

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

Artikel: Durchlässigkeit: Studie zur Entwicklung eines Strukturkoordinators
Autor: Novotny, N. / Nauer, X.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-70713>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

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

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 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 äusser- 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 Beziehungs-schema 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 Denkmäler. 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

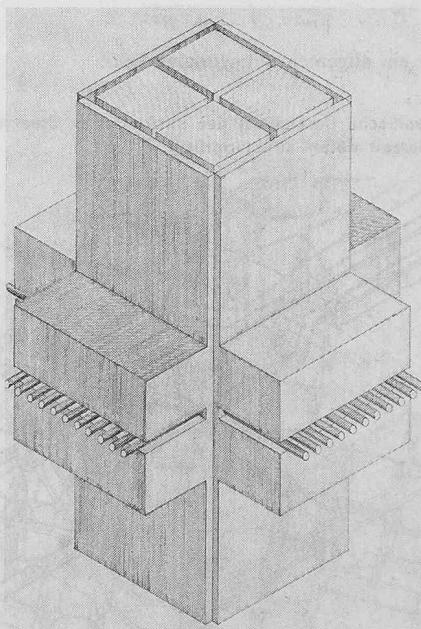
Das Verfahren CRAFT scheint für die räumlich gebundene Optimierung, das heißt die Bestimmung optimaler Anordnungen von Funktionseinheiten unter Berücksichtigung eines vorgegebenen Grundrisses und gewisser Beschränkungen, sehr geeignet zu sein. Das Verfahren verläuft in der Weise, dass man zunächst eine 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 erkennbar ist, entsteht dabei der Eindruck des Wachses 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 Computeroutput, 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.

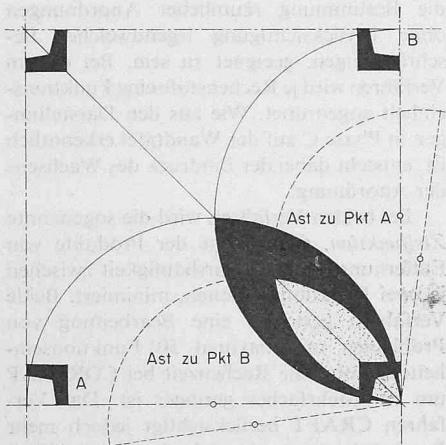


Durchlässigkeitsskizze für eine Zelle (Stadtbausystem Dornach)

Studien sind als erster Versuch in diese Richtung gedacht.

Begriffe

Bausysteme eignen sich auf Grund ihrer Determinierbarkeit sehr gut für eine anfängliche Analyse. Strukturüberlagerung bedeutet meist Durchdringung von Strukturen. Wenn für einen ersten einfachen Fall vier im Rechteck angeordnete Stützen in ebener Projektion als Primärstruktur angenommen werden, so steht für eine Durchdringung mit anderen Strukturen der Lichtraum zwischen den einzelnen Stützen zur Verfügung. Je nach Richtung der Durchdringung ändert sich dieser Lichtraum.



Quantitative Darstellung der Durchlässigkeit
in einem Stützquadranten (Ablesung der Werte
als Radien vom Ausgangspunkt)

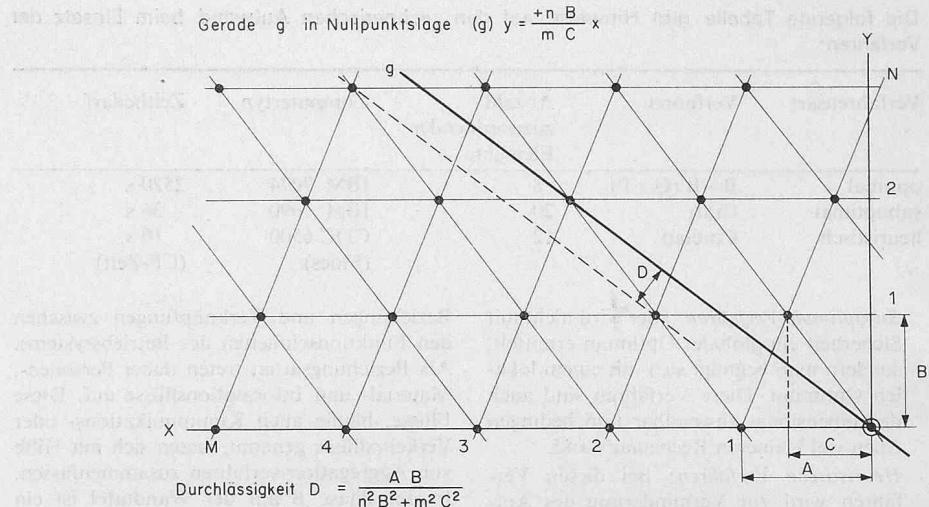
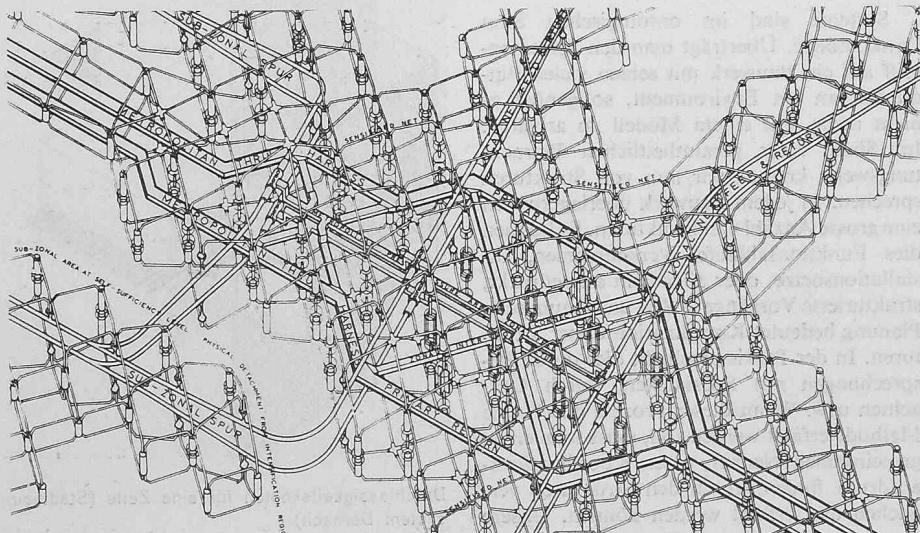
Im allgemeinen müssen wir uns aber mit einem Feld von Stützen befassen. Während die Maximalwerte der vier Stützen (also jene Fälle, wo sich eine Reihe von Stützen in der Blickrichtung überdecken) auch hier gelten, gibt es für die Zwischenrichtungen nun immer wieder neue Stützen, welche die Durchlässigkeit vermindern.

