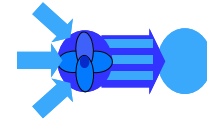


GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

SÖF  Sozial-
ökologische
Forschung



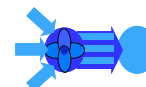
Kornelia Konrad

Innovationsfeldanalyse Smart Building

Gebäudevernetzung – Katalysator für eine Restrukturierung der Versorgungsregime?

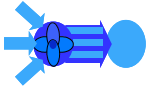
Bericht für AP 510
im Rahmen des BMBF-Projektes
„Integrierte Mikrosysteme der Versorgung“
Dübendorf, Oktober 2006

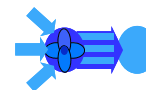
Cirus – Sozialwissenschaftliche Innovationsforschung
Eawag – Swiss Federal Institute for Aquatic Science and Technology
Überlandstr. 133
CH-8600 Dübendorf



Inhalt

1	Einführung.....	5
2	Das Analysekonzept.....	6
2.1	Das Mehrebenenmodell der Transitionstheorie.....	6
2.2	Die Exploration von Variationen und Innovationspfaden.....	9
3	Das Innovationsfeld „Smart Building“.....	14
3.1	Technologien.....	15
3.2	Einsatzfelder und Anwendungen.....	16
3.2.1	Wohnbauten.....	16
3.2.2	Zweckbau.....	18
3.3	Akteursgruppen.....	19
4	Umfeldanalyse.....	20
4.1	Regime und Bewertung der Radikalität der Innovation.....	20
4.2	Komplementäre und konkurrierende Innovationen.....	23
4.3	Landschaftsentwicklungen.....	25
5	Variationsanalyse.....	25
5.1	Rollenmodelle.....	26
5.2	Akteurskonstellationen.....	29
5.3	Einsatzfelder.....	30
6	Szenario- und Transformationsanalyse.....	35
6.1	Versorgungsszenarien.....	35
6.2	Smart Building Szenarien.....	42
6.2.1	Szenario A: „Smart Building ist Teil der Versorgung“.....	42
6.2.2	Szenario C: „Smart Building ist Standard“.....	49
6.2.3	Szenario D: „Smart Building ist Statussymbol“.....	52
6.2.4	Szenario B: „Effizienzorientierte Nische“.....	55
7	Schlußfolgerungen.....	57
8	Literatur.....	61





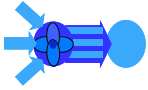
1 Einführung

So variabel wie die für vernetzte Gebäude verwendeten Begriffe sind – intelligente Gebäude, Smart Homes, e-Homes, vernetztes Wohnen, Gebäudeautomation etc. – so variabel ist auch das Verständnis davon, was diese Innovation eigentlich ist. Handelt es sich dabei im Wesentlichen um eine gehobene Form der elektrischen Installation eines Gebäudes, um einen integralen Teil der Infrastruktur von Gebäuden oder um eine Fortschreibung der heutigen informationstechnischen und multimedialen Ausstattung von Wohnungen und Büros? Nicht weniger vielfältig sind die konkreten Technologien, Anwendungen und Einsatzfelder, die darunter verstanden werden: Funknetze und feste Verkabelung, Energiemanagement und Unterhaltungscenter, Seniorenwohnungen und Bürogebäude stellen nur einige der möglichen Eckpunkte dar.

Die vorliegende Studie unternimmt einen Versuch, diese Vielfalt in einer zukunftsorientierten Perspektive auszuloten. Aufbauend auf neueren theoretischen Ansätzen aus der Innovationsforschung werden unterschiedlichste Einflussfaktoren auf die Entwicklung dieses Innovationsfeldes identifiziert. Diese umfassen neben möglichen Entwicklungen im Rahmen des Innovationsfeldes selbst auch Wechselwirkungen mit allgemeinen gesellschaftlichen Entwicklungen und mit angrenzenden Innovationsbereichen, insbesondere im Umfeld der Versorgungssysteme. Schließlich werden vier alternative Szenarien bzw. Pfade skizziert, die jeweils unterschiedliche Formen und unterschiedliche Verbreitungsgrade von Smart Building implizieren.

Unter Smart Building verstehen wir hier Technologien und Anwendungen, welche auf der informations- und kommunikationstechnischen Vernetzung von Gebäuden basieren. Dazu gehören sowohl die interne Vernetzung zwischen Anlagen und Geräten innerhalb der Gebäude, z.B. Heizung, Klima, Lüftung, Beleuchtung, Multimediasysteme, Sicherheitsanlagen, Hausgeräte und Sanitäreanlagen, als auch die Anbindung an externe Netzwerke, z.B. das Internet. Eine solche Vernetzung ermöglicht die Überwachung, Steuerung und Regelung der Geräte und Anlagen, entweder innerhalb des Gebäudes oder von außen. Damit ergeben sich vielfältige Anwendungsmöglichkeiten in gewerblich genutzten Gebäuden wie auch in privaten Haushalten. Es kann z.B. die Beleuchtung je nach Tageslicht und Anwesenheit von Personen reguliert werden, Lüftungs- und Heizungsregelung werden miteinander verzahnt, Gerätegruppen können zentral ein- und ausgeschaltet werden, der Zugriff auf Unterhaltungsmedien ist von unterschiedlichen Orten des Hauses möglich, auch Sicherheits- und Alarmfunktionen lassen sich realisieren. Ferner ist es möglich, dezentrale Erzeugungsanlagen, z.B. Solaranlagen, in das System einzubinden, Verbrauchsdaten zu analysieren, Anlagen fernzuwarten oder auch (Erzeugungs)Anlagen fernzusteuern. All diese Anwendungen nehmen direkt oder indirekt Einfluss auf den Energie- und Ressourcenverbrauch der Gebäude.

Eine Vernetzung von Anlagen in Zweckbauten ist im Rahmen der Gebäudeleittechnik übliche Praxis. Allerdings handelt es sich dabei nicht unbedingt um integrierte Systeme, welche die verschiedenen Gewerke (Elektroinstallationen, Heizung-Lüftung-Klimatechnik, Sanitärinstallationen) gemeinsam steuern. Bei Wohngebäuden gibt es seit den sechziger Jahren erste Ansätze zu „smarten“ Technologien und seit den achtziger und insbesondere neunziger Jahren verstärkte Aktivitäten (Aldrich 2003). Es handelt sich dabei aber größtenteils um Pilotprojekte und Marktnischen. Während zunächst die Automation und interne Steuerung der Anlagen im Fokus stand, haben sich mit der Anbindung vie-



ler Gebäude an externe Netze, insbesondere das Internet, die Anwendungsszenarien erweitert. Es wird erwartet, dass die damit verknüpften Möglichkeiten dem Smart Home deutlich verbesserte Verbreitungschancen eröffnen (Meyer *et al.* 2001).

Die Studie ist Teil des BMBF-geförderten Projektes „Integrierte Mikrosysteme der Versorgung“ (www.mikrosysteme.org). Ziel dieses Projektes ist es, Transformationsprozesse in den Versorgungssektoren (Strom, Gas, Wasser, Telekommunikation) zu analysieren, mögliche künftige Entwicklungen zu bestimmen und unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten zu bewerten, um schließlich mögliche Gestaltungsstrategien für eine nachhaltige Transformation der Versorgungssysteme zu entwickeln. Dazu wurden in Zusammenarbeit mit Stakeholdern Szenarien für das Jahr 2025 entwickelt (Jäger *et al.* 2004) und im Hinblick auf Nachhaltigkeitskriterien bewertet (Karger *et al.* 2006). Im Rahmen der Szenarioentwicklung wurden mehrere kritische Innovationsfelder identifiziert, welche auf die weitere Entwicklung und die Nachhaltigkeit der Versorgungssektoren einen bedeutenden Einfluss nehmen können. Die Innovationsfelder umfassen sowohl technikzentrierte Innovationen als auch institutionelle Innovationen. Aus diesen kritischen Innovationsfeldern wurden drei Felder exemplarisch ausgewählt: Kraftwärmekopplungsanlagen auf Haushaltsebene, sogenannte Mikro-KWK; Smart Building und Netzregulierung. Die mögliche Entwicklung dieser Innovationsfelder wurde im Rahmen dieser sowie parallel durchgeführter Studien (Markard 2006, Bauknecht & Voss 2006) vertieft untersucht und ist in die Entwicklung von Gestaltungsstrategien in Zusammenarbeit mit Experten und Stakeholdern aus den drei Innovationsfeldern eingegangen (Voß *et al.* 2006a).

Im Folgenden stellen wir zunächst den theoretischen Hintergrund und die Methode der Studie vor. Kapitel 3 gibt einen kurzen Überblick über den Stand des Innovationsfeldes bevor im darauf folgenden Kapitel analysiert wird, welche Entwicklungen sich im Umfeld von Smart Building abzeichnen, welche mit diesem im weiteren Verlauf in Wechselwirkung treten können. Hierzu gehören Entwicklungen in angrenzenden Innovationsfeldern, die in Synergie oder Konkurrenz mit Smart Building Technologien treten können, Entwicklungen im Gebäudesektor und in den Versorgungssektoren und Entwicklungen auf der Makroebene gesellschaftlicher Trends. Kapitel 5 exploriert sodann die Variationsbreite in Bezug auf die Gestaltung von Smart Building, in Bezug auf die möglichen Formen, wie Smart Building bereitgestellt werden könnte, bezüglich treibender Akteurskonstellationen und möglicher Einsatzfelder. In Kapitel 6 werden sodann die Szenarien, die im Rahmen des Mikrosystemprojektes entwickelt wurden, aufgegriffen und analysiert, welche Ausprägung in den jeweiligen Szenarien die Smart Building Technologien annehmen und welche Entwicklungen zu diesen hinführen könnten. Kapitel 7 fasst die wesentlichen Erkenntnisse zusammen und benennt mögliche Ansatzpunkte für Maßnahmen zur Unterstützung einer nachhaltigkeitsorientierten Förderung von Smart Building Anwendungen.

2 Das Analysekonzept

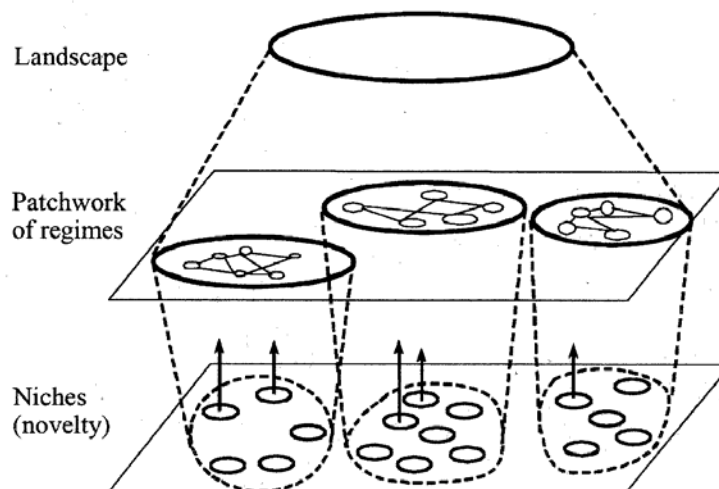
2.1 Das Mehrebenenmodell der Transitionstheorie

Die in dieser Studie angewendete Methode zur Entwicklung von Innovationsszenarien bzw. -pfaden schließt an neuere theoretische Konzepte der sozialwissenschaftlichen Technik- und Innovationsforschung an. Eine zentrale Bedeutung kommt dabei dem so genannten Mehrebenenmodell und der darauf aufbauenden Transitionstheorie zu (Rip & Kemp



1998; Geels 2002b).¹ Diese geht davon aus, dass sich Innovationsprozesse und die Verbreitung von Innovationen eingebettet in Veränderungsdynamiken auf drei Ebenen vollziehen (s. Abb. 2.1).

