Zeitschrift: Werk, Bauen + Wohnen

Herausgeber: Bund Schweizer Architekten

Band: 79 (1992)

Heft: 7/8: Fritz Haller

Artikel: Intelligente CAD-Systeme : Instrumente für die Planung und Verwaltung komplexer Gebäude

Autor: Drach, Angelika / Hovestadt, Ludger

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-60104

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: 15.07.2025

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

Angelika Drach, Ludger Hovestadt

Intelligente CAD-Systeme – Instrumente für die Planung und Verwaltung komplexer Gebäude

Die Forschungsarbeiten am Lehrstuhl von Fritz Haller sind eng mit seiner Arbeit als Architekt verbunden. Er befasst sich seit drei Jahrzehnten vorrangig mit der Frage, welche Strukturen Gebäude besitzen müssen, damit sich ihre Nutzung bei Bedarf ändern kann, ohne dass dadurch grosse Bau- und Organisationsprobleme entstehen. Diese Frage wurde in den fünfziger und sechziger Jahren von vielen Architekten als eher ästhetisch-konzeptionelles Problem akzeptiert; sie wurde dann in den siebziger Jahren – aber teilweise bis zum heutigen Tag – von vielen Architekten als funktionalistischer Fetisch abgetan. Ihre Beantwortung ist heute, insbesondere im Produktions- und Dienstleistungsbereich, zur Notwendigkeit geworden.

Neue Bürogebäude beispielsweise müssen nicht nur wegen interner Nutzungsänderungen laufend umgebaut werden. Sie enthalten auch eine Vielzahl von Datennetzen zum Betreiben der energetischen Gebäudedienste (Kühlen, Heizen, Lüften, Beleuchten usw.), wegen der verschiedensten Sicherungsdienste (Zutritt, Aufzug, Feuer usw.) und wegen der ständig voranschreitenden Büroautomatisierung, die ihrerseits in nur kurzen Abständen neu installiert, umgebaut und erweitert werden muss. Die als statisch geltenden Gebäude wandeln sich bei steigender Komplexität immer mehr zu dynamischen Objekten.

Um solche Gebäude bauen zu können, hat Fritz Haller Gebäudebaukästen entwickelt, so zum Beispiel Anfang der siebziger Jahre das Midi-System, einen idealtypischen Baukasten für mehrgeschossige Gebäude mit mittleren Spannweiten, in dem alle bestimmenden Komponenten elementiert sind und in modular organisierten Beziehungen zueinander stehen. Er unterscheidet sich von anderen Baukästen, weil er die haustechnischen Leitungsnetze gleichwertig neben dem Rohbau, dem Innenausbau und der Fassade als konstituierendes Teilsystem des Gebäudes behandelt. Seit Ende 1981 arbeiten wir am Forschungsprojekt ‹Planung, Betrieb und Unterhalt von Leitungssystemen in hochinstallierten Gebäuden›. In den ersten Jahren ist es uns gelungen, die Verlegregeln des Midi-Systems zu einem allgemeinen Installationsmodell zu entwickeln, das auch bei konventionell erstellten Gebäuden anwendbar ist. Seit 1987 arbeiten wir an einem ‹Intelligenten CAD-System›, das nach diesem Modell arbeitet.

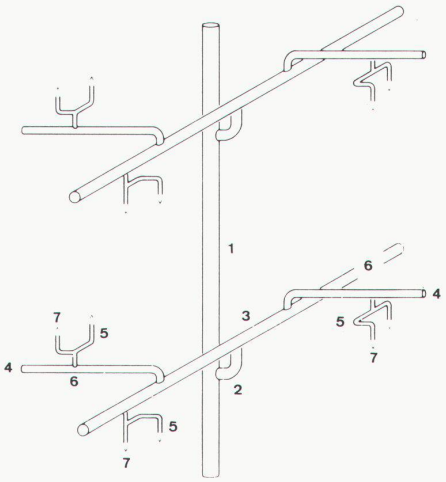
Die aktuelle Arbeit hat drei Ziele: Erstens soll ein adäquates Instrument für die Layoutplanung von Leitungsnetzen entstehen, zweitens soll das Instrument über die Neu- und Umplanung hinaus für die Verwaltung der Leitungsnetze geeignet sein, und drittens soll es ein Beispiel für die Bearbeitung ähnlicher Ingenieuraufgaben geben.

Das Installationsmodell Armilla

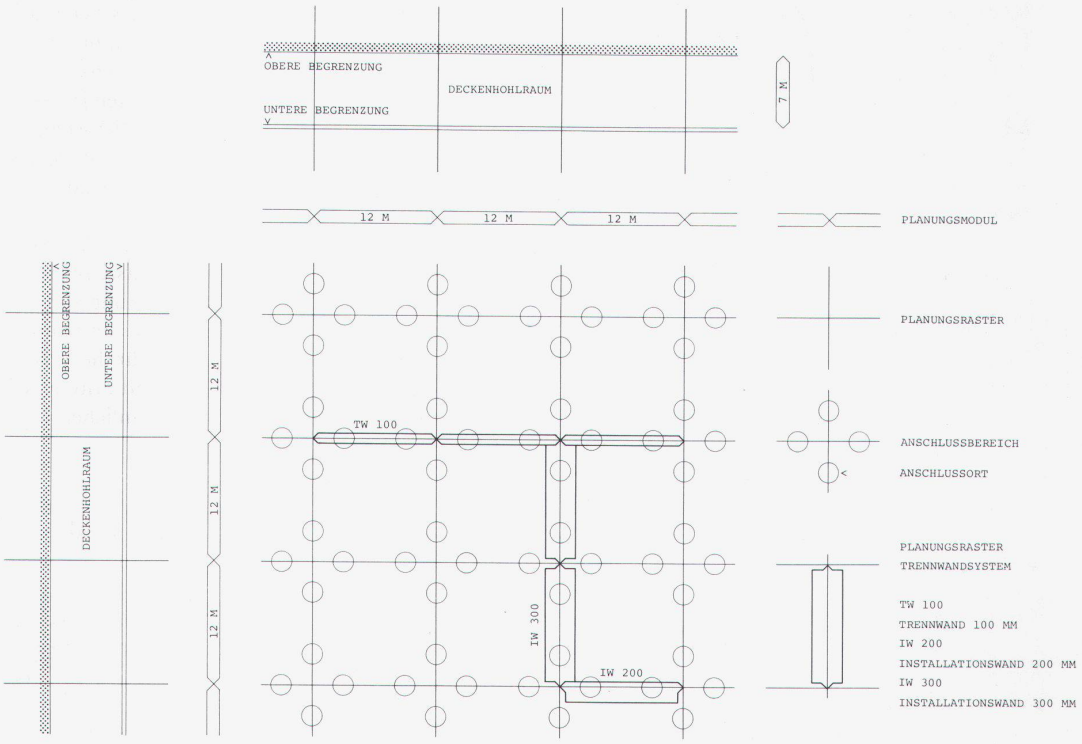
Das komplexeste Teilsystem eines Gebäudes sind die Gebäudeinstallationen. Für sie wurde das allgemeine Installationsmodell Armilla entwickelt. Die grundlegenden Prinzipien dieses Modells erscheinen auf viele verwandte Ingenieuraufgaben übertragbar.

