

Weg aan het werk

Een weg kan veel meer dan alleen over zich heen laten rijden. Ons uitgestrekte wegennet neemt zoveel ruimte in beslag dat het net zo goed extra functies kan krijgen. Hoog tijd om onze wegen aan het werk te zetten en optimaal te profiteren van asfalt en klinkers. **Door Francien Yntema**

1 Luchtzuiverende straatstenen

Efficiëntie 🚗
Haalbaarheid 🚗

Schadelijke gasen kun je wel degelijk aan de straatstenen kwijt. Klinkers die de lucht zuiveren zodra ze met verontreinigingen in aanraking komen, bestaan al. Althans, er zijn stenen die onder laboratoriumomstandigheden schadelijke stikstofoxiden (NOx) uit de lucht afbreken. Die stenen zijn bekleed met een laagje titaandioxide. Onder invloed van zonlicht breekt titaandioxide de stikstofoxiden af tot onschadelijke nitraatzouten, die met een regenbui wegspoelen. Op andere schadelijke uitlaatgasen en fijnstof, hebben de stenen geen grip.

‘De luchtzuiverende werking treedt ook op in de buitenlucht’, zegt Jos Brouwers, hoogleraar bouwmaterialen aan de Technische Universiteit Eindhoven. Brouwers concludeerde dat nadat hij de straatstenen in 2010 en 2011 testte op de Castorweg in Hen-

gelo. Daar waar de stenen waren bekleed met titaandioxide, zag hij de stikstofdioxideconcentratie in de lucht afnemen met gemiddeld 25%. Het onderzoek overtuigt echter niet alle experts. Daarom wil Brouwers een grootschaliger en langduriger experiment uitvoeren.

Het Nederlandse wegverkeer stoot jaarlijks miljoenen kilo's stikstofoxiden de lucht. Werk genoeg dus, voor die NOx-vretende straatstenen. Toch staat niet iedereen om de stenen te springen. Joost Wesseling, luchtkwaliteit-onderzoeker aan het RIVM, geeft aan dat de hoeveelheid stikstofdioxide in de lucht wordt gebruikt als maat voor de algehele luchtkwaliteit op die plek. Alleen stikstofoxiden wegvangen levert in dat licht niets op, omdat andere schadelijke stoffen gewoon in de lucht blijven hangen.

Wesseling: ‘De wettelijke normen voor de stikstofdioxideconcentratie zijn er dan ook niet alleen op gericht de hoeveelheid stikstofdioxide in de hand te houden. Ze moeten ervoor zorgen dat een heel spectrum aan schadelijke stoffen op een acceptabel niveau

blijft, waaronder roetdeeltjes en andere componenten uit het fijnstofmengsel. Die stoffen kunnen we niet allemaal afzonderlijk meten, omdat ze bijvoorbeeld te klein zijn of te moeilijk meetbaar.’

Je maakt het gezondheidsprobleem dus onzichtbaar wanneer je selectief stikstofdioxiden uit de lucht vist, aldus Wesseling. ‘Juridisch gezien ben je dan goed bezig, omdat je de norm niet meer overschrijdt. Maar het leidt niet tot gezondheidswinst, omdat andere schadelijke stoffen aanwezig blijven in de lucht. Bovendien creëer je een extra probleem, want we kunnen de concentraties van die stoffen (nog) niet betrouwbaar vaststellen.’

Brouwers ziet dat anders. ‘Als je de stikstofdioxideconcentratie onder de wettelijke norm kunt brengen, vind ik dat je dat moet doen. Ik vind het onverantwoord om te wachten met het aanpakken daarvan tot er technieken zijn die zowel stikstofdioxiden als fijnstof uit de lucht halen. Omdat stikstofoxiden ook een rol spelen bij het ontstaan van fijnstof, lijkt het mij helemaal zinvol om ze uit de lucht te halen.’





