

Het gebruik van de computer en Computer-Aided Design bij architectuurhistorisch onderzoek

Ronald Stenvert

Inleiding

Steeds vaker worden ook bij architectuurhistorisch onderzoek typemachines door tekstverwerkers en kaartenbakken door databases vervangen. Zelfs op de terreinen waar niet direct gebruik gemaakt wordt van tekstuele gegevens, maar vooral van afbeeldingen, neemt de invloed van de computers toe. Ontwerpprogramma's, zowel tekenprogramma's als visualisatieprogramma's, vervangen in toenemende mate tekentafels bij architectenbureaus.

Dat de computer uiteindelijk ingrijpende veranderingen in het architectuurhistorisch onderzoek tot gevolg zal hebben, wordt door weinigen betwijfeld. Of, en in hoeverre, deze veranderingen een positief effect zullen hebben op de betere beantwoording van vakinhoudelijke architectuurhistorische vragen moet nog bewezen worden.

Wel valt er nu al lering te trekken uit de ervaringen, opgedaan in andere wetenschappelijke disciplines waar de computer al langer in gebruik is, en men aan den lijve ondervonden heeft dat er ook bezwaren aan het gebruik van de computer kleven. Wil men voordelen in plaats van extra handicaps bij het gebruik van de computer dan moeten er al bij het begin van de 'informatisering' extra voorzorgsmaatregelen getroffen worden.

In het onderstaande wordt geprobeerd een inzicht te geven in de mogelijkheden van het gebruik van de computer bij architectuurhistorisch onderzoek. Naast een bespreking van de problemen bij op tekstuele gegevens gebaseerde informatiesystemen, zal vooral ingegaan worden op de mogelijkheden maar ook de onmogelijkheden van het direct omgaan met beeldmateriaal in de computer.

Computer als hulpmiddel?

Nu de eerste euforie over de introductie van de computer voorbij lijkt te zijn, worden ook de schaduwzijden van computergebruik zichtbaar. Terwijl voor vele soorten onderzoek zowel de hardware als de software nét toereikend zijn, schiet de 'brainware' echter zonder uitzondering te kort. Het invoeren van grote hoeveelheden gegevens in de computer belemmert vaak het denken over het hoe en waarom van de informatie die daaruit verkregen moet worden; de 'brainware'. Toename van de hoeveelheid gegevens betekent immers nog geen informatie, en meer informatie betekent nog geen toename van de kennis.

Dat architectuurgeschiedenis zich niet hoofdzakelijk met tekstuele gegevens bezig houdt, maar met de gebouwde omgeving, of afbeeldingen daarvan, maakt het probleem alleen maar moeilijker. Tekst is een één-dimensionale aaneenschakeling van een reeks door afspraken bepaalde tekens. Dezelfde tekens worden ook door de computer gebruikt. Afbeeldingen zijn in verschillende opzichten meerdimensionaal; tekst lezen we (serieel), beeld herkennen we (parallel/patroonmatig).

Daarbij komt nog dat het onderwerp van onderzoek praktisch nooit rechtstreeks bestudeerd wordt. We gebruiken foto's om ons een beeld van een schilderij te vormen, we lezen tekeningen om een indruk te krijgen van een gebouw en we kijken naar films op de televisie. Het probleem van deze verschillende media als gegevensdrager is onlosmakelijk verbonden met de beschouwing van beeld. Overschakeling van het ene medium op het andere betekent verlies aan informatie. Op een zwart-wit foto is het kleurgebruik in het schilderij niet meer te zien, op de bouwtekening zijn de gegevens over het materiaalgebruik meestal verdwenen en de films op televisie zijn minder scherp en hebben een ander beeldkader.

Van beeld naar tekst

Momenteel worden in de meeste onderzoeken waarbij de computer een rol speelt, gegevens van het te onderzoeken object 'vertaald' in tekst en vervolgens opgeslagen. Deze tekstuele gegevens worden gebruikt om de te onderzoeken objecten te identificeren, te groeperen, te classificeren en te analyseren. Zonder uitgebreid in te gaan op de problemen die daarbij optreden, is het duidelijk dat door de ontoereikendheid van taal om een ideale beschrijving van een voorwerp te maken, veel informatie verloren gaat. Om hier toch nog enigszins grip op te houden, is het nodig om van hulpmiddelen gebruik te maken.

Onderzoeksgegevens worden doorgaans in de vorm van een database in de computer opgeslagen. Wanneer het over meerdere – onderling verbonden – databases gaat, dan spreekt men wel van een informatiesysteem. Een van de meest wezenlijke problemen waar men bij deze systemen mee geconfronteerd wordt, is dat de gegevens er veel makkelijker in gestopt, dan dat ze er weer uitgehaald kunnen worden, zodanig dat er relevante informatie ontstaat.

Problematisch is bijvoorbeeld dat niet iedere beschrijver dezelfde termen hanteert en er regelmatig een nieuwe term voor een bepaalde (architectonische) vorm bedacht moet worden. Een systematische woordenlijst, of thesaurus, kan hierbij helpen, maar het maken daarvan kost vaak onevenredig veel tijd.

De drang om alle gegevens 'maar in de computer' beschikbaar te hebben, kan er toe leiden dat te veel tijd besteed gaat worden aan de invoer van gegevens of de verwerving van kennis en vaardigheden benodigd voor de bijbehorende computerprogramma's. Tijd die vaak wetenschappelijker besteed had kunnen worden. En zelfs wanneer de gegevens uiteindelijk in de computer zitten, garandeert dat nog geen goede resultaten. Zeker wanneer er van te voren niet goed nagedacht is over de mogelijke vraagstructuren. Waar het gaat over het opbouwen van een evenwichtig bevraagbare

database, en het voorkomen van data-
vervuiling is men in andere wetenschap-
pelijke disciplines door schade en
schande wijzer geworden.

Aan de schaduwzijde van het
computergebruik kunnen ten minste de
volgende stellingen ontwaard worden:

- het vertalen van beeld in tekst en het
invoeren van de gegevens zonder een
goede vraagstructuur vormt een te
zwakke basis voor wetenschappelijke
resultaten.
- informatiesystemen creëren vaak veel
meer werk dan dat ze bijdragen tot
oplossingen van wetenschappelijke
vragen.
- veel van het werk dat daarbij verzet
moet worden is relatief eenvoudig en
niet wetenschappelijk.
- het op een andere wijze presenteren
van dezelfde gegevens, kan voor leken
nuttig zijn, maar dienen dan alleen een
educatief doel.
- de veelgeprezen resultaten van onder-
zoek met de computer overstijgen
doorgaans de educatieve doelen niet
en voldoen onvoldoende aan de vooraf
gestelde wetenschappelijke eisen.

