

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 87 (1969)
Heft: 23

Artikel: Dekomposition als Weg zur Lösung komplexer Probleme
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-70712>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Dem Architekten liefert die Soziologie eine Unzahl von Gesichtspunkten, die seine Arbeit fruchtbar bereichern können, sei es zur Kontrolle des eigenen Arbeitsteams (durch Soziometrie, Interaktionsanalyse), sei es zur Aufstellung eines Pflichtenheftes für die konkrete Planung (durch Markt- und Motivstudien). Die Begrenzung der soziologischen Methode liegt darin, dass sie zwar Trends feststellen, nicht aber Neuschöpfungen produzieren kann.

5. Überlagerungsversuche

Kunst und Psychologie

Im Abschnitt über die Kunst wurden Aspekte verschiedener Disziplinen direkt verarbeitet. Nur zur Demonstration versuchen wir rückblickend die verschiedenen Überlagerungen wieder zu separieren, wobei zu erkennen ist, dass die verwendeten Strukturen jeweils von der Zielsetzung abhängig sind:

- Künstlerisches Schaffen als Ausdruck des Bedürfnisses zur Selbstbestätigung (psychologischer Aspekt)
- Abhängigkeit der Ausdrucksmittel von der Umwelt Erfahrung (psychologische und physiologische Aspekte)
- Abhängigkeit der Umwelterfahrung von der projizierten Ganzheitsvision (psychologische, soziologische evtl. auch historische Aspekte)
- Kunst als Ausdruck des Ordnungs- (Strukturierungs-)Bedürfnisses und als Ausdruck der Kommunikationsbedürfnisse (psychologischer und soziologischer Aspekt)
- Von Wahrnehmung, Erfahrung und Ordnung weniger abhängige «technische» Strukturen

Wahrscheinlich ist bei der Arbeit im Team die sich aus dem dauernden Gespräch ergebende Verknüpfung von Aspekten sinnvoller und fruchtbarer als eine direkte Überlagerung (nach einer künstlichen Aufsplitterung) auf verschiedenen Wegen entstandener Strukturen. Voraussetzung ist auf jeden Fall eine klar formulierte Zielsetzung, die ihrerseits den zu wählenden Aspekt und damit die gesuchte Struktur bestimmt.

Überlagerung mittels mathematischer Modelle

Bei eingehenden Untersuchungen mathematischer Strukturen und Modelle stiessen wir aus folgenden Gründen auf besondere Schwierigkeiten:

Die Systeme, welche man in der Architektur untersucht, sind äusserst komplex:

- Die Mengen M und O sind sehr gross.
- Es gibt Aussagen von denen man nur sagen kann, dass sie mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit wahr (oder falsch) sind.

Die Mathematik kann deshalb nicht die Grundlage sein für die Untersuchung dieser Systeme. Hingegen kann die Mathematik als Hilfsmittel zugezogen werden.

Das Ziel ist nicht mehr die Herleitung aller Aussagen über ein System, sondern die Manipulierbarkeit eines Systems, die Erkenntnis über sein *Funktionieren*.

Dazu beschreibt man *Modelle* von Systemen, das heisst Teilsysteme. Ausgehend von den momentanen Werten (Istwert) des Teilsystems wird dieses planmässig geändert mit dem Ziel, die gewünschten Eigenschaften des Systems (= Sollwerte) zu erreichen. Damit

verschiebt sich der Einsatz der Mathematik auf die Gebiete der Kybernetik, Modelltheorie und Spieltheorie.

6. Rückblick

- Es herrschte Einigkeit darüber, dass Aussagen fremder Fachgebiete benötigt werden, um breitere Aspekte und Zusammenhänge der Umwelt und der eigenen Stellung darin erfahren zu können.
- Unbehagen erzeugte vor allem, dass spezielles Wissen nicht für alle verständlich und anwendbar darzustellen ist, und dass sich gegenseitige Vergleiche und Überlagerungen im ersten Anlauf deshalb kaum herstellen liessen.
- Zur Verständigung sind ein übergeordnetes Ziel und übergeordnete Denkmodelle nötig.
- Unbehagen (Orientierungslosigkeit, Stagnation in der Architektur) entsteht, indem heute das Problem Stadt eine neue Formulierung benötigt. Es beruht auf dem Unvermögen, mittels der im einzelnen überbewerteten Speziallehren, Grundlagen eines ganzheitlichen Verhaltens zu finden. Durch den gemeinsamen Umgang mit eindeutig als provisorisch gekennzeichneten Denkmodellen kann sich ein kommunizierendes Verhalten einspielen.