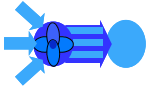
Abb. 2.1: Mehrebenenmodell sozio-technischer Nischen, Regime und Landschaften nach Geels (2002a: 1261)



Demzufolge sind Innovationen, deren Einführung weitreichende Veränderungen in Technologie, Produktions- und Vertriebsstrukturen oder Nutzungspraktiken mit sich bringen und die zunächst im Rahmen von Pilotprojekten oder Marktnischen eingesetzt werden, auf der Mikroebene zu verorten. Diese Nischen sind eingebettet in die Mesoebene **sozio-technischer Regime**. Mit dem Begriff wird eine spezifische Formation bezeichnet, in der Technologien, Produktions- und Vertriebsstrukturen, Finanzierungsmodelle, Nutzungsmuster, institutionelle Regelungen wie Standards, Gesetze und Regularien miteinander verknüpft sind und in ihrem Zusammenwirken eine bestimmte gesellschaftliche Funktion erfüllen.² Eine solche gesellschaftliche Funktion ist z.B. die Versorgung mit Energie oder Wasser oder die Erstellung und der Betrieb von Gebäuden. Der Regimebegriff beinhaltet, dass die genannten Elemente eines Regimes aufeinander abgestimmt sind und sich wechselseitig bedingen. So sind z.B. bestimmte Technologien auf bestimmte Nutzungsformen ausgerichtet und umgekehrt oder bestimmte Technologien eng auf bestimmte Regularien bezogen und umgekehrt. Diese wechselseitige Verknüpfung stabilisiert das Regime. Dies schließt Wandel und Innovation nicht aus, bedeutet allerdings, dass Wandel in eine bestimmte Richtung gelenkt wird und dass Innovationen im Normalfall inkrementeller Natur sind, d.h. sie bringen nur geringe Veränderungen mit sich und passen sich in die bestehenden Systeme ein. Ein gefestigtes Regime steht radikalen Innovationen im Normalfall also entgegen. Treten in bestimmten Elementen eines Regimes jedoch interne Veränderungen, z.B. ausgelöst durch inkrementelle technologische Innovationen, Marktveränderungen oder Änderungen institutioneller Regelungen, auf, so ergeben sich hierdurch möglicherwei-

¹ Für eine ausführliche Darstellung des Ansatzes und dessen Anwendung auf Versorgungssektoren siehe Konrad et al. (2004).

² Im Unterschied zu Begriffen wie Branche oder Sektor umfasst der Begriff Regime die Produktions-, Regulierungs- und Nutzungsstrukturen. Im Rahmen des Projektes „Mikrosysteme der Versorgung“ sprechen wir hier auch von den Handlungsfeldern Produktion, Konsum und Regulierung (Konrad et al. 2004).



se *windows of opportunity* für radikale Innovationen und weiterreichende Veränderungen. Die enge Verknüpfung der Elemente eines Regimes bedeutet dann gerade auch, dass – sofern Veränderungen einmal angestoßen sind – diese einen weiterreichenden Wandel auslösen können.

Sozio-technische Regime sind nun ihrerseits eingebettet in Strukturen auf der Makroebene, der so genannten **Landschaft**, welche sich vergleichsweise langsam wandeln. Zu diesen regimeexternen Strukturen gehören z.B. makroökonomische Entwicklungen, demographische Trends oder der Wandel kultureller Werte (Geels 2002a). Diese können Transformationsprozesse eines Regimes beeinflussen oder anstossen; sie können jedoch von den Akteuren innerhalb eines Regimes nur schwerlich beeinflusst werden.

Im Gegensatz zu inkrementellen Innovationen, die innerhalb etablierter Regime entstehen und eingesetzt werden, werden radikale Innovationen, welche weit reichende Veränderungen implizieren (s.o.), typischerweise in so genannten **Nischen** eingesetzt.³ Dies sind speziell geförderte Pilotprojekte oder Marktnischen, welche spezifische Charakteristika aufweisen, so dass sich die „Selektionsbedingungen“ für die Innovation von denen des Regimes deutlich unterscheiden (Hoogma 2000: 80ff.). Diese Nischen erfüllen nun erstens wichtige Funktionen für die Entwicklung einer Innovation in der Frühphase und sind zweitens unter Umständen der Ausgangspunkt für eine Entwicklungsdynamik, an deren Ende eine radikale Innovation zum Bestandteil eines neuen, deutlich veränderten Regimes geworden ist.

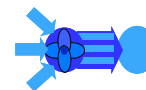
Nischen ermöglichen weitreichende Lernprozesse.⁴ Diese beziehen sich erstens auf die geeignete Gestaltung der Innovation (Hoogma et al. 2002: 28). Weiterhin ermöglichen sie Lernprozesse bezüglich der Nutzungskontexte, gesellschaftlicher und ökologischer Folgewirkungen, der Produktions- oder Leistungserbringungsbedingungen sowie geeigneter Regulierungs- und Förderungsmöglichkeiten. Ferner dienen Nischen der institutionellen bzw. sozialen Einbettung der Innovation. Dazu gehört die Weiterentwicklung komplementärer Technologien, die Konsolidierung und Spezifizierung von Erwartungen bzgl. des Potenzials der Innovation und der Aufbau unterstützender Akteursnetzwerke.

Die Dynamik von Nischen kann unterschiedlichen Pfaden folgen. Im günstigsten Fall entsteht aus einer geschützten Nische, welche sich über Lernprozesse und eine geeignete institutionelle Einbettung soweit entwickelt hat, dass sie keiner weiteren Schutzmechanismen bedarf, eine Marktnische.⁵ Die Marktnische entwickelt sich ihrerseits weiter, verbreitert sich und verdrängt das bislang dominierende Regime, welches seinerseits u.U. in einer Marktnische weiterexistiert (Schot 1998). Der Übergang von geschützten Nischen zu Marktnischen bis hin zu möglichen Regimeveränderungen erfolgt im Allgemeinen nicht geradlinig. Über einen Prozess der Verzweigung (*niche branching*) werden die jeweiligen Innovationen parallel oder sukzessive in unterschiedlichen Bereichen und an unterschiedlichen Orten umgesetzt, welche jeweils spezifische Selektionsbedingungen aufweisen und unterschiedliche Lernprozesse ermöglichen (Schot 1998; Geels 2002b: 123). Der Verlauf der Nischenverzweigungen folgt nicht selten einem so genannten „*fit-stretch-pattern*“. Zu Beginn „entfernen“ sich die Nischen sowohl hinsichtlich der Gestaltung der Innovation

³ In manchen Fällen ist eine Innovation in einem Einsatzfeld als inkrementelle Innovation und in einem anderen als radikale Innovation zu werten.

⁴ Dazu gehören sowohl Lernprozesse erster Ordnung, welche sich auf die Erreichung der ursprünglichen Ziele, z.B. Verbesserung technischer Leistungsparameter oder die Erhebung bestehender Nutzeranforderungen beziehen, sowie Lernprozesse zweiter Ordnung in denen bspw. die ursprünglichen Annahmen über die Einsatzmöglichkeiten der Innovation oder Nutzeranforderungen selbst in Frage gestellt und nicht allein getestet werden (Hoogma et al. 2002: 29).

⁵ Diese muss nicht notwendig im selben Anwendungsbereich liegen wie die geschützte Nische.



wie der Funktionen bzw. Anwendungsformen nicht allzu weit von vergleichbaren Elementen des Regimes. Im Verlauf der Entstehung neuer Nischen werden dann Gestaltungsformen und Anwendungsbereiche getestet, welche sich zunehmend vom dominierenden Regime unterscheiden (Hoogma 2000: 341ff; Geels 2002b: 121). Nischen stehen u.U. nicht allein in Beziehung zu einem Regime, sondern auch zu mehreren. Sie können bspw. in Grenzbereichen zwischen zwei Regimen entstehen, oder im Kontext eines Regimes entstehen und in der weiteren Entwicklung wesentlich größere Bedeutung für ein anderes gewinnen (Geels 2002b: 107f; vgl. Abb. 3.1).⁶

Eine wichtige Rolle für den Verlauf von Nischendynamiken spielt auch das Zusammenwirken zwischen verschiedenen Nischeninnovationen (*coupling of niches*), welche zunächst getrennt entstehen, dann aber erst in Form komplementärer Innovationen eine bedeutende Dynamik entwickeln (Geels 2002b: 121, 326f.). Ferner können Innovationen auch in Konkurrenz zueinander stehen.

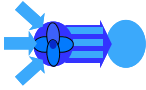
Innovationen unterstützen oder konkurrenzieren sich auf mehreren Ebenen. Erstens auf funktionaler Ebene, d.h. verschiedene Innovationen unterstützen sich in der Funktionserfüllung oder erfüllen konkurrenzierend dieselbe Funktion. Eine funktionale Synergie ist auch gegeben, wenn eine Innovation funktionale Voraussetzungen für eine andere schafft. Im zweiten Fall werden im Zuge der Entwicklung oder der Verbreitung einer Innovation institutionelle Rahmenbedingungen geschaffen, welche sich für andere Innovationen günstig oder ungünstig auswirken. Drittens besteht einerseits die Möglichkeit der Übertragung von Lerneffekten, während andererseits durch die Konzentration auf eine Innovation unter Umständen Kapazität für Lernprozesse in anderen Bereichen abgeschöpft wird. In einem vierten Fall erlangt eine Innovation besondere Aufmerksamkeit bei den Innovationsakteuren oder auf gesellschaftlicher Ebene, welche einerseits auf eng verknüpfte Innovationen übertragen werden kann oder gerade die Aufmerksamkeit von anderen Innovationen ablenkt. Fünftens bilden und festigen sich im Zuge der Entwicklung einer Innovation bestimmte Akteursnetzwerke, wodurch Pfadabhängigkeiten für die weitere Entwicklung kreiert werden können.

2.2 Die Exploration von Variationen und Innovationspfaden

Ausgehend von dem beschriebenen Mehrebenenmodell zielt der hier verwendete Ansatz darauf, mögliche langfristige Entwicklungen eines Innovationsfeldes zu analysieren. Dies geschieht sowohl mit Blick auf die Prozesse innerhalb des Innovationsfeldes selbst, als auch unter Berücksichtigung von Kontextentwicklungen, d.h. Entwicklungen in einem oder mehreren Regimen, zu denen die Innovation in Beziehung steht, und Entwicklungen auf der Landschaftsebene. Dabei wird bestimmt, welche Prozesse Einfluss auf die weitere Entwicklung nehmen und welche Gestalt die Innovation künftig annehmen könnte. Dazu gehören neben der technischen Gestaltung die Anwendungsformen und Einsatzfelder, die institutionelle Einbettung, Nutzungs- und Produktionsstrukturen. Auch die Frage, welche Akteure unter welchen institutionellen Rahmenbedingungen am Innovationsprozess beteiligt sind und welche Rollen und Funktionen sie dabei übernehmen, d.h. wie das Innovationssystem ausgestaltet ist, spielt eine wichtige Rolle.⁷ Auf diese Weise soll es ermöglicht

⁶ Dies gilt sicherlich in besonderem Maße für Innovationen, welche von vornherein Elemente aus zwei Regimen verknüpfen, z.B. neue (dezentrale) Energieerzeugungstechnologien, welche gleichermaßen für Strom und Gas relevant sind. Der Telekommunikationssektor war seinerseits in den letzten Jahren durch die zunehmende Verkopplung der zuvor relativ stark getrennten Telekommunikations-, Informationstechnologie- und Medienbereiche geprägt.

⁷ Je nach konkreter Umsetzung der Methode kann den einzelnen Elementen – Kontextentwicklungen, Analyse des Innovationssystems, Variationsanalyse - unterschiedliches Gewicht gegeben werden. Anlehnend an



werden, langfristige strategische Optionen für die Innovation zu identifizieren, die in einer kurzfristigen Perspektive tendenziell unterbelichtet bleiben, z.B. weil sie Veränderungen in der Struktur eines oder mehrerer Regime implizieren, welche erst über einen längeren Zeitraum zum Tragen kommen. Weiterhin ist das Ziel, ein möglichst breites Spektrum an Entwicklungsoptionen für die Innovation zu identifizieren.

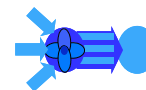
Wir verwenden den Begriff *Innovationsfeld*, da es gerade in einer Langfristperspektive häufig nicht genügt oder nicht möglich ist, eine einzelne, klar umgrenzte Innovation zu betrachten, sondern vielmehr ein Feld von technischen und Anwendungsvariationen einer Innovation untersucht werden muss, deren konkrete Formen sich zudem über die Zeit wandeln können. Dieses Feld von Innovationen definiert sich z.B. über eine bestimmte Kerntechnologie oder –innovation; in unserem Falle über eine intelligente Gebäudevernetzung. Aus der Breite und Offenheit des Innovationsfeldes resultiert die Herausforderung, dass die zu berücksichtigenden Nischen, Regime und Landschaftsentwicklungen weiter gefasst werden müssen als bei einer eng umgrenzten Innovation. Ein solcher Ansatz ist vor allem bei relativ neuen, in ihrer konkreten Gestaltung noch offenen Innovationen sinnvoll.⁸

Unter Bezug auf die Transitionstheorie werden unterschiedliche Ansätze zur Analyse von Innovations- und Transformationsprozessen verfolgt.