Beeldanalyse

Uit het voorgaande is misschien
een negatief beeld geschetst over het
gebruik van allesomvattende informatie-
systemen vol architectuurhistorische infor-
matie. Natuurlijk is het mogelijk om
dergelijke informatiesystemen op te zet-
ten, maar dan moet men wel in het oog
houden dat architectuurhistorische onder-
werpen, doordat ze uitgaan van beeld-
materiaal, informatieanalytisch veel inge-
wikkelder zijn dan bijvoorbeeld historische
onderwerpen. Tevens is men afhankelijk
van de beschikbare software die in eerste
instantie niet ontwikkeld is voor de vak-
inhoudelijke vragen die wij plegen te
stellen.

Niet alleen kan de computer
gebruikt worden voor deze breed opge-
zette informatiesystemen, maar ook is het
mogelijk om de computer voor meer spe-
cifieke onderzoeksvragen te gebruiken,
zonder dat de bovengenoemde schaduw-
zijden een overheersende rol gaan spelen.
Door de computer als een specifieke
'analyse-hulp' in te zetten is het mogelijk
om met behulp van de computer tot zin-
volle en vrij directe resultaten te komen.
Daartoe wordt het architectonische mate-
riaal niet in tekst 'vertaald', maar 'direct'
in de computer ingevoerd. Dat dit beperkt
wordt door de beschikbare computerhard-
ware en -software spreekt voor zich.

Bij het 'direct' invoeren van
afbeeldingen in de computer gaat het
steeds om twee fundamenteel verschil-
lende technieken. Bij de ene techniek
wordt de afbeelding opgedeeld in een
grote hoeveelheid puntjes (pixels), zoals

Afb. 1. Detail 'De Paardenwegster',
Johannes Vermeer, 1662-1663, in Bitmap.



bijv. duidelijk bij krantenfoto's te zien is.
In de andere techniek wordt de afbeelding
beschouwd als een verzameling van geo-
metrisch beschrijfbaar primitieven, zoals
lijnen en cirkelsegmenten. Iedere (lijn)
tekening is hier een voorbeeld van. Bij
beide technieken wordt beeldinformatie
digitaal in de computer opgeslagen.

Het invoeren van de afbeelding in
een grote hoeveelheid puntjes gaat snel en
vrij eenvoudig en heet *scannen*, terwijl het
digitale resultaat een bitmap genoemd
wordt (afb. 1). Een afbeelding in de vorm
van een verzameling van lijnen invoeren
heet *digitaliseren*, kost vrij veel tijd en heeft
een verzameling van vectoren tot gevolg
(afb. 2). Een groot probleem is dat de con-
versie van bitmap naar vectorisatie en v.v.
op dit moment nog vrijwel niet mogelijk is.

Sommige soorten onderzoek lenen
zich beter voor één van beide technieken,
maar de uiteindelijke keuze heeft verstre-
kende gevolgen voor de rest van het
onderzoek.

Bitmaps

Afbeeldingen, opgeslagen in de
vorm van een bitmap kunnen als basis
dienen voor architectuurhistorisch onder-
zoek. De software om uit bitmaps rele-
vante informatie te halen, is echter nog
slecht ontwikkeld. Voor de computer bevat
iedere stip immers evenveel informatie.
Voor onderzoek naar digitale satelietfoto's
(remote-sensing), waar op grond van kleu-
ranalyse van de afzonderlijke beeldpunten
(pixels) conclusies over het soort grond-
gebruik getrokken kunnen worden, is dit
geen probleem. Voor het herkennen van
de – meest simpele – vormen geeft dit
wel een probleem. In de medische weten-
schap is het al wel mogelijk om door mid-
del van image-processing technieken in
digitale microscoopfoto's cirkelvormige

van lancetvormige bacteriën te onder-
scheid. Maar ondanks het feit dat er in
het Ethnologisch museum in Tokyo op
vergelijkbare wijze maskers geanalyseerd
worden, zal het nog lange tijd duren voor-
dat wij moeiteloos bijvoorbeeld alle door
Berlage gebruikte raamvormen kunnen
herkennen en analyseren, gebruikmakend
van informatie afkomstig uit zowel foto's
als tekeningen.

Afbeeldingen in de vorm van bit-
maps zijn derhalve momenteel nog geen
ander leven beschoren dan te dienen als
een plaatje bij de beschrijvingsgegevens
in de database. Of dit alleen de moeite
loont om de investering van een CD-ROM
(of beeldplaat) te verantwoorden blijft de
vraag.

De techniek van *vectorisatie* biedt
momenteel voor architectuurhistorisch
onderzoek meer mogelijkheden.

Vectorisatie

Architectuurhistorici houden zich
met drie-dimensionale voorwerpen bezig.
Soms kan volstaan worden met foto's,
maar we gebruiken liever technische teke-
ningen. Daartoe zijn in het verre verleden
al tekenafspraken gemaakt om een drie-
dimensionale werkelijkheid met zo min
mogelijk verlies aan informatie om te zet-
ten in twee-dimensionale tekeningen: de
orthogonale projectie. We hebben geleerd
deze twee-dimensionale tekeningen te
lezen en ons daarbij het drie-dimensionale
voorwerp voor te stellen. Dat wordt moei-
lijker naarmate het om complexere vor-
men gaat. Met name gebogen vlakken zijn
moeilijk orthogonaal af te beelden.

Dit probleem werd al jaren gele-
den in de automobiel- en vliegtuigindustrie
onderkend. Om de aerodynamische voor-
werpen zo goed mogelijk te ontwerpen
werd software ontwikkeld waar, door mid-



Afb. 2. Detail 'De Paardenweegster',
Johannes Vermeer, 1662-1663, Vectorisatie.

del van vectoren, voorwerpen direct in drie-dimensies mee beschreven kunnen worden; Computer-Aided Design (CAD).

Ook voor twee-dimensionale tekeningen blijkt CAD erg nuttig te zijn. Het is mogelijk de tekening veelvuldig aan te passen en te wijzigen, zonder dat de tekening regelmatig overgetekend hoeft te worden. Als het daarbij alleen om efficiënter tekenen gaat wordt de afkorting CAD dan ook vertaald met Computer-Aided Drafting.

De computerontwikkeling is inmiddels zo ver voortgeschreden dat deze CAD pakketten, die vroeger alleen op grote mainframe computers draaiden, inmiddels ook voor personal computers beschikbaar zijn. Met name bij architectenbureaus wordt CAD voor nieuw te ontwerpen gebouwen gebruikt.

Als architectuurhistorici kunnen wij ons de vraag stellen of CAD ook als hulpmiddel gebruikt kan worden bij architectuurhistorisch (of bouwhistorisch) onderzoek van gebouwen uit het verleden. Is het mogelijk om deze nieuwe techniek, niet alleen met de blik op de toekomst te gebruiken, maar ook met de blik naar het verleden? Met andere woorden: zou de analyse van de historische gebouwde omgeving met behulp van krachtige nieuwe technieken en nieuwe mogelijkheden beter kunnen worden gedaan?