Die Undurchsichtigkeit der sozialen Gefüge und Mechanismen isoliert das Individuum, vermittelt ihm das Gefühl manipuliert zu werden und verhindert seine Identifikation mit der Gemeinschaft.

- Das Überlagern von speziellem Wissen und die Kontrolle der individuellen Tätigkeit erfordert die Arbeit im Team.
- Zur Problemstellung: Das Gespräch spielte sich allmählich ein, überraschenderweise konnten sich fast alle Teilnehmer persönlich engagieren. Für die ersten Annäherungen erwies sich das gewählte Denkmodell als brauchbar.

Schwierigkeiten bereitete die Überlagerung; einige Argumente konnten formuliert, aber nur in einzelnen Fällen verknüpft werden. Obwohl einzelne Kriterien zur Beurteilung von Systemen (Identifikationsmöglichkeit, Durchsichtigkeit, Orientierung, Dynamik, Flexibilität, Kommunikation, Universalität) formuliert werden konnten, sind sie im heutigen Zeitpunkt zusammenhanglos und so kaum verwendbar.

- Die Definition der Struktur als Verbindung zwischen Teil und Ganzem erwies sich in allen untersuchten Gebieten als brauchbar, das Aufrollen der verschiedenen Aspekte über diesen Begriff scheint möglich zu sein, erfordert aber noch weitere Arbeit und Kontrolle.

7. Forderungen für ein weiteres Vorgehen

Erkannt wurde, dass die Aufgabenstellung an den Städtebau und im speziellen an die Architektur, nicht allein Sache des Architekten ist, sondern aus den menschlichen Bedürfnissen, den menschlichen Tätigkeiten und Verhaltensweisen resultiert. Das Bewusstsein von der Relativität und Subjektivität allen menschlichen «Wissens» und «Handelns», die Erfahrung, dass sich die meisten der früher gültigen Kriterien als stagnierende und dadurch hemmende Idealprojektion (keine Berücksichtigung der Evolution) erwiesen, kennzeichnet die Grundsituation.

Psychologie, Soziologie und deren Kontrolle anhand künstlerischer Identifikationsleistungen ergeben bis jetzt folgende Forderungen an die Gestalter der räumlichen Umwelt:

- Der Mensch kann sich im Unstrukturierten (Unordnung) nicht orientieren, er kann keine Erfahrungen verwerten, er kann nicht bewusst leben.
- Die «Ordnungen» sind keine starren Struktursysteme, sondern sind abhängig von der subjektiven Wahrnehmung, den Erfahrungen und dem Verhalten der Art Mensch; sie sind unabhängig von einem in Raum und Zeit gewählten Aspekt und einer Ganzheitsvorstellung.
- Eine Häufung artgleicher Wesen (z.B. in der Stadt) bedarf einer Ordnung (Struktur), mit der sich jedes Individuum identifizieren kann, einer Sozialstruktur, eines strukturierten Lebensraumes. Das Individuum ist in hohem Grade abhängig von seinesgleichen.
- Innerhalb der sozialen und topographischen Grundstruktur muss sich das Individuum aber auch als solches mittels einer Identifikationsleistung (selbst-) bestätigen können.
- Diese Grundstruktur muss lebendig sein, sie muss sich dem jeweiligen Bewusstseinsstand anpassen können, sie darf die Evolution nicht hemmen. Sie muss also universell, kommunikativ, flexibel und dynamisch sein.

Dekomposition als Weg zur Lösung komplexer Probleme

Werkseminar für Bausysteme der Abteilung für Architektur an der ETH Zürich (Arbeitsgruppe 2).

