

*De trekkenwand is het systeem waarin alle verschillende doeken en decors hangen (foto's: Stakebrand, tenzij anders vermeld)*

*Stakebrand beheerst complexiteit en veiligheidseisen in theatertechniek*

## **Vernieuwd Carré volledig geautomatiseerd**

*De theaterwereld is een markt die enorm leeft. Nieuwe wetgevingen en normen vragen veel van de leveranciers van theatertechniek. Stakebrand Technische Toneelinstallaties weet daar alles van. Anderhalf jaar geleden werd besloten om qua besturingstechniek helemaal opnieuw te beginnen. Carré in Amsterdam en de Twentse Schouwburg in Enschede zijn inmiddels door Stakebrand voorzien van dit nieuwe besturingsplatform.*

*Paul Quaedolieg*

Stakebrand heeft een lange geschiedenis binnen de theatertechniek. Reeds in 1902 leverde de overgrootvader van Han Stakebrand, de huidige directeur, theatertechniek aan Carré. De laatste verbouwing in 2004 was dan ook de vierde verbouwing die Stakebrand in Carré uitvoerde. Bij deze laatste verbouwing moest echter rekening gehouden worden met diverse nieuwe wetgevingen (Arbo-wet) en normen (BGVC-1 en IEC 61508 SIL-3). Er werd samen met de system integrator JB Systems in Vlaarding en een volledig redundant besturingsconcept bedacht. "De Twentse Schouwburg en Carré waren eigenlijk de pilot-projecten voor ons nieuwe besturingsconcept", legt ing. Thomas Nagels uit. Nagels is coördinator van de afdeling besturingen bij Stakebrand. "Maar we durfden dit wel aan, gezien ons vertrouwen in de techniek. We hebben



De verbouwing in 2004 was de vierde waarbij Stakebrand betrokken was (foto gebouw Carré en achtergrondfoto's: ANP)

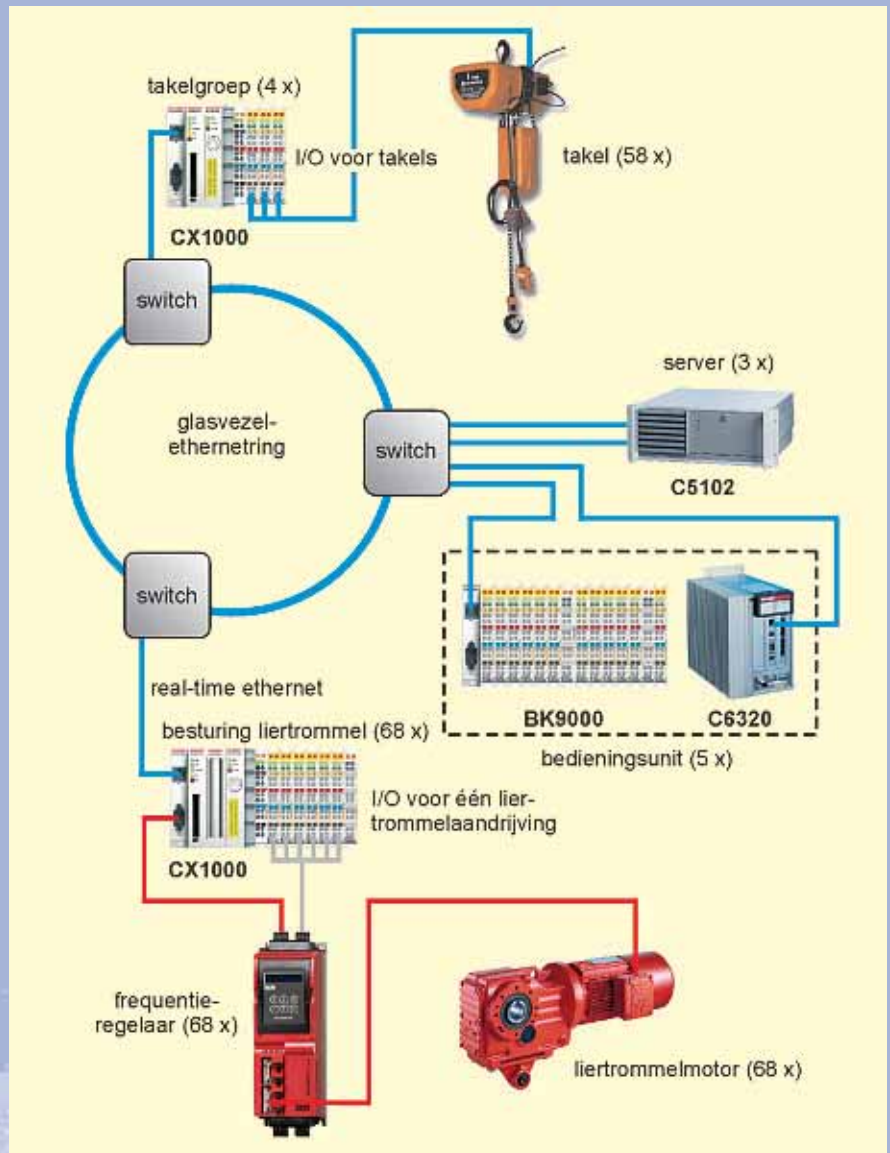
daarbij ook gekozen voor betrouwbare aandrijf- en besturingscomponenten van onder andere Beckhoff, SEW en Hitachi." Stakebrand heeft in Carré onder meer de trekkenwand, diverse takels en het complete besturingsconcept ontworpen, gebouwd en geïnstalleerd. De trekkenwand is het systeem waarin alle verschillende doeken en decors hangen. Daarnaast kunnen ook de takels in het theater diverse zaken omlaag of omhoog laten bewegen. De motoren en takels worden vanuit een centrale besturing aangestuurd.

