

Entwurfsgenerator



ein parametrischer Entwurf

"...weder ein Ding noch ein Konzept, sondern ein kontinuierlicher Fluss oder Prozess"

William Morton Wheeler

Am Beispiel der Medien-Werk-Stadt, einem Zentrum für neue Medien, welches die Stadt München für das ehemalige Beutlergelände, Ecke Ganghofer/ Ridlerstraße vorgesehen hat, wurde ein computergenerierter Entwurfsprozess entwickelt. Ziel war es, den Architekten im Entwurf durch Anwendung der Rechenmaschine zu unterstützen. Er sollte von einengenden, mathematischen Tätigkeiten befreit werden, um seinen kreativen Schaffensraum zu erweitern. Im Entwurfsprozess trifft man in diesem Zusammenhang vor allem auf funktionale Überlegungen. Diese können von einer Maschine weit schneller und komplexer gelöst werden.

Parametrisierung

theoretische Erläuterung des Entwurfsgenerators

Entwurf

Ausarbeitung eines generierten Entwurfs

Ausstellung

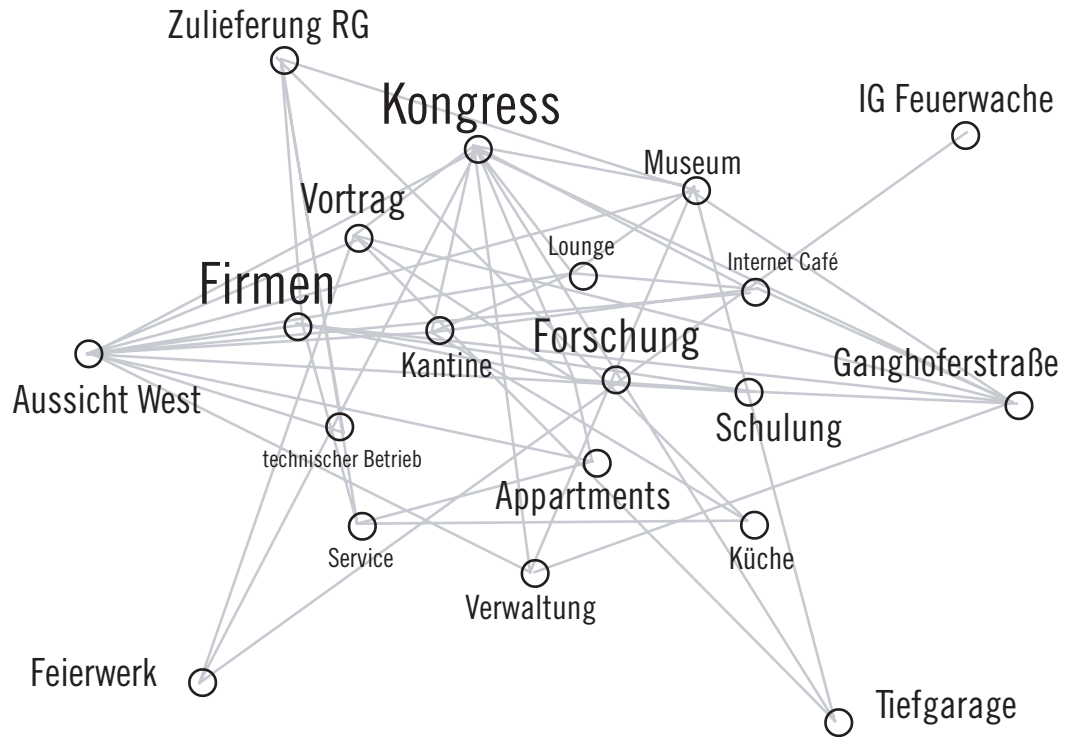
Freiform-Ausstellungspavillon Morphé bei der Werbeagentur Kochan&Partner

Ausblick

Skizzierung der Weiterentwicklungsmöglichkeiten des computerunterstützten Entwerfens

		endogen														exogen								
		kongressgebäude	vortragsggebäude	Museum	verwaltung	Lounge	Mensa	Internet cafe	Küche	schulung	Forschung	Appartments	Firmen	technischer betrieb	service	mobile einheiten	ganghoferstrasse	Tiefgarage	Feierwerk	IG Feuerwache	zulieferung AG	Aussicht west		
endogen	kongressgebäude		80	20	40	70	60	40			30						80	90	20				10	
	vortragsggebäude	80									85						70	75	30				15	
	Museum	20			20	80											70	65				35	20	
	verwaltung	40		20													65						25	
	Lounge	70		80			80	70															30	
	Mensa	60				80		70	95														30	
	Internet cafe	40				70	70										65		45	35			15	
	Küche						95								20								95	
	schulung										50		30				60						15	
	Forschung	30	85							50		25	65										30	
	Appartments											25											70	
	Firmen									30	65					30	60						25	30
	technischer betrieb																						75	30
	service								20			75	30										50	
exogen	mobile einheiten																							
	ganghoferstrasse	80	70	70	65		65	60				60												
	Tiefgarage	90	75	65																				
	Feierwerk	20	30				45																	
	IG Feuerwache						35																	
	zulieferung AG			35				95					25	75	50									
Aussicht west	10	15	20	25	30	30	15		15	30	70	30	30											

erster Schritt



Die primären Beziehungen definieren mittels Werten von 0 bis 100, wie stark die einzelnen Gebäudeteile des Raumprogramms zueinander in Beziehung stehen. Hohe Werte bedeuten, dass die Raumteile sich einander annähern werden, geringe Werte ergeben ein neutraleres Verhältnis. Die Wirkung dieser Relationen kann man sich wie die einer Feder oder eines Gummibandes vorstellen, die um so stärker ist, je höher der definierte Wert ist. Das gesamte System strebt ein stabiles Gleichgewicht an, in welchem die Summe der Federspannungen den niedrigsten Wert annimmt. Ändert man einen Wert, so gerät das gesamte Gebilde in Bewegung, um wiederum in ein neues Gleichgewicht zurückzukehren.