Armilla umfasst – aufeinander abgestimmt – ein dreidimensionales Planungsraster und Regeln für das Verlegen der Leitungen. Das Planungsraster gliedert den Deckenhohlraum, in dem die Leitungen verlegt werden sollen, in virtuelle Raumeinheiten. Die Verlegeregeln nehmen auf diese Einheiten Bezug, indem sie besagen, unter welchen Bedingungen sich dort welche Leitungen befinden können. Die Leitungsnetze lassen sich mit diesen Mitteln systematisch und weitgehend konfliktfrei planen. Konflikte, die dennoch auftreten, werden eindeutig als solche ausgewiesen. Armilla ist nicht an bestimmte baukonstruktive und geometrische Gegebenheiten gebunden. Diese sind nur objektspezi-

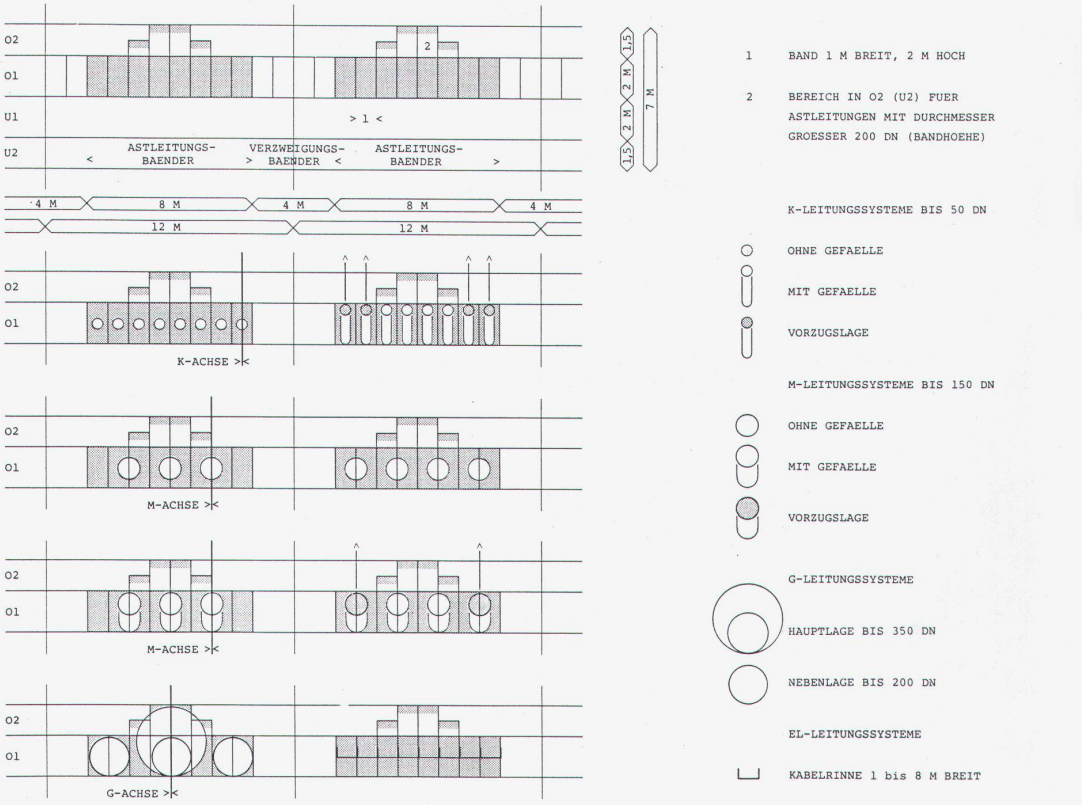
Armilla-Installationsmodell
Modèle d'installation Armilla
Armilla installation model



Leitungssystem, Hauptbegriffe: 1 Stammleitungen, 2 Astansatzleitungen, 3 Hauptastleitungen, 4 Nebenastleitungen, 5 Zweigleitungen, 6 Anschlussbereich, 7 Anschluss
Réseau de conduites, désignations principales: 1 conduite d'amenée, 2 branchement de départ, 3 conduite principale, 4 conduite secondaire, 5 conduite de dérivation, 6 zone de raccordement, 7 raccordement
Installation system, main concepts: 1 basic (trunk) installation systems, 2 branch attachment installation systems, 3 main branch installation systems, 4 secondary branch installation systems, 5 twig installation systems, 6 connection area, 7 connection

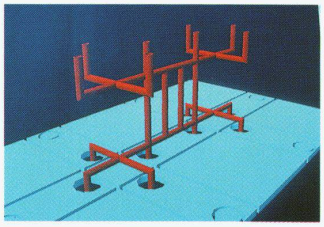


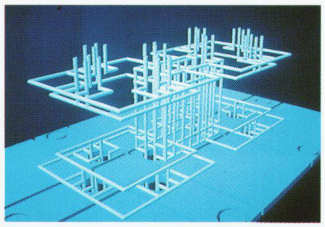
Planungsgeometrie mit schematischem Schnitt durch den Deckenhohlraum
Géométrie du tracé avec coupe schématique sur le vide du plafond
Planning geometry with a schematic section through the hollow ceiling



Lage der Astleitungen im Deckenhohlraum. Entsprechend ihrem Querschnitt werden K-Leitungssysteme (kleine Querschnitte, wie z.B. Wasserleitungen, Heizleitungen), M-Leitungssysteme (mittlere Querschnitte, wie Abwasserleitungen), G-Leitungssysteme (grosse Querschnitte, vor allem Lüftungsleitungen) und EL-Leitungssysteme (Elektrokabelrinnen) unterschieden. Ein Leitungssystem belegt je nach Klassifizierung ein, zwei oder mehrere Bänder.
Implantation des conduites principales dans le vide du plafond. En fonction de leur section, on distingue les réseaux de conduites K (faibles sections telles que conduites d'eau, de chauffage), les réseaux de conduites M (sections moyennes telles que conduites d'évacuation), les réseaux de conduites G (grandes sections, notamment gaines de ventilation) et les réseaux de conduites électriques (chemins de cables). Selon sa classification, un réseau de conduites occupe une, deux ou plusieurs bandes.
Position of the branch installation systems in the hollow ceiling. The systems are classified as K installation systems (small cross-sections, for example water and heating systems), M installation systems (medium cross-sections, for example sewage systems), G installation systems (large cross-sections, in particular ventilation systems) and EL installation systems (electro cable ducts). Each installation system occupies one, two or three strips according to its classification.