De vraag naar de mogelijkheden en onmogelijkheden van de computer in het algemeen en die van CAD in het bijzonder is de aanleiding geweest voor de Rijksdienst voor de monumentenzorg om bij de afdeling Bouwkunst van de Vakgroep Kunstgeschiedenis van de Rijks Univ. Utrecht een onderzoek te laten uitvoeren, getiteld: 'Methoden en technieken voor het beheer van de gebouwde omgeving door beeldverwerking met behulp van de computer en Computer-Aided Design'.

Computer als analysehulpmiddel

In dit onderzoek concentreren wij ons op de vraag of het mogelijk is om voor een aantal specifieke onderzoeksvragen de computer niet in eerste instantie als opslagmiddel, maar als analysegereedschap te gebruiken. Een analysegereedschap ten dienste van vakinhoudelijke architectuurhistorische en/of bouwhistorische vragen; een soort 'Histo-CAD'.

Juist deze invalshoek onderscheidt het genoemde onderzoek van andere op dit gebied. Bij de laatste houdt men zich doorgaans bezig met het ontwikkelen van CAD-software, het ontwerpen van nieuwe gebouwen of het leren ontwerpen met behulp van CAD. Soms worden dan historische topmonumenten als onderwerp gekozen, maar ook weer niet diepgaand bouwhistorisch geanalyseerd. Zo zijn de Villa Rotonda van Palladio (UCLA), het Robie House van Frank Lloyd Wright (MIT) en de St. Paul's Cathedral in Londen al digitaal beschikbaar.

Niet de topmonumenten maar juist de kwalitatief mindere gebouwen – de 'onderstroom' – vormen het grootste deel van de gebouwde omgeving. Met name de 'jongere gebouwde omgeving' komt steeds meer in de belangstelling te staan, van zowel speculanten en bouwers als van onderzoekers en monumentenzorgers. Voorwaarden voor behoud en beheer zullen geformuleerd moeten worden, en daar kan 'Histo-CAD' bij helpen.

Voor 'Histo-CAD' als analysemiddel zijn zowel directe doelen als doelen op langere termijn aan te wijzen. De directe doelen liggen meer in het verlengde van CAD als hulpmiddel ter vergemakkelijking van architectuurhistorische analyses, terwijl bij de doelen op langer termijn aan fundamentele architectuurhistorische vragen t.a.v. morfologie en typologie

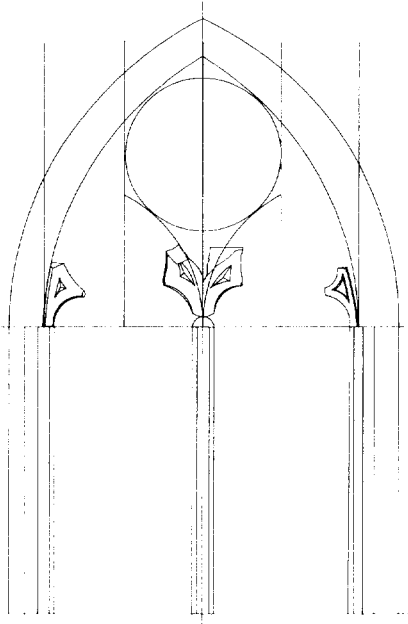
gedacht moet worden. Misschien kan CAD uiteindelijk een wezenlijk hulpmiddel worden bij het analyseren van het beeld van het verleden dat door onderzoekers geconstrueerd wordt.

Lagen-model 2D

Op dit moment kan een CAD-programma bijdragen om door de rijstebrij van tekenwerk heen te komen, die hoort bij het analyseren van architectuur. Ook kunnen eenvoudiger en sneller – niet al te gedetailleerde – perspectivische tekeningen gemaakt worden. Zelfs maquettes kunnen in belangrijke mate door CAD-tekeningen vervangen worden.

Om enige grip te krijgen op de mogelijke toepassingsgebieden van CAD bij architectuurhistorisch onderzoek volgt hieronder een voorlopig 'lagen-model', lopend van heel eenvoudig tot wat geavanceerder: van 2D 'drafting'-hulpjes tot 3D 'visualisatie'-technieken.

De meest eenvoudige toepassing is het Computer-Ondersteund *tekenen*. Net als bij het tekeningenbeheer van een groot waterleidingbedrijf of bv. van de Gasunie, hebben wij doorgaans te maken met bestaande tekeningen die of opnieuw gedigitaliseerd moeten worden of op grond van de (oorspronkelijke) opmetings-tekeningen opnieuw ingevoerd worden, een niet erg inspirerend en tijdrovend werk. Wanneer er nieuwe tekeningen van bestaande gebouwen gemaakt moeten worden, zou het erg nuttig zijn als de meetgegevens direct elektronisch opgeslagen worden en als invoer voor de CAD-tekening kunnen dienen. In de landmeetkunde is dit al gebruikelijk, en sinds kort is het ook mogelijk om voor opmetingen van gebouwen elektronische meetstukken te gebruiken. Ook moet fotogrammetrie in dit verband genoemd worden, zij het dan



Afb. 3. Gevonden resten van een spitsboogvenster afkomstig van het Adamanshuis te Zutphen, uit 1465.

dat de fotogrammetrische opnames vooraansnog uiteindelijk – met de hand – gedigitaliseerd moeten worden.

Een iets minder triviale toepassing is de *vergelijking*. Hoe simpel het ook klinkt, het is mogelijk om gedigitaliseerde tekeningen traploos op iedere gewenste schaal te laten tekenen (te verscalen). De informatie kan op verschillende lagen in een CAD-tekening gezet worden, waarna de verschillende lagen onafhankelijk van elkaar verplaatst, geroteerd en verschaald kunnen worden, om uiteindelijk tot een goede vormvergelijking te komen. Onderzoek naar verhoudingen van profileringen of van sleutelstukken kunnen hier baat bij hebben. De huidige CAD-programma's winnen het in dit opzicht alleen van het traploos vergrotend/verkleinende kopiëerapparaat alleen op het gebied van nauwkeurigheid.

Een derde gebied omvat het werken met *alternatieven*. Vaak is de architectonische informatie uit het verleden onvoldoende om direct een volledig beeld van een historisch gebouw, laat staan een straat, te vormen. Op grond van een tekening van de gevonden sporen is het evenwel mogelijk om, zonder iedere keer alles opnieuw over te moeten tekenen, alternatieven naast elkaar te zetten (afb. 3 en 4).