Zum Beispiel besitzt die Beziehung Kongress-Vortrag mit 80 einen hohen Wert, was zu einer räumlichen Nähe führen wird. Kongress-Museum ist mit 20 definiert; hier wird eine räumliche Nähe als weniger wichtig erachtet.

Die sekundären Beziehungen definieren das Verhalten der Räume innerhalb der Gebäudeteile. Die einzelnen Räume, wie beispielweise Nebenräume, bekommen das Verhalten zugeordnet, sich mit den Nebenräumen innerhalb anderer übergeordneter Teile zu vereinigen, sobald sie sich einander annähern, dieses Verhalten ab einer bestimmten Distanz aber wieder abzulegen. Vergleichbar sind diese Relationsfelder mit Magnetfeldern, mittels derer sich die Bereiche gegenseitig stark anziehen, sobald sie sich nahe kommen. Die Höhe des Wertes gibt die räumliche Ausdehnung dieses Feldes an. Das System dieser Abhängigkeiten ist auf der gegenüberliegenden Seite illustriert.

Zum Beispiel besitzen die Foyerbereiche hohe Werte, somit ein grosses umgebendes Kraftfeld. Eine Vereinigung dieser Bereiche wird damit stark angestrebt. Putz- und Hygienelager besitzen geringe Werte, eine Vereinigung wurde als weniger wichtig erachtet.

	kongressgebäude	vortragsgebäude	Museum	verwaltung	Lounge	Mensa	Internet cafe	küche	schulung	forschung	Appartments	fürmen	technischer betrieb	service
foyerbereich	75	70	50											
wc-anlage	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
technik	85	75												
								45						45
putz-,hygienelager	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
arbeitsplätze													30	30
arbeitsplätze									35	45		25		

zweiter Schritt

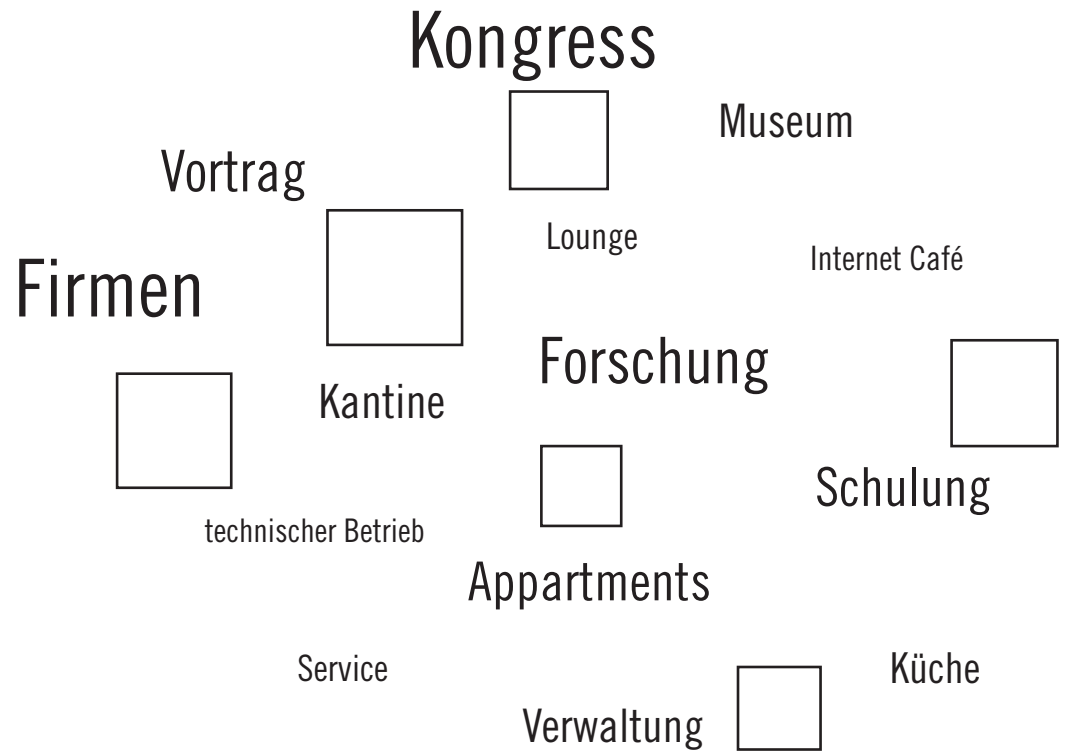


Der Wert der Freiraumbindungen gibt an, mit welcher Intensität sich Freiräume an die einzelnen Teile des Raumprogramms anlagern. Freiräume sind als unsichtbare Körper implementiert, welche die Gebäudeteile verdrängen und somit Leerräume schaffen.

