

De Ingenieur



VEERTIENDAAGS MAGAZINE VOOR TECHNIEK EN MANAGEMENT

Betrouwbaarheid van technische systemen



Madonna woest op Web-piraten



**Ing. C.R. van Eekelen
nieuwe
NIRIA-voorzitter**

**Dr. Elly Plooy (Europarlement)
en het starre
techno-nationalisme**



STT pleit voor instelling Nederlandse Betrouwbaarheid

Borg de betrou

Waarom zouden we in navolging van de OPTA en de NMA geen Nederlandse Betrouwbaarheids Autoriteit nodig hebben? Die vraag stelt drs. Erik van de Linde, directeur van de Stichting Toekomstbeeld der Techniek. STT is bezig met een uniek project: onderzoek naar de betrouwbaarheid van technische systemen. 'Er is ons geen soortgelijk project in de wereld bekend dat op een dergelijke multidisciplinaire en integrale manier de betrouwbaarheidsproblematiek onderzoekt.' De betrouwbaarheidsingenieur kan zich al vast warm lopen.

- Dr.ir. Niels Wiedenhof -

OMSLAGARTIKEL

PTT en betrouwbaarheid gaan in de beeldvorming niet echt meer samen. Vroeger, heel vroeger, had je nog ochtend- en avondpost en nog niet zo erg lang geleden was 'gisteren gepost, vandaag bezorgd' de normaalste zaak van de wereld. Vervelend voor de consument, maar daarom juist zeer interessant voor de Stichting Toekomstbeeld der Techniek (STT), die bezig is met een uitputtend onderzoek naar de betrouwbaarheid van technische systemen.

Wat ging er mis bij PTT Post? Dat heeft te maken met het project Briefpost 2000. De PTT wilde het sorteren van post sterk automatiseren. Het bedrijf schafte voor verschillende soorten post verschillende machines aan. De machine die post in folieverpakking, zoals steeds vaker gebruikelijk bij tijdschriften, sorteert, werkte echter niet goed. PTT-medewerkers moesten veel van dit sorteringswerk met de hand overdoen, wat tot vertragingen leidde. Kortom, allerlei ongemak, terwijl alle specificaties duidelijk waren afgesproken en

de Duitse fabrikant had gegarandeerd dat hij het systeem conform die specificaties zou leveren.

Maar er is nog veel meer voor de STT-technologen. Neem de gelduitgiftesystemen. Wie heeft er nog nooit te maken gehad met een falende pin-automaat? Erg bedreigend als je zonder geld bij een tankstation staat en al hebt getankt. Of als in het buitenland je pasje de automaat niet meer uitkomt.

Een ander voorbeeld: de ondertunneling van de HSL-Zuid. Het tunnelontwerp voldoet aan hoge veiligheidseisen. Maar dan zegt de brandweer dat ze meer mogelijkheden eisen om ergens bij te komen. Het risico dat er iets gebeurt, is minimaal; bovendien kost zo'n extra eis handenvol geld. Wat te doen? De veiligheid verder verhogen en daarmee de betrouwbaarheid?

Multidisciplinair

Deze en andere cases zijn op de een of andere wijze de verschillende STT-werkgroepen al gepasseerd. In deze groepen zitten deskundigen uit allerlei disciplines. Projectleider dr. Mark de Graef van STT: 'Stuur- en werkgroepen zijn multidisciplinair en onze projectthema's worden integraal aangepakt. Onze netwerken strekken zich uit over private en publieke organisaties. Techniek wordt door mensen gemaakt. Wil je iets over de toekomst weten dan moet je met mensen praten die een rol spelen bij het tot stand komen van technische producten en systemen. Dat zijn dus niet alleen technici. Topmensen praten bij ons vaak mee in een stuurgroep van een project.'

STT-directeur drs. Erik van de Linde: 'Omdat STT als extra doelstelling heeft om mensen uit zeer verschillende disciplines intensief met elkaar in contact te brengen, wilde we het project betrouwbaarheid niet opdelen in bedrijfssectoren, zoals betrouwbaarheid in de chemische industrie, in de bouw, de telecommunicatie, et cetera. We kwamen toen tot de driedeling 'techniek, bedrijfsprocessen en organisationele omgevingsfactoren'. De technieklaag behandelt de technische betrouwbaarheid, inclusief de methoden om systemen op hun betrouwbaarheid te testen. Bij de bedrijfsprocessen gaat het om vervaardiging, levering, gebruik en onderhoud van het product. Hoe ligt de relatie tussen technische betrouwbaarheid en bedrijfsproces? Van belang is ook of een product of

ODUCENTEN VAN CONSUMENTENARTIKELEN HEBBEN TE MAKEN MET ENORME TIJDSDRUK

s Autoriteit (NBA)

wbaarheid!

'35 tot 40 % van de mensen op de werkvloer interpretern teksten en cijfers verkeerd.' Op de foto een productielijn voor gehoorapparaten van Siemens in Singapore.

stelsel past bij de wijze van gebruik en het verwachtingspatroon van de gebruiker.'

Om dat laatste te illustreren vist De Graef een GSM uit zijn vestzak door deze aan de wat plumpe antenne omhoog te trekken: 'Kijk, die tilfunctie van de antenne hadden de ontwerpers niet verwacht. Bij de oude GSM-modellen braken de antennes dus voortdurend af. Je moet dus wel degelijk in de huid van de gebruiker kruipen, wil je een betrouwbaar ding maken.'

En tenslotte bepaalt de organisatie de structuur van het bedrijfsproces. Van de Linde: 'Laat ik een heel platvloers voorbeeld geven. In een bedrijf is een voor de werknemers slechte CAO afgesloten. Dat werkt al vlug door op de hele organisatie. Werknemers geven er de brui aan, werken zonder



(Foto: Philips Research)

Hoogwaardige televisietoestellen, die uiterst complexe circuits bevatten, zijn nauwelijks meer uitputtend te testen. De productontwikkelaars hebben daarvoor veel gegevens over het gebruik van het toestel nodig. Op de foto een multimediaplatform voor het ontwerpen van complexe, programmeerbare architecturen voor video-multimedia toepassingen. Hardware en software worden in samenhang ontwikkeld.

cessen kan afnemen, zoals Lianne Simonse in haar proefschrift *Organisatieontwikkeling in productcreatie: op weg naar een teamnetwerkorganisatie met parallel-ontwikkelteams* (TUE 1998) duidelijk heeft laten zien.

(Bron: 'Vernieuwing in productontwikkeling', STT-project 62, 1999)

	1985	1995
	Océ 1750	Océ 3045
Mechanische onderdelen	3300	4200
Elektromechanische comp.	19	77
Sensoren	15	52
Componenten besturing	443	614
Programmeerbare comp.	1	7
Broncode	4,5	12,5

Toenemende complexiteit kopieermachines 1985-1995.

interesse en dat kan uiteindelijk in onvolkomen producten en systemen resulteren. En, omgekeerd, van een uitgekiend beloningssysteem, het geven van verantwoordelijkheid, kunnen interessante stimulansen uitgaan. Dit soort organisatiefactoren is lang onvoldoende onderkend.'

Complexiteit

Techniek, proces en organisatie bepalen het uiteindelijke resultaat van een product of systeem. Een complexe wisselwerking? Van de Linde: 'In 1992 hebben we een STT-project gehad met als thema 'Inspelen op complexiteit'. Het idee was toen nog dat complexiteit van technische systemen wellicht vermeden zou moeten worden. Ik denk dat die gedachte achterhaald is. Toenemende complexiteit is een feit. We hebben te maken met allerlei niveaus en soorten van complexiteit. In componenten, in apparaten, in processen en organisaties. Voorbeelden te over.'

Neem de elektronische circuits, de chips. Die kunnen nog steeds kleiner. De complexiteit neemt toe. Om aan de vraag naar verdere miniaturisatie te voldoen worden steeds fijnzinniger en dus complexere technologieën, fabricagetechnieken, testprocedures en ontwerpstechnieken ontwikkeld en ingezet. De ene complexiteit roept de andere op. Wat voor producten geldt, gaat zeker ook op voor processen. En niet alleen in de chipindustrie. Ook in meer traditioneel georiënteerde sectoren, zoals de machinebouw (zie tabel kopieermachines) of de bouwindustrie, is die ontwikkeling goed zichtbaar. Het bedenken, ontwerpen en maken van een product is een proces dat steeds complexer wordt. Met de hete adem van de concurrentie in de nek neemt de tijdsdruk ook nog eens toe. Het gevolg is dat de betrouwbaarheid van veel van deze ontwikkelpro-

Doelstellingen SST-project

De doelstelling van het project 'Betrouwbaarheid van technische systemen' heeft STT in vijf punten verwoord:

- * Het in kaart brengen van de trends op het gebied van betrouwbaarheidsbevordering. Er wordt daarbij ook gekeken naar de betrouwbaarheidseisen die, voor zover nu te overzien, ook in de toekomst aan technische systemen zullen worden gesteld.
- * Het verhogen van de betrouwbaarheid van technische systemen door een integrale aanpak waarbij rekening wordt gehouden met technische betrouwbaarheid, bedrijfsprocessen en organisatiefactoren en hun onderlinge samenhang.
- * Het bevorderen van kruisbestuiving tussen verschillende sectoren van bedrijvigheid via een multidisciplinaire aanpak.
- * Het aangeven langs welke weg de betrouwbaarheid van technische systemen verder kan worden vergroot om zo ook aan toekomstige eisen te voldoen.
- * Het bevorderen van bewustwording dat er in de verschillende bedrijfssectoren verder moet worden gewerkt aan de betrouwbaarheid van technische systemen.



(Foto: ANP Foto)

Van de Linde: 'Op allerlei niveaus wordt er, vanuit verschillende doelstelling, gewerkt aan verhoging van de betrouwbaarheid. De toenemende complexiteit, dat is duidelijk, stelt ons voor nieuwe problemen. Wat is nu de betekenis van de toenemende complexiteit voor de betrouwbaarheid van technische systemen? En, verschilt die betekenis sterk voor de verschillende systemen, disciplines en sectoren. Dat is in een notendop, een centrale beginvraag voor dit project.'

Dyslectisch

'Tijdens de productie moet je zelfs bij relatief simpele processen al uitkijken dat het niet fout loopt', zo stelt ir. Herman Eikelboom van Philips Lighting. 'Automatiseerders die wij in de arm namen, bedachten prachtige processen, volgens een ISO 9000 norm. Maar op de werkvloer ging het mis. De ISO-procedure hield in dat er op de werkvloer allerlei instructies, al dan niet op beeldscherm, moesten worden gelezen en nauwkeurig moesten worden opgevolgd. Maar de mensen konden dat niet. Simpelweg omdat ze niet op het niveau van de lagere school kunnen lezen en schrijven. Niet alleen teksten maar ook cijfers worden door elkaar gegooid en verkeerd geïnterpreteerd.'

'Tellingen, en niet alleen bij Philips, wijzen uit dat zo'n 35 tot 40 % van de mensen op de werkvloer deze handicap heeft. Eigenlijk niet vreemd. Schattingen laten zien dat rond 25 % van onze bevolking min of meer dyslectisch is, van wie 10 % ernstig. Vaak is zoiets, wegens onbegrip van opvoeders en opleiders, een belemmering om door te leren. En dus vinden we ze op de werkvloer, zeker in tijden van ruime werkgelegenheid. En wat denk je dat mensen die moeilijk lezen doen als ze ISO-lijsten moeten afvinken? Die kunnen dat niet precies, het is geen onwil. Heel langzaam begint het besef door te dringen dat we hier het geschreven woord en getal moeten vermijden en dat het beter is pictogrammen en ander beeldmateriaal te gebruiken. Daar

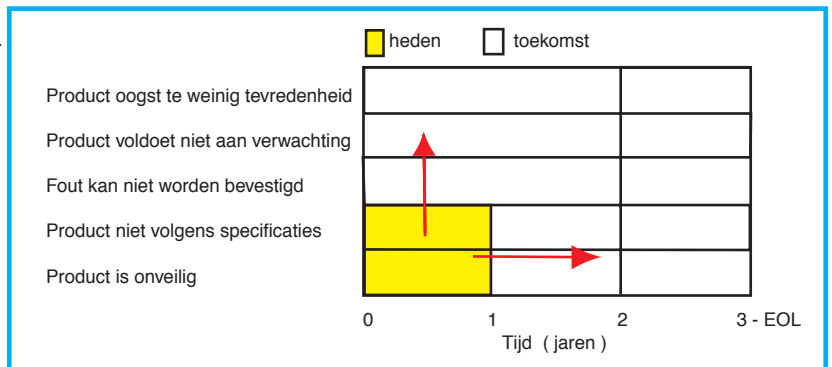
kunnen dyslectici veelal uitstekend mee uit de voeten, beter dan de niet-dyslectici. Het beroerde is dat veel managers er geen weet van hebben en er ook nauwelijks in geïnteresseerd zijn.'

'Een ander probleem waar we regelmatig mee te maken hebben, is kleurenblindheid. Kleurenblinden, die vaak niet eens weten dat ze deze handicap hebben, maken alleen maar fouten als ze, zeg, simpele weerstandjes of andere componenten moeten uitzoeken op kleurcode. Ze kunnen niet beter, alle ISO ten spijt', verzucht Eikelboom.

Is dit een gevolg van het feit dat werknemers niet meer uitgebreid medisch gekeurd (mogen) wor-

De PTT heeft sinds november 1998 in Amsterdam, Nieuwegein, Zwolle, Den Bosch, Leidschendam en Rotterdam nieuwe PTT-sorteercentra in gebruik. De centra zijn zo groot als zes voetbalvelden. Helaas hebben de sorteermachines moeite met het 'lezen' van folieverpakking.

(Bron: oratie Brombacher TUE 18 februari 2000)



den? Vaak worden ISO-voorschriften om allerlei redenen niet opgevolgd. Prof.dr.ir. Aarnout Brombacher van de TU Eindhoven, een internationaal erkend specialist op het gebied van betrouwbaarheid van consumentenproducten en stuurgroepvoorzitter van het STT-project, doet er nog een badinerend schepje bovenop: 'Als er in een procedure een ritueel wordt voorgeschreven dat een Voodoo-priester moet uitvoeren dan zal een ISO-controleur vragen of die priester een ISO-certificaat bezit.'

MIR-model

Brombacher: 'Als onderzoeker op het gebied van betrouwbaarheid probeer ik ideeën, theorieën en

Toenemende verwachting van de betrouwbaarheid gedurende de levensduur van een product (EOL = End Of Life).