Wanneer er ook een digitale 'bibliotheek' met veel voorkomende bouw-elementen beschikbaar is, kan dit nog sneller. Wel is het nodig 'integriteitsregels' af te spreken over de opbouw en toepassing van elementenbibliotheken, zodat er geen geografische of historisch onverantwoorde reconstructies gemaakt kunnen worden. Verschillende bibliotheken – of beter iconotheken – zijn in dit kader te bedenken, variërend van tekenhulpen

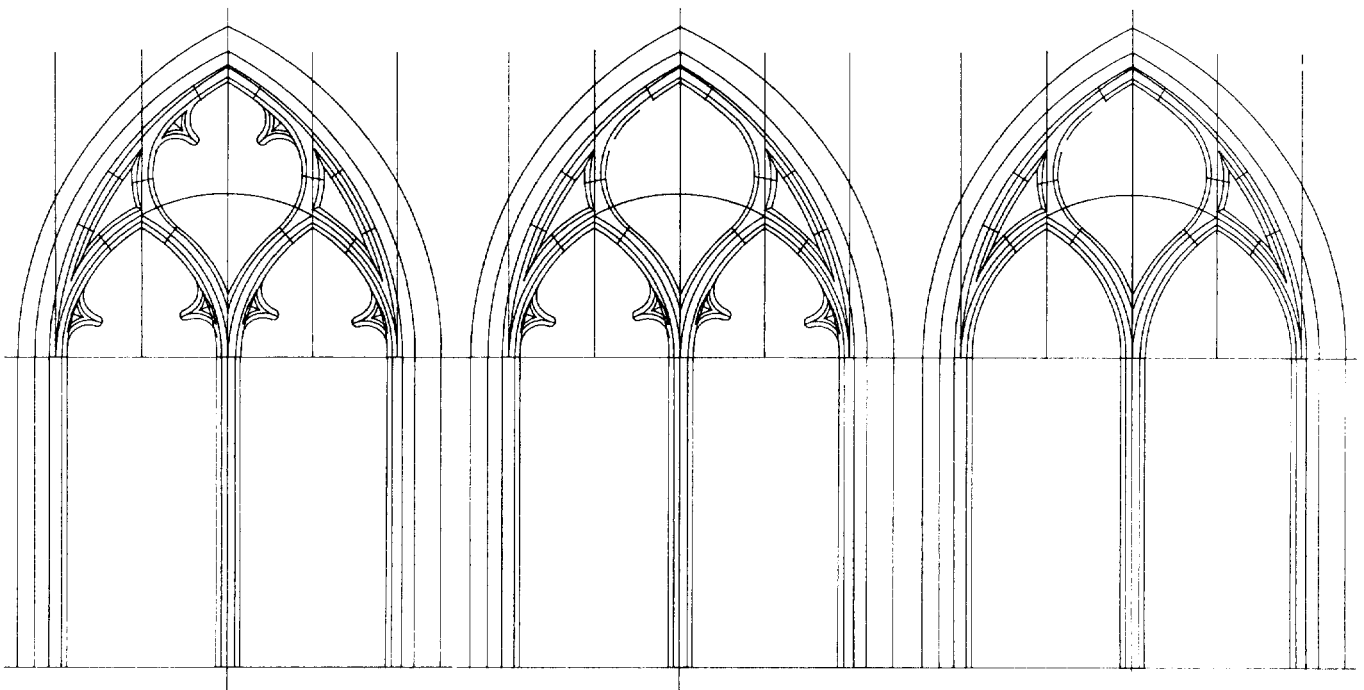
zoals schaalstokken, via decoraties zoals muurwerkpatronen tot echte vormcatalogi met bijvoorbeeld diverse vensters, voorzien van maattoleranties.

In het verlengde hiervan ligt de *reconstructie*. Op grond van de beste keuze is het vervolgens vrij makkelijk een papieren reconstructie te maken van hoe het vroeger geweest zou kunnen zijn, waarbij andere dan CAD-overwegingen tot een werkelijke reconstructie zouden kunnen leiden (afb. 5).

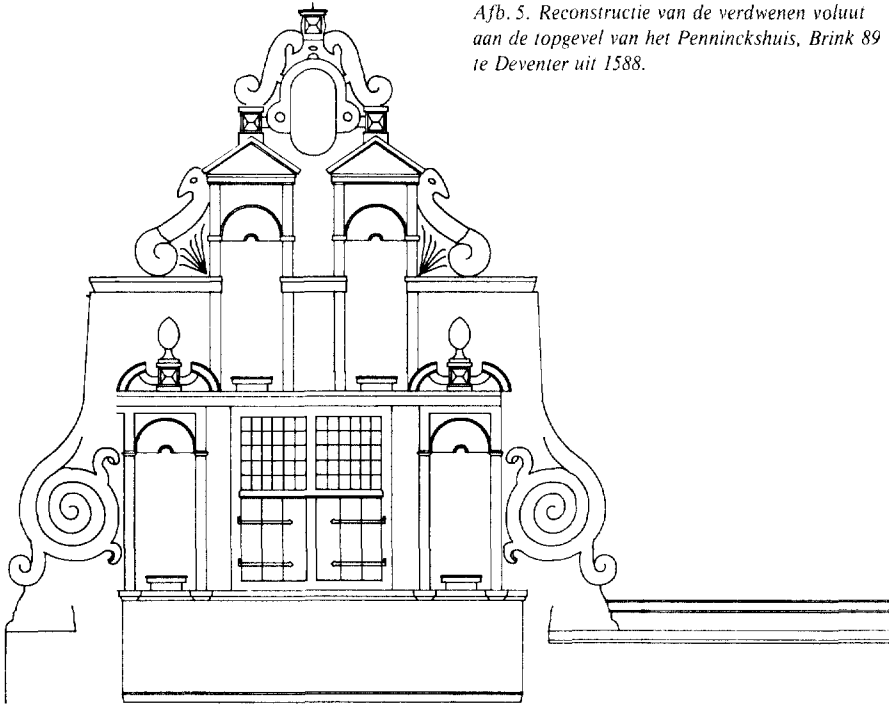
Wetenschappelijk meer belovend is het gebied van de constructie & proportie. Op grond van de ingevoerde informatie kan, al dan niet op een andere laag, gepoogd worden te onderzoeken, welke geometrische patronen of andere ontwerpbeslissingen aan een bepaald gebouw ten grondslag liggen. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan onderzoek naar de gebruikte maatverhoudingen bij het uitzetten van romaanse zaalkerkjes. De meeste CAD-programma's bieden de mogelijkheid om eigen maateenheden te definiëren, waardoor het ook mogelijk is om met bepaalde historische maten te werken. Op deze wijze kunnen proportieschema's in ontwerpen gereconstrueerd worden, waarbij helderder dan voorheen op methodische problemen aan het licht komen.

Zo wordt op het ogenblik gewerkt aan een database met de meest essentiële maatverhoudingen van de ordes, zoals ze in de orde-boeken uit de zeventiende eeuw aan ons overgeleverd zijn. Er is op dit moment geen plaats om hier uitgebreid op deze problematiek in te gaan, maar op grond van deze gesystematiseerde gegevens is het mogelijk voor geschreven ordes met de werkelijke

Afb. 4. Alternatieven voor de mogelijke vormen van een spitsboogvenster gevonden in het Adamanshuis te Zutphen, uit 1465.