Leitung:

Peter Steiger, SIA/BSP und **Urs Hettich**, SIA/SWB

Teilnehmer:

W. Cafilisch, **M. Vogel**, **G. Hänni**, **W. Widmann**, **E. Herensberger**, **J.-P. Prodozziet**
Dr. Werner Burckhardt, «Fides», Zürich, **Raymond Roth**, «Fides», und **Roger Rytz**, EDV und OR

Beratende

Mitarbeit:

1. Zielsetzung

Bei den meisten Bauaufgaben gilt es, ein Bedürfnis optimal zu befriedigen. Der bei der

Lösung dieser Aufgabe zurückzulegende Weg kann in folgende Einzelschritte geteilt werden:

- Formulierung des Bedürfnisses durch genaues Festlegen der Anforderungen
- Die Anforderungen sind auf vielfache Weise voneinander abhängig und bilden Punkte in einem komplex verwobenen Netz.
- Um die Aufgabe lösen zu können, zerlegen wir sie in überblickbare Teilprobleme.
- Die Teilresultate fügen wir zusammen: Synthese, Lösung des Problems.
- Materialisierung der Lösung, Bau des Prototyps, Auswertung der Erfahrung, Bau weiterer Prototypen.
- Serienproduktion, teilweise Befriedigung des Bedürfnisses.

Die Arbeitsgruppe hat sich mit dem Aufgabenbereich beschäftigt, welcher an die Formulierung des Bedürfnisses schliesst und bei den Entwurfsskizzen zum Prototyp endet.

2. Zerlegung eines komplexen Problems in lösbare Teilprobleme

Das menschliche Gehirn ist erstaunlich leistungsfähig. Dennoch genügt es nicht, um komplexe Aufgaben in ihrer Gesamtheit zu erfassen. Die Probleme werden darum bewusst oder unbewusst in überblickbare Teilaufgaben zerlegt. Diese Dekomposition kann auf drei Arten geschehen:

a) Unbewusste Dekomposition

Diese Arbeitsweise bietet nur bei verhältnismässig einfachen Aufgaben und für erfahrene Architekten Gewähr für das Auffinden der annähernd optimalen Lösung. Das Ergebnis bleibt abhängig von Stimmungen und Zufallseinflüssen.

b) Bewusste, konventionelle Dekomposition

Wir wählen Teilprobleme gemäss unserer Erfahrung aus (Situation, Grundriss, Konstruktion) und zählen für sie die Einflussfaktoren in folgender Gliederung möglichst vollständig auf:

- unabänderliche Bedingung. Darunter fallen zum Beispiel gesetzliche Vorschriften, Materialeigenschaften.
- Parameter. Unter diesem Begriff verstehen wir die zu Beginn der Aufgabe feststehenden Grössen (z.B. Grundstückfläche, Raumprogramm). Die Parameter sind zwar nicht unveränderbar (z.B. kann evtl. Terrain zugekauft werden) aber werden vorerst als bekannt angenommen.
- Variable. Hier finden die eigentlichen Entscheidungen statt; der Entwurf besteht darin, dass wir uns für einzelne der verschiedenen Möglichkeiten entscheiden.
- Zielfunktion. Unter diesem Begriff werden alle zu erreichenden Teilziele (z.B. Gewährleistung eines Funktionsablaufs, Wirtschaftlichkeit) aufgeführt.

Wir können nun die Einflussfaktoren graphisch darstellen, durch Linien aufzeigen mit welchen ändern sie evtl. zusammenhängen und durch die Wahl der Grösse für das Symbol den entsprechenden Einflussfaktor gewichten. Das resultierende Schema gibt an, inwiefern Einzelentscheide andere Entscheide präjudizieren und gibt eine Übersicht darüber, welche Variablen am stärksten verflochten sind, also in erster Priorität entschieden werden müssen.