### Besturing

Binnen Carré loopt een grote glasvezel-ethernetring met een capaciteit van 1 Gb/s. In deze ring bevinden zich drie intelligente switches (ethernetverdeelpunten). Er is gekozen voor drie switches in verband met redundantie: als één van de lijnen wegvalt, neemt de andere dat over. Aan één switch zijn drie servers verbonden (Beckhoff C5102) middels een dubbele ethernetverbinding. Twee van deze servers zorgen voor de besturing, de derde zorgt voor een extra controle over het gehele systeem. Nagels: "De aansturing van alle CX-1000-controllers die de motoren van de trekkenwand aansturen en die de takels bedienen, vindt realtime plaats. Maar tegelijkertijd moet er ook veel data uit een database worden gehaald waarin alle motor- en positiecombinaties zijn opgeslagen. In de database staat eigenlijk de hele show beschreven. Het systeem van Beckhoff laat ons toe al deze gegevens over één netwerk te versturen."

### Bediening

In Carré zijn vijf bedieningspunten die elk bestaan uit een aantal bedieningshendels, beeldschermen, een industriële computer van Beckhoff type C6320, alsmede een BK9000-kopstation met I/O-buskle-



Deze schematische weergave toont beknopt de besturing van de trekkenwand en takels in het vernieuwde Carré (illustratie: Paul Quaedvlieg)

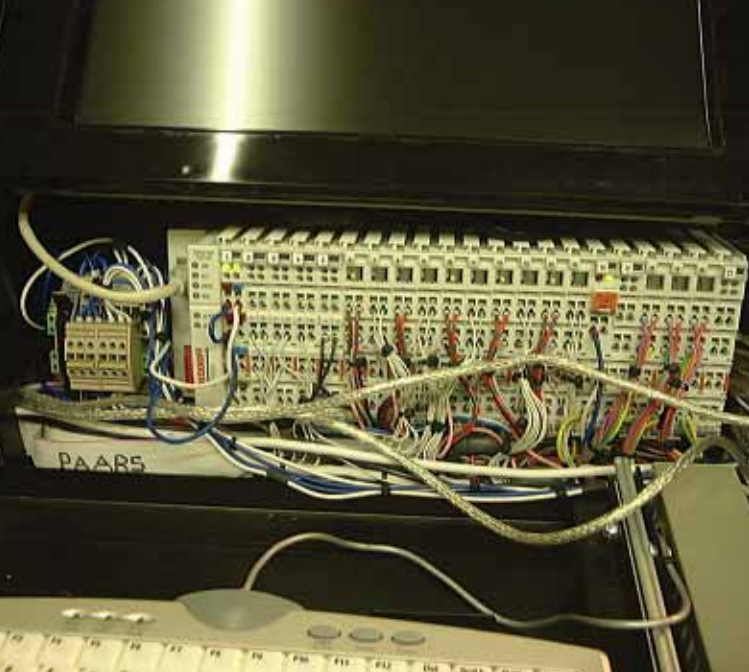
men. Dit kopstation vertaalt de ethernet-signalen naar I/O-signalen en verzorgt het realtime-gedeelte zoals het inlezen van de bedieningshendels en het aansturen van de I/O op de bedieningsunit zelf. De PC stuurt de beeldschermen aan waarop de hele grafische weergave van de besturing te zien is.