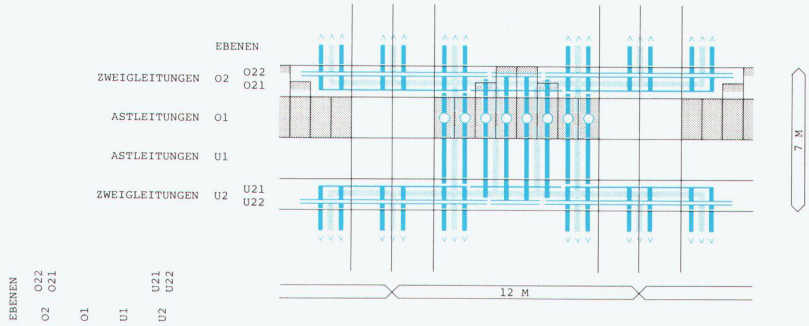
Überlagerung von M- und K-Leitungssystemen im Anschlussbereich
Superposition de réseaux de conduites M et K au droit des raccordements
Superimposition of M and K installation systems in the connection area



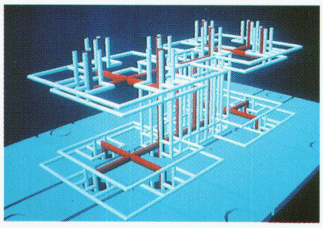


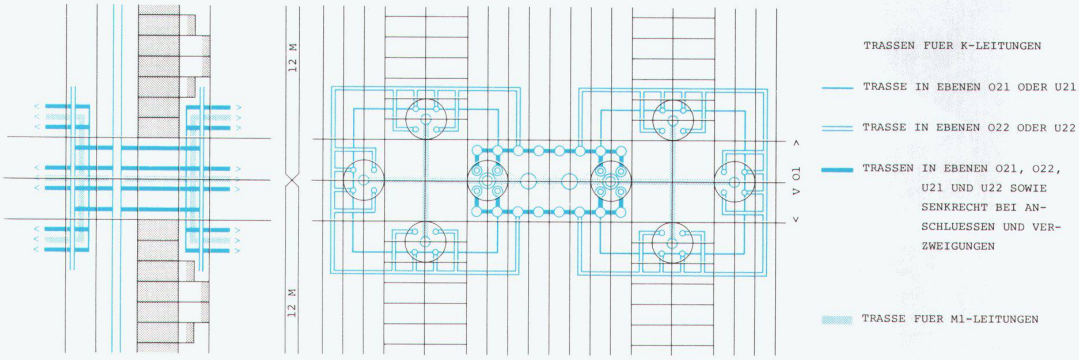
M-Leitungssystem
Réseau de conduites M
M installation system

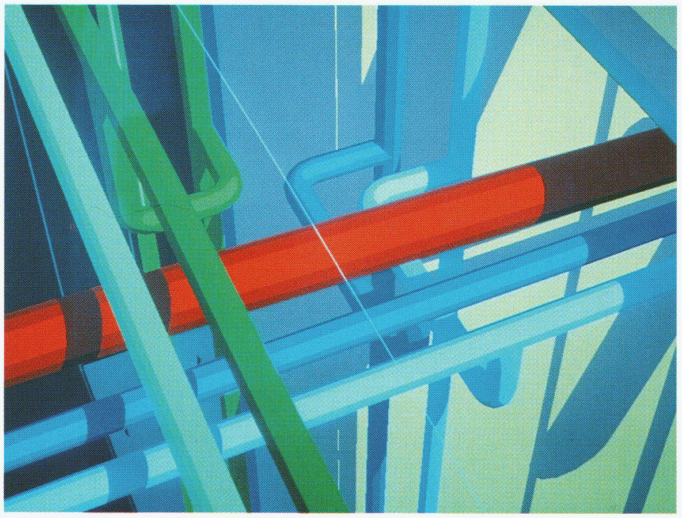
K-Leitungssystem
Réseau de conduites K
K installation system



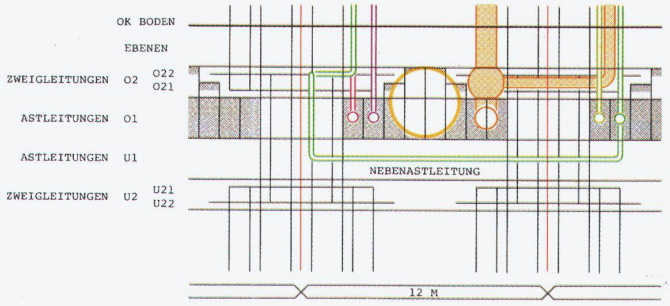
Überlagerung
Superposition
Superimposition

