

KoopBuilding

Kay Friedrichs, Ludger Hovestadt, Volkmar Hovestadt

Dieser Beitrag basiert auf der internen Studie "Das Kooperative Gebäude" [1] für die GMD in Darmstadt. Beteiligt waren neben den oben genannten Autoren des Institutes für Industrielle Bauproduktion, Uni-Karlsruhe (ifib), das Institut für Telekooperation, GMD Darmstadt (TKT), mit den Mitarbeitern Dr. Knut Bahr, Heinz-Jürgen Burkhardt, Rolf Reinema, das Institut für integrierte Publikations- und Informationssysteme, GMD Darmstadt (IPSI) mit Dr. Dr. Norbert Streitz und Ulrich Nabert für die GMD Darmstadt (ADD)

1. Einführung

Nach dem zweiten Weltkrieg fanden viele hochentwickelte Industrieländer eine Zukunftsperspektive in der Dienstleistungsgesellschaft, die den Arbeitsplatzabbau in der Landwirtschaft und Produktion mehr als kompensierte. Damit einher ging ein Neubauboom bei Bürogebäuden, der aus spekulativen Gründen bis weit in die neunziger Jahre anhielt. Im Augenblick scheint ein Überangebot an modernen Büroflächen mit einer geringer werdenden Nachfrage zusammenzutreffen. Das hat neben vielfältigen, hier nicht zu debattierenden Ursachen, einen Grund in einem augenblicklichen Innovationschub der neuen Technologien, die in der Lage zu sein scheinen, reale persönliche Arbeitsplätze durch Informations-Technologien (IT) zu ersetzen.

Mit der weltweiten Vernetzung der Neuen Technologien verändert sich das Paradigma der sog. nationalen Dienstleistungsgesellschaft. Heute wird eine neue Runde im weltweiten Konkurrenzkampf um kognitive Prozesse auf höherer Stufe eröffnet. Die Wertschöpfungskette im Dienstleistungsbereich muß neu definiert werden durch die produktive Verknüpfung neuer Informations-Technologien mit neuen Anforderungen an die Ausstattung und Gestaltung der Arbeitsplätze, der Bürogebäude und ihres technischen Ausbaus.

Ein Konzept, das die produktive Arbeit in Netzwerken architektonisch und technisch offensiv unterstützt, nennen wir "KoopBuilding". Dabei geht es um die kreative Verknüpfung von realen Gebäuden mit Einzel- und Gruppenarbeitsräumen, virtuellen Arbeitsumgebungen und einer virtuellen Arbeitsorganisation. Die Architektur und Arbeitsorganisation des "KoopBuilding" unterstützt die Möglichkeiten der IT offensiv. Dadurch können Kosten, Flächen und Zeit gespart werden, ein Potential das wiederum in neue Konzepte für eine intelligente Wertschöpfung mittels IT investiert werden kann. Ob die Architektur dabei noch eine wichtige Rolle spielen wird, entscheidet sich in den nächsten Jahren.

2. WebWorld / Mainland / SinCity / Office of the Creatives

"Das Leben vor dem Zweiten Weltkrieg war einfach," erinnerte sich die Programmierpionierin Grace Murray Hopper, "danach hatten wir Systeme." [2]

Stadt, öffentlicher Raum und Architektur am Ende des 20. Jahrhunderts befinden sich in der Defensive. Innerhalb der Gruppe der ca. 20 Weltstädte, die sich parallel zum industriellen Wachstum der Industrie- und Schwellenländer aus dem 19. Jahrhundert heraus entwickelten, kristallisiert sich für einige Städte eine neue Führungsrolle auf dem globalen Finanzmarkt heraus. New York, London und Tokyo repräsentieren nach Saskia Sassen u.a. eine Triade von Global Cities [3,4,5,6]. Sie stehen stellvertretend für eine weltweite Dienstleistungsgesellschaft neuen Typs, deren Grundlage in den vernetzten IT besteht.