"Desondanks moet je alles met de hand vrijgeven, want je hebt te maken met veel onberekenbare factoren in een theater", legt Nagels uit. "In het programma zit een reeks van bewegingen, waarvan de uitvoering gestart wordt door de hendel naar voren te bewegen. De bewegingen worden automatisch doorlopen, maar gaat een aandrijving bijvoorbeeld te snel, dan kun je dit met de hand bijsturen. In een noodgeval kun je ook het doek of decor weer handmatig omhoog halen, bijvoorbeeld als er nog iemand onder staat. Daarnaast

functioneren de bedieningshendels als een soort dodemansknop. Er wordt continu ingelezen welke motor aangestuurd zou moeten worden. Het veiligheidssysteem 'ziet' dat die motor gaat lopen (volgens SIL-3) en kan stilstand, maximale snelheid en het bewegingsbereik controleren, om er maar zeker van te zijn dat er nooit een ongewenste beweging plaatsvindt. Wordt een bedieninghendel losgelaten, dan staat die aandrijving gegarandeerd veilig stil."

### Trekkenwand

De signalen vanaf het centrale glasvezel-netwerk naar de trekkenwand gaan via een intelligente switch naar een Beckhoff CX-1000 embedded controller. "De CX-1000 is eigenlijk een kleine PC", legt Jurjen Verhoeff uit. Verhoeff is support engineer bij IAL, de Nederlandse vertegenwoordiging



*Het kopstation BK9000 zorgt voor de vertaling van de ethernetsignalen naar I/O-signalen en het realtime-gedeelte zoals het inlezen van de bedieningshendels en het aansturen van de I/O op de bedieningsunit zelf*



*De CX-1000 speelt een grote rol bij de besturing in Carré. Deze Beckhoff-IPC's worden gebruikt voor de liertrommelaandrijvingen en als PLC bij de takels*

van Beckhoff-producten. "Met de CX-1000 kun je PC-functies laten uitvoeren via Windows CE of XP embedded. Voor PLC-taken draait er ook een soft-PLC op en kan het apparaat zorgen voor diverse motion-taken."

Er wordt een CX-1000 per aangedreven motor met frequentieregelaar gebruikt. Deze heeft een aantal I/O-klemmen om onder meer de status van de trek op te vragen. De CX-1000 communiceert met de SEW-frequentieregelaar, die de motor rechtstreeks aanstuurt. De frequentieregelaar krijgt, net als de besturing, terugkoppeling van de positie van het doek. "Hierdoor kan, meer dan vroeger, nog nauwkeuriger gepositioneerd worden",

legt Nagels uit. "Gezien de hoogte van sommige theaters tot wel 25 m, vinden wij 1 mm vrij nauwkeurig. Eigenlijk is de rek in de staalkabels al meer dan dat." Volgens Nagels hebben de Beckhoff-componenten diverse voordelen die ervoor hebben gezorgd dat Stakebrand voor deze fabrikant koos. "Ten eerste maakt het bij Beckhoff niet uit welke veldbus wordt gebruikt. Op dit moment gebruiken wij Interbus, Profibus en ethernet en in de toekomst komt daar waarschijnlijk nog CAN bij. Daarnaast maakt het in principe niet uit of wij nu per motor een computer hebben staan of één centrale computer die alles regelt. Op die manier kunnen wij heel flexibel omgaan met het bouwen van be-

sturingssystemen. Elk theater is anders. Ook de keuzemogelijkheden in het aantal I/O-modules is een plus. Vroeger hadden we aparte modules voor lastmetingen, nu steken we er één klemmetje bij, sluiten onze weerstandsbrug aan en we hebben een lastmeting voor ons systeem. Deze koppelen we dan weer aan de besturing die daar dan rekening mee houdt. Een trek waar veel gewicht aan hangt, zal dan ook langzamer lopen."

