

# Der gestalterische Einfluss der Anwendung digital vernetzter Gebäude- und Medientechnik auf Wohnungen

**Master Thesis**

**Author(s):**

Schoch, Odilo

**Publication date:**

2005

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005653098>

**Rights / license:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

ETH Zürich  
Departement Architektur  
ETH Wohnforum

Professor Dietmar Eberle, Dozentin Susanne Gysi, Basil Düby, Veronika Selig

Der gestalterische Einfluss der Anwendung  
digital vernetzter Gebäude- und Medientechnik  
auf Wohnungen

Nachdiplomarbeit von Odilo Schoch

13. Januar 2005



## Inhalt

1.	Motivation	5
2.	Der Einfluss von Technik auf die Gestalt von Gebäuden	6
2.1	Methodik	9
3.	Historische Betrachtung	11
3.1	Vernetztes Betrachten historischer Innovationen	12
3.2	Die Analyse historischer Beispiele	14
3.3	Resultate der Analyse historische bautechnologischer Innovationen	21
4.	Digital vernetzte Gebäude- und Medientechnik	27
4.1	Systemtechnische Grundlagen	28
4.2	Zeitkritische und wirtschaftliche Betrachtung	33
4.3	Anwendungsspezifische Szenarien	35
4.4	Vernetzte Unterhaltungselektronik	38
4.5	Beispiele technologisch stark ausgerüsteter Wohnungen und Gebäude	41
4.5.1	Wohnen für behinderte Menschen und Hotellerie	41
4.5.2	Gebaute und entworfene Beispiele	44
4.6	Kostenrelevanz	51
4.6.1	Kosten der Integration digital vernetzter Gebäudetechnik	52
4.6.2	Kostenbilanz der verbesserten Werterhaltung durch vernetzte Gebäudesteuerungstechnik	53
4.7	Inhaltlicher und funktionaler Mehrwert digital vernetzter Gebäude- und Medientechnik	55
4.8	Gestalterische Möglichkeiten digital vernetzter Gebäude- und Medientechnik	56
4.9	Masstabebenen digitaler Gebäude- und Medientechnik	58
5.	Fazit	61
5.1	Ausblick	62
6.	Bibliographie und Quellenmaterial	64



Konferenz- und Begegnungsort (Villa Garbald) in Castasegna, Kanton Graubünden. Alt- und Neubau wurden mit digital vernetzten Technologien ausgestattet. Konzeption und Koordinierung durch die Professur für CAAD, ETH Zürich.

## 1. Motivation

Was passiert, wenn im Bauwesen innerhalb kurzer Zeit eine neue Technologie verfügbar wird? Ändert sich dann sofort die ‹Architektur›?

Aufgrund meiner derzeitigen Tätigkeit als Assistent an der Professur für Computer Aided Architectural Design (CAAD) des Departements Architektur an der ETH Zürich setze ich mich mit der relativ neuen Technologie der digital Vernetzten Gebäude- und Medientechnik auseinander. Im Bestreben, Prinzipien auch am funktionierenden Prototypen auszuprobieren, kommt man schnell auf eine sehr technische Ebene. Als Architekt fühle ich gleichzeitig die Notwendigkeit, über den zu erwartenden Einfluss dieser Technologie zu reflektieren - auf sozialer, finanzieller und formaler Ebene. Das Nachdiplomstudium im Wohnforum der ETH Zürich bietet Raum für diese Reflektion - und vor allem mit ausreichend Distanz zu den Arbeiten der Professur für CAAD.

Diese Nachdiplomarbeit basiert auf der Annahme, dass Bautechnologien generell Einfluss auf die Gestalt von Gebäuden haben können. Exemplarisch übertrage ich diese Annahme auf Bauten mit Wohnnutzung. Daraus wird die These formuliert, dass eine neue Technologie, welche für die Integration in Gebäuden geeignet ist, einen Einfluss auf die Formensprache haben könnte. Die relativ neue Technologie der digital vernetzten Gebäude- und Medientechnik ist somit der Auslöser, Wohnungen sind das fokussierende Untersuchungsobjekt.

Zahlreiche meiner Beobachtungen basieren auf den Erfahrungen, welche ich an der Professur für CAAD gemacht habe. Dort werden Szenarien für und mit der digital vernetzten Gebäude- und Medientechnik entwickelt und exemplarisch umgesetzt. Es werden Fragen beantwortet, wie inhaltlich, technisch und strukturell ein digital vernetzte Gebäudebetrieb stattfinden sollte. In einem interdisziplinären Team bestehend aus Architekten, Informatikern und Kunsthistorikern wird ein sog. ‹offenes System› zum Interagieren mit Gebäuden propagiert und entwickelt. Bisher sind zwei wesentliche Projekte entstanden. Ein Projekt ist das Konferenz- und Begegnungszentrum ‹Villa Garbald› im Bergell. Dort wurden zwei Bauten mit solcher Technologie ausgerüstet. Der Altbau wurde von Gottfried Semper konzipiert, der Neubau von den schweizer Architekten Miller&Maranta. Das zweite Projekt ist ein interner Auftrag, für die ETH Zürich nach Möglichkeiten zu schauen, ob und wie ein Vorlesungsbetrieb auf rein digitaler Basis stattfinden kann. Da in beiden Projekten der Anspruch des konkreten Realisierens gestellt wurde, sind Fragen nach der gestalterischen Auswirkung nur marginal beantwortet worden. Auch deshalb entstand diese Nachdiplomarbeit.



Villa Arpel, Szene aus dem Film «Mon Oncle», von Jacques Tati, 1958, Frankreich.

Quelle: [http://www.pinakothek.de/alte-pinakothek/kalender/kalender\\_index\\_en.php?haupt=ausstellungen&inc=bild&which=2249](http://www.pinakothek.de/alte-pinakothek/kalender/kalender_index_en.php?haupt=ausstellungen&inc=bild&which=2249)

## 2. Der Einfluss von Technik auf die Gestalt von Gebäuden

Die gestaltdefinierenden Aspekte von Bauwerken sind vielfältig. Offensichtlich hat jede Zeit ihre eigene Formensprache, ihre spezifische Architektur. Das gilt für repräsentative Bauten ebenso wie für Profanbauten, für gewerbliche Bauten ebenso wie für Wohnbauten. Worauf basieren diese Unterschiede?

Im Jahr 1958 hat der französische Regisseur und Schauspieler Jacques Tati in seinem Film «Mon Oncle» eine avantgardistische Welt voller technologischer Neuerungen dargestellt. Dieser Welt hat er eine traditionelle, romantisch verklärte Welt belustigend gegenüber gestellt. Im Wahn, jegliche Neuerung in Haus und Lebensstil zu integrieren, wird im Film das Haus und das Leben der Familie Hulot augenscheinlich fremdbestimmt. Einerseits wird der Vorteil des einfacheren Lebens durch die technologischen Hilfsmittel aufgezeigt, andererseits wird das hilflose Ausgeliefertsein schmunzeln illustriert. Details wie verknüpfte Steuerungen von Türöffnung und Springbrunnen laden zu minutenlangem Wundern und austricksen der Technik ein, und zeigen deren Hilflosigkeit, respektive der Hilfslosigkeit der Benutzer.

Im Film ist die formale Erscheinung des Hauses sehr avantgardistisch. Mir scheint, dass Tati die neuen technischen Möglichkeiten in ein formales Gesamtkonzept packen wollte: von der Kleidung, über Benimmregeln bis hin zur Gestalt des Hauses. Interessant wäre die Antwort, ob die Filmarchitektur bei Tati aus der Überlegung stammt, dass etwas Neues auch neu aussehen muss. Leider konnte ich hierzu keine Antwort finden.

Die gesamte Thematik der digital vernetzten Technik in Gebäuden ist keineswegs nur innerhalb von Universitätslaboren wichtig. Man beobachtet, dass heute im Jahr 2004 mehr und mehr ‚Objekte‘ auf dem freien Markt digitale und damit informationstechnisch relativ einfach vernetzbare Komponenten integriert haben. Eine grosse Anzahl von Geräte und Komponenten sind erhältlich, welche digital vernetzt in Wohnungen zu integrieren wären. Ebenso stellen sich aber die ersten Probleme, dass nur wenige herstellerübergreifende Standards für eine digitale Kommunikation zwischen den Geräten untereinander und den Benutzern bestehen. Bisher sind vernetzte digitale Geräte hauptsächlich im Gewerbebau und gehobenen Wohnungsbau zu finden. Begründet wird das mit dem noch zu grossen finanziellen Mehraufwand begründet. Die Vergleichsrechnung wird gegenüber konventioneller analoger Technologie gemacht. Auch dieser Thematik wird in dieser Nachdiplomarbeit nachgegangen. Trotzdem stellt man fest, dass nicht nur CD-Player und Telefone ‹digitalisiert› sind, Lichtschalter, Alarmzentralen und der Kühlschrank sind bereits digital gesteuert, allerdings selten vernetzt.

Andererseits verändert bereits der digitale Gebäudebetrieb das Bewirtschaften von Gebäuden in Richtung kostengünstiger Anpassbarkeit bzw. Wartung<sup>3</sup>. Für grössere Mietwohnungsobjekte trifft dies bereits heute zu. D.h., es müssen nicht sofort multimediale Komponenten auf digitaler Basis in die Wohnungen integriert werden, es genügt auch die sinnvolle Steuerung und Vernetzung aller Leuchten oder der Lüftung, um finanziell zu profitieren. Die Vorteile im Betrieb betreffen nicht nur die Gebäudesteuerung wie z.B. das Lichtschalten und Temperaturregeln, sondern auch das Erweitern der Komponenten zu gesamten Systemen mit mehr Dienstleistungen als die Summe ihrer einzelnen Dienstleistungen. Die Veränderung zeichnen sich langsam auch in Bereichen jenseits der reinen Heizungs- und Lichtsteuerungen ab, auch klassische Objekte im Wohnumfeld wie Bilderrahmen sind durch computerisierte ‹Bilderrahmendisplays› ersetzbar. Im Bereich der Haushaltsgeräte und Unterhaltungsmedien sind heute viele Konsumentenprodukte mit digitalen Anschlüssen verfügbar und lassen sich ohne spezialisierte Technologie nutzen. Was für einen Einfluss werden diese Innovation auf die Bewohner und Wohnungen haben ?

Im vorangehenden Absatz wurde bereits deutlich, dass viele Anwendungen der ‹neuen› Technologie der vernetzten Medien eine Substitution ist. Eine Betrachtung historischer Beispiele wird hierzu im Kapitel 4.3 ‹Anwendungsspezifische Szenarien› die Konsequenzen der Substitution bemerken.

3. Bahr, Burkhardt, Friedrichs, Hovestadt, Hovestadt, Reinema, Streitz, Nabert; Das Kooperative Gebäude, Universität Karlsruhe, GMD Darmstadt, 11.96, Kapitel 1.2; <http://caad-extern.arch.ethz.ch/CAAD-Extern/uploads/261/KOGEB.PDF>

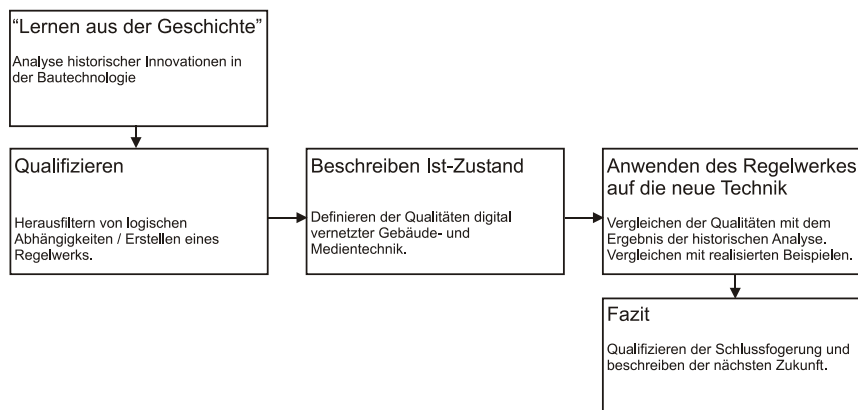
4. Demonstrationshäuser und private Wohnhäuser sind u.a.: inHaus, Duisburg, Deutschland; Futurelife Haus, Zug, Schweiz; Haus Schechter, Zürich, Schweiz; MST Haus, München, Deutschland; TRON, Tokyo, Japan.



Neben technologischen Entwicklungen und Preisverfall ehemals teurer Geräte ist ein soziologischer Wandel im Wohnumfeld zu beobachten. Der Trend zur ‚Heimarbeit‘ steigt, und integriert dabei sehr oft digital vernetzte Technologien.

Die technischen Systeme sind entwickelt, vernetzbare Geräte sind auf dem Markt, und zahlreiche Wohnbauten sind bereits strukturell im Sinne einer vernetzten Gebäude- und Medientechnik<sup>4</sup> gebaut worden - allerdings ohne realisierter gesamter Vernetzung und architektonischer Diskussion.

Es wird festgehalten, dass ein grundsätzlicher Erfolg von Technologien in der Bauwelt ein entscheidender Faktor für die generellen Auswirkung ist. Auch für die Auswirkungen bezüglich der Gestalt. Ob sich eine Technologie erfolgreich durchsetzt, ist allerdings von vielen Aspekten abhängig. Sowohl die Bewohner der Wohngebäude, die Investoren und äussere Faktoren können am Erfolg oder Scheitern des Einsatzes der Technologie beteiligt sein. Auch bei Erfolg bleibt die Frage offen, welches die gestaltdefinierenden Aspekte eines Gebäudes sind. Es spielen kulturelle, gesellschaftliche, finanzielle, soziale, regionale und technische Aspekte eine unterschiedlich stark gewichtete Rolle.



Darstellung der gewählten Methode dieser Nachdiplomarbeit.

## 2.1 Methodik

Die Bearbeitung einer Thematik, die noch nicht etabliert ist, kann sehr schnell zu einer Ansammlung von unklaren Aussagen und Einschätzungen führen. Die Gefahr besteht darin, dass Szenarien für eine beliebige Zukunft formuliert werden. Um diese Problematik zu umgehen, werde ich zunächst Beispiele technischer Innovationen aus der Bautechnologiegeschichte untersuchen. Ein Lernen aus der Geschichte. Anschliessend den derzeitigen Stand der digital vernetzten Technik beschreiben und deren derzeitige Anwendungen in Wohn- und wohnähnlichen Situationen beschreiben. Diese Anwendungen lassen sich bereits an ersten gebauten Vorzeigeobjekten begutachten. Diese Häuser und Wohnungen sind sehr wichtig, da sie dem abschliessend formulierten Fazit die visuellen Argumente liefern. Das in den Recherchen erarbeitete Vokabular wird auf den derzeitigen Stand der vernetzten Gebäude- und Medientechnik angewandt, um eine qualitative Aussage zur Hypothese zu formulieren.

Die Komplexität von Einflüssen vor allem gesellschaftlicher Natur kann nicht in dem Umfang berücksichtigt werden, wie es die Innovationen verdienen. Beispielfürhaft sei die Entwicklung der «Küche» erwähnt, die nicht nur wegen der Industrialisierung der Produktionsmethoden in den 1920er Jahren formal komplett verändert wurde, sondern auch aufgrund der Diskussion um die Position der Frau in der Gesellschaft sowie dem Bestreben nach Licht und Hygiene im Bauen.

Es ist anzumerken, dass es wenig bis gar kein Material über formale Einflüsse der digital vernetzten Technologien im Wohnbereich gibt. Referenzliteratur ist nur in benachbarten Feldern zu finden. Diese sind meist technische Ratgeber<sup>1</sup> bzw. Arbeiten über die Möglichkeiten einer kompletten Vernetzung von gewerbliche Bauten<sup>2</sup>. Einige technische Beschreibungen und Handbücher gehen angenehm kritisch mit der Materie um. Sie beschäftigen sich aber hauptsächlich mit der Planung und Installation. Andere Dokumente sind sehr futuristisch und künstlerisch. Auch deshalb betrachtet diese Nachdiplomarbeit den aktuellen Stand der Technik und deren direkte Einflussnahme auf die Gestalt von Wohnungen.

1. Harke, Werner; Smart Home; Verlag C.F. Müller

2. Hovestadt, Volkmar; Informationsgebäude, 1998 : ein Integrationsmodell für Architektur und Informationstechnologien; VDI Verlag Düsseldorf



Digital gesteuerte Leuchte im Semperschen Altbau der «Villa Garbald».

### 3. Historische Betrachtung

«Aus der Geschichte lernen» ist das Ziel dieses Kapitels. Ich erhoffe mir dadurch, eine Ansammlung von wagen Mutmassungen über die Möglichkeiten der digital vernetzten Gebäude- und Medientechnik zu vermeiden. Weil die Geschichte des Bauens auch eine Reihe einzelner technischer Innovationen ist, ist es sinnvoll durch den Blick in die Geschichte einen objektiveren Blick in die nahe Zukunft zu bekommen. Einige dieser historischen Innovationen sind im Laufe der Zeit direkt oder indirekt formal wahrnehmbar geworden. Jedes der historischen Beispiele wird qualitativ beurteilt. Das Ziel ist es, im Anschluss ein relativ klares Regelwerk über die Voraussetzungen von gestaltbeeinflussenden Innovation zu liefern.

Manche historische Beispiele lassen sich solitär nur schwer untersuchen. Exemplarisch möchte ich die Innovation des Stahlbetons nennen. Auf dessen Vernetzung mit zeitgleichen Veränderungen und Innovationen wird später eingegangen. Nicht nur bezüglich rein technologischer Aspekte kommt man sehr schnell in ein Netz von Abhängigkeiten mit anderen zeitgleichen Innovationen. Oft sind sie im Kontext gesellschaftliche Entwicklungen erfolgreich, die den geschäftlichen oder gestalterischen Erfolg der jeweiligen Technologie ermöglichten oder verhinderten. Ich erwarte ausserdem, dass einige technische Innovationen keine formalen Auswirkungen haben, obwohl sie technisch gesehen revolutionär sind, andere werden sich iterativ weiterentwickelt haben und Schritt für Schritt das Wohnumfeld prägen.

Die Geschichte des Wohnens beinhaltet auch Beispiele von technischen Innovationen, welche sich in der Gestalt der Wohnung ausgedrückt haben. Nachfolgend werden beispielhaft unterschiedliche technische Innovationen auf ihre Auswirkungen auf die Gestalt der Wohnung untersucht. Es soll ein erstes Vokabular zur Beurteilung von technischen Innovationen im Wohnraum ermittelt werden.

### 3.1 Vernetztes Betrachten historischer Innovationen

Die Betrachtung einzelner Technologien und deren eventueller Auswirkungen auf den Wohnungsbau und das Wohnumfeld kann irreführend sein. Selten ergeben sich daraus direkte Schlussfolgerungen über deren direkten Einfluss auf die Gestalt von Wohnungen. Innovationen, die auch im gegenseitigen Wechselspiel formale Veränderungen hervorgerufen haben sind z.B.

- Aufzug (Erschliessung hoher Gebäude)
- Eisen/Stahl-Träger (Stabilität hoher Gebäude)
- Stahlbeton (grosse Deckenspannweiten)
- künstliches Licht (Beleuchtung tiefer Räume).

Bereits diese vier Beispiele lassen aber Abhängigkeiten im gegenseitigen ‚Erfolg‘ erkennen. Hätte es nicht das Eisen/Stahl als Armierungsmaterial gegeben, wären grossflächige Betondecken nicht möglich, gleichzeitig lassen sich die nun gewonnenen tiefen Räumen mittels künstlichem (meist elektrischem) Licht besser beleuchten und daher besser nutzen. Interessante und manchmal amüsante Details wie die Geschichte der Leuchtengestaltung ist für die Gestalt einer Wohnung nicht relevant. Die Leuchten waren nämlich lange Zeit gestalterisch lange Zeit ein Derivat von Kerzenleuchten. Einzig ein menschlicher Hang zur Substitution von Technologien lässt sich daraus ableiten.

Diese Tendenz zur Substitution bei Einführung von Innovationen können wir interessanterweise auch bei der digital vernetzten Gebäude- und Medientechnik. Hierzu mehr in Kapitel 4. Digital vernetzte Gebäude- und Medientechnik.

