

Naar een flexibele architectuur.
gepubliceerd in: Zeezicht 8 ,1994, Remko Scha en Eric Vreedenburgh

Inleiding.

De naoorlogse woningbouw heeft zich tot nu toe gekenmerkt door eenvormigheid in ruimte en in tijd. Er zijn grote hoeveelheden identiek verkavelde huizenblokken gebouwd, bestaande uit grote hoeveelheden identieke wooneenheden. En die wooneenheden lijken voor de eeuwigheid ontworpen te zijn: elke speelruimte voor veranderingsprocessen ontbreekt.

Als we willen bouwen op een flexibelere en gevarieerdere manier, moet de architect het idee opgeven persoonlijk verantwoordelijk te zijn voor elk detail van elk gebouw dat hij ontwerpt. Hij moet gaan ontwerpen op een hoger niveau van abstractie -- spelregels en randvoorwaarden specificeren, en de concrete uitwerking overlaten aan de eindgebruiker of aan het toeval.

In de hedendaagse beeldende kunst heeft deze gedestantieerdere aanpak al een rijke traditie. Het helderste voorbeeld daarvan is de *algoritmische kunst*. Daar kunnen complexe en onvoorspelbare processen gedefinieerd worden door middel van volledig expliciete regels, die door de computer consequent en nauwkeurig worden uitgevoerd.

In dit artikel willen we, geïnspireerd door het voorbeeld van de algoritmische kunst, de mogelijkheid verkennen van een computer-gegenereerde architectuur -- de mogelijkheid om architectonische ontwerpen te realiseren in de vorm van algoritmes die geen individuele woningen specificeren, maar oneindig grote klassen van verschillende mogelijke woningen.

Positivistische architectuur.

Zoals alle andere culturele activiteiten, is architectuur op de eerste plaats een kwestie van imitatie en conventie. De eerste eis die men stelt aan een woning, een warehouse of een museum, is dat hij lijkt op andere woningen, warehouses of musea. Maar tevens hebben (net als bij alle andere culturele activiteiten) opdrachtgever en ontwerper veelal de subjectieve behoefte of de economische noodzaak om zich van hun collega's te differentiëren. Dan worden er dus gebouwen ontworpen die de bedoeling hebben aanwijsbaar anders te zijn dan hun precedentes, of zelfs aanwijsbaar beter.

De architect die kleinere of grotere afwijkingen ten opzichte van traditionele vormen, indelingen, materialen of bouwmethodes introduceert, doet daarbij vaak opgaaf van zijn redenen. Hij doet dat meestal door te verwijzen naar de *efficiëntie* waarmee de beoogde *functie* van het gebouw wordt gerealiseerd. De bouwkunst doet zich daarbij voor als een positivistische discipline, die meent in staat te zijn tot een expliciete articulering van de doelstellingen die met een gebouw bereikt moeten worden, die graag alle ontwerp-beslissingen uit die doelstellingen zou willen afleiden, en die daarbij een zuiver economisch soort rationaliteit hanteert. Men pretendeert een gebouw te ontwerpen zoals men een machine ontwerpt. De ideale woning is de *machine à habiter*, waarin ieder detail vanuit een functionele noodzaak een vaste plaats heeft.

Wat opvalt aan de naoorlogse woningbouw is de discrepantie tussen ideaal en realiteit. De analytische, doelgerichte aanpak, die mathematisch bewijsbaar optimale resultaten zou moeten opleveren, lijkt volledig averechts te werken. Dat komt omdat de werkelijke functies van een gebouw helemaal niet expliciet gespecificeerd kunnen worden. Die komen pas tot stand in de interactie met de feitelijke gebruikers, kunnen daarbij in de tijd nog voortdurend veranderen, en hoeven op geen enkel moment eenduidig vast komen te liggen.

De functies die de functionalistische architect hanteert zijn grotendeels fictief. Daardoor is in de praktijk de economische component van de functionalistische werkwijze een eigen leven gaan leiden. Het begrip wonen werd gereduceerd tot een minimaal functioneel programma van eisen, en deze minimale omschrijving werd in de economische realiteit tevens de maximale. Het functionalisme diende als excuus om alle "overbodige" elementen te elimineren. De serieproductiemethode van de auto-industrie werd het grote voorbeeld.

Postmodernistische filosofie.