Afb. 5. Reconstructie van de verdwenen voluut aan de topgevel van het Penninckshuis, Brink 89 te Deventer uit 1588.



gebouwen te vergelijken op een wetenschappelijk degelijk onderbouwde wijze die opgevat kan worden als een voortbouwen op de onderzoeken van Terwen, Meischke en Forsmann (afb. 6). Hebben bestaande bouwtradities meer of minder invloed gehad op de aanpassing van de ordes aan de bestaande situatie en geldt dat alleen van de tweede helft van de 17de eeuw, of ook voor de eerste helft? CAD kan hier als een volwaardig analysehulpmiddel gebruikt worden om het tekenmateriaal te helpen masseren, waarna de onderzoeker zijn eigen conclusies kan trekken.

Visualisaties 3D

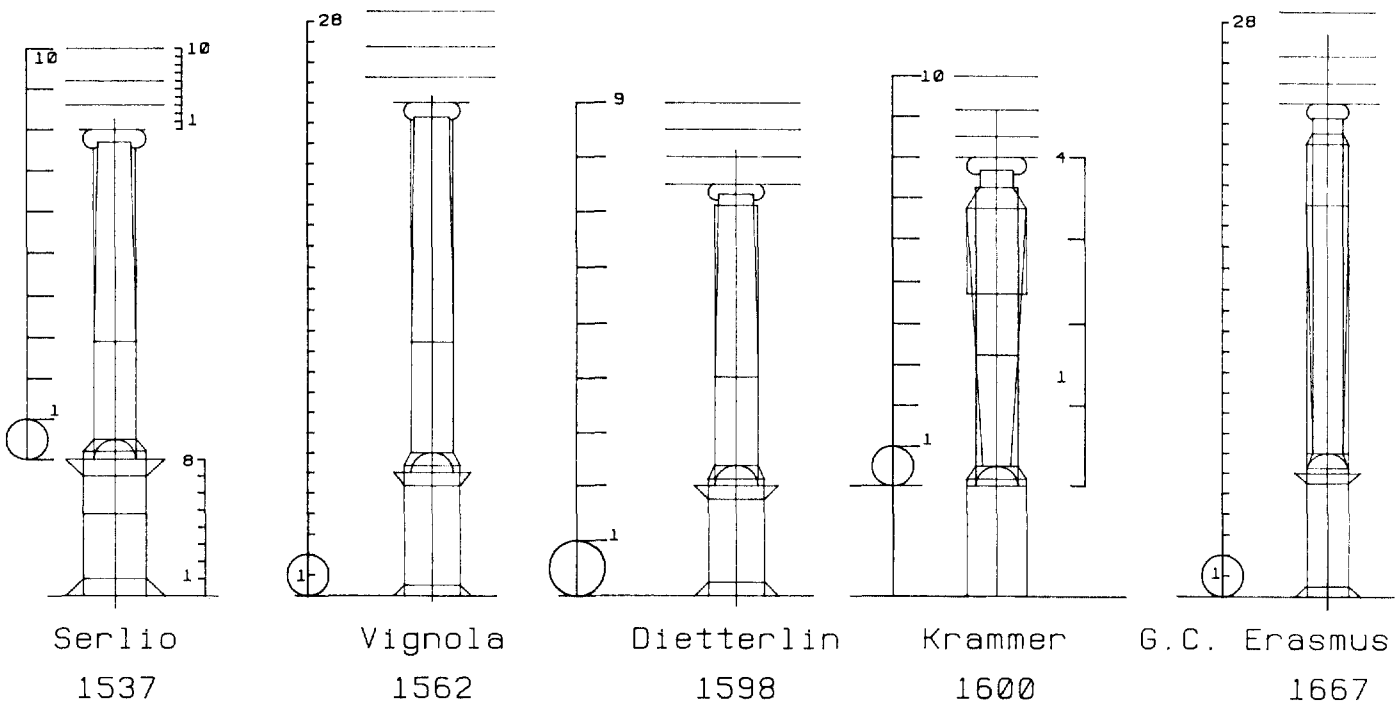
Naast het werken in twee dimensies is het ook mogelijk om in drie dimensies te werken. Voor bouwhistorisch onderzoek is het van belang dat visualisaties van het verleden gemaakt kunnen worden. Op grond van bouwhistorische gegevens ter plekke verkregen is het mogelijk om reconstructies van oudere fasen te maken. Naast de mogelijkheid om in het geval van ambiguë bouwsporen die voor verschillende uitleg vatbaar zijn, alternatieven te presenteren (afb. 7, 8 en 9), is het ook mogelijk om historische

.orfors3

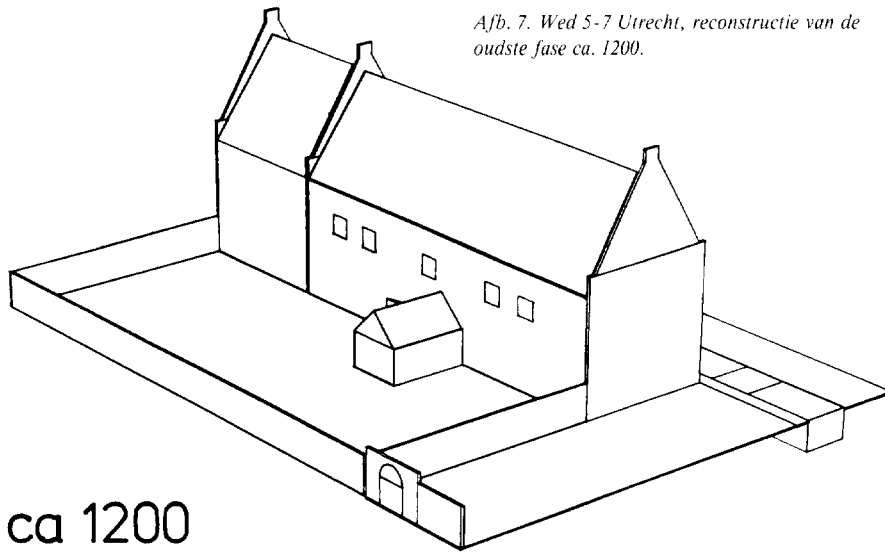
Forssman

Jonica

Afb. 6. Vergelijking van diverse Ionische orden, afgeleid van: Erik Forsmann, Säule und Ornament, Stockholm 1956, 258.