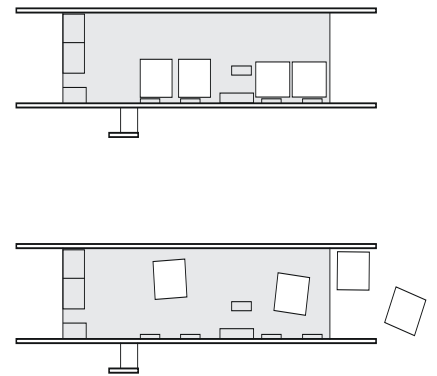


Haus in Japan, ‹The Naked House›, Architekt Shigeru Ban, 2000.  
Quelle: Wohnkonzepte der Zukunft, Callwey, Seite 30.

Ein aktuelles Beispiel der gegenseitigen Einflussnahme verschiedener Aspekte des Bauens bei gleichzeitiger formaler Veränderung ist das «Naked House» des japanischen Architekten Shigeru Ban (vgl. Abbildungen). Hier treffen drei wichtige Komponenten zusammen: Ein offener Bauherr, ein innovativer Architekt und eine neue Bautechnologie.

Das «Naked House» steht in seiner Verknüpfung von technologischer Innovation und formaler Änderung exemplarisch für andere Projekte der heutigen Zeit. Die funktionalen und gestalterischen Qualitäten der transluzenten und isolierenden Wände werden ausgenutzt, indem auf Fenster oder strukturelle Öffnungen grösstenteils verzichtet wird. In Konsequenz ist die Position von Räumen im Gebäude nicht mehr durch funktionale und bautechnische Einschränkungen wie Querwand zu Fenster definiert. Die Positionierung von Räumen ist frei, demnach hat das Gebäude einen freien Grundriss, in welchem rollbare Container verschoben werden können.

Um das Thema des freien Grundrisses und dadurch einer freien Aktivitätenverteilung aufzunehmen, müssten - konzeptionell gedacht - die Container mit sämtlichen Anschlussmöglichkeiten versehen sein. Dadurch wären diese mobilen Räume in ihrer Nutzungsmöglichkeit den konventionellen Räumen ebenbürtig. Ob dieses so ist, war der Literatur nicht zu entnehmen. Ebenso wenig bezüglich der im Haus integrierten Gebäude- und Medientechnik.



Haus in Japan, «The Naked House», Architekt Shigeru Ban, 2000.

Beispiel gegenseitiger Einflussnahme: Neues Material zum günstigem Preis, ein aufgeschlossener Bauherr und ein innovativer Architekt. Das Resultat ist eine neue Wohnform, die auch formal Konsequenzen hat □

Aus: Wohnkonzepte der Zukunft, Callwey, Seiten 30-34.

gt werden.

### 3.2 Die Analyse historischer Beispiele

#### Beispiel:

#### Heizung, der Wechsel von raumbezogenen zu zentralen Systemen

Die Feuerstelle in der Küche war während Jahrhunderten die einzige Wärmequelle im (Wohn)Haus. «Mit ihrer Hilfe wurde geheizt wie gekocht.»<sup>5</sup>. Entsprechend sind die Aktivitätszonen und dadurch die Grundrisse der Gebäude um diese zentrale Wärmequelle arrangiert.

Das ‚Neue Bauen‘ hatte für eine breitere Masse eine Technisierung des Haushaltes gebracht. Die Technik hatte auch die Dezentralisierung der Heizquelle(n) ermöglicht. Neu sind seit den 1920er Jahren manuell beheizte dezentrale Systeme. Nun kann nicht nur der Küchenraum und allenfalls das benachbarte Zimmer flexibler genutzt werden, sondern alle beheizten Räume. Eine Aktivitätenverteilung ist möglich.

In der Nachkriegszeit folgen zahlreiche Veränderungen. Die Innovation der sog. Einzel- und Mehrraumheizung mit örtlichen Feuerstätten ist eine Weiterentwicklung der dezentralen Wärmequellen des neuen Bauens. Im Bad finden elektrische Infrarotstrahler Einzug. Aber noch immer ist die Beheizung in Abhängigkeit von einer Wärmequelle für max. zwei Räume möglich. Die Regulierung der Wärmen geschieht über die Justierung der Energiezufuhr und/oder der Regulierung über verstellbares Luftgitter

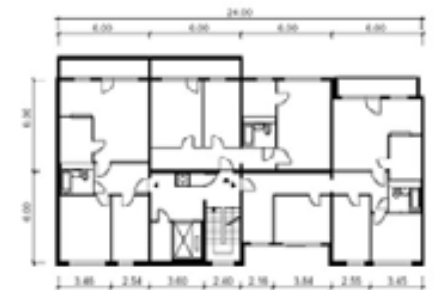
Mit der Innovation der pumpengestützten Wasserkreisläufe wurden örtlich freipositionierbare Konvektoren möglich. Erste Konvektoren sind in den Wohngebäuden der frühen Modern zu sehen (vgl. Schröder-Schröder Haus in Utrecht, Holland und Villa Savoy, Poissy, Frankreich). Diese Erstinstallationen waren aber sehr teuer. Die selbstregulierende Zentralheizung wurde erst ab ca. 1950 einer breiten Masse zugänglich. Die Anforderungen Wärmezufuhr wurde ab diesem Zeitpunkt immer weniger zum gestaltgebenden Element.

#### Schlussfolgerung des Beispiels <Zentralheizung>:

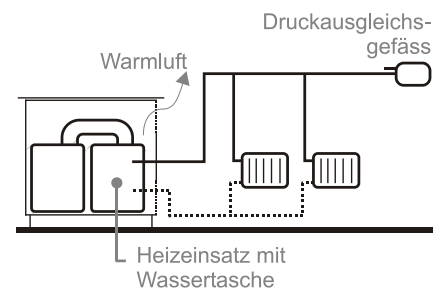
- ist objektgebunden
- hat keinen primären Einfluss auf die Gebäudestruktur
- ist preiswert zum Zeitpunkt der Marktakzeptanz
- ist primär unsichtbar
- hat starken gestalterischen Einfluss auf Wohnungen



Küchenofen um 1800.  
Quelle: Uni Stuttgart - Seminar Küchen



Plattenbau (DDR) um 1960.  
Quelle: TU Berlin



Und das in zahlreichen Plattenbauten (DDR) eingesetzten Konvektorheizsystem. Installiert von ca. 1960 bis ca. 1980. Es ermöglichte die Beheizung mehrerer Räume sowie die Individuelle Temperaturregelung je Raum.  
Quelle: TU Berlin

## Beispiel: Elektrisches Licht

Bis ca. 1880 gibt es für die Beleuchtung von Wohnräumen nur Gasleuchten und Kerzenlicht. Diese haben erhebliche Defizite in Form ihrer geringen Lichtleistung, Wärmeentwicklung und Feuergefahr. Erst durch die Elektrifizierung der Städte um 1900 und der Erfindung der Glühbirne durch Thomas Alva Edison, 1879, wurde elektrisches Licht in Wohnungen möglich. Diese Entwicklung ging parallel mit der Industrialisierung des Bauens und der industriellen Produktion. Architekt Hannes Meyer, Dozent für Architektur im Bauhaus Dessau, listet die neuen Produkte auf: «der Klappstuhl, das Rollpult, die Glühbirne, die Badewanne, das Reise Grammophon, alle mit genormter Form, serienweise Anfertigung, Serienbauteil, Serienhaus.»<sup>7</sup>.

Für die elektrisch betriebenen Geräte ist nur ein dünnes Kabel notwendig. So auch für das elektrische Licht. Nun konnten tief liegende oder dunkle Räume rauchfrei belichtet werden. Es wurde nun möglich zumindest betreffend Licht, einen gewissen Komfort in allen Räumen zu erreichen. Lichtabhängige Nutzungen verlagerten sich weg von Fenstern. Auch die Zeitspannen für einzelne Aktivitäten konnten einfacher verändert werden - durch den Dreh am Lichtschalter. Diese sozialen Auswirkungen erscheinen mir sehr weitreichend und komplex. Es wird jedoch festgehalten, dass eine Veränderung der Wohnungsnutzung und eine Veränderung der Raumgeometrien stattfindet.

Die neueste Tendenz seit ca. 2000 ist der Einsatz von lichtemittierenden Dioden (LED). Deren Qualität liegt in der kleinen Dimension, dem geringen Stromverbrauch, der grossen Helligkeit und langen Lebensdauer. Die Auswirkungen der LED-Technologie auf das Wohnumfeld ist noch nicht eingehend untersucht worden. Erste Leuchten für Schreibtisch und Zimmer sind bereits erhältlich<sup>8</sup>. Ebenso Licht- und Medienfassaden, welche die Funktionalität von grossen Bildschirmen haben. Diese Fassaden sind aber meist an Büro- und Verwaltungsgebäuden. Die Integration in das Wohnumfeld lässt noch auf sich warten. Derzeit ist noch die Phase der Substitution von z.B. kleinen Halogenbirnen.



Stube einer Arbeiterwohnung um 1900 (Gasbeleuchtung).  
Quelle: Internet



Schlaf- und Wohnbereich um 1980.

### Schlussfolgerung des Beispiels «elektrisches Licht»:

- ist objektgebunden
- hat keinen primären Einfluss auf die Gebäudestruktur
- ist preiswert zum Zeitpunkt der Marktakzeptanz
- ist primär sichtbar
- hat gestalterischen Einfluss auf Wohnungen

<sup>7</sup> Meyer, Hannes; Die Neue Welt, Quelle: [http://www.tu-cottbus.de/BTU/Fak2/TheoArch/D\\_A\\_T\\_A/Architektur/20.Jhdt/MeyerHannes/SchriftenDerZwanzigerJahre/DieNeueWelt/DieNeueWelt.htm](http://www.tu-cottbus.de/BTU/Fak2/TheoArch/D_A_T_A/Architektur/20.Jhdt/MeyerHannes/SchriftenDerZwanzigerJahre/DieNeueWelt/DieNeueWelt.htm)

<sup>8</sup> Mit dem Designpreis «Goldener Stecker» wurde 2003 die Leuchte «Kaijo» des Designers Ernesto Gismondi ausgezeichnet. Für Gebäude wird exemplarisch das Präsentationsgebäude der Fa. Regent in Basel genannt, welches die Fassade in unterschiedlichsten Farbmuster erscheinen lassen kann. Als grossflächiger Bildschirm ist das Verwaltungsgebäude der T-Mobile AG in Bonn, Deutschland, zu nennen, da die Bildschirmfläche durch LEDs generiert wird, welche in Lamellen vor einer grossen Glasfassade integriert sind. Die Technik nimmt also bezüglich der Installation eine untergeordnete Rolle ein.



**Beispiel:  
normierte Küche**

Die Küche wird im 19. Jhd. Ort von Diskussionen über die Position der Frau in der Gesellschaft. Gleichzeitig ist die Industrialisierung auf ihrem Höhepunkt. Eine Konsequenz ist, dass auch alltägliche Abläufe zunehmend mechanisiert werden. In ihren «Abhandlungen zur häuslichen Wirtschaft», 1841, (Originaltitel: A Treaty on Domestic Economy) und «Das zu Hause der amerikanischen Frau», 1869, (Originaltitel: The American Woman's Home (1869) stellt die Amerikanerin Catherine E. Beecher bereits fest: «Auch die falsche Anordnung der Küche im Haus sei einer wirtschaftlichen Haushaltsführung hinderlich».

Als Antwort auf die Diskussionen entstehen unter Anderem neue Grundrisse für Küchen mit getrennten Aufbewahrungsorten, Kochgelegenheiten und dedizierten Arbeitsflächen. Zudem ist Platz reserviert für die neu aufkommenden elektrischen Küchengeräte (Vorläufer durch Friedrich Wilhelm Schindler, 1893<sup>9</sup>. Um 1925 bereichern diverse «elektrische Haushaltshilfen» die Küche, Zur selben Zeit wird auf die Gesamtheit der Veränderung eine architektonische Antwort gesucht, welche sich erstmals im grossen Stil in der «Frankfurter Küche» (Margarete Schütte-Lihotzky) manifestiert.

Eingebunden in die Diskussion des «Neuen Bauens» werden flächensparende Entwürfe von Wohnungen realisiert. Rationale, hygienische und emazipatorische Argumente werden auch anhand der Küche diskutiert. Es werden normierte Küchenelemente erfunden. Anhand von Modellen der Haushaltsrationalisierung werden neue Typenlösungen geschaffen wie z.B. die «Wohnküche» oder die «Arbeitsküche». Mit neuen funktionalen und gestalterischen Elementen wie Schiebetüren, Dunstabzug, beweglichen und variablen Elementmöbeln, Linoleum-Arbeitsplatte, Email-Spüle, Koch- und Kühlkiste (z.B. von Lilly Reich) wird ein gesamter «Baukasten» entwickelt, welcher in Konsequenz die Gestalt von Küche und Wohnung stark beeinflusst.

**Schlussfolgerung des Beispiels «normierte Küche»:**

- ist objektgebunden
- hat keinen primären Einfluss auf die Gebäudestruktur
- ist preiswert zum Zeitpunkt der Marktakzeptanz
- ist primär sichtbar
- hat gestalterischen Einfluss auf Wohnungen



Küche Haus Goethe in Frankfurt, um 1750.  
Quelle: Uni Stuttgart - Seminar Küchen



Frankfurter Küche, um 1920.  
Quelle: www.virtualvienna.net



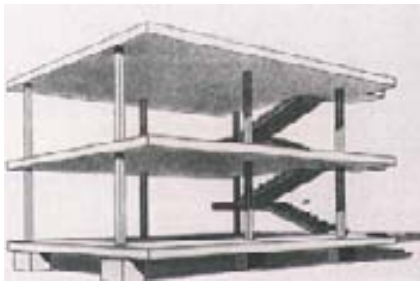
Frankfurter Küche, um 1920.  
Quelle: Uni Stuttgart - Seminar Küchen

9. <http://www.energiegeschichte.de/ContentPage/Page2.aspx?pid=1088#waschmaschine>

## Beispiel: Stahlbeton



Traditionelles dänisches Fachwerkhäus.  
Quelle: Neuffert, Bauentwurfslehre, 34. Auflage.



Das «Maison Domino» von Le Corbusier.



Der «Barcelona Pavillon» von Ludwig Mies van der Rohe. Auch ein Manifest der formalen Möglichkeiten der neuen Materialien.

Eine exemplarische Betrachtung der Auswirkung von unterschiedlichen Konstruktionssystemen auf die Gestalt von Wohngebäuden bestätigt die These der formalen Einflussnahme durch die Primärstruktur. Stahlbeton ermöglichte ein komplett neues Konstruktionssystem, dessen Anwendungsmöglichkeiten und Auswirkungen auch heute noch formal diskutiert werden.

Ausgehend von einem Konstruktionssystem aus der Zeit vor der Erfindung des Stahlbetons werden die grossen formalen Veränderungen durch die Innovation stärker verdeutlicht. Eine traditionelle Holzriegelkonstruktion ist definiert durch preiswert verfügbares Holz und Bauteilgrössen, die von Menschen noch transportierbar sind. Die Fenster als transparente Öffnungen im Gebäude sind klein, da sie schlechte Isolationswerte haben. Zudem sind sie z.Bsp durch Sprossen oder Bleieinfassungen unterteilt, da der Herstellungsprozess von Glas nur kleinflächige Einzeile hervorbrachte. Grossflächige Glasscheiben zu produzieren war nicht möglich, bzw. nicht bezahlbar. Die Raumgrössen hängen ebenfalls mit den Dimensionen der verfügbaren Hölzer zusammen, Dicke lange Balken in guter Qualität waren früher bereits teurer als dünnere und kürzere. Im resultat sind die Räume in Ihrer absoluten Dimension klein.

Die Entdeckung des Stahlbetons im Wohnungsbau zusammen mit neuen Herstellungsverfahren der Glasproduktion (Ziehglas) hat zu Beginn des 20. Jahrhunderts neue Gestaltungsmöglichkeiten gegeben. Die in den fünf Punkten von Le Corbusier zusammengefassten Gestaltungsmöglichkeiten basieren auch auf dieser technologischen Entwicklung. Neu konnten nun dünne Deckenkonstruktionen, grosse Spannweiten und grosse Fensteröffnungen entworfen und realisiert werden.

Eine konsequente Anwendung der Material und der Konstruktion inhärenten Möglichkeiten lassen Wohnräume wie die den manifestartigen «Barcelona Pavillon» von Ludwig Mies van der Rohe, 1927, entstehen. Deren räumliche und formale Qualität ist geprägt durch freie Nutzungsverteilung, grosser Transparenz und grossen Spannweiten der Bauteile.

## Schlussfolgerung des Beispiels «Stahlbeton»:

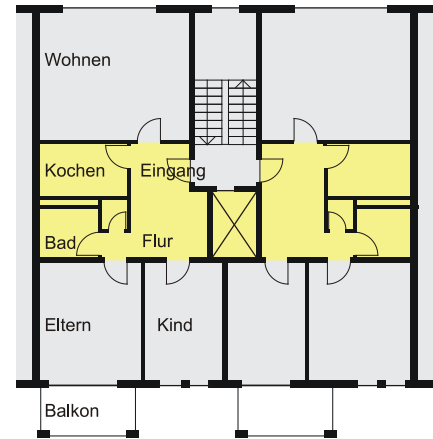
- ist objektgebunden
- hat primären Einfluss auf die Gebäudestruktur
- ist preiswert zum Zeitpunkt der Marktakzeptanz
- ist primär sichtbar
- hat gestalterischen Einfluss auf Wohnungen

## Beispiel:

### Elektromechanische Lüftung

Die elektromechanische Lüftung steht in Kombination mit dem Streben nach genereller Hygiene und gleichzeitig bautechnisch und funktional optimierten Wohnungsgrundrissen. Durch den Wunsch nach natürlicher Belichtung der primären Aufenthaltsflächen werden sekundäre Räume wie Sanitär- und Lagerräume in die Kernzone der Wohnungen verlegt. Die dreispännigen Grundrisse setzen sich durch. Anfangs mit schmalen Lüftungsschächten versorgt, werden diese Räume seit der Nachkriegszeit künstlich entlüftet. Von einer Akzeptanz dieser Veränderung seitens der Bewohner wird meistens ausgegangen.

Interessant ist, dass für die elektromechanische Lüftung dieselbe Grundtechnologie (Elektrizität) wie bei elektrischem Licht benötigt wird. Da in den elektromechanisch entlüfteten Räumen keine natürliche Belichtung möglich ist, sind diese Räume eigentlich nur in Kombination von künstlichem Licht realisierbar. Die neue Technologie hilft also bei der starken Verbreitung eines Wohnungstyps.

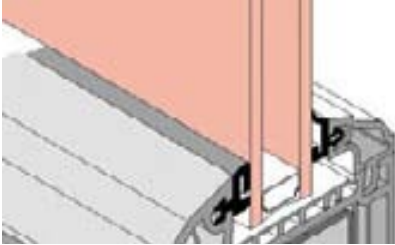


Beispiel eines dreispännigen Grundrisses mit innenliegender sanitären Einrichtungen. Die Belüftung der innenliegenden Räume erfolgt ohne Lüftungsschacht, sondern mit elektromechanischer Lüftung.  
Zeichnung nach Neuffert, Bauentwurfslehre, 34. Auflage.

### Schlussfolgerung des Beispiels <elektromechanische Lüftung>:

- ist objektgebunden
- hat primären Einfluss auf die Gebäudestruktur
- ist preiswert zum Zeitpunkt der Marktakzeptanz
- ist primär unsichtbar
- hat gestalterischen Einfluss auf Wohnungen

### **Beispiel: Isolierglasfenster**



Ursache: Detail einer modernen Isolierglasscheibe.  
Quelle: <http://www.interpane.de/>



Wirkung: Ein Wohn- und Gewerbegebäude mit einem sehr grossen Glasanteil. Gebäude Kasernenstrasse, Zürich, Architekt Bob Gysin.

Die Erfindung des Floatglasverfahrens (Pilkington, 1959) ermöglichte die preiswerte industrielle Fertigung von Flachglas. Zusammen mit technologischen Detailentwicklungen wie Verbindungen, baugauglichen Klebstoffen und Gasisolationen wurden in Folge qualitativ hochwertige Isoliergläser entwickelt. Seit den 1990ern ist deren thermischer und akustischer Schutz so gut entwickelt, dass sie teilweise besser sind als die Isolationswerte von benachbarten Wänden. Zusammen mit einer grossen Präzision in anderen Gewerken (bsp. Rohbau), können heute grossflächige Fensteröffnungen statisch wie technisch zu akzeptablen Kosten realisiert werden.