Vorangegangene Stadtstrukturen haben versucht, ihre Leitbildfunktion klar ablesbar zu gestalten. Ob auf agrarische oder territoriale Kulturen, auf industrielle Produktion, auf finanzielle Macht oder auf Dienstleistungen begründet, transformierten sie diese Basis funktional und ästhetisch ("agora", "The Old City", "Die moderne Stadt") in eine explizit städtebauliche und architektonische Ordnung aus Stein [7]. Ihre Infrastrukturen spiegelten den territorialen Machtbereich und den jeweiligen Stand der Technik zum materiellen Austausch von Personen, Gütern und Medien.

Bei den digitalen Technologien und globalen Kommunikationsnetzen, mit deren Hilfe „Finanzmetropolen“ wie London, New York oder Tokyo ihre Macht begründen, handelt es sich um neue Infrastrukturen für den Transport von digitalen Informationen. Die Netze verschmelzen zum Teil mit schon bestehenden Kommunikationsstrukturen, zum Teil benötigen sie neue Technologien und Infrastrukturen [8]. Der Zugang zur globalen Informationsvernetzung ist spätestens in 5 Jahren mit der Einführung von Little und Big LEO's (kleine Kommunikationssatelliten, die in einem erdnahen geostationären Orbit eine weitere Kommunikationshülle etablieren) ubiquitär und nicht mehr an materielle Netze oder Metropolen gebunden. Mit dieser und weiteren Innovationen stellt sich die Frage der architektonischen und städtebaulichen Repräsentation der Informations-Technologien neu und auf ungleich abstrakterer Ebene. Sie entziehen sich der sinnhaften Wahrnehmung und Gestaltung. Die digitalen Netze und Infrastrukturen "verhalten sich diskret", sie beanspruchen immer weniger Raum und Zeit, - benötigen sie noch Architektur?

3. Kognitive Prozesse

Am Ende des 16. Jahrhunderts wurde in Florenz ein großes Bürogebäude erstellt, Giorgio Vasaris Uffizien [Pev76]. Ein frühes Beispiel für eine damals neue Gebäude- und Raumtypologie. Einen spezialisierten Arbeitsplatz, an dem schriftliche und bildliche Informationen auf Papier gehortet, abgelegt und manchmal neu zusammengesetzt wurden. Am Ende des 20. Jahrhunderts ist dieser Arbeitsprozeß mutiert zu einem Chaos aus alten und neuen Medien, von der Papierablage bis zur objektorientierten Datenbank, aus Einzel-, Gruppen- und Großraumbüros, mit Konferenzräumen, Verkehrsflächen, Postein- und ausgängen usw. In diesem ganzen Durcheinander wird der Information

(ökonomisch gesehen) ein Wert zugeschlagen.

Im KoopBuilding verschmelzen Architektur und die IuK-Technologien zu einer hybriden Gebäudetypologie, die sich die gegenwärtigen technischen Möglichkeiten zu Eigen macht, um virtuelle Arbeitsumgebungen zu gestalten und diese mit realen, räumlichen Strukturen zu verbinden, um ein möglichst großes Potential zur Unterstützung von kognitiven Arbeitsprozessen zu aktivieren.