Zum Beispiel braucht das Museum nur geringe Freiräume um sich herum, es besitzt somit den Wert 20. Bei den Apartments wurden Freiräume als wichtig erachtet, weshalb sie den Wert 85 besitzen.

freiraumbindung	kongressgebäude	vortragsgebäude	Museum	verwaltung	Lounge	kantine	Internet cafe	küche	schulung	forschung	apartments	firmen	technischer betrieb	service
	30	30	20	60	75	80	50	40	60	60	85	60	35	35

dritter Schritt



□ Freiraum

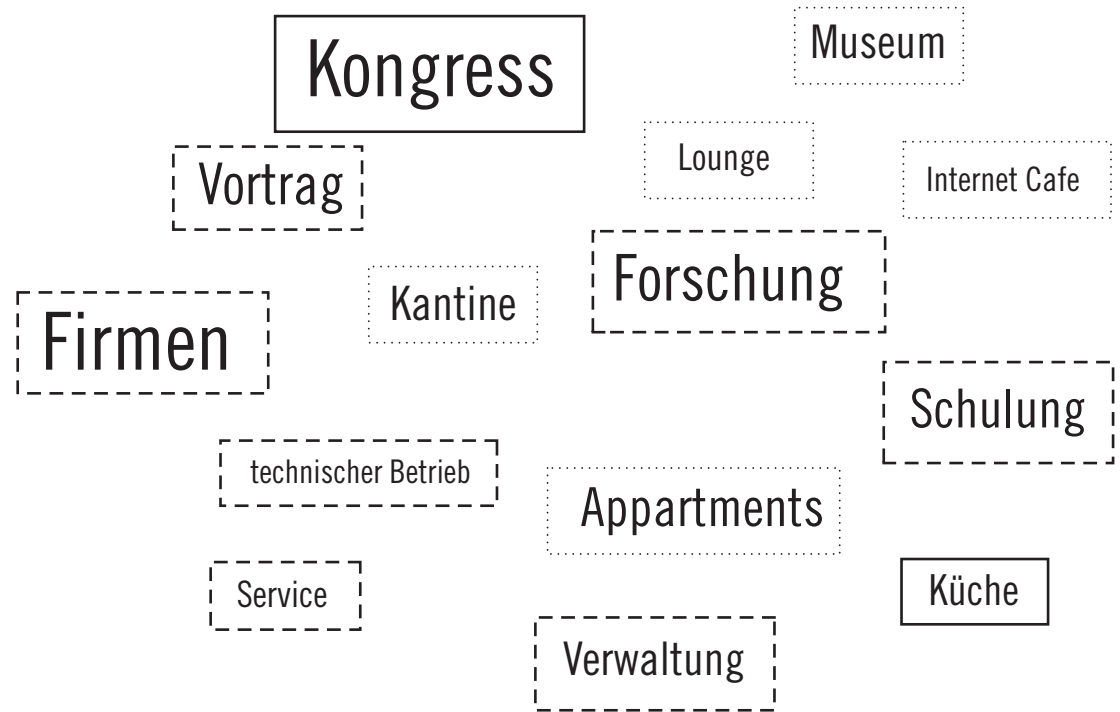
Freiraumbindung

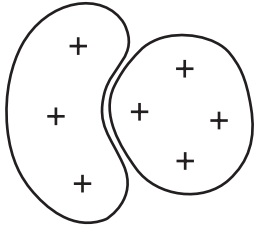
	Kongressgebäude																
	vortragsgebäude																
	Museum																
	verwaltung																
	Lounge																
	Mensa																
	internet cafe																
	Küche																
	schulung																
	forschung																
	Appartments																
	Firmen																
	technischer betrieb																
formstabilität	90	80	30	50	50	70	20	75	45	35	40	45	30	30			

Die Werte der Formstabilität, geben die Notwendigkeit der Gebäudeteile an, mit ihrer Ausdehnung eine geringe Oberfläche einzunehmen. Ein hoher Wert bedeutet einen eher starren, kugelförmigen Körper, ein niedriger einen flüssigen, forminstabilen Körper.

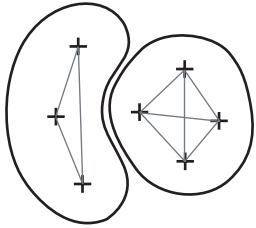
Zum Beispiel muss das Kongressgebäude eine zusammenhängende Kubatur aufweisen, um zu funktionieren. Es besitzt somit einen hohen Wert von 95. Das Internet-Café oder das Museum könnten sich im gesamten Komplex linear oder netzartig verteilen, sie besitzen somit geringe Werte von 20-30.

vierter Schritt

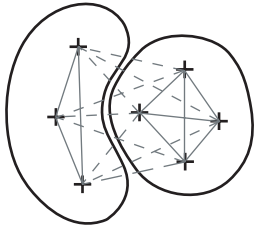




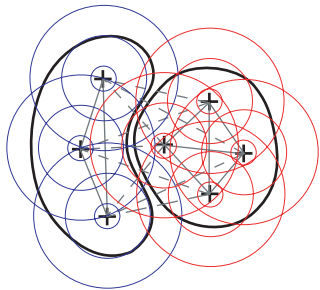
Teilchen ("Atome") werden implementiert und pro Gebäudeteil mit einer flexiblen Hülle umgeben



Die Teilchen werden untereinander durch Federspannungen verbunden (Die Höhe der Spannungen bestimmt die Formstabilität des Gebäudeteiles)



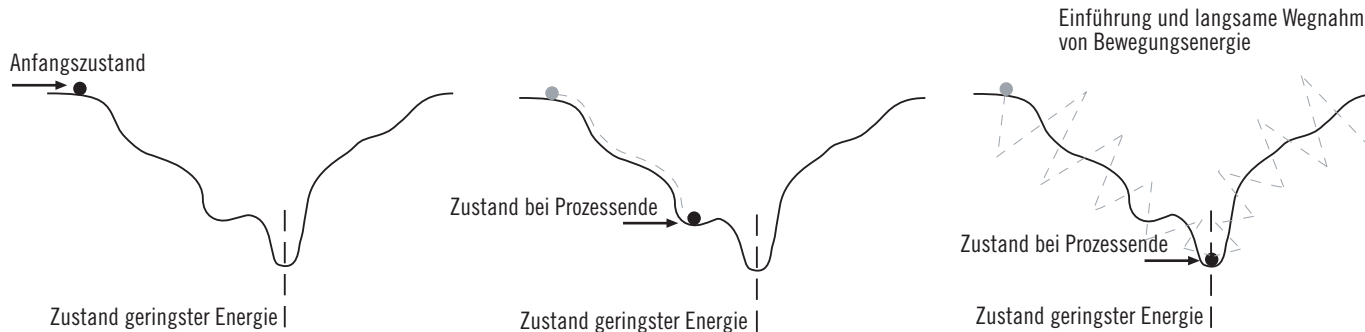
Alle Teilchen eines Gebäudeteiles werden mit den Teilchen der anderen Gebäudeteile durch Federspannungen verbunden (Die Höhe der Spannungen bestimmt die primären Beziehungen)