De zelfoverschatting van het denken die we hier constateren is natuurlijk niet specifiek voor de architectuur. Dat het denken zichzelf overschat lijkt haast onvermijdelijk: de rationele geest wil nu eenmaal graag dat de wereld een overzichtelijk geordend en daardoor beheersbaar geheel is. Daarom kunnen wij zelf nooit zeker weten waar de grens ligt tussen het open-minded *zoeken* naar structuren en het dwangmatig *projecteren* ervan. Maar enige ervaring betreffende deze kwestie hebben we inmiddels wel opgedaan. Talrijke malen hebben we gezien dat plausibel lijkende ideeën betreffende methodologieën of maatschappelijke structuren al te letterlijk geïmplementeerd werden en daarbij volledig door de mand vielen. Dat is het lot geweest van alle expliciet geformuleerde politieke filosofieën, en van alle takken van wetenschap die er expliciet geformuleerde methodologieën op na hielden (zoals vele moderne stromingen in vakken als sociologie, antropologie, psychologie en linguïstiek). Het falen van functionalistische woningbouw en rationalistische stadsplanning is slechts het zoveelste voorbeeld van dit verschijnsel.

De illusie van het individuele subject dat kan articuleren wat het weet en kan rechtvaardigen wat het doet, is

lange tijd een constituerend ideaal in onze cultuur geweest. De overschatting van de ratio is in zo'n cultuur vanzelfsprekend. Dat verklaart de geleidelijk aan volledige technocratisering van de wereld. En het verklaart de hybris die keer op keer ten toon gespreid wordt wanneer nieuwe artistieke, wetenschappelijke of maatschappelijke bewegingen geannonceerd worden die hun principes en methodes al precies kunnen verwoorden voordat ze enig resultaat geboekt hebben.

Maar wellicht is er een keerpunt gekomen in deze ontwikkeling. Dat blijkt onder meer uit de populariteit van filosofen als Jacques Derrida, die voortdurend zinspeelt op de grenzen van de rationaliteit, door middel van begrippen als het *verschuil* van de wereld ten opzichte van het denken, en de *afwazigheid* van alles wat door een specifieke optiek op de werkelijkheid "out of focus" raakt. Het afwazige blijft verborgen voor de heldere blik van het denken, en is daardoor onbeheersbaar. De werkelijkheid is anders dan we verwachten. Het leven grilliger dan het schema. En wie dat niet wil erkennen zal het des te pijnlijker te merken krijgen.

Hiermee hangt ook samen de huidige belangstelling voor takken van wis- en natuurkunde die zich bezighouden met onvoorspelbaarheid. Zoals de niet-lineaire dynamica, die laat zien dat willekeurig kleine afwijkingen in de begintoestand van een fysisch systeem in de loop van de tijd soms tot steeds grotere variaties in de dan geobserveerde toestand kunnen leiden. In het begin van de twintigste eeuw was al gebleken dat het niet mogelijk is om alle details van een fysische systeem tegelijkertijd exact te observeren. Dat leidde tot de kwantummechanica, die rekent met golf functies die slechts de *kansen* beschrijven op het optreden van bepaalde toestanden. De niet-lineaire dynamica leert nu dat het gekwantiseerde karakter van de materie niet de enige bron van onzekerheid is bij het voorspellen van toekomstige toestanden van een fysisch systeem. Ook in de klassieke, deterministische natuurkunde kan niet alles voorspeld worden -- zelfs niet bij benadering. Onze metingen van het heden hebben altijd een beperkte nauwkeurigheid hebben, en bij een niet-lineair systeem heeft dat een steeds toenemende onzekerheid over de toekomst tot gevolg.

De vraag is nu wat we moeten doen met zulke inzichten. Wat voor vrolijke wetenschap er in het verschiet ligt als we de dialectische stap maken naar een rationeel bewustzijn dat niet meent zijn rationaliteit gearticuleerd te hebben, naar een subjectiviteit die verstandig kan handelen zonder alles te willen beheersen en voorspellen. De architectuur kan daarbij misschien een voorbeeld nemen aan de beeldende kunst.

Kantiaanse esthetica.

Het inzicht dat de werkelijkheid niet samenvalt met onze conceptuele modellen ervan is niet nieuw. Het is met onontkoombare duidelijkheid geformuleerd door Immanuel Kant. En de opvatting dat onze rationaliteit beperkter is dan onze cognitie, dat we meer weten dan we kunnen articuleren, vinden we heel expliciet bij de kunstenaars en filosofen van de Romantiek. Sinds die tijd definieert de kunst zijn identiteit door zich af te zetten tegen de steeds rationalistischere cultuur, door het symbool te zijn van alles wat de ratio negeert. Kunst celebreert de intuïtie, de directe ervaring.

