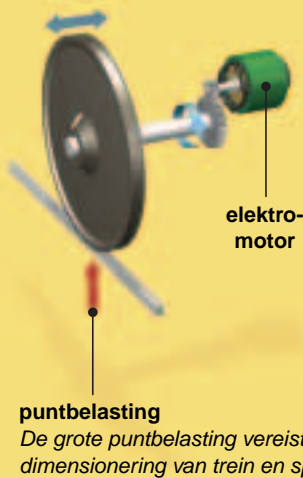
Traject	volgens NS-dienstrekening	naam RandstadRapid	verschil
Amsterdam Zuidas - Almere	26 min	10 min	16 min
Amsterdam Zuidas - Den Haag	40	18	22
Amersfoort - Utrecht	14	7	7
Utrecht - Rotterdam CS	37	17	20
Rotterdam CS - Den Haag	21	9	12
Rotterdam CS - Leiden	29	15	14
Leiden - Amsterdam Zuidas	27	12	15

Verskil in reistijden volgens de huidige NS-dienstrekening en de RandstadRapid. In Almere, Amersfoort, Utrecht, Leiden en Den Haag komt de magneetzwefbaan niet aan op het centraal station, maar op de nabijgelegen snelweg.

Het traject van het Rondje Randstad.

ELEKTRONICA IN PLAATS VAN MECHANICA

Bij de traditionele spoorbaan dragen de rails en de wielen het gewicht van de trein, ze zorgen voor zijdelingse geleiding en brengen de aandrijf- en remkrachten over. De zware trein met grote as- en wielasten oefent een grote statische puntbelasting uit (circa 5000-8000 kg/cm²) op de rails waardoor bijvoorbeeld viaducten zwaar moeten worden uitgevoerd.



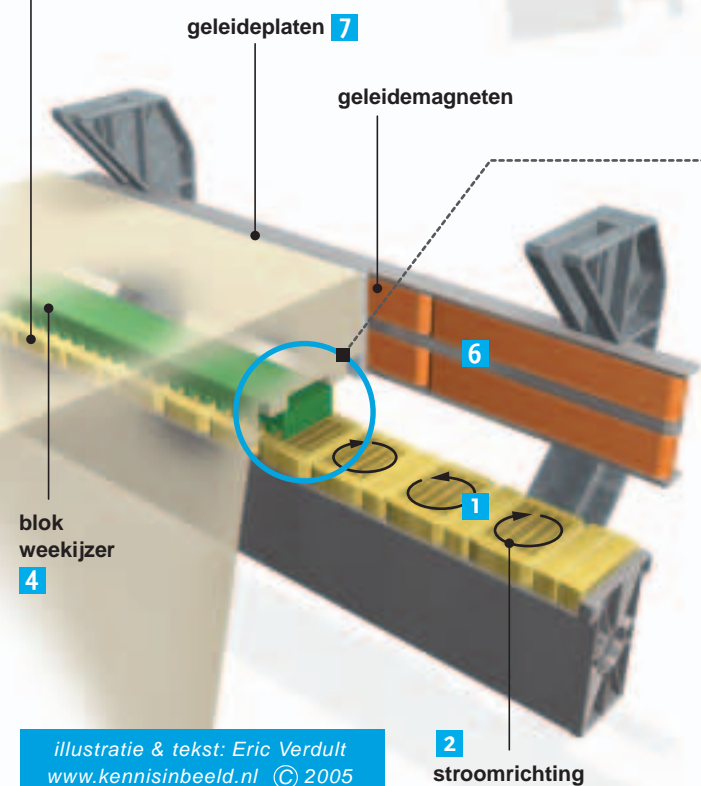
puntbelasting
De grote puntbelasting vereist zware dimensionering van trein en spoor.

De magneet zweeftrein Transrapid maakt gebruik van de aantrekkingskracht tussen elektromagneten onder de trein en ferromagnetische platen aan de onder- en zijkant van de baan. Het magneet zweefstelsel heeft geen wielen en geen transmissie en kent dus geen rolweerstand, wrijving en vrijwel geen slijtage. Door de gewichtsverdeling over de volle treinlengte heeft de magneet zweeftrein een zeer lage lijnbelasting (circa 0,7 kg/cm) en zijn de kosten voor de civiele ondersteuningsconstructie relatief laag. De magneet trein zweeft op basis van magnetische levitatie en wordt daarom ook maglev genoemd.

Zweven met hefmagneten

Aan weerszijden van de zweeftrein zijn aan onderkant over de volle lengte elektromagneten 1 aangebracht. Een stroom 2 door deze (afzonderlijk gestuurde) elektromagneten wekt magnetische velden 3 op, waardoor de trein een aantrekkende kracht uitoefent op het ferromagnetische blok 4 weekijzer aan de onderkant van de baan. Zodra de magnetische draagkracht de zwaartekracht overwint gaat de trein zweven. De stroom voor de hefmagneten (en de geleidemagneten) is afkomstig uit accu's 5 in de trein. Om te kunnen 'zweven' gebruikt de Transrapid minder energie dan de airconditioning aan boord.