Dieses Vorgehen zwingt uns zum lückelosen Durchdenken der Probleme und zu bewussten Entscheiden. Für komplexe Aufgaben wird aber das Geflecht der Abhängigkeiten sehr dicht und unübersichtlich, was uns zwingt, von allem Anfang an gemäss unserer Erfahrung in viele Teilprobleme aufzuteilen; diese sind voneinander nicht vollständig unabhängig, was zur Folge hat, dass die Summe der Teilproblemoptima nicht unbedingt das Gesamtproblemoptimum darstellt.

c) Mathematische Dekomposition

Dass der Schwierigkeitsgrad der Aufgabe mit zunehmender Komplexität steigt, ist offensichtlich. Vermehrtes Fachwissen ermöglicht das Erkennen vieler Zusammen-

hänge und steigt somit den Komplexitätsgrad zusätzlich. Wir werden gezwungen, zu Entflechtungsmethoden zu greifen, welche Gewähr dafür bieten, dass die Summe optimaler Lösungen für Teilprobleme zu einem annähernd optimalen Gesamtergebnis führt.

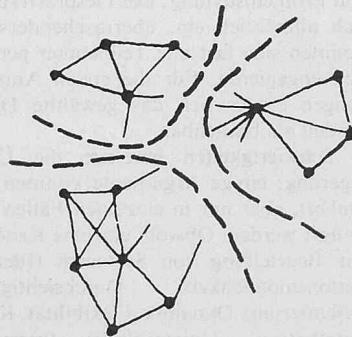
Eine solche mathematische Dekompositionsmethode beschreibt Christopher Alexander in seinem Buch «Notes on the Synthesis of Form». Er stellt dabei die Kriterien und die Abhängigkeiten als ungerichteten Graphen $G(M, L)$ dar, wobei er die Knoten als Kriterien, die Kanten als Abhängigkeiten bezeichnet.

Mit Hilfe einer mathematischen Methode gliedert Alexander das Gesamtproblem in Teilprobleme, wobei sichergestellt ist, dass die Teilprobleme mit einem Minimum von Abhängigkeiten (welche bei der Dekomposition zerschnitten werden müssen) zusammenhängen, was die Autonomie der Teilergebnisse gewährleistet. Die Summe der optimierten Teilergebnisse wird somit mit grosser Wahrscheinlichkeit zur Lösung des Problems.

Welches sind die Voraussetzungen für die Anwendung der Methode Alexander? Der Entwerfer stellt eine Liste aller massgeblicher Kriterien auf, wobei er beachten muss, dass:

- alle Kriterien etwa gleich sind in ihrem Umfang und ihrer Wichtigkeit,
- die Kriterien so unabhängig wie möglich voneinander sind,
- die Kriterien so spezifisch wie möglich sind.

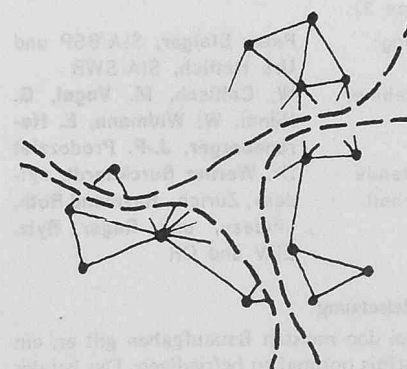
In einem zweiten Schritt werden die Kriterien numeriert und die Abhängigkeiten ausgewiesen (z.B. Kriterium 1 steht im



Aufteilung intuitiv. Es bleiben bis zu zwölf Abhängigkeiten unberücksichtigt

- Kriterium
- Abhängigkeit
- - - - Aufteilung in Teilprobleme

Aufteilung mathematisch. Es bleiben sechs Abhängigkeiten unberücksichtigt



Zusammenhang mit Kriterien 13, 27, 39 usw.) Eine Gewichtung der Abhängigkeiten erfolgt nicht, sie wird durch die Forderung nach gleichem Gewicht der Kriterien umgangen.