2 Zonnewegen

Efficiëntie 🚗🚗🚗
Haalbaarheid 🚗🚗🚗

Fietsen over zonnecellen? Dat kan vanaf volgend jaar in Noord-Holland. In de zomer van 2013 wil onderzoeksinstituut TNO in Krommenie een fietspad aanleggen waarin zonnecellen zijn verwerkt. Het fietspad is de eerste praktijkproef op weg naar TNO's toekomstdroom: elektrische voertuigen die tijdens het rijden draadloos zonne-energie oppikken uit het wegdek.

Om die energie op te wekken, ontwikkelt TNO de zogeheten SolaRoad, in samenwerking met de provincie Noord-Holland en de bedrijven Ooms Nederland en Imtech. De SolaRoad zal bestaan uit holle weggedelen van beton, die worden afgedekt met gehard glas of kunststof. Onder de afdekplaat ligt een optische laag die de invallende zonnestralen zodanig buigt dat ze precies op de daaronder gelegen zonnecellen vallen. Die zonnecellen wekken de energie op.

Voordat het fietspad in Krommenie daadwerkelijk wordt aangelegd, test en optimaliseert TNO prototypen van het wegdek. 'Wil je veilig op de weg kunnen rijden, dan moet die stroef zijn', zegt TNO-onderzoeker Sten de Wit. 'Daarvoor brengen we verschillende patronen aan in uiteenlopende materialen. Bovendien zoeken we nog naar de optimale balans tussen stroefheid en transparantie.'

Sommige wetenschappers zetten

vraagtekens bij glazen wegdekken. 'Ik vraag me af of het wegdek lang genoeg stroef blijft', zegt Martin van de Ven, universitair hoofddocent weg- en railbouwkunde aan de Technische Universiteit Delft. 'Het is al ontzettend lastig om asfaltwegen stroef te houden, omdat het verkeer het wegdek polijst. Ik kan me voorstellen dat dit bij een glazen wegdek nog moeilijker is.'

Volgens De Wit is dat inderdaad ingewikkeld. 'Bij normaal gebruik, wanneer er honderdduizend tot een miljoen banden overheen rijden, blijft ons proefwegdek goed stroef.'

'Met 4 vierkante meter zonneweg blijft de was van een gezin schoon'

Maar wanneer er bijvoorbeeld een veegmachine met stalen borstels overheen gaat, verdwijnt de stroefheid te snel. Dat proberen we nu in orde te maken.'

De betonnen behuizing van de weggedelen kan volgens Van de Ven ook problemen opleveren. 'In het westen van Nederland zakken wegen vaak een beetje weg in de zachte ondergrond. Asfalt is flexibel en buigt met die ondergrond mee, maar beton doet dat niet.'

De Wit wil dat probleem onderhouden door een goede fundering aan te leggen. 'Verder kunnen we

slimme aansluitingen op de weggedelen aanbrengen, die de elementen onderling verbinden en abrupte hoogteverschillen voorkomen', aldus De Wit.

De energie die de SolaRoad opwekt, gaat naar het elektriciteitsnet. De exacte opbrengsten moeten blijken uit de praktijkproef, maar volgens De Wits berekeningen zal de weg jaarlijks 50 kilowattuur per vierkante meter opleveren. 'Dat is bijna de helft van de 100 kilowattuur per vierkante meter die zonnecollectoren op het dak genereren', verklaart hij. Ter vergelijking: een wasmachine verbruikt per jaar gemiddeld 215 kilowattuur. In theorie kun je de was van een gezin dus schoonhouden met ongeveer 4 vierkante meter SolaRoad.

Waar kunnen we de zonnewegen na de proef in Krommenie verwachten? 'De weggedelen kunnen zowel op bestaande wegen als op wegfunderingen worden aangelegd', zegt De Wit. 'Maar het ligt het meest voor de hand om de SolaRoad te introduceren op locaties waar groot onderhoud nodig is of waar nieuwe wegen worden aangelegd.'