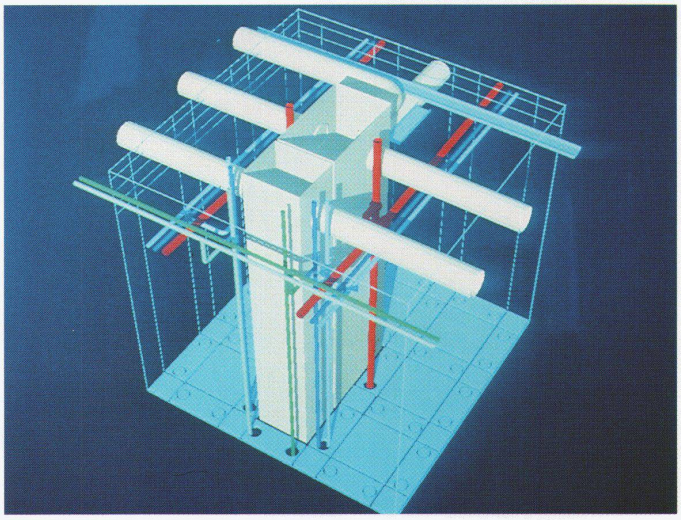


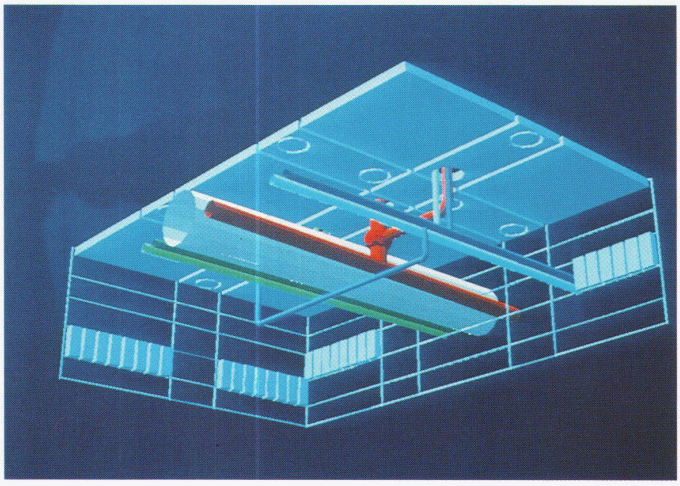


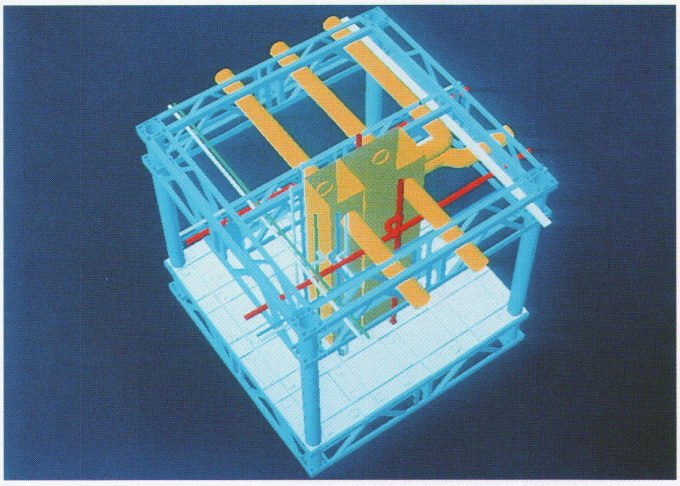


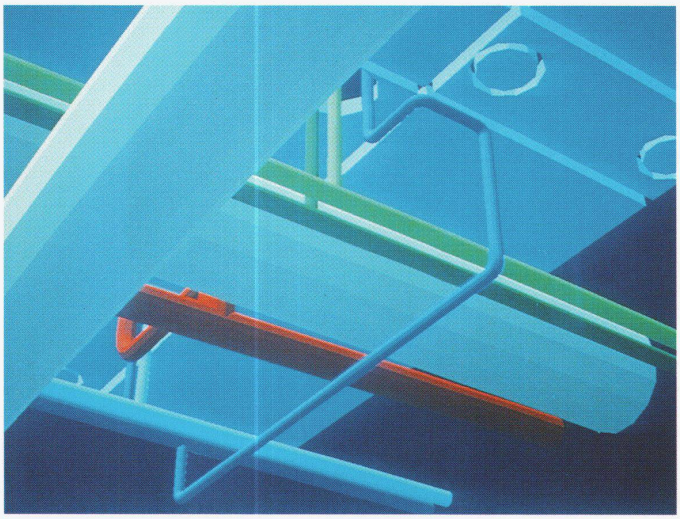
Detail Überlagerung der Trassen verschiedener Medien
Détail de tracés superposés pour divers fluides
Detail of the superimposition of the tracks of various media











Installationsschacht mit Stammleitungen verschiedener Medien; dargestellt in der Armilla-Planungsgeometrie (oben) und eingebaut in einem Midi-Rasterfeld (unten)
Gaine d'installation avec conduites d'amenée pour divers fluides; représentation en géométrie de planification Armilla (en haut) et intégrée dans une travée de réseau Midi (en bas)
Installation shaft with basic systems of different media; shown in Armilla planning geometry (above) and integrated in a midi grid area (below)

Deckenhohlraum mit Darstellung der Unterfahrung einer G-Leitung durch eine K-Nebenastleitung
Vide de plafond montrant le passage d'une conduite secondaire K sous une conduite G
Hollow ceiling showing a K installation system underpassing a G installation system

fische Rahmensetzungen, die die Freiheiten des allgemeinen Modells einschränken. Armilla kann auch bedingt an diese Rahmensetzungen angepasst werden.

Das dreidimensionale Planungsraster kann in einen Satz von Anordnungsschablonen überführt werden. Eine Schablone beschreibt mögliche geometrische Orte für die Anordnung einer Klasse von Bauteilen. Um ein Bauteil anzuordnen, projiziert man die entsprechende Schablone auf den jeweiligen Grundriss. Dabei erweisen sich die ausgewiesenen Orte entweder als frei oder als belegt. Das Bauteil wird angeordnet, indem man einen freien Ort der Schablone mit diesem Bauteil belegt. Anschliessend kann der Planer zur Anordnung anderer Bauteile die Schablone wechseln oder neue Bauteile frei, also ohne eine Schablone zu benutzen, anordnen. Die Schablonen ermöglichen eine dichte Integration verschiedener Bauteile, wenn sie aufeinander abgestimmt sind. Armilla beschreibt in diesem Sinne einen Satz abgestimmter Schablonen für die Layoutplanung von Leitungsnetzen.

Die Planungsstufen von Armilla

Armilla umfasst fünf Planungsstufen. In der ersten Stufe wird das zu installierende Gebäude Bauteil für Bauteil eingegeben, zum Beispiel über eine Auto-CAD-Schnittstelle. Anschliessend werden Prinziplayouts für die verschiedenen Leitungsnetze erstellt (= Linienleitungsplanung). Die hier eingesetzten Schablonen sorgen für realisierbar erscheinende Leitungsdichten. Im nächsten Schritt wird mit dem Wissen ungefährer Querschnitte Platz für die sogenannten Astleitungen reserviert. Das sind die Leitungen, die die grossen Entfernungen im Deckenhohlraum zurücklegen. Die Schablonen übernehmen hier die räumliche Koordination der Leitungen. Jetzt wird Platz für die sogenannten Zweigleitungen reserviert, jene Leitungen, die weitgehend lokal von den Astleitungen aus die Geräte verbinden. Auch dazu gibt es Schablonen, die die räumliche Koordination sichern. Nach Abschluss dieser Planungsstufe ist garantiert, dass die Leitungen ohne geometrische Konflikte verlegt werden. Dies geschieht im letzten Planungsschritt, in dem die Leitungen quasi in die Räume einziehen, die für sie zuvor reserviert wurden. Die Elementierung der Leitungsnetze wird ebenfalls über Schablonen geregelt.

