

# Die Anfänge moderner Raumkonzeptionen

Joachim Krause im Gespräch mit Nikolaus Kuhnert und Angelika Schnell

Wir veröffentlichen hier erstmalig in deutscher Übersetzung Aufsätze des englischen Architekturtheoretikers Robin Evans aus dessen Buch 'The Projective Cast. Architecture and Its Three Geometries'. Ganz allgemein untersucht das Buch die Rolle der Projektion in der architektonischen Zeichnung, ein Thema – wie Evans selbst schreibt –, dem bisher nur wenig Aufmerksamkeit zuteil wurde, obwohl es sich wie ein roter Faden durch die Architekturgeschichte seit der Renaissance zieht. Ein Thema auch, das einen Grenzbereich, eine "Zone der Instabilität", markiert, denn Projektion vermittelt zwischen Architektur und Mathematik, zwischen Architektur und (ingenieuresem) Bauwesen, zwischen Architektur und Wahrnehmung. Evans, der 1993 kurz vor der Fertigstellung dieses Buches starb, war selbst ein Grenzgänger – beheimatet in England und lehrend in Harvard pendelte er zwischen diesen beiden Polen wie zwischen historischer Analyse und moderner Interpretation.

Wir nennen dieses Heft 'Die Anfänge moderner Raumkonzeptionen', weil Evans' Ausflüge in die Geschichte von einem Kampf zwischen 'klassischer' und 'nichtklassischer' Architektur berichten, der heute noch als reines Formproblem ausgefochten wird. Evans zufolge ist das Schlachtfeld dieses Kampfs, mindestens zwischen 1500 und 1900, die projektive Zeichnung, in der zum ersten Mal Raum sichtbar wird. Dieser Tatsache schenkte man lange keine Beachtung, deshalb kodifiziert sich während dieser Zeit ein Kanon von Architekturdarstellungen (Grundriß, Ansicht, Schnitt und Perspektive; später noch die Axonometrie), der Raum nur als zweidimensionales Bild begreift oder mit Objekten und ihren begrenzenden Flächen identifiziert, deren Wiedergabe in der Zeichnung lediglich das Problem der Maßgenauigkeit und der formalen Komposition herausfordert. Mit diesem Kanon von Architekturdarstellungen manifestierte sich die klassische Architektur. Indem Evans aber gerade den durch Projektion gebildeten Raum zwischen Architektur und Darstellung untersucht, kritisiert er ihre Gleichsetzung. Sein Hauptaugenmerk gilt nicht aus ästhetischen Gründen der architektonischen Zeichnung. Er hält sie für das eigentliche kritische Potential der Architektur, das sich nicht der Standardisierung unterwerfen darf, weil es sich sonst mit zentralen Fragen des Jahrhunderts nicht auseinandersetzen kann. Denn anders als in der Bildenden Kunst sind die Darstellungen der Architektur nicht mimetisch, sondern haben sich im Zusammenhang mit mathematischen und technischen Fragen herausgebildet. Um also im Computerzeitalter nicht zu bloßer Abwehr oder zu bloßem Konsum degradiert zu werden und um Weiterentwicklungen der Naturwissenschaften wie auch der Kunst folgen zu können, plädiert Evans dafür, die mathematischen Hintergründe der Architekturdarstellung und die alternativen Techniken, die es bereits früher gegeben hat, besser zu erforschen.

## Von der Perspektive zur projektiven Geometrie

*ARCH<sup>+</sup>: Weil Projektion – und Projektion ist das Bindeglied zwischen Architektur und Mathematik – als Konzept in der Architektur nie richtig erkannt worden ist, beschreibt Evans eine tragische Geschichte, wenn man das Verhältnis der Architektur zur Geometrie (im weiteren Sinne zur Wissenschaft) betrachtet. Bis zur Aufklärung ist ein architektonisches Problem in einer bestimmten Weise auch ein mathematisches. Mit der Aufklärung löst sich die Geometrie von ihrem architektonischen Träger, dem sie so viel verdankt. Die Geometrie*

*wird zu einer unabhängigen, selbständigen Wissenschaft, die im Grunde die Architekten überfordert (Evans führt exemplarisch das schwierige Verhältnis zwischen Girard Desargues und den Steinmetzen an, die die abstrakten Zeichnungen des genialen Architekten-Mathematikers nicht mehr verstehen). Eigentlich beschreibt er zwei tragische Geschichten: die Erfindung der Perspektive durch Maler-Architekten und die daraus entstehende Entwicklung der projektiven Geometrie, und die Etablierung und den Ausbau der orthographischen Projektionen<sup>1)</sup> durch Piero della Francesca, Raffael u.a. und die daraus entstehende darstellende Geometrie im späten 18. Jahrhundert, die durch Gaspard Monge an der École Polytechnique in Paris auf den Lehrplan gesetzt wird und wegen ihrer bravourösen Vereinfachung von geometrischen Darstellungen zur Erfolgsgeschichte der technischen Zeichnung und des Ingenieurwesens maßgeblich beiträgt.*

Krause: Evans macht zweifellos eine interessante und auch provokative Beobachtung. Die Architektur ist so etwas wie ein Modellfall, an dem sich das geometrische Denken weiterentwickelt hat, ja, das Bauen ist an der Entstehung der Geometrie überhaupt wesentlich beteiligt – bei Vitruv und bei Euklid ist das deutlich spürbar. Evans hält die 'Elemente' von Euklid für eine Sammlung von Lehrsätzen, die aus der Praxis gewonnen zu sein scheinen.<sup>2)</sup> Nach und nach wird jedoch die Architektur auf's Altenteil geschoben, während sich die Geometrie mit ungeheurer Dynamik entwickelt, dabei Formen erzeugt und Generationen von Formen identifiziert, die dann manchen Architekten als staunenswertes Vorbild dienen (Evans nennt das Beispiel Ronchamp), aber zu denen sie keine adäquaten Entwurfsmethoden mehr entwickeln können.