Gleichzeitig sind die Marktpreise dieser isolierglasscheiben so stark gesunken, dass sie heute eine Marktdominanz haben. Zu beobachten sind gestalterische Konsequenzen an jenen Gebäuden, wo die Bautechnologie der Isolierglasfenster eingesetzt wird. Diese formalen Qualitäten sind grosse spiegelnde Oberflächen. Tagsüber ergeben sie einen dunklen gestalterischen Ausdruck, nachts bei Beleuchtung der Räume eine grosse Transparenz und eine helle Fläche in der Fassade. Im Innenraum der Wohnungen ist tagsüber eine grosse Helligkeit auch bei grösseren Gebäudetiefen möglich. Zusammen mit der Akzeptanz der Bewohner, dass durch die grossen Fensterflächen ein Einblick in die private Welt des Wohnens gewährt wird, sind formal neue Gebäudetypen entstanden.

Einen Einfluss auf die Wohnungstypen findet in Zusammenhang mit offenen Grundrissen statt. Sobald die Akzeptanz nach räumlicher Zusammenlegung sonst einzelner Funktionen vorhanden ist, können grossflächige wandfreie Zonen erstellt werden, in denen z.B. Essen, Wohnen und Kochen stattfindet. Die daraus resultierenden grossen Räume können gut durch grosse Fensterflächen belichtet werden.

### **Schlussfolgerung des Beispiels <Stahlbeton>:**

- ist objektgebunden
- hat primären Einfluss auf die Gebäudestruktur
- ist preiswert zum Zeitpunkt der Marktakzeptanz
- ist primär sichtbar
- hat gestalterischen Einfluss auf Wohnungen



**Die Resultate der Analyse  
historischer bautechnologischer Innovationen**

Technik / Technologie	Zeit	Modifikation oder Erfindung	Anwendung	objektgebundene Technologie oder reine Dienstleistung	primärer Einfluss auf die Gebäudestruktur?	Preiswert zur Zeit der Marktakzeptanz?	Direkt sichtbar / unsichtbare Technologie?	Gestalterischer Einfluss auf die Baustruktur von Wohnungen ja/nein, welchen?	Intensität des Einflusses	Rückanalyse: Erfüllt dieses Beispiel die Argumente der vier Grundregeln?
Aufzug	1853	Erfindung	Beförderung	objektgebunden	ja	ja	sichtbar	ja: Hochhäuser, Wohnhochhäuser mit mehr als 6 Stockwerken, Orientierung am vertikalen Schacht	stark	ja
Stahlbeton	ab 1854	Erfindung	Stabilitätsverbesserung	objektgebunden	ja	ja (anfangs nicht)	unsichtbar, nur sichtbar in Bezug auf das gesamte Gebäude	ja: höhere Bauten, weiter spannende Decken = Grössere Räume, dünnere Wände, grössere Öffnungen, Tiefbau	stark	ja
Telefonie	1863	Erfindung	Kommunikation	Dienstleistung	nein	ja	unsichtbar ausser dem Endgerät, gestalterisch nicht relevant	nein: nur: Telefonanschluss-dose	keine	ja
Elektrisches Licht	1879	Erfindung aber Substitution einer anderen Technologie	Lichtquelle	objektgebunden	nein	ja (ausser dem Betriebs Folgekosten)	sichtbar	ja: Nutzung tiefer Räume/innenliegender Räume	gering	nein
Gasherd	ca. 1910	Erfindung	Kochwärme	objektgebunden	nein	k.A.	sichtbar	ja: beliebiger Positionierung des Herdes in der Küche (kaminunabh.)	gering	ja
normierte Küche	ca. 1920	Erfindung	Möblierung	objektgebunden	nein (allerdings ja im Rahmen des 'Neuen Bauens' um 1920)	ja	sichtbar	ja: „Wohnküche“, „Arbeitsküche“ (d.h. Renaissance der Mittelalterlichen Küche)	mittel	nein
Fernsehen	ab 1935	Erfindung	Information, Unterhaltung	Dienstleistung, an Gerät	nein	ja (anfangs nicht)	sichtbar	ja: Etablierung des Wohnzimmers, Revitalisierung der Stube		nein
elektro mechanische Lüftung	ab ca. 1950	Erfindung	Luftaustausch	objektgebunden	ja	ja	unsichtbar	ja: Innenliegende Sanitär- und Kochbereiche/-räume	stark	ja
Zentralheizung	ab ca. 1950	Erfindung	Wärme	objektgebunden	nein	ja	unsichtbar	ja: Räume mit mehrfacher Nutzung, da nur in der beheizten Küche viele Nutzungen stattfanden	mittel	
Fussboden-heizung mit Warmwasser	ab ca. 1955	Erfindung	Wärme	objektgebunden, an Bodenfläche	ja	ja	unsichtbar	ja: Strukturelle Öffnungen ermöglicht bei gleichbleibendem Komfort	stark	ja
Floatglas	1959	Modifikation	Licht	objektgebunden	ja	ja	unsichtbar, wenn nur auf Fenster als solches bezogen	ja: grösserer Fensteröffnungsanteil, preiswertere Fenster (Stufe 1)	stark	ja
Isolierglasfenster	ab ca. 1960	Modifikation	Licht und Isolation	objektgebunden	ja	ja	sichtbar, wenn die mögliche Grossflächigkeit betrachtet wird, unsichtbar, wenn nur das Material selbst betrachtet wird.	ja: grösserer Fensteröffnungsanteil, Wintergärten (Stufe 2)	stark	ja

Legende Farbkodierung:

Objektgebunden und sichtbar
Dienstleistung und unsichtbar
starker Gestalteinfluss
geringer Gestalteinfluss



Die vorangehende Tabelle vergleicht technische Entwicklungen und deren Anwendungen, welche nicht immer mit den gleichen Attributen bewertet werden können. Es wurde eine vereinfachte Klassifizierung vorgenommen. Beispielsweise ist das Attribut «preiswert» sehr komplex definiert. Es wurden keine bauökonomische Indizes recherchiert, sondern die aus unterschiedlichen zeitgenössischen oder aktuellen Quellen gewonnenen Beschreibungen als Basis genommen.

Wie jede Vereinfachung, hat erlaubt auch dieses Regelwerk im Detail Ausnahmen von der Regel. Es formuliert trotzdem ein Vokabular, das einen starken Trend über die zu erwartenden Auswirkungen einer spezifischen Technologie auf die Gestalt von Wohnungen erkennen lässt, Es lassen sich Aspekte gruppieren, bei deren Erfüllung sich die Gestalt eines Wohngebäudes oder einer Wohnung mit grosser Wahrscheinlichkeit stark verändert.

**Die Gestalt eines Wohngebäudes oder einer Wohnung ändert sich mit grosser Wahrscheinlichkeit, wenn hauptsächlich:**

- **die neue Technologie objektgebunden ist**
- **die neue Technologie primäre Konstruktionsänderungen erlaubt oder erfordert**
- **die neue Technologie im Verhältnis preiswert ist**
- **kulturell akzeptiert wird**

Für den Einfluss auf die Gestalt ist es unabhängig, ob die neue Technologie eine Modifikation einer bestehenden Technologie ist, oder eine Erfindung. Sie ist auch unabhängig von der physischen Sichtbarkeit oder Integration in bestehende Grundelemente der Wohnung.

**Die Gestalt eines Wohngebäudes oder einer Wohnung ändert sich mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht, wenn :**

- **die neue Technologie hauptsächlich immaterielle Dienstleistungen generiert.**

Die Innovation der digital vernetzten Gebäude- und Medientechnik wird als Technologie charakterisiert, die mit obigen Beispielen vergleichbar ist. Deshalb werden die oben genannten Grundregeln angewendet.



## Der Barcelona Pavillon als gebautes Beispiel der gestalterischen Beeinflussung durch mehrere bautechnischer Innovationen

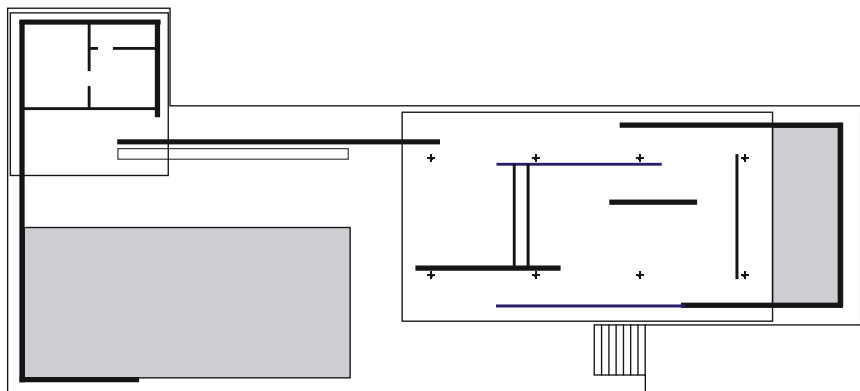
Eine Vielzahl der bautechnischen Innovationen der vergangenen 150 Jahre kann am Barcelona-Pavillon, Barcelona, Spanien, 1929, konzeptionell und formal klar abgelesen werden.

Das Gebäude integriert folgende Innovationen und setzt sie konzeptionell sehr klar ein. Es ist ein Gebäude, das in Grösse und Möblierung einem grosszügigen Einfamilienhaus ebenbürtig ist. Formal sind jedoch die Innovationen sehr futuristisch verarbeitet, so dass sie nicht die übliche Substitution bekannter Technologien übernimmt.

- Verwendung von Flachglas für grossflächige strukturelle Öffnungen
- Verwendung von Metallprofilrahmen
- elektrisches Licht
- Metallstützen
- Stahlbetonplatten für weitspannende filigrane Flachdächer
- Wasserbecken im Wohnbereich (wasserdichter Beton)
- nichttragenden Bauteiloberflächen (Verkleidungen)

Das Resultat ist ein Gebäude, das sich gestalterisch grundsätzlich von den damals zeitgenössischen Wohnbauten unterscheidet. Das Beispiel ‚Barcelona-Pavillon‘ zeigt aber auch, dass soziale, ideologische und technische Argumentationen zusammen grosses Veränderungspotential bringen können.

In wie weit heute die digital vernetzte Gebäude- und Medientechnik ein Potential zu gestalterischen Veränderungen hat, wird in dem folgenden Kapitel behandelt.



Grundriss des Barcelona Pavillons von Ludwig Mies van der Rohe, 1929, Weltausstellung in Barcelona. Anschaulich werden die Qualitäten der neuen Materialien und Technologien gestalterisch eingesetzt.





Das Wohnzimmer der 'Villa Garbald'. Beim Umbau wurde besonders auf die historische Substanz Rücksicht genommen - ohne auf sehr avantgardistische Dienstleistungen der modernen IP-Technik zu verzichten.

#### 4. Digital vernetzte Gebäude- und Medientechnik

Ob die digital vernetzte Gebäude- und Medientechnik im Wohnungsbau ein grosser Markterfolg wird, macht die Fachliteratur mit technischer Orientierung u.a. von folgenden drei Punkten abhängig (Harke, S. 133): «1. Die Systeme müssen bezahlbar werden auch für den normalen Hausbau. 2. Die Systeme müssen für «jeder Mann/-frau» bedienbar sein. Dazu ist es notwendig, eindeutige und einheitliche Bedienoberflächen zu schaffen, die eine Fehlbedienung erst gar nicht zulassen. 3. Die Qualifizierung der Handwerksbetriebe muss vorangetrieben werden.»

Diese ökonomischen und technischen Anforderungen, welche den Erfolg der Technologie ausmachen, lassen sich einfacher nachvollziehen, wenn man primär den breiten Markt betrachtet. Die Menge der Nutzer von Eigenheimen und Wohnungen, respektive derer Bauherren, machen einen Kauf der Technologie von einem akzeptablen Preis-Leistungsverhältnis und einen grösseren Bedienungskomfort abhängig. Diese Argumentation gegen die Integration der neuen Technologie ist beispielsweise bei vernetzter Temperaturregelung oder Fluchtwegenavigation nicht mehr gegeben, da es sich hier um Spezialanwendungen handelt. Bei diesen Sonderfällen sind andere Kosten/Nutzenverhältnisse relevant. Die Investition in eine digitale Vernetzung wird erst durch neue Dienstleistungen interessant. Im Jahr 2004 sind die Anwendungen der digital vernetzten Gebäude- und Medientechnik in Wohnungen meistens Substitutionen bestehender analoger oder einzelner Dienstleistungen.

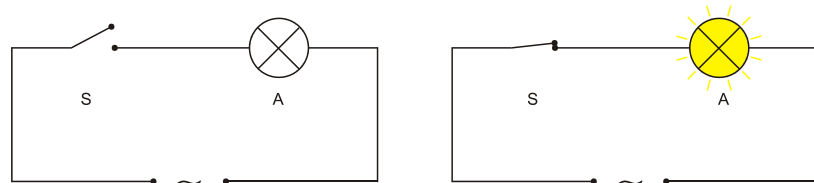
Dieses Kapitel untersucht allgemeine Aspekte wie beispielsweise strukturelle Anforderungen, Kosten und Anwendungsmöglichkeiten. Anschliessend werden anhand von ausgewählten Szenarien des temporären Wohnens in luxuriösen Hotels und Bauten für Behinderte spezialisierte Anwendungsgebiete untersucht. Anhand der im Kapitel 3 gewonnen Erkenntnisse zur Qualifizierung der Auswirkungen neuer Technologien wird die digital vernetzte Gebäude- und Medientechnik bewertet. Abschliessend wird erkennbar, weshalb die Anwendung der bisher installierten digital vernetzten Gebäude- und Medientechnik keinen starken Einfluss auf die Gestalt von heutigen Wohnungen hat.

## 4.1 Systemtechnische Grundlagen

### System

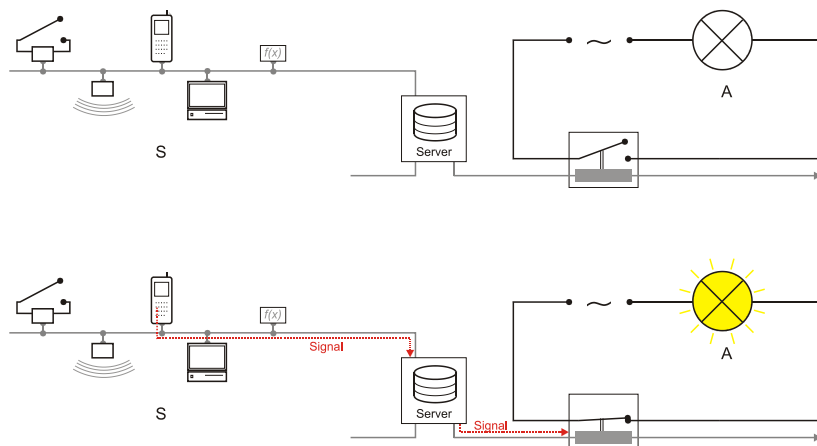
Die Struktur einer digital vernetzten Gebäude- und Medientechnik basiert auf der steuerungstechnischen Trennung von Sensor und Aktor, sowie der Kommunikation der beiden Partner untereinander mittels digitaler Signale. Diese Art der Schaltung unterscheidet sich wesentlich von der klassischen analogen Verkabelung. Durch die physische Trennung von Aktor und Sensor ergibt sich die, von den Marketingabteilungen grosser Konzerne, angepriesene <Flexibilität und Intelligenz>.

Am Beispiel einer klassischen Lichtschaltung lässt sich der Unterschied am besten erklären: es wird ein Stromkreis aufgebaut, in welchem der Sensor (Lichtschalter) und der Aktor (Leuchte) direkt miteinander verbunden sind. Wird der Stromkreis durch den Lichtschalter geschlossen, fließt der Strom zur direkt zwischen Schalter und Leuchte.



Analoge Lichtschaltung. Schalter und Verbraucher sind direkt miteinander verbunden. Links: geöffneter Zustand, rechts: geschlossener Zustand des Stromkreises, das Licht leuchtet.

In einem <Bussystem> sind Sensoren und Aktoren voneinander physisch getrennt und nur über eine Steuerlogik miteinander vernetzt. Dies hat zur Folge, dass die Sensorsignale von verschiedenen Quellen kommen und zu unterschiedlichen Zielen gehen können. Dadurch können mehrere reale oder simulierte Lichtschalter eine einzige Leuchte schalten. Die simulierten Lichtschalter sind beispielsweise Lichtschranken oder Computerbefehle. Das zweite wichtige Merkmal ist hierbei die prinzipielle Trennung von Steuerleitung (Niedervolt) und Versorgungsspannung der Verbraucher (Starkstrom).



Lichtschaltung über Bussystem mit zentralem Server. Die Sensoren (wie Lichtschalter und Computer) sind nicht direkt mit dem Verbraucher (Aktor) verbunden, sondern über eine Steuerleitung zu einer zentralen Instanz, welche wiederum über eine Steuerleitung den Verbraucher schaltet.



Phillips MX6000i, Drahtlos kommunizierende Stereoanlage  
Quelle: <http://www.techannel.de/news/netzwerk/16182/>

Grundsätzlich lassen sich Steuerbefehle in vernetzten Gebäuden wie gewöhnliche Computersignale verstehen. Bei dieser Annahme erweitert sich das Spektrum der Anwendungen von Bussystemen auf andere Dienstleistungen wie Musik und Bildausgabe. Allerdings sind für diese Dienstleistungen wesentlich mehr Steuer-signale pro Zeiteinheit notwendig. Für heutige Netzwerk- und Computersysteme ist das resultierende grosse Datenvolumen aber kein Problem, weshalb man simple Lichtsteuerbefehle und Audio/Videoinformationen konzeptionell und technisch zusammenfasst. In letzter Konsequenz kann man über ein Niedervoltnetz sämtliche Steuer- und Medieninformationen schicken, jeweils mit derselben Logik der Trennung von Sensor (Sender) und Aktor (Empfänger). So können Lichtschalter zur Fernseh-Fernbedienung werden oder die Spielekonsole zum Telefonbuch.



batterieloser Funkschalter (4-Kanal) von «enocean», Grösse ca. 5,0 x 3,0 cm.  
Quelle: <http://www.enocean.cde/>

Zwischen Aktor und Sensor lassen sich Steuerungssysteme schalten, die ein-treffende Signale auswerten und entsprechende Signale aussenden. In der Pra-xis übernehmen dies Industriecomputer, welche z.B. abhängig von der Tageszeit bei einem Tastendruck nur eine Leuchte (tagsüber) oder ein ganzes Treppenhaus (nachts) schalten können. Im Kapitel «4.5.1 Wohnen für behinderte Menschen und Hotellerie» werden Szenarien skizziert, worin der zentrale Computer gesamte Arbeitsabläufe steuert. Diese zentralen Einheiten lassen sich leicht neu konfigurieren ohne dass physisch neu verkabelt werden muss. Diese Logik ermöglicht sogar selbstlernende und selbstoptimierende Systemen, wie sie beispielsweise in der Klimasteuerung eingesetzt wird.

Heute übliche Systeme sind LON, EIB instabus, X10, etc. Neue Entwicklungen wie z.B. das System «RaumComputer» setzen fast ausschliesslich auf bekannte Internettechnologien zur Kommunikation zwischen den Aktoren und Sensoren. Ältere und proprietäre Systeme sind heute fast immer mit Internetschnittstellen erhältlich. Damit gelingt deren Anbindung in ein leistungsstarkes Steuerungsnetz oder die Verwaltung mehrerer Liegenschaften von einer zentralen Stelle aus.

## Funkwellentechnologie

In naher Zukunft kann davon ausgegangen werden, dass zwischen Sensor und Aktor mittels Funkwellen kommuniziert wird. Erste Beispiele gibt es in der Unterhaltungsindustrie, sowie in Forschungslaboren. Für kleine Signalvolumen sind bereits Lichtschalter auf Funkbasis erhältlich. Grösster Vorteil ist der Verzicht auf Leerrohre im Bauwerk und den damit verbundenen Arbeits- und Materialaufwand. Nachteile sind bei batteriebetriebenen Sendern die Möglichkeit eines Ausfalls aufgrund leerer Batterien und die vereinfachte Abhören der Steuerung, beziehungsweise die unerwünschte Fremdsteuerung. Gemäss ersten Kalkulationen in US-amerikanischen Magazinen könnte man aber beim grundsätzlichen kabelfreien Einsatz von Steuerungssystemen in Bürogebäuden bis zu 80% der Installationskosten sparen<sup>12</sup>. Exemplarisch sind hier die Produkte der Firmen «enocean» und «crossbow» genannt, sowie der Testaufbau der Fachhochschule Deggendorf, Deutschland, welcher mittels handelsüblicher Bluetooth-Technologie Wohnräume steuert.