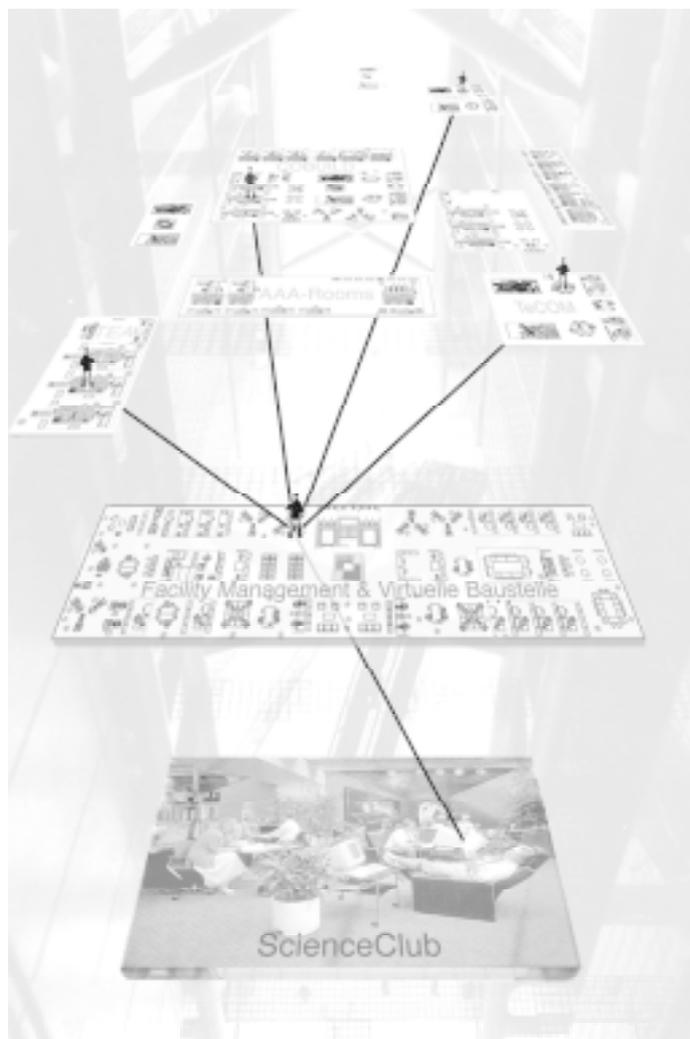


Bild 1: Das KoopBuilding mit den Ebenen der „Realen Welt“, der „Virtuellen Facility Management Welt“ und der „Virtuellen Projekt Welt“.

Das Modellierungskonzept KoopBuilding umfaßt die hybride Darstellung, Navigation und Gestaltung unterschiedlicher Aspekte der gebauten und virtuellen Realität. Die Ebene der "realen Welt" wird durch die physischen Objekte selbst gebildet. Sie kann auch Personen und ihre persönlichen Arbeitsumgebungen in verschiedenen Gebäuden an verschiedenen Orten der Welt umfassen. In ihr spiegelt sich wider, daß das kooperative Gebäude dynamisch und anpassungsfähig, z.B. als "Science Club", oder auch traditionell als Zellen- oder Kombi-Büro organisiert ist.

Die Ebene der "Virtuellen Facility Management Welt" stellt ein abstraktes Modell der realen Welt für Planer- und Nutzeraufgaben dar. Hier können die verschiedenen Bereiche der Nutzung nicht nur visualisiert, sondern mit entsprechenden Interfaces auch modelliert und programmiert werden.

Die Ebene der "Virtuellen Projekt Welt" beschreibt die längerfristig stabilen Arbeitsbeziehungen und dient der räumlichen und zeitlichen Orientierung und Koordination von Personen in der realen Welt. Zwischen diesen Ebenen existieren vielfältige Wechselwirkungen, die es zu visualisieren gilt. Sie sind architektonisch nicht mehr existent und durch die räumlich diskrete Wirkung der IuK-Technologien sinnlich nicht nachzuvollziehen. Deshalb werden visuelle Repräsentanten (sog. Atavare) für Personen, ihre Aktionen und für Gegenstände in diesen Arbeitszusammenhängen eingeführt. [Benn97] [Ste94]

4. KoopBuilding

Im Bereich der Planung und des Bauens für Dienstleistungsgebäude wächst die koordinierende Bedeutung der IT. Stichworte hierzu wären "Intelligent Building", "Smart Home", "Domotique", "Facility Management" und "Soft Facility Management" etc. Zunächst bei der Computerunterstützung der Planung, beim Design, der Fertigung von Baukomponenten, dem Management und der Kontrolle der Baumaßnahmen; darüber hinaus aber auch im Bereich des sog. Facility Managements (FM), d.h. beim Einsatz von IuK-Technologien zum Management von Gebäudebeständen. Diese Sicht auf den Nutzungszyklus umfaßt die Gebäudeautomation für Klima, Lüftung, Heizung, Licht, das Energie- und Sicherheitsmanagement, zunehmend die Kommunikationstechnik. Zielsetzung des FM wäre eine bessere Kontrolle der Gebäudebestände mit dem Ziel, Stoff- und Energieflüsse zu reduzieren und eine größere Kostentransparenz zu schaffen. Tendenziell werden weniger und anders ausgestattete Büroflächen nachgefragt werden. Das Konzept eines Kooperativen Gebäudes versucht den geänderten Anforderungen gerecht zu werden.