Foto: Chantal Sion, Amsterdam

Dr. Mark de Graef: 'Je moet wel degelijk in de huid van de gebruiker kruipen, wil je een betrouwbaar ding maken.'

teit van de informatiestromen. Neem een eenvoudig praktijkvoorbeeld: videorecorders. Op een zeker ogenblik werd er een enorm aantal toestellen ter reparatie aangeboden vanwege een defecte schakeltransistor. Wat bleek? De afdeling inkoop had de machtiging om eigenstandig onderdelen bij de goedkoopste leverancier in te kopen en in te laten bouwen. Dat hadden ze ook gedaan. De ontwikkelaars waren daar niet van op de hoogte, anders hadden ze van tevoren tests gedaan of die schakeltransistor wel deugde. Je ziet dat de betrouwbaarheid hier dus samenhangt met het bedrijfsproces. De inkopers hadden moeten doorgeven dat ze een andere component hadden laten inbouwen. Denk niet dat het een sinecure is om de juiste informatie in bedrijfsprocessen te genereren. Producenten van consumentenartikelen, zoals tv-toestellen en videorecorders, hebben te maken met een geweldige tijdsdruk. De ene generatie is nog niet op de markt of de andere staat er al weer aan te komen. Onder een dergelijke tijdsdruk is het erg moeilijk om voldoende informatie uit het veld te krijgen zodat je weet of een product goed werkt.'

Adaptief

Brombacher: 'Neem de dyslectici uit de Philips-fabriek. Het is niet erg dat ze voorschriften krijgen die ze niet goed kunnen lezen, als dat maar direct bekend wordt en er adequate maatregelen volgen. Betrouwbaarheid van het bedrijfsproces wordt bepaald door de kwaliteit van de informatiestromen. Het is daarbij van groot belang hoe adaptief en creatief een bedrijf met die informatie omgaat. Daar waar de organisatie onder druk staat, moet men zich vergewissen van het lerend vermogen van die organisatie. Daar ligt de crux.'

modellen altijd te toetsen in het veld. Het werken in een multidisciplinaire stuurgroep van de STT geeft daar een gouden gelegenheid toe. In 1995 hebben we hier aan de TUE, samen met het Philips Centrum voor Fabricage-technieken (CFT), een zogenoemd maturiteitsmodel ontwikkeld (zie kader op pag 11). Kernpunt hierin is niet de techniek, niet de betrouwbaarheid van de technische componenten, maar die van het bedrijfsproces. Die kwaliteit - voor mij gewoon een ander woord voor betrouwbaarheid - wordt beheerst door de kwalite

Uit het onderzoek van Brombacher - in zijn oratie aan de TUE maakte hij daar begin dit jaar gewag van - blijkt voorts dat bedrijven met een laag MIR-niveau bij het ontwikkelen van nieuwe producten behoorlijk wat nieuwe technologie gebruiken. Bedrijven op hoog MIR-niveau daarentegen gebruiken nieuwe technologie alleen als dat ook echt bijdraagt aan nuttige verbetering. Brombacher: 'Zo'n uitkomst zou je op voorhand niet verwachten. Je zou, voor de vuist weg geredeneerd, denken: hoe hoger een bedrijf op de MIR-ladder staat, hoe meer nieuwe technologie ze zullen gebruiken. Maar, wat zie je? Ondernemingen met een lage

	1989	1999
Garantieperiode	6 maanden - 1 jaar	3 jaren
Omvang van de garantie	Materiaal-defecten	Elke klacht van de klant
Eerste lijn hulp	Dealer / service organisatie	Helpdesks (gratis telefoonnummer)
Logistiek	Via service centrum	Vervanging thuis

Verandering van de kwaliteitsperceptie 1989-1999 voor eenzelfde product van eenzelfde fabrikant.

MIR-score beheersen hun bedrijfsproces slecht. Ze laten bijvoorbeeld ontwikkelaars hun gang gaan, zonder dat die weten waar de prioriteiten liggen. Zulke ontwikkelafdelingen, dat zie je vaak, hebben de neiging zichzelf in stand te houden door telkens met nieuwe technologie en zogenaamde verbeteringen te komen.'

'Organisaties die hun bedrijfsproces beter beheersen, stellen prioriteiten, geven die ook door zodat alle betrokkenen op de hoogte zijn, en passen nieuwe technologie selectief toe. Uiteindelijk moet de klant tevreden zijn. Zij zorgen voor profijtelijke bedrijvigheid.'

Inmiddels hebben Brombacher en de zijnen internationaal erkenning gekregen voor hun maturiteitsmodel. Zowel in de VS als in Zuidoost-Azië - Singapore, Taiwan, Hongkong - vinden de MIR-inzichten navolging. En Brombacher houdt de vinger aan de pols door er regelmatig heen te gaan.

Panacee

De Graef: 'We blijven natuurlijk realistisch. Niemand van ons verwacht dat dit project een panacee is voor de onbetrouwbaarheid van alle huidige en toekomstige technische systemen. Maar we zijn er wel van overtuigd dat dit project het inzicht in de betrouwbaarheid van technische systemen vergroot. Wij kunnen straks gereedschap aanreiken om de betrouwbaarheid te verbeteren. De betekenis van de drie onderzochte lagen zal duidelijk worden evenals de wijze waarop we kunnen omgaan met de toenemende complexiteit. Deze kennis is nodig met het oog op toekomstige ontwikkelingen. Tevens zorgen we voor het

inzicht dat allerlei factoren met elkaar samenhangen als het gaat om betrouwbaarheid.' Daarom is dit STT-project uniek in de wereld. 'We lopen hiermee voorop', zegt Van de Linde. 'Er is ons geen soortgelijk project in de wereld bekend dat op een dergelijke multidisciplinaire en integrale manier de betrouwbaarheidsproblematiek onderzoekt of bestudeerd heeft. We hebben in de Verenigde Staten gekeken. Ogenschijnlijk was daar Sandia National Laboratories, een verlengstuk van het Department of Energy, bezig met een hoopvol project. Zij zouden nagaan op welke wijze de betrouwbaarheid van kritische infrastructu-

Het MIR-model van Brombacher

Het door Brombacher en de zijnen ontwikkelde maturiteitsmodel MIR (Maturity Index on Reliability) classificeert de betrouwbaarheid van bedrijfsprocessen volgens vijf niveau's.

* Niveau 0. De fabrikant krijgt geen relevante gegevens uit het veld. Bijvoorbeeld: men weet weliswaar hoeveel reparaties een service-afdeling heeft verricht maar niet in relatie met reparatietijd, productleeftijd en het aantal verkochte producten. Gevolg: geen behoorlijke terugkoppeling naar productie en ontwikkeling.

* Niveau 1. De fabrikant krijgt die gegevens uit het veld wel, koppelt ze terug in het bedrijfsproces, maar kent de oorzaak van de problemen niet.

* Niveau 2. Ook de oorzaak van de problemen is bekend (ontwerpfout, productiefout, verkeerd gebruik door de klant), doch onbekend blijft hoe zo'n fout in het bedrijfsproces heeft kunnen plaatsvinden.

* Niveau 3. Nu is dat allemaal wel bekend, doch de producent kan er niet voor instaan dat zulke fouten kunnen worden voorkomen.

* Niveau 4. De fabrikant is nu ook in staat op dergelijke tekortkomingen te anticiperen.

ren, zoals energie, telecommunicatie en transport, kan worden verhoogd door gebruik te maken van kennis uit de nucleaire wapenindustrie. Het staat allemaal op het Web. Maar al snel bleek dat het humbug was; er is niets van de grond gekomen.' De Graef: 'Ik ben op de laatste Esrel-conferentie (European Safety and RELiability, red.) in München geweest en dan zie je dat er alleen iets op deelgebieden gebeurt. We kunnen dus niet een of andere samenwerking met het buitenland aangaan. Maar we onderhouden allerlei nuttige relaties en volgen wat er elders gebeurt. We werken dus niet in een isolement.'

Brombacher: 'Ook het multidisciplinaire karakter van het project is van groot belang. Het project wordt daardoor niet eenvoudiger. Een van de grote moeilijkheden is dat de verschillende disciplines allemaal met een ander begrippenkader werken, hoewel ze over eenzelfde soort problemen handelen. We merken dat aan de discussies. Bij de infrastructurele projecten, zoals de HSL-Zuid, spelen dezelfde betrouwbaarheidskwesties als bij ontwikkelingen in de gezondheidsindustrie of in de verzekeringswereld. Maar het begrippenkader verschilt totaal. Wij beginnen elkaar nu een beetje te begrijpen. Als de Nederlandse industrie elkaars taal op dit gebied een beetje leert kennen ... nou, reken maar, dat is pure winst.'

Betrouwbaarheidsingenieur

Brombacher: 'We moeten zeker betrouwbaarheidsingenieurs gaan opleiden. Technici zijn nodig om aan te geven wat voor onderdelen er nodig zijn in systemen en producten. Er moet een integrator komen die vertelt hoe je onderdelen laat samenhangen. Maar ook kwaliteitsbewakers die vertellen hoe processen zó zijn te structureren dat korte ontwikkel- en productietijden samengaan met hoge kwaliteit door de informatiestromen op een juiste manier te richten.'

Van de Linde voegt daaraan toe: 'Soms blijkt het zeer verstandig te zijn om cruciale processen te laten bewaken door een speciale deskundige instantie. Dat is misschien voor betrouwbaarheid van technische systemen ook wel nodig. Zoals je sinds kort de OPTA hebt, de Onafhankelijke Post en Telecommunicatie Autoriteit, en de NMA, de Nederlandse Mededingings Autoriteit, zo hebben we misschien ook een NBA nodig, een Nederlandse Betrouwbaarheids Autoriteit, of een Europese, vergelijkbaar met de Food and Drug Administration. De Amerikanen hebben in elk geval het Critical Infrastructure Assurance Office (CIAO) opgericht, dat rechtstreeks aan het Witte Huis rapporteert.'

Het STT-project 'Betrouwbaarheid naar technische systemen' wordt begin 2001 afgerond met een symposium en de publicatie van een boek.



(Foto: Chantal Slon, Amsterdam)

Prof. dr. ir. Aarnout Brombacher: 'Als er in een procedure een ritueel wordt voorgeschreven dat een Voodoo-priester moet uitvoeren dan zal een ISO-controleur vragen of die priester een ISO-certificaat bezit.'

CIVIELE TECHNIEK

Tunnelbrug Kopenhagen-Malmö klaar

Koningin Margrethe van Denemarken en Koning Carl Gustaf van Zweden zullen op 1 juli de officiële opening verrichten van de Oresundbrug. Met de brug is er een vaste verbinding ontstaan tussen beide landen. Auto's hoeven niet langer met de boot over.

De verbinding tussen Kopenhagen en Malmö over de Oresund is overigens niet alleen een brug. Het volledige Oresund-project bestaat gezien vanuit Kopenhagen achtereenvolgens uit de volgende onderdelen: een kunstmatig eiland van 430 meter, een tunnel van 4 km, een kunstmatig eiland van 4 km en tenslotte de brug van 7,8 km. De brug is dubbeldeks. Op het onderste dek rijden de treinen, daarboven ligt de snelweg. De tunnel bestaat uit vier compartimenten, twee voor de trein en twee voor de snelweg. Het Oresund-project is een van de grootste bouwprojecten van de laatste jaren. De totale kos-



ten bedroegen ongeveer 2,75 miljard USD. Uniek voor een project van dergelijke omvang is dat de opdrachtgevers binnen het budget zijn gebleven en dat het project op tijd is afgerond.

Nederland was sterk vertegenwoordigd in het prestigeproject. Ballast Nedam Baggeren heeft met zijn schip Castor de sleuf uitgebaggerd voor de tun-

De brug over de Oresund is 7,8 km en dubbeldeks.

nel en het kunstmatige eiland van 4 km aangelegd. Boskalis Westminster heeft de tunnel afgezonden. ●

Info:

www.oeresundsbron.com;
www.bridgephoto.com; zie ook *De Ingenieur* nr. 13 (23-8-2000).

VEILIGHEID

Aanpassing kust nodig door stijgen zeespiegel

De kustlijnen van de kop van Noord-Holland, het Westland en de Zuid-Hollandse eilanden vergen de komende decennia meer aandacht. Dat blijkt uit een onderzoek naar de kustveiligheid op lange termijn, uitgevoerd door Arcadis en Alkion in opdracht van de stuurgroep Hollandse Kust 2050.

Krijn van Rijn, persvoorlichter provincie Noord-Holland, zegt hierover: 'De deskundigen die tijdens het onderzoek geraadpleegd zijn gaan er allemaal van uit dat de zeespiegel gaat stijgen. De mate van stijging varieert van 20 tot 50 cm voor de komende 50 jaar en van 40 tot 85 cm voor het jaar 2100. Die getallen zijn inclusief schattingen van de bodemdaling. Uit het onderzoek blijkt dat we ons ondanks die stijging geen grote zorgen hoeven te maken voor grote delen van de kustlijn. Wel verwachten we dat er over dertig jaar twee keer zoveel zandsuppletie nodig is om de kustlijn te beschermen. De kosten daarvan, nu zo'n 15 miljoen gulden per jaar, zullen ook verdubbelen.'

Naar de kop van Noord-Holland, het Westland en de Zuid-Hollandse eilanden zal apart worden gekeken. Van Rijn: 'Dé oplossing bestaat niet, het zal maatwerk worden. Voor de kop van Noord-Holland houden we drie opties open: handhaving huidige kustlijn, zeevaartse verdediging of een landwaartse oplossing. Den Helder en Zijpe hebben ideeën voor een flinke zeevaartse kusttransformatie, bij de Kerf in Schoorl is uit natuurmotieven een duindoorkraak geforceerd waardoor een buffergebied is ontstaan.' ●

Info: Krijn van Rijn, provincie Noord-Holland, (023) 514 40 45.

LUCHTVAART

Per luchtschip naar de zon

Met een luchtschip op vakantie, naar de Middellandse Zee of naar de wintersport. Het pas opgerichte Platform Luchtschepen ziet dat wel zitten, net als de toeristenbranche. Want reizen met een luchtschip is uiterst comfortabel: veel meer beenruimte dan in een vliegtuig, weinig geluid en een magnifiek uitzicht, want luchtschepen bevinden zich op zo'n 2 km hoogte in tegenstelling tot vliegtuigen die op 10 km zitten. Luchtschepen onderscheiden zich fundamenteel van vliegtuigen doordat ze statische lift gebruiken (draagvermogen door het helium) in plaats van dynamische lift (draagvermogen door snelheid), waardoor luchtschepen relatief weinig energie gebruiken. Maar luchtschepen hebben veel minder grondinfrastructuur nodig dan vliegtuigen: een demontabele aanlandpaal is voldoende.