### Takels

Net als de trekkenwand worden ook de 58 Hitachi-takels aangestuurd vanuit het centrale netwerk. De takelaansturing is gegroepeerd in vier schakelkasten. Per kast

## SEW-motoren en -regelaars

Vector Aandrijftechniek leverde van het merk SEW aan Stakebrand 68 haakse opsteekmotorreductoren van het type KA en 'Movidrive Compact'-applicatieregelaars van hetzelfde merk voor de trekkenwand en een portaalbrug in Carré. De aandrijfsystemen voldoen aan de strenge eisen met betrekking tot geluidsreductie, zoals het toepassen van een geluidsarme rem, dikke olie in de reductor, montage op rubbers en een hoge schakelfrequentie. De motorreductoren die de liertrommels aandrijven, zijn uitgevoerd met draaistroomremmotoren. Om de geluidsemissie zo laag mogelijk te houden, ontwikkelde SEW een speciale 'theaterrem'. Voor de snelheidsregeling en de positiebepaling zijn de motoren uitgevoerd met een gecombineerde absolute en incrementale encoder.

De snelheidsregeling van de lieren vindt plaats met behulp van de Movidrive Compact-regelaars, waarbij de schakelfrequentie van 16 kHz net boven de gehoorrens ligt. De regelaars kunnen zonder bezwaar aan- en afgekoppeld worden van het ethernet-bussysteem, waardoor het verwisselen van een regelaar of motor in geval van storing direct kan worden uitgevoerd. De andere treks kunnen via het ethernetstelsel nog steeds bestuurd worden ('hot swap'). SEW speelde in op de veiligheidsvraag in de markt van de toneelinstallaties en introduceerde een veiligheidsbewaking op zijn regelaars. Alle bewegingen worden door de twee verschillende encoders geregistreerd. De veiligheidsbewaking controleert dit en zal bij vreemde situaties meteen ingrijpen.



*Bij deze liertrommelaandrijvingen (links) (overigens niet in Carré, maar wel gelijkwaardig) zijn de dubbele encoders duidelijk te zien, met de Movidrive Compact-regelaar (rechts) wordt de snelheid van de lier geregeld (foto's: Vector)*

wordt een Beckhoff-CX-1000 gebruikt, echter in een eenvoudiger vorm dan bij de trekkenwand. Verhoeff: "Alleen de PLC-functionaliteit wordt gebruikt zoals het aansturen en terugmelden van de takel-signalen. Per takel zijn er drie busklemmen gegroepeerd. De eerste klem levert de nieuwe spanningsgroep, de tweede klem heeft een digitale uitgang voor de aansturing van de takel en de derde klem heeft een digitale ingang voor de terugmelding of de takel wel of niet werkt."

Volgens Nagels kunnen er in de toekomst eenvoudig één of meerdere takels bijgeplaatst worden. "Als we er een takel bijplaatsen, moeten er drie I/O-klemmen bijkomen en moet er een aantal parameters ingevoerd worden. De software detecteert automatisch of er een takel aanwezig is of niet. Daardoor kunnen onze monteurs een volledig systeem in bedrijf nemen en volledig parametren. Daar is geen programmeur meer voor nodig."

### Autorisatie

Voor de bedieningsunits van Stakebrand wordt in Carré gebruikgemaakt van een autorisatiesysteem met 'tags'. Hiermee kunnen in het gehele systeem gebruikers aangegeven worden. Een gebruiker kan met zijn 'tag' het systeem bedienen, echter binnen de grenzen die aan hem opgelegd zijn. Dat geldt voor alle aandrijvingen in het theater die aan het netwerk verbonden zitten. Nagels: "We hebben vier kasten met een CX-1000 met I/O-klemmen om de takels aan te sturen. Twee daarvan lijken bij de trekkenwand te horen, want die zijn ook aan te sturen vanaf de bedieningsunits voor de trekkenwand. Bij de twee andere kasten lijkt het een apart systeem te

zijn. Softwarematig zijn deze gescheiden door middel van de rechten, wat gecontroleerd wordt met de 'tags'. Een bediener die de takels boven het toneel mag bedienen, krijgt bijvoorbeeld geen rechten om de takels boven het publiek te bedienen. Er zijn rechten per bedieningspunt, omdat een bediener niet overal zicht op heeft, en er zijn rechten per gebruiker."