Wiens intuïtie? Wiens ervaring? Sommige kunstenaars, en veel verzamelaars, critici en andere fans, denken dan gelijk aan de Goddelijke inspiratie van de geniale kunstenaar. Maar er zijn ook kunststromingen die juist de rijkdom van alle individuele en collectieve menselijke ervaring aan de orde stellen. Marcel Duchamp, bijvoorbeeld, was daar heel expliciet over: "*The spectator makes the picture.*"

Kant zag het esthetische als een dimensie van de waarneming: de waarneming die zich van zichzelf bewust wordt, wanneer het proces van het interpreteren van de input niet tot een definitief eindresultaat leidt maar toch tot een coherente ervaring. Toen Duchamp ertoe overging om willekeurig uitgekozen reeds bestaande objecten tot kunstwerk te bombarderen, trok hij een radicale consequentie uit Kant's standpunt: dat de input er niet veel toe doet, als het reflectie-proces van de waarnemer maar zijn gang kan gaan.

Kant heeft zelf al de aandacht erop gevestigd dat kunstwerken geen optimaal inputmateriaal vormen voor de esthetische reflectie, omdat de intenties van de kunstenaar in de weg zitten: die hebben tot gevolg dat het kunstwerk *wel* een definitieve interpretatie krijgt, zodat het interpretatieproces tot een einde komt voordat de cognitieve resonanties die de esthetische ervaring uitmaken zich hebben kunnen opbouwen. Voor Kant heeft de paradigmatische esthetische ervaring niet betrekking op kunst, maar op natuurverschijnselen.

Sinds Duchamp hebben steeds meer kunstenaars de uitdaging aanvaard die in Kant's standpunt besloten ligt: om een niet-intentionele kunst te maken, een kunst die als natuurverschijnsel ervaren kan worden. Allerlei onderling zeer verschillende stromingen hebben procedés ontwikkeld waarbij kunstwerken gegenereerd werden door min of meer autonome processen, door de kunstenaar in gang gezet zonder dat die het eindresultaat kon voorzien: *écriture automatique*, *action painting*, fysische experimenten, biologische processen, systematische, conceptuele, en aleatorische kunst. Sol LeWitt: "*The artist's will is secondary to the process he initiates from idea to completion. [...] The process is mechanical and should not be tampered with. It should run its course.*"¹

Wellicht het helderste voorbeeld van deze ontwikkeling is de *algoritmische kunst*. Daar wordt een proces gedefinieerd door volledig expliciete regels, die door de computer met grote consequentie en

¹ Sol LeWitt: "Sentences on Conceptual Art." *Art-Language* 1,1 (mei 1969).

nauwkeurigheid worden uitgevoerd; door het gebruik van mathematische simulaties van het toeval, kan daarbij de onvoorspelbaarheid van het proces gemaximaliseerd worden.

Kunst wordt nog steeds vaak beschouwd als een medium dat een kunstenaar gebruikt om diepzinnige gedachten aan zijn publiek over te brengen. Maar wat een beschouwer belangrijk of betekenisvol vindt in een kunstwerk, heeft in de praktijk vaak niets van doen met de bedoelingen van de kunstenaar. Dat een computer helemaal geen bedoelingen heeft, is dus allerm minst een reden om te twijfelen aan de mogelijkheid van volautomatisch door de computer gegenereerde kunst. Juist de ijzere consequentie en de niets ontziende ijver van de onmenselijke computer leveren resultaten op die voor mensen interessant zijn.

Analytische kunst.

De algoritmische kunst komt niet alleen voort uit overwegingen met betrekking tot de filosofische esthetica. Hij komt net zozeer voort uit een analytische interesse in de structuur van het beeld -- een interesse die we in de Renaissance al aantreffen bij de schilder/wiskundige Piero della Francesca, en die in de twintigste eeuw een van de belangrijkste drijfveren werd achter de artistieke ontwikkelingen.

De pioniers van de abstracte kunst (Kandinsky, Malewitsch, Mondriaan) en hun discipelen (zoals Lissitzky, Rodtschenko, Van Doesburg, Vantongerloo) bouwden hun beelden steeds op uit een beperkt repertoire van elementaire bouwstenen en bewerkingen. Het lijkt haast alsof de individuele beelden slechts middelen waren om een steeds zuiverdere en scherpere visuele taal te ontdekken. Maar de bevindingen van die ontdekkingsreis werden nooit helemaal expliciet, omdat schilders nu eenmaal geen talen maken, maar schilderijen.