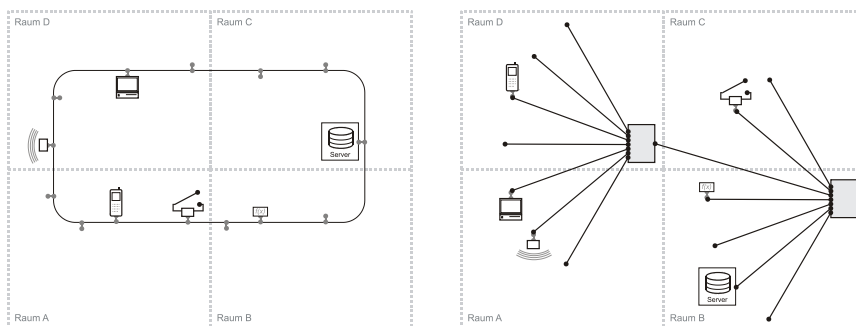
Steuerung eines Wohnraumes mittels Bluetoothtechnologie (digitaler Funk).

Quelle: <http://www.hto.fh-deggendorf.de/komm/building/technik/bluetooth.html>

12. Metropolis Magazine, January 2004, New York City. (gedruckt und <http://www.metropolismag.com/>)

## Kabelgebundene Gebäudeautomationssysteme

Die heute angewendete Verkabelungsarten digitaler Netze sind strukturell auf zwei Grundsysteme zurückzuführen. Diese Grundsysteme existieren in der Computertechnik seit längerem. Man unterscheidet zwischen Ring- und Sternsystem. Vermischungen beider Systeme sind in Computernetzen selten vorzufinden, bei vernetzter Gebäudesteuerung ist das teilweise der Fall<sup>13</sup>. Jedes der beiden Systeme hat seine logischen Vor- und Nachteile: Wird beim Sternsystem eine Leitung aus Versehen getrennt, so ist das angeschlossene Gerät nicht mehr zu erreichen. Andererseits ist es bei einem Ringsystem komplizierter, weitere Räume zu vernetzen, da entweder ein weiterer Ring verlegt werden muss, oder ein bestehender aufgeweitet wird.



Zwei wichtige Grundsysteme der Leitungsführung für digital vernetzte Gebäude- und Medientechnik. Links das Ringsystem, rechts das Sternsystem, dargestellt in der Koppelung zweier Sterne (Stars-of-Stars).

Es wird in dieser Untersuchung davon ausgegangen, dass die Kabelführung als solches in einer Wohnung keine prinzipiellen Probleme darstellt. Die Grundanforderung, dass die Sensoren und Aktoren mit Leitungen zu verbinden sind, wird im Wohnungsbereich als machbar angesehen. Die Leitungsführung kann meist beliebig geführt werden - Unterputz, Aufputz, hinter Installationsebenen und in Primär- und Sekundärkonstruktionen. Einzig allein in filigranen, tragenden oder brandhemmenden Bauteilen ist eine zu grosse Menge von Elektroleitungen nicht möglich. Physikalisch bedingt, erreichen elektrische Signale ab einer bestimmten Übertragungsdistanz nicht mehr ihr Ziel. Grenzwerte liegen hier zwischen 30 Metern und mehreren 100 Metern. In Wohnungen ist dies kein dominantes Problem, da die maximale Strecke zwischen zwei entfernten Punkten selten mehrere hundert Meter übersteigt. Sollte dies doch der Fall sein, so sind meist genügend Möglichkeiten für Unterverteilanlagen vorhanden, welche das Signal verstärken können. In grossen Liegenschaften wird dieses System der Unterverteilung angewendet. Dabei werden pro Verwaltungseinheit (Büro, Wohnung, ...) alle Steuerleitungen zusammengefasst und mit einem Unterverteiler verknüpft. Von diesem führt nur eine einzelne Leitung zu einer Zentrale.

13. Schmidt, Rainer; Universelle Gebäudeverkabelung; VDE-Verlag; 2000



Transparente Bauteile stellen einen Bereich dar, in welchem gestalterische Elemente thematisch eingeführt wurden, um medienintegrierte Bauteile zu verdecken, inszenieren oder ein nur zu fixieren. Exemplarisch sei hier eine steuerbare Türschliessanlage in einer transparenten Türe genannt (vgl. Abbildung). Da die Sensoren und Aktoren mit Energie und Logik versorgt werden müssen, wird gestalterisch die Kabelführung meist mittels einer Abdeckung gelöst. Anders formuliert: die Kabelführung wird speziell zum gestaltenden Element.

### Stand der Forschung: Netzwerkarchitektur an der ETH Zürich

Anders als die meisten kommerziellen Systeme, welche jeweils ihre eigenen Technologien und Standards verwenden, bedient sich das an der ETH entwickelte System zahlreicher bekannter und kostenlosen Kommunikationsstandards des Internets. Jene Technologie, die sonst den Transport der Inhalte von Internetseiten garantiert, wird im Laboraufbau der Professur für CAAD der ETH Zürich zum Schalten von Leuchten und zur Übermittlung von Videokonferenzen eingesetzt.

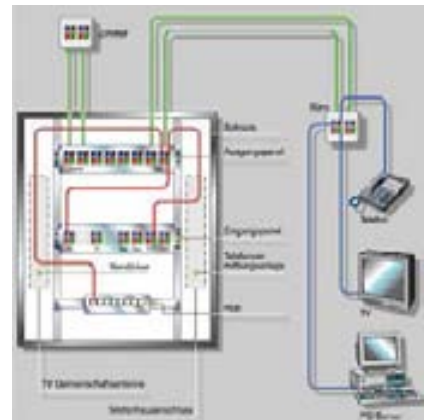
Technologisch gesehen ist dies sicherlich komplexer als das Surfen im Internet, trotzdem wird so gut als möglich auf Standards der Internettechnologie zurückgegriffen. Damit werden die unterschiedlichsten Aktoren und Sensoren miteinander verbunden. So hängen kommunikationsstarke «atomare» Geräte wie Videokameras am gleichen Ethernetkabel wie kommunikationsschwache Lichtschalter. Prinzipiell wird darauf geachtet, dass spezialisierte Geräte relativ stabil und autark ihren Aufgaben nachgehen. Ein Projektor wird zum Anschauen von Präsentationen, TV-Programmen und Videokonferenzen benutzt. Ein Lautsprecher liefert passend zum Fernsehsender den Ton, oder bei einem Telefonat die Stimme des Kommunikationspartners. Man braucht für dieselbe Funktionalitäten nicht fünf unterschiedliche geräte, sondern nur zwei. Die steuernde Logik ist der zentrale Computer und die Diestleistungen sind primär Softwareapplikationen, welche die Funktionalitäten von Telefonen, Konferenzsystem, TV-Empfängern, etc. immitieren. Das System ist skalierbar und modular aufgebaut. Noch ist das System der ETH Zürich nicht marktreif und in einer prototypischen Phase. Es wird erwartet, dass zusammen mit Anstregungen grosser Konzerne, in wenigen Jahren eine Vielzahl der erhältlichen Geräte in diese Systematik einzubinden sind.

### Qualifizierung der strukturellen Einflüsse

Die Struktur der Leitungsführung sowie die darin kommunizierenden Standards haben keinen primären Einfluss auf die Struktur der Wohnung oder des Wohngebäudes.



Beispiel verdeckte Kabelführung transparentem Element. Eingang Überbauung Hegianwand, Zürich. Die Eingangsfront ist komplett verglast. Die für die Klingelanlage notwendige Kabelführung ist gestalterisch in dem pylonähnlichen Türanschlag integriert, welcher auf dem Boden aufsteht. Dort ist der Übergang in das Gebäude selbst.



Prinzischema einer Multimedieverkabelung im Wohnungsbereich. Verbunden werden Geräte aus der Kommunikations-, Daten- und Medientechnik über ein Kabelsystem. Links ist der zentrale Datenaustauschpunkt (Sternsystem).  
Quelle: <http://www.bks.ch>

## 4.2 Zeitkritische und wirtschaftliche Betrachtung

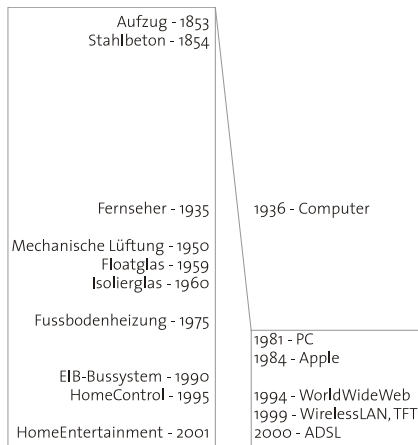


Diagramm der Entwicklungsgeschwindigkeiten. Links: Bautechnologie. Rechts: Computertechnologie.  
Quelle: Autor.

Die technischen Entwicklungen im Bauwesen haben parallel mit der Industrialisierung begonnen und hatten vor allem durch die Automatisierung von Produktionsabläufen einen Geschwindigkeitsschub erhalten. Dies ist in Europa besonders in der Nachkriegszeit ab 1950 zu beobachten. Vor allem die Baustoffindustrie liefert und liefert heute noch neue Materialien und Konstruktionssysteme, welche teils als gestaltgebende Elemente an Bauten zu erkennen sind.

Neue Materialien wie Isolierglasfenster und effiziente Zentralheizungssysteme sind vor allem nach 1970 entwickelt worden. Man kann beobachten, dass eine umso grössere Breitenwirkung einer Technologie eingesetzt hatte, je preiswerter das Produkt erhältlich war. Gleichzeitig wurde bei grösserer Nachfrage die Qualität des Produktes massiv verbessert. Dies entspricht der wirtschaftstheoretischen Entwicklung nach Schumpeter<sup>11</sup>.

Ähnliche Beobachtungen der Geschwindigkeit von technischen Entwicklungen lassen sich bei der Gebäudeautomation und der Computerindustrie beobachten. Das Diagramm der Entwicklungsgeschwindigkeiten zeigt einige markante Schritte. Es wird zunächst davon ausgegangen, dass sich in Zukunft die vernetzte Gebäude- und Medientechnik ähnlich schnell wie die Computertechnologie entwickelt. Die Geschwindigkeit ist jedenfalls schneller als jene der klassischen Bautechnologien. Mit einem Geschwindigkeitsfaktor von durchschnittlich <dre> sind technologische Meilensteine in der Computertechnologie schneller entwickelt und auf dem Massenmarkt vorhanden gewesen als in der Bauindustrie. Die nachfolgend genannte Liste aktueller digital vernetzbarer Geräte kann demnach der Anfangspunkt einer zukünftig sehr starken Entwicklung sein. Bei stetiger Innovation der vernetzten Technologie ist mit einem stetigen Preisverfall zu rechnen. Die in der Fachliteratur bemängelte Unwirtschaftlichkeit aufgrund der teuren Erstinstallation könnte dadurch in naher Zukunft überwunden sein.

11. Schumpeter, Joseph A.; Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung; Verlag Duncker & Humblot; 1997. Zusammengefasst beschreibt die Schumpeter'sche Theorie vier Phasen der wirtschaftlichen Entwicklung eines Produktes und seines Herstellers: 1. eine teure Entwicklungsphase, 2. eine Phase des Marktvorteils und grossen Gewinnes, 3. die Phase der Marktdominanz bis hin zur Sättigung und dem Auftreten der konkurrenzierenden Produkte, 4. die Phase des Desinteresses an dem Produkt und der wirtschaftlichen Unrentabilität.

Ein kritischer Punkt sind die unterschiedlich langen Instandhaltungsintervalle von Gebäuden und Computertechnologie. Bei Bauten sind das zwischen fünf Jahren beim Farbauftrag von Holzfassaden und 80 Jahren bei Veränderung der Primärstruktur. Bei Computern wird sie gewöhnlich zwischen drei und fünf Jahre angesetzt. Da man nicht erwarten kann, die digital vernetzte Gebäude- und Medientechnik im Fünf-Jahrestakt auszutauschen, werden einerseits langlebigere elektronische Komponenten den Markt beherrschen und das Wartungspersonal in Liegenschaften besser geschult sein.

### **Qualifizierung der wirtschaftlichen Betrachtung**

Die digital vernetzte Gebäude- und Medientechnik ist heute und in naher Zukunft vergleichsweise teuer. Dabei liefert sie nicht den sehr grossen funktionalen Mehrwert. Im Vokabular der historischen Innovationen ist sie nicht preiswert.

### 4.3 Anwendungsspezifische Szenarien

Die detaillierte Betrachtung des Einflusses der Anwendung von digital vernetzter Gebäude- und Medientechnik auf Wohnungen wird zunächst entsprechend ihren beiden Hauptbereichen getrennt geführt. Anschliessend werden Gebäudetechnik und Medientechnik aus der Sicht des Nutzers kombiniert. Da der Nutzer - in diesem Fall der Bewohner/Bewohnerin - mit sehr heterogenen Aktivitäten auftritt, agiert er als Konsument bekannter und avantgardistischer Dienste, sowie als ökonomisch orientierter Entscheider.

#### **Medientechnik**

'Optische Ausgabegeräte' haben ein meist kleine visuelle Präsenz. Da diese als möbelähnliche Gegenstände in Funktion und Form auswechselbar sind, wird nur in wenigen Fällen eine formale Änderung des Wohnraumes stattfinden. Offensichtlichster Fall sind grossformatige Projektionen. Die digitalen Projektionsgeräte werden immer preiswerter und kleiner, dadurch ist ihre Präsenz in Wohnungen gestiegen. Ihr Projektionsbild ist absolut gesehen sehr gross. Im geometrisch meist kleinteiligen Wohnumfeld ist es formal gesehen relativ dominant. Es sind aber in den meisten Wohnungen entsprechende Flächen in Form von hellen Wänden (ohne Schrankwände) oder abgehängten Projektionsrollos vorhanden. Andere optische Ausgabegeräte haben nur geringe gestaltdefinierende Präsenz. Ein möglicher Touchscreen ändert am Wohnungstyp nichts.

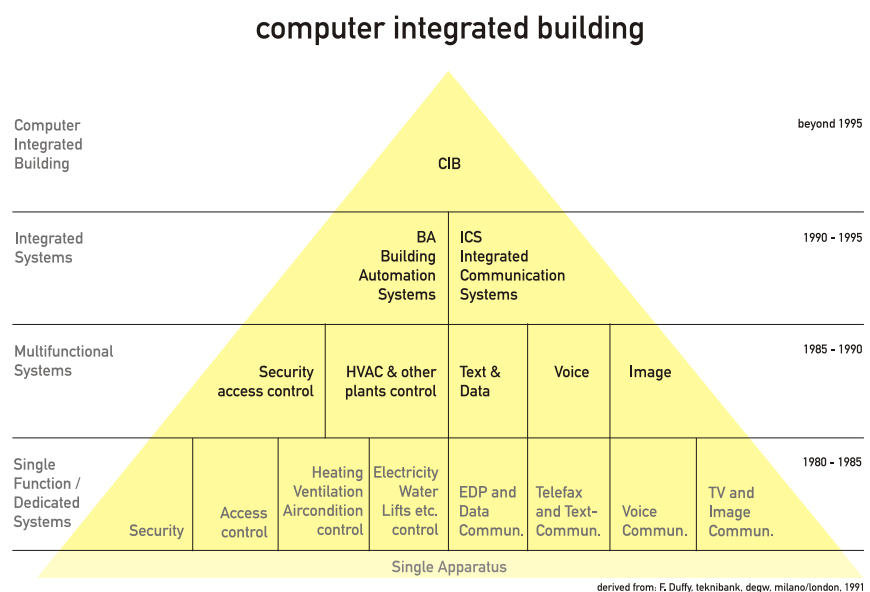
Akustische Ausgabegeräte sind bis anhin Lautsprecher. Partiiell mit integrierter Digitaltechnologie. Musikliebhaber werden gewiss ein Augenmerk auf die Raumgeometrie haben, um die bestmögliche akustische Qualität zu haben. Das hängt aber nicht mit der digitalen Medienverteilung zusammen, sondern mit den Gesetzmässigkeiten der Akustik. Somit kann auch hier von keinem direkten Einfluss der Technologie auf die Gestalt des Raumes gesprochen werden

Eine Verknüpfung von Medientechnologien mit anderen digitalen Technologien in der Wohnung liegt nahe, um z.B. über den Fernseher den aktuellen Status der Waschmaschine oder der Heizung zu erfahren. In Form von Alarmmeldungen erscheint die Information dann auf jenen Geräten, die derzeit benutzt werden. Technisch ist das bereits möglich, es ist derzeit die Phase, in welcher sinnvolle und notwendige Szenarien entworfen werden. Der Nutzer sollte dabei im Mittelpunkt stehen.

## Gebäudetechnik

Eine Eigenschaft der Gebäudetechnik ist, dass sie selten direkt sichtbar ist, aber trotzdem wesentliche Aspekte eines Entwurfes formulieren. Vor allem das Vorhandensein einer bestimmten Technologie zeigt Auswirkungen in Nutzungszonen, Wandpositionen oder auch Betriebskosten. Sanitäre Installationen sind ein gutes Beispiel, um die Abhängigkeit zu zeigen. Da Abwasser möglichst ohne Pumpentechnologie in die Kanalisation gebracht werden will, sind minimale Neigungen von Rohren notwendig. In der Baupraxis entscheidet man sich meistens für einen Technikkanal im Bereich der Sanitäranlagen, um Leitungsführungen quer unter Wohnzimmerdecken zu vermeiden. Dadurch sieht man die Technik nicht direkt, nur ihren Behälter. Sie wirkt meist indirekt.

Digital vernetzte Gebäudetechnik wirkt sowohl direkt als auch indirekt. Ein Tasaturschloss ist eine direkte Begegnung mit der Technologie. Die automatische Klimatisierung mit regelmässiger Einbeziehung der Wetterdaten aus dem Internet bemerkt man sehr subtil, oder indirekt über die Heizkostenabrechnung. D.h. die neue vernetzte Technologie generiert Mehrwerte, die auch durch das vernetzen unterschiedlicher Funktionen der klassischen Gebäudetechnik entstehen. Oder über finanzielle Vorteile, da gemäss der Integrationspyramide von Frank Duffy mehr Dienstleistungen mit weniger unterschiedlichen Geräten und Infrastruktur betrieben werden.



Integrationspyramide nach Frank Duffy, 1991. Zeigt das Verschmelzen von bisher getrennten gebäudetechnischen Dienstleistungen. Zunächst werden thematisch ähnliche Bereiche wie Sprache, Nild und Informationen über eine Technologie miteinander verbunden, später auch mit der klassischen Gebäudetechnik wie Licht, Luft, Klima, Sicherheit.

Die Pyramide der integrierten Gebäudedienstleistungen zeigt anhand einer geschichtlichen Entwicklung (von unten nach oben, dass früher ein Vielzahl von Dienstleistungen mit einzelnen Geräten gelöst wurden. Diese waren autark, hatten ihre spezifische Infrastruktur und Schnittstellen. Im Laufe der Zeit wurden sinn- und systemverwandte Geräte miteinander kombiniert. Beispielsweise Bild-, Ton- und Text-basierte Kommunikation ist heute über ein und denselben Personal Computer möglich.

Frank Duffy prognostiziert, dass in Zukunft sämtliche Dienste von einem Computersystem im Gebäude übernommen werden. Dieses System tritt durch atomare Basisgeräte wie Schalter, Regler, Leuchte, Heizung, Telefon, etc. in Erscheinung. Die Verknüpfung der einzelnen Geräte würde immer über ein Computersystem erfolgen.

### **Nutzer**

Am schwierigsten sind Aussagen über ein zu erwartendes verändertes Nutzungsverhalten von Bewohnern einer digital vernetzten Wohnung. Für eine formale Veränderung müssen viele Faktoren zusammenspielen (technisch, sozial, demographisch, kulturell, politisch, etc.). Gebäude, welche explizit für einen 24h Betrieb entworfen werden, leiten ihre Gestalt aus der digitalen Technologie her.