hefmagneten



illustratie & tekst: Eric Verdult
www.kennisinbeeld.nl © 2005

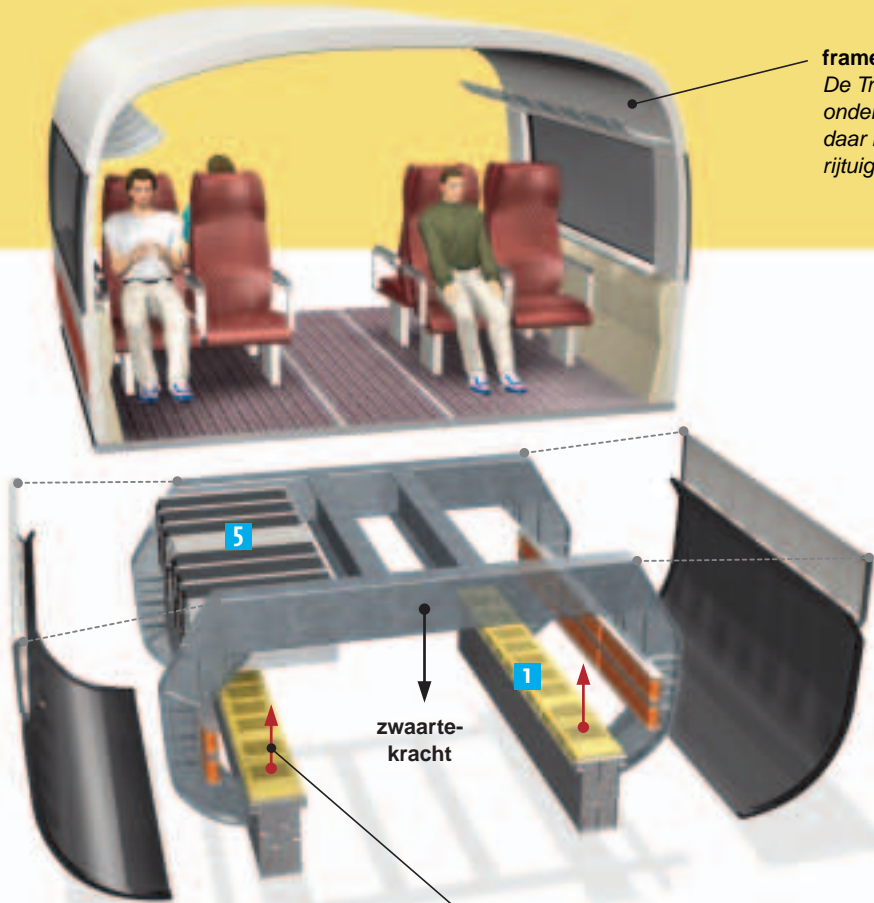
2 stroomrichting

Baan volgen met geleidemagneten

Aan de zijkanten van de trein zijn over de volle lengte elektromagneten 6 aangebracht die voor de zijdelingse geleiding zorgen. Een elektronisch systeem regelt de aantrekkende krachten van deze geleidemagneten zodat er steeds een luchtspleet van 10 mm aanwezig is tussen de trein en de ferromagnetische geleideplaten 7 langs de magneet zweefbaan.

frame met opbouw

De Transrapid bestaat uit een stalen onderstel met elektromagneten met daar bovenop een lichtgewicht rijtuigopbouw.



5 Accu's in de trein

In de hefmagneten zitten extra kabelwikkelingen die als lineaire generatoren werken. Secundaire velden die ontstaan door de groeven van de langstator (zie rechterpagina) induceren in deze spoelen een stroom. Het primaire magnetische veld trekt de trein vooruit. Als de trein beweegt wordt zo elektrische energie overgedragen en opgeslagen in accu's, die de draag- en geleidingsmagneten en alle elektrische apparatuur aan boord van stroom voorzien. In de buurt van stations leveren stroomrails op de baan energie aan de trein.

Sensoren

In de hefmagneten zitten inductieve sensoren om de afstand tussen de magneten en de baan te meten. Een regelsysteem past de sterkte van de opgewekte velden zo aan dat er een luchtspleet 10 mm boven de hefmagneten aanwezig is. De afstand tussen de bovenkant van de baan en de onderkant van de trein is dan 15 cm.

Japanse magneet zweeftrein

De Japanse zweeftrein, die alleen nog op een testbaan werkt, gebruikt tegengestelde magneetvelden om de trein op te tillen en te geleiden. De strooivelden zijn hier duizend keer sterker dan bij de Transrapid. Mensen met een pacemaker zullen de zweeftrein in Japan niet kunnen gebruiken.

STROOMSTORING

Bij een stroomstoring valt alleen het aandrijfsysteem van de Transrapid uit. De hef- en geleidemagneten worden van stroom voorzien door accu's aan boord van de trein. Zonder externe energie kan de trein een uur zweven. Tijdens normaal gebruik wordt geremd met de synchroommotor in de baan. Bij een storing wekken speciale remmagneten in de trein wervelstromen op om de trein af te remmen tot 10 km/h. De hefmagneten worden dan geleidelijk uitgezet waardoor de trein op remblokken over de baan gaat glijden. Binnen een paar meter staat de Transrapid stil.

magnetische velden

De sterkte van de magnetische velden van de magneet zweeftrein is vergelijkbaar met het magnetisch veld van de aarde en ligt ver onder de veldsterkte die wordt geproduceerd door een broodrooster of een televisie. Nadelige invloeden op pacemakers of bankpassen met magneetstrip zijn uitgesloten.