### Software

De Twincat-besturingssoftware van Beckhoff is gebruikt als basis voor het besturingsgedeelte. Twincat heeft een realtime-besturingslaag met eigen PLC-functionaliteit en motion control. Daarboven zit de bedieningssoftware van Stakebrand zelf. Nagels: "De PLC-taken die in Twincat lopen zijn door JB Systems ontwikkeld, maar er wordt wel gebruikgemaakt van veel standaardfunctieblokken, zoals bijvoorbeeld motion control. Ook de Stalagic-visualisatielaag en de bedieningen zijn voor Stakebrand door JB Systems ontwikkeld. Het nieuwe besturingsplatform zoals het nu bij Carré draait, heet Stalagic Centurion."

De integratie met computers is voor Stakebrand van belang. De visualisatiesoftware is gebaseerd op standaardplatformen zoals Windows XP. Daarom was de takelbesturing van Carré heel snel ontwikkeld. "Binnen anderhalve maand was het systeem operationeel", legt Nagels uit. "We kunnen nu de takels daar in het ethernet-netwerk pluggen waar we deze nodig hebben, zonder overal besturingskabels te moeten gaan leggen."

### Veiligheid

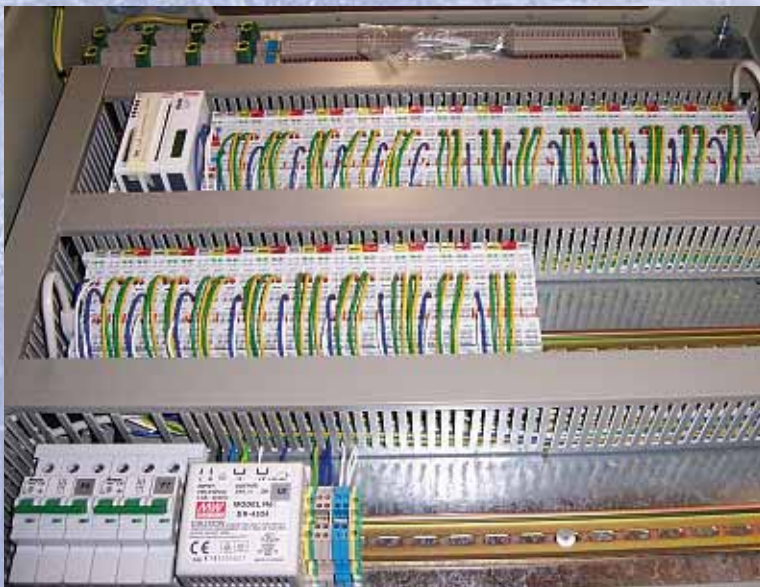
Bij theaters speelt veiligheid een grote rol.

Dat maakt de besturing allemaal wat complexer dan bij normale besturingen. Nagels: "Om aan de verschillende normen te kunnen voldoen, ligt over het besturings-systeem een soort veiligheidsschil. Die is van een ander fabrikaat dan Beckhoff."

Binnen niet al te lange tijd komt ook Beckhoff met veiligheidsklemmen. Verhoeff: "De nieuwe speciale gele veiligheidsklemmen hebben dubbele in- en uitgangen die elkaar controleren en die ook allebei aangesloten moeten worden. Via een veiligheidsprotocol wordt dit dan doorgegeven aan bijvoorbeeld de centrale besturing. Nu is dat nog een apart systeem, maar de nieuwe klemmen kunnen in de schakelkast opgenomen worden. Hiermee wordt dan ook aan de Machinerichtlijn voldaan." Volgens Verhoeff loopt er nog een aantal pilot-projecten op dit gebied. "De planning is dat Beckhoff halverwege 2005 met de veiligheidsklemmen op de markt gaat komen."