Im Nutzerverhalten entscheidet auch das Preis/Leistungsverhältnis über den starken Einsatz einer Technologie. Leistung kann sehr unterschiedlich belegt sein. Was für die einen als Prestigesymbol grundsätzlich immer zu bezahlen ist, wird von anderen als Wert nicht wahrgenommen. Derzeit sind solche Prestigeobjekte die digitale Projektoren und möglichst grosse Flachbildschirme. Diese sind wie Möbel zu betrachten und architektonisch nicht relevant.

Bei Betrachtung der heute und in nächster Zukunft verfügbaren digital vernetzter Technik wird dem Nutzer zu adäquatem Preis nur geringfügig mehr Funktionalität geboten. Der geringe Mehrwert findet vor allem im multimedialen Bereich statt. Daten können von der Digitalkamera auf TV, Computer, DVD, Homepage und Handy kopiert werden, Der Heim PC wird durch die permanente Internetverbindung zum veritablen HomeOffice. Aber direkt ergibt sich aus diesen Prämissen noch keine gestalterische Veränderung.

## 4.4 Vernetzte Unterhaltungselektronik

Eine Bestandsaufnahme der derzeit verfügbaren vernetzbaren digitalen Unterhaltungsmedien zeigt einen Trend hin zur Verschmelzung von klassischen Audio-Video-Geräten mit PC-Technologie. Eine komplette Liste zu erstellen, ist letztlich schwer möglich, da derzeit (Sommer 2004) grosse und kleine Unternehmen der Unterhaltungsindustrie unterschiedlichste Produkte auf den Markt bringen.

Es lassen sich aber zwei grosse Gruppen erkennen: einerseits Geräte, welche vernetzte Komponenten haben, um räumliche Freiheiten zu gewinnen. Andererseits Geräte welche vernetzte Komponenten haben, um ein grösseres Dienstleistungsspektrum anbieten zu können. Beides wird als Marktvorteil gesehen. Die zweite Gruppe ist für diese Arbeit von grösserem Interesse, da sie bisher getrennte Funktionalitäten miteinander verbinden kann.

Im Detail sind Mischungen zwischen Standard-PC-Technologien und proprietären Systemen im Einsatz. Proprietäre Technologie wird von den Herstellern deshalb verwendet, um sich einerseits Marktanteile zu sichern. Andererseits, ist da standardisierte Computertechnologie manchmal nicht optimiert ist für eine gewisse Dienstleistung. Hersteller sind aber gewinnorientiert und favorisieren allenfalls eine Kompatibilität zwischen Produkten derselben Marke. Derzeit ist beispielsweise das qualitativ hochwertige Übertragen von TV-Bilder über drahtlose digitale Netze mit üblicher Internettechnologie kompliziert. Es kommt zu schlechter Bildqualität oder zu Ruckeln, weshalb es den Endverbrauchern nicht angeboten wird. Stattdessen werden proprietäre Eigenentwicklungen und Mischtechnologien eingesetzt. Der Nutzer hat kurzfristig einen Vorteil, indem er z.B. grössere Mobilität oder wenige Leitungen in seiner Wohnung hat. In einer komplett vernetzten Wohnung mit allen möglichen Dienstleistungen lebt er/sie deshalb noch lange nicht.

Anhand eines Beispiels kann die Leistungsfähigkeit der derzeitig erhältlichen Technik beschrieben werden, Ein Gerät der dänischen Firma KISS ist:

- Fernseher
- DVD-Player
- Videodateiplayer
- CD-Musik-Player
- digitaler Videorecorder
- digitaler Bildbetrachter
- Internetradio

Es verfügt über eine Anbindung an bestehende digitale Infrastrukturen via Funknetz (WLAN), kabelgebundenes Netz (TCP/IP), CD, DVD oder Antennenkabel. Verglichen mit dem Stand der Technik um 1990 wären hierfür 7 einzelne Geräte notwendig gewesen. Diese wären jeweils mit eigener Steuerung, eigenen Anzeige, Lautsprechern, Medien etc. betrieben worden. Hinzu kommt bei obiger Technologie, dass weitere Geräte dieser Technologie in der selben Wohnung aufgestellt werden können und gemeinsame Ressourcen wie Filme nutzen können, ohne dass diese physisch kopiert werden.



KISS Plasma TV. Seit ca. 2003.

Beispiel für ein integriertes Multimediengerät für den Heimgebrauch. Integriert sind Fernseher, CD/DVD Player, Videorecorder, Internetradio, PC- und Netzwerkanschlüsse.

Quelle: <http://www.kiss-technology.com>

## Prinzipien zukünftiger Gestaltungskonzepte

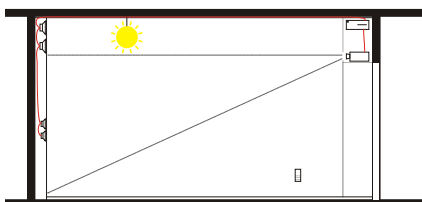
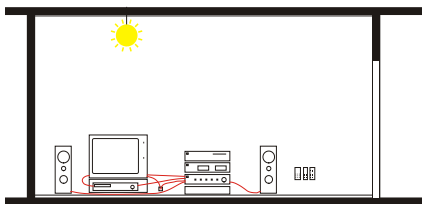
Voranstehende Betrachtung zeigt, dass die absolute Anzahl der Geräte reduziert wird, wenn diese digital miteinander vernetzt werden. Dieses Verschwinden der Geräte kann gestalterisch zur Folge haben, dass es keine eigentlichen Geräte mehr im Raum gibt. Technisch ist dies heute schon möglich:

Technologie: Video/TV/Bilder via Beamer  
Konsequenz: kein Fernsehgerät/Flachbildschirm

Technologie: Musik aus Wandlautsprecher  
Konsequenz: keine freistehenden Objektlautsprecher

Technologie: Steuerung via Handy, Telefon oder/und Notebook  
Konsequenz: keine dedizierten Fernsteuerungen und Schalttafeln.

Einzig den Beamer ist evtl. in einem Möbel oder eine Wand integriert. Im Resultat kann der Raum im architektonischen Sinne formal rein sein. Der Wohnungstyp ändert sich dadurch aber nicht.



Gleiche Funktion bei weniger Geräten.  
Oben: klassische Einrichtung mit Lautsprechern, TV, Video/DVD, Stereoanlage und Fernbedienungen.  
Unten: reduktion auf Bildausgabegerät (Beamer) und Tonausgabe (Wandlautsprecher). Die Inhalte kommen über unterschiedliche Quellen direkt zum zentralen Computer des Raumes.



## Liste digital vernetzbarer Geräte

(Stand Sommer 2004, unterschiedliche Quellen):

Service/Produkt (exemplarisch)	Hersteller (exemplarisch)
Babyalarm	Barix
Beamer	Sony
Backofen	Miele
CD-Player	Kiss
Dampfgarer	Miele
DVD-Player	Kiss
Bildschirm/Plasma	Kiss
Fensterkontakte	Eib
Fensteröffnung	Eib
Fensteröffnung / Garagentorsteuerung	Eib
Feuchtigkeit	Barix
Fluchtwegoptimierung	Ag4
Film Server	KISS
Heizung	Ivistar
Fax	Texas Instruments
Printing	Axis
Telephon	Cisco
Jalousie	EIB
Klein-Computer	Via
Klima	Eib
Kaffeemaschine	Jura
Kühlschrank	LG
LCD-Infopanel	KWS
Licht	EIB
Liftsteuerung	Langerlaumann
Lüftung	Eib
Mp3-player	Slim
Music Server	Sony
Personal Digital Assistant mit Netzanschluss	KWS
Pdas mit Touchscreen und drahtlosem Internet	Dell
Personenzählung	Panasonic
Positionerkennung	Ekahau
Pumpe	Ivistar
Radio	Barix
Sonnenschutz	EIB
Strom	EIB
Teleconferencing	Tandberg
Temperatur	Barix
Text Reader	Siemens
Türkontakt	EIB
Türspion	Axis
Türöffner	Eib
TV	Nec
TV Browser	Amino
Ventilator	EIB
Videokamera	Axis
Videoplayer	Kiss
Waschmaschine	Miele
Wäschetrockner	Miele
Wireless-Netzwerk	Cisco



Digital vernetzte drahtlose Informationszentrale für Miele Hausgeräte (miele@home).  
Quelle: <http://www.miele.de>



EIB Baustein (TCP-Router) ermöglicht den Informationsaustausch zwischen vernetzter Gebäudetechnik und Medientechnik.  
Quelle: <http://www.siemens.com>



Internet Kühlschrank "LRSPC2661\_m" des Herstellers LG. Mit Warnfunktion bei Temperaturabfall.  
Quelle: <http://us.lge.com>

## 4.5 Beispiele technologisch stark ausgerüsteter Wohnungen und Gebäude

Die Untersuchung aktueller Beispiele der Integration digital vernetzter Gebäude- und Medientechnik gestaltet sich mangels realisierter Projekte als schwierig. Die gewählten aktuellen Beispiele beginnen mit Untergruppen des Wohnens. Das Wohnen für körperlich Behinderte und das Wohnen auf Zeit in Hotels weisen bereits heute eine starke und vernetzte Technologieintegration vor. In einem zweiten Schritt werden exemplarisch drei gebaute Bauspiele mit grossen vernetzter Technologieintegration analysiert.

### 4.5.1 Wohnen für behinderte Menschen und Hotellerie

Ausgangslage: ein Mensch mit körperlichen Behinderungen möchte in einem Wohnumfeld leben, welches dem einer ‚normalen‘ Wohnung entspricht. Meist jener Wohnung, die vor dem Eintreten der Behinderung bewohnt wurde. Aufgrund von kinetischen, sensuellen oder kommunikationstechnischen Einschränkungen ist die Person nebst Betreuung auf technologische Hilfsmittel angewiesen. Hier gibt es zwei unterschiedliche Ansätze der Interaktion mit den Dienstleistungen des Gebäudes.



Grand Hotel Bürgenstock, Schweiz. Ein Hotelzimmer.  
Quelle: <http://www.buergenstock-hotels.ch>

### Methode "bottom-up":



Das Gebäude weist eine ‚übliche‘, d.h. analoge und unvernetzte Gebäudetechnik auf. Licht wird über direkt geschaltete Stromkreise geschaltet. Radio und Telefon sind technisch ebenso freistehende und eigenständig bedienbare Objekte.

In solchen Fällen (eigentlich dem Regelfall) sind Institutionen wie die «Fondation Suisse pour les Télépathes» (FST) in Neuchâtel damit beschäftigt, die jeweiligen Objekte fernsteuerbar zu machen. An jedem Gerät, an jeder Dienstleistung des Gebäudes wird ein Empfänger installiert, welcher von einer speziellen Fernsteuerung bedient wird. Hier weist die Fernsteuerung eine gewisse Grundintelligenz auf, da z.Bsp. logische Sequenzen einprogrammiert werden können (Telefon klingelt, zuerst Radio aus, Fernseher aus, Telefon abnehmen, Freisprecheinrichtung an). Die Empfänger sind sehr simpel gehalten. Sie führen nur die empfangenen Befehle aus, ohne auf andere Umstände Rücksicht zu nehmen.

In Konsequenz werden unterschiedlichste Geräte entwickelt, die jeweils sehr spezialisiert sind auf die entsprechende Anwendung.

Auswahl an technischen Hilfsmitteln der FST (Fondation Suisse pour les Télépathes), Neuchâtel. U.a. tastenbesetzter Pullover, individuell programmierbare Infrarotfernsteuerung, Buchblätterhilfe, infrarotgesteuerter Jalousieantrieb, infrarotgesteuerter Steckdosenaufsatz.  
Quelle: <http://www.fst.ch>

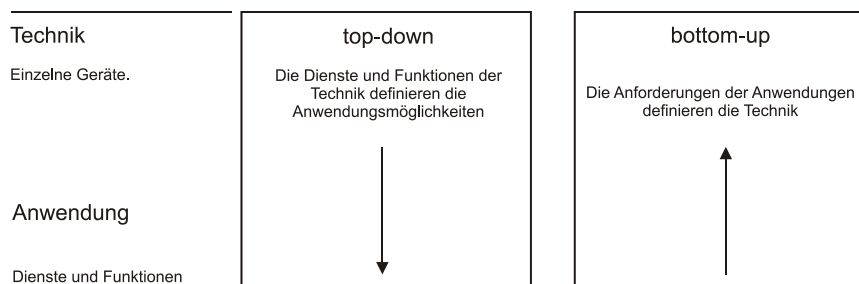
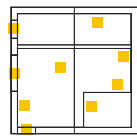
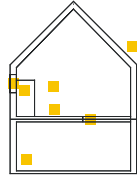
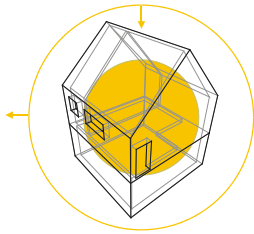


Diagramm der beiden primären Möglichkeiten einer Technisierung der Wohnung. Links die «top-down»-Methode mit der Technisierung der Geräte der Wohnung und der späteren Ableitung der Nutzungen und rechts die Technisierung aufgrund der Anforderungen aus den Nutzungen.

## Methode <top-down>

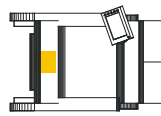
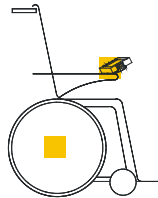
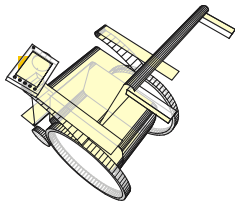


Schema der Positionierung von Sensoren und Aktoren in einem vernetzten Gebäude.

In der Wohnung/Gebäude der Person sind bereits viele der Dienstleistungen miteinander verknüpft. Im Idealfall über offene technische Schnittstellen.

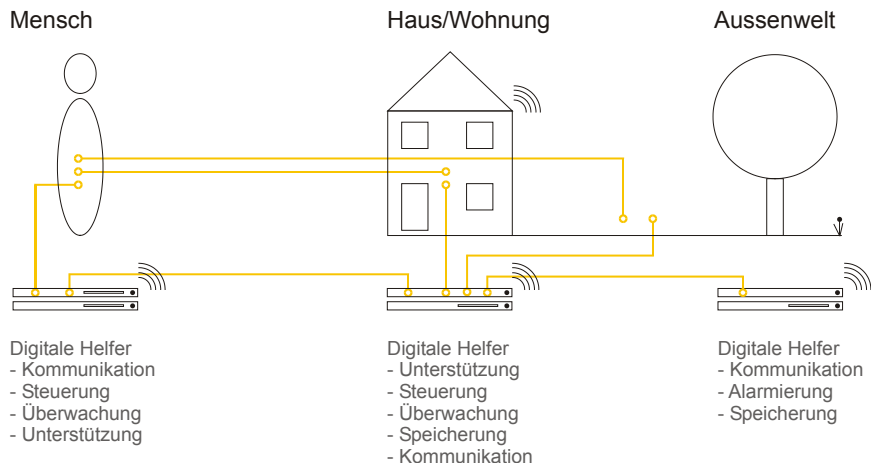
Mittels allgemein erhältlicher Technik lässt sich das Gebäude steuern. Durch minimale Änderungen wie beispielsweise dem Projizieren eines Steuerungsmenus auf den Fernseher sind sehgeschwache Personen fähig mit ihrem Umfeld zu interagieren.

Auf Benutzerebene können handelsübliche Fernsteuerungen oder z.B. tragbare Computer eingesetzt werden. Deren Inhalt und Schnittstellen können für jeden Benutzer frei konfiguriert werden. Gleichfalls können Spezialapparate für spezifische Behinderungen als Fernsteuerung gebaut werden. Diese können über standardisierte Technologien mit dem Gebäude interagieren. Hier wird vorzugsweise Internettechnologie oder Gebäude-automationstechnik als Referenz genommen.



Vorschlag der Ausrüstung eines Rollstuhls mit Touchscreen und Batterie für die Interaktion mit dem Gebäude (Licht, Radio, Telefon, Fernseher, Türspion, ...)

Es kann von der Aufnahme von persönlichen Gesundheitswerten wie z.B. Pulsfrequenz über Lichtschaltung bis hin zur Telefonkommunikation alles über die prinzipiell selbe Internettechnologie erfolgen. Meldet der Pulssensor beispielsweise eine organische Fehlfunktion des Bewohners, wird via Internet oder auch SMS ein Alarm ausgesendet, der Ort, Art, und Zeitpunkt des Vorfalles meldet. Gleichzeitig kann der heraneilende Arzt vom Gebäude den Verlauf anderer gesundheitsrelevanten Messdaten erfahren, wie Blutzuckerwerte oder Körpertemperatur. Der Computer im Gebäude hat diese Informationen über die Zeit gespeichert und kann sie zeitlich versetzt oder sofort an zugriffsberechtigte Personen abgeben. Die relativ einfache technische Durchgängigkeit der digitalen Technologien vereinfacht eine Erweiterung des Gesamtsystemes in einzelnen Teilbereichen. Es setzt derzeit allerdings eine höhere Initialinvestition voraus.



Unterschiedliche Skalen der Interaktion eines durchgängig digital gesteuerten und Interagierenden Gebäudes. Am Beispiel eines Behinderten Menschen mit Überwachung von Gesundheitswerten, der Kommunikation mit dem Gebäude sowie externen Stellen.

## Hotellerie

Der Hotelbetrieb wird als zweites Beispiel detaillierter angeschaut. Die Hotellerie kann als ‹Wohnen auf Zeit› angesehen werden, gleichzeitig funktioniert sie nach kommerziellen Prämissen. Da digital vernetzte Gebäudetechnik in mittelgrossen und grossen Büroimmobilien zum heutigen Zeitpunkt Standard sind, wurde erwartet, dass sich der gehobenen Hotelleriebetrieb als Vorreiter dieser Technologie bedient.

Ein Besuch der ‹Ecole d'Hôtellerie de Lausanne› bestätigte die prinzipielle Orientierung eines gehobenen Hotelbetriebes an rein wirtschaftlichen Kriterien.

Diese Kriterien sind der wirtschaftliche Betrieb der Administration, der Reduktion von laufenden Betriebskosten sowie der Einzigartigkeit des Hotels gegenüber den Kunden und der Konkurrenz. In Konsequenz gibt es einen grossen betriebstechnischen Bereich im modernen Hotel, welcher von der Optimierung der Putzkolonnen, über Logistik bis hin zur automatischen Telefonanlage reichen.

Im Betriebsbereich werden im Idealfall eingesetzt:

- universelle Verkabelung für Telephonie, Computernetz, Zeiterfassung, Niedervoltverteilungen
- computergestützte just-in-time Logistik für die Lieferung von Lebensmitteln und Wäsche
- Serviceequipen mit Handhelds
- zentrale Abrechnung und Adressmanagement mit zentraler digitaler Kundenverwaltung, bzw. Zentralrechner der Hotelkette.
- vernetzte Zimmerbuchung mit Internetanbindung und Reisebuchungssystem

Im Gästebereich werden eingesetzt:

- universelle Verkabelung für Telefonie, Internetanschluss und Zimmer Radio/TV
- busbasierte Steuerung der Leuchten
- zentrale Lüftungs- und Klimakontrolle mit Möglichkeit der lokalen Feinregelung
- Optimierung der Klimaregelung in Abhängigkeit der Anwesenheit des Gastes

Eine geringere Wichtigkeit haben Prestigeobjekte wie Plasma-TV, Projektor und Notebook im Zimmer. Im obersten Luxussegment sind diese Geräte Standard, hierfür sind aber auch andere unternehmerische Kalkulationen und Übernachtungspreise angesetzt.



Grand Hotel Bürgenstock, Schweiz. Innen wie aussen kein visuelles Merkmal für den Einsatz digital vernetzter Gebäude- oder Medientechnik zu erkennen. Im Hotelzimmer selbst ist keine optische Präsenz moderner vernetzter Medien- oder Gebäudetechnologie.