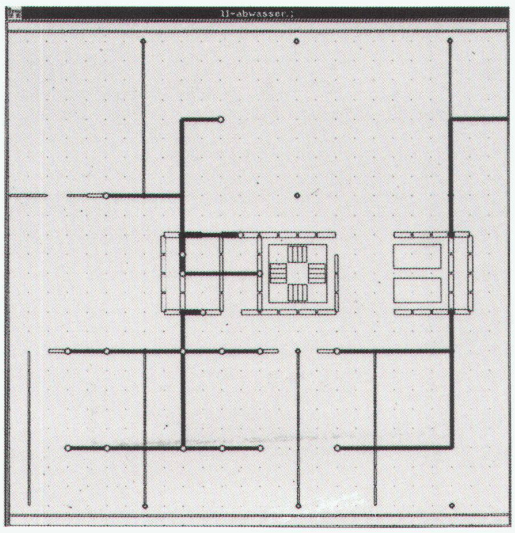
Die Planungsstufen im CAD-System

Das CAD-System unterstützt die Planungsstufen von Armilla und verwaltet deren Übergänge. Eine Planungsstufe beschreibt, welche Art von Daten wie behandelt werden kann. Für diese gezielte Selektion und Manipulation von Daten wurde das Konzept der Monitore entwickelt. Sie selektieren die für eine bestimmte Planungsstufe relevanten Daten und stellen sie übersichtlich dar. Gleichzeitig werden CAD-Werkzeuge bereitgestellt, die eine einfache grafisch orientierte Manipulation der dargestellten Daten im Monitor erlauben. Ziel einer Planungsstufe ist es, die Bauteile, die noch nicht in ihr dargestellt sind, mit den dazu erforderlichen Details zu versehen, um sie auf ihre Stufe zu heben; Ziel der Planung ist es, alle Bauteile in die höchste Planungsstufe zu heben.

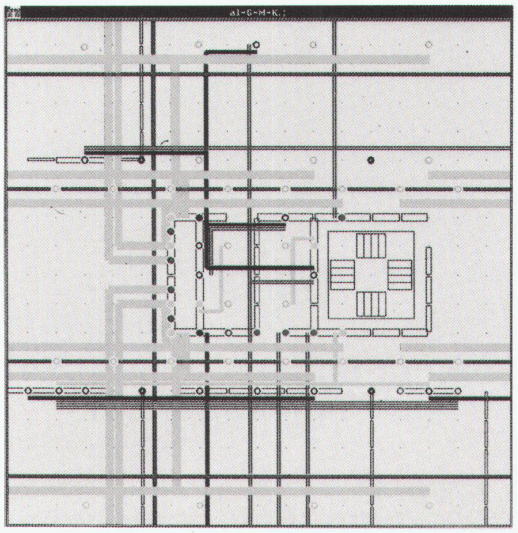
Da ein Planungsprozess zyklisch verläuft und nicht linear, werden im CAD-System die fünf beschriebenen Planungsstufen parallel vorgehalten. Dadurch kann man eine komplexe Planungssituation gleichzeitig unter verschiedenen Aspekten darstellen und manipulieren. Das ist zum Beispiel bei einer Erweiterungs- oder

Armilla-Operationsmodell, typische Monitoren der Planungsstufen
Modèle d'opération Armilla, moniteurs typiques des phases de planification
Armilla operational model, typical monitors for the planning stages

Linienplan M-Leitungssystem Abwasser
Plan des lignes de conduites d'un réseau M, canalisations
Line routing plan for the M sewage installation system



Trassenplan G-, M-, K- und EL-Astleitungen
Tracé comportant des conduites G, M, K et EL
Track plan of G, M, K and EL branch installation systems



Umplanung nötig. Hier muss die neue Planung, beginnend auf der niedrigsten Planungsstufe (Linienleitungsplanung) mit den schon vorhandenen Bauteilen koordiniert werden. Deshalb kann jedes Bauteil in allen Planungsstufen gleichzeitig dargestellt und behandelt werden.

Die Komponenten des CAD-Systems

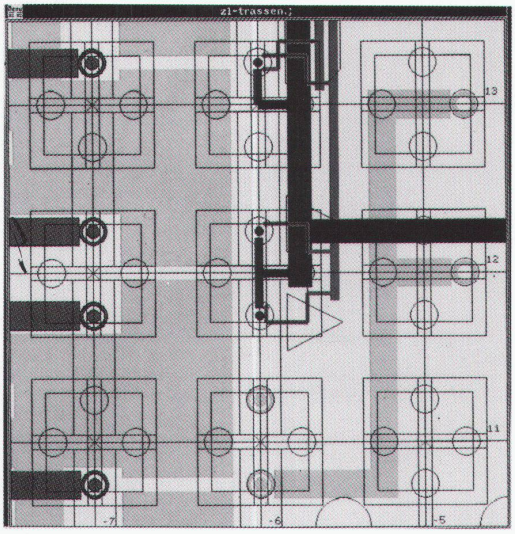
Voraussetzung für einen weitgehenden Computereinsatz ist ein Datenmodell, das eine möglichst genaue Abbildung des beplanten Gebäudes ist. Dabei entspricht jedem planungsrelevanten Gebäudeobjekt ein Datenobjekt und jeder planungsrelevanten Eigenschaft eines Planungsobjektes eine Datenzelle des korrespondierenden Datenobjektes. Dieses Datenmodell ist notwendigerweise so komplex, dass es nicht auf einen Blick zu überschauen ist. Die Monitore machen das möglich.