Interessant werden diese Rahmenbedingungen für Architekten, da sie dazu beitragen können, den Architekturbegriff nachhaltig zu erweitern. Traditionell bestehen starke Wechselwirkungen zwischen Arbeitsorganisation, Architektur und Informationstechnologie aber auch Mißtrauen vieler Architekten gegen die neuen Technologien. In einer Zeit, in der die Softwareergonomie der IT für den Arbeitsprozeß wichtiger wird, als z.B. die Funktionalität von Büroflächen, müssen Architekten Softwaredesign (d.h. die Gestaltung oder zumindestens die bewußte und kritische Auswahl von Software zur Gebäudesteuerung und virtuellen Arbeitsorganisation) als eine Zukunftsaufgabe erkennen. Durch die offensive Integration dieser neuen Technologien in Planung und Architektur ergibt sich ein Gestaltungsfeld für den Nutzungsprozeß und die Organisation der Dienstleistung, das wir unter dem Konzept eines Kooperativen Gebäudes zusammenfassen.

Die Modellierung eines Kooperativen Gebäudes erlaubt die Etablierung von Daten-Overalls, die sich als eigenständige Informations-Hülle um materielle Gegenstände z.B. ein Bürogebäude, Einrichtungs- oder technische Objekte oder um Arbeits- und Nutzungsprozesse z.B. den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes legen. Der Daten-Overall umfaßt nicht mehr allein die Entwurfs-, Planungs- und Projektierungsphase beim Neubau oder der unterschätzten Modernisierung, sondern er beinhaltet den Bau-prozeß, die Nutzung, die Bewirtschaftung, den Rückbau oder das Recycling als expliziten Planungsgegenstand. Weiterhin erlaubt diese Informationshülle die Applikation und Modellierung sehr spezifischer Sichten auf reale oder virtuelle Strukturen.

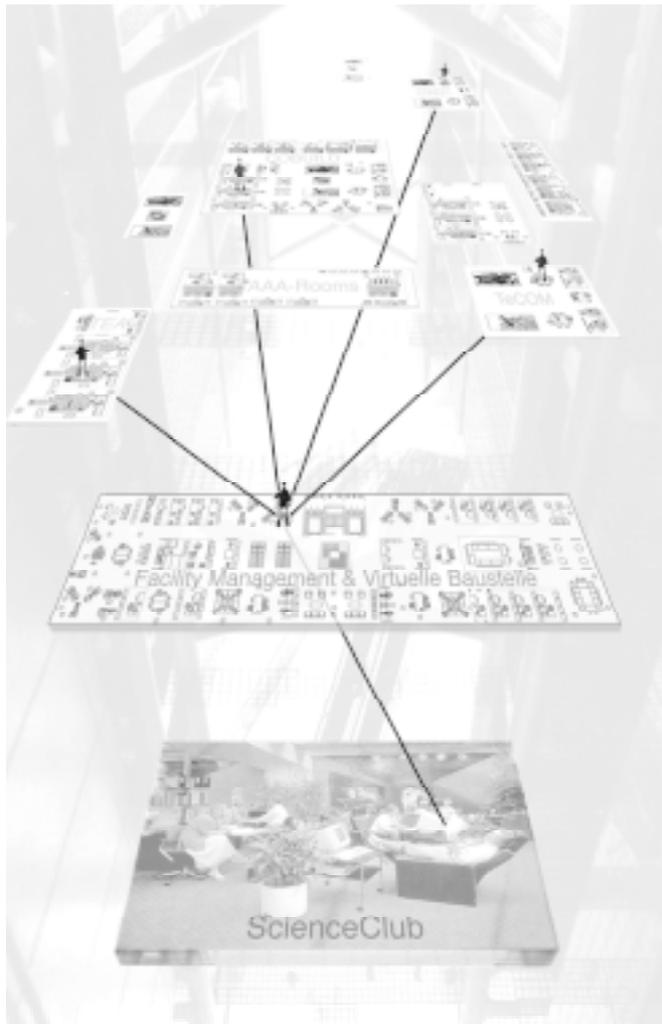


Bild 2: Neben den klassischen Planungs- und Bausichten umfaßt das Gebäudemodell des Kooperativen Gebäudes die informationstechnischen Sichten bis zum Projektmanagement.