Deze tautologie werd ongeldig in de jaren zestig, toen enkele nieuwe schilderkunstige stromingen hun identiteit eraan ontleenden dat de deelnemende kunstenaars zich manifesteerden door middel van alles behalve schilderen. Zo werd het toen steeds populairder om, in plaats van concrete schilderijen of beeldhouwwerken, *beschrijvingen* van visuele situaties te maken. Soms waren die beschrijvingen niet bedoeld om uitgevoerd te worden -- dan dienden ze ervoor om kunst te definiëren die uitsluitend op een conceptueel niveau zou bestaan.

Het is het aardige van een beschrijving die je *wel* uitvoert (een "visuele partituur"), dat hij vaak op veel verschillende manieren gerealiseerd kan worden. De kunstenaar kan dan niet precies het resultaat voorspellen van de uitvoering van zijn werk. Hij heeft alleen bepaalde eigenschappen ervan vastgelegd, maar heeft andere aspecten aan de uitvoerder of aan het toeval overgelaten.

Als de beschrijving van een kunstwerk of klasse van kunstwerken gegeven wordt door een met mathematische nauwkeurigheid vastgelegd rekenvoorschrift (een *algoritme*), spreken we van *algoritmische kunst*. Een eenvoudig algoritme kan in principe door een menselijk persoon met de hand worden uitgevoerd. Maar meestal denken we bij algoritmische kunst aan kunst die door de computer gegenereerd wordt.

Door middel van een algoritme kan men een grote klasse van verschillende beelden met volledige precisie definiëren, b.v. door aan te geven dat alle mogelijke variaties binnen een bepaald patroon systematisch afgewerkt moeten worden. Of, als het aantal mogelijke keuzes te groot is om ze één voor één te laten zien, door aan te geven dat er willekeurige steekproeven getrokken moeten worden uit een verzameling van mogelijkheden. In dat geval levert elke nieuwe uitvoering van het algoritme weer nieuwe beelden op.

Het algoritme is een "meta-kunstwerk": de mathematische karakterisering van een verzameling mogelijke kunstwerken. De visuele taal van een kunstenaar wordt niet langer impliciet gesuggereerd door een uit individuele werken bestaand oeuvre. Die taal wordt expliciet vastgelegd in het algoritme dat willekeurige voorbeelden uit het oeuvre genereert.

De algoritmische kunst van de zestiger jaren knoopt aan bij de eerdere analytische stromingen in de abstracte kunst, maar de visuele talen die hier gedefinieerd worden zijn wel wat minder complex dan die van Kandinsky, Malewitsch of Mondriaan. Bij de neo-constructivistische toevalskunst van François Morellet en Herman de Vries zien we bijvoorbeeld algoritmes die een gegeven vorm (bijvoorbeeld een vierkant, een cirkel of een lijnstuk) op willekeurige verschillende plaatsen op het vlak plaatsen. Deze algoritmes werden overigens nog met de hand uitgevoerd; de toevalkeuzes werden gemaakt door dobbelstenen te gooien of tabellen met random getallen te raadplegen.

Artificial²

De constructivistische traditie was gepreoccupeerd met harmonie en zuiverheid. Dat vinden we vandaag een wat willekeurig en beperkt ideaal. Het expressionisme heeft ons de esthetiek van de lelijkheid geleerd. Duchamp heeft ons de esthetiek van de onverschilligheid bijgebracht. De huidige uitdaging is een esthetiek die alles omvat: mooi, lelijk, en onverschillig.

Kunst is geen communicatiemiddel. Het is betekenisloos materiaal dat op een absoluut willekeurige manier geïnterpreteerd wordt door een cultureel heterogeen publiek. Er zijn geen ernstige redenen om bepaalde kunstwerken te willen maken en niet andere. Een artistiek project dat dit onder ogen wil zien, moet keuzes vermijden, stijlen transcenderen, *alles* laten zien: willekeurige voorbeelden genereren uit de verzameling van alle mogelijkheden.

Aan zo'n uitdaging kan een individuele spontane kunstenaar niet beantwoorden. Er is een wel-overwogen technisch/wetenschappelijk project voor nodig, met een verstandige taakverdeling tussen mens en machine. Menselijke kunstenaars/programmeurs moeten een algebraïsche definitie ontwikkelen van de ruimte van alle mogelijkheden; de computer kan dan willekeurige voorbeelden uit die ruimte uitkiezen en realiseren.