Zum Teil ist das auch verständlich. Der Grad der Abstraktion, der mit der projektiven Geometrie erreicht wird, wird endgültig unanschaulich durch die nicht-euklidischen Geometrien und Räume. Die wirklich strenge Begründung der Nicht-Euklidik durch Riemann fußt im übrigen auf der projektiven Geometrie, so wie sie bei Cayley entwickelt worden ist. Von den Architekten ist keiner mehr den nicht-euklidischen Geometrien gefolgt. Allerdings spielen solche mathematischen Verfahren doch noch eine Rolle, nur nicht mehr für den architektonischen Entwurf. Sie finden sich versteckt in der rein baukonstruktiven Durcharbeitung. Z.B. ist die Berechnung von Schalen-Tonnengewölben, bzw. die Verlegung der Bewehrung in einem Tonnengewölbe, nur unter Zuhilfenahme der Gaußschen Flächentheorie möglich gewesen. Architekten fühlen sich davon überfordert, und deshalb entsteht eine nochmalige Trennung zwischen Architektur als Formenlehre und Architektur als technischer Baukonstruktion.

*Die euklidische Geometrie scheint dem architektonischen Denken sehr zu entsprechen. Zumindest, wenn man ihre abstrakten Probleme ignoriert. Außer dem berühmten Parallelenaxiom warf die Erfindung der Zentralperspektive Fragen zum Begriff der Ähnlichkeit auf. Ist eine Ansicht oder eine Perspektive der Realität ähnlicher?*

Evans verdeutlicht dieses Problem ganz gut anhand von Henri Poincaré, der eine taktile und eine visuelle Geometrie unterscheidet (eine Geometrie der Berührung und eine des Sehens). Poincaré ist überhaupt der erste, der zwischen einem geometrischen Raum und einem Wahrnehmungsraum unterscheidet, welcher dann nach den unterschiedlich beteiligten Sinnen in einen visuellen, einen auditiven und einen taktilen Raum weiter ausdifferenziert wird. Dieser taktile Raum entspricht zumindest in einer Hinsicht der euklidischen Geometrie, denn von der Berührung leitet sich einer ihrer zentralen Begriffe ab: die Kongruenz. Bei Euklid ist der Prüfstein für Kongruenz tatsächlich das Übereinanderlegen und das Abtasten einer geometrischen Figur (ein Dreieck beispielsweise).

Als Erweiterung oder Entwicklung aus diesem Punkt definiert sich der Begriff der Ähnlichkeit. Und das ist es, was die architektonische Zeichnung erfüllen muß. Im euklidischen Sinne ist Kongruenz bzw. Ähnlichkeit als Übereinstimmung der Merkmale mit der Variablen der Ausdehnung zu verstehen. Das heißt, die Maßstäblichkeit der Zeichnung muß gewahrt bleiben. Die Maßstäblichkeit korrespondiert aber der 'Geometrie der Berührung' und nicht der des Sehens. Wenn sich die hartnäckige 'Euklidik' der Architektur vor allem in dem eisernen Festhalten an Grundriß, Schnitt und Aufriß manifestiert, dann deshalb, weil diese alle maßstäblich sind. Sie sind Handlungsanleitung zum Bauen.

*Evans latenter Vorwurf ist nun, daß 'Euklidik', verstanden als ideologisches System, eine selbstbezügliche Architektur herausfordert, die genau die Bedingungen bestätigt, unter denen sie entsteht. Die Ansicht wird zur Frontalansicht, die wieder symmetrisch ist und eine dahinterliegende Prozessionsachse aufnimmt, die wiederum einen spiegelsymmetrischen Querschnitt am höchsten Punkt des Gebäudes erzeugt, der sich natürlich in völliger proportionaler Übereinstimmung mit der Ansicht und dem Grundriß befindet etc. In den Darstellungen der italienischen Renaissance taucht zwar zum ersten Mal Räumlichkeit auf, und das heißt ein Wahrnehmungsproblem, aber es handelt sich um eine idealisierte Räumlichkeit, die automatisch davon ausgeht, daß harmonisch proportionierte Formen und Flächen auch harmonisch proportionierte Räume erzeugen. Paradoxe Weise stellt nun die Perspektive diese Idealität in Frage und erfüllt gleichzeitig viel besser das Bedürfnis nach Ähnlichkeit.*

Es gibt zwei Arten von Ähnlichkeit. Mit der Perspektive taucht ein anderer Ähnlichkeitsbegriff auf.