Op snelwegen zullen we de SolaRoad voorlopig niet zien, want de zonneweg voldoet niet aan de hoge eisen die daarvoor gelden. 'Dat is ook niet nodig', zegt De Wit. 'Snelwegen maken maar 5% uit van het wegoppervlak. Voorlopig richten we ons op fietspaden en daarna willen we de SolaRoad aanleggen op wegen in woonwijken.'

'Draadloos opladen moet binnen vijf tot tien jaar mogelijk zijn'



3 Draadloos auto's opladen

Efficiëntie 🚗🚗🚗
Haalbaarheid 🚗🚗

Na een rit van 150 kilometer is bij de meeste elektrische auto's de accu wel leeggereden. Even snel bijtanken is er niet bij, want de auto moet al gauw 20 minuten aan de laadpaal voordat de accu weer vol is. Dat maakt elektrische auto's minder geschikt voor lange afstanden. 'Ook de laadpalen hebben nog tekortkomingen', zegt Pavol Bauer, docent elektrotechniek aan de TU Delft. 'Ze nemen veel ruimte in beslag en ze zijn gevoelig voor vandalisme.'

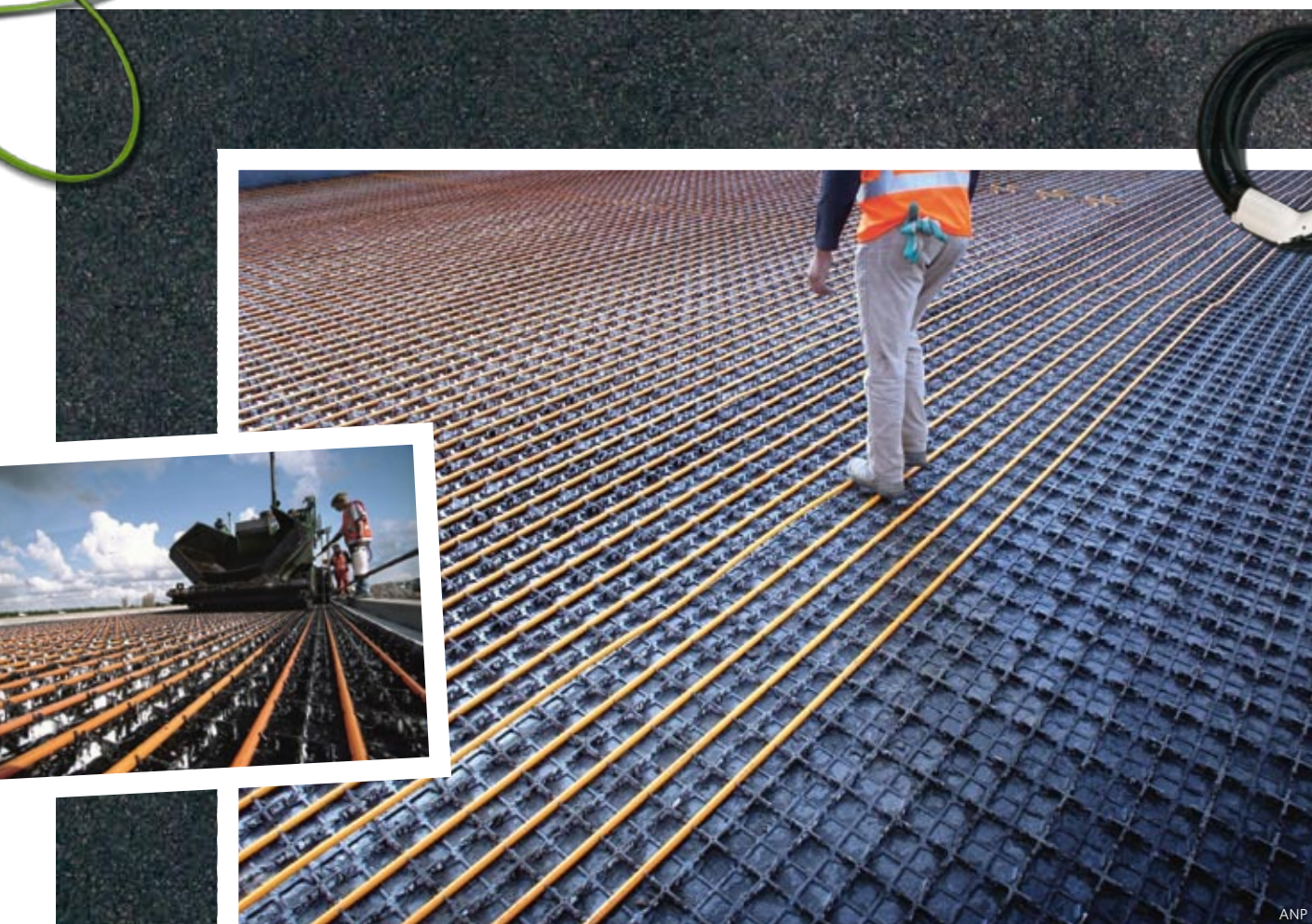
Wegen die elektrische auto's draadloos van energie voorziet, kunnen die tekortkomingen wegnemen. 'Draadloze laadsystemen die in parkeerplaatsen verzonken liggen, nemen weinig ruimte in', stelt Bauer, die aan zulke systemen werkt. 'Omdat je niets bijzonders aan het wegdek ziet, zijn die laadsystemen ook minder vandalismegevoelig. Als auto's ook tijdens het rijden kunnen opladen, kunnen ze bovendien langere afstanden afleggen zonder tussenstop.'