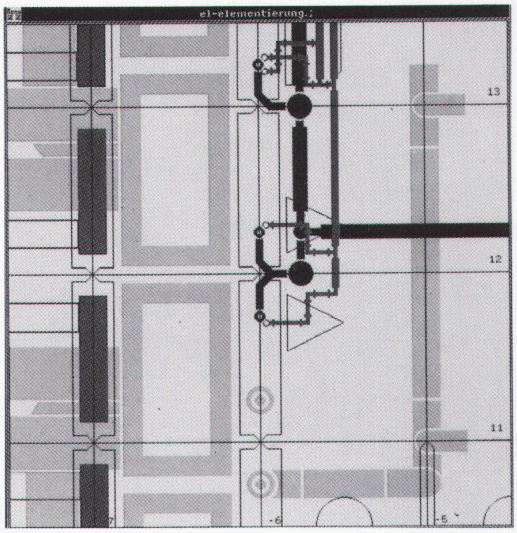
Ein oder mehrere Planer können mit Hilfe der Monitore spezifische Planungsprobleme lösen, indem sie die grafischen Darstellungen auf den Monitoren mit CAD-Werkzeugen manipulieren. Alle Änderungen werden vom Computer in eine Änderung des Datenmodells übersetzt. So ist es also möglich, mit sehr wenigen und einfach strukturierten CAD-Werkzeugen das komplexe Datenmodell zu steuern. Der geometrische Teil des Datenmodells kann zu jeder Zeit nach Wunsch in Plänen ausgegeben werden.

Es bieten sich drei besondere Erweiterungen dieses Modells an: Das CAD-System soll selbständig Planungsentscheidungen treffen können. Man verwendet dazu sogenannte Regeln, beispielsweise: «Wenn eine Planungssituation einem bestimmten Muster entspricht, dann führe eine Reihe von Aktionen aus.» Die Planungssituation im Bedingungsteil dieser Regel ist in einem Monitor prägnant dargestellt. Die Aktionen im Ausführungsteil der Regel sind die in einer bestimmten Art und Weise anzuwendenden Planungswerkzeuge. Somit arbeiten die Planungsregeln ebenso wie der Planer mit den Monitoren und den Planungswerkzeugen. Das hat folgende Vorteile: Aus den Regelmässigkeiten seiner Planung kann ein Planer Regeln herleiten, die dann – im Ausführungsfall – so handeln, als würde der Planer selbst handeln. Der Planer kann also auf die gleiche Art wie er die eigenen Planungsschritte revidiert und entwickelt, auch die Planungsschritte des Automaten (die Summe der Regeln) revidieren und entwickeln. Es ist damit eine wirkungsvolle Kontrolle der Richtigkeit von Regeln möglich. Auf der anderen Seite ist aber auch der Automat in der Lage, Planungsentscheidungen des Planers zu revidieren, wenn sie klar seinen Regeln widersprechen.

Es wurde somit erreicht, dass in ein und demselben Modell sowohl manuell, kontrolliert und automatisch geplant werden kann. Darüber hinaus ist grundsätzlich das Problem eines nicht vollständigen Planungsautomaten gelöst: der Planer macht den Rest.

Das Datenmodell des Gebäudes kann nach der Planung mit nur wenigen Erweiterungen dazu benutzt werden, den Betrieb des Gebäudes zu kontrollieren oder zu steuern. Wenn bestimmten Gebäudeobjekten Sensoren zugeordnet sind, können die korrespondierenden Datenobjekte mit diesen Sensoren direkt gekoppelt sein. Durch Sensoren geänderte Daten werden dann mit Hilfe von entsprechenden Monitoren für einen Planer aufgearbeitet, der dann, wenn nötig, mit spezifischen Werkzeugen reagieren und seinerseits Datenelemente zu einem Sollzustand hin verändern kann. Wenn betroffene Datenelemente mit Motoren





Trassenplan im Anschlussbereich
Tracé au droit des raccordements
Track plan of the connection area

Leitungsplan im Anschlussbereich mit Angabe aller Form- und Leitungsteile, aufgrund deren sich auch Stücklisten der Bauteile erstellen lassen
Plan de conduites au droit des raccordements avec indications de toutes les pièces et raccords de conduites permettant d'établir une nomenclature des éléments
Installation system plan in the connection area with details of all structural and installation parts on which the piece lists of construction components are based

oder ähnlichem im Gebäude verbunden sind, hat eine Planungsentscheidung unmittelbaren Einfluss auf den Zustand des Gebäudes.

Genauso verhält es sich mit sogenannten Simulationsaufgaben. Bei ihnen werden Eigenschaften von Datenobjekten automatisch und zeitabhängig so geändert, als gäbe es Sensoren an den korrespondierenden Gebäudeobjekten. So können zum Beispiel eine Energiebedarfsrechnung aus Tages- und Jahreszeit, Personenaufkommen, Gerätelaufzeit u.a. ermittelt und Wartungszyklen festgelegt werden.

Das Datenmodell

Unser Datenmodell besteht aus sogenannten Objekten. Sie fassen unter einem Namen (z.B. WB1) die besonderen Merkmale zum Beispiel eines Bauteiles zusammen. Die Merkmale sind entweder Eigenschaften oder Relationen. Alle Objekte des Datenmodells sind klassifiziert. So ist das Objekt WB1 eine sogenannte Instanz vom Typ eines Waschbeckens. In dieser Klasse sind die gemeinsamen Merkmale aller Waschbecken zusammengefasst. Klassen können ihrerseits in Überklassen geordnet sein. Zum Beispiel ist Waschbecken eine Unterklasse von der allgemeineren Klasse Sanitärobjekt, diese Unterklasse der allgemeineren Klasse Installationsobjekt. So entsteht, als Rückgrat der Datenstruktur, ein hierarchisch organisiertes Klassifizierungssystem, die sogenannte Taxonomie.

Da das Datenmodell nicht nur ein Planungsergebnis, sondern den Planungsprozess beschreiben soll, umfasst die Taxonomie neben den zu manipulierenden oder zu beachtenden Planungsobjekten (= pl-object – für die Beschreibung eines Planungszustandes) auch Planungswerkzeuge (= pl-job – für die Verwaltung und Manipulation eines Planungszustandes) und Planungsaufgaben (= pl-task – die unter Verwendung der Planungswerkzeuge einen Planungszustand weiterentwickeln).