HISTORIE

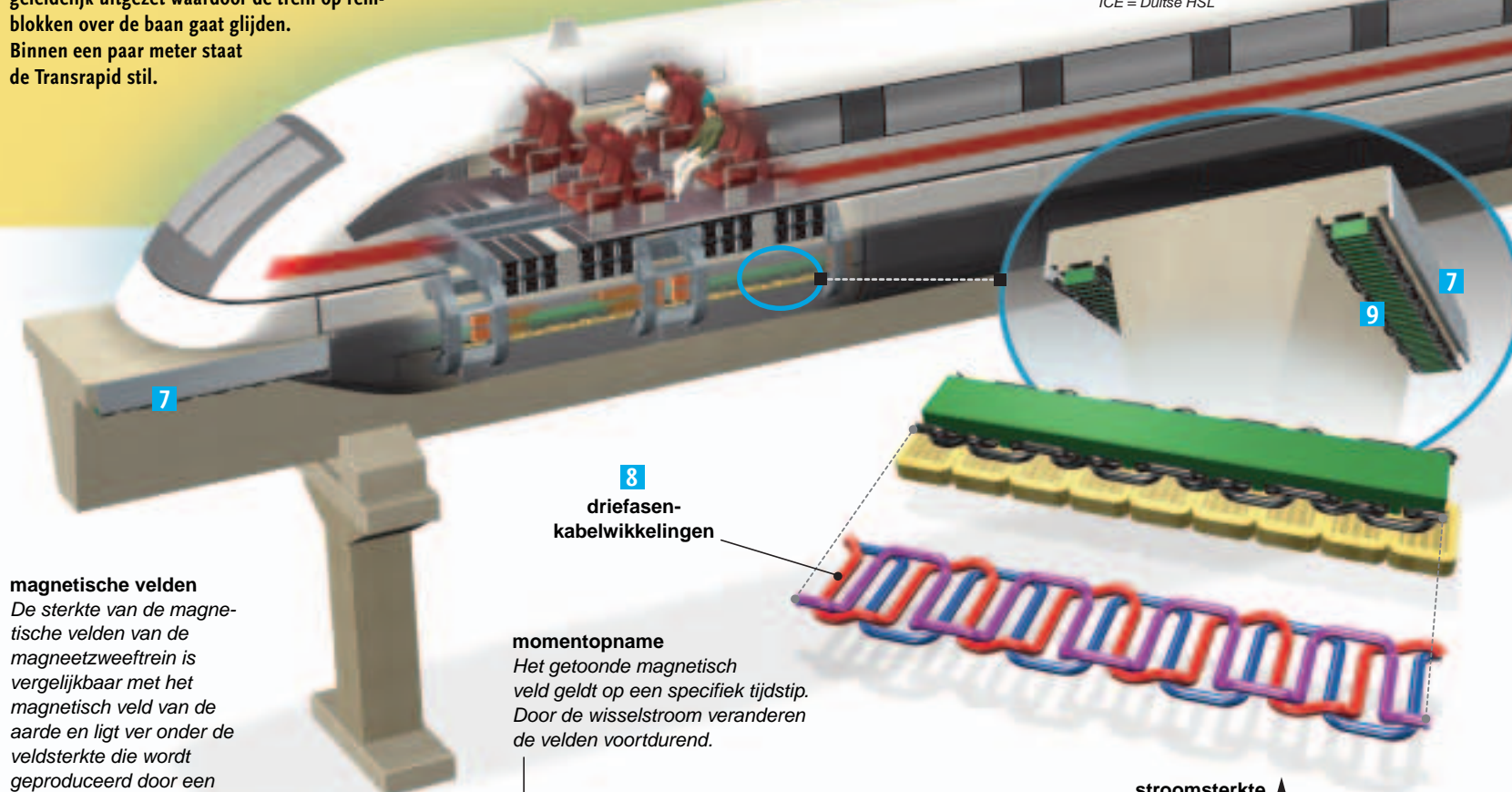
In 1934 verwerft Hermann Kemper een octrooi op het principe van de magneet zweefbaan. Sinds de jaren zeventig van de vorige eeuw is de zweeftechniek met steun van de Duitse overheid verder ontwikkeld. In 1981 is de bouw begonnen van een testbaan bij Lathen, even over de grens bij Ter Apel in Groningen. Op deze 31,5 km lange baan wordt inmiddels de achtste versie van de zweeftrein, de Transrapid-o8 getest. De baan is een populaire toeristische attractie. In Shanghai rijdt sinds 2003 de eerste commercieel geëxploiteerde magneet zweeftrein ter wereld tussen het internationale vliegveld en het zakencentrum Pudong. Het systeem is geleverd door Transrapid International, een consortium van Siemens en ThyssenKrupp. De Transrapid overbrugt elke 10 minuten de afstand van 30 km in ruim 7 minuten.

SLECHT WEER GEEN BEZWAAR

De Transrapid heeft weinig last van het weer. De aandrijfcomponenten van de Transrapid onder de baan zijn beschermd tegen sneeuw- en ijsafzettingen. De Transrapid heeft geen bovenleidingen die kunnen breken. De trein zweeft over een dunne laag sneeuw of bladeren heen. Bij windstoten tot 150 km/h functioneert de Transrapid probleemloos bij snelheden van 350 km/h.

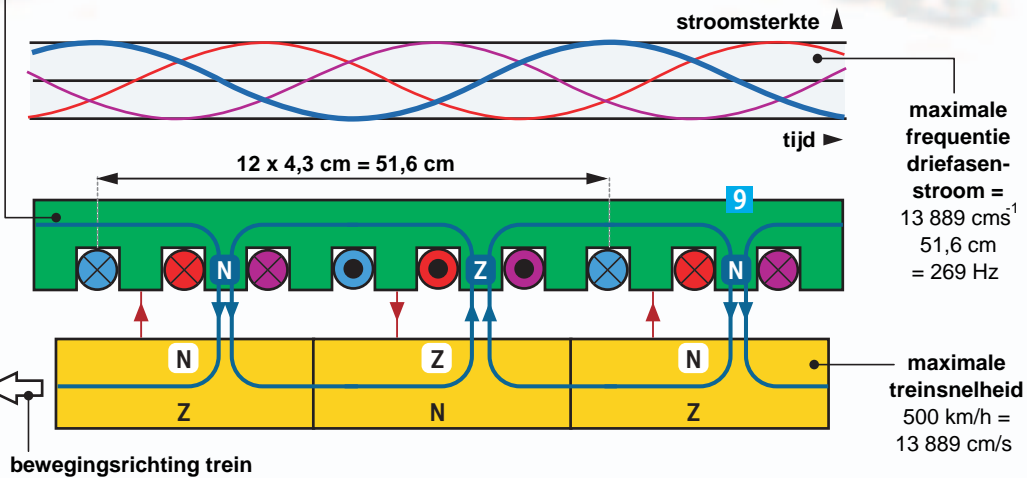
PRIMAIR ENERGIE-VERBRUIK PER STOEL (Wh/stoel-km)	
300 KM/H	
ICE 51	MAGLEV 33
400 KM/H	
MAGLEV 52	

ICE = Duitse HSL



momentopname

Het getoonde magnetisch veld geldt op een specifiek tijdstip. Door de wisselstroom veranderen de velden voortdurend.