Quelle: <http://www.buergenstock-hotels.ch>

## Resumee

Die nüchterne betriebstechnische Kalkulation eines Hotels erstaunt nicht. Vernetzte digitale Technologie wird eingesetzt, wo sie Kosten sparen hilft oder einen Mehrwert zum selben Preis bietet. Für die gestalterische Erscheinung des Hotels hat das keine direkten Auswirkungen. Auch indirekt sind allenfalls andersartige Schalterprogramme oder mehr Medienanschlüsse in Form von Steckdosen vorzufinden. Wenn die Beschattung und die Heizung digital gesteuert werden, bemerkt es der Gast selten. Wirtschaftlich ist es für das Hotel ein grosses Argument, da Betriebs- und Energiekosten gesenkt werden. Es steht entweder mehr Geld für bauliche oder betriebliche Investitionen zur Verfügung oder beispielsweise für niedrigere Zimmerpreise.

Einige Hotelbetriebe setzen auf hohe Technisierung. Hierunter zählen das «Riders Palace» in Laax, Schweiz, und das Hotel «Le Meridienne Cyberport»<sup>14</sup> in HongKong. Im einen werden speziell für ein junges Publikum eine grössere Menge von Bildschirmen und Spielkonsolen angeboten, im anderen Hotel ist eine omnipräsente Versorgung mit drahtlosem Internet und verteilten Druckern möglich. Letzlich sind das neue Dienstleistungen für den Kunden, wie der Fernseher oder die Minibar im Zimmer. Das «Raffles International» in Singapur ging einen Schritt weiter und hat kleine tragbare Computer an die Gäste verliehen, mit welchen sie im Hotel kommunizieren konnten und nützliche Informationen Stadtpläne oder Shopping-Tips erhielten. Diese Innovation ist bemerkenswert, hat aber gestalterisch vernachlässigbare Auswirkungen. Die genannten Beispiele haben ihre Erscheinung nicht aufgrund der Technisierung.



Raffles Hotel in Singapur.  
Quelle: <http://www.markosgood.co.uk>



Riders Palace in Laax, Schweiz, Aussenansicht und Zimmer.  
Quellen: <http://www.clubbing-uk.com> und  
<http://www.myswiss.jp>

14. Ein neu gebautes Hotel einer kleineren Asiatischen Hotelkette in Hongkongs Osten.  
Quelle: <http://www.lemeridien.com> und <http://www.cnn.com/2004/TRAVEL/07/15/bt.hotel.tech.reut/index.html>



## 4.5.2 Gebaute und entworfene Beispiele

### Erfahrungen mit realisierten digital ausgerüsteten Wohnbauten

Die relativ neue Technologie der digital vernetzten Gebäude- und Medienverteilung steht im Kontrast zu den langen Lebens- und Instandsetzungsintervallen von Wohngebäuden. Für Luxuswohnungen sind seit geraumer Zeit die Bussysteme im Einsatz. Hiermit werden einfache Geräte wie Licht, Zugang oder Heizung gesteuert. Die digitale Vernetzung von Haushaltsgeräten ist neu, weshalb es nur ungenügend Material gibt. Im Handbuch für <Smart Homes><sup>15</sup> wird aber eine Erfahrung beschrieben, die für den gesamten Bereich der neuen Technologien gilt: <Die Schulung des Bauherrn und seiner Angehörigen hat einen besonderen Stellenwert (...). Die Folgen einer fehlenden (...) Schulung sind fatal: - eine fehlerhafte Handhabung und die damit einhergehende mangelnde Akzeptanz der Bewohner. (...) - Die Möglichkeiten des Systems werden nicht optimal ausgenutzt, so dass die Bewohner Einspareffekte und Komfort nicht erkennen können und unzufrieden sind.> (Harke, Seite 105). Die von Harke genannten Punkte kennzeichnen einerseits einen notwendigen Offenheit der Benutzer gegenüber Innovationen. Gleichzeitig werden die Punkte als Fachkommentar für eine die Vorteile und Nachteile der technologie hier Zitiert. Der Gewinn durch digital vernetzte Technik in der Wohnung seines ein grösserer Komfort und Einspareffekte. Das Komfort teilweise schwer zu Qualifizieren ist, wird diese Thematik nicht vertieft.



Aussenansicht des FUTURELIFE Doppelhauses. Rechts: konventionelle Wohnung. Links: vernetztes (Internethaus).  
Quelle: <http://www.xdsnet.de>

15. HARKE, Werner, Smart Homes, 2004.

**Beispiel:**  
**Futurelife Haus im Kanton Zug**

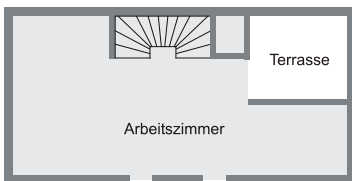
Im Kanton Zug, Schweiz, wurde ein komplettes Wohnhaus mit möglichst viel digital vernetzter Technologie ausgerüstet. Von der Schliessanlage bis zur Lichtsteuerung, vom Kühlschrank bis zur Heizungssteuerung.

Die Beisheim Investment Group ist die Trägerin des Futurelife Projekts in Hünenberg, Schweiz. Konzeptionell wurde ein Doppelhaus in der Gestalt eines üblichen Bauherrenhäuschens gebaut. Beide Haushälften werden von derselben Familie Steiner bewohnt. In der einen Haushälfte ist der Haushalt mit gewöhnlicher Technik und Einrichtung ausgerüstet, in der zweiten Haushälfte sind möglichst viele Geräte und Dienstleistungen digital miteinander vernetzt. Das vernetzte Haus wird für viele Firmen als Test- und Integrationsobjekt genutzt, weshalb zahlreiche Prototypen und Marketingobjekte installiert sind.

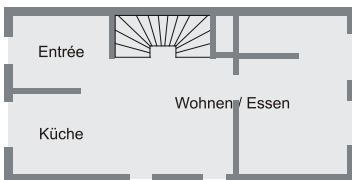


Aufgrund der initialen Konzeption, in einem «gewöhnliches» Wohnhaus mit vernetzter Technologie auszurüsten, ist das Futurelife Haus uninteressant für diese Arbeit, da sämtliche Technologien bewusst in die Form und Struktur üblicher und bekannter Architektur gesteckt wurde.

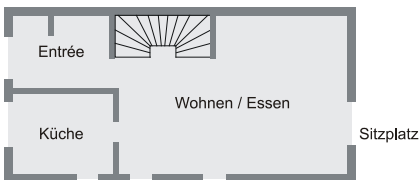
Das Betriebskonzept des Futurelife Hauses basiert auf zahlreichen Sponsoren und Marketingmassnahmen. Dadurch wird es neutrales Studienobjekt uninteressant. Eine objektive Untersuchung scheidet dadurch auch bei einer Analyse der Kosten/Nutzen-Rechnungen.



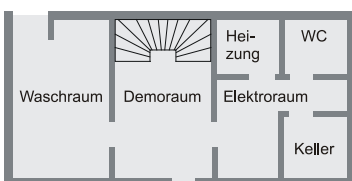
2. Obergeschoss



1. Obergeschoss



Parterre



Untergeschoss

Aussenansicht und Grundrisse des Futurelife Hauses in Hünenberg, Kanton Zug, Schweiz. Oben Dachgeschoss, Unten Keller. Konventionelle «Architektur» aus konzeptioneller Ausgangspunkt.  
 Quelle: www.futurelife.ch

16. Es gibt sehr wenige Publikationen über dieses Wohnhaus resp. Anwesen. Fragmente findet man u.a. unter <http://anduin.eldar.org/~ben/funny/html/259.html>



**Beispiel:****Haus Gates, Washington, USA**

Gemäss Medienberichten sei das Wohnhaus von Microsoft Mitgründer William Gates hochgradig mit vernetzter Gebäude- und Medientechnik ausgerüstet. Gleichzeitig wurde konzeptionell viel sichtbares Holz eingebaut<sup>16</sup>.

Als medien- oder gebäudetechnisch relevante Funktionen sind exemplarisch erwähnt: selbständig bewegliche Akustikwände, Personenerkennungssysteme mit metergenaue Verfolgung, via Mobiltelefon fernsteuerbare Badewannenfüllung, etc.

Vergleichbar dem Futurelife Haus im Kanton Zug stellt sich beim Haus von Bill Gates die Frage, ob digital vernetzte Technologien an konventionelle Architektur angepasst wurde. Die These, dass digital vernetzte Technologie keine Auswirkungen auf formale Aspekte einer Wohnung hat, kann durch das Beispiel nicht bestätigt werden. Das Beispiel könnte aber ein weiteres Indiz dafür liefern.



Haus des Microsoft Mitbegründers Bill Gates. Angeblich hochgradig mit vernetzter Technologie ausgerüstet.  
Quelle: [www.itmweb.com](http://www.itmweb.com)

**Beispiel:**  
**Wohnhaus in Zürich**

Im Sommer 2004 wurde in Zürich ein exklusives Wohnhaus fertiggestellt, in welchem die gesamte Gebäudetechnik digital gesteuert wird. Zudem ist das Gebäude vorbereitet für eine komplet digitale Medienverteilung (Audio und Bild). Auslöser ist der Wunsch des Bauherren, diese Technologien in sein Wohnhaus zu integrieren. Psychologisch wurde also nicht der Bewohner mit einer Technologie konfrontiert, die er/sie ggf. gar nicht haben wollte, sondern vielmehr die Architekten und Fachingenieure. Dadurch konnten bereits frühzeitig im Entwurfs- und Planungsprozess die digitalen Komponenten eingeplant werden. Theoretisch eine ideale Ausgangslage für gestalterische Umsetzung eventuell vorhandener Prämissen durch die Technologie.

Im Resultat zeigt sich ein architektonisch hochwertiges Gebäude, das aber keine speziellen formalen oder typologischen Bedingungen erfüllt oder erfüllen musste, um für die digitale Technologie geeignet zu sein.



Wohnhaus in Zürich. Innenraum. Von Ballmoos Krucker Architekten, 2004.  
Quelle: Autor.



Wohnhaus in Zürich. Verteilschrank mit digitalen Steuerungskomponenten.  
Quelle: Autor.

## Entworfenen Beispiele

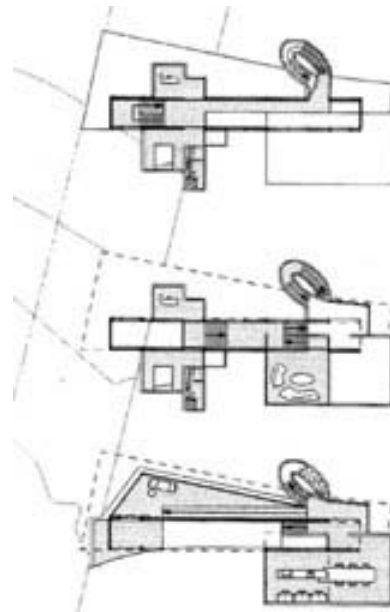
Die Dominanz der <virtuellen Realität> in der Diskussion um <Architektur und Computer> der vergangenen Jahre hat nur wenige Wohnprojekte ermöglicht, welche sich inhaltlich vernetzter Gebäude- und Medientechnologien gewidmet haben. Gründe hierfür könnte der technologisch orientierten Charakter des Themas sein. Die wenigen publizierte Entwürfe werden von den Gestaltungsmedien <Grossbildschirm> und <Medienfassade/wand> dominiert und behaupten dadurch eine andere Architektur entworfen zu haben. Eine genaue Betrachtung dieser Entwürfe zeigt deren konventionellen Entwurfscharakter.

Das <digitale Haus> der Architekten Hariri & Hariri ist eines der wenigen veröffentlichten Entwürfe, die angeblich die Möglichkeiten der digitalen Technologie im Wohnbereich formalisieren. In der Analyse des Entwurfes fallen die seit dem Konstruktivismus bekannten kubischen Formen auf. Eine dedizierte Mischung von Nutzungen ist nicht vorhanden - es gibt weiterhin Schlaf-, Koch- und Arbeitsbereiche oder Zimmer. Für ein Einfamilienhaus erstaunt das immense Volumen des Entwurfes. Entweder es wird mit dem Entwurf explizit ein speziell vermögendes Publikum angesprochen, oder die grossen Volumen sind das Resultat der digitalen Technologien. Letzte Behauptung kann auf technischer Argumentation nur dann begründet werden, wenn man die Projektionstechniken berücksichtigt: Beamer benötigen physische Distanz zwischen Gerät und Projektionsfläche.

Als Resümee wird festgehalten werden, dass dieser Entwurf - wenn überhaupt - nur die Prämissen der multimedialen Technologien räumlich umsetzt. Diese könnten formal aber auch andersartig gestaltet werden. Der Entwurf setzt mutwillig auf angeblich definierte formale Qualitäten. Es werden nicht die Themen einer digital vernetzten Medien- und Gebäudetechnologie diskutiert.



<Digital House>, Hariri & Hariri, Entwurf, 1999  
Kubische Architektur für ein digital-reales Wohnhaus. Neben einer immensen Kubatur und zahlreichen Medienfassaden sind formal keine Veränderungen des Wohnbereiches zu beobachten  
Quelle: Wohnkonzepte für die Zukunft, Callwey, 2003, Seite 159.



<Digital House>, Hariri & Hariri, Entwurf, 1999  
Grundrisse.  
Quelle: Wohnkonzepte für die Zukunft, Callwey, 2003, Seite 160.

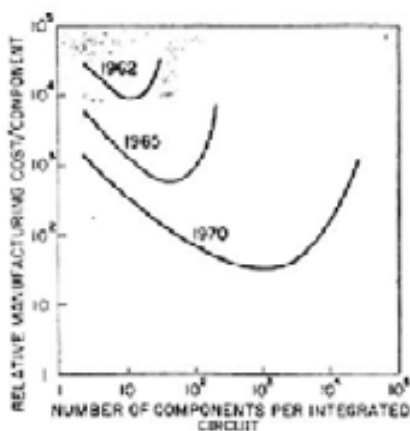
## 4.6 Kostenrelevanz

Anhand zweier Beispiele wird ein Ergebnis zur Kostenrelevanz der digital vernetzten Gebäude- und Medientechnik ermittelt. Gemäss dem Resume von Kapitel <3. Historische Betrachtung> sind geringe Kosten mit ein Argument für die erfolgreiche Integration einer neuen Technologie im Wohnungsbau.

In zwei Beispielen wird untersucht, ob alleine wegen Kostenvorteilen der digital vernetzten Gebäude- und Medientechnologie ein baldiger Durchbruch im Wohnbereich bevorsteht. Das erste Beispiele bezieht sich auf einen realen Umbau in der Zürcher Agglomeration. Das zweite Beispiel fokussiert auf das Verhältnis von Mehraufwand zu Werterhaltung. Exemplarisch werden Kostengewinne durch längere Instandsetzungsintervalle ermittelt.

Die grundsätzliche Preisentwicklung von digitalen Bauteilen ist im freien Wettbewerb dem sog. <Moore'schen Gesetz> unterlegen. Darin wird die These aufgestellt, dass sich die Anzahl der Basiselemente in einem Chip pro Jahr etwa verdoppelt - bei gleichem Preis.

Auf die digitale Gebäude- und Medientechnologie übertragen, kann in Zukunft von preiswerteren Komponenten ausgegangen werden. Da allerdings nur wenige grosse Anbieter im Markt konkurrieren, halten sich die Preise z.B. für Siemens' EIB-Instabus seit Jahren auf ähnlichem Niveau. Fachautoren kritisieren auch die geringe Anzahl von Fachleuten, die Bussysteme planen oder installieren können.<sup>17</sup> Die beiden folgenden Kalkulationen nehmen keine Bezug auf diese allgemeinen Randbedingungen.



<Moore's Law> zur Beschreibung der Kostenreduktion von Computerbauteilen bei gleichzeitiger Leistungssteigerung, Dr. Gordon E. Moore, 1965. Basis der Annahme, dass sämtliche digitale Technologie im Laufe der Zeit drastisch billiger wird.  
Quelle: Electronics, Volume 38, Number 8, April 19, 1965

17. HARKE, Werner, Smart Homes, 2004.

## 4.6.1 Kosten der Integration digital vernetzter Gebäudetechnik

Beispiel für Mehr- und Minderkosten für die Elektroinstallation eines realen Umbaus, bei dem alle Niedervoltleitungen ausgetauscht werden müssen. Das Gebäude ist im Vorort von Zürich und ist ein 2-Familienhaus. Untersucht wird der Preisunterschied bei verändertem Niedervolt-Kabeltypen.

Kenndaten:

- 3 Etagen
- 600 m<sup>2</sup> Wohnfläche
- Baujahr 1930
- Umbau, wegen geänderter Vorschriften müssen alle Elektroleitungen ausgetauscht werden.

Ausstattung:

- Telefon in jedem Zimmer
- Computeranschluss in jedem Zimmer
- TV/Radio Anschluss in jedem Zimmer

Variante 1):

- für jedes Medium ein spezielles Kabel.  
Sternförmig in den Keller
- Devis Elektroinstallationen: 125'000,- CHF

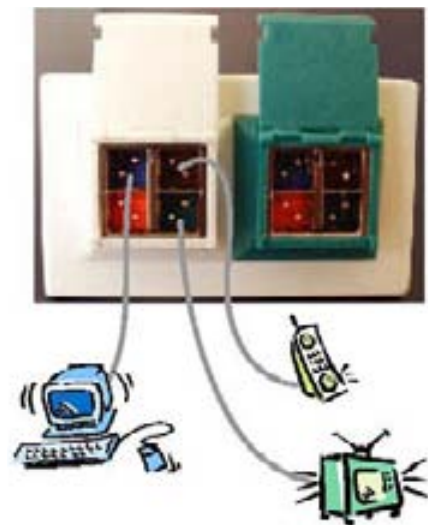
Variante 2):

- Verwendung BKS-Kabel (4 beliebig kombinierbare Adernpaare, Universellen Verkabelung)
- 2 BKS-Kabel parallel
- Devis Elektroinstallation: 102'000 CHF

Differenz Variante 1) zu Variante 2):

18 % Ersparnis

Die Ersparnis zugunsten von Bauherr oder Investor ist nur ca. 2-4 % der gesamten Baukosten. Es gibt also Bauteile, die bei einer prozentualen Einsparung eine grössere Ersparnis vorweisen. Beispielsweise hat die Fassade eines Wohnhauses einen Anteil von ca. 33% an den Gesamtbaukosten und dadurch ein grösseres Einsparpotential. Noch liegen keine Zahlen vor, wieviele Kosten im Betrieb eines Wohngebäudes gespart werden. Vor allem bei offenen Wohnflächen und häufigen Mieterwechseln dürfte ein Umstecken resp. Umprogrammieren der Elektroinstallation ohne physische Eingriffe die Betriebskosten senken.



Belegungsmöglichkeit eines BKS Kabelanschlusses: hier: vier Adern für den Datenanschluss (Computer), zwei Adern für Telefon und zwei Adern für Radio/Fernsehsignale.  
Quelle: [www.homenet.ch](http://www.homenet.ch)

#### 4.6.2 Kostenbilanz der verbesserten Werterhaltung durch vernetzte Gebäudesteuerungstechnik

Anhand eines Rechenbeispiels wird die Beziehung von Mehrkosten zu verzögerter Instandsetzung ermittelt. Der verschobene Gebäudeinstandsetzungszeitpunkt, welcher durch den Einsatz von vernetzter Gebäudelüftung (Comfortlüftung), Sonnenschutz, Temperatur- und Wärmesensor ermöglicht wird, basiert auf folgenden Annahmen:

1. die richtige Lüftung des Gebäudes hält Bauteile trocken und verlängert dadurch deren Lebensdauer.
2. Die Kombination mit weiteren Sensoren (Temperatur, Sonneneinstrahlung, Wind, Zeit, Belegung) erlaubt über Zeiträume von mehr als 7 Tagen gesehen ein bessere Lüftung als jene von Mensch/Hand. Genutzt werden soll ein sog. Lernmechanismus der Gebäudetechnik, welche sich zeitgebunden die Aktionen merkt und dadurch Prognosen über zukünftige Belegung abgeben kann

Betrachtet wird das Instandsetzungsalter des Bauteils, d.h. die Wertigkeit von 20 bis 85% des Erstellungswertes. Der ideale Instandsetzungszeitpunkt von Rohbau, Fassade, Fenster, Innenausbau ist bei 64 % des Alters erreicht<sup>18</sup>:

- b) Anteil an den Erstellungskosten (BKP 1-9)
- c) ein Herausögern des idealen Instandsetzungszeitpunkts von 5% der Zeit

	idealer Instandsetzungszeitpunkt (Jahre)	Anteil an den ges. Erstellungskosten	5 % grössere Dauer bis zur Instandsetzung (Jahre)	in Prozent der ges. Erstellungskosten
1. Rohbau	77 a	31,0 %	3,8 a	-1,55 %
2. Fassade	38 a	5,3 %	1,9 a	-0,26 %
3. Fenster	29 a	6,6 %	1,45 a	-0,33 %
4. Innenausbau	29 a	27,4 %	1,45 a	-1,37 %
Summe		70,3 %		-3,51 %

18. Gesamtleitung von Bauten. Ein Lehrbuch der Projektsteuerung, 2. Auflage, Prof. Paul Meyer-Meierling, ISBN 3-728128279

Auf je 1'000'000 CHF Baukosten ergibt dies eine Summe von 35'100 CHF (nicht inflationsneutralisiert), welche im Schnitt erst zwei Jahre später ausgegeben werden müsste. Das sind 4,9 % der Erstellungskosten der betrachteten Bauteile.