- a) Es wurde untersucht, wie sich historisch Transitionsprozesse von einem Regime zu einem anderen vollzogen haben (Schot 1998; Geels 2005).
- b) Im Rahmen des Strategischen Nischenmanagements werden gezielt „Schutzräume“ aufgebaut, um Nischenentwicklungen zu befördern und untersucht, wie Innovationsexperimente für radikale Innovationen gestaltet werden können, um möglichst umfangreiche Lerneffekte für die weitere Entwicklung der Innovation zu generieren (Hoogma 2000; Hoogma *et al.* 2002).
- c) Transition Management ist ein darauf aufbauender Politikansatz, der über die Entwicklung von langfristigen Visionen für gewünschte Regimestrukturen verschiedene Nischenentwicklungen koordiniert und strategisch miteinander verknüpft, um so einen kontrollierten Regimewandel einzuleiten (Kemp & Loorbach 2006).
- d) Die Methode sozio-technischer Szenarien ist ein Verfahren zur Exploration möglicher künftiger Transitionsprozesse eines Regimes (Elzen *et al.* 2002). Dabei wird unter Rückgriff auf Mechanismen und Muster, welche bei der Analyse von Transitionsprozessen identifiziert wurden, Entwicklungspfade skizziert, welche von bestehenden Regimen zu künftigen, grundlegend veränderten Regimen führen können. Ziel ist dabei, nicht allein von den heutigen Strukturen grundlegend abweichende Formen der Elektrizitätsversorgung, des Transports etc. aufzuzeigen, sondern zugleich auch zu beschreiben, aufgrund welcher Prozesse und Ereignisse diese verwirklicht werden könnten.
- e) Im Rahmen des Condecop-Projektes wurde ein Analyseverfahren vorgeschlagen, welches zum Ziel hat, die gesellschaftliche Einbettung von (nachhaltigen) radikalen Innovationen zu unterstützen (Hofman 2003). Es umfasst mehrere Schritte. Zunächst

eine Form, in der unterschiedliche Ausgestaltungen des Innovationssystems besonders berücksichtigt werden, bezeichnen wir die Methode auch als Innovationssystemanalyse (Markard 2006).

⁸ Ferner liegt er eher bei einer prospektiven als bei einer historischen Analyse nahe. Im Nachhinein *erscheinen* bestimmte Innovationen häufig als relativ eindeutig zu bestimmen. Prospektiv ist hingegen oft nicht zu sagen, welche der möglichen Varianten diejenige ist, welche sich im Nachhinein als besonders erfolgreich oder wichtig erweisen wird. IuK-Technik weist zudem angesichts ihrer hohen Flexibilität und Anwendungsoffenheit eine besondere Breite der möglichen Varianten und Anwendungsfelder auf.

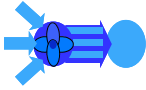


wird das Einsatzszenario der Innovation beschrieben, deren zentrale Eigenschaften und die bisherige Entwicklung des Innovationsfeldes, d.h. der wichtigsten Technologien, Akteure und Netzwerke. Dann werden die bestehenden Regimestrukturen analysiert und ein mögliches künftiges Regime skizziert, in welchem die Innovation funktionieren könnte. Es wird untersucht, welche Differenzen zwischen dem heutigen und dem künftigen Regime bestehen und welche absehbaren Entwicklungen und welche Akteure auf einen solchen Regimewandel hinwirken könnten. Schließlich werden Maßnahmen vorgeschlagen, die einen Regimewandel unterstützen können. Das Analyseverfahren knüpft an eine im Rahmen des Socrobust-Projektes entwickelte Methodik an, welche auf der Akteurs-Netzwerk-Theorie aufbaut (Jolivet *et al.* 2002; Hofman 2003). Auch hier sind die Beschreibung einer „zukünftigen Welt“ komplementärer Technologien, Institutionen, Nutzungspraktiken etc., in der die Innovation funktionieren könnte und die Analyse bestehender und künftiger Akteursnetzwerke aus Produzenten, Nutzern, Regulierungsakteuren und Wissenschaftlern ein zentrales Element des Verfahrens.⁹

Die hier vorgeschlagene Analysemethode, welche eine Art Hybrid zwischen Backcasting und explorativer Szenarioanalyse darstellt, zeigt insbesondere mit der Methode der soziotechnischen Szenarien und der Methode des Condecol-Projektes deutliche Überschneidungen. Sie teilt das Interesse an der Exploration möglicher, künftiger langfristiger Entwicklungen und mit den beiden letztgenannten Verfahren (Condecol, Socrobust) den Fokus auf bestimmte in ihrer gesellschaftlichen Einbettung betrachtete Innovationsfelder und die dazu gehörenden Akteurskonstellationen. Die Analyse nimmt keinen engen Technologiefokus ein, sondern das Innovationsfeld wird eingebettet in eine komplexe Mehrebenen-Welt betrachtet, u.a. in seiner Beziehung zu einem oder mehreren Regimen, d.h. zu einem Geflecht von aufeinander abgestimmten Konstellationen von technischen Elementen, Organisationen, Institutionen, Nutzerpraktiken etc.

Weiterhin teilt sie das Interesse an Innovationen, welche – zumindest in bestimmten Ausprägungen – als radikal zu bezeichnen sind und unter Umständen Regimeveränderungen implizieren. Im Gegensatz zu den zuvor genannten Ansätzen ist die Herbeiführung einer Transition bzw. die weit reichende Verbreitung der Innovation nicht der normative Ausgangspunkt der Analyse, sondern das Ziel ist vielmehr die Exploration mehrerer Zukünfte, welche nur zum Teil zu Transitionen und einer erfolgreichen Verbreitung der Innovation führen. Das ermöglicht erstens, strategische Optionen für unterschiedliche Rahmenbedingungen in den Blick zu nehmen, die nicht notwendig die für das Innovationsfeld günstigste Situation darstellen. Zweitens unterstellen die vorgenannten Studien die Wünschbarkeit bzw. Nachhaltigkeit der Innovation, während in unserem Falle die Nachhaltigkeit der betrachteten Innovation je nach Rahmenszenario und Ausprägung der Innovation unterschiedlich ausfallen kann. Schließlich sind die Rahmenszenarien, auf die Bezug genommen wird, nicht schon mit Fokus auf die Innovation entwickelt worden, sondern vielmehr ein von der Innovationsanalyse unabhängiger vorgängiger Schritt und sie sind das Ergebnis eines partizipativen Prozesses. Die vorgenannten Ansätze bilden Szenarien von der Innovation ausgehend aus; hier werden Szenarien auf die Innovation „runtergebrochen“. Das Analysekonzept kann für sich genommen auf unterschiedliche Innovationsfelder angewendet werden. Als Teil des Projektes „Integrierte Mikrosysteme der Versorgung“ ist es eingebettet in das „Sustainability Foresight“-Verfahren (Voß *et al.* 2005, 2006b). Die-

⁹ Der Ansatz von Laredo *et al.* ist auf spezifische Innovationsprojekte und nicht auf ein gesamtes Innovationsfeld bezogen, d.h. auf ein bestimmtes Nischenprojekt und nicht auf eine Nische im Ganzen. Ferner werden nicht externe Szenarien als „zukünftige Welt“ herangezogen, sondern das endogene Szenario (Script), das die Projektverantwortlichen implizit unterstellen und in die Innovation einschreiben.



ses Verfahren ermöglicht die Analyse und die Bewertung von langfristigen Veränderungsprozessen auf Sektorebene und die Ableitung von Handlungsimplicationen. Das Verfahren umfasst drei Phasen:

Konstruktion explorativer Szenarien: Die erste Phase hat die Analyse des Problemgegenstandes und die Abschätzung möglicher Entwicklungsdynamiken in Form von Zukunftsszenarien zum Inhalt. Die Szenarien werden in einem partizipativen Prozess gebildet.

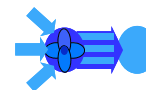
Diskursive Nachhaltigkeitsbewertung: In der zweiten Phase werden unter Beteiligung von Stakeholder-Gruppen spezifische Zielkriterien für den Problemgegenstand erarbeitet. Ausgehend davon identifizieren Experten Nachhaltigkeitsrisiken und -chancen von möglichen Zukunftsentwicklungen. Schließlich werden, wiederum unter Beteiligung von Stakeholdern, Konsens- und Konfliktzonen identifiziert.

Gestaltung von Innovationsprozessen: In der dritten Phase werden vor dem Hintergrund der ersten beiden Schritte Entwicklungsoptionen in kritischen Innovationsfeldern untersucht, d.h. in Innovationsfeldern, deren Ausprägungen und deren Auswirkungen im Hinblick auf Nachhaltigkeitskriterien zwischen den Szenarien breit streuen. Auf dieser Basis werden schließlich unter Beteiligung von Experten und Stakeholdern Maßnahmensets erarbeitet. Die Innovationsfeldszenarien dienen dabei als Ausgangspunkt und können auch von den Stakeholdern modifiziert werden. Die Maßnahmen werden sodann hinsichtlich ihrer „Robustheit“ für unterschiedliche Szenarien bewertet und die Einzelmaßnahmen werden zu einer „Innovationsfeldagenda“ integriert. Diese „Agenda“ beschreibt Koordinierungsbedarf mit Bezug auf die zeitliche Anordnung der Maßnahmen und mögliche Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmen. Schließlich werden auch mögliche Wechselwirkungen zwischen Maßnahmen in unterschiedlichen Innovationsfeldern bestimmt.

Die hier verwendete Methodik zur Entwicklung von Innovationsszenarien und –pfaden umfasst die folgenden Schritte:

1. Basisanalyse des Innovationsfeldes

In einem ersten Schritt wird zunächst das Innovationsfeld identifiziert. Dies ist keine triviale Aufgabe, wenn es sich um ein noch in der Formierung befindliches Innovationsfeld handelt, bei dem Technologien, Anwendungen und Innovationsakteure noch deutlichen Veränderungen unterliegen. Die Abgrenzung muss daher unter Umständen im Verlaufe der Analyse angepasst werden. Insbesondere kann das Innovationsfeld am Ende des analysierten Zeitraumes seine konkrete Gestalt gegenüber der Ausgangssituation verändert haben. Im Anschluss an die Bestimmung des Innovationsfeldes wird das Innovationsfeld in seiner derzeitigen Form charakterisiert. Dazu gehören die aktuellen Technologien, Anwendungen, Einsatzfelder und Nutzergruppen, sowie die Akteursgruppen und deren Funktionen, welche am Innovationsprozess beteiligt sind. In einer umfassenden Analyse können zudem die institutionellen Rahmenbedingungen des Innovationsprozesses wie Förderprogramme, rechtliche Rahmenbedingungen und den Innovationsprozess unterstützende Organisationen berücksichtigt werden. Akteurskonstellationen und institutionelle Rahmenbedingungen gemeinsam stellen das Innovationssystem eines Innovationsfeldes dar (vgl. Markard 2006). Schließlich werden auch konkrete Innovationsprojekte und Innovationsnetzwerke identifiziert.



2. Umfeldanalyse

Im zweiten Schritt werden die wichtigsten Entwicklungen im Kontext des Innovationsfeldes bestimmt. Welches Regime bzw. welche Regime sind für die weitere Entwicklung des Innovationsfeldes relevant? Lässt sich die Innovation in die bestehenden Regimestrukturen integrieren oder wäre mit einer Verbreitung der Innovation eine Veränderung des bzw. der Regime verbunden? Mit Bezug auf die Regime lässt sich sodann bestimmen, ob es sich jeweils um eine radikale Nischeninnovation oder eher um eine inkrementelle Innovation handelt. Möglicherweise gibt es auch verschiedene Ausprägungen der Innovation, welche sowohl inkrementeller wie radikaler Natur sein können. Welche weiteren Innovationen sind zu berücksichtigen, die entweder eine komplementäre oder eine konkurrierende Funktion ausüben können? Und welche Landschaftsentwicklungen werden voraussichtlich das Innovationsfeld bzw. die Regime und angrenzenden Innovationen beeinflussen können?

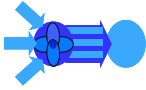
3. Variationsanalyse

Der dritte Schritt dient dazu, die Spannbreite möglicher Variationen der Innovation auszuloten. Dabei werden zum einen Variationen im sozio-technischen Design berücksichtigt, d.h. in den Technologien und den Anwendungen im Sinne von Funktionen, Verwendungszwecken und Nutzersegmenten; zum anderen betrachten wir auf einer organisatorischen Ebene, wie das fragliche Produkt bereitgestellt und wie es betrieben und gewartet werden soll (Betreibermodelle) und welche Akteursgruppen die jeweiligen Rollen übernehmen könnten.¹⁰ Sodann wird geprüft, welche plausible Kombinationen von Variationen im sozio-technischen Design und in den Betreibermodelle sein könnten. Schließlich werden unterschiedliche Konstellationen von Innovationsakteuren ausgemacht und abgeschätzt, welche Varianten diese bevorzugt vorantreiben bzw. unterstützen werden. Sofern notwendig, kann die Analyse auch nach unterschiedlichen Einsatzfeldern spezifiziert werden.