Aandrijving met bewegend magneetveld

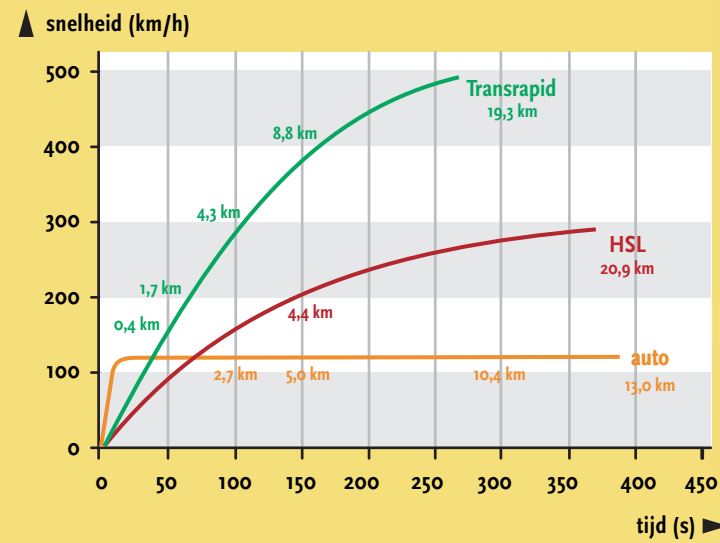
De Transrapid wordt met magnetische krachten aangedreven en afgeremd. Dit gebeurt met behulp van kabelwikkelingen (diameter 43 mm) 8 in groeven in het blok weekijzer onder de baan 9. Een stroompuls door de blauwe kabel wekt een magnetisch veld op (N Z) dat de hefmagneten afstoot. Een volgende puls door de rode draad duwt de hefmagneten nog een stukje verder. De wisselstroom op de driefasenwikkelingen genereert zo een verschuivend magnetisch veld dat de draagmagneten van de trein voortduwt. De frequentie van de wisselstroom bepaalt de snelheid van de trein.

De maximale frequentie van het bewegende magneetveld is 270 Hz. Het beschikbare vermogen van de Transrapid is per traject aanpasbaar door de stroom op te voeren. Door de stroomrichting door de statorraden en daarmee de richting van het magnetisch veld om te keren wordt de trein afgeremd. De werking van deze lineaire synchroom-motor is vergelijkbaar met een ronddraaiende elektromotor waarvan de stator is opengemaakt en uitgerold langs beide zijden van de baan. De hefmagneten in de trein functioneren hier als rotor.

HOGE ACCELERATIE

De Transrapid heeft een maximumsnelheid van 500 km/h. Bovendien heeft hij maar 5 km nodig om in minder dan 2 minuten vanuit stilstand tot een snelheid van 300 km/h te versnellen (de topsnelheid van een moderne HSL). Een moderne hogesnelheidstrein heeft daar ongeveer 28 km voor nodig. De magneet-zweeftrein is daarom ook op korte afstanden goed inzetbaar.

De maximale versnelling van 1 m/s^2 zorgt dat de Transrapid voor de treinreizigers comfortabel. Zij hoeven geen gordels te dragen en kunnen vrij door de trein lopen.



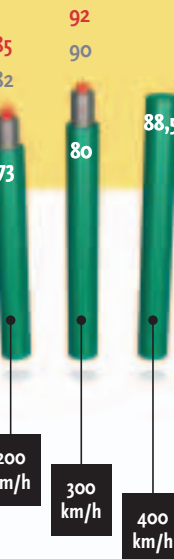
KENGETALLEN TRANSRAPID	
TREINLENGTE	128 m
ZITPLAATSEN	446
VERMOGEN	25 MW
TOPSNELHEID	500 km/h

KENGETALLEN VOERTUIGSECTIE	
LEEG GEWICHT	53 ton
NUTTIGE LAST	15 ton
AANTAL STOELN	
EIND SECTIE	92
MIDDEN-SECTIE	126

RELATIEF STIL

De Transrapid kent geen frictie- of aandrijfgeluid. Vanaf snelheden van 250 km/h is het geluid van de luchtstroom langs de trein te horen. De geluidsniveaus van een passerende Transrapid (80 dB) op 25 m afstand op een verhoogde baan zijn bij 300 km/h lager dan van andere treinsystemen als ICE en TGV. Bij 400 km/h is het geluidsniveau van de Transrapid net iets lager (88 dB) dan dat van de ICE bij 300 km/h (90 dB). Het achtergrondgeluid van stadsverkeer is circa 80 dB.

■ = Transrapid
■ = ICE (Duitse HSL)
■ = TGV



civiele constructie magneetzwefbaan

De magneetzwefbaan kan ondergronds, op maaiveld of verhoogd worden uitgevoerd. Een gelijkvloerse zweefbaan **1** in de middenberm is ideaal voor inpassing in bestaande verkeersroutes. Met een verhoogde zweefbaan **2** kan het aanwezige grondgebruik, landbouw of verkeer, ongehinderd doorgaan. Verhoogde baanconstructies zijn uitvoerbaar in staal, beton of een combinatie hiervan. Doordat de motor van het Transrapid-systeem in de baan zit en niet in het voertuig zijn relatief lichte draagconstructies voldoende sterk, waardoor de kosten van bijvoorbeeld bruggen en viaducten relatief laag zijn. Een open vakwerkconstructie op slanke pilaren past ook beter in het landschap dan traditionele zware betonnen constructies.

variabele pilaarhoogte
2,2 - 20 m

ONDERHOUD

De onderhoudskosten van de magneet-zweeftrein, personeel en energie, liggen volgens het Transrapid Consortium circa de helft lager dan die van vergelijkbare HSL-treinsystemen. Dankzij de contactloze en niet-slijtage gevoelige technologie vindt nauwelijks slijtage aan zweefbaan of apparatuur plaats en beperkt het onderhoud zich grotendeels tot de civieltechnische constructie. Daar zijn geen puntbelastingen op de baan waardoor er minder hoge spanningen optreden in de constructie. Volgens het consortium zijn de investeringskosten voor een complete Transrapid magneetzwefbaan vergelijkbaar met die voor een hogesnelheidstrein.

overspanning maximaal 31 m

elektronisch regelsysteem

De Transrapid rijdt zonder machinist. De zweeftrein wordt volledig centraal aangestuurd door een automatische besturing. Dit controlesysteem bewaakt de bewegingen van het voertuig en de bediening van de wissels. De positie van elk voertuig is op ieder moment bekend door een detectiesysteem in de trein dat locatiepunten in de baan herkent. Radiomasten langs de route zorgen voor data-uitwisseling **3** met de trein.

motorsectie ingeschakeld

De statormotor in een baansectie (een sectie is enkele honderden m lang) wordt alleen bekrachtigd **4** wanneer de trein voorbijkomt.