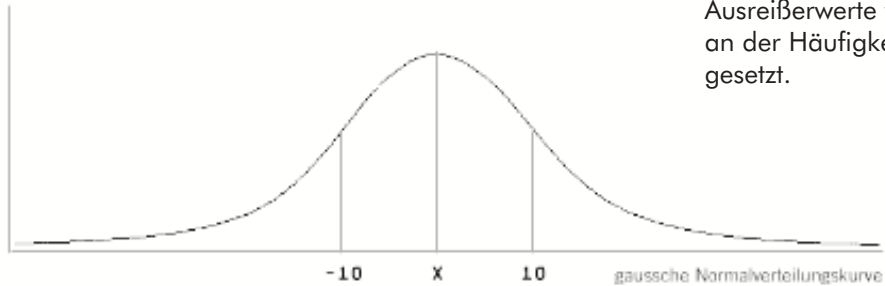
Manche Teilchen eines Gebäudeteiles werden mit einem Kraftfeld umgeben, welches auf die Kraftfelder gleichartiger Teilchen reagiert (Der Feldradius bestimmt die sekundären Beziehungen)

Die Implementierung des Systems erfolgte mittels 3D Studio MAX, einem Animationsprogramm mit der Möglichkeit zur Simulation physikalischer Systeme. Verwendet wurde die in das Programm integrierte Skriptsprache.

In dem beschriebenen Prozess geht es darum, den Zustand zu finden, bei welchem die Summe aller auftretenden Spannungen am geringsten ist. Bei Experimenten zeigte sich, dass der Endzustand des Prozesses von der Lage der Gebäudeteile zu Beginn abhängig ist. Ändert man die Lage der Gebäudeteile am Anfang, ergeben sich bei gleichen Werten unterschiedliche Endzustände. Dies sollte aber nicht als Prozessfehler interpretiert werden, vielmehr handelt es sich um ein veritables Vielteilchenproblem, welches aus der Physik bekannt ist. Die Abbildungen unten illustrieren den Zusammenhang zweidimensional, wobei sich das Problem in der Realität vieldimensional darstellt. Der eindeutige Zustand geringster Energie kann, wie in der Physik, durch Einführung chaotischer Bewegung (Temperatur) und einer schrittweisen Rücknahme dieser Bewegung (Abkühlung) mit hoher Wahrscheinlichkeit erreicht werden. In unserem Prozess wurde darauf verzichtet, da, wie nachfolgend aufgezeigt, eine funktional eindeutig richtige Lösung in der Architektur nicht bestimmbar ist. Außerdem sind ästhetische, städtebauliche, kulturelle etc. Kriterien bisher noch nicht berücksichtigt und werden später noch einfließen.z



Die definierten Werte sind weich, d.h. subjektiv gewählt. Der Zustand des Systems ist diskret, d.h. geringe Wertveränderungen führen zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen. Deshalb werden die Basiswerte mittels einer Gaußschen Normalverteilung variiert, um sie zu objektivieren. Die Werte ändern sich überwiegend im Bereich $+10$ bis -10 . Ausreißerwerte wie 0 oder 100 werden, wie an der Häufigkeitsverteilung zu sehen, selten gesetzt.



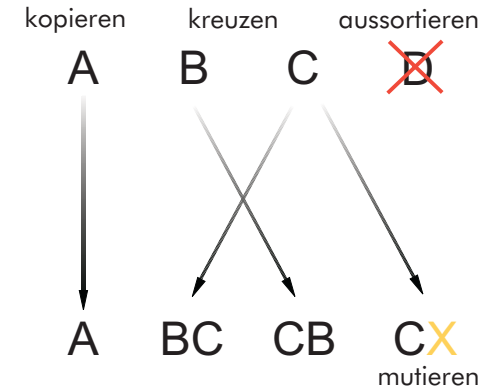
sechster Schritt

Durch die Fluktuation der Werte wird der Computer zum Werkzeug, um vielfältige Variationen funktioneller Beziehungen zu erzeugen. Nachdem sich die Strukturen zu wiederholen beginnen, wird der Prozess unterbrochen und in einzelne Momentaufnahmen zerlegt. Nun beginnt die Arbeit des interdisziplinären Entwurfsteams: Sie untersuchen und differenzieren die Varianten nach den üblichen Kriterien wie städtebaulicher Kontext, Funktionalität, ästhetische Kraft, Konstruktion und Wirtschaftlichkeit. Varianten die wenig Potenzial auf einen qualitätvollen Entwurf erkennen lassen werden aussortiert, bei anderen, die in bestimmten Bereichen Schwächen haben, wird der Datensatz mit denjenigen gekreuzt, die dort Stärken aufweisen. Durch Streuung (Mutation), welche die Parameter wieder durch die Gaußsche Normalverteilung variiert, ergeben sich oft Zusammenhänge mit neuen, positiven Eigenschaften. So werden in mehreren Durchläufen gezielt Varianten gezüchtet, die über maximal positive Kriterien verfügen.