5. Nutzungsvisionen

Dieser hybriden Matrix aus realem und virtuellem Gebäude folgen vielschichtige Nutzungsvisionen. Sie umfassen dynamisch konfigurierbare Büroumgebungen (ScienceClub, Kooperative-Räume, Augmented Reality Labs), persönliche oder öffentliche Informationssysteme (Persönliche Leitsysteme etc.), Virtuelle Organisationen (Virtual Company, Virtual Projekt Office, Mobile Workspace, Ubiquitous Meetings), Kooperationsknoten (telekooperative Präsentationen, Demos, Trainings, Symposien etc.), Digitales Bauen und Facility Management im Bezug auf die weitere Nutzung des Gebäudes. Einige Szenarien seien im weiteren beschrieben:

5.1 ScienceClub

Das Wesen des Kooperativen Gebäudes liegt darin, daß seine reale Architektur, die flexiblen und dynamischen Arbeitsprozesse der Informationsgesellschaft unterstützt, z.B. in Form des ScienceClub. Bei ihm ist die feste Kopplung eines Mitarbeiters an seinen persönlichen Arbeitsplatz durch den Einsatz hochentwickelter IT aufgehoben. Vielmehr werden den Mitarbeitern verschiedene, auf bestimmte Arbeitsschritte und Aktivitäten

bezogene Arbeitsumgebungen angeboten, zwischen denen sie frei wählen können. So gibt es Zonen, die Team- oder Projektarbeit, andere Orte, die der zwanglosen Kommunikation und der Entspannung dienen. Auch Einzelarbeit in kleinen Zellen ist möglich. Der ScienceClub ist nicht nur Ausdruck einer neuen Unternehmensphilosophie, sondern ermöglicht über eine optimale Ausnutzung von Flächen und Ressourcen gegenüber dem Zellenbüro oder Kombibüro Flächen- und Nutzungseinsparungen unter der Voraussetzung, daß durch Telearbeit, mobile oder Heimarbeitsplätze eingebunden werden können.

5.2 Kooperative-Räume und Augmented Reality Labs

Kooperative-Räume werden mit Sensoren ausgestattet, die es ihnen erlauben, auf Menschen und ihre Bedürfnisse zu reagieren. Neben Licht, Belüftung, Temperatur und computergestützter Kommunikation können weitere Aktionen des Raumes sprachlich oder mittels anderer Interfaces ausgelöst und gestaltet werden. Kooperative-Räume sind aufmerksam, aktiv und adaptiv in dem Sinne, daß sie sich auf gewünschte Zustände einstellen können. Kooperative-Räume werden in der Lage sein, bestimmte Objekte und Gegenstände mit semantischer Information zu belegen und diese neu konfigurieren zu können [9].

Interdisziplinären Projektteams sollen in Augmented Reality Labs neuartige Arbeitsumgebungen zu Verfügung gestellt werden, die es ihnen in sogenannten virtuellen Themen- oder Denklandschaften in Form von großflächigen interaktiven "Landkarten" erlauben, wie an einem großen gemeinsamen Modell an Projektszenarios und -konzepten zu arbeiten. In ihnen wird die Innenarchitektur mit Bildprojektionsflächen für computergestützte wissenschaftliche Visualisierungen erweitert.

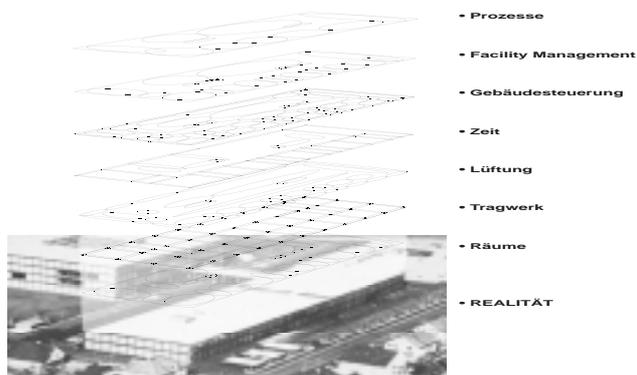


Bild 3: Mit geeigneten Visualisierungstechniken (video-see-through displays) lassen sich reale Arbeitsumgebungen mit virtuellen überlagern und ergänzen (augmented reality).