Het verleden van het luchtschip is bekend. In 1937 brandde de Hindenburg helemaal uit en was het tijdperk van lucht-



(Foto: Cargolifter AG)

schepen ten einde. Toenemende drukte op de wegen, strengere milieu-eisen en misschien een vleugje sentiment hebben de belangstelling voor luchtschepen nieuw leven ingeblazen. Waterstof als brandstof is vervangen door het veel minder gevaarlijke helium. Volgens Peter Ras, beleidscoördinator bij het kersverse Platform Luchtschepen, is er een aantal serieuze opties voor het gebruik van luchtschepen. 'Het meest kansrijk is het toerisme. Daarnaast willen we onderzoeken of de politie kleine lucht-

Tekening van een Cargolifter.

schepen, zogenaamde *blimps*, kan inzetten bij ordebewaring. Tijdens het EK hangt er een blimp boven Rotterdam om opnames te maken. Ook willen we in samenwerking met de bloemenvailing Aalsmeer kijken of bloemen met luchtschepen naar bijvoorbeeld Engeland of Scandinavië kunnen worden vervoerd.' ●

Info: Platform Luchtschepen, tel. (030) 231 5108.

Siemens werkt aan industriële schaalverkleining

De warme fabriek

Industriële schaalverkleining door nieuwe productietechnieken en verdere informatisering brengt de fabricage in de toekomst terug naar de stad. Zoals er nu dankzij *desktop publishing* al boeken worden gedrukt in een oplage van een exemplaar, zo is straks voor bepaalde goederen serieproductie in partijen van één mogelijk. *Manufacturing on demand*: de meest extreme vorm van *just in time* en *lean production* samen. Ook in dit tijdperk wil Siemens wereldleider in machinebouw blijven.

- Erwin van den Brink -

Tijdens het Industry Press Forum communiceert Siemens elk jaar twee dagen lang via een paar honderd uitgenodigde vertegenwoordigers van vooral technische vakbladen met zijn wereldwijde klantenbasis, de maak- en procesindustrie, de energieconversie-industrie en de logistieke dienstverlening. Dit jaar gebeurde dat in Chicago. Die klanten hebben veel kapitaal geïnvesteerd in machineparken die vaak door Siemens zijn gebouwd. Die willen natuurlijk horen hoe ze hun installaties zo lang mogelijk compatibel houden met oprukkende nieuwe techniek. En dus is 'de fabriek van de toekomst voor 90 %' gebaseerd op de fabriek van vandaag. Siemens' concept voor industriële automatisering (Totally Integrated Automation) beoogt bijvoorbeeld automatisering volledig te integreren in bestaande, conventionele productietechniek. Meestal is daarbij een grootschalige

De auteur is hoofdredacteur van De Ingenieur.



Een operator die op controlepanelen installaties in de gaten houdt, is over twintig jaar verleden tijd. Dan loopt hij met een slim pak en intelligente helm door de fabriek.

(Foto: Siemens)

productielijn en uiteindelijk een assemblage lijn gebruikelijk. Vanwege de afmetingen van de fabriek werden ze buiten stad of dorp gebouwd, waardoor een scheiding ontstond tussen wonen en werken.

Maar volgens Gerhard Schulmeyer, president-directeur van de Siemens Corporation in de VS (70 000 werknemers), 'komt productie in het informatietijdperk terug naar de stad'. Wat hij daarmee bedoelde, werd duidelijk uit het verhaal dat dr. Thomas Grandke, de hoogste baas van Siemens Corporate Research in de VS, vervolgens hield. Zoals de broodfabriek uit de jaren zestig terrein heeft prijsgegeven aan de warme bakker, zo ontstaan er in de niet al te verre toekomst 'warme fabrieken'. In feite wordt op den duur door deze schaalverkleining ten gevolge van nieuwe productietechnieken de fabricage van dingen in de bebouwde omgeving grotendeels onzichtbaar.

Informatie-oceaan

Grandke spreekt in dit verband over *fluid software* en *metered manufacturing*. U maakt uw eigen spullen en u wordt afgerekend in 'gemeten fabricage'. Programmatuur wordt volgens hem een *utility*, een openbare nutsvoorziening die zoals stroom in kilowatturen en water in kubieke meters in bulkhoeveelheden wordt 'gemeten' en afgerekend. Internet wordt een 'informatie-oceaan'. *On line* is nu nog bijzonder en noemenswaardig, maar straks werkt iedereen standaard *on line*. De aanduiding zal uit ons bewustzijn en als zegswijze in het taalgebruik verdwijnen.

Informatie als nutsvoorziening is logisch aangezien behalve energie voor het maken van dingen juist steeds meer informatie nodig is. Stel: u woont in een oud huis waarvan de deuren karakteristieke 'vooroorlogse' deurkrukken hebben. Er breekt zo'n kruk af. Nu gaat u naar de goed gesorteerde ijzerhandel en die heeft iets nostalgisch, maar dat lijkt er slechts in de verste verte op. In de toekomst tast een apparaat de vormen van de antieke deurkruk driedimensionaal af of u plukt hem van een web-catalogus. U voorziet deze data van productspecificaties en fabricage-instructies voor de, laten we zeggen, 'productie-automatiek', de 'fabromaat', die u toevallig aantreft tussen de afhaalchinese en Home Pizza een paar straten verderop.

Patricia Moody en Richard Morley voorstellen in hun boek *The Technology Machine. How manufacturing will work in the year 2020* eveneens de terugkeer van

de fabricage naar de stad. Als voorbeeld noemen zij een printer die in plaats van met een ink-jet met een straaltje vloeibaar staal 'schrijft', maar dan in drie dimensies. Die printer is in staat om op bestelling een metalen voorwerp te maken. De daarvoor gebruikte hoeveelheid software is bulk afgerekend. Samen met de software die allerlei huishoudelijke apparaten verbruiken. Want zoals uw pc nu *on line* ongemerkt de laatste virusscanners van Internet afhaalt, zo tappen straks intelligente, huishoudelijke apparaten behalve stroom ook data af om zichzelf bij de tijd te houden – via het stroomnet zelf of via draadloze datanetwerken met behulp van Wireless Application Protocols (WAP's).

Stofzuigrobot

Infotizing noemt Grandke dat, *distributed processing*. De 'intelligentie' waarmee de stofzuigrobot uw huis 'doet', hoeft niet in het apparaat zelf te zitten, maar bevindt zich ergens op Internet. Zo kent de robot de indeling van uw huis, weet hij waar de meubels staan, waar de tapijten liggen en de kat niet moet plagen. Apparaten worden volgens Grandke steeds slimmer: ze onderhouden zelf hun eigen programmatuur. 'De concepten van *fluid software* en *metered manufacturing* kenden wij twaalf maanden geleden nog niet.' Met 'wij' doelt hij behalve op Siemens op de universiteiten van Berkeley en Princeton en de National Science Foundation, waarmee Siemens in dit verband nauw samenwerkt.

De belangrijkste drijvende krachten zijn, aldus Grandke, nog steeds de snelle toename van rekenkracht en *distributed processing* - het besturen van apparaten met behulp van *netware*. Daarnaast bewaken en onderhouden de slimme apparaten zichzelf. Ze zijn 'intelligent' in die zin dat ze zelf bepalen welke software-*updates* zij van het net halen. Als u lange afstanden reist, zet uw horloge zichzelf gelijk op de lokale tijd.

De derde drijvende kracht is, volgens Grandke, de *merging of media*: het onderscheid tussen televisiekabel en het telefoonnet voor spraak en data verdwijnt. Telefoneren via Internet en het net opgaan via gsm zijn reeds mogelijk. In de VS zitten al FM-radiostations op Internet. Televisie-uitzendingen, *real time* of als te downloaden bestanden, verdringen binnen afzienbare tijd de officiële zendgemachtigden via ether en kabel. Uitgevers van gedrukte media kunnen zich via hun website gaan gedragen als

audio-visuele media: zo publiceert het tijdschrift *Wired* op zijn site interviews als MP3-geluidsbestanden (zie pag. 38). De vierde drijvende kracht is beeldtechniek; misschien is verbeeldings- of beeldtechnologie een betere term. Grandke: 'We weten dat het menselijke brein visueel veel complexere informatie kan verwerken dan in tekst.' Als vijfde drijvende kracht noemt hij siliciumcarbide (SiC) in plaats van silicium als halfgeleidermateriaal in vermogens-elektronica. Hiermee zijn veel hogere voltages en werktemperaturen mogelijk. Gen-technologie is de zesde stuwende kracht.

Codetaal

'Voor de werkomgeving betekenen deze ontwikkelingen bijvoorbeeld dat je voor het programmeren en instrueren van apparaten geen codetaal hoeft te beheersen. Coderegels schrijven is ingewikkeld, tijdrovend en foutgevoelig. Straks laat je een apparaat een bepaalde repetitieve handeling eenmaal extern bestuurd uitvoeren en daarmee is dan de programmering voltooid.' Programming Automation by Demonstration (PAD) heet dat bij Siemens: programmeren is straks weinig meer dan (het apparaat) de gewenste handeling voordoen of laten voordoen.

In de *infotized factory* hoeft de storingsmonteur geen controlepaneel af te lezen, maar draagt hij een pak en helm die hem, al naar gelang waar hij zich bevindt, informatie geeft over de installatie-onderdelen waar hij bij staat. Al die onderdelen hebben namelijk intelligente sensoren die in verbinding staan met het pak van de monteur. In huis kunnen zulke intelligente sensoren iemand van de trap zien vallen en herkennen hulpgeroep te midden van andere huiselijke geluiden en kunnen ondersteuning bieden bij thuiszorg voor het groeiend aantal ouderen. Ze onderscheiden een bewoner van een inbreker, ook als de bewoner de balkon-deur forceert om binnen te komen, omdat hij de sleutel is vergeten.

Of er nog vragen waren, wil Grandke weten als hij zijn presentatie heeft beëindigd. Het blijft stil, muisstil. Of het dan in de toekomst ook mogelijk is om (indachtig het klik-concept van de Smart-carrosserie) complete auto's te assembleren in de garage om de hoek, werp ik op. Grandke: 'Een goede vraag. Ik denk dát nog niet, maar wel allerlei kleinere consumptiegoederen.' De klanten van Siemens zijn gewaarschuwd. ●

Alternatieven voor bergingspolders en groene rivieren

Spaar de Ooypolder

Behalve het versterken en verhogen van de dijken en het verlagen van de uiterwaarden kwam staatssecretaris drs. J.M. de Vries van Verkeer en Waterstaat in maart met bergingspolders en groene rivieren op de proppen. Hoewel beide maatregelen niet helemaal onbekend zijn in Nederland, waren ze in feite al enkele decennia geleden afgezworen, omdat ze een optimale ontwikkeling van het gehele rivierengebied zouden belemmeren. Die bezwaren bestaan nog steeds. Enkele alternatieven voor de regio Nijmegen.

- Prof.ir. W.F.T. van Ellen -

Bergingspolders hebben tot doel om in geval van extreem hoog water, als de afvoer de maatgevende waarde overtreft, een deel daarvan op te vangen en zodoende de piekafvoer te verlagen. De Ooypolder bij Nijmegen behoort tot de voorgestelde bergingspolders in de voorstellen van staatssecretaris drs. J.M. de Vries van Verkeer en Waterstaat, zoals ze die heeft gepresenteerd in de discussienota *Ruimte voor de rivier*.

Hoewel het gebied zelden als bergingspolder zal fungeren, bestaat hier in principe elk jaar kans op. Dit risico heeft tot gevolg dat de particuliere investeringen in het gebied zullen stagneren; de Ooypolder zal daarom op sociaal-economisch terrein ten opzichte van omliggende gebieden achterblijven. Voor de polderbewoners en de daar gevestigde bedrijven geen aantrekkelijk vooruitzicht; maatschappelijk gezien is het onaanvaardbaar dat op deze wijze de Ooy-

polder wordt veroordeeld tot een blijvende sociaal-economische achterstand zonder dat daar adequate compenserende maatregelen tegenover staan. Compensatie moet niet alleen bestaan uit vergoeding van eventuele overstromingschade maar ook uit een tegemoetkoming vanwege de sociaal-economische stagnatie. Daarvan afgezien is het denkbaar dat, zonder ingrijpende aanvullende maatregelen, het binnengelaten water in de richting van Duitsland weglekt met alle gevolgen van dien. Dat over deze zaken niets in de nota van de staatssecretaris staat, is verontrustend, te meer omdat er betere alternatieven dan de Ooypolder beschikbaar blijken te zijn.

Pannerden

Bij het zoeken van potentiële bergingsgebieden zal de voorkeur uitgaan naar een zodanige ligging dat alle riviertakken van de Rijn er van kunnen profiteren, derhalve bovenstrooms van de splitsing bij Pannerden. Een andere, algemene voorwaarde voor een bergingsgebied is dat tijdens de piekafvoer een deel van het volume van de hoogwatergolf zich snel over



het bergingsgebied kan spreiden om zodoende op maximale wijze een verlaging van de hoogwatergolf te bewerkstelligen. Welnu, er blijkt nabij het splitsingspunt bij Pannerden een aantal bergingsgebieden beschikbaar te zijn die aan deze voorwaarden voldoen: de Lobberdense Waard, de Millingerwaard, de Bijland, het dal van de Oude Rijn en op Duits gebied Samorth, met een gezamenlijke oppervlakte van 20 000 tot 25 000 ha, groter dan de Ooypolder (zie figuur 1). Deze gebieden fungeren ook nu al geheel of ten dele als bergingsruimte. Door doelmatige inrichting en operatie van deze gebieden kan hun gezamenlijke bijdrage aan de verlaging van de hoogwatergolf worden geoptimaliseerd. Het effect is dan vergelijkbaar, zo niet beter dan de voorgestelde berging in de Ooypolder, zonder evenwel in dezelfde mate schade aan gevestigde belangen te veroorzaken. Het gebied kan op aantrekkelijke wijze worden ingericht als één groot internationaal recreatie- en natuurgebied.

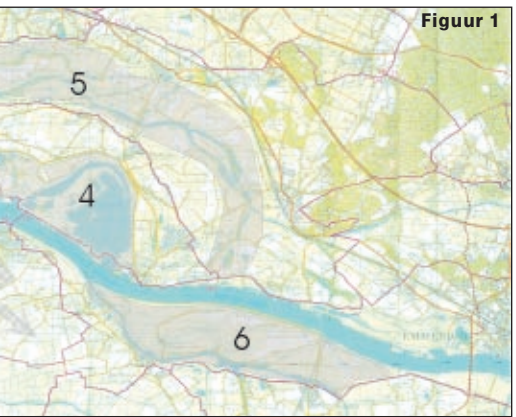
Groene rivier

De voorgestelde groene rivier bij Nijmegen is gedacht te gaan lopen door het tegenover gelegen deel van de Betuwe; enkele alternatieve tracés zijn thans in studie. Het doel is om de hoogwaterstanden bovenstrooms van Nijmegen, die ontstaan als gevolg van de nauwe doorgang van de Waal ter plaatse, te verminderen. Om de gewenste verlaging van 0,40 tot 0,50 m te bereiken moet de groene rivier een breedte hebben van 500 - 600 m, aan beide zijden voorzien van dijken met een

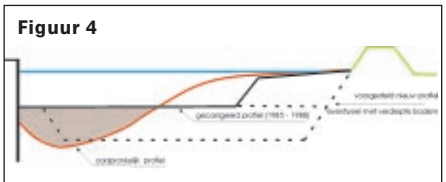
De auteur is oud-hoogleraar aan het IHE in Delft en thans werkzaam als zelfstandig adviseur op het gebied van waterbouwkunde en waterbeheer.