In einem konventionellen Entwurfsprozess muss sich der Architekt erst tagelang in das Raumprogramm einarbeiten, bis er zu einem ersten Entwurf gelangt, der auf das Wissen und die Erfahrung des Entwerfers zurückgreift und unsinnig erscheinende Möglichkeiten aussondert. Der Nachteil kann bei dieser Vorgehensweise gerade in der pragmatischen, unbewussten Vorselektion durch den Entwerfer gesehen werden, dem dadurch eventuell wichtige Lösungswege entgehen. Leicht neigt man aufgrund der hohen Komplexität dazu, das meist auf Anfangsprioritäten gestützte Konzept weiter auszuarbeiten, statt es wieder in Frage zu stellen und neue Varianten zu bilden. Der Entwurfsgenerator ist in kurzer Zeit mit dem Raumprogramm bzw. funktionalen Beziehungen gespeist und errechnet sofort beliebig viele Varianten, die Raumbereiche sinnvoll vorgeben. Der Entwerfer, in diesem Fall das Entwurfsteam, kann sich ganz der Diskussion und Selektion widmen. Das evolutionäre Programm wird nicht durch die Prägungen und vorgefassten, vermeintlich faktischen Meinungen eines einzelnen Entwerfers festgelegt. So entstehen kreative Lösungen, die ein menschlicher Entwerfer nicht hätte produzieren können.

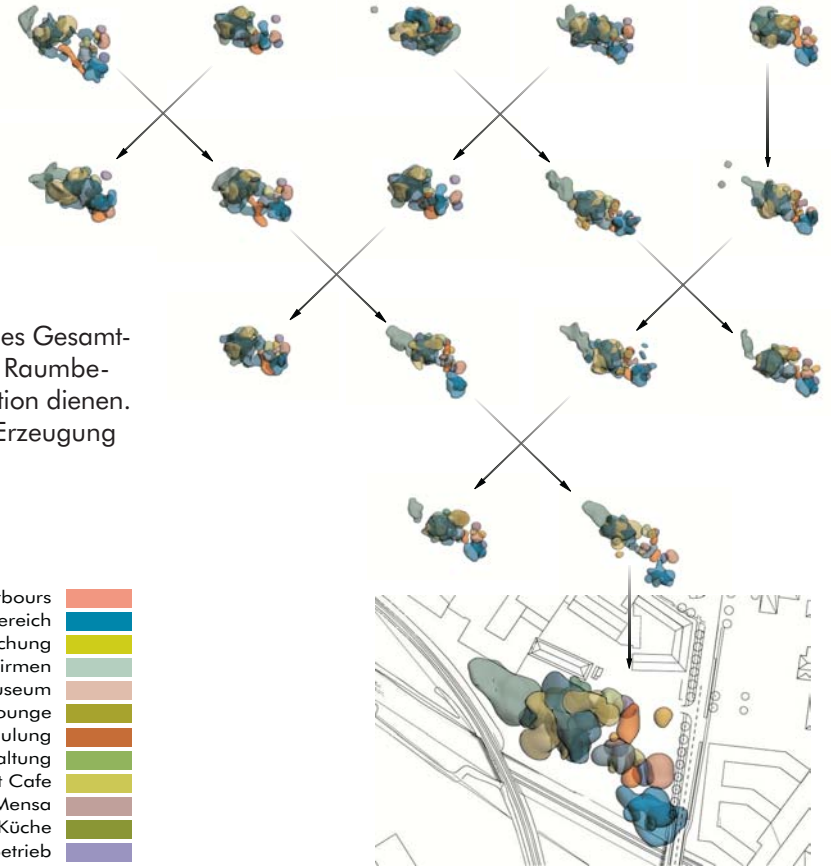
Der evolutionäre Prozess kommt der Suche in einem Raum möglicher Varianten gleich. In der Mathematik wird 'Raum' im Allgemeinen aufgefasst als Menge von Elementen, zum Beispiel Punkte, Vektoren, Funktionen usw., zwischen denen bestimmte Relationen bestehen.

Die genetische Kreuzung durchsucht diesen Raum und kombiniert verschiedene, gute Eigenschaften, was zu neuen Regionen im Raum führt, in welchen bessere Varianten zu finden sind. Durch Mutation können dagegen die besten Varianten in der direkten Umgebung gefunden werden.



Das Grundstück markiert eine städtebaulich schwierige Stelle. Eine Weiterführung der bestehenden Baukörper schafft neue Zwänge; die Ausbildung eines Gelenks erzeugt ebenfalls Probleme. Die ausgewählte Variante fügt sich dagegen sinnfälliger ins umgebende Stadtgefüge ein. Sie überzeugt aufgrund eines Freibereichs im Nordosten als Pendant zu einem gegenüberliegenden Freibereich bzw. als Eingangsbereich zum gesamten Komplex mit zentralem Internetcafé. Positiv wurde ebenso der Freibereich an den Bahnlinien bewertet. Hier schien eine zukünftige Begrünung sinnvoll. Der Museums- und Schulungstrakt markiert den Schnittpunkt der Ganghoferstrasse mit den Bahnlinien und schafft ein Gegengewicht zur gegenüberliegenden Bebauung. Die Verzahnung von Forschung und Wohnbereich sollte ein produktives Arbeitsklima erwarten lassen.

Die gewählte Variante kann die Grundlage eines Gesamtentwurfs sein, eine räumliche Anordnung von Raumbe-
reichen sinnvoll vorgeben, oder nur zur Inspiration dienen. Ein Ziel ist die Weiterentwicklung, welche die Erzeugung orthogonaler Strukturen zulässt.



- Appartments / personal harbours
- Wohnbereich
- Forschung
- Firmen
- Museum
- Lounge
- Schulung
- Verwaltung
- Internet Cafe
- Mensa
- Küche
- technischer Betrieb

siebter Schritt

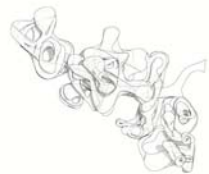
Entwurf

Um das Potenzial des neuen Entwurfswerkzeugs hinsichtlich der Formensprachen zu untersuchen, wurde der folgende Entwurf als architektonische Vision ausgearbeitet.