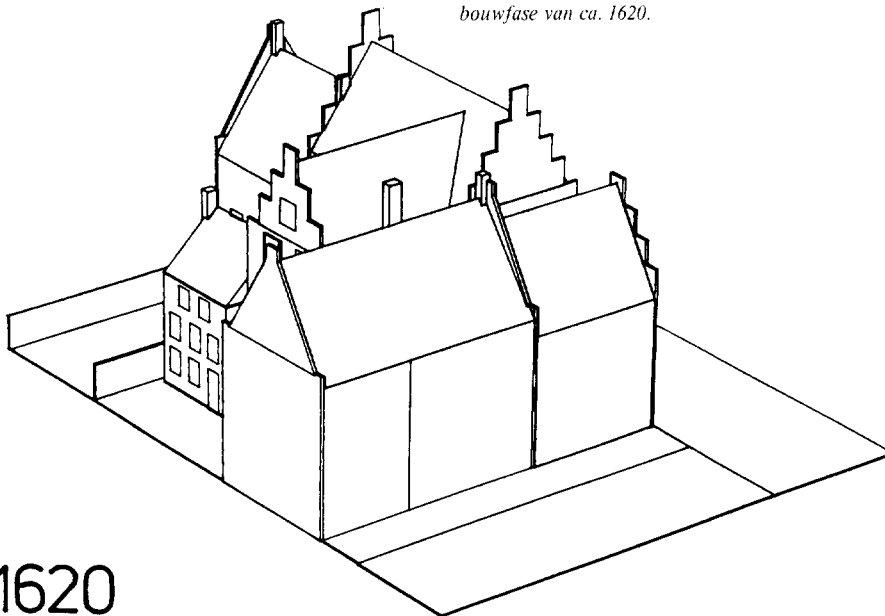


Afb. 7. Wed 5-7 Utrecht, reconstructie van de oudste fase ca. 1200.



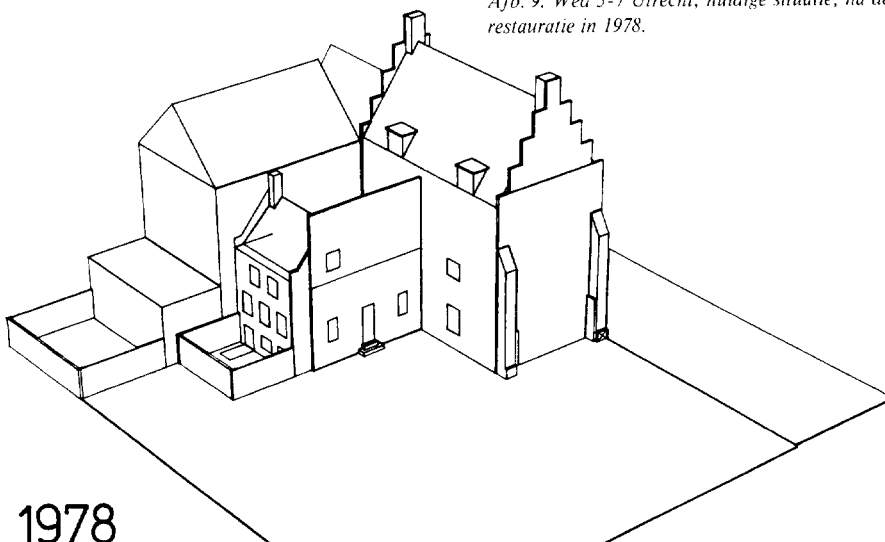
ca 1200

Afb. 8. Wed 5-7 Utrecht, reconstructie van de bouwfase van ca. 1620.



1620

Afb. 9. Wed 5-7 Utrecht, huidige situatie, na de restauratie in 1978.



1978

situaties te *simuleren*. Hoe zag het oude stadhuis van Amsterdam er vóór 1648 uit, wanneer men er vanaf het Rokin naar toe liep?

Andere toepassingsgebieden van drie-dimensionale toepassingen van CAD zijn te vinden bij de *verificatie*. Onderzoek bij de UCLA heeft aangetoond dat er in de afbeeldingen in de ordeboeken van Palladio fouten zitten die tot uiting komen wanneer er een drie-dimensionaal computer-model van gebouwd wordt.

Relatief makkelijk is het gebruik van *extrusie*, waarbij aan twee-dimensionale tekeningen een extra diepte toegevoegd wordt en er op een relatief simpele wijze een drie-dimensionaal model gebouwd kan worden. De dwarsdoorsnede van een kapconstructie is voor leken praktisch onbegrijpelijk, maar in de vorm van een drie-dimensionale extrusie is het veel inzichtelijker (afb. 10 en 11). Wel moet bedacht worden dat het hier eigenlijk ook gaat om het op een andere manier presenteren van dezelfde gegevens, en er slechts educatieve doeleinden gediend worden.

Tenslotte is CAD ook heel goed te gebruiken voor volumestudie op stedenbouwkundig niveau. Vaak wordt daarbij uitgegaan van plattegrondextrusie, die de basis vormen voor een drie-dimensionaal model waarmee beleidsbeslissingen en ontwerpkeuzes in het verleden getoetst worden. In Utrecht wordt op deze wijze een onderzoek gedaan naar Heusden, waarbij aanpassingen en vernieuwingen van het beschermde stadsgezicht in een historische context geplaatst en geëvalueerd worden.

Tekenmethodiek

Computer-Aided Design kan in industriële omgeving al op een behoorlijke staat van dienst bogen. Voor het maken van technische tekeningen zijn daar al standaardtekenmethodes uitgekristalliseerd. Dit in tegenstelling tot de hierboven geschetste prille ontwikkelingen op architectuurhistorisch gebied. Ook hier is het nodig om een tekenprocedure te ontwikkelen, gekoppeld aan het bovenstaande 'lagen-model'. Een soort 'gedragsregels' voor architectuurhistorisch onderzoek met behulp van CAD. In het onderzoek in Utrecht zal hier in belangrijke mate aandacht aan geschonken worden, omdat de aard van de CAD-tekening nogal verschilt van een traditionele tekening, ze hebben ontegenzeggelijk een eigen dynamiek. Maten worden bijvoorbeeld op 'ware grootte' ingevoerd, de computer berekent zelf de verkleiningsfactor, waardoor het begrip 'schaal' in CAD-tekeningen naar de achtergrond verschoven is. Dit heeft als consequentie dat details niet meer afzonderlijk op een andere schaal getekend hoeven te worden, maar dat ze in de

totale tekening geïntegreerd kunnen worden. Of dit een groot voordeel is moet zich nog uitwijzen. Ook maten hoeven niet meer in de tekening gezet te worden, omdat van iedere lijn de afmetingen precies bekend zijn. Een eenvoudig programmaatje kan iedere gewenste maat doen verschijnen.

Hetzelfde geldt voor tekstgegevens. Geen enkele tekening kan zonder aanvullende tekst, immers een tekening zonder informatie over wat het voorstelt is waardeloos. De bijbehorende gegevens over maker, verblijfplaats e.a. kunnen in een database opgeslagen worden, gekoppeld aan – delen van – de tekening.