70,3% = 703'000 CHF  
3,51% = 35'100 CHF

Im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung müssen auch durch vernetzte Gebäudetechnik betrachtet werden. Das exemplarische Wohngebäude besitzt beispielsweise Wohnungen mit 3 Zimmern, plus Nebenräume. D.h. ca.80 m<sup>2</sup>. Die Erstellungskosten für diese Wohnung liegt bei ca. 172'000 CHF

Vier Sensoren und eine zentrale Recheneinheit kosten in der Summe ca. 4'000.- CHF inkl. Installationsaufwand. Das ist ein Mehraufwand der Installation von 2,3 % der Erstellungskosten. Die Ersparnis bei angenommener 5% längerer Lebenszeit der Bauteile liegt bei 1,21 % bezogen auf die gesamten Erstellungskosten. Bei angenommener längere Lebenszeit von 10% liegt die Ersparnis bei 4,72 % der gesamten Erstellungskosten.

## 4.7 Inhaltlicher und funktionaler Mehrwert digital vernetzter Gebäude- und Medientechnik

Die Betrachtung des Mehrwertes von digital vernetzten Gebäude- und Medientechnologien ist basiert auf der Beobachtung der bisherigen Entwicklungen. Konkret ist das die Integration verschiedener einzelner Funktionalitäten in ein physisches Gerät. Technisch wird dies durch die softwaremässige Verknüpfung von atomaren Funktionen gelöst. D.h. die Software entscheidet, dass am Beispiel des KISS Fernsehers, die Lautsprecher sowohl vom Fernseher wie auch vom Internetradio und der Musik-CD die Akustikinformationen bekommt. Es sind weder drei Lautsprecherpaar mit jeweils nur einem «Lieferanten» in das Gerät integriert, noch sind es drei Kabel die mit Lautsprecher verbunden wären,

Der Mehrwert einer digitalen Vernetzung im Wohnbereich wird zunächst von dem generellen Baumfeld abgeleitet. Ein grosser Vorteil sind die technologisch mögliche Verknüpfung von harten und weichen Faktoren. Ein harter Faktor ist beispielsweise der Wunsch, das Licht im Wohnraum einzuschalten. Ein verknüpfter weicher Faktor ist die bestehende Helligkeitsverteilung im Wohnraum, oder die Helligkeitsverhältnisse vor dem Fenster. Daraus lässt sich automatisiert eine für den Bewohner optimierte Lichtverteilung ermitteln, ohne dass dieser mehrere Lichtschalter bedienen muss und die Helligkeitsverteilung selbst ermitteln muss. Ähnliche Möglichkeiten lassen sich bei der Klimatisierung der Wohnung berücksichtigen. Z.B. über das Internet verknüpft, kann eine Heizungssteuerung aktuelle Wetterprognosen für die nächsten Stunden und Tage integrieren. Auswirkungen hat dies auf den Heizenergieverbrauch. Allerdings keine direkten Auswirkungen auf die Gestalt.



Pavillon der USA an der Weltausstellung 1967 in Montreal, Kanada. Geplant war, dass die Storen in den Dreiecken der Strukturen über einen Computer vernetzt ansteuerbar sind, und damit auf Sonnenschein, Einfallswinkel und innere Nutzung reagieren können.

Quelle: <http://www.enpc.fr/enseignements/Picon/>

Mehrwerte:

- weniger Geräte
- bessere Ausnutzung der integrierten Geräte
- mehr Dienste und Funktionen durch Softwareintegration
- komplexere und feingliedrigere Steuerung
- personalisierte Funktionen
- Überwachung und Warnung



Feinteiliger individuell Verstellbarer Sonnenschutz der Fassade des Institute du Monde Arabe, Paris. Die vernetzt Steuerung der Irisblenden erlaubt die Bedienung der grossen Menge an individuell konfigurierbaren Bauteile.

Quelle: Autor.



## 4.8 Gestalterische Möglichkeiten digital vernetzter Gebäude- und Medientechnik

Der Architekturkritiker Martin Tschanz, Zürich, hat in einem Vortrag<sup>19</sup> über das Begegnungs- und Konferenzzentrum ‹Villa Garbald› der ETH Zürich die Thematik der verschwundenen Gebäudetechnik diskutiert. In dem Konferenzzentrum wurde eine digitale Steuerung in einen Altbau und einen Neubau integriert. Gemäss Tschanz sei die Technologie nun so klein, dass sie verschwindet und nur noch über ihre Funktionalität in Erscheinung tritt. Es sei jetzt an den Architekten, sich diesem Gestaltungsinstrument zu widmen.

Was Tschanz thematisiert, ist u.a. die softwaremässige Integration einer Vielzahl von Geräten. Andererseits ist es auch die physische Reduktion der Grösse der einzelnen Systemteile.

Am Beispiel der drahtlosen Kommunikation wird ersichtlich, dass die Technologie verschwindet - sich auf unsichtbare Funkwellen beschränkt. Der Gewinn, der sich daraus ergibt, ist die Mobilität aller damit verbundenen Benutzer. Das kann die Stereoanlage sein, die alle Räume der Wohnung mit derselben Musik bespielt, der Computer, mit dem man auf dem Balkon oder dem inselförmigen Esstisch arbeiten kann. Oder die gemeinsam genutzte Waschmaschine, die auf den Heim/Arbeitscomputer meldet, ob die Wäsche fertig ist.

Festgehalten werden kann die Möglichkeit, dass sich Arbeitsbereich und Wohnbereich durch diese Technologie noch stärker durchmischen. Hier kann ein Ansatzpunkt für gestalterischen Einfluss der vernetzten Technologie sein.

In einem weiteren Schritt sind es dann Lichtschalter, die per Funk mit dem Aktor kommunizieren. Oder Sensoren in der Wand, die Informationen über Temperatur, Last, Wärme oder Luftfeuchte ermitteln. Das Gestaltungspotential dieser Funktechnologie liegt darin, dass die Geräte frei positionierbar sind. Sie beispielsweise verändernden Inneneinrichtungen anpassen. Anstatt den Schrank in Bezug zum bereits montierten Lichtschalter zu positionieren werden die drahtlosen Sensoren nach ergonomischen und funktionalen Gesichtspunkten gesetzt. Aber: sie verschwinden optisch nicht.



Kabelloser Wandschalter YWT-8500\_300 des Herstellers DIW.  
Quelle: [www.diw-gmbh.de/funk](http://www.diw-gmbh.de/funk)

<sup>19</sup> Eröffnung der Ausstellung Villa Garbald, Gottfried Semper - Miller & Maranta, 09. Juni 2004, ETH Höggerberg

Die Möglichkeit der feinen logischen Aufgliederung von Steuerungen wurde im vorigen Kapitel beschrieben. Im Wohnumfeld ergibt sich durch die digital vernetzte Gebäude- und Medientechnik die Möglichkeit auch die Steuerung selbst feinkörnig zu machen. Anwendungsgebiet hierfür wäre eine sehr variable Beleuchtung, die nicht nur aufgrund einer grossen Zahl von Leuchtkörpern sondern auch Helligkeitsstufen, Frequenzen, etc. feinkörnig erscheint. Zahlenmässig können mehr Leuchtkörper geschaltet werden, auch einzeln und individualisiert. Es können wechselnde Leuchtengruppen gebildet werden, um bestimmte Helligkeitsniveaus zu modellieren. Anwendungen sind auch Farbtemperaturen und animierte Beleuchtungen - also in sich bereits komplexere Schaltungen. Die gehobene Bauherrschaft integriert derzeit vor allem aus Prestige Gründen solche <Lichtstimmungssysteme>. Diese Systeme haben repräsentative Funktion und sind zugleich eine gestalterische Anwendung der Technologie.

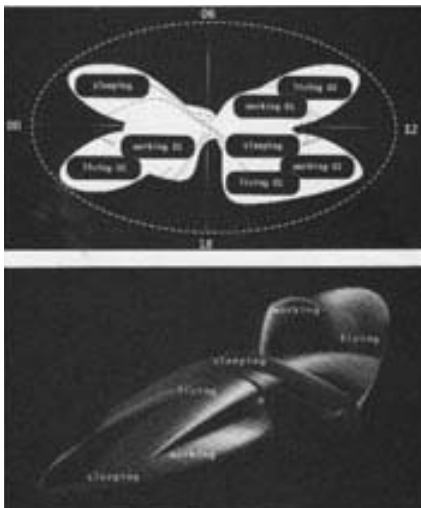
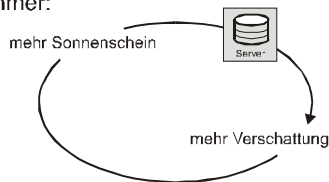


Diagramm von Aktivitätenverteilung mit unscharfen Grenzen. Architektonische Sichtweise. Beispiel Möbius Haus, Architekten: van Berkel & Bos, 1993-1998.  
Quelle: A+U, 99-03, No 342, Featuring Koolhaas and van Berkel & Bos

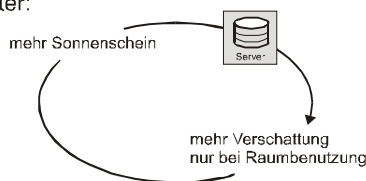
Gestalterische Auswirkungen sind auch in der Möglichkeit zu suchen, bisher zu komplexe Technologien und Bedienungen für den Benutzer zu vereinfachen. Beispielsweise wird die Beschattung sehr transparenter Gebäudeteile einfacher möglich. Auf Basis einer computerisierten Schaltung sind beispielsweise wesentlich mehr Storen und Lamellen ansteuerbar, wie dies ein Benutzer selbst kontrollieren könnte. Konzeptionell hat diese Idee Buckminster Fuller in seinem Pavillon zur Weltausstellung in Montreal im Jahr 1967 vorformuliert. In grossflächigen kommerziellen Bauten ist dies bereits heute der Fall. Im Wohnbereich dürfte bei einer Reduktion der Investitionskosten und einer technischen Vereinfachung der Installation die digital vernetzten Gebäude- und Medientechnologie interessanter für eine vielfältige und mengenmässig grosse Integration werden.

Das Beispiel der Beschattung zeigt mögliche Auswirkungen auf die Grösse des transparenten Gebäudeteils haben, sowie auf die Feingliedrigkeit der Beschattungselemente.

Sommer:



Winter:



Systematik der Verschattung bei fallbasierter und zeitabhängiger Steuerung.  
Grafik: Autor.

Es bleibt der Eindruck, dass wirklich neue Funktionen erfunden werden müssen. Diese haben dann ggf. neue Anforderungen an Raum und Nutzer. Aber noch sind diese Funktionen nicht gefunden. Es bleibt mir der Geschmack noch nicht gefunden gestalterischen Auswirkung der neuen Technologie - aber gleichzeitig die Vermutung, dass ein konkreter Vorschlag eine Mutmassung ist, die kein Fundament hat, und deshalb in dieser Arbeit keinen Platz findet.

## 4.9 Masstabebenen digitaler Gebäude- und Medientechnik

Die Betrachtung von Möglichkeiten einer gestalterischen Anwendung von digital vernetzter Gebäude- und Medientechnik lässt sich auf drei Masstabebenen betrachten. <Gerät>, <Aktivitätszone/Raum> und <Wohnung/Gebäude>. Es werden die kurzfristig zu erwartende Technologien und Anwendungsmöglichkeiten betrachtet, um nicht Gefahr zu laufen, utopisch zu sein.

### Masstab Gerät

Einzelnen Geräte der Medientechnik werden kleiner und/oder integrieren in sich die Funktionen von bisher unterschiedlichen Geräten. Dasselbe geschieht in den Geräten der Gebäudetechnik. Diese Geräte werden miteinander vernetzt und sind somit ansteuerbar, auch wenn keine direkte logische Verbindung besteht. Es lassen sich damit verteilte Funktionen in den Wohnraum integrieren, was bedeutet, dass räumlich oder funktional distanzierte Bereiche in Interaktion miteinander bestehen. Ein Beispiel kann die mechanische Lüftung sein, die bei Benutzung der Dusche energie- und komfortoptimierend reagiert, um die Feuchtigkeit aus dem Gebäude zu bekommen.

Die Steuerung von einer grösseren Zahl von Geräten wird ermöglicht. Beispielsweise die Beleuchtung, die entweder einen personalisierten Farb- und Helligkeitswert zulassen und/oder dutzende kleiner Leuchtenkörper individuell ansteuert, ohne dass man dutzende Lichtschalter hat.

### Masstab Aktivitätszone/Raum

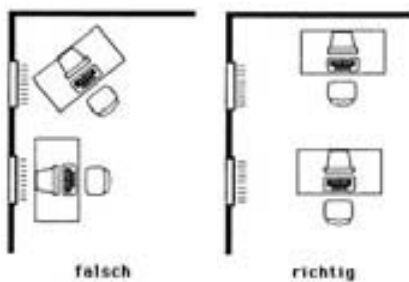
Digital vernetzte Technologien können den Wechsel von Aktivitäten in Wohnungen fördern. Alleine durch die drahtlose Kommunikationstechnik ist man nicht mehr nur an einen fixen <Arbeitsplatz> gebunden, sondern kann in jedem Bereich der Wohnung z.B. der Arbeit am PC nachgehen. Dasselbe trifft für den Musikgenuss zu, der nicht mehr nur an den CD-Player im Wohnbereich gebunden ist. Der mögliche grössere Wechsel bezieht sich sowohl auf die Lebensdauer der Wohnung, als auch auf den Wechsel der Aktivitäten an einem Tag. Für die Lebensdauer der Wohnung betrachtet, erlaubt digital vernetzte Technologie das einfachere Erweitern von Aktivitätszonen und der damit verbundenen Veränderung der Infrastruktur. Bereits mit wenig Technologie und ohne Umbau sind viele Räume einer Wohnung zu einem Heimbüro, einem Bild-, TV- und Musikzentrum oder ähnlichem veränderbar.

Über einen Zeitraum von wenigen Stunden gesehen, können Aktivitäten wie Schlaf, Büroarbeit, Mediengenuss, Essen in der selben Fläche stattfinden. Hier erweist sich die Technologie als hilfreich und die Multifunktionalität einer Wohnung unterstützend.

## Masstab Wohnung/Gebäude

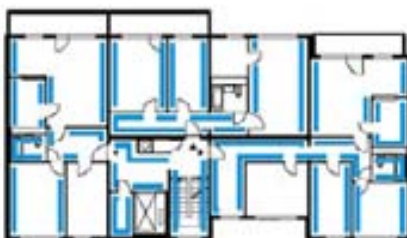
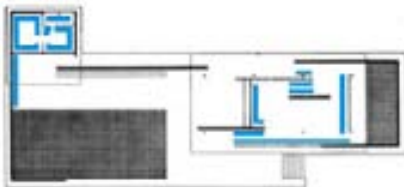
Wohnungen können durch die im vorigen Absatz beschriebene Aktivitäten-durchmischung keine speziellen sichtbaren Tag- und Nachtbereiche haben. Auf der Masstabebene des Gebäudes und der Fassade sind Räume und Aktivitäten zonen mit spezialisierten Nutzungen teils an der Fenstergliederung zu erkennen. Ausgehend von der Annahme, dass nur hochspezialisierte Aktivitäten zonen wie beispielsweise Toiletten eine mögliche gestalterische Konsequenz in Fassade und Grundriss haben, wird für Zonen mit grosser Aktivitätenmischung eine wenig spezialisierte Gestaltung erwartet. In Zukunft würde das heissen, dass Nutzungsdurchmischungen immer ähnlichere und homogenere Fassadengestaltungen mitbringen würden. Aus technologischer Sicht erlauben digital vernetzte Gebäudetechnologien auch eine Tendenz der automatisierten und kleinteiligen Steuerung z.B. von Verschattungen und Öffnungen. Formales Resultat wären dann kleinteilige und optische wechselnde Fassaden.

Ausgehend von der Annahme, dass Steuergeräte mit Displays und Computearbeitsplätze in Wohnungen vorkommen, ist die exemplarische Betrachtung einer für Bildschirmnutzung ergonomisch optimierten Wohnung interessant. Diese hat möglichst viel blendfreie Zonen. In der Wohnungsplanung ist dies noch kein Thema. Es wird daher nicht erwartet, dass in naher Zukunft der ergonomische Sonneneinfall auf mögliche Bildschirme zum gestalterischen Thema werden. Die exemplarische Betrachtung zweier unterschiedlicher Wohnungstypen haben aufgrund der meist vielfältigen Raumaufteilung alle Bereiche für die optimale Positionierung von Bildschirmen. Anders als Büroräume, die für eine geringere Zahl von Aktivitäten gestaltet werden (können) Platz finden, erfüllen Wohnungen eine Vielzahl von weiteren Aktivitäten statt, die ebenso ihre eigenen Parameter haben.



Ergonomische Positionierung von Bildschirmarbeitsplätzen bezüglich Fensteröffnungen.

Quelle: <http://www.ergonomicampus.de/bildschirmarbeit/tipps/tipps3.html>



Ergonomische Positionen für Bildschirmarbeitsplätze (blau) gemäss den Richtlinien ([ergonomicampus.de](http://www.ergonomicampus.de)). Sowohl der «Barcelona Pavillon», 1929 als auch der DDR-Plattenbau um 1970 haben grundsätzlich Bereiche, welche für eine ergonomische Bildschirmarbeit geeignet sind, obwohl keines der Bauten explizit dafür entworfen wurde.

Grafik: Autor.



Konferenz- und Begegnungsort (Villa Garbald). Die zentrale Steuerung mit den per Software integrierten Diensten.

## 5. Fazit

Aus den Erkenntnissen der Recherchen historischer Beispiele und der spezifischen Betrachtungen der Technologie in Kapitel 4 wird nach heutigem Stand der Dinge folgendes Ergebnis formuliert :

digital vernetzte Gebäude- und Medientechnologie wird nur  
wenig bis gar keine gestalterischen Veränderungen von  
Wohnungen erzeugen.

Gründe sind auch, weil diese neue Technologie nicht dominant objektgebunden ist sondern eher vielmehr Objekte verschwinden lässt. Sie ist auch kein primäres Konstruktionselement. Zudem ist sie im Wohnungsbau noch zu teuer, insbesondere im klassischen privaten Eigentumsbau. Einzig die Auswirkungen auf das Sozialverhalten von Bewohnern könnten indirekt zu veränderter Gestalt der Wohnungen führen. Hierzu sind weitere Untersuchungen vor allem in soziologischer und arbeitspolitischer Hinsicht nötig. (vgl. Kapitel 3.1 Vernetztes Betrachten historischer Innovationen)

Die aktuellen Beispiele von Wohnungen und Wohnbauten mit hochgradig digital vernetzter Gebäude- und Medientechnik zeigen keine speziellen formalen Charakteristika, die direkt in der digitalen Technologie begründet sind. Teils basieren die Beispiele konzeptionell auf Vorgaben, die die Wohnung oder das gesamte Gebäude bewusst als formal konventionelles Objekt erscheinen lassen. Realisierte Beispiele zeigen, dass die digitale Technologie im Bereich der Einrichtung und Mensch-Maschine-Interaktion teilweise vom Standard abweicht. Neuartige Bedienelemente wie Touchscreens, Mobiltelefon oder tragbare Kleincomputer sind aus der Sicht des Architekten keine gestalterischen Elemente in Wohnungen. (vgl. Kapitel 4.3 Anwendungssozifische Szenarien)

Die Betrachtung der Kosten für die Integration digitaler Gebäude- und Medientechnologie in Wohngebäuden zeigen nur einen geringfügigen Preisvorteil. Die Kosten für Rohbau und Fassade sind prozentual um ein Vielfaches höher als die Gewerke Elektrotechnik und Gebäudetechnik. In Konsequenz sind Einsparungen durch digitale Technologien finanziell weniger interessant. Eine Ausnahme könnte die Verwaltung von vielen Wohneinheiten sein, wie sie in Wohnanlagen vorkommen. Durch Vernetzungseffekte können Betreuungsarbeiten, Energie- und Sicherheitsmanagement kostengünstiger betrieben werden. (vgl. Kapitel 4.6 Kostenrelevanz)

Das Ergebnis ist, die Integration von digital vernetzter Gebäude und Medientechnik im Wohnraum hat beim heutigen Stand der Technik keine oder nur geringe Auswirkungen auf formale Aspekte von Wohnungen. Wenn überhaupt, dann sind diese Auswirkungen nur in der geringen Größe der Komponenten und in der Art von Medien- und Benutzerschnittstellen (Bildschirme, Taster, Projektionsflächen) zu finden und nicht in Form von neuen Wohnungstypen.