Figuur 2: voorgestelde nieuwe geulen
 diepe geul — vaargeul —

Figuur 1: mogelijke bergingsgebieden:
 1 Ooypolder, 2 Millingerwaard,
 3 Lobberdense Waard, 4 De Bijland,
 5 Dal van Oude Rijn, 6 Samorth.



Figuur 3: detailverloop van geulen:
 diepe geul — vaargeul —
 geleidedam - - - mogelijk tracé nieuwe brug of tunnel.



Figuur 4: Schematisch dwarsprofiel bij Nijmegen.

hoogte die overeenkomt met die langs de Waal zelf. Om de effectiviteit van de groene rivier te maximaliseren moet deze zo 'glad' mogelijk zijn, dat wil zeggen zonder obstakels van bebouwing en kruisende (spoor-)wegen en hinderlijke begroeiing. Het is duidelijk dat de groene rivier op deze wijze een ernstige inbreuk pleegt op de samenhang en harmonische ontwikkeling van het gehele betreffende deel van de Betuwe. Het is daarom de moeite waard

om te zoeken naar betere alternatieven. Het knelpunt in de Waal bij Nijmegen is het gevolg van de aanwezigheid van een scherpe bocht in de rivier aldaar, die in de diepe buitenbocht gestabiliseerd is door de Waalkade van Nijmegen en in de ondiepe binnenbocht door de bandijk bij Lent. Schematisch is het verloop van de diepte in de bocht aangegeven door de oranje lijn in figuur 4. Ten behoeve van de steeds groter wordende eenheden van de binnenscheepvaart is het profiel in de jaren tachtig gecorrigeerd (zie ook figuur 4). Hiermee is bewust een zekere extra opstuwning bij hoge afvoeren geaccepteerd. Bij de huidige configuratie is het niet mogelijk om de capaciteit van het betreffende rivierdeel te vergroten. Maar als een correctie van de rivierloop bovenstrooms van Nijmegen wordt toegepast, ontstaat er een andere situatie (zie figu-

ren 2 en 3). De aldaar voorgestelde verruiming van de bocht ligt geheel binnen de uiterwaard; er wordt derhalve geen enkele inbreuk gepleegd op de bedijkte Ooypolder. Door de bochtverruiming worden de stroomlijnen in het knelpunt bij Nijmegen geheel of nagenoeg recht getrokken, waardoor wel de mogelijkheid ontstaat om de capaciteit van de rivier ter plaatse te verhogen (figuur 4). Volgens globale berekeningen is het mogelijk door verbreding of verdieping van het profiel een zodanige capaciteit te creëren dat van een vernauwing eigenlijk geen sprake meer is; de groene rivier wordt daarmee dus overbodig. Ook de scheepvaart is gediend met de voorgestelde oplossing, omdat een ruimere en gemakkelijker te bevaren bocht ontstaat. Door aan de bovenstroomse zijde een overstroombare afsluitdam met inlaatwerk te plaatsen kan, in geval van hoge afvoeren, het deel van de huidige loop van de Waal dat door de bochtverruiming wordt kortgesloten, dienen als een watervoerende nevengeul, die tevens kan worden ingericht als natuur- en recreatiegebied in samenhang met het overige gebied tussen de beide bandijken. Om bij lage afvoeren ongewenste sedimentatie in de verdiepte geul te voorkomen kunnen op kribhoogte geleidedammen worden aangelegd (figuur 3). ●

IN DE WERELD VAN GERARD 'T HOOFT DOEN ZICH OVERIGENS MEER HOLISTISCHE FENOMENEN VOOR

De (new) age van de fysica

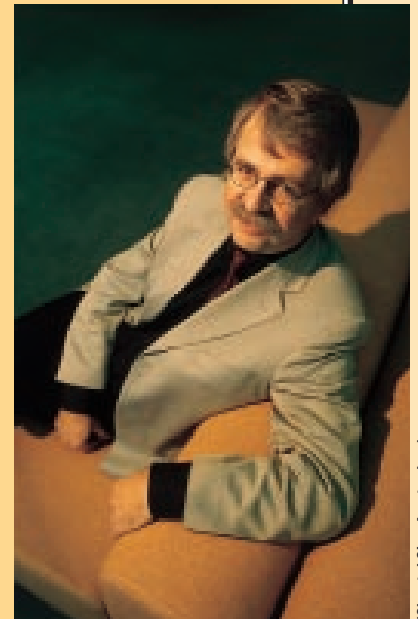
HP/De Tijd, onze nationale vinger aan de pols van de tijdgeest, constateerde in zijn aflevering van 25 februari: 'New Age over en uit. Maar we hebben er allemaal iets van meegekregen.' Het kost me enige moeite om het toe te geven, maar er zit wat in. Ik denk met name aan het new-age-idee dat alles met alles samenhangt, het holisme. Onze moderne wetenschap moet er weinig van hebben. Begrijpelijk. Het riekt naar astrologie en magie (zo boven zo onder). En het staat op zijn minst op gespannen voet met de succesvolle wetenschappelijke praktijk. Als alles met alles samenhangt, wordt het moeilijk de wereld te begrijpen door kleine stukjes ervan af te zonderen om die vervolgens op ons gemak te onderzoeken. En aangezien juist deze werkwijze ons de afgelopen eeuwen grote vooruitgang heeft gebracht, mogen we toch wel concluderen dat de reductionistische visie, waarin het grotere te begrijpen is uit de eigenschappen van het kleinere, een effectieve leidraad oplevert voor het vergroten van ons inzicht in de wereld om ons heen. Grootschalige samenhang en wederzijdse beïnvloeding kunnen lokaal hooguit tot kleine, zo niet verwaarloosbare effecten leiden. Dat wil natuurlijk niet zeggen dat we er met een uitsluitend reductionistische benadering komen. Een bekend voorbeeld van een al langer bekende, allesomvattende en alles doordringende samenhang levert de zwaartekracht. Maar die is gelukkig zo zwak dat we er bij het ontrafelen van de natuurgeheimen meestal weinig hinder van ondervinden. Het wordt pas moeilijk als we de zwaartekracht zelf willen onderzoeken. En zo realiseren biologen zich dat de werking van een cel alleen te begrijpen valt als deze als geheel wordt bestudeerd. Kennis van de volgorde van de basen in het DNA is daarvoor noodzakelijk maar niet voldoende. En de vorming van een embryo wordt voor een groot deel bepaald door de omgeving waarin het zich ontwikkelt.

Een fysisch fenomeen met een sterke aantrekkingskracht op new-age-adepten is het hologram. De naam wijst de weg. Een hologram heeft twee opmerkelijke eigenschappen die het op bepaalde gebieden tot een geliefd analogon maken. Het is een tweedimensionale informatiedrager waarmee de illusie van een driedimensionale werkelijkheid kan worden opgeroepen en de daarvoor benodigde informatie is niet gelokaliseerd. Elk deel van het hologram bevat informatie waarmee de totale illusie kan worden gerealiseerd (zij het dat de afbeelding rafeliger wordt naarmate het gebruikte deel van het hologram kleiner wordt, maar dit terzijde). Deze laatste eigenschap heeft sommige onderzoekers ertoe gebracht het geheugen voor te stellen als een soort hologram. Herinneringen zouden niet lokaal zijn vastgelegd maar uitgesmeerd over een uitgebreid hersengebied. In wezen zou het herinneren niets anders zijn dan de reproductie van de wirwar van elektrische pulsen die door een neuronennetwerk flitsen als gevolg van bepaalde zintuiglijke prikkels. En soms kan het (re)genereren van dit cerebrale vuurwerk zelfs bedrieglijk echte ervaringen opleveren: hallucinaties.

Hebben wij soms al moeite om waan en werkelijkheid van elkaar te scheiden, Gerard 't Hooft, recent Nobelprijswinnaar, gaat nog een forse stap verder. De bestudering van

zwarte gaten heeft hem tot de veronderstelling gebracht dat onze vertrouwde driedimensionale wereld beschreven kan worden op grond van de informatie die op een tweedimensionaal oppervlak is geprojecteerd en dat roept uiteraard associaties op met ons hologrammodel: de wereld als een hologram. In de wereld van 't Hooft doen zich overigens meer holistische fenomenen voor. De meest opmerkelijke is misschien wel het verschijnsel dat in de vakliteratuur als *entanglement* wordt aangeduid. Het bestaan ervan werd in 1982 door een Franse onderzoeksgroep in een intussen klassiek experiment aangetoond. Het komt er grofweg op neer dat in de wereld van de subatomaire verschijnselen deeltjes met een gemeenschappelijke oorsprong altijd met elkaar verbonden blijven, ongeacht hun afstand. Als er iets met het ene deeltje gebeurt, zal de andere dat momentaan 'merken', zoals bij eenige tweelingen zullen we maar zeggen. Voor Einstein was dit nog een theoretische mogelijkheid, maar het was voor hem ook reden om te stellen dat de quantummechanica, die dit fenomeen beschrijft, als theorie niet volledig was. Hij sprak in dit verband van *spukhafte Fernwirkungen*. De groep van Alain Aspect liet zien dat die inderdaad bestaan, tenzij een andere befaamde dissident gelijk krijgt. Volgens de fysicus Bohm zouden we ook hier wel eens last kunnen hebben van een illusie. Het lijkt alsof we te maken hebben met twee deeltjes die zich volledig gecorreleerd gedragen. Maar misschien is het toch maar een deeltje waarvan we twee projecties waarnemen. Bohm vergelijkt het met de situatie van een aquarium met een goudvis en twee camera's: de een gericht op de voorkant, de ander op de zijkant. Stel nu dat je alleen de tv-beelden ziet en niet het aquarium zelf. Op het eerste gezicht lijkt er sprake van twee aparte entiteiten. Kijk je wat beter dan valt op dat er een relatie bestaat tussen hun gedrag, alsof er direct communicatie tussen beide bestaat. Het verschijnsel wordt begrijpelijk als we ons voorstellen dat het om twee verschillende projecties gaat van hetzelfde voorwerp. En opnieuw duikt dan in de beschrijving van de natuur het idee op van een verborgen holografische identiteit. Je zou bijna zeggen dat de fysica aan de vooravond staat van een eigen new age.

Drs. G.A. van de Schootbrugge



Drs. G.A. van de Schootbrugge is projectcoördinator bij Philips natlab.

(Chantal Sion Amsterdam)

Van 't Hoff-laboratorium doet onderzoek naar colloïden

Brug tussen micro- en macrowereld

'Het bijzondere aan colloïden zijn de drie S-en: *slow, soft en seeable.*' Alles wat prof.dr. Henk Lekkerkerker en zijn FOM-promovendi drs. Els de Hoog en drs. Felix van der Kooij in het Van 't Hoff-laboratorium in Utrecht over hun onderzoek laten zien, heeft met die drie eigenschappen te maken. Zo gebruiken ze in een vloeistof zwevende colloïdale bollen, staafjes en plaatjes als modelsystemen om fundamentele aspecten van de vorming van kristallen en vloeibare kristallen te onderzoeken.

- Drs. Huub Eggen -

In het Van 't Hoff laboratorium van de Universiteit Utrecht bestaat grote deskundigheid in het maken van colloïdale deeltjes met goed gedefinieerde eigenschappen. Colloïden zijn veel groter dan atomen (zo tussen de eenmiljoenste en eenduizendste millimeter), waardoor ze met een lichtmicroscop te zien zijn en ze bewegen veel langzamer dan atomen. Zo kan de invloed van de deeltjes op elkaar goed worden gevolgd. Tegelijk bestaat er een diepe analogie tussen de structuur in een vloeistof die uit atomen bestaat en de zwevende colloïden in een vloeistof. Daarom staat zo'n colloïdaal systeem model voor wat er zich in een vloeistof afspeelt.

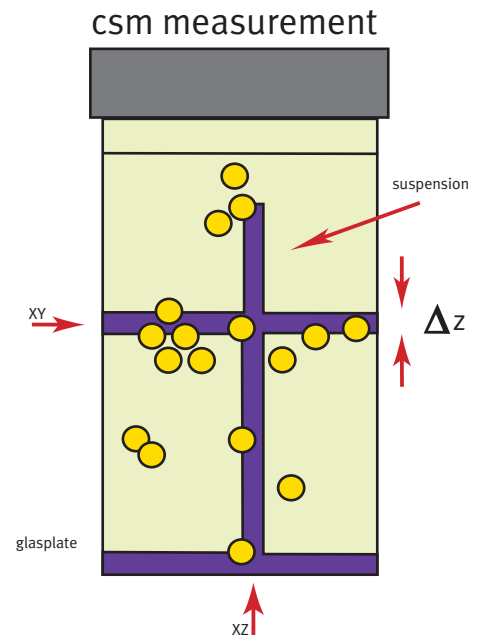
Colloïden zijn van groot belang. Denk maar aan de talloze industriële colloïden - zo zorgen kleideeltjes dat het papier van *De Ingenieur* stevig genoeg is - en aan de toepassing van vloeibaar-kristallijne dispersies van zepen. Ook veel biopolymeren (eiwitten, virussen) gedragen zich als

De auteur is werkzaam als wetenschapsvoorlichter bij de Stichting FOM. Research is een rubriek, waarvoor de technisch-wetenschappelijke attaché's, de Technologiestichting STW en de Stichting FOM bijdragen leveren.

colloïden. Er ontbreekt nog veel fundamenteel inzicht in oorsprong van de eigenschappen van veel van deze systemen. Onderzoek aan goede colloïdale modelsystemen kan beter begrip opleveren. Theorie, computersimulatie en experiment gaan hier hand in hand.