Für die Festlegung der Kriterien und der Abhängigkeiten arbeitet man mit Vorteil im Team, um möglichst objektive Resultate zu erhalten. Der Graph ist nun bestimmt. (Mathematische Formulierung des Problems.) Mit Hilfe eines mathematischen Dekompositionsverfahrens wird er unter Zuhilfenahme eines Computers in einzelne Teilprobleme aufgeteilt, wobei das mathematische Modell so ausgelegt ist, dass dabei ein Minimum von Abhängigkeiten zerschnitten wird. Als Resultat liegen praktisch voneinander unabhängige Teilgraphen vor, das heisst es ist eine hierarchische Gliederung des Problems möglich, welche weitgehend unbelastet von traditionsgebundenen Gedankenschemen ist.

3. Die Lösung eines Teilproblems

Keine der beschriebenen Arten von Dekomposition dient der Problemlösung an sich; alle verfolgen ausschliesslich den Zweck, lösbare Teilprobleme zu isolieren. Im folgenden soll nun anhand des von Dr. W. Burckhardt (Fides) bearbeiteten Teilproblems (Optimierung der räumlichen Anordnung von Teilelementen) gezeigt werden, dass auch für die Optimierung der Teilprobleme neue Mittel eingesetzt werden können.

Die nachfolgend besprochenen Arbeitsmethoden eignen sich für planerische Aufgaben und die Grundrissgestaltung (vor allem Industrieplanung, Bürohäuser, Spitäler). Es geht um die Nutzung von Räumen, bei welchen zwischen fixen Arbeitsplätzen Beziehungen in Form eines Personen- oder Materialflusses bestehen (Layout-Planung). Bereits bei einer Anordnung von nur acht Funktionseinheiten entstehen 40000 Möglichkeiten. Für Probleme mit mehr als sechs Funktionseinheiten ist deshalb der Einsatz eines Computers sinnvoll. Die Aufgabe besteht darin, nach bestimmten Kriterien (Zeitdauer, Weglänge, Transportkosten) Räume optimal zu ordnen. Wir unterscheiden zwei hauptsächliche Optimierungsfälle:

- Fall 1: Vorgegeben ist der Grundriss und der Flächenbedarf für die Funktionseinheiten. Gesucht ist die Anordnung der Funktionseinheiten auf den Plätzen = räumlich gebundene Optimierung.
- Fall 2: Gegeben ist der Flächenbedarf der einzelnen Funktionseinheiten. Gesucht der Grundriss und die Anordnung der Funktionseinheiten = räumlich ungebundene Optimierung.

Die mathematische Formulierung des Problems führt zu einem quadratischen Programm. Der rechnerische Aufwand steigt mit zunehmenden Anforderungen. Im folgenden werden die wesentlichen Verfahrensarten skizziert:

- Optimale Verfahren: Hier suchen wir das einzige und genaue Optimum. Der Rechenaufwand wird sehr hoch; das quadratische Zuordnungsproblem wird in eine Menge linearer Zuordnungsprobleme übergeführt. Dieses Vorgehen rechtfertigt sich nur für kleinere Aufgaben.

Die folgende Tabelle gibt Hinweise auf den rechnerischen Aufwand beim Einsatz der Verfahren:

Verfahrensart	Verfahren	Anzahl zuzuordnender Elemente	Computertyp	Zeitbedarf
optimal	B+B (G+P)	8	IBM 7074	2520 s
suboptimal	Craft	20	IBM 7090	36 s
heuristisch	Corelap	12	CDC 6500 (Fides)	10 s (CP-Zeit)

- *Suboptimale Verfahren:* Hier wird nicht mit Sicherheit ein globales Optimum ermittelt, sondern man begnügt sich mit einem lokalen Optimum. Diese Verfahren sind auch dreidimensional anwendbar und bedingen einen viel kleineren Rechenaufwand.
- *Heuristische Verfahren:* Bei diesen Verfahren wird zur Verminderung des Aufwandes – was die Güte der Lösung beeinträchtigt – zusätzlich die menschliche Intuition zu Hilfe genommen. Dieses Verfahren eignet sich für räumlich freie Probleme, Grundrissentwürfe. Da die genaue Ermittlung der der Berechnung zugrunde zu legenden Ausgangswerte vorläufig auf Schwierigkeiten stösst und damit gewisse Ungenauigkeiten in Kauf genommen werden müssen, genügen in der Praxis heuristische Verfahren, die ausserdem mit einem wesentlich geringeren Aufwand verbunden sind.