4. Szenario- und Transformationsanalyse

Im vierten Schritt werden verschiedene Szenarien entwickelt, die beschreiben, wie die Innovation in Zukunft gestaltet sein könnte, d.h. welche Variationen realisiert wurden und welche Verbreitung diese erhalten haben. Mit Blick auf mögliche Transformationsprozesse werden die Entwicklungen innerhalb und im Kontext des Innovationsfeldes beschrieben, die das jeweilige Szenario ermöglicht haben. In dieser Studie konnten wir auf den in den vorhergehenden Schritten des Projektes entwickelten vier „Makroszenarien“ zur Zukunft der Versorgungssysteme aufbauen, die zum einen wesentliche Kontextentwicklungen beschrieben und zum anderen auch rudimentäre Aussagen zur Entwicklung von Smart Building enthielten. Daher bestand die Aufgabe im Wesentlichen, die Entwicklungen im Smart Building Feld zu spezifizieren und, unter Berücksichtigung der schon enthaltenen und unter Ergänzung plausibler weiterer Kontextentwicklungen mögliche kohärente Ent-

¹⁰ Sozialkonstruktivistische Ansätze der Technikforschung haben die große Variabilität in frühen Phasen der Gestaltung von Technologien aufgezeigt und auch, wie die jeweiligen Varianten die durch spezifischen Wahrnehmungen, Probleme und Interessen der am Innovationsprozess beteiligten Akteure, Nutzer wie Produzenten, geformt werden (Pinch & Bijker 1987). Die Konzepte, wie eine Technologie bereitgestellt werden soll, haben allerdings bislang weniger Aufmerksamkeit erhalten. Wir gehen jedoch davon aus, dass eben diese Betreibermodelle ein weiteres wichtiges Element sind, das im Innovationsprozess geformt wird und dass zugleich, in einer koevolutionären Dynamik, auch die sozio-technische Gestaltung der Innovation beeinflusst.



wicklungspfade aufzuzeigen. Diese Aufgabe erfolgte unterstützt durch neun leitfadengestützte Interviews mit zehn Personen aus Unternehmen, Wissenschaft und Verbänden.¹¹ Sofern solche Makroszenarien nicht gegeben sind, wäre es allerdings auch denkbar, die Methode dahingehend zu variieren, dass die Szenarien stärker „bottom-up“ aus einer systematischen Variation der Innovationscharakteristika und eventuell einiger Kontextentwicklungen gebildet werden.

3 Das Innovationsfeld „Smart Building“

Wie eingangs beschrieben, verstehen wir unter „Smart Building“ Technologien und Anwendungen, welche auf der internen und externen informations- und kommunikationstechnischen Vernetzung von Gebäuden basieren. Die Vernetzung ermöglicht eine Kommunikation zwischen den angeschlossenen Geräten und damit eine Überwachung, Steuerung und Regelung derselben, welche gebäudeintern und -extern durch die Benutzer, durch Dritte oder automatisiert erfolgen kann. Smart Building wird in unterschiedlichen Gebäudetypen und Einsatzfeldern angewendet. Dazu gehören private Haushalte, Bürogebäude, Kleingewerbe, kommunale Liegenschaften sowie Gewerbe und Industrie. Die Anwendungsmöglichkeiten sind äußerst vielfältig und werden in 3.2 näher beschrieben. Eine eindeutige Eingrenzung und insbesondere vollständige Bestimmung des Anwendungsspektrums ist allerdings nicht möglich. Dazu ist die genaue Ausprägung des Feldes heute und umso mehr die möglichen Ausprägungen im Jahre 2025 zu unbestimmt. Smart Building ist ein relativ fluides und dynamisches Feld, sowohl was die zugrunde liegende Technik und die Anwendungskonzepte als auch die Nutzerpräferenzen und -praktiken angeht¹², in welchem sowohl Raum wie Bedarf für Lernprozesse in der Produktion, der Nutzung und im Wechselspiel beider Bereiche besteht.

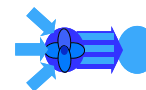
Es lässt sich jedoch sagen, dass diese Anwendungen überwiegend Einfluss auf die Strukturierung des Energie- (und z.T. auch Wasser-)Verbrauchs der Gebäude nehmen. Einige Anwendungen steuern unmittelbar den Energieverbrauch eines Gebäudes (Steuerung von Heizungs-, Klima- und Beleuchtungsanlagen, in geringerem Umfang auch der Wassernutzung). Das genaue Ausmaß des Einsparungspotentials lässt sich nicht exakt beziffern, da dieses stark von den konkreten Technologien, Anwendungen und den lokalen Voraussetzungen abhängt. Verschiedene Studien sowie Erfahrungen aus realisierten Projekten zeigen jedoch, dass teilweise ein erhebliches Potential gegeben ist. Dies gilt insbesondere für den gewerblichen Bereich, in etwas geringerem Maße auch für den Wohnbau. Für Büro- und Verwaltungsgebäuden werden häufig Einsparungspotentiale für Wärme, Lüftung und Beleuchtung im Bereich von 30-40% berichtet¹³, in Produktionsbetrieben wurden in Einzelfällen auch schon 70-90% der Beleuchtung eingespart.¹⁴ In einem Verbrauchsfeedback-

¹¹ Dazu gehörten ExpertInnen für die Bereiche Anwendungen und Technologien im Bereich Gebäudevernetzung in Wohnbau und Zweckbau, Energiemanagement, Auswirkungen der Gebäudevernetzung auf den Energieverbrauch, Dienstleistungen und Innovationen in Versorgungsunternehmen, Wohnbaugenossenschaften, Konzepte und Möglichkeiten der technischen Umsetzung von Demand Side Management sowie Powerline-Anwendungen. Die Interviews wurden im Sommer 2004 durchgeführt, mit Ausnahme eines Interviews, das im Herbst 2005 erfolgte.

¹² Eine Serie von Befragungen potentieller Nutzer im Wohnbau zeigt, dass sich hier keine stabilen Präferenzen aufzeigen lassen und dass diese Präferenzen, nicht zuletzt je nach unterschiedlicher Konfiguration, die der Befragung als Bezugspunkt diente, auch deutlichen Veränderungen unterliegen (Meyer *et al.* 2001).

¹³ Experteninterviews 2004

¹⁴ www.etalon-energie.de



Experiment in einem Universitätsinstitut wurden ca. 10% Heizenergie eingespart und die Betriebszeit der Beleuchtung um ein Viertel bis die Hälfte reduziert.¹⁵ Für den Wohnbau wurde im Rahmen einer Analyse einer größeren Anzahl von Wohnungen unter Alltagsbedingungen Einsparungen durch eine Einzelraumregelung von 15% erreicht (Balzer & Happ 1999). In einem Experiment zu Telemetering (Verbrauchsfeedback) wurde eine Reduktion von 15% des Strom-, 23% des Gas- und 18% des Wasserverbrauchs festgestellt (Chappells et al. 2000: 169).

Andere Anwendungen haben hingegen nicht in erster Linie die Steuerung des Energieverbrauchs eines Gebäudes zum Ziel, sondern die Steigerung von Sicherheit, Komfort und Bequemlichkeit, Unterhaltung oder Kommunikation.¹⁶ Diese Anwendungen beeinflussen den Energieverbrauch des Hauses indirekt, insofern die gesteuerten Geräte selbst Energie verbrauchen. Schließlich benötigen die Anlagen der Gebäudevernetzung selbst Energie. Gemäß dem Maximalszenario einer Analyse des möglichen zusätzlichen Stromverbrauchs durch eine Gebäudevernetzung, könnte eine solche Zunahme unter ungünstigen Voraussetzungen im Bereich von bis zu 30% des derzeitigen Stromverbrauchs der Haushalte liegen (Aebischer & Huser 2000). Allerdings sind hier keine möglichen Einsparungseffekte durch effizienzorientierte Anwendungen berücksichtigt. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Smart Building je nach Ausgestaltung sowohl zu einer Reduktion wie zu einer Steigerung des Energieverbrauchs von Gebäuden führen kann.

Aus der Perspektive der Versorgung kommt Smart Building schließlich eine wichtige Bedeutung zu, weil es eine Rolle in einer möglichen Restrukturierung der Energieversorgung spielen könnte. Die externe und interne Vernetzung ermöglicht es, Erzeugung und Verbrauch zu koppeln. Hierzu gehören zum einen verschiedene Formen des Demand Side Managements; zum anderen können lokale Erzeugungsanlagen gesteuert werden und so zu einer Optimierung von Erzeugung und Verbrauch auf lokaler Ebene oder auch auf der Netzebene beitragen.

3.1 Technologien

Die interne Vernetzung der Gebäude erfolgt über sog. Bussysteme, welche die Kommunikation zwischen Geräten und damit ihre Steuerung bzw. Überwachung unabhängig von der jeweiligen Energieversorgung des Gerätes ermöglichen. Ein solches Bussystem kann konkret sehr unterschiedliche Formen annehmen. Bussysteme nutzen unterschiedliche Übertragungsmedien, z.B. klassische „Telefon“kabel (twisted pair), Stromkabel (powerline), Funk, Koaxialkabel¹⁷ oder Glasfaserkabel. Verschiedene Hersteller bieten unterschiedliche Systeme an, die unterschiedliche Kommunikationsstandards verwenden (z.B. EIB, LON). Auch das Internetprotokoll TCP/IP kann als Übertragungsstandard verwendet werden. Wichtig ist nun, dass die genaue Funktionsweise eines solchen Systems – welche Geräte werden wie gesteuert – programmierbar ist und damit auch flexibel veränderbar. Die Programmierung erfolgt – je nach konkretem System – entweder über einen Fachmann oder die Nutzer selbst.

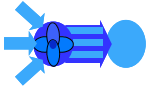
Das zweite zentrale technische Element sind die Geräte, welche über das Bussystem gesteuert werden.¹⁸ Die „Intelligenz“ des Systems ist entweder dezentral in den Geräten oder

¹⁵ Vgl. http://www.re.e-technik.uni-kassel.de/php/projects_detail.php?id=24&language=de.

¹⁶ Eine Anwendung kann freilich auch mehrere Ziele verfolgen, z.B. Energieeffizienz und Komfort.

¹⁷ Koaxialkabel werden üblicherweise für Kabel-TV-Anschlüsse verwendet.

¹⁸ Man unterscheidet zwischen sog. Sensoren, welche eine physikalische Größe, z.B. Temperatur, Sonneneinstrahlung, Windstärke, aufnehmen und an das System weiterleiten, und sog. Aktoren, welche Geräte steuern.



zentral in einer Steuerungseinheit lokalisiert. Je nach Hersteller erfordert die Installation von Komponenten einen Fachmann oder die Nutzer können dies selbst vornehmen. Die Bedienung der Geräte erfolgt, sofern nicht automatisiert oder direkt über die Geräte, über unterschiedliche Schnittstellen. Dies können spezielle Geräte sein, z.B. ein Touch Screen, oder die Bedienung erfolgt über Mobiltelefon, PDA, Fernseher, Computer oder eine Fernbedienung.

Wenn das System an externe Netze angeschlossen ist, fungiert ein sog. „residential gateway“ als Schnittstelle zwischen interner und externer Vernetzung. Die externe Vernetzung erfolgt ihrerseits über unterschiedliche Übertragungsmedien, z.B. Internet oder Mobilfunk.

3.2 Einsatzfelder und Anwendungen

Eine Gebäudevernetzung kommt grundsätzlich für jeden Gebäudetyp in Frage. Eine Vernetzung ist in Zweckgebäuden jedoch sehr viel verbreiteter als in Wohngebäuden. Zum Teil unterscheiden sich auch die Anwendungen, die in den jeweiligen Gebäudetypen eingesetzt werden.