Das Stützensystem wurde unter Verwendung der Parameter Abstand und maximale Neigung erzeugt. Feste Positionen wurden vorher festgelegt.



Das Erschließungs- und Ebenensystem wurde parametrisch aufgrund simulierter Bewegungsabläufe und vertikaler Ebenenabstände in Variationen erzeugt. Es wurde eine Variante ausgewählt und sämtliche überdachte Innenhöfe zur Belichtung manuell eingefügt.



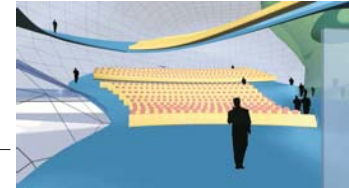
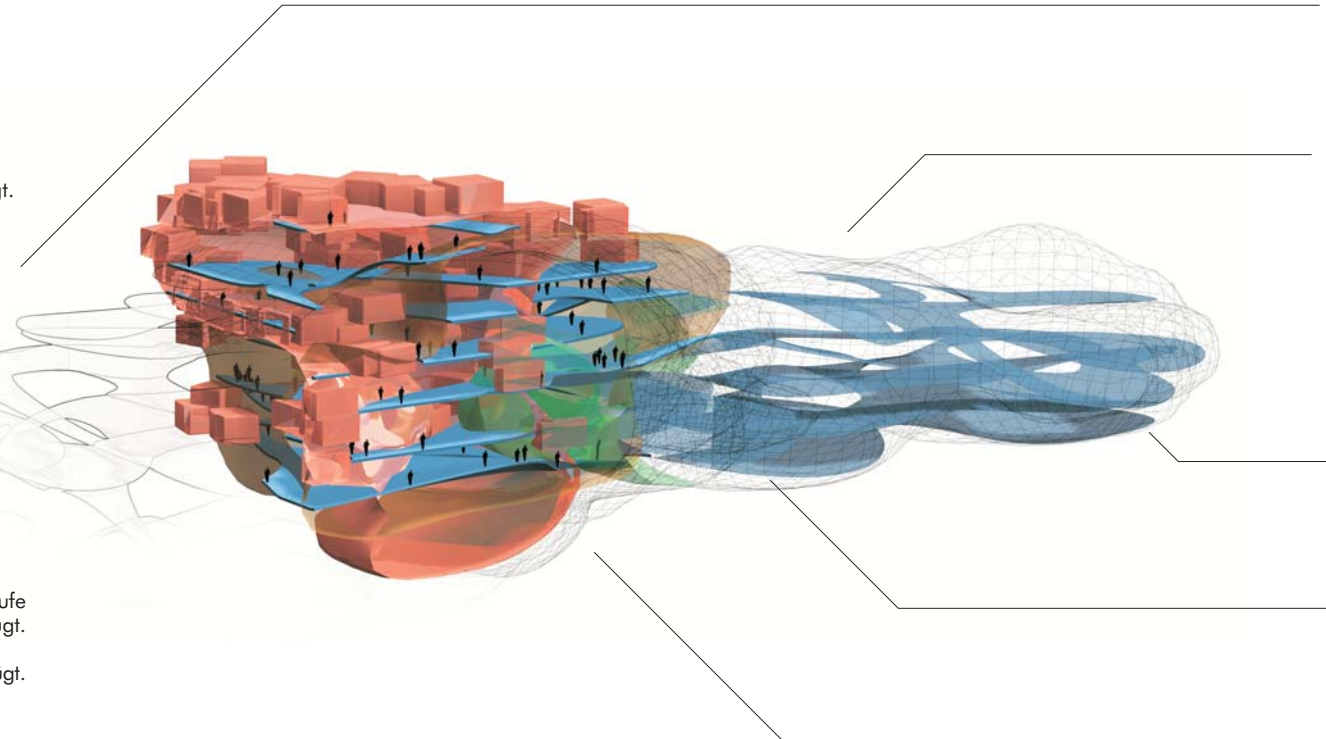
Firmen haben einen Platz an der Seite der Medien-Werk-Stadt, um von seinem kreativen Potenzial zu profitieren.

Mensa, Küche, Service, technischer Betrieb sind im Rücken des Komplexes angeordnet und versorgen ihn von dort aus