Draadloos opladen terwijl een voertuig stilstaat, is al mogelijk met modelauto's. Bauer gebruikt daarvoor een soort transformator die uit twee spoelen bestaat: één in het wegdek en één in de onderkant van de auto. Om de accu op te laden, moet de auto zodanig worden geparkeerd dat de spoel in

de auto precies boven de spoel in het wegdek uitkomt. Wanneer de spoel in het wegdek dan netstroom ontvangt, veroorzaakt dat een spanning in de autospoel. Daardoor laadt de accu op. Momenteel optimaliseert Bauer dat systeem, zodat het ook in reguliere elektrische auto's kan worden gebruikt.

Als aanvulling op het stilstaand draadloos laden, wil Bauer auto's ook tijdens het rijden kunnen opladen. Daarvoor gebruikt hij eveneens het principe van een transformator. 'Alleen brengen we dan lange kabels aan in het wegdek in plaats van spoelen', zegt Bauer. Die kabels zullen volgens de onderzoeker wel iets minder efficiënt energie overdragen. 'Je kunt nooit zo nauwkeurig boven kabels rijden als je boven een spoel kunt parkeren.'

Draadloos opladen moet voor de elektrische autorijder binnen vijf tot tien jaar mogelijk zijn, verwacht Bauer. De vraag is echter of dit systeem tegen die tijd nog loont, omdat accu's dan waarschijnlijk langer meegaan dan nu. 'Het hangt af van de hoeveelheid geld die de verschillende onderzoeken ontvangen', zegt Erik Kelder, elektrochemicus aan de TU Delft die aan krachtigere autoaccu's werkt. 'Over 4 jaar hebben we waarschijnlijk accu's die 200 à 250 kilometer meegaan, maar dat zal niet iedereen genoeg vinden. Of je dan kabels in de weg wilt aanleggen, hangt af van de kosten die daarmee gepaard gaan.'



4 Asfalt met vloerverwarming

Efficiëntie 🚗🚗🚗
Haalbaarheid 🚗🚗🚗🚗

Een eitje bakken op de weg is 's zomers best mogelijk, omdat asfalt onder de brandende zon zeer heet kan worden. Zo heet zelfs, dat je met die warmte 's winters gebouwen kunt verwarmen.