*... der erst 200 Jahre später präzisiert wird. Die Perspektive, so Evans, war ja bei den Renaissancekünstlern auch umstritten. Es gibt zwar bei Leonardo Untersuchungen zu Proportionsgesetzen der Perspektive, aber diese treten nur bei Parallelen zur Bildfläche auf, also bei den Horizontalen und Vertikalen. Dort kann man Proportionen ablesen, doch bei den Diagonalen verschwinden solche Verhältnisse ganz. Erst im 17. Jahrhundert wird das Problem der Invarianz der Eigenschaften bei der Projektion<sup>3)</sup> von Desargues in ein allgemeingültiges Gesetz gefaßt. Gleichzeitig – und das ist das, was für ein rein bildhaftes Verständnis irritierend wirkt – löst Desargues die Differenz zwischen den orthographischen Darstellungen und der Zentralperspektive, denn im Sinne der projektiven Geometrie ist die Parallelprojektion nur ein Sonderfall der Zentralprojektion.*

Evans vermutet, daß sich die Architektur weit mehr, als ihr bewußt ist, an gewisse Methoden der Darstellung bindet, die selbst wenn sie metrischer oder geometrischer Art sind, doch bildhaft interpretiert und angewendet werden. Dennoch ist mir nicht klar, warum er der Perspektivkonstruktion so viel Aufmerksamkeit widmet, wo er doch selbst klarlegt, daß im Grunde für die Architekturzeichnung bis heute die heilige Dreieinigkeit von Grundriß, Schnitt und Aufriß unverzichtbar ist. Im Aufsatz 'Sehen durch Papier' beschreibt er den Zusammenhang zwischen dem Zeichnen und einer bestimmten privilegierten, klassischen Bauform. Das ist vollkommen überzeugend. Doch welchen besonderen Status hat die perspektivische Zeichnung?

*Sie zeigt, daß sich hinter der Wahrnehmung von Räumen nicht die gleiche ideale Proportionalität verbirgt wie in den gedachten Formen, die diese Räume bilden. Wahrscheinlich verteidigt Evans die Perspektive vor allem deshalb, weil sie zum ersten Mal einen Abgrund der Rationalität offenbart. Er demonstriert das im Aufsatz 'Pieros Köpfe' anhand des Raffael-Bildes 'Vermählung Marias' (s. S. 40), wo zwar die*

*Architekturteile (aus denen sich die Perspektivkonstruktion des gesamten Bildes zusammensetzt) "hübsch geordnet" im Vordergrund und in der Mitte zu sehen sind, doch die ganze Bildkomposition und damit das Hauptaugenmerk des Betrachters auf den zentralen Fluchtpunkt in zunehmend rasender Geschwindigkeit zuläuft, ja alle Linien von diesem schwarzen Loch, dem "Abflußloch", regelrecht aufgesogen werden. Das heißt, mit der Perspektive taucht zum ersten Mal Virtualität im Bild auf, denn dieser Fluchtpunkt wird mathematisch später definiert als das Unendliche.*

Evans macht hier tatsächlich zwei bereichernde Beobachtungen, die unmittelbar zusammenhängen. Erstens: die Architektur, die in den durch Projektion gewonnenen Bildern der Renaissancemaler erscheint, ist eine Phantasiearchitektur. Damit ist aber klar, daß die Perspektivkonstruktion ebenfalls eine Art Maschine ist, und zwar für das Erstellen von Bildern. Denn diese Bilder entnehmen die Maler nicht der Realität, sondern sie sind vollkommen selbstbezüglich. Evans sagt sinngemäß, daß die Architektur die Perspektive erfindet, die wiederum die Architektur als Bild neu erfindet. Allerdings sagt er nicht, daß das, was die Perspektive zur Bildermaschine macht, der Rahmen um das Bild ist. Man nennt zwar die Perspektive 'fenestra aperta', doch dieses Fenster zur Welt ist ein idealer Ausschnitt und nicht die Totalität des Sehens. Denn der Rahmen definiert die projektiven Zuordnungen zwischen Betrachter und Betrachtetem, zwischen tatsächlichem und abgebildetem Gegenstand. Der Rahmen, verstanden als das Fenster zur Welt, ist auch eine Schnittstelle zwischen innen und außen. Deshalb ist der Anteil der Architektur an diesen Positionierungen, an diesem 'Bild der Welt' gewaltig, besonders wenn Architektur selbst im Bild auftaucht, die dann wieder als Vorlage für reale Bauwerke dient. Und in der Tat wird später im Barock, als man ihre Prinzipien bzw. Effekte verstand, die Perspektive als Entwurfsmittel für die Architektur genutzt. Ein berühmtes Beispiel ist Borrominis Kolonnade zum Palazzo Spada in Rom. Das inzwischen erlangte Wissen um Beschleunigungen und Bremsungen in der perspektivischen Darstellung wird in eine Illusionsarchitektur übersetzt. Das gleiche gilt für sämtliche Promenadenarchitektur im Barock.

Zweitens: Evans suggeriert, daß die perspektivische Konstruktion eigentlich von je her das entworfen hat, was wir heute den virtuellen Raum nennen. Er macht es nicht so explizit, aber ich kann mir nicht vorstellen, daß er unabhängig von den Diskussionen über 'virtual reality' auf die Betrachtung der Perspektive gekommen wäre. Er setzt sich ja detailliert mit dem zentralen Fluchtpunkt auseinander. Allerdings übersieht er etwas Wesentliches: die Identität von Augenhöhe und Horizont, die die Identität von Augenpunkt und Fluchtpunkt ermöglicht – diese sind auf einer gedachten Linie verschiebbar und erlauben auch eine Perspektive mit mehreren Fluchtpunkten. Das ist das zugrundeliegende Prinzip der perspektivischen Konstruktionen jener Zeit. Und in der Zentralperspektive erzeugt die statische Fixierung der Identität von Augenpunkt und Fluchtpunkt das 'Virtuelle'.