Fasescheiding

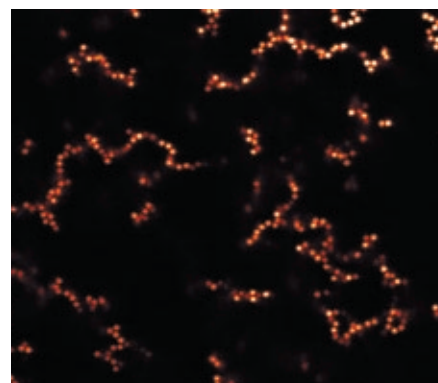
Er is veel werk gedaan aan bolvormige colloïden. Het onderzoek van drs. Els de Hoog, FOM-promovendi aan het Van 't Hoff-laboratorium, past in die lijn. Zij heeft recent gekeken naar fasescheiding in een systeem van colloïden (pmma ofwel plexiglas) en polymeren (polystyreen). Bekend is dat fasescheiding hier optreedt door de zogeheten depletie-attractie. Wanneer twee colloïden elkaar naderen, ontstaat tussen die deeltjes een gebied waaruit de polymeren om thermodynamische redenen verdwijnen. Het gevolg is dat er een niet-gecompenseerde osmotische druk op de deeltjes ontstaat. Daardoor worden ze naar elkaar toe gedreven. Er kan nu fasescheiding optreden. Een grote vraag is of dit leidt tot een geordend colloïdaal kristal dan wel tot een wanordelijk se-



Met een confocale microscoop kunnen in een doorzichtig medium naar believen horizontale of verticale doorsnedes worden bekeken. Hier is dat schematisch weergegeven. Doordat in de colloïdale deeltjes fluorescerende kernen zijn ingebouwd, kan de positie van die deeltjes in drie dimensies goed worden bepaald.

diment. Kennis van dit proces kan bijdragen tot het maken van mooie colloïdale kristallen voor optische toepassingen. De afmeting van de deeltjes en de concentratie van het polymeer zijn hier belangrijke factoren. Simulaties zijn maar beperkt mogelijk, omdat ook met snelle computers slechts enkele minuten van het proces nabootst kunnen worden. De Hoog heeft nu experimenteel vastgesteld dat - tamelijk onverwacht - bij een lage concentratie van het polymeer (zo laag dat er net geen fasescheiding optreedt) na één dag prachtige kristalvorming in het sediment optreedt. Als de concentratie polymeren toeneemt, scheiden colloïden en polymeren zich sneller, maar ontstaan alleen aggregaten. Dankzij geavanceerde confocale microscopie die prof.dr. Alfons van Blaaderen in

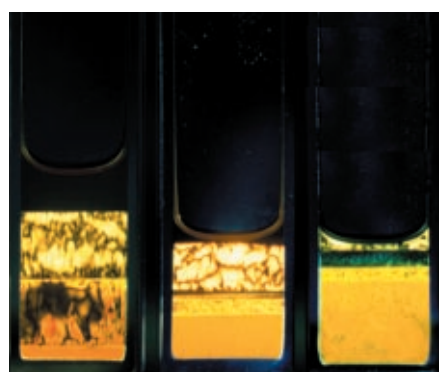
het laboratorium heeft ontwikkeld, is dit proces nauwkeurig in beeld te brengen. Het succes van deze techniek berust er deels op dat in de colloïddeeltjes een fluorescerende kern wordt ingebouwd. Die kernen geven dan licht op specifieke golflengten en met gebruik van filters kan al het andere licht uit de colloïdale oplossing worden tegengehouden. De microscoop ziet dus alleen de colloïden. Een confocale microscoop maakt het mogelijk om op te selecteren diepten in de oplossing te kijken. Het systeem van Van Blaaderen is zo snel dat de beweging van de deeltjes bijgehouden kan worden. Met behulp van een computerprogramma worden alle waarnemingen gereconstrueerd tot een driedi-



Opnamen met een confocale microscoop van een mengsel van colloïden en polymeren. De colloïdale deeltjes klonteren op den duur samen als gevolg van het toegevoegde polymeer. Er ontstaat een wanordelijk sediment. De volumfractie aan colloïdale deeltjes was 2,24 % en de concentratie polymeer 8,07 mg/ml. Het plaatje links is opgenomen na 39 seconden, Het plaatje rechts na 8:54 minuten.

aanvankelijk onlogisch. De verklaring voor het ontstaan van deze zogeheten nematische fase is echter dat het evenwijdig ordenen (oplijnen) een entropisch gunstiger gebruik van de beschikbare ruimte mogelijk maakt. Voor een mengsel van staafjes en plaatjes roept een soortgelijke redenering de volgende vraag op: wordt er een biaxiale nematische fase gevormd waarin zowel de platen als staven gelijktijdig geordend zijn of treedt er ontmenging op in twee uniaxiale nematische fasen waarin de platen en de staven apart zijn geordend? Om hierin experimenteel helderheid te brengen heeft Van der

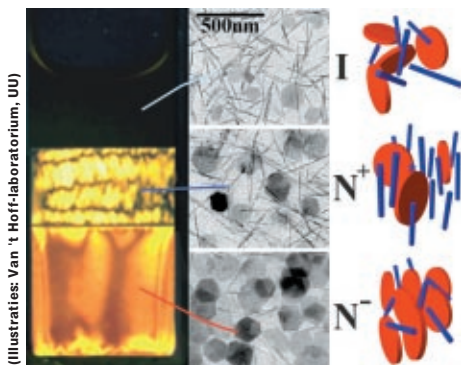
Het werd echter nog veel mooier bij verhoging van de concentratie aan staafjes en plaatjes. 'We kregen zelfs vijf fasen te zien, waarvan vier vloeibaar-kristallijne fasen en een isotrope, dus zonder ordening', zegt Van der Kooij. 'Dit is allemaal nog niet berekend en gesimuleerd. Het is echt nieuw. Dan kom je ook in de *Physical Review Letters*.' Dat is een voor natuurkundigen zeer prestigieus vakblad. Opnamen met een elektronenmicroscoop en analyses in de bundellijn Dubble in de European Synchrotron Radiation Facility in Grenoble hebben uitgewezen dat de deeltjes in één van de fasen in kolommen waren geordend. Deze columnaire fase is in feite een tweedimensionaal kristal en vertoont als zodanig een hogere orderingsgraad dan de nematische fase.



Bij een hoge concentratie aan staafjes en deeltjes treedt een rijk geschakeerde ordening op, met links drie verschillende vloeibaar-kristallijne fasen onder de isotrope oplossing bovenin, in het midden en rechts zelfs vier verschillende vloeibaar-kristallijne fasen.

Kooij gekeken naar mengsels van staafvormige AlOOH-deeltjes en plaatvormige Al(OH)₃-deeltjes. Uit de experimenten aan de mengsels blijkt nu dat er geen biaxiale fase gevormd wordt, maar dat er in plaats daarvan ontmenging optreedt in twee uniaxiale fasen.

De rijkdom aan fasen in het experiment van Van der Kooij wordt, naast de combinatie van deeltjesvormen, ingegeven door het feit dat de deeltjes niet allemaal precies dezelfde afmetingen hebben. Naarmate de uniformiteit van afmeting en vorm van de deeltjes hoger is, liggen de experimenten dichterbij de simulaties en kun je experiment en theorie goed vergelijken. Afwijkingen van de uniformiteit drijven het experiment meer naar de alledaagse wereld. 'Ons systeem doet geen aannames; het is de werkelijkheid', zegt Van der Kooij. Dat slaat de brug naar de praktijk, waarin afmetingen, vorm, dichtheden, en mengverhoudingen door de natuur zijn ingesteld of in industriële omstandigheden door de mens worden bepaald. Zo wordt het mogelijk de factoren te begrijpen die tot mooie colloïdale kristallen leiden of om te doorgronden waarom bijvoorbeeld het maken van eiwitkristallen telkens weer zo'n lastig karwei is. ●



Wat gebeurt er in een mengsel van staafvormige en plaatvormige deeltjes die zweven in een oplossing? Links in het plaatje is zo'n oplossing in een glazen buisje te zien.

Bovenin nemen staafjes en plaatjes willekeurige oriëntaties in. Doordat de opname met gekruiste polarisatiefilters is gemaakt, wordt het licht dat door deze ongeordende oplossing komt, uitgedoofd. In de middelste fase zijn de staafjes overwegend geordend, onderin geldt dat voor de plaatjes. In de middelste rij microscopopnamen van de verschillende fasen.

mensionaal beeld waarin de veranderingen in de tijd te volgen zijn.

Nematische fase

Experimenten aan naaldjes en plaatjes zijn veel minder gedaan. 'Dat vond ik juist interessant', zegt drs. Felix van der Kooij, eveneens FOM-promovendus in Utrecht. 'Zeker omdat een groot deel van de colloïden in de natuur en in de industrie juist uit platte deeltjes bestaat.' Uit theorie, simulaties en experimenten is bekend dat in suspensies van staafjes of plaatjes de deeltjes zich boven een bepaalde concentratie spontaan evenwijdig ordenen. Toen dat ontdekt werd, leek dat

Merwede-werf bouwt vijfmaster Royal Clipper af

Een zeilende Titanic



INNOVATIEF

Na ruim negentig jaar keert een legende terug op de golven van de wereldzeeën. De Royal Clipper is, met een lengte van 134 meter, een kopie van de Preussen, het grootste zeilschip aller tijden dat in 1910 in Het Kanaal na een aanvaring is gezonken. De Nederlandse werf Merwede heeft het in Polen vervaardigde casco van een nieuwe vijfmaster afgebouwd. De Royal Clipper: een combinatie van oude zeilwetten en uiterst moderne techniek.

- Drs. Bert Verhoeven -

Foto's: Chantal Slon, Amsterdam

De auteur is freelance journalist.

Windhonden van de zee', zo werden de glorieuze clip-pers in het midden van de negentiende eeuw genoemd. De naam clipper staat voor een lang en relatief licht schip met een ronde achtersteven. Deze ranke zeilschepen vestigden snelheidsrecords op de transatlantische routes. Reeds in 1813 bereikte het postschip America een vaart van dertien knopen. Clipper-kapiteins, vaak niet ouder dan begin twintig, joegen met de grootst mogelijke snelheid over de wereldzeeën. Om te delen in de bonussen voor een snelle oversteek werkte de bemanning rond de klok en maalden niet om risico's. Veel matrozen vonden dan ook een zee-mansgraf in barre omstandigheden. Wel ontstond voor het eerst in de historie een vaste dienstregeling tussen de continenten.

Rond 1870 echter verdrongen krachtige stoomschepen, met aanzienlijk minder bemanning, de zeilschepen van de oceanen. Het tijdperk van de zeilschepen naderde zijn einde. Nog een keer probeerde de Preussen, die in 1902 in het Duitse Gestemunde van stapel liep, de stoomschepen te verslaan. Het schip was dan ook een ware sensatie. Met een lengte van 134 m kon de Preussen meer vracht bergen dan stoomschepen. Het schip was met 17 knopen sneller en gebruikte de goedkoopste krachtbron: wind. Acht jaar domineerde de Preussen de oceanen, maar haar snelheid werd haar fataal. De kapitein van een naderend stoomschip schatte het hoge tempo verkeerd in. Hij maakte een verkeerde manoeuvre en zijn schip ramde in Het Kanaal de Preussen langs. Daarmee viel het doek voor zeilschepen als vrachtaarders.

Jongensdroom

Sinds enkele jaren bloeit het toerisme per cruiseschip evenwel als nooit tevoren. Dat bracht de Zweedse reder Mikael Krafft, zeilfanaat en eigenaar van het in Monaco gevestigde Star Clippers, op het idee om de oude clippers nieuw leven in te blazen. Naast twee viermasters wordt de in Giessendam afgebouwde Royal Clipper het vlaggenschip. 'Krafft beschouwt het bouwen van een vijfmaster als een jongensdroom', vertelt A. Stuurman, marketing manager van Merwede scheepswerf, een onderdeel van IHC Caland NV. 'Eind jaren tachtig gaf de mijnwerkersvakbond in Polen de opdracht

het casco te bouwen. De bond wilde zijn leden laten genieten van schone zee-lucht. Door de val van het communisme ontbrak echter het geld om het karwei af te maken. Krafft kwam drie jaar geleden bij ons met de vraag of wij het casco konden afbouwen tot een luxe vijfmaster met alle moderne faciliteiten aan boord.'

De Nederlandse scheepsbouw floreert vooral door de bouw van technisch hoogwaardige schepen. Deze, vaak eenmalige, projecten vereisen brede kennis en ervaring, die binnen de Nederlandse bedrijfstak voorhanden is. Daarom was het volgens Stuurman logisch dat Krafft bij Merwede aanklopte. 'Het wereldje van de scheepsbouw is klein. Er zijn relatief weinig opdrachtgevers en iedereen kent elkaar goed. Hoewel we geen ervaring hadden met clippers, is onze werf wel gespecialiseerd in de bouw van schepen met een hoog gehalte aan techniek, zoals hopperzuigers, onderzoeks-vaartuigen of projectschepen die met behulp van zware kranen zelf kunnen laden en lossen, ook in gebieden waar geen haven voorhanden is. Dit zijn bijna altijd eenmalige projecten, we bouwen vrijwel nooit in serie. Om onze kennis op peil te houden en flexibel te kunnen werken beschikken we over een eigen ontwerpafdeling van circa vijftig man. Uitbesteden van dat soort taken is in het algemeen goedkoper, maar er gaat niets boven het fysiek bij elkaar zitten. Omdat ontwerp en productie vaak parallel verlopen, kiezen we bewust voor een situatie met een eigen ontwerpafdeling, zodat we steeds verbeteringen kunnen blijven aanbrengen. Daarnaast beschikken we over een eigen meubelfabriek, waardoor we tevens interieurs kunnen vervaardigen.'

Na anderhalf jaar praten en onderhandelen verkoos Krafft de Merwede boven een Duitse werf. Stuurman: 'Als onderdeel van multinational IHC Caland hebben we het voordeel dat we voor de opdrachtgevers makkelijk kunnen bemiddelen bij een bank. Dat was tenslotte de doorslaggevende factor. In mei vorig jaar is het casco vanuit Polen naar Giessendam gesleept, waar we zijn begonnen met de inbouw van de motoren en de accommodatie.'

Luxe

De twee Caterpillar hoofdmotoren kunnen elk 2500 pk ontwikkelen. Daarnaast zijn er twee hulpmotoren van elk 1600 pk

en een ABB-boegschroef met 496 pk. De enkelvoudige schroef heeft verstelbare bladen en kan het schip een kruissnelheid geven van 17 knopen. Star Clippers wil echter dat de schepen de route zoveel mogelijk zeilend afleggen. Alleen bij lange tijd windstil weer worden de motoren ingeschakeld.

Bij cruiseschepen hoort luxe, en passagiers kunnen dan ook bijvoorbeeld verkoeling zoeken in drie zwembaden, waarvan één een doorzichtige glazen bodem bezit die een kijkje gunt op de onderliggende bar. Het centrale trappenhuis wordt gebouwd in Titanic-stijl met onderaan de 'kapitein Nemo lounge', waar opvarenden tijdens de fitness door grote patrijspoorten het leven onder water kunnen bewonderen. 'Ondanks de luxe streeft Star Clippers toch een persoonlijke sfeer na. Op een cruiseschip staat bijvoorbeeld het *captains dinner*, waarbij een select groepje gasten mag aanschuiven, altijd hoog genoteerd. Op de Royal Clipper vraagt de kapitein echter aan de gasten of hij mag aanschuiven, het schip staat immers gedurende de reis tot hun beschikking. Ook mogen passagiers op de brug mee navigeren en vragen stellen aan de dienstdoende officieren.'