3.2.1 Wohnbauten

Die interne und externe Vernetzung von Wohnungen und Wohnhäusern ermöglicht eine breite Palette von Anwendungen. Dem Energiemanagement dient z.B. die Steuerung von Heizung, Warmwasseraufbereitung, Lüftungs- und Klimaanlage. Die Steuerung berücksichtigt die erwartete (über Zeitschalter) oder (mittels Bewegungsmelder) wahrgenommene Anwesenheit von Bewohnern in den einzelnen Räumen oder sie erfolgt, wenn das System extern vernetzt ist, auch ferngesteuert. Heizung und Lüftung werden häufig kombiniert gesteuert, z.B. wird die Heizung bei geöffneten Fenstern geschlossen. Die Warmwasserbevorratung kann bedarfs- und damit tageszeitabhängig erfolgen. Eine verbreitete Anwendung ist die kombinierte Steuerung von verschiedenen Beleuchtungseinrichtungen, die zu sog. Szenen zusammen geschaltet werden, welche mittels eines Knopfdrucks die für bestimmte Situationen gewünschte Kombination von Lichtquellen erzeugen. Ferner schließen Szenenschaltungen auch die Zu- oder Abschaltung von weiteren Geräten, etwa Heizung oder Unterhaltungsgeräte mit ein. Weiterhin ist es möglich, beim Verlassen des Hauses oder Nachts, zentral eine Gruppe von Geräten auszuschalten. Bislang noch mehr diskutierte als umgesetzte Möglichkeiten sind detaillierte Informationen zum Energieverbrauch, die Fernablesung von Verbrauchsdaten, die (strom)tarifabhängige Steuerung von Geräten oder die Fernwartung von Geräten. Zu den Anwendungen, welche mehr Sicherheit für die Bewohner gewährleisten sollen, gehören bspw. die Simulation der Anwesenheit der Bewohner durch eine Steuerung von Beleuchtung, Rolladen- und Jalousien oder elektronische Schließsysteme. Es gibt auch erste Ansätze, den Sanitärbereich einzubeziehen. Hierzu gehören elektronische Armaturen, automatisiert höhenverstellbare Sanitärgeräte, die Registrierung der Benutzungshäufigkeit, um Reinigung oder Desinfektion zu veranlassen, oder im Falle längerer Nichtbenutzung Alarm auszulösen Harke 2004. Schließlich können auch Unterhaltungs- und Kommunikationsgeräte integriert werden, so dass z.B. Audio, TV- und andere Medien im ganzen Hause zur Verfügung stehen und auch auf externe Inhalte zugegriffen werden kann.

Die Liste möglicher Anwendungen ist noch wesentlich länger. Die folgende Liste gibt daher eine kurze Übersicht zu weiteren Nutzungsmöglichkeiten. Die Zuordnung zu verschiedenen Zweckbereichen ist allerdings nicht in allen Fällen so eindeutig zu verstehen, wie es die Darstellung erscheinen lässt.

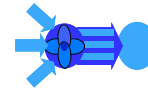


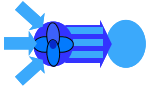
Tabelle 3.1: Anwendungsmöglichkeiten von Smart Building

Energiemanagement	bedarfsabhängige Lichtsteuerung bedarfsabhängige Einzelraum-Heizungssteuerung Kombination von Temperaturregulierung und Lüftung Gerätesteuerung in Abhängigkeit von Tarifgestaltung Fernablesung von Verbrauchsdaten automatische Meldung von Defekten an Handwerker, falls möglich Fernwartung bedarfsabhängige Warmwasserbevorratung bedarfsabhängige Gartenbewässerung kombinierte Regelung von Solaranlage und Heizung Reduktion des Standby-Verbrauchs durch Ausschalten bestimmter Schaltkreise
Sicherheit	Alarm bei Unregelmäßigkeiten, Einbruch Benachrichtigung von Wachdiensten Anwesenheitssimulation durch Integration von Beleuchtung, Rolladen- und Jalousiensteuerung Rauch- und Hitzemelder, Überhitzungsschutz an Geräten Feuchtigkeitssensoren gegen Wasserschäden automatisches Schließen von Gas- und Wasserzufuhr bei Störungen Störungsmeldung an Servicedienste Elektronische Zugangsberechtigung
Komfort	Automatisierung des Alltagsablaufs durch Technikszenarios Programmierung der Beleuchtung in Abhängigkeit von Raumnutzung, Stimmung etc. automatische Fenster- und Türöffnung, Jalousien- und Rolladensteuerung
Alltagsorganisation	Kontakt zu Hilfs- und Pflegediensten, Services Kontrolle von Baby- und Krankenzimmer vernetzte Haushaltsgeräte
Unterhaltung, Multimedia, Kommunikation	Einspielen von Musik, Video und Spielen aus unterschiedlichen Quellen Verfügbarkeit von Internetdiensten auf unterschiedlichen Geräten im Haushalt hausinterne Übertragung von Wort und Bild elektronische Dienstleistungen (Bankgeschäfte, Datenbanken, Einkaufen, Wartungsdienste) über verschiedene Schnittstellen Audio- und Videoanwendungen Vernetzung stationärer und mobiler Kommunikationsgeräte aller Haushaltsmitglieder

Quelle: Darstellung angelehnt an Meyer et al. (2001: 32)

Im Bereich der Wohnbauten haben Smart Building Anwendungen den Status von Marktnischen oder Pilotprojekten. Bussysteme werden v.a. im sehr gehobenen Segment schon relativ häufig eingesetzt.¹⁹ Hierzu gehören sowohl individuell gestaltete Einfamilienhäuser wie auch Eigentumswohnungen (Staub 2003). Typische Anwendungen sind hier z.B. Szeenschaltungen für Beleuchtung, Jalousiensteuerung, Alarmfunktionen und die Einbindung von Unterhaltungsgeräten. Anwendungen zur Energieeinsparung spielen hier in der tatsächlichen Anwendung bislang eine eher geringe Rolle, auch wenn diese in den ersten Überlegungen zur Anschaffung eines solchen Systems nicht selten eine bedeutendere Rolle spielen (Rohracher & Ornetzeder 2002). Der Einbau wird von spezialisierten Anbietern durchgeführt. Eine weitere Nische sind die Angebote einiger Wohnbaugesellschaften und Bauträger, welche neue Wohnungen und Häuser für unterschiedliche Zielgruppen von

¹⁹ Interview Experte Gebäudevernetzung; Jede dritte Villa im Kanton Zug wird mit Home-Automation ausgerüstet (Zuger Presse, 17.2.2004)



vornherein mit Bussystemen ausstatten. Dabei handelt es sich sowohl um Einfamilienhäuser, z.B. Fertighäuser und industriell gefertigte Massivhäuser²⁰, als auch Mehrfamilienhäuser, z.B. Sozial- oder Genossenschaftswohnungen.²¹ Ein weiterer Bereich sind Wohnungen für spezielle Zielgruppen, insbesondere Seniorenwohnungen.²²

Ferner gibt es einige Modell- und Demonstrationsprojekte, in denen Smart Home Anwendungen möglichst umfassend umgesetzt werden. Diese dienen zumeist auch zu Forschungszwecken (Haus der Gegenwart München, T-Com Haus Berlin, InHaus Duisburg, Futurelife CH, livingtomorrow²³, e2-home, INTEGER²⁴ (vgl. auch Meyer et al. 2001, Rohrer & Ornetzeder 2002)). Den Demonstrationsprojekten ist zum Teil der Bau von Wohnanlagen gefolgt, welche regulär bewohnt und auf dem Markt angeboten werden (e2-home, INTEGER).

3.2.2 Zweckbau

Eine Vernetzung der Gebäudeanlagen durch Gebäudeautomationssysteme ist bei Zweckbauten sehr viel verbreiteter als in Wohnbauten. Im Bereich größerer Büro- und Verwaltungsgebäude sind Anwendungen der Gebäudeleittechnik und Gebäudeautomation heute schon regulär eingesetzte Technik. Innerhalb eines Gebäudes sind dabei allerdings teilweise mehrere Einzelsysteme im Einsatz. Integrierte Gebäude- und Energiemanagementsysteme, welche gewerkeübergreifend eine Steuerung über Bussysteme von Beleuchtung, Jalousien, Heizung, Lüftung und Klimaanlage über Präsenzmelder, Tageslichtmenge, Voreinstellungen oder direkte Eingriffe der Nutzer ermöglichen, oder auch eine externe Steuerung durch Dienstleister, sind jedoch nicht die Regel. Diese Anwendungen werden sowohl in geschützten Nischen im Sinne von Pilotprojekten, z.B. im Rahmen von Forschungsprojekten, realisiert, als auch im Rahmen regulärer Neubau- bzw. Sanierungsprojekte. Sie werden v.a. in größeren Gebäuden eingesetzt. Auch bei Neubauten werden solche Systeme nicht standardmäßig implementiert. Vielmehr bestehen bei Investoren und Architekten sehr unterschiedliche Ansichten über den geeigneten Technisierungsgrad eines Gebäudes.²⁵

Die Anwendungsfelder überschneiden sich z.T. mit denen im Bereich der Wohngebäude. Allerdings sind die Systeme entsprechend der Gebäudegröße deutlich umfangreicher und komplexer. Eine höhere Bedeutung haben hier die Steuerung von Lüftung und Klimaanlage und die Beschattung durch Jalousiensteuerung. Weiterhin spielt die automatische tageslicht-, und/oder präsenzmelder-abhängigen Beleuchtungssteuerung eine wichtige Rolle. Diese bietet zum Teil Eingriffsmöglichkeit für die Nutzer. Auch Erzeugungsanlagen, z.B. Blockheizkraftwerke oder Solaranlagen, werden teilweise eingebunden.

Einen Zwischenstatus zwischen Wohngebäuden und Zweckbauten nehmen Wohnanlagen, z.B. Seniorenwohnanlagen, und Hotels ein. Diese dienen Wohnzwecken oder wohnähnlichen Zwecken, weshalb großenteils ähnliche Anwendungsformen wie bei Wohngebäuden relevant sind. Hinsichtlich der baulichen Struktur und der stärkeren Zentralisierung des Betriebs stehen sie den Zweckbauten nahe.

²⁰ Vgl. Staub (2001b), www.weberhaus.de, www.martyhaeuser.ch

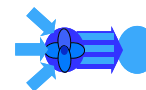
²¹ Z.B. der Hattinger Wohnstätten eG, www.hwg.de.

²² Vgl. Meyer et al. (2001).

²³ www.inhaus-duisburg.de, www.livingtomorrow.com, www.haus-der-gegenwart.de, www.t-com-haus.de

²⁴ Die INTEGER-Gebäude verknüpfen ökologische Bauprinzipien mit Smart Building Technologie.

²⁵ Interview Experte Gebäudevernetzung



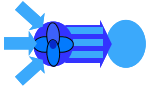
3.3 Akteursgruppen

Am Innovationsfeld Smart Building sind eine Vielzahl heterogener Akteure beteiligt, die bislang in dieser Konstellation nicht gemeinsam in Innovationsaktivitäten eingebunden waren (vgl. Tabelle 3.2). Von Seiten der Hersteller treffen hier Akteure aufeinander, die in zum Teil sehr unterschiedlich strukturierten Branchen tätig sind und die unterschiedlichen Innovationsmustern folgen. So folgen z.B. die Hausgerätebranche oder die Heizungs-, Lüftungs- und Klimabranche deutlich längeren Innovationszyklen als die IT- und z.T. die Unterhaltungsgerätebranche. Dazu gehören auch je spezifische technische Paradigmen bzw. Denkstile (Peine 2006). Zwischen diesen Akteuren insgesamt bestehen auch keine gefestigten Kooperationsbeziehungen und Netzwerkstrukturen. Am ehesten gilt dies für die Gebäudeautomatisierung im Zweckbau, für einige Akteure (z.B. Komponentenhersteller, Installateure) ansatzweise auch im Wohnbau. Allerdings kamen gerade im Wohnbau seit den neunziger Jahren weitere Akteure hinzu, die in die bestehenden Akteursnetzwerke nicht eingebunden sind, z.B. Versorgungsunternehmen, Telekommunikationsunternehmen, Softwarehersteller und Kommunikationsgerätehersteller (Meyer et al. 2001: 36). Dahinter steht zum einen die zunehmende Bedeutung der externen Vernetzung der Gebäude; zum anderen hat auch die Liberalisierung der Versorgungsmärkte bei Versorgungs- und Telekommunikationsunternehmen dazu geführt, dass diese ihre Aufgaben neu bestimmt haben und sich in diesem Feld engagieren.

Weiterhin zeichnet sich das Feld durch eine Vielzahl intermediärer Akteure aus, die zwischen den Herstellern und den Nutzern über den Vertrieb, Betrieb, die Wartung und Planung der Anlagen vermitteln. Ob und in welcher Form Smart Building Verbreitung finden wird, hängt auch von diesen Akteuren ab. Auch die Nutzer sind keine homogene Kundengruppe und zudem komplex organisiert. Zunächst unterscheiden sich die in Organisationen eingebundenen Nutzer im Zweckbau von den in Haushaltsstrukturen eingebundenen Nutzern im Wohnbau. Darüber hinaus müssen die unterschiedlichen Rahmenbedingungen und Bedürfnisse von z.B. Mietern und Eigentümern in der Gestaltung der Systeme und der Aufstellung von Betreibermodellen berücksichtigt werden.