*Der Tiefensog bei zentralperspektivischen Bildern. Man kennt das aus der Computeranimation...*

Gleichzeitig werden solche perspektivischen Bilder oder virtuellen Räume für die Wiedererkennbarkeit und Orientierung genutzt, weil sich dort so leicht Merkmale etablieren lassen, die jeder ohne weiteres entziffern kann. Virtuelle Räume sind sehr stark – und müssen das auch sein – auf Konventionalität ausgerichtet, auf das Sich-Zurechtfinden, auf vertraute Gebäudetypologien als Merkmale der räumlichen Orientierung. Durch Etablierung von Merkmalen wie Rathaus, Schule, Platz etc. kann sich z.B. bei dem Disney-Projekt 'Celebration-City' jeder mit schlafwandlerischer Sicherheit durch den Raum bewegen. Das ist meiner Meinung nach das ganze Thema der virtuellen Räume.

Was man dabei gerne verdrängt, ist, daß in Brunelleschis Demonstration in Florenz beides schon da ist, das Virtuelle und das Konventionelle. Einerseits geht es Brunelleschi um Wiedererkennbarkeit und Realitätsnähe (das ist ja der Sinn und Zweck der ganzen Übung), und andererseits identifiziert er Augenpunkt und Fluchtpunkt sogar ganz wörtlich, indem er ein Loch in das Bild selbst bohrt, durch das man auf einen Spiegel schaut. Letztlich geht es doch um die Frage, warum fluchten diese Linien eigentlich, und das Modell, das Brunelleschi gebaut hat, ist der Beantwortung am nächsten. Denn hier wird die Spiegelbildlichkeit der Sehpyramide vor der Bildfläche und einer Pyramide hinter der Bildfläche schon technisch in Anspruch genommen. Im Grunde ist diese Identifikation von Augenlinie und Horizontlinie in der Renaissance nicht verwunderlich, wenn man sich vor Augen hält, daß es eine uralte mythologische Identifikation von Auge und Lichtquelle gibt. Wir haben ja bereits an anderer Stelle über dieses Thema gesprochen: die antike Vorstellung, daß das Auge ein Sendeorgan sei und daß es im Auge ein Feuer als Lichtquelle gibt, das Sehstrahlen aussendet, ist zur Zeit der Renaissance durch den Neu-Platonismus wieder präsent (s. 126 ARCH<sup>+</sup>). Diese Sehstrahlen gibt es natürlich nicht – jedenfalls sind noch keine entdeckt worden –, dennoch sind sie die Erklärung, warum die perspektivische Konstruktion meiner Meinung nach mythologisch in der Antike verankert ist. Der von den ‘Sehstrahlen’ beleuchtete Gegenstand wiederum ist natürlich nicht die Lichtquelle selbst, sondern vertritt sie an allen seinen reflektierenden Punkten, besonders an denen des Umrisses. Diese strahlen nach allen Seiten ab, und deshalb kann man das als Strahlenbündel verstehen. Ohne das Wissen über diesen Zusammenhang wird das perspektivische Fluchten nicht aufklärbar sein.

*Das wäre eine einleuchtende Erklärung für Pieros ‘Andere Methode’ (für die Erstellung einer Perspektive), der Evans so viel Bedeutung beimißt. Evans läßt ja den Zusammenhang zwischen Geometrie und Optik bzw. visueller Wahrnehmung generell beiseite und konzentriert sich auf die Erklärung der reinen Konstruktion. Er sagt, daß Pieros ‘Andere Methode’, die den abzubildenden Gegenstand punktuell regelrecht abtastet, also orthographisch erfaßt, ohne Fluchtpunkte arbeitet, aber wäre es nicht logischer zu sagen, daß es sich um mehrere Fluchtpunkte handelt, und zwar genau so viele, wie Piero Markierungspunkte braucht. Denn der entscheidende Unterschied zur herkömmlichen Perspektivkonstruktion ist der, daß Pieros Methode nicht mit perspektivischen, sondern mit orthographischen Projektionen eine Perspektive erstellt. Piero nutzt also die Parallelprojektion für ein Bild, das aussieht, als ob es mit Zentralprojektion entstanden wäre. Das funktioniert deshalb, weil er sämtliche Elemente einer Perspektivkonstruktion, Augenpunkt, Fluchtpunkt, Horizont und den abzubildenden Gegenstand, als reine Abbilder behandelt, die sich auf der Bildfläche in der gewünschten projektiven Beziehung frei verteilen können. Damit liefert er zwei entscheidende Beiträge für die Entwicklung der projektiven Geometrie. Denn zum einen stellt der Satz des Desargues nichts anderes als die mathematische Verallgemeinerung dieser von-Abbild-zu-Abbild-Projektion (oder von Figur zu Figur) dar, wobei es dann allerdings nur noch ein Projektionszentrum gibt, das jeder beliebige Punkt sein kann. Zum anderen nimmt Piero die Desargues’sche Vereinheitlichung von Zentral- und Parallelprojektion zumindest bildhaft vorweg (bei der Parallelprojektion liegt das Projektionszentrum im Unendlichen), weshalb man seine Markierungspunkte als die Abbilder von unendlich entfernten Fluchtpunkten interpretieren kann, genauso wie er die Horizontlinie schon als das dargestellt hat, was sie nach der projektiven Geometrie ist: das Abbild einer unendlich entfernten Geraden. Indem also Piero die orthographischen Projektionen nutzt, um eine Perspektive zu erstellen, hat er nicht nur als erster ihren (mathematischen) Zusammenhang erkannt, er hat damit auch als erster eine Methode eingeführt,*