5.3 Das Virtuelle Projektbüro (ViP)

Das virtuelle Projektbüro umfaßt die Kopplung von realen mit virtuellen Arbeitsszenarios. Die zukünftigen Projektgruppen werden oft in verschiedenen Betrieben und Orten, in mehreren Ländern und Zeitzonen, zu Hause oder auf Reisen an der gleichen Aufgabe arbeiten müssen. Dies sollte, obwohl räumlich getrennt, im jeweiligen Team vor sich gehen können. Für diese Arbeitssituationen sollte das ViP den Projektbeteiligten ver-

schiedene Möglichkeiten zur Orientierung und Koordination der Arbeit geben können. Die Mitarbeiter des Teams können sich im imaginären Büro, unabhängig von ihrem aktuellen Aufenthaltsort, Zugang zum augenblicklichen Stand der Arbeit, zu den aktuellen Datenbasen und den Mitarbeitern des Teams gewinnen. Wahrscheinlich ist die Mitarbeit in mehreren unterschiedlichen Projekten mit entsprechend wechselnden Aufgaben, Teams und Datenbasen. Entsprechend einfach und intuitiv zugänglich müssen diese ViPs sein, wollen sie diese Komplexität und Dynamik unterstützen. Der jeweilige Arbeits- und Aufmerksamkeitsstatus der Mitarbeiter wird mit sog. Avataren visualisiert. Mit diesen kleinen Iconen versucht man Personen im Netz, abstrakte Sachverhalte, Daten und Informationen sinnlich wahrnehmbar zu machen, sie zu vergegenständlichen oder zu personifizieren [10, 11].



Bild 4: Virtuelle Fabrik 1: In einer virtuellen Fabrik werden räumlich getrennte Produktionsstandorte telematisch miteinander verbunden. Die Programmierung eines Montageroboters erfolgt telematisch von einem Büroarbeitsplatz aus.

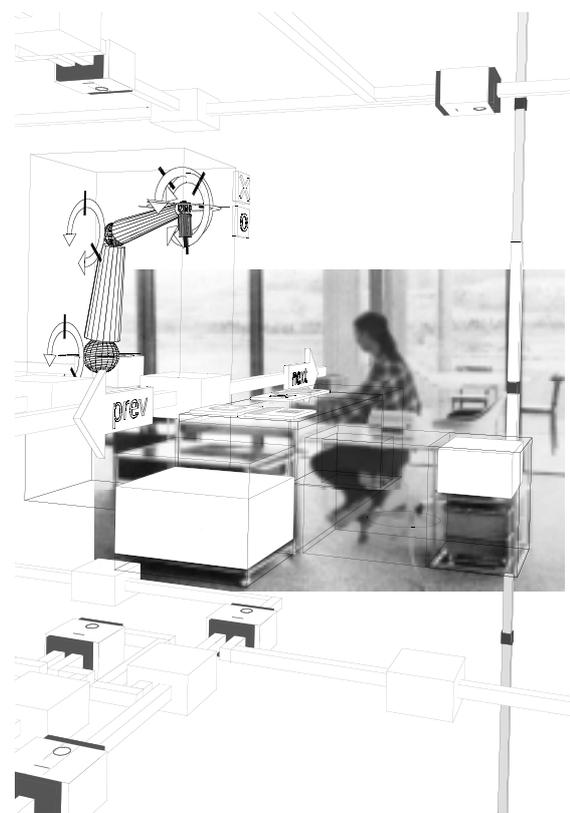


Bild 5: Virtuelle Fabrik 2: Der programmierte Montageroboter ist eingebettet in einen realen Montagevorgang. Dem Monteur stehen verschiedene Kommunikationswerkzeuge zur Verfügung. Mit Hilfe einer Softwarekomponente kann die Funktionalität des Roboters, die in der Planungsabteilung programmiert wurde, dem Monteur als Tutorium vorgspielt werden.