Het project *Artificial* probeert op deze manier het Kantiaanse ideaal van een kunst zonder kunstenaar met algoritmische middelen te realiseren. De technieken die *Artificial* gebruikt om willekeurige kunstwerken te genereren zijn in essentie afgeleid van de neo-constructivistische toevalskunst van de zestiger jaren.

Daarin komen we bijvoorbeeld, zoals reeds vermeld, algoritmes tegen die een gegeven vorm op willekeurige verschillende plaatsen op het vlak plaatsen. Andere, soortgelijke algoritmes creëren willekeurige gesloten vormen door het combineren van lijnstukken. Die twee programma's kunnen op een vanzelfsprekende manier in elkaar geschoven worden, zodat niet alleen de plaats maar ook de vorm van de elementen willekeurig bepaald wordt. Weer andere programma's genereren juist een veelheid van verschillende regelmatige ordeningspatronen of regelmatige vormen. Ook die kunnen geïntegreerd worden. Zo kunnen we geleidelijk de opheffing van de keuze realiseren -- door geen enkele keuze uit te sluiten. Door elke keuze te bevestigen, en op gelijke voet met alle andere keuzes in een omvattend probabilistisch systeem onder te brengen.

Deze volledig ten einde gedachte versie van de toevalskunst zou *alle* mogelijke beelden genereren, met waarschijnlijkheidsverdelingen die een maximale diversiteit opleveren. Dit zal niet eenvoudig te realiseren zijn. Maar de *Artificial* programma's laten zien dat het nu mogelijk is om interessante stappen in deze richting te doen.

Cage: *"I was driving out to the country once with Carolyn and Earle Brown. We got to talking about Coomaraswamy's statement that the traditional function of the artist is to imitate nature in her manner of operation. This led me to the opinion that art changes because science changes - that is, changes in science give artists different understandings of how nature works."*³

De proceskunst van de zestiger jaren symboliseerde op metonymische wijze "het toeval", "de natuur", of "de objectiviteit". En gaf daarmee vorm aan een diep gevoelde emotie van sommige kunstenaars -- aan het verlangen naar een kunst die niet voortkomt uit de grillen van het individu, maar uit een diepere noodzakelijkheid. Nu pas, in het project van een totale, alles-omarmende toevalskunst, kan het proces in gang gezet worden dat dit verlangen ook gaat bevredigen -- althans, voor wie bereid is om in de totale willekeur de diepste noodzakelijkheid te zien.

Cage: *"Is man in control of nature or is he, as part of it, going along with it? [...] Not all of our past, but the parts of it we are taught, lead us to believe that we are in the driver's seat. With respect to nature. And that if we are not, life is meaningless. Well, the grand thing about the human mind is that it can turn its own tables and see meaninglessness as ultimate meaning."*⁴

Artificiële architectuur?

² De *Artificial* programma's zijn ontworpen en geïmplementeerd door Remko Scha. Aan de software-ontwikkeling werd in diverse stadia bijgedragen door Anthony Bijnen (Metaform Software, Amsterdam), Vangelis Lykos (Academie van Bouwkunst, Amsterdam) en Boele Klopman (Technische Universiteit Twente, Enschede).

³ John Cage: Voorwoord bij: 'Where are we going? And what are we doing?' In: *Silence. Lectures and Writings by John Cage*. Middletown, Connecticut: Wesleyan University Press, 1973.

⁴ Uit hetzelfde voorwoord van John Cage.

Het is duidelijk dat de *Artificial* een heel constructieve bijdrage is aan de autonome beeldende kunst van dit moment. Daar komt geen enkel kunstwerk meer tot stand zonder het pijnlijke besef dat er geen goede redenen zijn om nu juist *dat* te maken en niet iets *heel anders*. *Artificial* doorbreekt de impasse die door dat besef gecreëerd wordt. *Artificial* poneert een stimulerende technische uitdaging die onze huidige relativistische inzichten serieus neemt. Als je *alles* als kunst kunt presenteren tegenwoordig -- doe dat dan maar!

In de architectuur speelt dezelfde kwestie. Het is in heel veel situaties ongepast voor een architect om zijn individuele smaak aan anderen op te dringen, maar het lijkt haast niet te vermijden. Naar het voorbeeld van *Artificial* stellen we daarom een toevals-architectuur voor, waarbij de bezigheden van de architect op het juiste niveau van abstractie terecht komen. De ontwerper houdt zich niet langer bezig met expressieve details. Hij definieert uitsluitend de spelregels die bepalen welke situaties er allemaal mogelijk zijn. Regels die, net als in een schaakspel, bepalen hoe groot het veld is, welke stukken er in het spel zijn, hoe die zich kunnen groeperen, en welke zetten er gedaan kunnen worden. Op die manier kan de architect (als dat nodig is!) voor een bepaalde context beslissingen nemen over schaal, ritmering, of het repertoire van toepasbare elementen. Zo kan een specifieke situatie zijn eigen morfologie krijgen.