*die das Bild des Gegenstandes von der Projektionsmethode trennt. Er sprengt damit die Selbstbezüglichkeit der Zentralperspektive und der orthographischen Projektionen, die beide auf der Austauschbarkeit von Konstruktion und Bild (der Welt) basieren und nach wie vor als unterschiedlich und autonom gedacht werden. Die Zentralperspektive ist die ideale Konstruktion der subjekt-bezogenen Wahrnehmung, die orthographischen Projektionen sind die ideale Konstruktion einer auf subjekt-loser bzw. objektiver Wahrnehmung beruhenden Maßgeometrie. Wenn aber die Konstruktion nicht mit dem Bild identifiziert wird, sondern wie bei Piero nur ein Hilfsmittel unter anderen ist, das für spezifische Probleme rein technischer Natur herangezogen wird, dann entstehen Freiräume, weil die Konstruktion selbst unanschaulich wird und nicht für ein architektonisches Programm gehalten werden kann. Mit anderen Worten: der Weg ist frei, daß sie reine Mathematik wird.*

Bezeichnend ist, daß Piero seine ‘Andere Methode’ für die Darstellung von organischen Formen, speziell menschlichen Köpfen entwickelt. D.h. bei komplizierten Formen, ohne Symmetrie, ohne Rationalität in der Entsprechung von Bild und Konstruktion oder von Bauzeichnung und Baukonstruktion durch Grundriß, Schnitt und Aufriß, drängen sich andere Verfahren, andere Methoden der Darstellung förmlich auf. Es beginnt mit dem Drehen von Körpern. Wenn ein bewegliches Verhältnis zwischen Objekt und Betrachter existiert, unabhängig davon, ob der Betrachter oder das Objekt sich bewegt, beginnt die Differenzierung von Bild und Konstruktion. Dann entstehen Projektionsmethoden, die von den klassischen Darstellungsformen abweichen. Das fängt schon damit an, daß ein quaderförmiges Objekt aus der Parallelität zur Bildfläche entlassen wird: der zentrale Fluchtpunkt verschwindet, statt dessen hat man zwei Fluchtpunkte. Bewegungen, egal, ob sie real oder virtuell sind, sind für die Geometrien offensichtlich grundlegend.

Bei Piero merkt man, daß ein Übergang stattfindet von einer rein statischen Beziehung – die Zentralperspektive ist ja eine wirklich statische Beziehung – zu einer in Ansätzen dynamischen Beziehung. Hier entsteht zum ersten Mal eine moderne Raumkonzeption durch eine Konstruktion, die von Bewegung ausgeht. In der Entwurfszeichnung vollzieht sich etwas wie in der Mechanik, wo der Übergang von der Statik zur Dynamik zur Definition der Statik als ein Sonderfall der Dynamik führte. Die grundsätzliche Frage an die Geometrie ist nämlich: Wie baut sich etwas auf? Es ist ein Riesenunterschied, ob ich ein Gebäude konstruiere, oder ob ich eine organische Form wachsen sehe. Deshalb ist Evans auf der richtigen Spur, weil die Fragen, die er aufwirft, diejenigen sind, mit denen wir es heute zu tun haben. Nicht-geometrische Formen oder Transformationen, die sich nur vierdimensional beschreiben lassen, tauchen nicht nur in der organischen Natur auf, sondern in allen möglichen Bereichen, z.B. bei Strömungen, Wirbelfeldern, Schwärmen etc., also bei all den Bereichen, die seit der Jahrhundertwende wichtig geworden sind.

*Hubert Damisch hat darauf hingewiesen, daß in Brunelleschis Demonstration auch nicht-geometrische Formen, die Wolken, dargestellt sind, aber rein bildhaft, nicht konstruiert. Wenn man durch das Loch im Bild auf den Spiegel schaut und im Spiegelbild das Baptisterium sieht, sieht man auch die Wolken am Himmel. Jedoch existieren die Wolken tatsächlich nur als Spiegelbild, da um das nach perspektivischen Regeln konstruierte Baptisterium herum noch eine spiegelnde Fläche auf die Leinwand geklebt ist, in welcher man die Wolken erkennt. Brunelleschi hat also akzeptiert, daß bestimmte Formen mit seiner rationalen Methode nicht darstellbar sind. Die heutige Kritik an dieser Perspektivkonstruktion, wie sie von Damisch geäußert wird, akzentuiert natürlich genau diesen Punkt. Weil solche amorphen Formen nicht von einem idealen oder rationalen Standpunkt aus erfaßt werden können (Evans*

erläutert das am Beispiel von Scharouns Philharmonie), muß ein beweglicher Betrachter ins Spiel kommen, dessen Beobachtungen natürlich alle rationalen Proportionen – so wie sie im platonischen Sinne verstanden werden – vernichten.

Das erklärt auch, warum Evans dem scheinbar peripheren Thema des Zuschneidens der Mauersteine für Trompen und ihrer Darstellung im Aufsatz 'Gezeichneter Stein' so viel Aufmerksamkeit widmet. Diese mehrfach gekrümmten Formen und Flächen können mit klassischen Mitteln nicht mehr dargestellt werden, weder zur reinen Anschauung noch als Anleitung für den präzisen Zuschnitt der Steine. Man braucht mehrere unterschiedliche Sichtweisen, Ebenen und Darstellungen, die im 'Trait' zusammengefaßt sind, aber nicht unter einer formal vereinheitlichenden Maske oder von einem ideal gedachten Standpunkt, sondern durch rein projektive Beziehungen verbunden.