Die Manipulation des Datenmodells

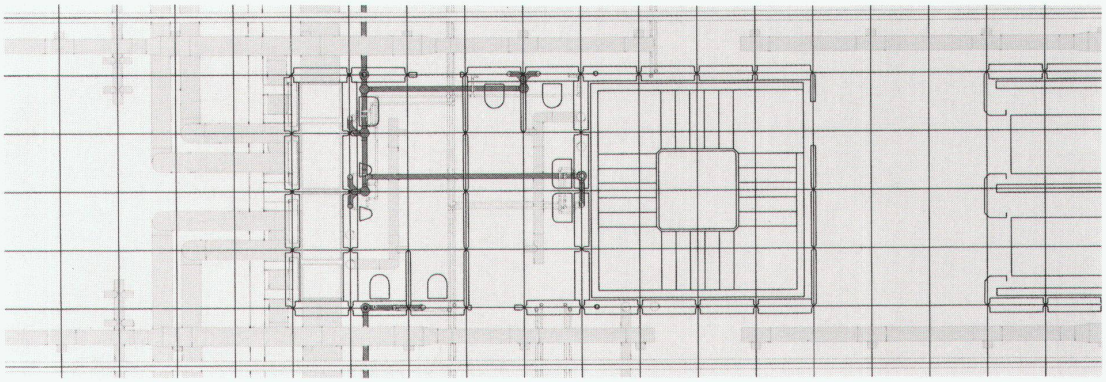
Das Datenmodell kann auf drei verschiedene Arten verändert werden: Erstens durch Planungsentscheidungen eines Planers oder Automaten, zweitens durch Sensoren, die automatisch den Ist-Zustand von bestimmten Gebäudeobjekten in den korrespondierenden Datenobjekten verzeichnen und dadurch Regelungen und Überwachungen ermöglichen, und drittens durch eine Uhr, die Simulationen ermöglicht.

Ein Objekt des Datenmodells wird geändert, indem man seine Merkmale direkt manipuliert. Um zum Beispiel das Waschbecken WB1 zu verschieben, werden die Koordinaten neu definiert. Wir gehen davon aus, dass unser CAD-System in weiten Grenzen erweiterbar und modifizierbar sein muss. Daher haben wir ein Kernsystem geschrieben, das nur die Taxonomie und die zwei elementaren Befehle zur Manipulation des Datenmodells enthält: erzeuge/ändere ein Datenobjekt und lösche ein Datenobjekt. Mit diesem Kernsystem kann die gesamte Planung manuell erzeugt werden.

Man kann dieses Kernsystem ‹intelligenter› machen, indem man es um Tätigkeitsmodule erweitert, die dem Planer bestimmte Aufgaben abnehmen. Ein einfaches Beispiel für solch ein Modul ist der allgemeine Kollisionstest: «Wenn die Koordinaten eines Objektes geändert werden sollen und wenn es am neuen Ort zu Kollisionen kommt, dann lege ein Veto gegen die Veränderung der Koordinaten dieses Objektes ein.»

Ist also dieses Kollisionsmodul als Erweiterung des Kernsystems geladen, ist fortan gewährleistet, dass keine Objekte kollidieren können. Eine solche Erweiterung des Kernsystems hat also ein besonderes Interesse an bestimmten direkten Manipulationen der Datenobjekte, derart, dass bei einer entsprechenden Änderung das Modul ‹von sich aus› in Aktion tritt.

Neben dem Kollisionstest gibt es Module für
– die Überprüfung von Leitungsnetzen («Wenn die



Ausschnitt aus einem Leitungsplan
Vue partielle d'un plan de conduites
Part of an installation system plan

Teile eines Leitungsnetzes geometrisch nicht zusammenhängend sind, dann prüfe…»);
– die konstruktiv bedingten Anforderungen von Installationsobjekten (ein Hängewaschbecken braucht eine tragfähige Wand);
– die Topologie von Abwassernetzen (ein Abwassernetz muss ein Kamm-Muster bilden – eine besondere Eigenart von Armilla –, und es darf eine bestimmte Leitungslänge nicht überschreiten);
– jeden Monitor (wenn die Koordinaten eines Objektes geändert wurden, dann soll sich auch die grafische Darstellung des Objektes entsprechend ändern);
– verschiedene Probleme des Programmierens («Wenn sich der Source-Code einer Funktion geändert hat, dann verankere diese geänderte Funktion neu in der Programmierumgebung»).

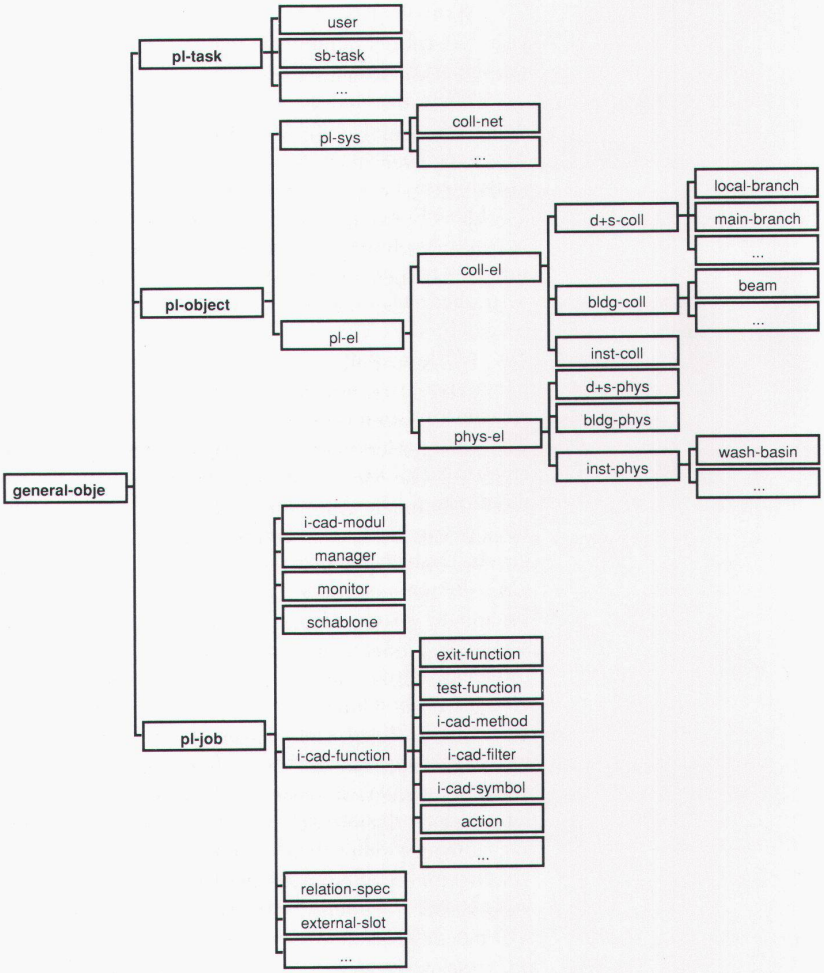
Eine bestimmte Version unseres CAD-Systems besteht also aus dem Kernsystem und einer Summe von Tätigkeitsmodulen. Diese Module bestimmen, was, ausgelöst durch eine direkte Manipulation des Datenmodells, automatisch geprüft und geändert werden soll.