Wat betreft de functionele dimensie van de architectuur, kiezen we ervoor om de functie *niet* tevoren als een ontwerppunt vast te leggen, maar om die variabel te houden. Het begrip functie wordt vervangen door het begrip potentie. Door dit alles is bij architectuur de toepassing van toevals-algoritmen wel iets complexer dan bij beeldende kunst. Om de constructieve en functionele aspecten optimaal mee te nemen, moet er uiteindelijk een integratie plaatsvinden met automatische ontwerptechnieken uit de Artificial Intelligence. (Automatisch ontwerpen is een van de meest succesvolle gebieden in de A.I. Bij het ontwerp van VLSI-layouts, b.v., zijn programma's verreweg superieur aan menselijke ontwerpers.)

De Palladio-machine.

In dit verband is het interessant om op te merken dat het idee om architectuur op basis van spelregels genereren ook niet echt nieuw is. Het is al impliciet aanwezig in de eerste theoretische geschriften die in onze culturele traditie ooit over architectuur geschreven zijn. Vooral de herontdekking van de geschriften van Vitruvius in de Renaissance, en Palladio's interpretatie daarvan, zijn in deze context relevant. Palladio was de eerste grote architect die zijn werk (met name zijn vele villaontwerpen) baseerde op spelregels. Zo kon hij op het thema 'villa' talrijke varianten maken.

In zijn in 1570 uitgegeven "I Katrol Libris dell' Architecturaal", zijn een aantal van Palladio's spelregels te vinden. Andere zijn te reconstrueren als men zijn villa's aan een analyse onderwerpt. Recentelijk is dat inderdaad gebeurd, in een studie van George Hersey en Richard Freedman.⁵

Hersey en Freeman hebben de correctheid van hun regels uitgetest door ze op de computer te zetten, en op basis ervan algoritmisch nieuwe ontwerpen voor "Palladio-villa's" te genereren. Door de computer in te zetten bij de analyse van de villa's hebben ze talrijke correcties kunnen aanbrengen op de studies die in de afgelopen vierhonderd jaar over het werk van Palladio zijn gemaakt. Tevens bleek uit hun analyse dat Palladio zelf ook niet altijd zijn spelregels even nauwkeurig toepaste. Palladio's Platonische villa sneuvelde wel eens in de materialisering.

De spelregels waar Palladio en zijn tijdgenoten mee werkten waren geformuleerd in termen van elementaire transformaties als verschuiving, rotatie en spiegeling. Voor het ontwerp van de onderdelen en voor het ontwerp van het totaal werden dezelfde regels gebruikt. Ook in de natuur zien we dat eenvoudige transformatieregels kunnen leiden tot complexe systemen. En bij *Artificial* zien we hetzelfde verschijnsel.

Architectuur als spel.

Terug naar de problematiek van de huidige architectuur en stedenbouw. De grote uitdaging op dat gebied bestaat in de noodzaak van flexibiliteit en de aantrekkelijkheid van veelvormigheid. Je zou willen vermijden om iemands woon-omgeving eens en vooral vast te leggen, en zeker om dat voor iedereen op dezelfde wijze te doen.

De omschrijving van het wonen die aan het bouwproces voorafgaat moet een voldoende grote speelruimte open laten, willen de woning en de stad niet gaan vervreemden van het leven. Men moet zich er bewust van zijn dat men bepaalde aspecten van het wonen in een bouwproces uitsluit, alleen al door het feit dat men dat proces op een bepaalde manier laat plaatsvinden.

De ontwerper kent alleen zijn eigen voorkeuren, en meestal herkent hij die niet als belemmeringen of fixaties. Er

⁵ George Hersey en Richard Freedman: *Possible Palladian Villas (Plus a Few Instructively Impossible Ones)*. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 1992.

is daarom alle redenen om ontwerpbeslissingen op te splitsen in verschillende niveaus. Daarbij worden in een hoger liggend niveau randvoorwaarden vastgelegd voor het lagere niveau. De wijze waarop vervolgens aan die voorwaarden voldaan wordt, kan door het toeval bepaald worden, en kan daarmee reiken voorbij de fixaties van een individueel ontwerper.