Man ist fast versucht zu sagen, daß der Trait eine Art Vorläufer von Hypertext-Programmen ist. Nur daß man bei der Arbeit am Computer die einzelnen Darstellungsebenen trotzdem auseinanderhält, weil die Rechner nach wie vor seriell arbeiten und nicht zwei Operationen in zwei verschiedenen Ebenen (Programmen, Funktionen oder Fenstern) gleichzeitig ausführen können. Außerdem wird am Bildschirm auch nicht die Projektion von einer Ebene zur anderen visualisiert, sondern nur das mögliche Resultat. Der Trait dagegen veranschaulicht fast nur die Projektion, weshalb das tatsächliche Resultat, die Oberfläche der Trompe in Anet in diesem Fall, aus der Zeichnung nicht unmittelbar ablesbar ist. Beim Trait wird also die Konstruktionsmethode und das Bild auseinandergelassen, was Aufschluß genug darüber gibt, warum die Steinmetzen von dieser intellektuellen Art der Darstellung nicht begeistert waren, und warum sie sich letztlich nicht durchgesetzt hat. Evans beleuchtet diesen Konflikt anhand einer Zeichnung von Abraham Bosse aus dessen 'La pratique du trait' von 1643 ('Ein Werkstein und sein Trait'; s. S. 75): Über dem "sargähnlichen" Körper des Steins schwebt sein beseelter Trait wie ein "Glorienschein". Während ersterer mit dem Elementarwerkzeug der euklidischen Geometrie, einem hölzernen Winkel, dargestellt ist – und es ist vorstellbar, daß dieser Winkel sowohl der Konstruktion als auch der Messung dient –, scheinen die Figuren in letzterem einem "entfliehenden, gleichsam quecksilbrigen Element anzugehören". Der Stein ist substantiell, der Trait nur sein schwer verständliches Bild. 'Körper' und 'Geist' sind offenbar voneinander getrennt und sie werden jeweils mit dem Taktilem und dem Visuellen identifiziert (hier scheint bereits die Poincarésche Scheidung zwischen der euklidischen Geometrie der 'Berührung' und der projektiven Geometrie des 'Sehens oder des Lichts' durch). Aber wenn sie nicht zueinander passen, und zwar deckungsgleich, also nach euklidischen Begriffen, so sind sie nicht gleich vertrauenswürdig. Im Zweifel für die Euklidik, könnte man sagen, denn der körperliche, berührbare Stein ist materiell und von Dauer, der Trait dagegen ist 'virtual reality'.

Wenn man sich vor Augen hält, daß ein heute so oft strapazierter Begriff wie Authentizität fast immer etwas damit zu tun hat, daß das Taktile mit dem Visuellen zusammenfällt, so wird auch klar, warum bestimmte, nicht durch unmittelbare Anschauung zugängliche Darstellungsformen der Dekonstruktivisten wie Libeskind, Hadid, Eisenman u.a. auf so hartnäckigen Widerstand stoßen. Der Vorwurf, sie seien intellektuell überzüchtet und reine Papierästhetik, entspricht ungefähr dem Mißtrauen von Steinmetzen des 17. Jahrhunderts gegenüber einer Person wie Desargues. Desargues war der erste, der erkannte, daß man keinen tatsächlich existierenden Gegenstand braucht, um ein perspektivisches Bild davon zu konstruieren, sondern daß das Bild von diesem Gegenstand ausreicht, welches sich auf der gleichen Bildebene wie seine Projektion befinden kann. Die projektive Geometrie verschiebt also das Interesse vom Gegenstand auf seine Abbilder und

von dort auf die Transformationen von Figuren. Der Trait, der nicht wirklich zur projektiven Geometrie gehört, aber damit assoziiert ist, ist zweifellos ein historischer Sonderfall, doch verdeutlicht er nicht nur die Beschränkungen und verpaßten Möglichkeiten, das Repertoire der Architektur zu erweitern, vor allem wenn es sich um die Darstellung und Generierung von z.B. nicht-geometrischen Formen handelt. Er verdeutlicht auch die Erschütterungen, die ausgerechnet die Königsdisziplin, die Geometrie, auslöst, in dem Moment, wo sie sich von ihrem architektonischen Träger zu lösen beginnt.

### Koordinatensystem

Wahrscheinlich ist der Trait aber auch verschwunden, weil die Mathematiker nach der Entdeckung der allgemeingültigen Sätze von Desargues und Pascal immer weiter auf Vereinheitlichung dieses ganzen Komplexes drängten. Die gleichzeitige Entwicklung der analytischen Geometrie durch Descartes mündet ja in den Ausbau und die Etablierung des nach ihm benannten Koordinatensystems (obwohl bei Descartes diese Koordinaten noch gar nicht auftauchen), das die Algebraisierung von geometrischen Formen erlaubt und insofern nicht nur den Erfolg der modernen Mathematik begründete, sondern auch die Darstellung geometrischer Formen erheblich vereinfachte. Die exakte Beschreibung, d.h. Berechnung von geometrischen Formen und ihre Darstellung sind ja technisch und anschaulich auch zwei völlig voneinander getrennte Verfahren. Erst mit der Einführung von etwas Drittem als Basis und als Brücke, nämlich besagtem Koordinatensystem, das wie eine Maschine funktioniert, kann die Algebraisierung und die Darstellung auf denselben Träger und Erzeuger zurückgeführt werden. Anders ausgedrückt: diese Mathematik braucht den architektonischen Träger nicht mehr.

Nur 'zappelt' die Architektur nach wie vor im 'Netz' der Mathematik. Denn dieses Koordinatensystem hat auf die Architekturdarstellung erheblichen Einfluß. Darstellende Geometrie, so wie sie von Monge entwickelt und später auf der Basis dieses Koordinatensystems erweitert wurde, ist nicht umsonst auf dem Lehrplan der Architekturausbildung.