5.4 Persönliche Leitsysteme und Gebäudeinterfaces

Zu den persönlichen Informationssystemen gehören zum einen die persönlichen Leitsysteme, die Besuchern und Mitarbeitern zur Verfügung stehen. Über "active Badges" können alle Personen, die sich im KoopBuilding aufhalten, räumlich erfasst und somit über auf sie reagierenden Anzeigedisplays durch das Gebäude zu dem gewünschten Raum oder Gesprächspartner geleitet werden. Durch dieses "räumliche Abtastung" wissen die Mitarbeiter zu jeder Zeit, ob und wo sich ihre Kollegen im Gebäude aufhalten. In welchem Arbeitszustand oder Arbeitsplatz sich die Mitarbeiter befinden, kann durch sog. Atavare [10, 11] an der Tür, auf dem Netz oder auch im ViP (s.o.) visualisiert werden. Das Kommunikationsmanagement und das Management der "Soft Facilities" wird durch diese oder eine vergleichbare Technik erst ermöglicht.



Bild 6: Leitsysteme und Interfaces zur Gebäudeautomation und zum Facility Management sind in die persönliche Nutzerumgebung integriert und erweitern die physikalischen Bedienelemente.

5.5 Kooperationsknoten

Einem zeitgenössischen Bürotel vergleichbar bietet das KoopBuilding als sog. "Kooperationsknoten" seine realen und virtuellen Räumlichkeiten als mietbare Fläche und/oder Dienstleistung an. Zu ersten Mal aufgefallen ist uns dieses Konzept 1992 in Tokyo, als wir das TEPIA-Building von Fumihiko Maki+Maki and Associates besuchten. Innerhalb der attraktiven Architektur eines "KoopBuildings" können sich Kunden in einzelne, technisch hochausgerüstete Räume oder das gesamte Haus einmieten, um dort eine Konferenz, ein bestimmtes Projektmeeting oder eine öffentliche Produktpräsentation abzuhalten.

tion zu veranstalten. Dazu können sie bestimmte Dienstleistungen vom Catering, der Konferenzschaltung, Simultanübersetzung, von Hostessen bis zum kulturellen Begleitprogramm einer Fachtagung buchen. Von der HighTech Konferenz, der Produktpräsentation, über die Pressekonferenz bis zur aktuellen Modenschau oder auch einer Szeneparty stellt das KoopBuilding eine neue öffentliche Rampe für alle gesellschaftlichen Akteure dar [1, 12].

6. Struktur und Standzeiten

Ein Gebäude, in dem reale, hybride und virtuelle Aspekte dermaßen verwoben werden, kann kein Bürogebäude im herkömmlichen Sinne sein. Die zur Zeit üblichen Bürotypologien gießen fixe Funktionen in eine konkrete und vermarktbar Form. Das Wesen des Kooperativen Gebäudes liegt im wesentlichen darin, daß seine reale Architektur, die flexiblen und dynamischen Arbeitsprozesse der Informationsgesellschaft unterstützt, z.B in Form des ScienceClub. Bei ihm ist die feste Kopplung eines Mitarbeiters an seinen Arbeitsplatz durch den Einsatz hochentwickelter IuK-Technik aufgehoben (s.o.).

Für diese Anforderungen werden Bausysteme gebraucht, deren wesentliches Merkmal in der Flexibilität besteht. Sie müssen in der Lage sein, die Konstruktion, die Fassade, den Ausbau, die Möblierung, die technischen Systeme sowie die informationstechnischen Komponenten zu integrieren. Neben der Integration steht die einfache Zugänglichkeit, zur Instandhaltung und Modernisierung der technischen IuK- und Gebäudetechniken im Vordergrund. Die für das KoopBuilding benötigten Komponenten für das Tragwerk, die Gebäude- und Informationstechnik etc. werden dabei je nach Standzeit in eine Primärstruktur, eine Sekundärstruktur und eine Tertiärstruktur aufgeteilt.