middenafstand magneetzwefbaan
4,4 m bij snelheden tot 300 km/h, en vanwege luchtdrukgolven, 5,1 m bij snelheden tot 500 km/h.

lengte eindsectie
27 m

hoogte
4,2 m

minimaal twee secties

De Transrapid bestaat uit minimaal twee en maximaal tien secties met elk negentig zitplaatsen. Het voertuig is bijzonder veilig: het kan praktisch niet ontsporen omdat het zich om de magneetzwefbaan heengrijpt, botsingen zijn uitgesloten en de Transrapid heeft geen brandstof aan boord.

standaard balkafmeting 6,2 m

botsingen magneetzwefbaan

Een frontale botsing tussen Transrapid is onmogelijk omdat treinen in tegengestelde richting op verschillende banen zweven. Het centrale besturingssysteem zorgt bovendien dat kop-staartbotsingen niet optreden. Allereerst is er de langstatormotor die treinen in hetzelfde vak met hetzelfde synchrone magneetveld met dezelfde snelheid meesleept. Daarnaast wordt de afstand tussen twee voertuigen automatisch geregeld en bewaakt. Als een naderende trein een snelheidslimiet overschrijdt **5** stelt het systeem automatisch de aandrijfstrøm in de tussengelegen zones buiten werking **6** en activeert de wervelstroomremmen in de trein.

kleine baanromming

De baan van de Transrapid heeft een maximale kanteling van $12-16^\circ$ waardoor de trein een kleinere bocht kan maken bij hogere snelheden in vergelijking met conventionele treinen met rails. De minimale baanromming is 350 m (radius). Bij 500 km/h is de kromming 4415 m.

HELLING

Door zijn relatief lichte gewicht kan de zweeftrein probleemloos hellingen van meer dan 12% overbruggen. Een conventionele trein kan met zijn grote gewicht maximaal 2-4% bedwingen. Omdat het aandrijfsysteem grotendeels in de magneetzwefbaan is aangebracht hoeven Transrapid-voertuigen niet het volledige motorvermogen te bezitten dat nodig is om piekbelastingen te leveren. Op steile hellingen worden zwaardere statorspoelen met grotere stroomsterktes en een groter vermogen gebruikt dan op vlakke trajecten.

Illustratie & tekst: Eric Verdult
www.kennisinbeeld.nl © 2005

120 AUTO'S IN TIEN MINUTEN

De grootste koppeling tussen auto en openbaar vervoer is te vinden bij de Kanaaltunnel, die het Franse Calais met Folkstone in Groot-Brittannië verbindt. Door de 50 km lange tunnel rijden behalve goederen- en hogesnelheidstreinen ook pendeltreinen voor auto's en bussen.

Een pendeltrein bestaat uit twaalf dubbeldek wagons voor auto's. Per dek kunnen vijf wagens staan. 'In de trein passen 120 personenwagens', vertelt woordvoerder Anne Leva van Eurotunnel, het bedrijf dat de tunnel beheert en exploiteert. 'Die auto's kunnen in tien minuten de trein inrijden en ook weer verlaten.'

De auto's staan voor vertrek opgesteld in rijen op een verzamelterrein. Vanaf dit terrein rijden de

automobilisten zelf hun wagen het perron op en vervolgens via de achterkant van de trein aan boord. In de trein vormen de personenwagens een lange rij. Bij aankomst aan de andere kant van het Kanaal kunnen de auto's de trein gemakkelijk en snel verlaten en hun weg direct vervolgen over de snelweg. Zowel het boven- als het benedendek van de wagons wordt gelijktijdig in- en uitgeladen. 'We halen tijdwinst uit de manier van in- en uitrijden', aldus Leva. 'Bovendien hoeven passagiers hun auto niet te verlaten. Het kan wel, maar aan boord van de trein is eigenlijk niets te beleven.'

www.eurotunnel.com



Passagiers rijden hun auto direct vanaf het perron aan boord van de pendeltrein door de Kanaaltunnel tussen Frankrijk en Groot-Brittannië.

Om de afstand tussen de auto en de vertrekhal van Schiphol te overbruggen is busvervoer zelfs geaccepteerd, terwijl reizigers bij een buurtstation het liefste op het perron willen parkeren. 'Het transferium Amsterdam Arena is een mooi voorbeeld van hoe de belevingswaarde van reizigers kan veranderen. 'In het begin vonden reizigers de metro, die op ongeveer 500 m van de parkeergarage ligt, te ver weg. Sinds woonboulevard Villa Arena zich op het braakliggende terrein tussen garage en metrostation heeft gevestigd, is dit een populair overstappunt.'