Man darf nicht erwarten, dass die Ergebnisse einer Optimalisation direkt anwendbar sind und dass der Computer praktisch den Grundriss zeichnet. Dagegen bieten sie ein wertvolles neues Hilfsmittel für den Architekten, um besonders komplexe Bauaufgaben mit grösserer Sicherheit, Genauigkeit und Objektivität zu planen. U.H.

Zusammenfassung von Dr. sc. techn. Werner Burckhardt, M. S., Operations Research-Gruppe, «Fides»-Treuhand-Vereinigung

Unter dem Begriff «Layout» versteht man in der Architektur und der Betriebswissenschaft die Anordnung von Funktionseinheiten an Plätzen. Konkreter ausgedrückt, werden hierbei Probleme bezüglich der Anordnung von Räumen verschiedener Nutzungsarten innerhalb eines Gebäudes oder auch Probleme der Anordnung von Gebäuden innerhalb von Gebäudegruppen behandelt.

Der Einsatz von mathematischen und computergeeigneten Planungsmethoden erscheint für die Layout-Planung wegen des mathematischen Charakters des Problems und wegen des grossen Aufwands bei der Gewinnung einer optimalen Lösung sehr vielversprechend.

Im folgenden wird anhand der Darstellungen auf der Wandtafel der Ablauf einer Layout-Planung dargestellt. Nach Abschluss von Untersuchungen des ausser- und innerbetrieblichen Einflussbereichs der Bauaufgabe, von manchen die archaische Phase genannt, müssen die *räumlichen und nutzungsbedingten technischen Anforderungen*, wie auch *relevante Kostengrössen* definiert werden. Dieser Abschnitt ist auf der Wandtafel mit A bezeichnet worden.

Als sehr wesentlich für die Layout-Planung ist der *Betriebsablauf* zu betrachten, der in dem zu erstellenden Bau stattfindet. Darunter versteht man die Art und die Häufigkeit von

Beziehungen und Verknüpfungen zwischen den Funktionseinheiten des Betriebssystems. Als Beziehungsarten treten dabei Personen-, Material- und Informationsflüsse auf. Diese Flüsse, häufig auch Kommunikations- oder Verkehrsflüsse genannt, lassen sich mit Hilfe von Aggregationsverfahren zusammenfassen. In der Phase B auf der Wandtafel ist ein Schema zur Erfassung und Darstellung von Beziehungen zwischen Funktionseinheiten abgebildet. Dieses Schema für eine zahlenmässige Erfassung der Beziehungen wird allgemein Dreiecksmatrix genannt und dient als notwendige Eingabe für die sich anschliessende Layout-Optimierung. Die Daten aus der Dreiecksmatrix lassen sich graphisch in dem den Architekten geläufigen Beziehungsschema darstellen.

Mit quantitativen Angaben bezüglich der räumlichen Anforderungen, des gesamten Betriebsablaufs und der relevanten Kosten ist es nun möglich, Verfahren zur *Layout-Optimierung* einzusetzen. Dieser Abschnitt wird in der Phase C behandelt.

Es sei an dieser Stelle betont, dass die bestehenden Verfahren Näherungsverfahren sind und dass gegenwärtig keine Verfahren existieren, die bei wirtschaftlich vertretbarem Aufwand ein Optimum im streng mathematischen Sinn berechnen.

Von den bekannten Verfahren werden die Verfahren dargestellt:

CRAFT – Computerized Relative Allocation of Facilities Technique

Durchlässigkeit

Studie zur Entwicklung eines Strukturkoordinators

Von N. Novotny, dipl. Ing., Arch., Zürich.
Mitarbeiter: X. Nauer, cand. arch.