- In der Primärstruktur werden alle konstruktiven Komponenten zusammengefaßt, die eine mittlere Nutzungsdauer von 50 Jahren oder mehr haben. Diese Komponenten sollen allgemeinen Standardlösungen entsprechen, so daß sie ohne besondere Veränderungen den erwarteten Nutzungen entsprechen können. Die Komponenten des Tragwerks, des Rohbaus, der notwendigen Erschließungen (Treppen, Aufzugs- und Installationsschächte etc.) gehören in diesem Sinne zur Primärstruktur.
- In der Sekundärstruktur werden alle Komponenten zusammengefaßt, die eine mittlere Nutzungsdauer von 15-20 Jahren haben. Betroffen sind hier die Gewerke des Technischen- und des Innenausbaus (z.B. Klima, Lüftung, Heizungsaggregate, Elektro, Sanitär, Licht, Fassade, passiver Sonnenschutz, Tageslichttechnik etc.). Mit Elementen der Sekundärstruktur werden die konkreten Nutzungen an bestimmten Orten in der allgemeinen Primärstruktur realisiert. Die strategischen informationstechnischen Komponenten, wie Datenbanken, Gebäudeproduktmodelle, Leitsysteme, die grundlegende Funktionalität der Gebäudeautomation etc. sind Bestandteile der Sekundärstruktur.
- In der Tertiärstruktur werden alle schnelllebigen Komponenten zusammengefaßt, die sich in einem mittleren Zyklus von 3-6 Jahren verändern. Es sind dies neben der üblichen Zonierung und Büroausstattung (Möbel, Telefone, Kopierer etc.) die in den einzelnen Arbeitsgruppen benötigte Ausstattung mit Hard- und Softwarekomponenten. Sie unterliegen dem schnellsten Wandel.

7. Ausblick

Mit dem Konzept einer Kooperativen Architektur wird eine Diskussion angerissen, die natürlich weitreichender ist, als die Raum- und Architekturwirksamkeit neuer Technologien. Die Debatte um die Zukunft der kognitiven Arbeit unter den Rahmenbedingungen einer globalen informellen Vernetzung wird die nächsten Jahre dominieren. Dabei ist es wahrscheinlich, daß die Arbeitsplätze im Dienstleistungsbereich in den nächsten 20 Jahren auf ein Niveau sinken werden, das sie im Agrar- und im Güterverarbeitenden Bereich längst erreicht haben. Spannend wird es sein zu verfolgen, wie sich die Zukunft der Arbeit vor diesem Hintergrund entwickelt. [13] [14] [15].

8. Literatur

- [1] Hovestadt, L., Hovestadt, V., Friedrichs, K. 1996: "Das Kooperative Gebäude", int. Studie für die GMD, Darmstadt, 1996
- [2] Glaser, Peter 1996: Irren ist menschlich, in: Magazin der Süddeutschen Zeitung, No. 39, München 1996
- [3] Helms, Hans G. 1984: High Tech, Bank Office, Junk Bonds, Crash und Stadtentwicklung, in: Werk/Bauen+Wohnen, 10-92, S.43ff.
- [4] Meurer, Bernd (Hg.) 1994: Die Zukunft des Raums, Campus, Frankfurt, 1994
- [5] Pawley, Martin 1994: Die Redundanz des urbanen Raumes, in Meurer, Die Zukunft des Raumes, Campus Verlag, Frankfurt, 1994
- [6] Sassen, Saskia 1991: The Global City. N.Y., London, Tokyo, Princeton Press, New Jersey, 1991
- [7] Sennett, Richard 1995: Fleisch und Stein, Der Körper und die Stadt in der westlichen Zivilisation, Berlin Verlag, 1995
- [8] Schneider, G. 1996: Eine Einführung in das Internet, <http://www.rz.uni-karlsruhe.de/~rz02/internetintro.html>, 1996
- [9] Rekimoto, Jun; Nagao Katashi 1995: The world through the computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environments. In: UIST'95, ACM Press, November 1995
- [10] Bennahum, D. 1997: Avatare laden zum Tanz, DIE ZEIT, Nr.9, S.70, Hamburg, 21.2.1997
- [11] Stephenson, Neal 1994: Snow Crash, Berlin, 1994
- [12] Friedrichs, K.: Intelligent Buildings in Hong Kong, Shanghai, Osaka & Tokyo, int. Exkursionsbericht, IFIB, Karlsruhe 1992
- [13] Coupland, Douglas 1995: microserfs, New York, 1995
- [14] Gates, Bill 1995: "Der Weg nach vorn", 1995
- [15] Rifkin, Jeremy 1996: Das Ende der Arbeit und ihre Zukunft, Campus, 1996