Het ontwerpen van een wijk of een woning zou daarom bij voorkeur slechts moeten bestaan uit het formuleren van structuur-gevende spelregels, bijvoorbeeld betreffende ruimte, materiaal, en capaciteit. Daarnaast moeten de afhankelijkheden van de verschillende regels en de niveaus van beslissingen aangegeven worden. Binnen de spelregels kan op verschillende manieren gespeeld worden, zonder dat de ontwerper precies weet wat het resultaat zal worden.

Bij het formuleren van de regels voor zo'n spel zal de computer onontbeerlijk zijn. De spelregel-ontwerper zal de mogelijkheden en beperkingen van zijn spel moeten verkennen. Hij zal geen indelingen moeten ontwerpen, maar potentiële indelingen, waar de gebruiker dan naar eigen voorkeur gebruik van kan maken.

Een volgende stap is, om de computer ook regels te laten transformeren en formuleren. Het formuleren van nieuwe spelregels wordt dan een onderdeel van het spel. Er kunnen zich dan groeiprocessen ontwikkelen die ver voorbij de creativiteit van de individuele ontwerper reiken.

Als we kijken naar de toenemende complexiteit van de 'spelletjes' die er gespeeld worden in algoritmische kunst, artificiële intelligentie, en biologische simulaties (*'artificial life'*), dan lijkt zo'n speelse architectuur in principe mogelijk. Maar schieten we daar veel mee op? Zijn het niet vooral praktische problemen die de realisatie van veelvormigere architectuur in de weg staan?

Flexibele productiemethoden.

De huidige woningbouwpraktijk suggereert hele duidelijke pessimistische antwoorden op deze vragen. Elke stap in de richting van een flexibeler werkwijze wordt als principieel onmogelijk gezien, omdat industriële serieproductie als het alleen-zaligmakende paradigma wordt beschouwd. En het is duidelijk waarom. Industriële serieproductie wordt gezien als de enige mogelijke manier om in het fabricageproces nuttig gebruik te maken van technologie; wanneer het onbetaalbaar is om producten individueel op ambachtelijke wijze te fabriceren, is industriële serieproductie dus *the only game in town*.

In deze situatie is het van belang om er de aandacht op te vestigen, dat dit zelfs in de auto-industrie al lang niet meer zo gezien wordt. De principes van de industriële serieproductielijn, in het begin van de twintigste eeuw door Ford geïntroduceerd en alom nagevolgd, werden in Japan al onmiddellijk na de Tweede Wereldoorlog als achterhaald ervaren. Als alternatief werd toen bij Toyota de *leanproduction*⁶ ontwikkeld. Deze fabricagemethode combineert elementen uit het ambachtelijke productieproces met elementen uit de massaproductie. Zo worden er wel productielijnen gebruikt, maar zijn de machines, in tegenstelling tot de machines in een klassieke productielijn, geschikt voor verschillende bewerkingen. En de machines zijn zo ontworpen dat ze snel en eenvoudig zijn in te stellen, met behulp van speciaal daarvoor ontworpen gereedschap. Door dit samengaan van ambacht en automatisering zijn zonder veel extra kosten kleinere series met een grotere variëteit mogelijk.

Om dit alles mogelijk te maken zijn in de leanproduction zowel op technisch als op organisatorisch niveau een aantal innovaties integraal doorgevoerd. Innovaties die betrekking hebben op de samenwerking tussen ontwerper, producent en toeleverancier, op de logistiek (het vermijden van voorraadvorming), de productontwikkeling, de kwaliteitszorg, het management, en op het materieel en de techniek van het machinepark.

Door een ver doorgevoerde flexibilisering van het productieproces kunnen in de leanproduction series op maat gemaakt worden -- iets wat in Ford's productielijnen ten enenmale onmogelijk was. En dit is nog niet de laatste stap. De productieapparatuur wordt in steeds verdergaande mate computer-gestuurd, en daardoor flexibeler. Fabrieksmatige productie van volledig geïndividualiseerde producten komt daardoor steeds dichterbij. Vroeger stond automatisering gelijk met uniformering. In de toekomst is automatisering juist de voorwaarde voor diversiteit.

De Componentenwoning.⁷

⁶ Het begrip *leanproduction* werd voor het eerst gebruikt in het MIT-onderzoek "The machine that changed the world". Zie: Womack, Jones en Roos: *The Machine that Changed the World*. New York: Macmillan. 1990.