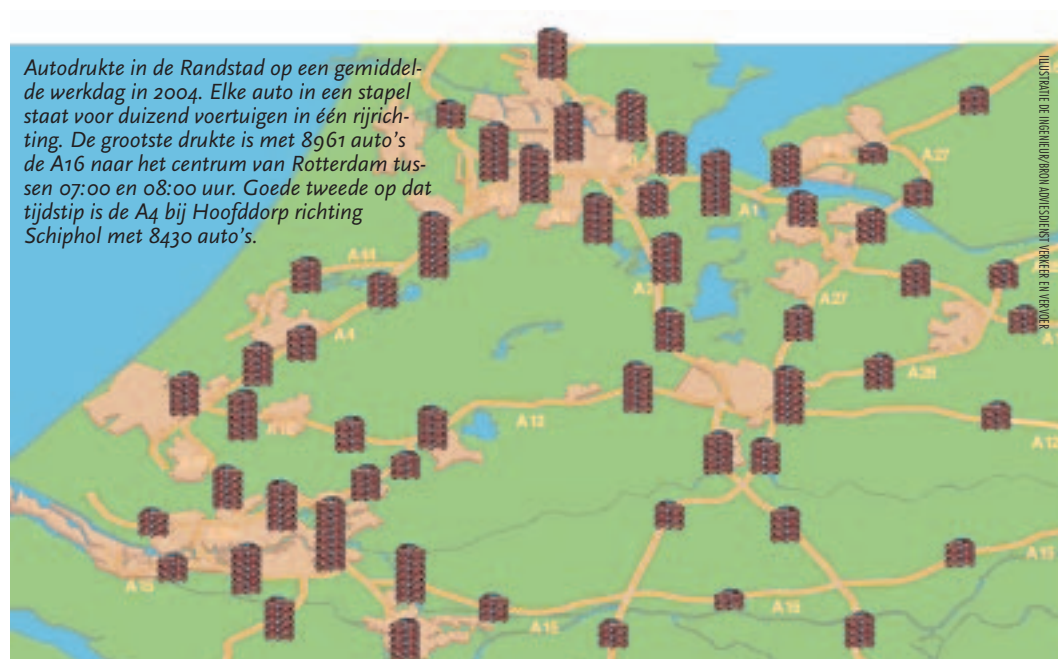
NATRANSPORT

Schrijver maakt zich vooral zorgen over het natransport. 'Het probleem zit echt niet in het naar het station van de magneetzweeftrein rijden, het achterlaten van de auto en het in- en vervolgens weer uitstappen. Maar hoe moet de reiziger dan verder? De grote zwakte van dit vervoerssysteem is dat er geen aansluiting is op het bestaande openbaar vervoer.'

Consortiumvoorzitter Van Pernis is het hier absoluut niet mee eens. 'Mensen die deze kritiek uiten, bedoelen dat de RandstadRapid niet naar de bestaande stations in de stadscentra gaat. Maar dat is juist de bedoeling. Die stations zijn gebouwd in 1850, toen we nog geen auto hadden en we de trein gewoon te voet konden bereiken. Inmiddels zijn die stations in de binnenstad niet meer bereikbaar, zeker niet als iemand in de periferie van de stad

woont. We moeten dus nieuwe stationslocaties zoeken langs de snelweg die een goede verbinding hebben met de oude stations. Daarom moet de RandstadRapid worden gekoppeld aan alle nieuwe initiatieven om het openbaar vervoer te verbeteren, zoals de Rijn-Gouwelijn, Randstadrail (Rotterdam, Den Haag, Zoetermeer), Randstadspoor (regio Utrecht), Stedenbaan (Den Haag, Rotterdam, Dordrecht, Gouda) en Regionet (regio Amsterdam). Het door ons geplande rondje kruist deze systemen, die vervolgens zorgen voor het natransport. De magneetzweefbaan is een snelweg voor het openbaar vervoer.'

Als voorbeeld voor een mogelijke locatie noemt Van Pernis het nieuwe station Den Haag Ypenburg vlakbij het drukke Prins Clausplein. 'Daar sluit de RandstadRapid aan op Randstadrail, de trein en een tramlijn.' Op plaatsen waar de magneetzweeftrein geen aansluiting vindt op de bestaande OV-systemen, kan een snelle busverbinding wellicht uitkomst bieden. De lijndienst van het Gemeentelijk Vervoerbedrijf Utrecht (GVU) tussen Utrecht CS en De Uithof, de campus van de Universiteit Utrecht, kan als voorbeeld dienen. GVU zet in de spits dubbel gelede bussen in met een lengte van ongeveer 25 m, die plaats bieden aan 150 passagiers. De bussen rijden om de twee à drie minuten als sneldienst en stoppen niet op tussenliggende haltes.



Autodrukke in de Randstad op een gemiddelde werkdag in 2004. Elke auto in een stapel staat voor duizend voertuigen in één rijrichting. De grootste drukte is met 8961 auto's de A16 naar het centrum van Rotterdam tussen 07:00 en 08:00 uur. Goede tweede op dat tijdstip is de A4 bij Hoofddorp richting Schiphol met 8430 auto's.

'CITO DEKT ALLE REISBEHOEFTEEN AF'

Ook het Nederlandse bedrijf Small Advanced Mobility (SAM) heeft een oplossing van het fileprobleem bedacht. Het Cito Dual Mode-systeem (CDM) wil de automobilist niet uit zijn wagen en in het openbaar vervoer krijgen, maar heeft een geheel nieuw type auto bedacht.

Deze cito, een samentrekking van city en auto, heeft een lengte van 3,5 m, een breedte van 1,1 m en is 1,4 m hoog. Het meest innovatieve aan dit hybride voertuig is de combinatie van handmatige en automatische besturing (dual mode). 'Met CDM kan de automobilist in de stad zelfstandig rijden met een maximumsnelheid van 70 km/h', vertelt ir. Dirk van

Sambeek, directeur van SAM. 'De doorstroming binnen steden is nog relatief goed. De bottleneck bevindt zich tussen de steden, omdat vanwege de beperkte infrastructuur files ontstaan. Met additionele CDM-infrastructuur zijn deze knelpunten op te lossen.'

Langs snelwegen nemen speciaal aangelegde banen het besturen van het voertuig over, die de cito automatisch voortbewegen met een snelheid van 110 km/h. 'Door de voertuigen automatisch te geleiden kunnen forenzen hun reistijd nuttig besteden en ontstaat een

betere doorstroming. Abrupt remmen bijvoorbeeld komt met dit systeem niet meer voor. Ook het in- en uitvoegen wordt geoptimaliseerd. De voertuigen kunnen hierdoor dicht op elkaar rijden. Tussen twee auto's op de snelweg zit normaal 1,8 s. De sensoren en het remsysteem van de cito hebben 0,5 s nodig om te reageren op gebeurtenissen. Rekening houdend met een veiligheidsmarge bedraagt de



De cito is met een lengte van 3,5 m en een breedte van 1,1 m een stuk kleiner dan een normale personenauto.

KENGETALLEN	
NAAM	Cito
LENGTE	3,5 m
BREEDTE	1,1 m
HOOGTE	1,4 m
AANDRIJVING	40 kW parallel hybride
KOSTEN	€ 20-50 000
MAXIMUMSNELHEID	70 km/h (handmatig) 110 km/h (automatisch)
ZITPLAATSEN	1+1

ZUIDAS

Goed natransport is volgens prof.ir. Frank Sanders, senior-consulent bij TNO Mobiliteit en Logistiek en hoogleraar Verkeer, Vervoer en Infrastructuur aan de TU Delft, niet voldoende om de RandstadRapid tot een succes te maken. Hij doelt op de stedelijke geografie: waar liggen de centra voor werken en uitgaan? 'Voorwaarde voor het succes van de magneetzwefbaan is dat een stad twee kernen heeft. De halte van de zweefrein zélf moet ook een bestemming zijn. Alleen Amsterdam is zo bezien klaar voor de komst van de RandstadRapid. De Zuidas is het economische hart en de Noord-Zuidlijn zorgt voor een goede verbinding met de historische binnenstad.'