Ook bij de invoer van een tekening wordt vaak op een andere wijze te werk gegaan dan bij de traditionele tekening. Overal waar het mogelijk is wordt nieuwe geometrische informatie vanuit de bestaande informatie geconstrueerd, met andere woorden, daar waar het mogelijk is worden nieuwe lijnen parallel aan of haaks op bestaande lijnen ingevoerd. Ook wordt zoveel mogelijk getracht delen van de tekening te kopiëren en vervolgens aan te passen. Een venster wordt bijvoorbeeld één keer ingevoerd, om vervolgens meerdere keren gecopieerd, om daarna al dan niet naar behoefte aangepast te worden. Het maken van een CAD-tekening heeft onmiskenbaar een 'construerend' karakter. Dit in tegenstelling tot een traditionele tekening. Of dit voordelig of nadelig is voor de mogelijke analyse van architectonische vraagstellingen moet zich ook nog uitwijzen.

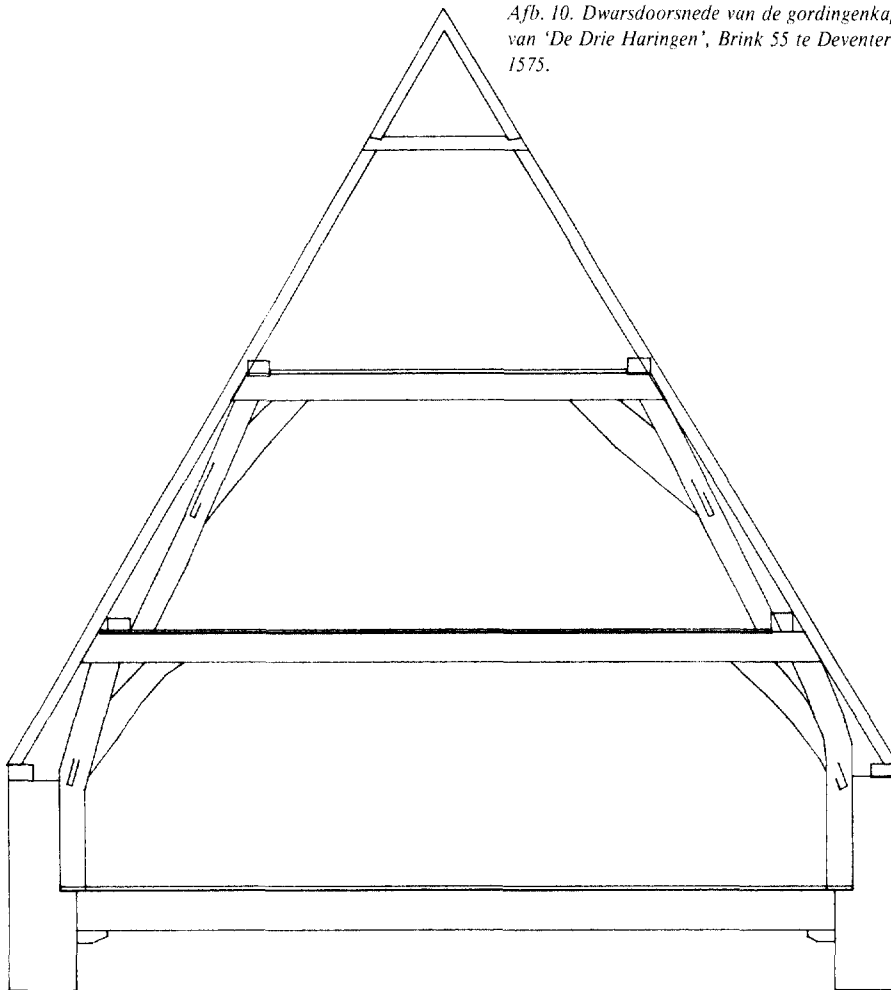
CAD-tekeningen blijken genadeloos wat betreft de nauwkeurigheid. De lijn van de tekening is immers in principe oneindig dun. Voor architectuurhistorisch onderzoek kan een, in onze ogen 'absurde', nauwkeurigheid bereikt worden van een tiende millimeter. Dit is wel op te lossen door een fijnmazig grid aan te brengen, maar staat toch in tegenstelling tot de 'gewone' bouwhistorische tekening, waar de dikte van het potlood de nauwkeurigheid bepaald, en enig 'foezelen' niet onbekend is.

Een heel belangrijk punt, dat zich ook bij het maken van CAD-tekeningen voordoet, betreft de kosten-baten analyse. Afhankelijk van de vraagstelling van het onderzoek zal altijd een afweging gemaakt moeten worden van de energie die in het maken van de tekeningen gestopt wordt, versus de meerwaarde van de te verwachten resultaten. Ondanks dat dit makkelijker gezegd dan gedaan is, kunnen op deze wijze mogelijk 'mastodontische' projecten voorkomen worden.

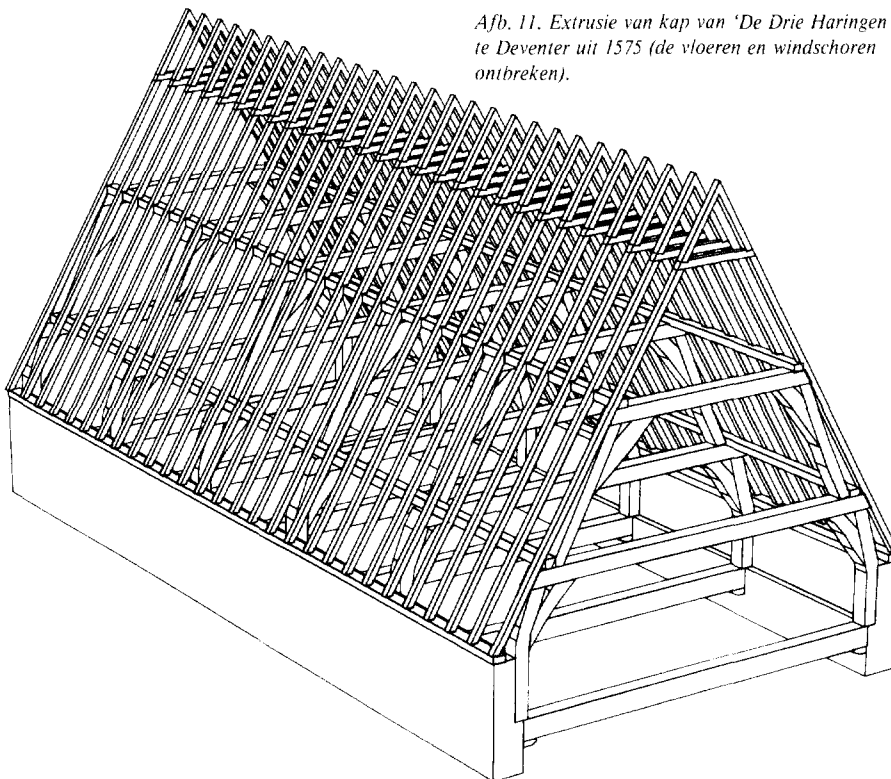
Beperkingen

De 'gedragsregels' voor het optimaal omgaan met CAD zullen nog verder verfijnd moeten worden om uiteindelijk uit

Afb. 10. Dwarsdoorsnede van de gordingenkap van 'De Drie Haringen', Brink 55 te Deventer uit 1575.