Wir unterscheiden zwei Arten von Reaktionen, die von den direkten Manipulationen des Datenmodells angestossen werden: direkte Reaktionen – sie werden auch direkt ausgeführt, weil sie exakt bestimmbare Konsequenzen haben (z.B. Kollisionstest) – und indirekte Reaktionen oder sogenannte Planungsaufgaben – sie werden zwar auch angestossen, aber dann nicht sofort ausgeführt, weil ihre Konsequenzen nicht vollständig absehbar sind und daher eine Abwägung verschiedener Planungsstrategien stattzufinden hat.

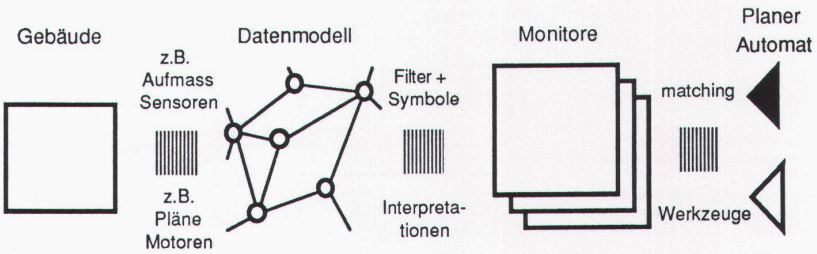
Die direkten Reaktionen

Für das Beispiel des verschobenen Waschbeckens gibt es u.a. die folgenden direkten Reaktionen:

«Wenn die Koordinaten eines Objektes geändert wurden, dann prüfe auf Kollision.»



Taxonomie von Armilla
Taxonomie d'Armilla
Taxonomy of Armilla



Komponenten des für Armilla entwickelten CAD-Systems
Composantes du programme CAD développé pour Armilla
Components of the CAD system developed for Armilla

«Wenn die Koordinaten eines Installationsobjektes geändert wurden, dann verändere auch die Koordinaten seiner Anschlüsse entsprechend.»

«Wenn die Koordinaten eines Anschlusses verändert wurden und wenn der Anschluss an ein Leitungsnetz angeschlossen war, dann lösche das Teilnetz, das ausschliesslich diesen Anschluss bediente.»

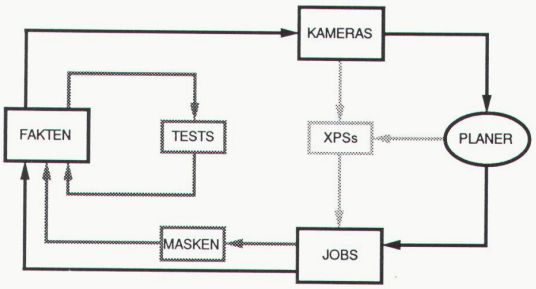
Diese Reaktionen haben die Funktion, die direkten Manipulationen der Datenobjekte in komplexe Handlungen – entsprechend der geladenen Tätigkeitsmodule – zu übersetzen und sie dadurch zu mächtigen Werkzeugen für die Steuerung des Datenmodells zu machen. Die Wirkungsweise der direkten Manipulationen hängt also davon ab, welche Module im CAD-System geladen sind beziehungsweise von der Spezialisierung des Kernsystems. Aus dieser Art der Programmierung ergeben sich zwei besondere Vorteile: Erstens bleiben die direkten Manipulationen der Datenobjekte unabhängig von der Spezialisierung des Systems immer gleich. Deshalb können sich verschieden spezialisierte CAD-Systeme ‹verständigen›, das heisst verschiedene Fachplaner können verschieden spezialisierte Fachversionen des CAD-Systems benutzen, und es ist dennoch immer gewährleistet, dass sie ihre Daten austauschen können. Sie können theoretisch sogar zur gleichen Zeit an einem Projekt arbeiten. Da es grundsätzlich möglich ist, bei vorhandenem Kernsystem ohne jedes Modul zu arbeiten, ist zweitens das System in jeder Entwicklungsphase arbeitsfähig, da der Planer (noch) nicht vorhandene Module durch seine Arbeit ersetzen kann. Folglich ist es nicht mehr notwendig, die Entwicklungs- und Anwendungsphase solcher Systeme zu trennen.

Die Planungsaufgaben

Um die Beispielplanung mit dem verschobenen Waschbecken zu vervollständigen, müssen die verschobenen Anschlüsse wieder mit ihren Leitungsnetzen verbunden werden. Bei diesem Planungsschritt können – anders als bei den direkten Reaktionen – sehr viele Konflikte auftreten: Die vorhandenen Leitungsnetze könnten aus Strukturgründen nicht in der Lage sein, einen Anschluss an diesem Ort zu ver- oder entsorgen, müssten also unter Umständen eine neue Topologie erhalten. Selbst wenn eine einfache Erweiterung des Leitungsnetzes zum Anschluss prinzipiell möglich wäre, könnten immer noch Hindernisse – zum Beispiel Installationen anderer Medien – eine tatsächliche Verbindung blockieren. Dann ist es unter Umständen nötig, erst andere Leitungsnetze umzuplanen oder das Waschbecken wieder zurückzuverlegen, weil auf jeden Fall ein unverhältnismässig hoher Aufwand für das Verlegen des Waschbeckens getrieben werden müsste. Planungsaufgaben müssen also – im Gegensatz zu den direkten Reaktionen – strategisch behandelt werden.

Programme, die mit Regeln geschrieben werden, heissen Expertensysteme. Sie sind im Prinzip sehr gut geeignet, diffuse Sachverhalte wie unsere Planungsaufgaben zu beschreiben. Es zeigt sich aber sehr schnell die Grenze dieser einfachen Art der Programmierung. So erfordern Planungskonflikte, deren Komplexität der des oben beschriebenen Konflikts ähneln, einen sehr weitreichenden Überblick über das gesamte Planungsproblem. Wir glauben nicht, dass ein Expertensystem (Automat) den erforderlichen Überblick für alle möglichen, meist unausgesprochenen Konflikte unseres Planungsproblems haben kann. Dennoch kommt es für begrenzte Teilaufgaben in der Regel zu guten Planungsergebnissen, zumal sich diese Ergebnisse bei unserem Planungsproblem – im Gegensatz zu vielen anderen KI-Problemen – exakt auf ihre Funktionsfähigkeit prüfen lassen. *A.D., L.H.*

Der Text ist die gekürzte Fassung eines Referates zum Symposium Intelligent Building im Oktober 1989 in Karlsruhe.



Programmierstrategie und Funktionsdiagramm von Armilla
Stratégie de programmation et diagramme de fonction pour Armilla
Armilla programming strategy and action chart