Sanders vindt dat binnensteden een recreatieve bestemming moeten krijgen en dat een tweede pool de economische functie overneemt. Overheidsbeleid op het gebied van ruimtelijke ordening moet dit ondersteunen. 'Bouwen op knooppunten botst vaak met de al bestaande plannen van de gemeenten, maar als er op die locaties ook niet iets anders gebeurt, komt de magneetzwefbaan niet van de grond. De maglev is een prachtige techniek, maar op deze manier niet haalbaar.'

Van Pernis geeft aan dat ruimtelijke ontwikkeling in het plan van de RandstadRapid is meegenomen. Het aanhouden van de juiste volgorde is volgens de Siemens-topman wel van belang. 'We moeten beginnen met het creëren van een vervoersinfrastructuur en daaromheen ruimtelijke ontwikkeling realiseren.'

Ruimtelijk beleid rond stations doet denken aan het project Stedenbaan. Dit programma is gericht op het verbeteren van het

regionaal treinvervoer in de Zuidvleugel van de Randstad en het beter benutten van stationslocaties voor kantoor- en woningbouw. 'Stedenbaan leek te gaan lukken', stelt prof.dr. Henk Meurs, hoogleraar Mobiliteit en Ruimtelijke Ordening aan de Radboud Universiteit Nijmegen en directeur van adviesbureau MuConsult, 'maar bouwplannen rondom de stations blijken toch moeilijk realiseerbaar.'

BENUTTEN

'Het grote voordeel van de magneetzwefbaan voor de reiziger is de hoge snelheid', stelt Meurs. 'Daar staan echter forse voor- en natransporttijden tegenover. We moeten het bestaande systeem gewoon beter benutten.'

Ook de NS zien logischerwijs liever extra investeringen in het bestaande spoor dan de aanleg van een geheel nieuw traject. 'Wij hebben in samenwerking met ProRail en het ministerie een visie ontwikkeld op de toekomst van het spoorsysteem, Benutten en Bouwen genaamd', vertelt NS-woordvoerder Michel Huber. 'De overheid heeft voor de periode tot 2012 geld ter beschikking gesteld voor het wegwerken van de onderhoudsachterstand en het

afstand 1 s. Bij de capaciteitsberekeningen gaan we uit van 1,5 s.'

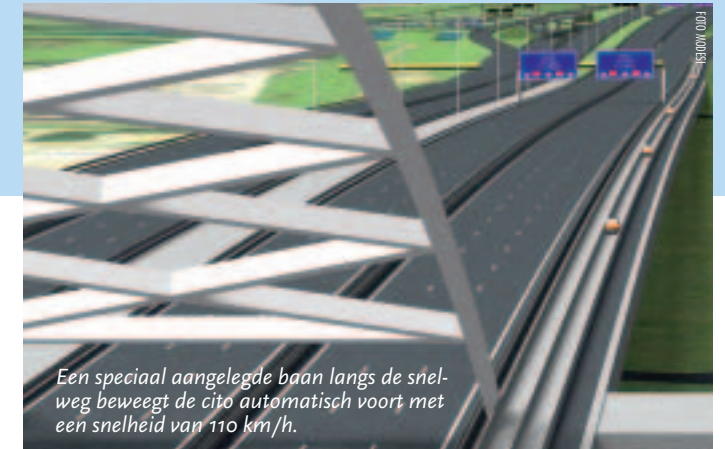
De baan heeft de vorm van een U-profiel en bestaat uit betonnen prefabelementen van 25 m lang, die op locatie aan elkaar zijn te koppelen. Deze modules zijn met een breedte van 1,6 m een stuk smaller dan de gewone snelweg die 3,7 m breed is. Door deze geringe breedte is de betonnen baan makkelijk in de bestaande infrastructuur in te passen. Adviesbureau Advin, een dochter van DuraVermeer en gespecialiseerd in infrastructuur, heeft onderzocht dat in de meeste gevallen geen fundering nodig is. 'De

cito is een licht voertuig, dus de constructie van de onderliggende infrastructuur hoeft ook niet zwaar te zijn', aldus ing. Wim Verkerk, hoofd van de afdeling Ruimte bij Advin.

In het autootje kunnen twee mensen achter elkaar zitten en is beperkte ruimte voor bagage. Van Sambeek. 'Ongeveer 95 % van de tijd wordt de auto gebruikt voor het vervoer van één persoon. Veel gezinnen hebben een tweede wagen, maar die is bedoeld voor de vakantie of bezoeken

aan opa en oma. Met een gewone auto en een cito zijn alle reisbehoeftes van een gezin afgedekt. De auto heeft nu voor de langere afstanden een marktaandeel van 90 % en het openbaar vervoer 8 %. Ik schat het potentiële gebruik van de cito voor trajecten van 10 tot 50 km op zo'n 30 tot 40 %.'

www.modesi.nl



Een speciaal aangelegde baan langs de snelweg beweegt de cito automatisch voort met een snelheid van 110 km/h.

verbeteren van het spoor. Door het spoor slimmer te organiseren is het mogelijk de capaciteit uit te breiden en het aantal reizigers met enkele tientallen procenten te laten groeien. Met het dusdanig grote bedrag dat nodig is voor de aanleg van de magneetzwefbaan, is de bestaande infrastructuur groots uit te breiden. Een verdubbeling van het aantal treinreizigers in de Randstad moet dan op de lange termijn mogelijk zijn.'