Het bouwbedrijf Ooms Avenhorn Groep doet dat met een buizen netwerk in het asfalt. 's Zomers pompen we daar koud water doorheen, dat de warmte uit het wegdek opneemt', zegt Marcel Roozendaal, die het project Road Energy Systems bij De Ooms Avenhorn Groep leidt. 'Die warmte slaan we ondergronds op en 's winters verwarmen we daar woningen mee.'

Aanvankelijk was het bedrijf niet van plan woningen te verwarmen, verklaart Roozendaal. De 'restwarmte' bleek een mooie bijkomstigheid van de techniek waarmee het bedrijf probeert de levensduur van asfalt te verlengen. Roozendaal: 'Zomerhitte en vrieskou laten sporen en scheuren achter in het asfalt, waardoor dat sneller aan vervanging toe is. Met het buizen netwerk

koelen we 's zomers de weg en voorkomen we 's winters dat hij bevroert. Daardoor gaat de bovenste asfaltlaag 20 jaar mee in plaats van 15 jaar. Toen bleek dat we 's winters warmte overhielden, zijn we daar gebouwen mee gaan verwarmen.'

De warmte uit het wegdek kan dus de stookkosten verlagen, maar brengt die volgens Roozendaal niet helemaal tot nul terug. 'Het water uit de weg is ongeveer 25°C, maar om een gebouw

Zomerhitte en vrieskou laten sporen en scheuren achter in het asfalt

volledig te verwarmen, heb je water nodig van minstens 40°C. Je moet het gebouw 's winters dus nog wat verder verwarmen. Voor een appartementencomplex met circa 80 woningen van 100m² heb je per appartement ongeveer 15m² wegdek nodig. Die appartementen moeten dan wel binnen een straal van een kilometer van de weg

liggen, anders gaat tijdens het transport te veel energie verloren.'

Mogelijk brengt een buizensysteem in het wegennet wel nadelen met zich mee. De Delftse weg- en railbouwkundige Martin van de Ven vraagt zich af of je wegen met het Road Energy System net zo gemakkelijk kunt hergebruiken als gewone asfaltwegen. 'Als je een asfaltweg renoveert, frees je normaal gesproken de bovenste laag eraf. Die kun je dan volledig hergebruiken.'

Roozendaal verduidelijkt dat de buizen zijn verwerkt in het onderste deel van de weg, dat 30 tot 50 jaar meegaat. 'Je kunt de bovenste laag dus gewoon wegfreen wanneer die aan vervanging toe is.' Hij veronderstelt dat de plastic buizen moeten worden weggebroken wanneer ook het onderste deel van de weg aan vervanging toe is.

Een ander punt van zorg is de situatie die ontstaat wanneer een buis beschadigd raakt. Roozendaal licht toe dat het buizenstelsel is verdeeld in compartimenten. 'Wanneer een buis gaat lekken, kunnen we een compartiment van 12 à 20 m² afsluiten van de rest van het systeem.'



5 Trillingen opvangen

Efficiëntie 🚗
Haalbaarheid 🚗🚗🚗

Wegen zitten vol energie. Tenminste, voor even. Verkeer dat over een weg raast, laat die weg een beetje trillen. Die trillingen zijn om te zetten in elektriciteit door middel van zogeheten piëzo-elementen. Daarin zijn kristallen verwerkt die onder invloed van druk een elektrische spanning produceren.

De eerste Nederlandse test met wegtrillingen begon eind 2011 op de N34 bij Hardenberg. 'Met de stroompjes die het verkeer opwekt, kunnen we het energieverbruik rond de weg afstemmen op de hoeveelheid energie die daar nodig is', zegt Simon Bos, projectleider van de proef en werkzaam bij het advies- en ingenieursbureau Tauw.