⁷ De eerste versie van de Componentenwoning is ontwikkeld door Archipel Ontwerpers in samenwerking met Nevanco woningbouw.

Ook op het gebied van de architectuur zijn al stappen gezet in de richting die we hier voorstellen. Een eerste aanzet waar we nu op voort kunnen bouwen was de ontwikkeling van de *Componentenwoning*. Het ging daarbij om het ontwikkelen van een serie projectongebonden componenten waarmee verschillende reeksen van woningen kunnen worden samengesteld. Voor de Muziekwijk in Almere heeft Archipel Ontwerpers twee woningbouwprojecten gerealiseerd die ieder totaal verschillende woning-types bevatten. Met deze verschillende types konden dan steeds weer andere configuraties gemaakt worden.

Deze aanpak is verder ontwikkeld in de Componentenwoning. Hier vormen niet de woningen maar de componenten de bouwstenen. De Componentenwoning is gebaseerd op een aantal eenvoudige spelregels met betrekking tot productie, ruimte en functie. Ondanks deze eenvoud kan men er zeer verschillende woningen en woonmilieus mee samenstellen. Hoewel van verschillende componenten de productiegegevens in de computer zijn ingevoerd, hadden we toen nog niet de mogelijkheid om de architectonische uitkomsten door middel van generatieve algoritmen te ontwikkelen. In deze fase werd de architectonische compositie daarom nog ambachtelijk samengesteld.

Om het hele bouw- en ontwerpproces logistisch te beheersen is de Componentenwoning als systeem onderverdeeld in drie subsystemen. Het eerste systeem bestaat uit de ruimte-bepalende elementen: de betonelementen⁸ waarmee het casco wordt samengesteld. Deze dienen ook als constructieve drager. De tweede groep omvat een verzameling van allerlei deelsystemen die betrekking hebben op de vormgeving, afwerking en verdere materialisering van de (buiten)ruimte. De derde groep bestaat uit een aantal deelsystemen die betrekking hebben op de technische capaciteit. We praten dan over verschillende flexibele inbouwsystemen, die weer onderverdeeld kunnen worden in woontoestellen⁹, intermediaire leidingsystemen en binnenwandsystemen.

We zien dat de Componentenwoning als systeem op te delen is in een aantal subsystemen. Deze bestaan op hun beurt weer uit deelsystemen, componenten en elementen. Maar omdat de verschillende subsystemen op complexe manieren met elkaar samenhangen, gaat het hier niet om een eenvoudige boomstructuur. Men kan eerder over heterarchieën dan over hiërarchieën spreken.

Conclusie.

De Componentenwoning sluit goed aan bij de werkwijze van een algoritmisch kunstprogramma als *Artificial*, zoals we dat hierboven bespraken. *Artificial* bevat een specificatie van een complexe klasse van elementen en patronen, en van alle manieren waarop die elementen binnen die patronen gecombineerd kunnen worden; uit de aldus gedefinieerde verzameling mogelijkheden trekt het programma dan willekeurige steekproeven.

Ook de Componentenwoning specificeert een verzameling van nauwkeurig gedefinieerde elementen. De 'patronen' voor de Componentenwoning worden samengesteld uit beschrijvingen die betrekking hebben op de architectonische taal, de toe te passen materialen en hun specificaties, de gewenste ruimtelijke capaciteit van de woningen, de schaal en graad van differentiatie van de compositie, de financiële mogelijkheden, de beperkingen van de bouwvoorschriften en stedenbouwkundige randvoorwaarden, enz., enz. De computer kan op basis van deze beschrijvingen verschillende reeksen met varianten maken. Deze varianten zullen, door de grote mate van complexiteit, er veel organischer uitzien dan de huidige door architecten ontworpen eenduidige woonblokken die door de zeef van de traditionele productie geperst worden.

⁸ In deze eerste versie werd uitgegaan van een betonnen casco van Heembeton. In principe kan ook hout, staal of metselwerk toegepast worden. Ieder materiaal zal weer zijn eigen voorwaarden stellen met betrekking tot overspanning, stabiliteit en productie.

⁹ Met *woontoestellen* bedoelen we meubel-achtige oplossingen voor functies als badkamer, wc en keuken. Deze woontoestellen worden aangesloten op een intermediair leidingsysteem dat ze als een navelstreng verbindt met de centrale leidingkoker. Door deze opzet zijn de woningen volledig vrij indeelbaar te maken. Op basis van het Matura inbouwconcept heeft Archipel Ontwerpers recentelijk twee voorbeeldprojecten vanuit deze optie ontworpen.