Vor diesem Hintergrund ergibt sich die These, dass zwar von einem Innovationsfeld Smart Building gesprochen werden kann, es aber kein fortgeschrittenes bzw. reifes Zweckbau und Wohnbau übergreifendes Innovationssystem Smart Building gibt, welches durch stabile Beziehungen zwischen den Akteuren und eine klare Rollenteilung bezüglich der Funktionen im Innovationsprozess gekennzeichnet wäre. Das Innovationssystem im Sinne der Gesamtheit der im Innovationsfeld aktiven Akteure und der Institutionen und Rahmenbedingungen, die deren Handeln orientieren, ist somit erst im Entstehen und es ist noch offen, welche Form es annehmen wird, d.h. welche Akteure längerfristig welche Rollen übernehmen werden und wie die Rahmenbedingungen ausgestaltet sein werden. Es ist auch offen, ob sich gegebenenfalls ein einheitliches, Wohnbau und Zweckbau übergreifendes Innovationssystem herausbilden wird oder ob möglicherweise mehrere parallel entstehen könnten, die sich um bestimmte Anwendungsfelder, Einsatzbereiche und Technologien herum entwickeln.²⁶ Als Kristallisationspunkte zur Herausbildung eines Innovationssystems im Wohnbau können z.B. die konkreten Innovationsnetzwerke um bestimmte

²⁶ Mit Peine (2006) lässt sich feststellen, dass die aktuellen Entwicklungen eher in die Richtung der Herausbildung mehrerer, jeweils auf bestimmte Anwendungsfelder fokussierter technologischer Konfigurationen hindeuten und nicht so sehr auf die Kristallisation eines dominanten Designs um einen übergreifenden Standard herum, wie es in den neunziger Jahren angestrebt wurde. Entsprechend wäre auch die Herausbildung mehrerer Innovationssysteme bzw. eines stark differenzierten Innovationssystems eine plausible Entwicklung.



Projekte herum gewertet werden (in Deutschland z.B. das InHaus, das T-Com-Haus, Haus der Gegenwart, Initiative Smarter Wohnen). Hier fällt auf, dass die Projekte von ganz unterschiedlichen Akteuren vorangetrieben werden (z.B. Akteure aus Forschung, Software, Telekom, Wohnbau) und auch die Zusammensetzung der Projektpartner sehr unterschiedlich ist. Die unterschiedliche Akteursstruktur korreliert zum Teil mit unterschiedlichen Anwendungsschwerpunkten in den Projekten. Während in einigen eher die Haustechnik im Vordergrund steht (InHaus), stellen andere Unterhaltung und Telekommunikation in den Vordergrund (T-Com Haus).

Tabelle 3.2: Akteursgruppen im Innovationsfeld Smart Building

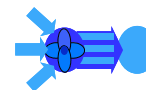
Regulierung	Forschung	Hersteller Smart Building-Technik	Vertrieb, Planung, Betrieb, Wartung	Anwender	Nutzer
EU Ministerien Bundestag (z.B. Direktive Gebäudeeffizienz, Effizienzenergieverbrauchender Geräte)	Forschungsinstitute kommunikationstechnische Elemente Betreiber Demonstrationenprojekte Forschungsinstitute Energieeffizienz-anwendungen	Smart Building-Komponenten (Bussysteme, Schalter, etc.) Netzwerktechnik (Hardware, Software) Hausgeräte Sicherheitstechnik Sanitärbranche Unterhaltungsgeräte Kommunikationsgeräte Software Medizintechnik	Installationsfirmen (Elektro, HLK oder beide Konzessionen) mit spezieller Qualifikation Experten Haus- und Energietechnik, z.B. Ingenieurbüros Bauträger, z.B. Bauunternehmungen, Fertighaushersteller Architekten Facility Management, z.B. EVU, ... Dienstleistungsangebote, z.B. EVU, Telekommunikationsunternehmen, Automobilfirmen	Gebäudeeigner und -verwaltung, z.B. WBG, Klinikbetreiber, Seniorenwohneinbetreiber, ... Gebäudenutzende Organisationen: Unternehmen, öffentliche Verwaltung	Mitarbeiter Unternehmen, Verwaltung Wohnungsmieter /-besitzer

4 Umfeldanalyse

4.1 Regime und Bewertung der Radikalität der Innovation

Das Innovationsfeld Smart Building befindet sich aufgrund der Vielfalt der beteiligten Branchen und der Anwendungsmöglichkeiten gewissermaßen an der Schnittstelle einer Gruppe von Regimen. Während einige Regimedynamiken das Innovationsfeld im Allgemeinen betreffen, werden andere in erster Linie die Entwicklung bestimmter Anwendungsbereiche beeinflussen bzw. von der Entwicklung in bestimmten Anwendungsbereichen beeinflusst werden. Es ist jedoch möglich, dass zunächst nur partiell bedeutsame Entwicklungen eine breitere Wirkung entfalten, wenn z.B. bestimmte Anwendungen als Einstieg für eine umfassendere Verwendung von Smart Building dienen sollten.

Der wichtigste und für fast alle Varianten von Smart Building relevante Bezugspunkt ist über die Gebäudevernetzung selbst zunächst das Gebäuderegime. Es umfasst Technologien, Produktions- und Vertriebsstrukturen, Finanzierungsmodelle, Nutzungsmuster und institutionelle Regelungen wie Standards, Gesetze und Regularien, die der Erstellung, dem



Betrieb und der Nutzung von Gebäuden zugrunde liegen. Weitere stärker auf spezifische Anwendungen bezogene Regime wären der Bereich der kommerziellen Unterhaltung, der sowohl Geräte(industrie) wie Inhalte (Medienindustrie) umfasst, die Energie- und insbesondere Stromversorgung²⁷ und verschiedene Regime, in die die Herstellung und Nutzung von Hausgeräten eingebunden ist.²⁸ In der weiteren Analyse konzentrieren wir uns auf Strukturen und Entwicklungen innerhalb des Gebäuderegimes und des Stromregimes. Das erstere wurde wegen seiner umfassenden Bedeutung gewählt und das letztere aus dem besonderen Interesse des Projektes heraus, in dem diese Studie durchgeführt wird.

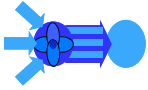
Bei der bisherigen nicht-vernetzten Hausinstallation und Haustechnik handelt es sich um eine etablierte sozio-technische Konfiguration, d.h. die Umsetzungsszenarien sind bekannt und weitgehend stabil. Umsetzungsszenarien umfassen die Technik, die Herstellerakteure und –verfahren, ebenso wie die Anwendungsmöglichkeiten und die Betreibermodelle. Innovationen, z.B. neue Heizkesseltypen, Einhebelmischer statt Zweigriffarmaturen, Spülkästen mit Spartasten; Kühlschränke mit modifiziertem Kühlsystem oder neue Elektrogeräte, sind überwiegend inkrementell; d.h. diese Innovationen fügen sich weitgehend in bestehende Produktions- und Nutzungsstrukturen ein. Auch die Infrastruktursysteme (Strom, Gas, Wasser) werden durch diese Art Innovationen in ihrer Grundstruktur kaum beeinflusst; die Effekte beschränken sich auf die zeitlich ausgedehnte Zu- bzw. Abnahme des Strom-, Gas- oder Wasserverbrauchs.

Smart Building bricht hingegen mit den etablierten Technologien und Anwendungskonzepten und passt auch nicht unmittelbar in bestehende Betreibermodelle. Einige Anwendungsmöglichkeiten, wie die Einbindung dezentrale Anlagen oder Lastmanagement, implizieren zudem eine Restrukturierung der Versorgungssysteme. Dies erzeugt erstens Unsicherheit, wie die Umsetzungsszenarien künftig aussehen werden. Ferner erscheint angesichts der hohen Flexibilität der Technologie eine höhere Variabilität der Konzepte über verschiedene Einsatzfelder hinweg wahrscheinlich als dies bei den bisherigen Hausinstallationen und –technik üblich war. Es ist allerdings zu erwarten, dass diese Flexibilität sich über die Zeit zumindest verringern wird, wenn sich zunehmend soziale und technische Standards herausbilden.

Die gebäudeinterne Vernetzung in Form von Bussystemen kann daher in Bezug auf die bisherigen Strukturen im Bereich der Installation von Gebäudetechnik, der Elektro-, Heizungs-, Lüftung- und Klima- (HLK-) sowie Sanitärtechnik, als eine radikale Innovation bezeichnet werden. Sie erfordert *technisch* andere als die herkömmlichen Vernetzungsprinzipien. Bussysteme erfordern eine gesonderte Installation, auch wenn sie auf unterschiedlichen, z.T. auch bisher gebräuchlichen physikalischen Netzen betrieben werden können. Sie folgen einem grundsätzlich anderem Funktionsprinzip. Steuerung und Energiezufuhr der Geräte sind getrennt und Funktionsänderungen erfordern lediglich eine neue Programmierung und nicht eine neue Installation. Weiterhin liegt die Vernetzung und einige Anwendungen quer zu der bestehenden Aufgabenteilung der Gewerke (Elektro, HLK, Sanitär). Die Systeme sind erstens in der Lage, die Anlagen verschiedener Gewerke übergreifend zu steuern. Zweitens bringen sie bei einigen Geräten und Anlagen erst eine Verknüpfung von Technik aus mehreren Gewerken mit sich, z.B. die Verknüpfung von

²⁷ Wir verwenden, zumindest auf die heutige Situation bezogen, den Begriff Regime auf der Ebene der Stromversorgung oder auch Gasversorgung, jedoch nicht für die Energieversorgung als Ganzes. Diese wird vielmehr durch mehrere Regime parallel geleistet (Konrad *et al.* 2004).

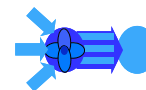
²⁸ Da wir den Begriff Regime hier mit Bezug auf eine gesellschaftliche Funktion und nicht auf eine bestimmte Technologie hin verwenden, würden wir hier eine Abgrenzung von Regimen nicht auf der Ebene der Hausgeräte selbst, sondern auf der Ebene Wäschepflege oder Nahrungsmittelkonservierung vornehmen (Konrad *et al.* 2004).



Sanitär- mit den Elektroinstallationen im Falle elektronisch gesteuerter Sanitäreanlagen. In beiden Fällen kollidieren die daraus resultierenden *organisatorischen* und *qualifikatorischen* Anforderungen an die Installation mit den bisherigen Gewerkegrenzen.

Die herkömmliche Elektroinstallation ist überwiegend *Eigentum* der und *finanziert* durch die Gebäudeeigner. Die darüber betriebenen Geräte sind z.T. im Besitz der Gebäudeeigner, z.T. im Besitz der Gebäudenutzer (v.a. Elektrogeräte). Die künftigen Besitzstrukturen busbasierter Systeme sind nicht eindeutig vorherzusagen. Festinstallierte Systeme sind eher der Eigentümerseite zuzuordnen; Funknetze kommen im Prinzip auch für den Mietermarkt infrage. Die Geräte, z.B. steuerbare Haushaltsgeräte, können Eigentum beider Gruppen sein. Die Zurechnung erscheint aufgrund der größeren Flexibilität der Systeme und der inhärenten Dynamik der neu hinzukommenden Technikfelder offener. Die Systeme können den Wünschen der jeweiligen Nutzer angepasst werden und über ihre Lebenszeit hinweg wechselnden Nutzern oder sich verändernden Nutzerwünschen angepasst werden. Mit der Einführung von Informationstechnik sind die Innovationszyklen deutlich kürzer und entfernen sich so von den Lebenszyklen der Gebäude. Daher verfolgen einige Akteure das Konzept einer passiven Vernetzung. Leerrohre und ein Basissystem sind demzufolge als Teil der langfristigen Gebäudeausstattung von den kurzfristigeren Vernetzungs- und Geräteelementen zu trennen. Basisausstattung und Basisdienste können dann von den Gebäudenutzern, unabhängig davon, ob dies Mieter oder Eigentümer sind, angepasst und ergänzt werden.