Het schip is voorzien van zestien waterdichte deuren en de achtersteven kan hydraulisch worden uitgeklat tot een aanlegsteiger voor sportboten of duikers. Ook aan weerszijden van de romp zijn hydraulische, uitschuifbare vleugels aangebracht. Hierdoor kunnen gasten op spectaculaire wijze buiten het schip over de woeste golven 'zweven'. Bovendien heeft de clipper een antihellingssysteem, dat de maximale helling beperkt tot zes graden. 'Dit wordt bewerkstelligd door water in grote tanks met hoge snelheid rond te pompen tegen de richting van de helling. Hierdoor kan de clipper 'recht zeilen'.'

Het verse water komt uit twee watermachines die per dag 120 ton zoet water uit zout water fabriceert. Dit verloopt volgens het *reversed osmose*-principe. Onder hoge druk wordt het water door de membranen weggevangen, waarna het door een kalkfilter wordt geleid en mineralen worden toegevoegd.

Nadat het interieur, met luxe hutten inclusief badkamer, in Giessendam was ingebouwd, werd de clipper in april naar Vlaardingen gesleept om daar te worden afgemaakt. 'Met de zestig meter hoge hoofdmast (zo hoog als een flatgebouw

van 12 verdiepingen) kon de clipper niet onder de bruggen door. Daarom is besloten om het schip in Vlaardingen op te tuigen.'

De kennis hiervoor is eigenlijk alleen nog in Oost-Europa aanwezig. Ook tijdens Sail 2000 in Amsterdam is weer te zien dat landen als Polen en Rusland nog steeds grote zeilschepen als opleidingschip voor de marine gebruiken. Voor het lastige karwei van het plaatsen van de vijf masten, te weten de fokkenmast, de grote mast, de middelmast, de hoofdmast en de jagermast, kwamen dan ook specialisten uit Polen.

'De stalen masten zijn in Polen gemaakt en bijzonder is dat de middelmast ook als schoorsteen wordt gebruikt', zegt Stuurman en hij wijst in de richting van de enorme ronde pilaar die uitkomt in de machinekamer. 'Bovendien kunnen passagiers straks binnenin de hoofdmast per lift naar boven om in het kraaiennest te genieten van een prachtig uitzicht. Voor het plaatsen van de hoofdmast is onder de voet een gouden Wilhelmentje uit 1897 gelegd. Volgens oude scheepstraditie worden zo de goden van zee en wind gunstig gestemd.'

Brassen

Er zijn maar liefst zesentwintig ra's (dwars aan de mast bevestigde ronde balk), waarvan een groot deel in Sint Petersburg is gefabriceerd. Op dezelfde werf bouwen de Russen bijvoorbeeld ook nucleaire onderzeeërs. Het internationale karakter van het schip blijkt verder uit het feit dat de dacronzeilen uit de Verenigde Staten komen. Met een oppervlakte van maximaal 5202 vierkante meter zeil zal de Royal Clipper in elke haven een imposante verschijning zijn. 'De zeilen worden niet aan de mast maar in de ra geborgen. Per ra zorgt een elektromotor voor het in- en uitrollen. Het 'hijzen' van de zeilen kan zo vanaf de brug worden bestuurd. Behalve de gangbare bedieningsconsoles beschikt de gezagvoerder namelijk over een bedieningspaneel waarmee de zeilen hydraulisch kunnen worden afgesteld. Voor dit brassen van de zeilen (het stellen naar de wind) worden per mast vier hydraulische lieren gebruikt. Een lier bedient daarbij drie ra's. Binnen enkele minuten is het schip zo onder zeil.

Toch zeilt zo'n groot schip zeker niet op de automatische piloot. De hoeveelheid en stand van de zeilen wordt, naar aloude traditie, geheel door de verantwoordelijke officier bepaald en dus niet door de computer. Zeilliefhebbers komen daarom wel



degelijk aan hun trekken, want alle zeilmanoeuvres vinden aan dek plaats. Het overstag gaan van de grote clipper wordt een ware belevenis. Passagiers die denken dat de elektronische bedieningsinstrumenten de lol van het zeilen verstoren, kunnen zelf de handen uit de mouwen steken. Twee zeilen, één aan de hoofdmast en één aan de jagermast, zijn namelijk bedoeld voor handmatig gebruik door de passagiers. Diegenen die dus enige lichaamsbeweging wensen kunnen zich uitleven op het hijsen van de zeilen.' Zo staat er ook speciaal voor de passagiers een klassiek magnetisch kompas op het dek, hoewel het schip natuurlijk over de modernste communicatiemiddelen, zoals satellietnavigatie, beschikt.

Zwembad in aanbouw. Een van de drie zwembaden heeft een doozichtige bodem van glas, daaronder bevindt zich een bar.

Hoogstwaarschijnlijk is de Royal Clipper - onder Luxemburgse vlag - deze maand vanuit Vlaardingen op eigen kracht naar de thuishaven Monte Carlo vertrokken. Helaas zien we hem in de Nederlandse wateren niet meer terug. 's Zomers worden immers zeven- en veertiendaagse reizen in het Middellandse Zee-gebied georganiseerd, terwijl het schip in de winter in het immer zonnige Caribische gebied vaart. Wie mee wil, moet trouwens geduld hebben: de 260 passagiersplaatsen zijn al voor ruim een jaar besproken. ●



[foto: David Hozing Fotografie]

Verboden niet aan te raken!

Een bezoek aan de Ontdekhoek is een uitgelezen kans om jonge kinderen een positieve indruk van techniek te geven. Zij kunnen er zelf aan de slag; metaal bewerken, boten bouwen, koffie maken of chips bakken. Volwassenen blijven op de achtergrond. Eigen vindingrijkheid telt.

- Drs. Janneke Hofman -

De Ontdekhoek is gewild voor verjaardagspartijtjes, dagjes uit en schoolreizen. Jaarlijks bezoeken ruim 65 000 mensen een van de drie vestigingen in Nederland. Een vierde vestiging wordt binnen twee tot

'Met vallen en opstaan worden kinderen wijzer. Niet met een stukje tekst of een reeks formules.'

drie jaar geopend in Leidsche Rijn. Het motto van de Ontdekhoek is: verboden niet aan te raken! Het is net een technische speeltuin, waar kinderen de mogelijkheid krijgen om dagelijkse gebruiksvoorwerpen of voedingsmiddelen te produceren. De bezoekers hoeven niet te lezen, te luisteren en netjes stil te blijven zitten. Ze mogen hun nieuwsgierigheid en ondernemingslust de vrije loop laten. Kinderen van vier tot veertien jaar kunnen actief kennismaken met tal van verschillende denkwerelden en werkterreinen binnen de techniek. Zo is er uit de dertig onderdelen altijd wel iets dat hen aanspreekt: metselen, boten maken, koffie branden, metaal bewerken, lepeltjes smeden, torens bouwen, dijkdoorbraken dicht en postzegels, enveloppen, boekjes en muziek maken.

De enige leidraad is hun eigen vindingrijkheid. Komen ze er niet uit dan mogen ze zo veel afkijken als ze willen. Op deze manier merken ze of ze aanleg hebben voor techniek of niet. Initiatiefnemer van de Ontdekhoek, Bert Nagel: 'Met vallen en opstaan worden kinderen wijzer. Niet met een stukje tekst of een reeks formules uit hun hoofd leren. Maar in Nederland lijkt aanschouwelijk

onderwijs niet te mogen. Dat ervaren we als een afgang.'

Kies exact

Er is een groeiend tekort aan technici op de arbeidsmarkt. Campagnes als Kies exact lijken weinig effect te sorteren. Volgens Nagel moeten opvoeders en onderwijzers er vroeg bij zijn: 'Rond hun tiende levensjaar bepalen kinderen al vaak hun beroepskeuze. Dat lijkt erg jong, maar onderzoeken hebben dat aangetoond.' Toch blijkt de politiek niet bereid om grootschalig na te denken over beleid voor kinderen en techniek. Nagel: 'De overheid voert een wegwerpbeleid. Ze geeft ons net voldoende geld om het vijf jaar uit te zingen en dan moeten we weer van voren af aan beginnen. Er is geen ruimte voor investeringen op de lange termijn.'

De oprichting van de Ontdekhoeken is mede een initiatief van het NIRIA. De drie huidige vestigingen draaien op steun van respectievelijk de gemeente Rotterdam, het Koning Willem I college in Den Bosch en de Hogeschool Windesheim in Zwolle. Nagel kan zijn personeel niet zoveel betalen als hij wil. De proeven die de bezoekers doen, moeten zo goedkoop mogelijk zijn. Ook zijn de ruimtes van de Ontdekhoek klein, is de inrichting sober en ontbreekt elke vorm van opsmuk.

Ondanks de moeizame financiële organisatie is de huidige formule van de Ontdekhoek succesvol. Kinderen vinden een bezoek geweldig, aldus Nagel. 'Ze vervelen zich geen seconde en komen herhaaldelijk terug.'

Het is jammer dat deze probeerparadijzen nog altijd zo weinig naamsbekendheid genieten. Kinderen van ouders die techniek associëren met saai en vervelend, mogen hopen dat een vriendje of vriendinnetje hen ooit uitnodigt in het kader van het jariger dan jarig arrangement. ●

Ontdekhoek Rotterdam, Pannekoekstraat 55 in Rotterdam (010 414 31 03), Ontdekhoek Den Bosch, Industriestraat 59-61 in Den Bosch (073 621 53 35), Ontdekhoek Zwolle, Campus 2-6 (Hogeschool Windesheim) in Zwolle (038 469 99 75).

Entreprijzen: particulieren: f 15,00 (ouders betalen de halve prijs, reserveren is niet nodig); scholen: f 8,00 per kind (begeleiders betalen de halve prijs, reserveren verplicht). Voor meer informatie: www.ontdekhoeke.nl.

Zeedijk op 20 km afstand uit kust lost veel problemen op

Annexeer de Noordzee

Het aanleggen van een dijk op 20 km afstand van de huidige kustlijn lost een groot aantal problemen op. De nieuwe 'zee-uiterwaarden' bergen tijdens springtij overtollig water, waardoor Zeeland, de Waddenzee en de rivieren worden ontlast. In het nieuwe gebied is het tevens mogelijk aanzienlijk goedkoper een vliegveld, havens, industrieën, nieuwe steden, jachthavens en windturbines te bouwen. Een revolutionair plan.

- Ing. Rob van den Haak -

Landschaarste, bevolkingstoename en zeeniveauperhoging nopen Nederland tot ingrijpende maatregelen. Hiervoor denkt minister Jan Pronk van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieuhygiëne 300 000 ha nodig te hebben. Indien we op 20 km afstand van de huidige kustlijn van Walcheren tot Den Helder een dijk zouden aanleggen, winnen we een gebied van 300 000 ha dat water en land ontsluit.

Tevens voorkomt uitvoering van dit plan een nieuwe watersnoodramp. Het hoogste peil dat de Noordzee ooit heeft bereikt, vond plaats tijdens de watersnoodramp van februari 1953. Het water steeg toen tot 3,55 m boven NAP. Vanwe-

De auteur is ankerspecialist en oprichter van het bedrijf Vrijhof Ankers BV in Krimpen aan de IJssel.



Nog veel meer toeristen zullen naar de 'nieuwe Waddenzee' trekken.

(Foto: Michel Wielick, Amsterdam)

ge de zeespiegelstijging zou het water in 2100 tijdens zo'n springvloed op 4,40 m boven NAP komen. Bij de in 2100 verwachte niveauverhoging van de zee van 85 cm kunnen de rivieren, die ook nog eens 20% meer aan piektoevoeren te verwerken krijgen, hun water hier op lozen. Dit is mogelijk omdat we het peil in deze zee-uiterswaarden op ebniveau houden. In elk van de drie uiterwaarden, het Noordhollands, Zuidhollands en Zeeland-bekken, komt een 9 km lange overloopdijk, waarvan de hoogte op 4 m plus NAP ligt. Bij springtij stroomt de Noordzee dan over deze lagere dam in de 3,5 meter lagere uiterwaarden. De Wadden, Zeeland en Antwerpen zullen hierdoor worden ontlast.

Het water in de uiterwaarden wordt tijdens elk tij voor een deel verversst door in het zuiden bij vloed water toe te laten en bij eb in het noorden weer weg te laten stromen.

Driftstroom

De door golven opgewekte driftstroom voert normaliter zand langs de kust naar het noorden en hield zo het strand in tact. Na de aanleg van Europoort is dit aanzienlijk verminderd. Bij IJmuiden wordt de driftstroom door de pieren naar buiten gedrukt, verbreedt zich en verliest aan kracht, waardoor het zand op de bodem zakt. Gevolg daarvan is dat er nauwelijks zandaanvoer ten noorden van de IJmuidense pieren plaatsvindt (zie ook kader).

De nieuwe kustlijn is vloeier, waardoor het strand door de natuurlijke zandaanvoer beter in stand blijft. De dwarsdoorsnede van het nieuwe strand is gelijk aan die van het oude strand. Hierdoor zal het nieuwe, langs de zeedijk gevormde zandstrand zichzelf in stand kunnen houden.

Bij de huidige zandsuppletie halen de hopperzuigers het zand voor ongeveer 10 gulden per m³ ver uit de kust en depneren dit bij het strand. Bij het aanleggen van de zeedijk kunnen gekoppelde zuigers met een zeer hoge zuigcapaciteit in de luwte van de dijk veel goedkoper opereren en met veel minder bemanning. Ze zijn ook in staat achter de dijk veel dieper te zuigen, omdat eb, vloed en getijstromen binnen deze uiterwaarden geen invloed meer op het zandtransport hebben. De randen van de eilanden kunnen door het ontbreken van hoge zeegolven ook eenvoudiger, dus goedkoper, worden uitgevoerd.

Tuinbungalows

Voor bewoning zijn in de uiterwaarden zes eilanden van elk ongeveer 4000 ha gepland. Afhankelijk van het type woning kunnen er in totaal een tot drie miljoen mensen wonen. Bijvoorbeeld in de piramidevormige gestapelde tuinbun-

Tijdens springtij - in 2100 4,40 m boven NAP - kunnen de waterbekkens het overtollige water bergen en de Wadden en de Westerschelde ontlasten.

Geen pieren, geen erosie

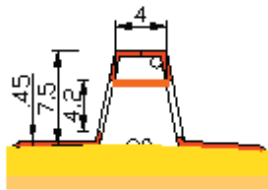
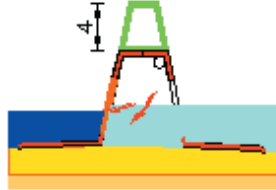
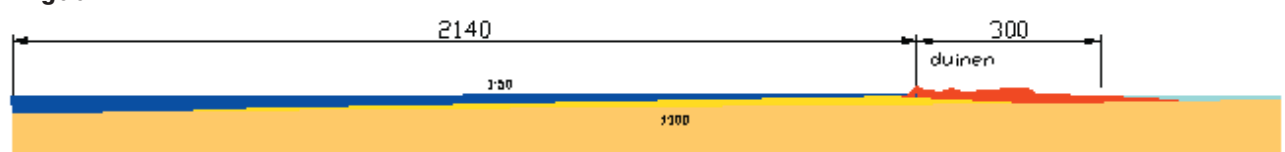
De pieren van IJmuiden drukken de ebstroom (naar het zuiden) en de vloedstroom (naar het noorden) naar buiten. Het abrupte eind van de pier maakt dat de stroom doelloos verder gaat, zich verbreedt en daardoor zijn snelheid verliest. Het meegevoerde zand zakt naar beneden en kan bij Egmond aan Zee niet meer terug naar het strand komen. Dit is één van de belangrijkste oorzaken van de beruchte erosie.