Afb. 11. Extrusie van kap van 'De Drie Haringen' te Deventer uit 1575 (de vloeren en windschoren ontbreken).



te kunnen groeien tot een systematiek en methodiek voor computer ondersteund architectuurhistorisch onderzoek. Het zal dan ook blijken dat ook CAD (nog) zijn beperkingen heeft.

De koppeling van de grafische gegevens met tekstuele is bijvoorbeeld nog niet helemaal tot wasdom gekomen, databasekoppelingen (zoals in DigiCad) kunnen onvoldoende de topologie opslaan die nodig is in complexe architectuurhistorische onderzoeken, waar gegevens over vorm, datering en makers voor een efficiënte analyse nodig zijn.

In het verlengde hiervan ligt de problematiek rondom het gebruik van bibliotheken/iconotheken met bouwkundige elementen. Naarmate de autoriteit van de bibliotheek groter wordt, is een zeer stringente documentatie nodig om het gevaar van onjuiste toepassing van (specifieke) elementen uit het verleden te voorkomen. Door de eigen dynamiek van de CAD-tekening krijgen bouwkundige elementen ondanks de omzichtigheid waarmee ze gebruikt worden, al snel een status waar alle twijfel over de historische juistheid uit verdwenen is.

Een bijkomend probleem is dat de bouwkundige gegevens die wij willen gebruiken, vaak nog niet digitaal beschikbaar zijn. Hoeveel tijd het invoeren van de over decennia geaccumuleerde architectuurhistorische kennis kost, is een ieder die met automatisering te maken heeft, bekend.

Drie-dimensionale visualisaties horen tot de meest spectaculaire resultaten die met CAD bereikt kunnen worden. Maar afgezien van het gebrek aan standaardisatie tussen de verschillende CAD-pakketten op dit gebied, blijkt de realisatie een moeizaam proces. De drie-dimensionale modules van de meeste CAD-programma's blijken moeilijk te hanteren. Het CAD-programma zelf is daar slechts voor een deel schuldig aan, ook architectuurhistorische onderzoekers zijn niet gewend direct in drie-dimensies te werken.

Conclusie

Computergebruik bij architectuurhistorisch onderzoek heeft nog een vrij korte geschiedenis. Door de specifieke problemen die te maken hebben met het gebruik van beeldmateriaal zijn computertoepassingen vrij moeilijk te realiseren. 'Vertalen' van beeld in tekst is een veelgebruikte, en vaak de enig mogelijke, methode, maar heeft zijn nadelen.

Voor enkele specifieke onderzoeksgebieden is het mogelijk om het beeld 'direct in de computer' in te voeren. Hoewel hier twee manieren voor zijn, blijkt het gebruik van Computer-Aided Design (CAD) op dit moment het meeste perspectief te bieden. CAD kan als een hulpmiddel op een aantal niveaus (het 'lagenmodel') in het onderzoeksproces ingezet worden, variërend van tekenhulpje tot analysehulpmiddel. Om dit laatste te bereiken is het nodig om de eigen dynamiek van de CAD-tekening te doorgronden en te vergelijken met de traditionele tekening, om vervolgens tot een eigen methodiek/systematiek van architectuurhistorisch onderzoek m.b.t. de computer te komen. Daarnaast is het nodig de soorten architectuurhistorisch onderzoek, in relatie tot CAD, in kaart te brengen, om tenslotte zicht te krijgen op de gebieden waar CAD als analysehulpmiddel het beste ingezet kan worden om tot die resultaten te komen die verder gaan dan tot nu toe mogelijk is. Bij de afdeling Bouwkunst van de vakgroep Kunstgeschiedenis van de Rijksuniversiteit wordt daar op dit moment in opdracht van de Rijksdienst voor de Monumentenzorg onderzoek naar gedaan.

Ter afsluiting kan in dit verband een zijdelijke vergelijking getrokken worden: Toen midden vorige eeuw het nieuwe vervoers(hulp)middel de trein in Engeland ingeburgerd was had dit consequenties voor reizigers en vervoer. Reizen werd comfortabeler en men kon verder reizen zonder te hoeven overnachten. Goederen konden ook makkelijk over grotere afstanden vervoerd worden. Voor de architectuur had dit tot gevolg dat in sommige gebouwen tot nog toe ongekende hoeveelheden natuursteen van veel verder weg toegepast konden worden. De introductie van dit nieuwe vervoermiddel had invloed op allerlei maatschappelijke terreinen en zelfs de architectuur en dus de architectuurgeschiedenis werd er, zij het in een beperkte mate, door beïnvloed. De invloed van de computertechnieken op architectuurhistorisch onderzoek kan in de toekomst nog groter zijn.

Literatuur

- Aitchinson, J. en Cilchrist, A., *Thesaurus Construction: A practical Manual*, London 1972.
- Aleksander, I., 'Modern pattern recognition and the classification of works of art', *Art Libraries Journal*, 7 (1982) 2, 61-66.
- Asmus, John F., 'Digital Image Processing in Art Conservation', *Byte*, 12 (1987) 3, 151-165.
- Hong, J. K. e.a., 'A Color Image Database for an Ethnology Museum [Japan]', in: Best, H. e.a. eds., *Cologne Computer Conference*, Volume of Abstracts, Köln 1988, B.5, 1-2.
- Niblack, Wayne, *An introduction to Digital Image Processing*, Englewood Cliffs 1986.
- Pavlidis, Theo, *Structural Pattern Recognition*, New York/Berlin 1977.
- Mitchell, William J., *Computer-Aided Architectural Design*, Ne York e.a. 1977.
- Mitchell, William J., R. S. Liggett & T. Kvan, *The Art of Computer Graphics Programming: A Structured Introduction for Architects and Designers*, New York 1987.
- Maver, Tom & Harry Wagter (eds.), *Caad Futures '87*, Amsterdam e.a. 1988.
- Mazzola, G., D. Krömker en G. R. Hofmann, *Rasterbild - Bilraster: Anwendung der Graphischen Datenverarbeitung zur geometrischen Analyse eines Meisterwerks der Renaissance: Raffaels »Schule von Athen«*, Berlin e.a. 1987.
- Rooney, Joe en Philip Steadman, *Principles of Computer-aided Design*, London 1987.
- Roos-Klein Lankhorst, J., *Visualisering van veranderingen in het landschap: Een computer-ondersteund ontwerpinstrument voor de (landschaps)architect*, Wageningen 1989.
- Schmitt, Gerhard, *Microcomputer Aided Design: For Architects and Designers*, New York e.a. 1988.
- Stiny, G. & W. J. Mitchell, 'The Palladian Grammar', *Environment and Planning B*, 5 (1978), 15-18.
- Wulf, Walter, 'Chancen und Grenzen der Technologiën allgemeiner Datenverarbeitung bei der Inventarisierung von Kulturdenkmälern', *Deutsche Kunst und Denkmalfpflege*, 1982, 16-19.