'We gebruiken vaak onnodig veel energie. Denk aan een weg waar af en toe een auto passeert. Daar brandt de verlichting vaak de hele nacht. Met de trillingen die een passerende auto veroorzaakt, kunnen we een stroompje opwekken dat de wegverlichting aanschakelt. Zo brandt die dus alleen wanneer dat daadwerkelijk nodig is.'

Verkeerslichten kun je op een zelfde manier zuiniger maken, meent Bos. Nu bevat het wegdek

lussen die een signaal naar het stoplicht sturen zodra er een auto aankomt. Die lussen staan altijd 'aan' en verbruiken dus continu stroom. Wanneer je die lussen vervangt door piëzo-elementen, dan kunnen die op eigen kracht een signaal naar het verkeerslicht sturen zodra een voertuig passeert.

'Om de trillingsenergie duurzaam op te wekken, moeten we zorgen dat het verkeer niet over extra hobbels hoeft te rijden', zegt Bos. 'We willen de elementen daarom plaatsen daar waar trillingen onvermijdelijk zijn. Bijvoorbeeld bij de aansluiting van een brug of viaduct op de gewone weg, of bij een spoorwegovergang. Daar verschilt het wegdek altijd al iets in hoogte.'

De energieopbrengst van de piëzo-elementen kun je volgens Bos niet vergelijken met de opbrengst van bijvoorbeeld zonnecellen of windmolens. 'Piëzo-elektriciteit gaat daar ook nooit een serieuze concurrent van worden. Het grootste vermogen dat we tot nu toe hebben gemeten is 1500 mWs'.

Dat is een fractie van de opbrengsten van de eerder genoemde SolaRoad. De meerwaarde van piëzo-elementen zit hem dus in de vernuftige toepassingen.

Epiloog

Vindingrijk en futuristisch zijn de innovaties in dit artikel allemaal. Maar zijn ze ook haalbaar? Martin van de Ven, weg- en railbouwkundige aan de TU Delft, vindt het buizensysteem in het asfalt het meest veelbelovend. 'Dat systeem biedt meerdere voordelen. Het verlengt de levensduur van de weg, het maakt wegen veiliger en het verwarmt gebouwen. Bovendien heeft die techniek zich al bewezen.'

Daarna ziet hij het meest in een combinatie van de SolaRoad en draadloos laden. 'De zonneweg heeft veel potentie omdat je daarmee grote oppervlakken kunt benutten om energie op te wekken. Het idee om die energie draadloos naar voertuigen te sturen, spreekt mij ook aan. Bij draadloos laden vraag ik me wel af wat de gevolgen voor het wegdek zullen zijn. Beschadigen de kabels het asfalt? Hoe lang gaat de bekabeling mee? Dergelijke vragen moeten nog worden beantwoord.'

In luchtzuiverende straatstenen ziet Van de Ven weinig. 'De mitsen en maren daarvan kun je onderzoeken, maar dat lijkt mij niet de moeite waard. Ik denk dat het zinvoller is om het onderzoek te richten op innovaties waarmee je luchtvervuiling helemaal omzeilt, zoals met elektrische auto's.'

De toekomst voor piëzo-elementen ziet er volgens de onderzoeker ook somber uit. 'Je kunt ze zeer beperkt inzetten als je de energie duurzaam wilt opwekken. Niet iedere afgelegen weg heeft in de nabije omgeving een spoorwegovergang, brug of ander object waarbij trillingen onvermijdelijk zijn.'

Volgens Van de Ven hangt de haalbaarheid van de innovaties ook af van nog onbekende factoren. 'Eigenlijk moet je een milieu-analyse loslaten op deze innovaties. Kun je een weg met kabels erin recycleren? En welke afvalstoffen komen bijvoorbeeld vrij bij de productie van stenen met titaandioxide? Verder wil je weten hoeveel de innovaties kosten en opbrengen. Welke innovaties succesvol worden, hangt tot slot ook af van de politieke ontwikkelingen.'