### Toekomst

Naast het voldoen aan nieuwe wetten en normen heeft een bedrijf als Stakebrand ook te maken met een hevige concurrentie. Het bedrijf kwam als eerste in Nederland op de markt met een computergestuurde trekkenwand. Nagels: "Op den duur kom je als bedrijf op een punt waarop de technologie waarop alles is gebaseerd, het alsmat uitbreiden niet meer aankan. Daarom heeft de directie anderhalf jaar geleden besloten om helemaal opnieuw te beginnen. Vanaf nul zijn wij weer de systemen gaan opbouwen. Er is geen enkele regelcode die nog

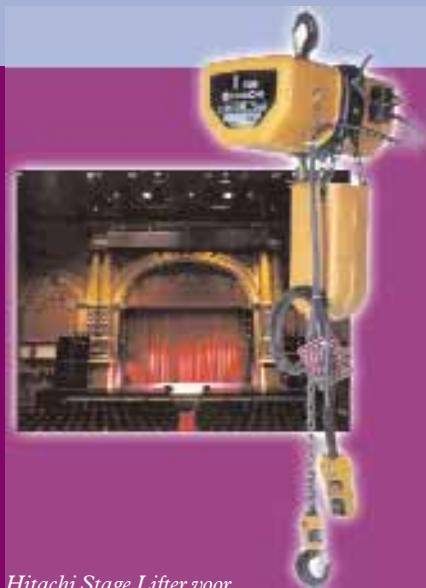


*In totaal zijn er vier van deze schakelkasten die de aansturing regelen van de Hitachi-takels. Eventueel zijn er extra I/O-units voor meer takels eenvoudig en snel bij te plaatsen*



*De bediening gebeurt vanaf geautoriseerde bedieningsunits en de bediener heeft altijd zicht op datgene wat hij of zij moet aansturen. De bedieningshendels functioneren als een soort dodemansknop*

oud is. Wij zijn al 100 jaar met theaters bezig en er zijn natuurlijk heel wat bedrijven die daar de afgelopen jaren ingesprongen zijn. Het is de kunst om je concurrent voor te blijven, om daardoor mee te kunnen spelen in deze hectische en bewegende markt. Met Stalagic Centurion en de besturingscomponenten van Beckhoff staan we weer vooraan." ■ADT



*Hitachi Stage Lifter voor theatergebruik (foto: Klein Transporttechniek)*

#### **INLICHTINGEN:**

**Stakebrand Technische Toneelinstallaties BV,**

*NL-Heeze, tel.: (040) 226 35 97;*

**Industrial Automation Link (Beckhoff),**

*NL-Haarlem, tel.: (023) 518 51 41;*

**Vector Aandrijftechniek BV (SEW),**

*NL-Rotterdam, tel.: (010) 446 37 00;*

**Ad A. Klein Transporttechniek BV (Hitachi),**

*NL-Weesp, tel.: (0294) 41 51 55;*

**JB Systems BV,**

*NL-Vlaardingen, tel.: (010) 460 80 60.*

## **Hitachi-takels**

In opdracht van Stakebrand leverde Ad A. Klein Transporttechniek uit Weesp 58 nieuwe hijswerktuigen voor de toneelinstallatie in Carré. De Hitachi Stage Lifters zijn van het type YF(N)E en kunnen lasten hijsen met een massa van 250 kg tot 1000 kg. De takels hebben hijsnelheden vanaf 7 m/min tot 14 m/min, waarmee binnen twee minuten een hijshoogte van 24 m kan worden bereikt. Voor het gebruik in theaters worden de takels centraal aangestuurd en zijn deze voorzien van dubbele remmen, dubbele eindschakelaars en een hoge veiligheidsfactor op de ketting. Hierdoor voldoen de Stage Lifters aan de nieuwe BGVC-C1-norm voor hijsen van lasten boven personen.

## **System integrator JB Systems**

JB Systems in Vlaardingen ontwikkelt voor Stakebrand de benodigde theaterbesturingssoftware. Door de jarenlange samenwerking tussen beide bedrijven is er veel ervaring aanwezig omtrent het automatiseren van trekkenwanden. JB Systems is een system integrator die voorziet in oplossingen voor industriële automatisering. Dit werkkterrein van machinebesturing tot en met procesautomatisering wordt reeds jaren bewandeld door systeemontwerpers, programmeurs en technici. Als onafhankelijke system integrator realiseert JB Systems projecten bij de 'original equipment manufacturers' (OEM's) en eindgebruikers op het gebied van machinebesturingen voor het automatiseren van productieprocessen, voor logistieke systemen voor het koppelen van kantoor- en productieomgeving en voor het automatiseren van processen in de procesindustrie. Daarnaast pakt het bedrijf ook automatiseringsprojecten op in nichemarkten waar een hoge toegevoegde waarde wordt gevraagd, zoals bij Stakebrand.