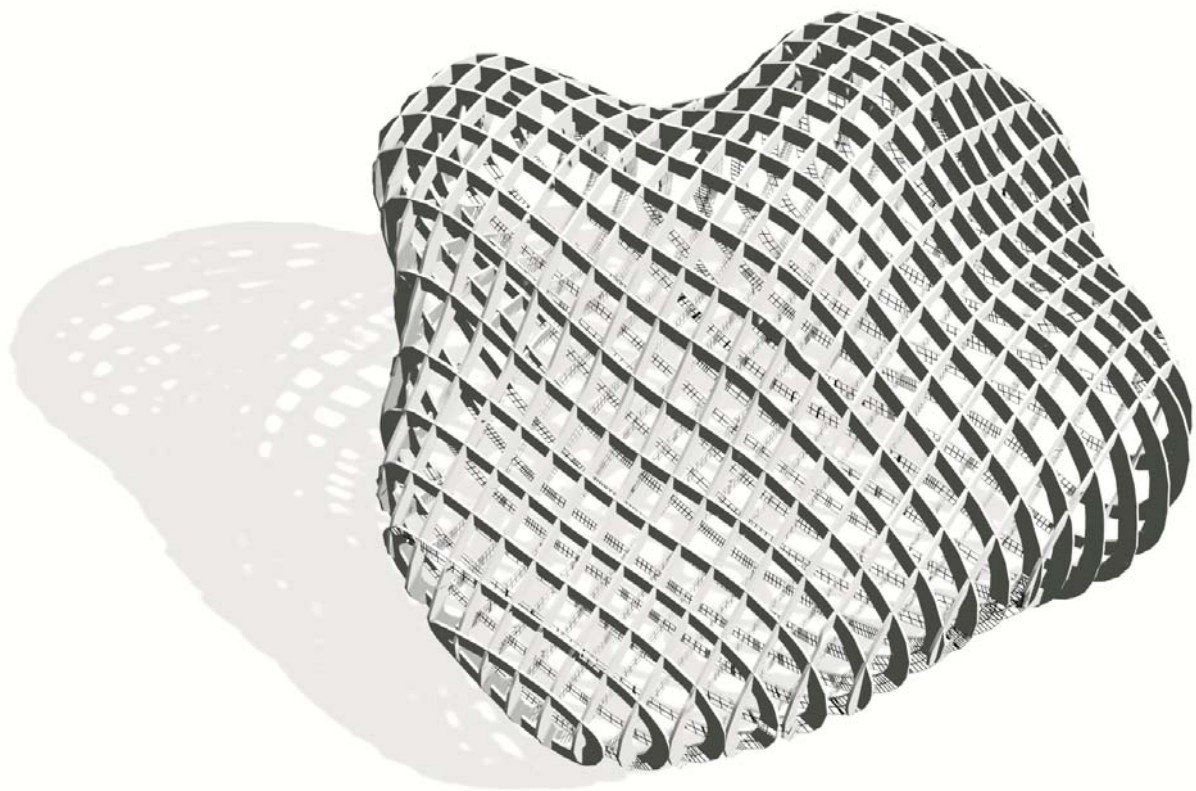
Vortrag, Schulung und Internet Cafe nehmen als öffentliche Gebäudeteile eine exponierte Stellung am Vorplatz ein

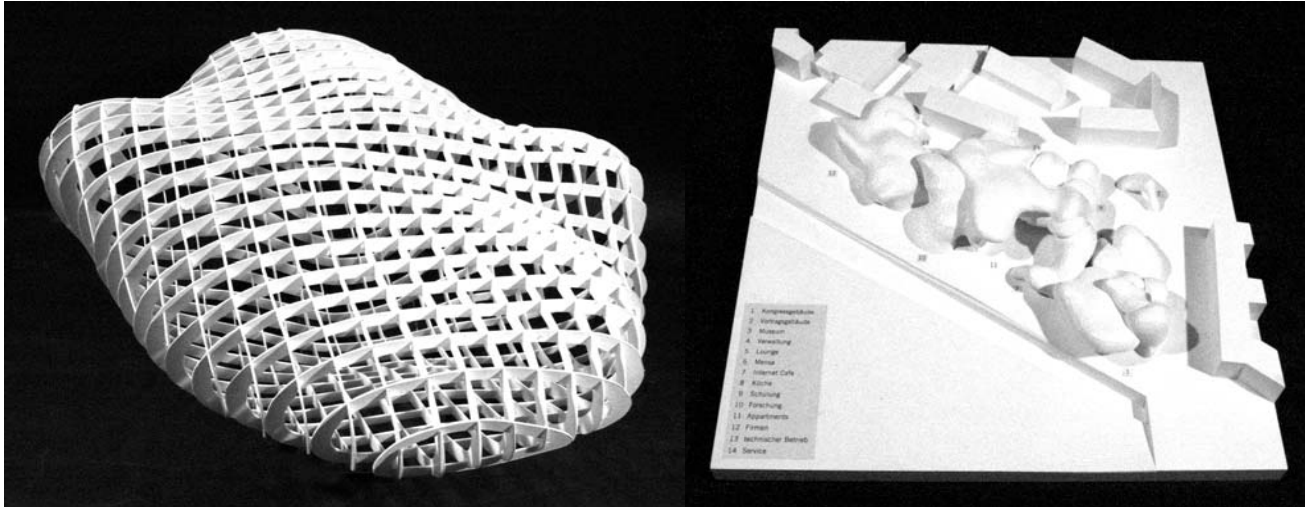
Kongressgebäude, Lounge, Museum und Verwaltung liegen an der Ganghoferstrasse und flankieren den Vorplatz im Süden

Forschung und vorübergehendes Wohnen befinden sich miteinander verzahnt im Zentrum des Komplexes



Visualisierung





Konstruktionsmodell

Stereolithographiemodell Gesamtanlage

Die Konstruktion des Kongress-Saales ist als Semi-Monocoque-Haut gedacht. Die Trägerhöhe kann mit der Finiten-Elemente-Methode dem Momentenverlauf angepasst und CNC-geschnitten werden.

Im Sommer 2002 kam durch die Vermittlung von Prof. Dr. Ulrich Winko und Prof. Sigi Bucher die Medienfirma Kochan & Partner aus München auf uns zu, einen Pavillon und eine Ausstellung zum Thema „parametrisches Entwerfen“ zu realisieren. Die größte Münchner Werbeagentur war auf der Suche nach einer neuen Unternehmensvision, und es erschien ihr von Gewinn, das Potenzial der neuen Entwurfsmethode ihren Mitarbeitern und Kunden vorzustellen. Die Intention war, gemeinsame Möglichkeiten neuer Entwicklungen in der Architektur und im Bereich der Grafik und Werbung zu erkunden.