Mathematisch ist die Durchlässigkeit eines Stützenfeldes in einer Formel fassbar

$$D_{Ebene} = \frac{A \cdot B}{\sqrt{m^2 \cdot C^2 + n^2 \cdot B^2}}$$

für ein allgemeines trigonales Feld.

Graphische Darstellung des strukturierten Stadtraumes (nach aussen und nach innen ausweiterbar, jederzeit weiter strukturierbar)



Wird durch Verschiebung einer Punktreihe das Feld orthogonal, so geht C in A über. Wird A gleich B, so ist das Feld quadratisch.

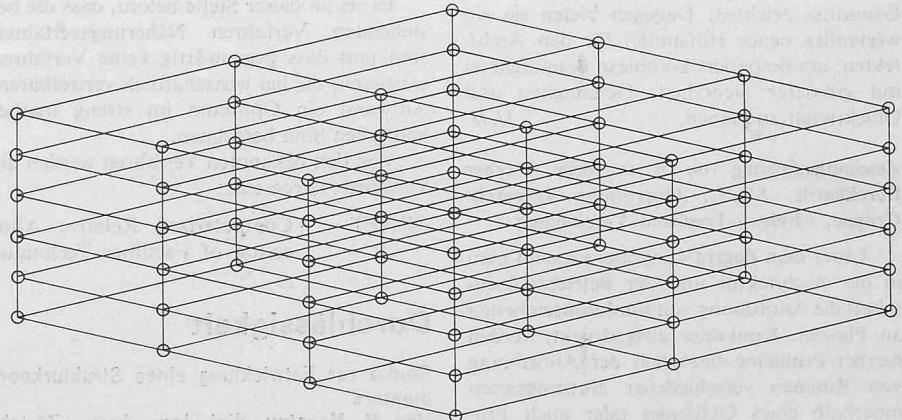
Die gleiche Untersuchung soll nun auf räumliche Verhältnisse ausgedehnt werden. Während bei ebenen Feldern die Durchlässigkeit eindimensional, also eine Strecke ist,

nimmt sie im Raum quadratische Dimension an, sie wird eine Fläche. Zusammen mit der zugeordneten Richtung entsteht ein Durchdringungsprisma.

Man kann die Durchlässigkeitsgrösse im Raum nun folgendermassen ausdrücken:

$$D_{Raum} = f(l, m, n, a, b, c)$$

Plotterzeichnung einer Netzprojektion (fünf, drei und zwei Felder). Blickrichtung Raumdiagonale



Anwendung

Die meisten Strukturen, die wir am Bau zu koordinieren haben, lassen sich als Funktionen in Zeit und Raum beschreiben. Eine Verkehrsstruktur zum Beispiel ist eine Funktionslinie, der eine räumliche Ausdehnung in der Zeit zugeordnet ist. Installationsstrukturen sind Durchdringungslien mit räumlichen Dimensionierungsfaktoren. Ein Produktionsvorgang entwickelt sich in Zeit und Raum. Drücken wir nun sämtliche Strukturen mit ihrem Durchlässigkeitsfaktor oder ihrem Bedarf an Durchlässigkeit aus, so lassen sie sich rechnerisch überlagern. Erste Versuche haben uns auch gezeigt, dass der Vorgang im Computer simulierbar ist und damit auch komplexe Aufgaben in verhältnismässig kurzer Zeit zu lösen sind. Es entsteht damit ein dynamisches Planungsmodell, das immer wieder nach gewissen Gesichtspunkten optimierbar ist und von der Idee der Ganzheit ausgeht.