Bei näherer Betrachtung zeigt sich, dass es sich bei dem Gebäuderegime nicht um ein einheitliches Regime handelt, sondern dass sich Errichtung, Betrieb und Nutzung von Gebäuden in eine Gruppe von „Teilregimen“ aufspalten, die in einigen Aspekten zwar große Ähnlichkeiten und Überschneidungen aufweisen, in anderen aber bedeutende strukturelle Unterschiede. So bestehen beispielsweise erhebliche Unterschiede in den Akteursstrukturen, den Produktionstechniken und der Organisation des Bauprozesses zwischen der Errichtung eines großen Bürogebäudes, eines Einfamilienhauses in Massivbauweise mit hohem Anteil Eigenleistung, nennen wir es „Eigenheim“, oder eines Fertighauses. Der Bau von Bürogebäuden erfolgt häufig durch Generalunternehmer, finanziert durch Investoren, die die Gebäude „aus einer Hand“ und zu einem Pauschalpreis anbieten. Auch ein Fertighaushersteller bietet Gebäude aus einer Hand an, setzt aber spezifische Produktionstechniken ein, indem Teile (Holztragekonstruktion etc.) in der Halle vorgefertigt werden. Aus der unterschiedlichen Akteursstruktur und Organisation in der Errichtung ergeben sich auch unterschiedliche Ziele und Prioritäten. Die Orientierung an einem Pauschalpreis und den Interessen von Investoren erzeugt einen Anreiz, die Baukosten zu minimieren und nicht, in Maßnahmen zu investieren, die die spätere Effizienz im Betrieb unterstützen. Der Bauherr eines „Eigenheims“ wird Betriebskosten eher berücksichtigen und für ihn sind die Details der Ausstattung des Gebäudes unmittelbar relevant. Betrieb und Nutzung des „Eigenheims“ und eines Fertighauses unterscheiden sich hingegen nicht. Hier bestehen wesentliche Unterschiede zu einem Mehrfamilienhaus einer Wohnbaugenossenschaft. Es ist an dieser Stelle nicht das Ziel und auch nicht möglich, eine vollständige Analyse des bzw. der Gebäuderegime zu geben. Die wenigen Aspekte zeigen aber schon, dass die weiteren Überlegungen zu den Entwicklungsmöglichkeiten von Smart Building die unterschiedlichen Bedingungen in den Teilregimen berücksichtigen müssen. Wir werden daher im Folgenden die Analyse immer wieder getrennt nach den Einsatzfeldern Bürogebäude, produzierende Betriebe, Hotels und Tagungsstätten, gehobene Einfamilienhäuser und Eigentumswohnungen, Einfamilienhäuser in Fertigbauweise, Wohnbaugenossenschaften und Seniorenwohnungen durchführen. Damit erheben wir nicht den Anspruch, alle relevanten Teilregime abgedeckt zu haben, glauben aber doch, die wesentlichen Felder zu erfassen.



In Bezug auf die verschiedenen Anwendungen, welche auf einer intelligenten Gebäudevernetzung aufsetzen können, ist eine Bewertung bzgl. Radikalität der Innovation weniger eindeutig und abhängig von der betrachteten Anwendung und dem Regime, auf welches Bezug genommen wird. So ist z.B. eine Jalousiensteuerung im Bürogebäude keine radikale Neuerung. Eine Einzelraumregelung bricht hingegen durchaus mit den herkömmlichen Konzepten der Heizungssteuerung. Die Anwendungen ermöglichen neue *Nutzungspraktiken*. Inwiefern sich daraus grundsätzlich andere Nutzungsroutinen ergeben würden als die heutigen, läßt sich allerdings nicht mit Sicherheit sagen.

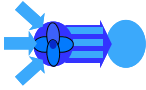
Ein Energiemanagementsystem unter Einbindung von dezentralen Anlagen, sog. Mikro-KWK, stellt eine radikale Innovation mit Bezug auf das Gebäuderegime wie auch die Versorgungsregime dar. Dabei handelt es sich nicht nur um neue Technologien, z.B. Brennstoffzellen, Mikrogasturbinen oder Stirlingmotoren. Zwar ist die gebäudeinterne Produktion von Wärme auch heute üblich, eine dezentrale Produktion von Strom direkt bei den Nutzern jedoch nicht. Auch hier ist eine Veränderung der bisherigen Finanzierungs- und Eigentumsstrukturen der Anlagen eine mögliche Entwicklung. Bislang befinden sich Heizanlagen überwiegend im Besitz der Gebäudeeigentümer. Für sog. Mikro-KWK werden hingegen Contracting-Angebote diskutiert und praktiziert, in denen die Anlagen von Dritten, z.B. EVUs, zur Verfügung gestellt werden. Die Nutzer der Anlagen werden von reinen Stromkonsumenten zugleich zu Stromproduzenten und unter Umständen, wenn sie nicht ausschließlich für den Eigenbedarf produzieren, zu Stromhändlern. Es sind allerdings unterschiedliche Abstufungen der Radikalität denkbar. Dies ist nicht zuletzt vom Anteil des dezentral erzeugten Stromes abhängig. Wird der überschüssige Strom unmittelbar eingespeist, dies ist in begrenztem Rahmen auch heute Praxis, oder werden die Anlagen von außen, d.h. von den Netzbetreibern bzw. Versorgungsunternehmen, gesteuert?

4.2 Komplementäre und konkurrierende Innovationen

Die weitere Entwicklung von Smart Building wird voraussichtlich auch durch Entwicklungen anderer technischer und institutioneller Innovationen beeinflusst werden. Ferner können sich auch einzelne Anwendungsbereiche von Smart Building wechselseitig unterstützen oder konkurrenzieren.

Wechselwirkung zwischen verschiedenen Smart Building Anwendungen

Da es sich bei Smart Building um eine Gruppe von Anwendungen handelt, die nicht gemeinsam umgesetzt werden müssen, sind Wechselwirkungen zwischen den Anwendungen zu erwarten. Es handelt sich gewissermaßen um „Innovationselemente“ innerhalb des betrachteten Innovationsfeldes. Die Innovationselemente können sich auf unterschiedlichen Ebenen unterstützen oder auch konkurrenzieren (funktional, Lerneffekte, Akteursnetzwerke, institutionelle Einbettung, Agendabildung, vgl. 2.1). Eine funktionale Synergie liegt vor, wenn Gebäude vernetzt werden, um eine bestimmte Anwendung A, z.B. Jalousiensteuerung, zu realisieren und der Aufwand zur Realisierung einer weiteren Anwendung B, etwa Beleuchtungsszenen, damit erheblich sinkt. Ferner sind die Erfahrungen, die mit Anwendung A gewonnen werden, zum Teil auf Anwendung B übertragbar. Wenn das Akteursnetzwerk, welches an der Realisierung von Anwendung A beteiligt ist, auch Anwendung B realisieren kann, so ist auf dieser Ebene ebenfalls eine Synergie zu erwarten. Es ist andererseits denkbar, dass sich um Anwendung A herum ein Akteursnetzwerk herausbildet, welches den Fokus auf bestimmte Anwendungen legt und somit die technische Basis auf diese Anwendungen hin optimiert. Auch Lerneffekte und das gesellschaftliche Bild der Smart Building Technologien können so in eine bestimmte Richtung gelenkt werden,



während andere Optionen dadurch schwieriger umzusetzen sind bzw. aus dem Blickfeld geraten. Es ist also durchaus denkbar, dass ein Innovationselement zugleich auf einer Ebene unterstützend wirkt und auf einer anderen konkurrenzierend.

Fernwartung von Anlagen

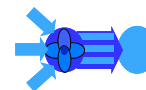
Unter Fernwartung wird das Monitoring und die Steuerung von Anlagen auf der Basis einer gebäudeexternen Vernetzung verstanden. Die Wartung leisten entweder externe Dienstleister oder das Personal der Anlageneigner. Eine Fernwartung ist für unterschiedlichste Anlagen möglich. Im Versorgungsbereich sind dies etwa Netze oder (dezentrale) Erzeugungsanlagen, bei städtischen Liegenschaften z.B. Parkhäuser und Schwimmbäder; auch eine Fernwartung von Anlagen in Bürogebäuden ist möglich. Im Privatbereich wird dies v.a. für sicherheitsrelevante Anlagen anvisiert. Längerfristig könnten auch Heizungsanlagen, weiße Ware u.ä. einbezogen werden. Es handelt sich hierbei um ein neues Geschäftsfeld von Versorgungsunternehmen. Treiber für diese Anwendung sind v.a. Einsparungen in den Personalkosten. Energieeinsparungen treten derzeit eher als Nebeneffekt auf, insofern es Fernwartung relativ einfach ermöglicht, Schwachstellen und Optimierungspotentiale im Energiekonzept eines Gebäudes zu identifizieren. Daher kann Fernwartung die Ausnutzung des Energieeffizienzpotentials vernetzter Gebäude unterstützen.

Contracting

Im Zuge von Contractingangeboten werden, insbesondere bei produzierenden Betrieben und Bürogebäuden, neue Anlagen installiert, zunächst auf Kosten des Contractors, und diese oft auch über einen bestimmten Zeitraum hinweg betrieben. Zu diesen Anlagen gehört teilweise auch eine Gebäudevernetzung. Der Betrieb wird dann zu einem festen Preis angeboten, der es dem Contractor ermöglicht, die Investitionen über Effizienzgewinne zu amortisieren. Contracting schließt häufig auch das Fernmonitoring der Anlagen mit ein. Contracting kann somit sowohl die Verbreitung einer Gebäudevernetzung im Allgemeinen und von Energiemanagement-Anwendungen im Besonderen unterstützen.

Facility Management

Facility Management umfasst die Analyse, Dokumentation und Optimierung aller kostenrelevanten Vorgänge rund um Gebäude und deren Anlagen und Einrichtungen, wobei der Arbeitsplatz und das Umfeld der Nutzer besonders berücksichtigt werden sollen. Zu den Gebäuden und ihren Anlagen zählen Grundstücke, Gebäude, Räume, Infrastrukturen, Anlagen, Maschinen und Versorgungseinrichtungen. Facility Management zielt auf eine ganzheitliche und transparente Betrachtung und Verwaltung von Sachressourcen, z.B. sollten beim Bau schon die späteren Betriebskosten berücksichtigt oder Flexibilität für mögliche Nutzungsänderungen vorgesehen werden. Facility Management umfasst sehr vielfältige Aktivitäten. Ein (kleinerer) Teil davon bezieht sich auf das Management der Gebäudeanlagen, z.B. Temperatur- und Lichtregelung. Zu den möglichen Maßnahmen gehören ein Energiecontrolling über eine differenzierte Verbrauchsdatenanalyse, welche durch Energielieferanten zur Verfügung gestellt werden können oder auch ein internes Lastmanagement incl. Lastabwurf (Krimmling *et al.* 2002). Facility Management wird in Deutschland seit Mitte der neunziger Jahre intensiver diskutiert. Das Konzept ist in den Unternehmen allerdings noch nicht etabliert und organisatorisch eingebettet und Ausbildungsmöglichkeiten sind erst im Entstehen. Es wird ihm allerdings ein hohes Marktpotenzial, insbesondere auch für outgesourcete Leistungen unterstellt (Nävy 2003 (1998)).



Eine zunehmende Verbreitung von Facility Management in den Unternehmen könnte somit eine verstärkte Aufmerksamkeit für Funktionen des Energiemanagements auf der Basis einer integrierten Gebäudevernetzung oder Fernwartungsmaßnahmen, möglicherweise auch Contractingmaßnahmen, mit sich bringen, oder die Umsetzung einer integrierten Gebäudevernetzung, um eine flexiblere Nutzung der Gebäude zu ermöglichen. Es ist jedoch nicht sicher vorherzusagen, welchen Stellenwert diese Aspekte gegebenenfalls erhalten werden. Dies wird nicht zuletzt von der Entwicklung der Energiepreise abhängen.