Ein ungeliebtes Fach und eines der langweiligsten obendrein. Daß Evans in dem Aufsatz 'Verlorene und wiedergefundene Formen' der darstellenden Geometrie überhaupt einmal eine Problematisierung zuweist und ihre wichtige historische Rolle für die Architektur aufdeckt, kann man gar nicht hoch genug einschätzen.

Er kritisiert aber vehement ihre Anwendung. Evans mokiert sich sehr über Durand, der zur gleichen Zeit wie Monge, Poncelet, Brianchon u.a. an der École Polytechnique lehrt (allerdings nicht Mathematik, sondern Architektur) und eben jenem Irrtum unterliegt, der das rechtwinklige Koordinatensystem nicht als abstraktes System versteht, sondern selbst für Architektur hält. Während die Mathematiker damit Kurven und gekrümmte Flächen generieren, produziert Durand Kästchenpapierarchitektur.

Daß Durand das Koordinatensystem nicht als abstraktes und numerisches begreift, sondern als ein aus Flächen bestehendes, hat wahrscheinlich mit der Identifikation dieser drei Flächen mit den architektonischen Elementen Fußboden, Wand und Decke zu tun. Für Architekten scheint nichts naheliegender zu sein, während offensichtlich das Aufspannen eines Koordinatennetzes die Mathematiker dazu anregt, über das Aussehen einer Wurfbahn zu spekulieren. Die tiefe Entsprechung zwischen Bauwerk und Zeichnung hat mit dieser Anlehnung zu tun. Das Statische bei Durand und anderen Entwürfen dieser Art liegt in dem Aufbau des Raumes aus Flächen. Und dieser Gedanke hat nichts mit anthropologischen Konstanten zu tun, sondern er rührt von Platon her. Die platonischen Grundkörper, ihr Volumen und ihre Räume

werden aus Flächen erzeugt. Ihnen allein und ihren inneren Proportionen gilt nachfolgend das ganze Interesse. Nicht ein einziges Mal überprüft jemand, wie es im Innern eigentlich aussieht oder ob sich der Körper nicht vom Inneren her darstellen und generieren ließe. Die platonischen Körper sind Polyeder, also Vielflächner, und darauf beruht das ganze Kleben an der Statik. Wenn man das verändern will, muß man die Betrachtung des Objektes verändern. Deshalb gab es nie Übereinstimmung zwischen der Architektur und den organischen Formen. Weil dort das Wachstum eines von innen heraus ist, aus dem Keim, und die Architektur aus Flächen aufgebaut wird. Alle, die es dann mit organischen Formen oder mit dem Grundsatz 'von innen nach außen' zu tun hatten, bekamen enorme Schwierigkeiten, die passende Geometrie bzw. die Erzeugungsmittel zu finden. Durands Verhalten ist also nicht untypisch.

*Man muß Durand allerdings zugute halten, daß er gemäß der französischen 'Kulturrevolution' und gemäß der napoleonischen Departementgliederung Frankreichs versuchte, überall im Land gleiche Bedingungen zu schaffen. Überall sollten als Ausdruck der 'égalité' die gleichen Schulen, Hospitäler, Gefängnisse, Plätze und später Bahnhöfe etc. als Standard entstehen.*

Genau. Es geht um Standards. Und in diesem Zusammenhang wird einem auch klar, warum es eigentlich so lange gedauert hat, bis das Koordinatensystem entwickelt wurde. Schließlich gab es Koordinaten schon bei den Astronomen im 10. Jahrhundert, ja selbst Ptolemäus entwickelt schon ein Netz von Breiten- und Längengraden. Das sind beinahe schon Bildermaschinen, aber natürlich weit entfernt von strenger Mathematik. Moderne Diagramme, wie wir sie kennen, Balkendiagramme oder richtige Kurven mit Abzisse und Ordinate, erscheinen erst bei Priestley, also um 1800. Genau die Zeit, in der die projektive Geometrie ausgebaut wird und die französische Revolution stattfindet. Es stellt sich also die Frage, was passiert in dieser Zeit, so daß sich dieses Koordinatensystem herausbilden kann. Die Antwort ist denkbar naheliegend: Daten. Und zwar vereinheitlichte Daten, die es bis zu diesem Zeitpunkt gar nicht gegeben hat, weil die Basis für ihre Vereinheitlichung standardisierte Meßverfahren sind, damit man vergleichen kann. Wenn man Temperatur über die Jahrhunderte messen will, muß man sich über die Skala einigen. Diese Idee wird erst während der Aufklärung geboren. (Monge führt z. B. das Metermaß ein.)

Daten sind aber gleichzeitig etwas künstlich Produziertes, und was der Architektur dadurch widerfährt, wiederholt sich in anderen Bereichen, z.B. in der zur gleichen Zeit entstehenden 'Wissenschaft' von den Physiognomien, die auf der Schattenprojektion aufbaut. Wenn der Polizeipräfekt von Paris, Monsieur Bertillon, zur Zeit Haussmanns einen Stuhl erfindet, auf den der Delinquent in Frontal- und Profilansicht gesetzt wird, um photographisch für die Kartei erfaßt zu werden, begegnet man nicht nur wieder unserer heiligen Dreieinigkeit (nur die Draufsicht fehlt, weil sie keine wesentlichen Informationen enthält). Man begegnet hier auch wieder dem Dilemma der Bildermaschinen. Bertillon führt nicht nur die Polizeiphotographie ein, sondern präzisiert auch das Verfahren. Weil man merkt, daß es so viel ablenkende Dinge gibt wie Haare z.B., wird den Delinquenten zuerst der ganze Schädel kahl rasiert. Schon jetzt könnte ein Betrachter kaum noch Unterschiede zwischen einzelnen Personen erkennen. Aber das reicht der französischen Polizei noch nicht. Nach der Grobbehandlung kommt die Feinbehandlung. Man muß jetzt die Einzelteile mathematisieren, die Nasen-, Stirn-, Mund-, Augen-, Kinnformen etc., damit genau differenziert werden kann. Das erkennt aber nur noch ein Meßgerät, dem eben jene mathematischen Verfahren zugrunde liegen, während du und ich und jeder andere nur einen Glatzkopf wahrnimmt. Und natürlich sehen diese so behandelten Personen auch wirklich wie Verbrecher aus. Diskriminieren heißt ja unter-