'Dat beter benutten horen we al jaren en toch zien de mensen elke dag dat het systeem tegen zijn capaciteitsgrenzen aanloopt', reageert Van Pernis. 'Wij hebben het niet over enkele tientallen procenten, maar over een kwantsprong. Een magneetzwefbaan vervoert per tijdseenheid meer mensen, omdat hij vaker kan *shuttelen* op het traject dankzij zijn grote acceleratie en kruissnelheid. Dat is de paradigmashift. Bovendien is de magneetzwefbaan goedkoper per kilometer dan conventioneel spoor, omdat de totale constructie lichter is. Vanuit de optiek van de individuele reiziger biedt de magneetzwefbaan zoveel tijdwinst dat dit ruimschoots opweegt tegen de tijd en moeite van het overstappen.'

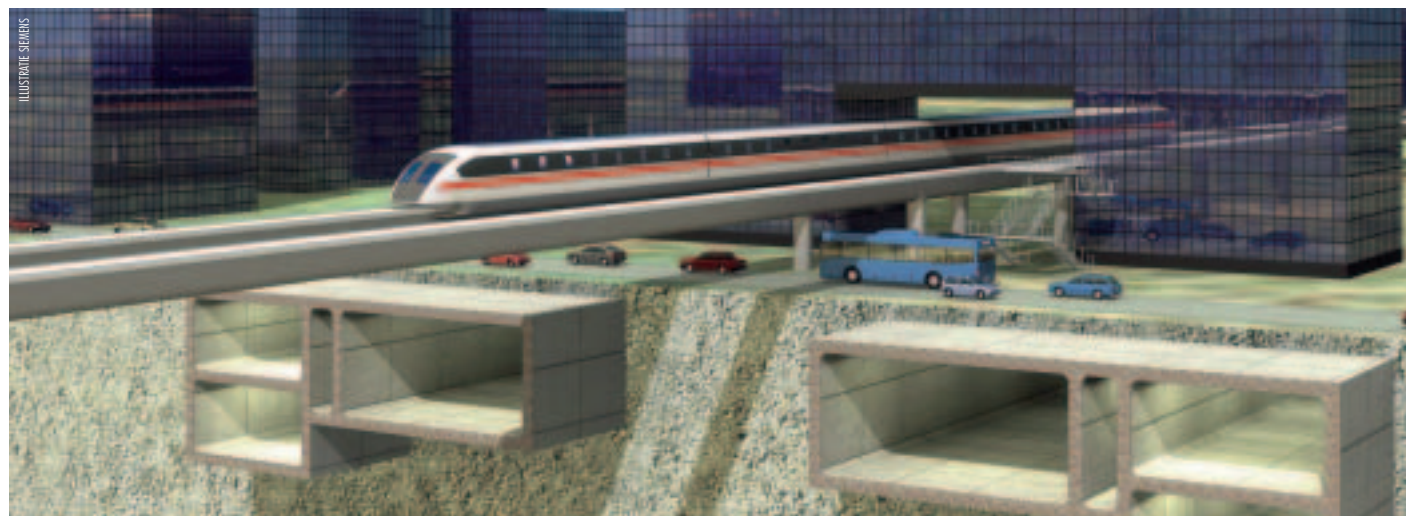
OV-SNELWEG

Uit de behandeling van de Nota Mobiliteit blijkt dat zowel minister Karla Peijs van Verkeer en Waterstaat als de Tweede Kamer wel wat zien in een 'Rondje Randstad'. Zij verstaan daar echter een snelle treinverbinding over het bestaande spoor onder. 'De minister heeft het voorstel van het Consorti-

um Transrapid in ontvangst genomen', vertelt woordvoerder Lisa Neves, 'maar het plan heeft voor ons geen status, omdat er geen financiële middelen voor zijn vrijgemaakt.' Het lijkt dus niet waarschijnlijk dat een snelle OV-verbinding door de Randstad de vorm van een magneetzwefbaan krijgt.

Toch blijft Van Pernis ervan overtuigd dat de magneetzwefbaan kan bijdragen aan de oplossing van het fileprobleem. 'De RandstadRapid is een aanvullend systeem. We ontkomen er niet aan om een OV-snelweg te creëren binnen het totale openbaar vervoer. Dat werkt nu namelijk veel te fragmentarisch. Op het gebied van mobiliteit lopen we zo achter de feiten aan dat we nu een grote stap moeten zetten. Critici reageren in het algemeen vanuit bestaande reflexen, kijken naar het verleden en zien vooral de problemen en onmogelijkheden, zoals het mislukken van de transferia. Het ontwikkelen van overstappunten die wél een succes worden, is daarmee niet onmogelijk. De techniek schrijdt immers voort en biedt nieuwe kansen. Vanuit dat perspectief willen we een dialoog aangaan.' ●

Inpassing van der magneetzwefbaan bij de Zuidas in Amsterdam, wanneer spoor en wegen onder de grond zijn gebracht.



INTERNETBRONNEN

www.verkeersinformatiedienst.nl

Actuele verkeersinformatie.

www.randstadrapid.nl

Website van het Consortium Transrapid Nederland.

www.transrapid.de

Meer informatie over de projecten van Transrapid in onder andere China en Duitsland.

www.transferia.nl

Website van Rijkswaterstaat met informatie over transferia in Nederland zoals locaties en gebruiksgegevens.

www.autopark.nl

Autopark Parking Solutions heeft sinds 1998 ongeveer 900 mechanische parkeerplekken in Nederland gerealiseerd.

www.vananaarbeter.nl

De Nota Mobiliteit, waarin de hoofdlijnen staan van het nationale verkeers- en vervoersbeleid voor de komende decennia.

www.zuidvleugel.nl

Het programma Stedenbaan Zuidvleugel, gericht op het verbeteren van het regionaal treinvervoer in de Zuidvleugel van de Randstad en het beter benutten van stationslocaties voor onder meer woningbouw.

www.randstadrail.nl

Drie railverbindingen en een snelle buslijn tussen Rotterdam, Den Haag en Zoetermeer.

www.randstadspoor.nl

Het toekomstige stadsgewestelijke treinvervoer in de regio Utrecht.

www.rijngouwelijk.nl

De geplande lightrailverbinding tussen Gouda, Leiden en de kust bij Katwijk en Noordwijk.

www.dro.amsterdam.nl

Regionet is een netwerk van hoogwaardig openbaar vervoer in de Noordvleugel van de Randstad over afstanden van 10 tot 40 km.