Bij de Europoort blijft het zand helemaal steken. Daarom moet Rijkswaterstaat jaarlijks 7 miljoen m³ zand per jaar op de stranden suppleren.

Bij de nieuwe zeedijk, 20 km uit de kust van IJmuiden, kunnen we in plaats van pieren een uitstulping maken. Ter plekke wordt de stroomsnelheid dan versneld en na de uitstulping neemt het water weer zijn oorspronkelijke snelheid aan. De grotere stroomsnelheid neemt extra zand mee, waardoor de havenopening als het ware wordt uitgediept. Na de uitstulping zal de stroom zich weer verder langs de kust bewegen. Dit maakt een eind aan de erosie, zoals die tot op heden ten noorden van de pieren plaatsvindt. Hetzelfde procédé is bij de Nieuwe Waterweg toepasbaar.

Een diepgaande studie en testen zullen uitsluitsel geven hoe ver de uitstulping de zee in moet steken, of de tongen bij de ingang groot of klein moeten zijn, naar binnen moeten steken en hoe groot de ovale havenkom moet zijn. De helling van de bodem van 1:50 kan hier waarschijnlijk consequenter worden genomen dan bij de situatie zonder dijk. Het op diepte houden van de vaargeulen kost waarschijnlijk veel minder inspanning.



Figuur A**Figuur B****Figuur C****Figuur D****Figuur E****Figuur F**

Aanleg van de zeedijk

Met een helling van 1 op 50 aan de zeezijde en 1 op 20 aan de landzijde wordt het eerste deel van de dam opgespoten tot 3 m onder ebniveau. De originele, op ongeveer 18 m liggende zeebodem heeft een helling van 1 op 100.

Eerst wordt de in- en uitlaat van het bewuste bekken gemaakt, tezamen met de 9 km lange overloop. Dit om ervoor te zorgen dat de niveauverschillen tussen de Noordzee en het bekken niet te groot worden gedurende het maken van de dijk. Daarna worden de betonnen doorlaatcaissons bij de overloopdijk geplaatst en kan de rest van de dijk inclusief de duinen worden opgespoten. Nadat ook de normale dijken en duinen klaar zijn, worden de caissons afgesloten door, vlak voordat het vloedtij gaat keren, de kleppen van alle negentig caissons te laten zakken. Ze zullen dan kort na doortij zichzelf tegen de wand aan de zeezijde aandrukken. Direct daarna wordt zand via de reeds aanwezige persleiding aangevoerd en wordt aan landzijde meer zand tegen het caisson aangebracht. Aan zeezijde zal het zand bij de doorlaatdijk door de driftstroom aangevoerd worden. De betonnen caissons kunnen later bij verdere stijging van het zeeniveau van een opzetstuk worden voorzien. Om onderspoelen te voorkomen komen er aan landzijde matten. De driftstroom en de golven mogen zelf het ruw opgespoten strand en de onderwateroever verder boetsen tot de natuurlijke vorm is verkregen. Vanuit het Zeeuwse bekken kan genoeg zand worden toegevoerd.

Figuur a: de caisson is op de nieuw opgespoten dijk geplaatst, al of niet met matbescherming.

Figuur b: bij bijna doortij wordt de klep neergelaten.

Figuur c: de klep wordt door de hogere waterstand tegen de caisson aangedrukt.

Figuur d: de caisson is vol met zand gespoten en drukt de klep blijvend dicht. Aan landzijde is zand tegen de caisson aangebracht. In deze situatie stroomt het water bij springtij net over de dijk.

Figuur e: met overloopdam.

Figuur f: met duinen.

lows van de gebroeders Das. Bij de zeedijk is voor totaal 24 000 ha aan extra duinen toegevoegd, terwijl de industrie met 22 000 ha is bedacht. Om onderspoelen tegen te gaan zijn de in- en uitlaten en overloopdijken van matten voorzien.

De dijk, inclusief de 300 m brede en 10 m hoge duinen, zal bij inzet van de reeds genoemde vier zware gekoppelde zuigers ongeveer vijftien tot twintig miljard gulden vergen. In de loop van de eeuw kunnen de zes wooneilanden, extra duinen, het industriegebied, inclusief het vliegveld, voor zo'n 60 miljard gulden worden opgespoten en bouwrijp gemaakt. De verkoop van grond brengt ongeveer 120 miljard gulden op. We kunnen als rechtgeaar-

de Nederlanders dus op een positief saldo rekenen. Op de dijk is ook nog eens, bijna onzichtbaar vanaf het huidige strand, plaatsing van windturbines mogelijk.

Op de plattegrond van het Zeeland-bekken is een donker blauw vierkant getekend van 4 bij 10 km. Wanneer hier zand vanaf een diepte van 70 m wordt opgezogen en gedoseerd over de dijk de zee in wordt geperst, zal de door de golven opgewekte driftstroom dit zand langzaam naar het noorden langs de gehele dijk afzetten. Met het zand uit het genoemde vierkant kan aan zeezijde de dijk over een breedte van 2 km 4 m worden opgehoogd. De zeedijk kan voor het nageslacht dus nog eeuwen dienst doen.

Door op de caisson (zie figuur c) een extra opzetstuk te plaatsen kan het niveau van de zee 4 m hoger komen te liggen. Maar dan zitten we reeds in 2400.

Met de huidige kennis moet het mogelijk zijn de immense moeilijkheden bij de aanleg van deze zeedijk op te lossen. Rijkswaterstaat heeft, anders dan bij de Oosterschelde-werken, nu ruimschoots de tijd om diepgaande studies te verrichten.

De kuststeden blijven aan zee liggen en zullen met lagere golven genoeg moeten nemen. Een groot deel van het toeristen zal zich naar de waterbekkens begeven en Nederland ontlasten. Er ontstaat weer een soort Waddengebied waar zeehonden, vogels, vissen en toeristen zich ophouden. ●

Gratis muziek van Internet halen fluitje van een cent

Proletarisch luisteren

Madonna en Metallica zijn woest op Internet-bedrijf Napster. Fans van de Amerikaanse superster konden eind vorige maand haar nieuwste single, die pas in de herfst zou verschijnen, gewoon via Napster van Internet halen. Ook de *heavy metal band* Metallica ligt in de clinch met het bedrijf. Trouwens, de hele Amerikaanse muziekindustrie heeft knallende ruzie met Napster en concurrent MP3.com. *The times they are a-changin'*.

- Ir. Maarten Woerlee -

De Internet-technologie verdringt steeds meer traditionele vormen van informatie-distributie. E-mail vervangt de papieren post, kranten en tijdschriften bieden zich op het Web in vele verschijningsvormen aan, encyclopedieën in oude vorm sterven een zachte dood en nu is de muziek aan de beurt. Sinds een half jaar is het zeer eenvoudig om favoriete muziek via Internet

De auteur is freelance journalist.

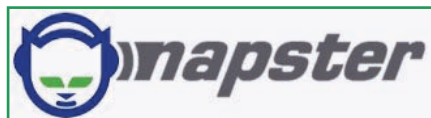


Madonna op tournee in 1993.

(Foto: Benelux Press)

op een pc te zetten, te beluisteren en te ruilen met nummers van vrienden en bekenden waar ook ter wereld.

Een grote rol in deze ontwikkeling spelen de bedrijven Napster (<http://www.->



napster.com) en MP3.com (<http://www.mp3.com>), die er voor zorgen dat muzikuitgevers in paniek naar de rechter stappen om een door techniek veroorzaakte verandering een halt toe te roepen. Zelfs de Amerikaanse regering laat zich door een hoorzitting van een parlementscommissie op de hoogte stellen over de invloed van *music-swapping* software. Het gaat dan ook om veel geld:

een bedrag van ongeveer twaalf miljard dollar aan auteursrechten.

De muziekfragmenten, waarover alle commotie is ontstaan, zijn op Internet te vinden als files met de extensie .MP3. In 1991 is op het geluidslaboratorium van het Duitse Fraunhofer Instituut een compressietechniek voor digitale signalen ontwikkeld, waarmee op een eenvoudige manier geluid met cd-kwaliteit kan worden vastgelegd in digitale files. Een variant is de Mpeg-1 Layer-3, afgekort MP3. Een nummer met cd-kwaliteit van vijf minuten kan worden opgeborgen in een MP3-file van 6 Mb. Voor moderne pc's met harde schijven van 10 Gb en communicatie via ISDN en kabelmodems is het ophalen en opslaan van files met een grootte van 5Mb geen enkel probleem. Vooral jongeren maken uitbundig

gebruik van deze mogelijkheid. En geef ze eens ongelijk. Zij omzeilen op deze manier een bedrag van bijna vijftig gulden voor de aanschaf van een cd, waar tussen de hits vaak ook nog eens oninteressante tracks op staan. Zij zijn bovendien in staat een discotheek op te bouwen die helemaal bij de tijd is. Met de nummers die ze leuk vinden, maken ze hun eigen top 100, te beluisteren via de eigen pc.

Illegaal

Ongeveer twee jaar geleden begonnen studenten op technische universiteiten het computernetwerk te gebruiken voor muziek-MP3-files. Zij wisselden hun favoriete nummers uit met vrienden en bekenden. Na hun studie zwoeren ze deze gewoonte uiteraard niet af. Soms staat er wel een collectie van 1000 MP3-tracks op de harde schijf van hun pc. Tsja, natuurlijk, bijna 99 % is illegaal; er is niet betaald voor de labels, de artiesten en de managers van de muziekindustrie. Om de onstuimige groei van MP3 te stuiten en het illegaal gebruik van muziektracks te voorkomen begon de muziekindustrie in mei 1999 daarom met het Secure Digital Music Initiative (SDMI). Tot nu toe met weinig succes.

Integendeel zelfs. Moe van het zoeken naar MP3-files op Internet maakt in augustus 1999 de negentienjarige universi-



teitsstudent Shawn Fanning het programma Napster, waarmee het mogelijk is om op eenvoudige manier op Internet aanwezige MP3-tracks te zoeken en op te halen. Direct na het starten van dit Internet-programma en het intikken van de naam van een artiest verschijnt er een overzicht van in de Napster-catalogus aanwezige MP3-tracks van muziekfragmenten van die artiest. De in deze catalogus opgegeven MP-3-files staan niet op een centrale computer, maar op de pc's van de eigenaars van de betreffende MP3-files. Een betreffende file kan (mits de eigenaar *online* is) direct van zijn pc worden opgehaald. Dus, een Madonna-fan in Nederland haalt met het programma Napster een muziek-MP3-file van een pc van misschien wel een Madonna-fan in Australië. Juist deze directe uitwis-

seling maakt het copyrightverhaal ingewikkeld. Volgens het gelijknamige Internet-bedrijf Napster is het programma (Napster v2.0 Beta 6, 1,2 Mb) in drie maanden tijd vijf miljoen keer (gratis) opgehaald en heeft niemand enig idee hoeveel exemplaren er operationeel zijn.

Rippen

Eenmaal in het bezit van MP3-muziek zijn de mogelijkheden voor afspelen, opslaan, op een cd zetten, opladen naar draagbare weergaveapparatuur met behulp van een pc legio. Het (gratis) programma MusicMatch Jukebox (<http://www.musicmatch.com> - 6,4 Mb) is zeer geschikt voor het afspelen van MP3-files op een pc, maar ook voor het *rippen* van muziek-cd's kunnen met dit



De Diamond Rio 500 MP3-speler.

programma tracks van een cd worden omgezet in MP3-files en op de harde schijf van de pc worden geplaatst. Op deze manier kan iemand op zijn pc een muziekbibliotheek opbouwen, waaruit via het maken van een *playlist* muziektracks kunnen worden beluisterd. Eenzelfde playlist wordt gebruikt om vanaf cd's geripte of van Internet opgehaalde muziek-MP3-files met gebruik van een cd-writer in audio-cd-format op een cd-rom te zetten, zodat de MP3-muziek ook op een gewone cd-speler van een stereo-installatie af te spelen is.

Ook het luisteren naar MP3-muziek met een kleine draagbare MP3-speler behoort tot de mogelijkheden. Het programma MusicMatch Jukebox heeft een aparte *plug-in*, waarmee via de communicatiepoort of de USB van een pc MP3-muziek-

files naar de Diamond Rio 500 MP3-speler kunnen worden weggeschreven (<http://www.diamondmm.co.uk>). De speler is 91 x 46 x 19 mm groot, weegt 78 gram (zonder batterij), heeft een geheugen van 64 Mb en eventueel ook nog verwisselbare 32 Mb SmartMedia-kaarten. Hij kost ongeveer 700 gulden. Er wordt gewerkt aan het inbouwen van deze speler in GSM-telefoons, waarmee dan ongeveer tien singles met cd-kwaliteit draagbaar en zonder bewegende delen in de speler beschikbaar zijn. En natuurlijk zal de liefhebber de inhoud van dit apparaat voortdurend met MP3-files uit een pc verversen. Alle mogelijkheden van MP3-programmatuur en MP3-apparatuur zijn hiermee nog niet beschreven. Er kan nog veel meer: luisteren naar MP3-muziek met een aan Internet gekoppelde pc en gelijk met het afspelen van de muziek teksten en beschrijvingen uit de CDDB-databank (<http://www.cddb.com>) halen.

Processen

De traditionele muziekindustrie reageert traag en verkrampt op al deze door jonge technici veroorzaakte ontwikkelingen. Met het inschakelen van erg veel advocaten, het voeren van juridische processen en het te hulp roepen van de regering probeert het machtige Record Industry Association of America (RIAA) het tij te keren. Het RIAA beweert dat er op elke song die illegaal via Internet voortdurend van eigenaar verwijselt, een verlies van 100 000 dollar wordt geleden. Maar de geest is uit de fles. De vraag is of organisaties, zoals de RIAA, die geest met advocaten, rechters en de regering weer terug in de fles krijgen. Voorlopig lijkt een prijsverlaging met een factor 10 van de traditionele cd naar een niveau van ongeveer vijf gulden per schijfje de enige oplossing. Dan is cd-muziek weer concurrerend met Internet-muziek. ●

Het Amerikaanse blad 'Wired' had in het meinumnummer bij een verhaal over muziek op Internet een verwijzing opgenomen naar een audiospin met daarop een interview over Napster en de problemen met de heavy metal band Metallica. Deze audiospin is als MP3-file te beluisteren op www.ingenieur.nl/ingenieuractueel/wspin051500.mp3. Een MP3-audioplayer is te downloaden van: <http://music.lycos.com/mp3/sonique/>; www.apple.com/quicktime/download.