## 5.1 Ausblick

Die digital vernetzten Technologien für Medienverteilung und Gebäudeautomation sind derzeit noch zu teuer, zu proprietär und zu kompliziert in der Installation in Wohnungen. Der technologische Wandel ist aber in vollem Gange. Die Vorläufer einer Vernetzung unserer Wohnungen werden in der kurzlebigeren Unterhaltungselektronik derzeit sichtbar. Die ortsunabhängige Positionierung und Nutzung von unterschiedlichsten Audio- und Bildinformationen ermöglicht die weitere Vermischung von Nutzungen im Wohnbereich. Räume werden wahrscheinlich noch mehr die Zuordnung zu einer bestimmte Nutzung und Funktion verlieren. Dieser Prozess ist bekannt, wenngleich er auch andere Ursachen hat. Es spielen auch gesellschaftliche und arbeitsplatzpolitische Aspekte eine grosse Rolle.

### Heimarbeit und Heimkontrolle aus dem Büro

Im Allgemeinen erlaubt Technologie das gewerbsmässige Arbeiten zu Hause - wenn Arbeitgeber und berufsbereich das erlauben. Was früher Webstühle waren, sind heute Personal Computer mit Internetanschluss. Die digitale Technologien haben es ermöglicht, stark vernetzte Arbeitsabläufe auch ausserhalb eines Büorraumes oder Bürogebäudes zu bearbeiten. Andererseits muss auch der Arbeitgeber die nötige Infrastruktur zur Verfügung stellen. Das heisst, für die Angestellten einer Firma muss nicht nur die Software den Angestellten mit nach Hause gegeben werden - auch die Infrastruktur in der Firma muss darauf eingerichtet sein. Ob diese Mehraufwendungen die tendenz Richtung Heimarbeit bremst, ist nicht Teil dieser Arbeit gewesen.

Festgehalten werden kann auch, dass für die Arbeit zu Hause die digitale Gebäude- und Medientechnologie vor allen Nutzungsweisen der Wohnung ändern kann. Auch die andere Richtung ist denkbar. In Form einer Steuerung der Wohnung vom Arbeitsplatz aus. Auch dann wird die Technologie keine direkten gestalterischen Veränderungen bewirken. Erst wenn dieser Wandel geschieht könnte man erwarten, dass sich andere Wohnräume entwickeln, als sie bis jetzt bekannt sind. Die Begründung liegt in den Erkenntnissen aus der Geschichte: Technologien haben manchmal einen Wandel im Sozialverhalten der Bewohner ermöglicht.

### Funktechnologie

Erst der Einsatz von preiswerter und stabiler Funktechnologie für Gebäudetechnik lässt neue gestalterische Möglichkeiten im Wohnraum erwarten. Auch hier werden vorrangig indirekte Faktoren auf die formalen Aspekte Einfluss nehmen. Beispielsweise die Möglichkeit, unabhängig von bestehenden Leitungsführungen seine Sensoren (Schalter) zu positionieren, wenn notwendig sogar mobil zu halten. Eine Änderung der Gestalt des Wohnraumes direkt ist hier nicht zu erwarten.



Die freie Positionierung von mehreren digitalen Kleingeräten wie Fernseher, Computer, Musikanlagen, etc. wird die Nutzungsverteilung in Wohnungen stärkeren Wechseln unterliegen lassen können. Bauliche Veränderungen oder gar grundsätzliche Veränderungen von Wohnungstypen sind durch digital vernetzte Gebäude- und Medientechnik auch mittelfristig nicht zu erwarten.

Eine zukünftige Zielgruppe für digital vernetzte Gebäude- und Medientechnik werden in Westeuropa zukünftig die älteren Bewohner sein. Hier kommen barrierefreie physische Umgebungen zusammen mit der Notwendigkeit einer einfachen Steuerung auch komplexer Gebäudedienstleistungen. Bereits der Weg zum Lichtschalter oder zur Türsprechanlage ist für eine arthroseerkrankte ältere Person schwierig, schmerzhaft wenn überhaupt in kurzer Zeit möglich. Eine Kombination der physischen Umbauten mit der vernetzten Steuerungstechnik bis hin zu Überwachung der Gesundheit macht Sinn und werden bei einfacher Bedienung integriert. Auch hier werden die gestalterischen neuen Aspekte nicht durch die vernetzte Technologie kommen, sondern eher durch Gehhilfen und Rollstühle.



## 6. Bibliographie und Quellenmaterial

### Bücher:

ASENSIO, Paco (Herausgeber)

Wohnkonzepte für die Zukunft, 2003 Verlag Georg D.W. Callwey GmbH & Co. KG, ISBN 3-7667-1583-6

CHMELLA-EMRICH, Elke

Die Entwicklung der Wohnung durch Informations und Kommunikationstechnologie,  
Institut Wohnen und Umwelt GmbH Darmstadt, 64285 Darmstadt, 22.12.99

HARKE, Werner

Smart Homes, Vernetzung von Haustechnik und Kommunikationssystemen im Wohnungsbau,  
Verlag C.F.Müller Heidelberg, 2004. ISBN 3-7880-7713-1

HOME, Toimittaneet Marko & TAANILA, Mika (editors), 1997

Futuro, Desura Oy Ltd. ISBN 952-5339-13-0, sowie <http://home.wanadoo.nl/~imagineer/mags/mag10.htm>

MITCHELL, William J.

City of Bits: Space, Place, and the Infobahn, Taschenbuch, 225 Seiten, MIT Press, 1. September 1996  
ISBN: 0262631768

SOLT, Judit

Luxus Wohnen - Luxury Living, Projekte von BGP zum individualisierten Wohnungsbau und 9 Essays, 2003, Birkhäuser Verlag, ISBN 3-7643-6965-5,

### Relevantes Material aus dem Internet:

BEECHER, Catherine E., "A Treaty on Domestic Economy", 1841 und "The American Woman's Home", 1869

[http://www.tu-cottbus.de/BTU/Fak2/TheoArch/D\\_A\\_T\\_A/Architektur/20.Jhdt/MeyerHannes/SchriftenDerZwanziger-Jahre/DieNeueWelt/DieNeueWelt.htm](http://www.tu-cottbus.de/BTU/Fak2/TheoArch/D_A_T_A/Architektur/20.Jhdt/MeyerHannes/SchriftenDerZwanziger-Jahre/DieNeueWelt/DieNeueWelt.htm)

BKS Kabel-Service AG:

<http://bks.ch/newline.pdf>

<http://bks.ch/homenet.html>

INSTITUT FÜR ERHALTUNG UND MODERNISIERUNG VON BAUWERKEN E.V. AN DER TU BERLIN

Leitfaden für die Instandsetzung und Modernisierung von Wohngebäuden in der Plattenbauweise, [http://www.iemb.de/veroeffentlichungen/schriftenreihen/leitfaden/Str20/str20\\_14.htm](http://www.iemb.de/veroeffentlichungen/schriftenreihen/leitfaden/Str20/str20_14.htm)

MOORE, Gordon

Moore's law, Veröffentlicht in: Gordon Moore, Electronics, Volume 38, Number 8, April 19, 1965,  
<ftp://download.intel.com/research/silicon/moorespaper.pdf>

VOLPP, Dipl.- Ing. Henning

Seminar im WS 2000/2001, Institut für Baustofflehre, Bauphysik, technischen Ausbau und Entwerfen  
[http://www.uni-stuttgart.de/ibbte/pages/downloads/reader/pdf/02\\_kuechen.pdf](http://www.uni-stuttgart.de/ibbte/pages/downloads/reader/pdf/02_kuechen.pdf)

PHILIPS RESEARCH:

<http://www.philips.de/InformationCenter/NO/FArticleDetail.asp?lArticleId=2317&lNodeId=851&channel=851&channelId=N851A2317>

<http://www.design.philips.com/smartconnections/>

Homeland: <http://www.philips.de/InformationCenter/NO/FArticleDetail.asp?lArticleId=2118&lNodeId=851&channel=851&channelId=N851A2118>

Philips Haus der nahen Zukunft:

[http://www2.philips.de/planetphilips/lcpf/html/lacasa\\_prod.html](http://www2.philips.de/planetphilips/lcpf/html/lacasa_prod.html)

REULECKE, Jürgen (Hrsg.) 1997, Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Sozialwissenschaften,  
<http://www2.rz.hu-berlin.de/stadtsoz/Leseempfehlungen/Wohnsozi.html>

**Weiterführendes Material aus dem Internet (unterschiedlichen Daten im Jahr 2004):**

10 meters: Philips' HomeLab: Careful What You Wish For?

<http://www.10meters.com/homelab2.html>

Barix AG: distributed audio

<http://www.barix.com/en/datasheets/barix%20distributed%20audio%20V11.pdf>

Barix AG: home automation

<http://www.barix.com/en/datasheets/barix%20home%20automation%20V11.pdf>

Bauhaus Universität Weimar: Welche Erfindungen sind Auslöser für Architekturaufgaben ?

<http://www.uni-weimar.de/architektur/staedtebau1/kongresse/muehlforum/>

BBC News: Wireless web reaches out in 2004

<http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/3341257.stm>

Bill Gates House

<http://www.galisteo.com/gallant/humor/bghouse.htm>

Bluewin AG: Bluewin TV

[http://www.bluewinag.com/cont/pm/pdf/Bluewin\\_TV\\_Mediengespraech\\_dt.pdf](http://www.bluewinag.com/cont/pm/pdf/Bluewin_TV_Mediengespraech_dt.pdf)

CNN: Hotels roll out the digital red carpet

<http://www.cnn.com/2004/TRAVEL/07/15/bt.hotel.tech.reut/index.html>

Digital Home Magazine: Architectural technology - smart brick

<http://www.digitalhomemag.com/features/default.asp?pagetypeid=2&articleid=28358&subsectionid=1300&subsectionid=935>

ETH Zürich: Stahlbeton

<http://baudok.ethz.ch/beton/betontech/bild.html>

FH Friedberg: Fotografie, Film und Fernsehen

[http://www.fh-friedberg.de/fachbereiche/mi/history/hist\\_fot.htm](http://www.fh-friedberg.de/fachbereiche/mi/history/hist_fot.htm)

Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme: Innovationszentrum Intelligentes Haus Innovationszentrum Intelligentes Haus Duisburg  
[www.bsi.de/literat/studien/iggbs/vortrag/scherer.pdf](http://www.bsi.de/literat/studien/iggbs/vortrag/scherer.pdf)

Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI): Delphie-Studie 98  
<http://www.robertfreund.de/Umfeld/delphie-studie%2098.htm>

Golem: RFID-Chip macht Handy zum Türschlüssel oder zur Geldbörse  
<http://www.golem.de/0403/30559.html>

Heise Verlag: Apple bringt WLAN-Basisstation mit Streaming-Client für die Stereoanlage  
<http://www.heise.de/newsticker/meldung/48015>

Heise Verlag: Befreites Wohnen  
<http://www.heise.de/tp/deutsch/special/arch/6429/1.html>

Heise Verlag: Der „Gutenberg“ des Cyberspace - Tim Berners-Lee  
<http://www.heise.de/tp/deutsch/inhalt/te/16446/1.html>

Hubertus Adam: Aktuelle Tendenzen in der Architektur - Symposium 1.11.02 - Begegnungen mit der Zukunft  
URL nicht auffindbar.

IBM Inc.: Airline wireless e-business solutions from IBM  
<http://www-1.ibm.com/industries/wireless/doc/content/solution/872345104.html>

Inhaus-Duisburg: Intelligentes Heim  
<http://www.inhaus-duisburg.de/meilensteine/links.html>

Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt: Das total digital vernetzte Haus: Revolution in der Haushaltstechnologie  
<http://www.uni-frankfurt.de/presse/infos/981001d.html>

Le Meridien: Le Meridien Cyberport  
[http://www.lemeridien.com/peoples\\_republic\\_of\\_china/hong\\_kong/hotel\\_hk1888.shtml](http://www.lemeridien.com/peoples_republic_of_china/hong_kong/hotel_hk1888.shtml)

Le Meridien: Le Meridien Cyberport Hotel Hong Kong  
<http://www.lemeridien.com>

LineCity: Die Multimedia Home Plattform für digitales Fernsehen  
[www.linecity.de/pdfs/MHP.pdf](http://www.linecity.de/pdfs/MHP.pdf)

LitraCon: Light Transmitting Concrete  
<http://www.litracon.com/index.htm>

Markt-Studie.de: Alltagsprodukte der Zukunft  
[http://www.markt-studie.de/inhaltsangabe1\\_1285.html](http://www.markt-studie.de/inhaltsangabe1_1285.html)

Microsoft Inc: Harvard Conference on Internet Society 1996  
<http://www.microsoft.com/billgates/speeches/internet/harvard/harvard.asp>

Microsoft Inc: Image Gallery: Hardware - Microsoft Mouse Products  
<http://www.microsoft.com/presspass/images/gallery/hardware-mouse.asp>

Neue Zürcher Zeitung: Das Internet aus dem All  
<http://www.nzz.ch/netzstoff/2003/2003.12.05-em-article99R3D.html>

Neue Zürcher Zeitung: Die Alpen als Technologie-Barriere  
<http://nzz.ch/netzstoff/2004/2004.07.02-em-article9P17K.html>

Neue Zürcher Zeitung: Grössere Leuchtkraft für LCD Anzeigen  
<http://www.nzz.ch/ft/>

Neue Zürcher Zeitung: Interessanter Breitbandmarkt über Satellit  
<http://www.nzz.ch/dossiers/2003/wsis/2003.10.10-qo-article94B2K.html>

Neue Zürcher Zeitung: Menschen statt Technologien  
<http://www.nzz.ch/2003/12/13/il/page-article9AGBW.html>

N-TV Fernsehen: UN-Informations-Gipfel, Digitaler Graben  
<http://www.n-tv.de/5197635.html>

OTIS: Der Aufzug wird 150 Jahre  
[http://www.otis.com/news/newsdetail/0,1368,CLI9\\_NID17217\\_RES1,00.html](http://www.otis.com/news/newsdetail/0,1368,CLI9_NID17217_RES1,00.html)

Philips: smart connections  
<http://www.design.philips.com>

Philips Consumer Electronics: Don't DREAM it, STREAM it.  
[http://www.iec.org/events/2002/dslwfeurope/presentations/d1\\_graf.pdf](http://www.iec.org/events/2002/dslwfeurope/presentations/d1_graf.pdf)

Philips Deutschland: Dashboard for the digital home  
[http://www.remotecontrol.philips.com/library/documents/SPEC\\_RU1000\\_04.pdf](http://www.remotecontrol.philips.com/library/documents/SPEC_RU1000_04.pdf)

Philips Deutschland: Produkte der Zukunft - Übersicht  
[http://www2.philips.de/planetphilips/lcpf/html/lacasa\\_prod.html](http://www2.philips.de/planetphilips/lcpf/html/lacasa_prod.html)

Reinhard Mohn: Karl Popper: Alles Leben ist Problemlösen.  
[http://www.reinhard-mohn.de/popups/c\\_3\\_1\\_1.html](http://www.reinhard-mohn.de/popups/c_3_1_1.html)

Reuters/Forbes news: PC Makers Try Again with TV Computers  
<http://www.forbes.com/business/newswire/2004/03/02/rtr1283071.html>

RWTH Aachen: Lebensstile, Milieus und räumliche Mobilität  
<http://www.isb.rwth-aachen.de/stadtleben/Projektschritte/projektschritte.html>

Spiegel online: Alles, was Sie zu Webcams immer wissen wollten  
<http://www.spiegel.de/netzwelt/netzkultur/0,1518,182510,00.html>

Spiegel online: Das Verschwinden der Stereoanlage  
<http://www.spiegel.de/netzwelt/technologie/0,1518,280511,00.html>

Spiegel online: Der Vater der Webcam

<http://www.spiegel.de/netzwelt/netzkultur/0,1518,121363,00.html>

Spiegel online: Die Geschichte der berühmtesten Kaffeemaschine der Welt

<http://www.spiegel.de/netzwelt/netzkultur/0,1518,186921,00.html>

Süddeutsche Zeitung: Arbeiten wie die Schauspieler

<http://www.sueddeutsche.de/jobkarriere/berufstudium/artikel/480/28452/print.html>

Süddeutsche Zeitung: Hilfe, ich bin produktentfremdet!

<http://www.sueddeutsche.de/computer/artikel/901/35866/print.html>

T-Mobile: T-Mobile Future House

<http://www.t-mobile.at/print/unternehmen/aktivitaeten/futurehouse/index.html>

TRON Intelligent House: TRON Intelligent House Japan

<http://tronweb.super-nova.co.jp/tronintlhouse.html>

TU Berlin: Funktionslösungen für Küchen und Bad-/WC-Räume

[http://www.iemb.de/veroeffentlichungen/schriftenreihen/leitfaden/Str20/str20\\_18.htm](http://www.iemb.de/veroeffentlichungen/schriftenreihen/leitfaden/Str20/str20_18.htm)

TU Berlin: Heizung und zentrale Warmwasserversorgung

[http://www.iemb.de/veroeffentlichungen/schriftenreihen/leitfaden/B111/bl11\\_13.htm](http://www.iemb.de/veroeffentlichungen/schriftenreihen/leitfaden/B111/bl11_13.htm)

TU Berlin: Plattenbau 6,3 t, der Typenserie WBS 70/11 Berlin

<http://www.iemb.de/veroeffentlichungen>

TU Berlin: Senioren forschen für Senioren

<http://www.awb.tu-berlin.de/forschung/SRG-Artikel.html?>

TU Berlin: Technische Gebäudeausrüstung

[http://www.iemb.de/veroeffentlichungen/schriftenreihen/leitfaden/Str20/str20\\_14.htm](http://www.iemb.de/veroeffentlichungen/schriftenreihen/leitfaden/Str20/str20_14.htm)

TU Graz: ARCHITEKTUR UND ELEKTRONIK

[http://xarch.tu-graz.ac.at/home/rurban/course/intelligent\\_ambiente/gsoellpointner.gr.html](http://xarch.tu-graz.ac.at/home/rurban/course/intelligent_ambiente/gsoellpointner.gr.html)

Universität Ulm: Intelligentes Wohnen und Wohnberatung im Internet

<http://www.uni-ulm.de/LiLL/senior-info-mobil/mannheim/wohnen.htm>

University of Cambridge: Trojan Room Coffee Pot Biography

<http://www.cl.cam.ac.uk/coffee/qsf/coffee.html>

VDI - Verband deutscher Ingenieure: Demonstrationshäuser

[http://www.vdivde-it.de/smarthome/demo\\_haus.html](http://www.vdivde-it.de/smarthome/demo_haus.html)

Wirtschaftsmuseum Wien: Von der Großmutter zum Enkel - 100 Jahre Leben und Wohnen in Wien

[www.wirtschaftsmuseum.at/wmai100.htm](http://www.wirtschaftsmuseum.at/wmai100.htm)

Wohnbund e.V.: Wandel der Arbeit - Wandel im Wohnen?

[http://www.wohnbund.de/info0199\\_1.htm](http://www.wohnbund.de/info0199_1.htm)