Einleitung

Systeme sind im ontologischen Sinn Denkmodelle. Überträgt man den Systembegriff auf ein Bauwerk mit seinen vielen Bindungen an ein Environment, so genügt es nicht mehr, mit einem Modell zu arbeiten. Im Sinne einer gesamtheitlichen Betrachtungsweise können wir nun von Strukturen sprechen. In jedem Bauwerk überlagern sich eine grosse Anzahl von Strukturen. Es können dies Funktionsabläufe, Verkehrslinien, Installationsnetze, oder allgemein ausgedrückt, strukturierte Vorgänge in Zeit und Raum sein. Planung bedeutet Koordination dieser Strukturen. In der Praxis geschieht dies durch Besprechungen mit Spezialisten, durch Gutachten usw. Wenn dieser Prozess durch eine Methode erfasst werden soll, muss man einen gemeinsamen Nenner, einen Koordinationsausdruck finden, durch den Strukturen verglichen und erfasst werden können. Unsere

CORELAP – Computerized Relationship Layout Planing

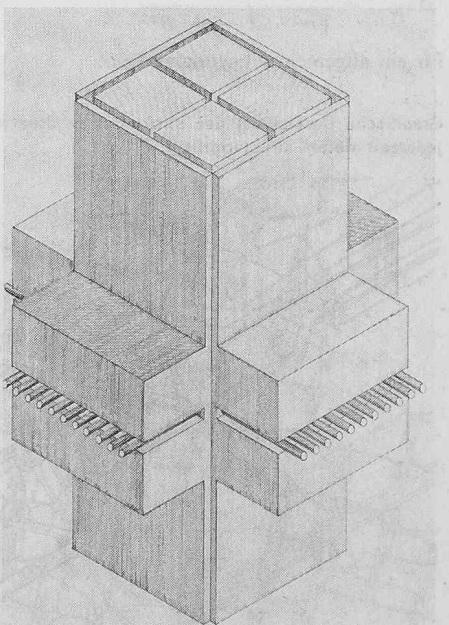
Das Verfahren CRAFT scheint für die räumlich gebundene Optimierung, das heisst die Bestimmung optimaler Anordnungen von Funktionseinheiten unter Berücksichtigung eines vorgegebenen Grundrisses und gewisser Beschränkungen, sehr geeignet zu sein. Das Verfahren verläuft in der Weise, dass man zunächst eine beliebige Ausgangsanordnung bildet. Diese wird in einem Iterationsprozess laufend verbessert, bis sich eine Anordnung ergibt, die nach diesem Iterationsverfahren nicht mehr verbessert werden kann.

Das Verfahren CORELAP scheint eher für die räumlich freie Optimierung, das heisst die Bestimmung räumlicher Anordnungen ohne Berücksichtigung irgendwelcher Beschränkungen, geeignet zu sein. Bei diesem Verfahren wird je Rechenstufe eine Funktionseinheit angeordnet. Wie aus den Darstellungen in Phase C auf der Wandtafel erkenntlich ist, entsteht dabei der Eindruck des Wachstums der Anordnung.

Bei beiden Verfahren wird die sogenannte *Zielfunktion*, die Summe der Produkte von Entfernung und Verkehrshäufigkeit zwischen je zwei Funktionseinheiten, minimiert. Beide Verfahren gestatten eine Bearbeitung von Problemen mit maximal 50 Funktionseinheiten, wobei die Rechenzeit bei CORELAP um ein Mehrfaches geringer ist. Das Verfahren CRAFT berücksichtigt jedoch mehr Beschränkungen, wie sie in der Praxis üblich sind, und ist auch auf den dreidimensionalen Fall anwendbar.

Im allgemeinen verlangt ein Computer-Output, wie er in den Phasen C und D dargestellt ist, durch den Architekten eine Umsetzung in einen baubaren Entwurf.

In dieser Phase D wird besonders gut ersichtlich, dass diese Verfahren neue Hilfsmittel für den Architekten sind, die es ihm gestatten, *objektiver, schneller, billiger, genauer* und häufig auch *umfassender* zu planen und zu entwerfen.



Durchlässigkeitsknoten für eine Zelle (Stadtbausystem Dörrnach)