scheiden. Um also eine Person erkenntnisdienlich zu erfassen, müssen gerade die individualisierenden Merkmale ausgeschaltet werden, weil sie irreführend sind. Mit einem falschen Bart oder gefärbten oder veränderten Haaren kann jemand sofort die Behörden täuschen. Nur erkenntnisdienliche Behandlung kann die Merkmale unterscheiden, und die Voraussetzung dafür ist Vergleichbarkeit, die durch ein vereinheitlichtes und standardisiertes Meßverfahren hergestellt wird. Dazu nimmt man in der Polizeiphotographie streng Profil und Vorderansicht, damit Merkmale beschreibbar und vergleichbar werden. D.h. mit der Einführung vereinfachter und vereinheitlichter Verfahren entsteht ein merkwürdiger Gegensatz zwischen dem Wunsch nach Genauigkeit und dem nach Kommunizierbarkeit. Mit zunehmender Genauigkeit sind die Merkmale ohne ein entsprechendes Gerät, das heute die elektronische Bildanalyse ist, nicht mehr kommunizierbar. Letztlich führt die Isolierung des Individuellen mit einer strengen Methode ins Nichts oder zur Auflösung von Individualität. Deshalb ist es so wichtig, sich darüber klar zu sein, daß die konventionellen Darstellungsmethoden der Architektur auf Bildermaschinen basieren, die eine eigene Welt produzieren, die vielleicht ab einem bestimmten Zeitpunkt nicht mehr kommunizierbar ist.

Eigentlich kommt man immer mehr darauf, daß die Frage, wie und welche Standards etabliert werden, die entscheidende Frage unseres Zivilisationsprozesses ist. Und zwar geht es um Standards wie z.B. alle diese Bildermaschinen, von denen wir bereits gesprochen haben: die drei orthographischen Projektionsebenen, die Perspektive, das Koordinatensystem, die platonischen Körper etc. Sie erlauben das Vergleichbarmachen von Phänomenen und gehören zur Geschichte der Maschinen, obwohl es lange nicht so erscheint. Diese Standards sind die Voraussetzung für die Maschinen, und sie sind als geistiges Produkt arbiträr. Sie sind bequem. Man denke nur an die Dürer-Apparaturen zur Erstellung einer perspektivischen Zeichnung. Das Fadennetz und der Richtfaden sind im Prinzip der Vorläufer des Scanners.

1 In den folgenden Aufsätzen behandelt Evans ganz allgemein die Variationen und Anwendungen der beiden bekannten Projektionsarten – Zentral- und Parallelprojektion – in der Architektur als bildhafte Darstellung. Vor der Perspektive war bereits die Orthogonalprojektion bekannt, die in ihrer klassischen Form – Grundriß, Ansicht, Schnitt – jedem Architekten geläufig ist. Evans verwendet jedoch für diese Art der Projektion den Begriff 'orthographische' Projektion, obwohl die 'Orthographia', wie sie von Vitruv definiert wurde, nur den Aufriß meint. Wir behalten im folgenden diesen im Deutschen mißverständlichen Begriff bei, da es Evans vor allem auf den Graphismus solcher Darstellungen ankommt, was im Aufsatz 'Pieros Köpfe' besonders deutlich wird, wo eine 'orthographische' Projektionsmethode beschrieben wird – Pieros 'Andere Methode' –, die nicht unbedingt rechtwinklig sein muß und deren Ziel eine Perspektivkonstruktion ist.

2 Natürlich spielen für die Entwicklung der Geometrie noch andere Disziplinen eine tragende Rolle, insbesondere die Astronomie und die Optik.

3 Die Frage, welche Eigenschaften und Verhältnisse von Formen und Figuren bei einer perspektivischen Projektion invariant bleiben, wird erst durch die projektive Geometrie bzw. durch Girard Desargues im 17. Jahrhundert geklärt. Am besten verdeutlicht das eine berühmte Zeichnung von Abraham Bosse, dem Graphiker von Desargues, auf der man mehrere Personen sieht, die alle auf ein von ihrem Auge aus auf den Boden projiziertes Rechteck blicken, das in der perspektivischen Darstellung zwar jeweils unterschiedliche Form annimmt, weil die Personen unterschiedlich positioniert sind, aber in seinen Beziehungen zu den Personen, zum Boden, zu höher oder tiefer gelegenen Gegenständen etc. sich nicht verändert. Die projektive Geometrie wird deshalb im Unterschied zur euklidischen, die eine Maßgeometrie ist, eine Geometrie der Lage genannt.

Die Redaktion ist Dr. Werner Müller und Richard J. Difford zu Dank verpflichtet für ihre hilfreichen Erklärungen zum Verständnis des Trait von Philibert Delorme.