Van riool naar cybercenter

Limburg heeft drie nieuwe musea: Bonnefantenmuseum Maastricht, Industrion Kerkrade en het in september te openen Limburgs Museum Venlo. Het Industrion heeft de Micheletti Award al gewonnen. Zwerven van riool naar steenkoolmijn en cybercenter.

- Ir. Django Mathijsen -

We worden begroet door een klagend Limburgs wijf... in werkelijkheid een robot, die een vrouw uit de crisisjaren voorstelt. We staan in de eerste museumscène: een straat uit de jaren dertig met een woning, pandjeshuis, authentieke kroeg... Eenmaal de kroeg uit verwelkomt Petrus Regout, al in 1834 gangmaker van de industrialisatie in Maastricht, ons in zijn fabriek. We zien de revoluties van stoommachine, gasmotoren en computer. Alle motoren hakken en puffen er lustig op los.

Bijzonder trots is drs. A.F. Magielsens, directeur van Industrion Kerkrade, dat op 13 mei de Micheletti Award heeft gewonnen, op de Crossley-motor: 'Een van onze eerste zelf gerestaureerde apparaten.' We komen ook het eerste 'exploratorium' tegen: een hoekje om spelenderwijs technische basisprincipes te leren. Hier kun je... eh kan zoonlief in een draaimolentje spelen met de omzetting van heen- en weergaande in rond-draaiende beweging.

Na 'de straat' en 'de fabriek' moeten we kiezen. Diverse thema's worden behandeld in aparte scènes, waarin we niet alleen een technologie proeven maar ook plaats, tijd en sfeer van zijn toepassing. Rode draad is namelijk de wederzijdse beïnvloeding van techniek en maatschappij. Ik begin in de elektromechanische telefooncentrale. Evoluon-jeugdherinneringen komen boven als de telefoons rinkelen en ik als oververhitte Sherlock Holmes nummertjes draai en rondren om te zien welke relais tot leven komen..., totdat ik een suppoost ont-



In het exploratorium kunnen kinderen met techniek spelen.

waar die mijn bemoeienissen met een goedkeurende grijns aanschouwt.

Porsche

In 'IJzer en staal' belanden we in een oude metaalwerkplaats, omgeven door talloze lopende productiemachines en aandrijfriemen: huiveringwekkend met de griezilverhalen van opa over de ongevallen met dergelijke drijfriemen in het achterhoofd. Welke Porsche-liefhebber weet bijvoorbeeld van de dood van Ferdinands oudere broer Anton, die in 1890 door zo'n drijfriem in de fabriek van de industrieel Ginskey werd gegrepen? Ginskey liet Ferdinand vervolgens studeren en stelde hem voor aan Carl Benz. In de 'wereld van chemie' staat naast een (alweer volledig operationele) spuitgietsmachine het spelletje 'help de professor'. Ik probeer HOH... geen reactie. Een zwerm scholieren stort zich op het spelletje, tikt feilloos NaCl in en wordt beloond met een verhaaltje over keukenzout. *Right, I knew that.*

In het thema over hygiëne verzeilen we in een nagebootst riool. Onwillekeurig kijk

je om wanneer je de ratten hoort naderen. Je neus meent zelfs een beerputluchtje te bespeuren. Volgens pr-man E.M.J. Bertrand behoren geursensaties echter tot toekomstige verfijningen. 'Misschien is daar iemand op eigen initiatief bezig geweest.'

Behalve de achttien scènes is er een museumtuin, restaurant, collegezaal, een ruimte voor wisselexposities en het cybercenter. Schoolklasjes kunnen in dat cybercenter spelen met numerieke besturing of opdrachten uitvoeren als 'bouw een bruggetje uit balsahout'. Na de aansluiting op de glasvezelkabel in september wil de museumdirectie hier virtuele bedrijfsbezoeken houden. U wilt geen vervelende schoolklasjes in uw fabriek? Hang webcams op en stuur ze naar het Industrion.

De provincie Limburg initieerde in 1990 drie musea: Bonnefantenmuseum Maastricht, Industrion Kerkrade en het september te openen Limburgs Museum Venlo. De Micheletti Award – onder andere werd het Ducati-museum Bologna verslagen - is een kroon op het werk van de 35 man personeel die al 130 000 bezoekers hebben begroet sinds het Industrion op 13 juni 1998 openging. Het museum had slechts 40 000 bezoekers per jaar verwacht.

Volgens het juryrapport van het European Museum Forum biedt het Industrion bezoekers van alle leeftijden een geslaagde combinatie van informatie, stimulering van het voorstellingsvermogen en actieve deelname. Dat klopt. Het is te veel om in één dag te verwerken: het beklemmende sfeertje in de steenkoolmijn waar u zelf een wandelondersteuning kunt bedienen, de fijnkeramische industrie, landbouwindustrie, vakbonden... Bovendien kunnen bezoekers met de stoomlocomotief van het beroemde miljoenenlijntje mee: die vertrekt voor de deur. Wie dan nog niet genoeg heeft, kan altijd nog de carbonroute volgen. ●

Industrion: museum voor industrie en samenleving, Museumplein 2, 6461 MA Kerkrade. Tel. (045) 567 08 09, fax (045) 546 38 48, www.industrion.nl. Geopend van dinsdag t/m zondag van 10.00 tot 17.00 uur. Gesloten op 1 januari, carnavalszondag en Eerste Kerstdag.

Mondriaantoren nog zonder vloeren



Foto: Chantal Slon, Amsterdam'9

Dankzij het gebruik van glijbekisting is naast de Rembrandttoren bij het Amstel Station in Amsterdam het skelet van zijn tweelingbroertje, de Mondriaantoren, in recordtijd verschenen. Hydraulische cylinders trokken de bekisting omhoog. In tijdspannes van een paar minuten krom het bouwplatform waaraan klimstaven bevestigd zaten, een paar centimeter naar boven. Daarbij ging het betonstorten gewoon door. Ruim twee maanden lang werkte een internationaal team van betonwerkers en lassers

Het bouwskelet van de Mondriaantoren steeg een paar cm per enkele minuten.

24 uur per dag aan de Mondriaantoren, het nieuwe kantoor van Delta Lloyd Vastgoed. Zonder de in Nederland nog weinig gebruikte glijbekistingmethode had deze fase van de bouw minimaal vier maanden langer geduurd. Delta Lloyd Vastgoed hoopt het 33 verdiepingen tellende pand zo snel mogelijk te kunnen betrekken. De huurprijs bedraagt 500 tot 600 gulden per m². ●

BEVEILIGINGSTECHNIEK

Sprinkler voor molens

Windmolens hebben de neiging nogal goed af te branden. Elk jaar gaan in Nederland op deze manier twee tot drie oude molens verloren door brand. Voor de nog geen duizend resterende draaiende monumenten heeft de Rijksdienst voor de Monumentenzorg samen met de werkgroep Risicobeheer van Molens, de Vereniging De Hollandsche Molen en de verzekeringsbedrijven een detectiesysteem ontwikkeld in combinatie met een sprinklerinstallatie.

In molens moeten brandhaarden heel snel worden ontdekt, wil het doorgaans houten gereedschap na de brand nog een kans hebben op herstel. Door de schoorsteenachtige constructie van het bouwwerk heeft vuur snel vrij spel en is een brand doorgaans meteen vernietigend.

De Hantumermolen bij Dokkum is de eerste waarin een speciaal blusleidingnet met brandmelders is aangebracht. Dat moet de brandweer helpen in elk geval de hoofd-

draagconstructie van de molen te kunnen behouden. Bij molen De Hoop, eveneens in Dokkum, is een automatische sprinklerinstallatie aangebracht. Die maakt voor het bluswerk waaraan zeer veel water te pas moet komen, gebruik van opgepompt water uit een speciaal geboorde put.

Sprinklerinstallaties ontbraken tot dusver in molens, omdat de nogal hoge kosten van aanleg en het ontbreken van gespecialiseerde kennis de moleneigenaren afschrikte. Nu sinds mei in Dokkum twee molens op deze manier worden beschermd, verwacht de Rijksdienst voor de Monumentenzorg een snel groeiende belangstelling voor het speciale sprinklersysteem voor molens. De dienst heeft een subsidieregeling opgesteld die de aanschaf ervan moet vergemakkelijken. ●

Info: RDMZ: tel. (030) 698 34 15.

GENTECHNOLOGIE

Smaak-gen van aardbei geïdentificeerd

Voor Plant Research International in Wageningen staat het nut van de DNA microarray-technologie sinds kort vast. Ondanks het ontbreken van gedetailleerde kennis over de genetische samenstelling van de aardbei kon in een beperkte onderzoekstijd een gen worden geïdentificeerd dat tijdens de rijping voor de aanmaak van de smaakstoffen zorgt. Dit is zowel wetenschappelijk als commercieel interessant, aldus Plant Research International.

Het smaak-gen codeert voor een enzym dat betrokken is bij de estervorming. Deze biochemische reactie is van belang, omdat veel smaak- en geurstoffen als aardbei, meloen en banaan of bier via dergelijke reacties worden gevormd.

Voor de aardbei dragen rond honderd verschillende esters bij aan de typische aardbeismaak. Niet alleen de natuur, ook de chemische industrie levert producten die via de esterreactie worden gevormd.

Het nu geïdentificeerde enzym versnelt de reactie van estervorming, waarbij een alcoholmolecuul een verbinding aangaat met een zuurmolecuul. Het enzym werkt onafhankelijk van het type alcohol- en zuurmolecuul. Dit biedt perspectief voor de chemische industrie, waar lastig verlopende processen kunnen worden versneld. ●

Bruggen krijgen vleugels



Overspanning van bruggen met vleugels kunnen zeker tot 6,5 km worden verlengd.

De bruggenbouw staat voor een nieuwe doorbraak om de overspanningen te kunnen verlengen. Met een soort spoilers of vleugels aan de brug kan de overspanning van een stuk worden verlengd tot zeker zo'n 6,5 km, verwacht het Britse ingenieursbureau Knight Piesold.

Na uitvoerige tests en onderzoek van de vliegtuigontwerpers van Marconi Avionics en het Imperial College in Londen zijn de ontwerpers van het adviesbureau ervan overtuigd geraakt dat toepassing van de spoilerstechniek het brugdek voldoende stabiliteit kan geven tot in de zwaarste stormen. Door vleugels toe te passen in de constructie wordt ook de bouw van dergelijke bruggen

veiliger, denkt de leider van het onderzoeksteam, D. Piesold. Er wordt al langer gedacht aan het gebruik van vleugels om langere overspanningen te kunnen bouwen, maar een grote hindernis was altijd hoe de enorme vleugeldelen konden worden aangebracht. Ook Piesold en zijn team werkten jarenlang vruchteloos met computermodellen uit de luchtvaart. Die experimenten leverden geen goed resultaat op, gezien de enorme schaal en de grote krachten die nodig zijn voor het stabiliseren van het geheel.

Pas toen Kight Piesold besloot de massa van het brugdek zelf te integreren in het controlesysteem voor het draagvermogen van de vleugel kwam de doorbraak. Met een mecha-

nisch systeem wordt de vleugelstand ingesteld die bij elke windkracht zorgt voor veiligheid. Het aanbrengen van de vleugel(s) zou de bouwkosten voor de brug met nog geen honderdste deel doen toenemen, denkt het ontwerp bureau. De vleugels hoeven niet over de volle lengte van het brugdek te worden aangebracht. Ze kunnen als spoilers met flinke tussenruimten worden geplaatst. Ook tijdens de bouw zelf zouden dergelijke vleugels de nieuw aan te brengen brugdelen die door de lucht worden aangevoerd kunnen helpen stabiliseren. Over een jaar of tien zullen de eerste bruggen met vleugeltjes gebouwd worden, verwacht Piesold. ●

Info: Knight Piesold Consulting, tel. +44 1732 761 501.

INFORMATICA

Rekenmethode voor indelen van groepen veel sneller

Bij het Amsterdamse Centrum voor Wetenschap en Informatica heeft dr. Stijn van Dongen een snelle rekenmethode ontdekt voor het automatisch clusteren van grafen. Eind mei is hij gepromoveerd op zijn onderzoek, meldt *Win*, het blad van het CWI.

Groepen ontdekken die bij elkaar horen, is van groot belang in veel takken van onderzoek. Zo wordt bijvoorbeeld informatie gefilterd uit stapels patiëntengegevens voor een eerste inzicht in een nog niet begrepen ziekte. Die gegevens krijgen met behulp van de computer een natuurlijke onderverdeling in groepen. Ze kunnen wiskundig worden voorgesteld als een verzameling al dan niet met elkaar verbonden knooppunten, een graaf. Het world wide web, aldus het CWI, is daarvan een mooi voorbeeld.

Van Dongen maakt gebruik van de Markov Cluster Algoritme (MCL), waarbij in een stroming (bij voorbeeld een massa wandelaars die zich willekeurig door een straten-netwerk perst) gebieden met veel verbindingen worden aangegeven en gebieden waar maar weinig wandelaars komen. Volgens worden de drukke straten verbreed, de rustige smaller gemaakt. Door voortdurende herhaling ontstaat een clusterstructuur. Van Dongen kan dergelijke clusters opsporen met eenvoudige algebra. Het systeem werkt ook bij patroonherkenning. De pixels van een in de computer opgeslagen beeld worden gezien als de knooppunten van een graaf. Zo kunnen snel scherpe overgangen en randen in een beeld worden herkend. ●

VEILIGHEIDSTECHNIEK

Voetganger laat zich aanrijden



De crashtestdummy van Honda heeft knieën en spierverbindingen die zo natuurgetrouw mogelijk zijn.

In het nieuwe Japanse crashcentrum van Honda is afgelopen maand een nieuwe crashtestdummy in gebruik genomen. De 'voetganger' Polar II beschikt over gemiddelde voetgangersafmetingen en -gewicht en heeft bovendien natuurgetrouwer knieën en spierverbindingen dan de eerste generatie testvoetganger, Polar I.

Sinds een paar jaar streeft Honda naar een grotere veiligheid voor personen buiten het voertuig. De eerste wijzigingen in de auto-ontwerpen zijn al aangebracht om de meest voorkomende letsels (vooral hoofd, nek en knieën) te beperken. De eerste generatie testvoetganger had nog beperkingen, die in het vernieuwde ontwerp grotendeels zijn weggenomen. Geavanceerde meetinstrumenten registreren op acht verschillende plaatsen van het lichaam de gevolgen van een aanrijding en de mate van letsel dat daardoor ontstaat. ●