Die Umsetzung erfolgte in enger Zusammenarbeit mit Ulrich Winko und Sigi Bucher in der konzeptionellen Phase, sowie dem Komponisten und Klangkünstler Ulrich Müller. Er entwickelte eine interaktive Klanginstallation, die auf die Bewegungen der Besucher im Raum reagiert und so den Informationsfluss steuert. Dadurch gelang es, eine intensive Verbindung der geschaffenen und vorhandenen Räumlichkeiten mit der inhaltlichen Vermittlung und klanglichen Ausgestaltung zu erzeugen. Aufgrund der positiven Resonanz der Besucher auf die Raumwirkung des Pavillons entschloss sich die Firma Kochan & Partner, diesen nach der Ausstellung zu erhalten und ihn als kontemplativen Rückzugsort für Mitarbeiter und als anregenden Besprechungsraum zu nutzen. Nach dem erfolgreichen Ergebnis führen alle Beteiligten die Zusammenarbeit in losem Verband weiter.

Ausstellung



am Tag



von Innen



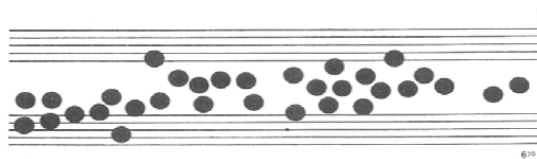
in der Nacht

Ausblick

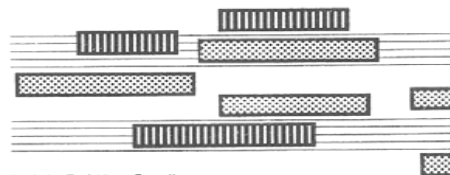


Cembalo Einzelne Töne
Oberes Manual 8'
Unteres Manual 8' – Lautenzug – mittlere Dichte – mittlere Dauer

Band Einzeltöne laut

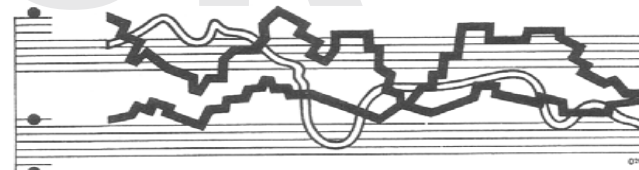


Cembalo Tontreibungen
Zum Teil Oberes Manual 8'
Unteres Manual 8' – geringe Dichte



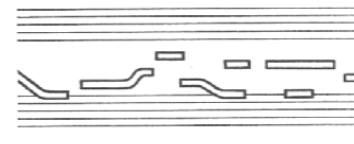
Cembalo Tontfelder = Tremoli
Unteres Manual 16' – 8' – große Dichte – schnelles Tempo des Tremolos

Band Tontfelder – mittel bis laut



Cembalo Chromatische Tonketten mit Tonwiederholungen
Rechte Hand = Oberes Manual 4' – schnelles Tempo
Linke Hand = Unteres Manual 8' – langsames Tempo – große Dichte

Band Tonschlieren – leise

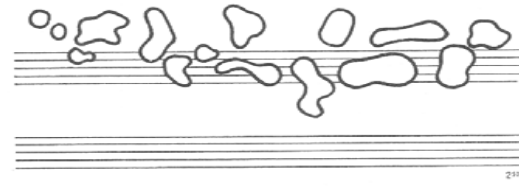


Band Einzelne Tonschlieren – mittellaut



Cembalo Tonwolken
Auf Oberes Manual 8' + 4' alleine übergehend – mittleres Tempo – große Dichte

Band Tonwolken – leiser werdend



Band Tonwolken – wieder lauter werdend

Die Frage nach der neuen Rolle des Architekten kann an dieser Stelle aufgegriffen werden. Wenn man erwägt, die definierenden Parameter im Laufe des Entwurfs zu erweitern, können Erkenntnisse, die sich während des Entwurfsprozesses ergeben haben, einfließen. Der Architekt verbindet im Entwurf Kunst und Wissenschaft und versucht, Ergebnisse aus diesen Gebieten zu formalisieren und in den computergestützten Entwurf einfließen zu lassen. Er definiert sozusagen den Schnittraum zwischen den pragmatischen Bedürfnissen, die durch den Bauprozess gegeben sind und den weitläufigen Beziehungen, die er abstrakt aus dem Kontext (Umwelt) konstruiert. Hierhin wird der individuelle Einfluss des Architekten verschoben, er ist nicht länger Künstler, der Formen erfindet, sondern Denker, der Einflüsse definiert und übersetzt: Er konstruiert nicht länger Tragwerke aus Stahl, Holz oder Beton, sondern aus dem geistigen Potenzial seiner Zeit.

Von diesem Hintergrund ausgehend arbeiten wir an der Weiterentwicklung der Konzeption des computerunterstützten Entwerfens und suchen nach parallelen Entwicklungen in anderen Bereichen. Ein Beispiel, das in der Abbildung oben angedeutet ist, wäre die Einflussmöglichkeiten der Neuen Musik auf den architektonischen Entwurf zu beleuchten, in der Hoffnung einer gegenseitigen Befruchtung. Moderne Komponisten setzen bereits seit langem neue Medientechnologien für die Komposition ein. Als exemplarisches Beispiel für eine Verbindung von Musik, Architektur und moderner Naturwissenschaft ist Iannis Xenakis zu nennen, dem dies auf visionäre Weise in seinen Entwürfen und Kompositionen gelang. Der Entwurfsgenerator verfolgt ähnliche Prinzipien wie die musikalischen Kompositionsprogramme von Xenakis, die ebenfalls auf statistischen Wahrscheinlichkeitsfeldern beruhen.

Dipl. Ing. Christian Bauriedel

0179 48 09 172
bauriedel@entwurfsforschung.de

Richard-Wagner-Str. 62
67655 Kaiserslautern

Dipl. Ing. Reinhard König

0179 66 79 978
koenig@entwurfsforschung.de

Richard-Wagner-Str. 62
67655 Kaiserslautern

Eine digitale Präsentation und weitere Arbeiten finden Sie unter:

www.entwurfsforschung.de

Präsentations CD