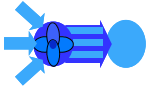
4.3 Landschaftsentwicklungen

Die weitere Entwicklung der Smart Building Anwendungen, der mit ihnen in Wechselwirkung stehenden Innovationen (Nischenebene) und der Versorgungssektoren sowie die weitere Entwicklung in der Errichtung und im Betrieb der Gebäude (Regimeebene) wird durch eine Vielzahl gesamtgesellschaftlicher Trends (Landschaftsebene) beeinflusst. Diese Trends können durch die Akteure und Prozesse in den jeweiligen Nischen bzw. Regimen nicht oder kaum beeinflusst werden. Einige dieser Trends wurden im Rahmen des Szenarioprozesses des Mikrosystemprojektes identifiziert. Sie sind mit (Sz) gekennzeichnet. Zu den Trends auf der Landschaftsebene gehören:

- die makroökonomische Entwicklung (Sz)
- die demographische Entwicklung, insbesondere die Alterung und Schrumpfung der Bevölkerung (Sz)
- die Fluktuation gesellschaftlich auf breiter Ebene anerkannter Werte (z.B. eine Betonung ökologischer oder ökonomischer Werte) (Sz)
- die Entwicklung der Siedlungsstrukturen, z.B. eine weitere Konzentration in Ballungsräumen, ein Ausbau der Randlagen der Ballungszentren oder eine Migration in ländliche Gebiete (Sz)
- regionale Migrationsbewegungen und die regionale ökonomische Entwicklung
- die Energiepreisentwicklung (Sz)
- eine Liberalisierung der Versorgungsmärkte
- der Kostendruck der Kommunen
- ein möglicher Trend zu Verknüpfung von Wohnen und Arbeiten

5 Variationsanalyse

Wie in Kapitel 3 gezeigt, zeichnet sich das Innovationsfeld „Smart Building“ durch eine hohe Variationsbreite bezüglich der zugrunde liegenden Technologien wie auch der Anwendungsmöglichkeiten aus (vgl. Tabelle 3.1). Beides, zugrunde liegende Technologien wie physische Netze, Komponenten, Geräte und Standards, und die jeweiligen Anwendungen fassen wir hier unter dem Begriff sozio-technisches Design von Smart Building zusammen. Darüber hinaus sind unterschiedliche Varianten möglich in Bezug auf die Art und Weise, wie Smart Building bereitgestellt wird und welche Akteure welche Rolle im Vertrieb, im regulären Betrieb und in der Wartung und Instandhaltung von Smart Building übernehmen. Im Folgenden werden daher verschiedene solcher Rollenmodelle skizziert. Die jeweiligen Rollenmodelle eignen sich allerdings nicht alle gleichermaßen zur Umsetzung der verschiedenen in Kapitel 3 aufgezeigten sozio-technischen Designs. Daher schätzen wir in einem zweiten Schritt ab, welche Rollenmodelle für welche sozio-technischen



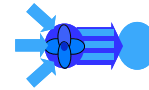
Designs besonders geeignet zu sein scheinen. In Kapitel 3 wurde ferner gezeigt, dass eine bemerkenswerte Vielfalt heterogener Akteure Teil des Smart Building Feldes sind (Tabelle 3.2). In einem weiteren Schritt beleuchten wir daher verschiedene Akteursgruppen bzw. Akteurskonstellationen, die eine treibende Rolle innerhalb des Smart Building Feldes spielen können und schätzen auch für diese ab, welche sozio-technischen Designs diese voraussichtlich bevorzugt unterstützen würden. Schließlich betrachten wir als eine vierte Variationsdimension verschiedene Nischen bzw. Einsatzfelder wie Bürogebäude, produzierende Betriebe, Seniorenwohnungen, Fertighäuser etc., die jeweils spezifische Bedingungen aufweisen, so dass in diesen die verschiedenen sozio-technischen Designs, Rollenmodelle und Akteurskonstellationen unterschiedlich bedeutsam sind.

5.1 Rollenmodelle

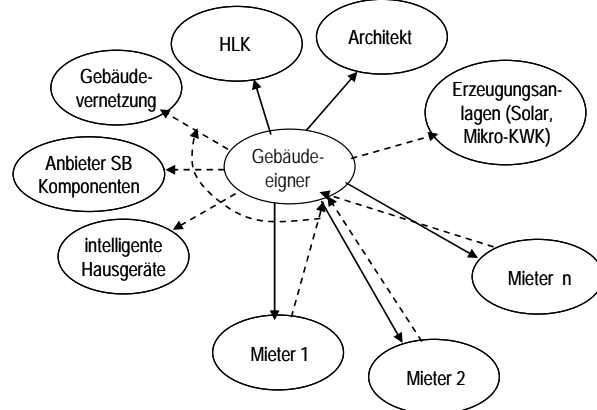
Die Betreibermodelle unterscheiden sich zunächst dahingehend, ob die Anlagen, d.h. die Netze, Komponenten und Geräte, ganz oder teilweise den Gebäudeeignern, den Gebäudenutzern oder Dritten gehören. (Bei einem Teil der Gebäude fallen Eigner und Nutzer freilich zusammen.) Zweitens stellt sich die Frage, ob die Anlagen ganz oder in Teilen von den genannten Akteuren betrieben bzw. gewartet werden. Dritte können Contractinganbieter sein oder auch Dienstleister, die die Anlagen inklusive Betrieb und / oder Wartung bereitstellen.

Bei den heute verbreiteten Anlagen variieren die Betreibermodelle je nach Art der Anlage. Festinstallierte Anlagen wie Heizung, Elektroinstallation oder Sanitäreanlagen befinden sich zumeist im Besitz der Wohnungseigentümer; Betrieb und Wartung werden teils durch die Vermieter bzw. Gebäudeverwaltung und teils durch die Mieter selbst organisiert bzw. finanziert. Nicht fest installierte Anlagen wie Hausgeräte oder ergänzende Heizgeräte sind häufig in Besitz und Verantwortung der Mieter. Es bestehen allerdings länderspezifische Unterschiede. Während in Deutschland Hausgeräte häufig in Besitz und Verantwortung der Mieter sind, werden sie in der Schweiz üblicherweise von den Vermietern gestellt und, im Falle der Waschgeräte, von mehreren Mietern gemeinsam genutzt. Ferner befindet sich der gesamte Bereich der Unterhaltungsgeräte in Besitz und Verantwortung der Mieter. Es gibt schließlich Ansätze, auch in Privathaushalten die Geräte oder Anlagen durch Dritte, d.h. Dienstleister, bereitstellen und warten zu lassen (Dudda/Thomas 2001). Bussysteme und die darüber vernetzten Anlagen und Geräte lassen sich nicht unmittelbar in eine der genannten Kategorien einordnen; die Systeme sind teils fest installiert (kabelbasiert), teils mobil (funkbasierte Systeme), ähnliches gilt für die Komponenten. Das bedeutet, dass Elemente, die bisher als Teil der immobilen Gebäudeinfrastruktur gewertet wurden, zukünftig eher dem beweglichen und damit tendenziell den Mietern zugesprochenen Teil der Ausstattung zugerechnet werden könnten. Ferner wäre es in umgekehrter Richtung möglich, dass smarte Haushaltsgeräte, wenn sie stärker in die Systeme eingebunden würden, z.B. in dezentrale Versorgungskonzepte oder Laststeuerungskonzepte, zunehmend als Teil der zum Gebäude gehörenden Infrastruktur wahrgenommen würden.

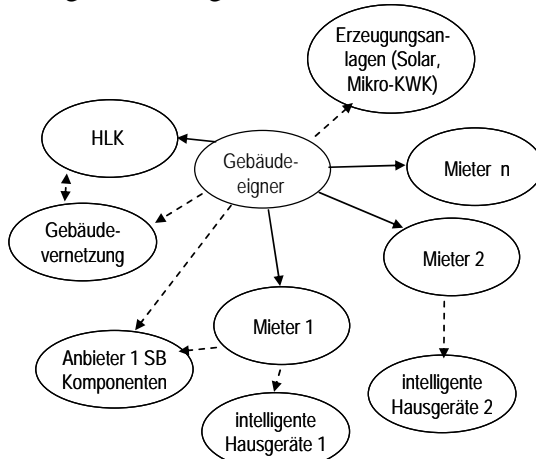
Die künftigen Betreibermodelle werden voraussichtlich auch davon beeinflusst werden, über welche Pfade Smart Building Verbreitung finden sollte. Würden Bussysteme mit dem vorrangigen Ziel der Vernetzung von Unterhaltungsgeräten installiert, also Geräten, die in der Verantwortung der Mieter liegen, so könnte auch die Installation der Bussysteme eher durch die Mieter vorangetrieben werden. Würden sie hingegen mit dem vorrangigen Ziel der Vernetzung von Anlagen installiert, welche sich bis anhin in Vermieterhand befinden, z.B. Heizung oder Jalousien, so werden eher die Vermieter die Installation vorantreiben.



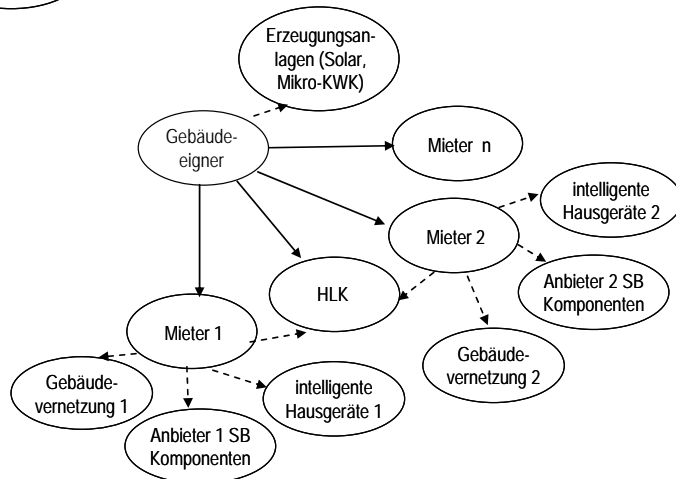
Vermieterorientiertes Modell: Smart Building ist Teil der Gebäudeinfrastruktur: In diesem Modell stattet der Gebäudeeigner bzw. Vermieter die Wohnungen bzw. Büros oder andere Nutzungseinheiten mit einer Vernetzung aus. Darüber hinaus stattet er die Wohnungen etc. mit vernetzten Anlagen, Geräten und Komponenten aus und ist auch weitgehend für die Wartung der Anlagen und Geräte verantwortlich, gegebenenfalls auch für in das System eingebundene Erzeugungsanlagen. Im Falle von Gebäuden, z.B. Einfamilienhäuser, Reihenhäuser, Eigentumswohnungen und Bürogebäuden, die von den Eigentümern genutzt werden, wird die Vernetzung und zum erheblichen Teil auch die Anlagen und Geräte von den Bauträgern, Fertighausherstellern etc. bereitgestellt. Smart Building gilt hier als ein Teil der Gebäudeinfrastruktur, ähnlich wie dies heute auch für die Elektro- und Sanitärausstattung gilt.



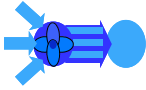
Mieterorientiertes Modell, Smart Building ist Teil der Wohnungsausstattung: In diesem Modell sorgen die Nutzer der Gebäude für die Vernetzung der Wohnungen, Büros oder sonstigen Nutzungseinheiten. Dies sind entweder die Mieter oder im Falle der oben genannten Einfamilienhäuser etc. die Käufer der Gebäude bzw. Wohnungen. Die Gebäudenutzer sind auch dafür verantwortlich, die Wartung und gegebenenfalls den Betrieb der Anlagen zu organisieren. Smart Building erscheint in diesem Modell als ein Teil der Wohnungs- bzw. Büroausstattung ähnlich wie dies heute großenteils für die Ausstattung mit Funknetzen zur Datenübertragung, Unterhaltungsmedien und (in Deutschland)²⁹ mit Haushaltsgeräten gilt.



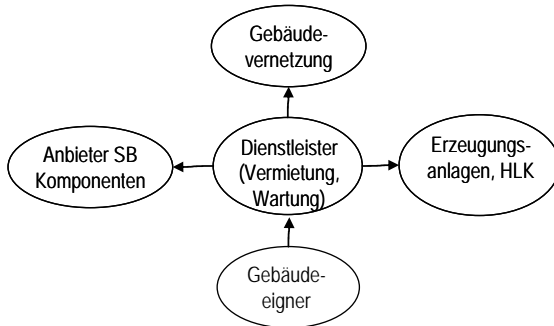
Modell Baukastenprinzip: Es ist auch eine Zwischenform möglich. Der Vermieter oder Bauträger installiert eine Grundausstattung in Form einer Vernetzung, teilweise auch einer Leerverrohrung für eine spätere Erweiterung der Vernetzung, und eventuell einiger Anlagen. Die Gebäudenutzer erweitern z.T. die Smart Building Ausstattung und erwerben gegebenenfalls intelligente Hausgeräte, Bürogeräte etc. und sind auch für deren



²⁹ In der Schweiz obliegt die Ausstattung mit großen Küchengeräten und Waschmaschinen im allgemeinen dem Vermieter.



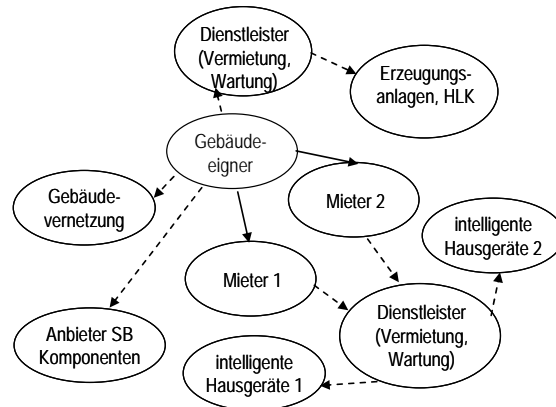
Wartung verantwortlich.



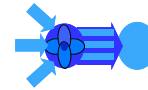
Contracting: Die Anlagen und zum Teil auch die Gebäudevernetzung selbst werden von Dritten installiert, die diese z.B. gegen einen Pauschalpreis an die Gebäudeeigner (die hier zumeist auch die Nutzer sind) vermieten und häufig auch betreiben und warten. Die mit der Installation verbundenen Investitionen lassen sich über die erzeugten Effizienzgewinne über einen vereinbarten Zeitraum amortisieren (vgl. 4.2). Auch hier gilt Smart Building weitgehend

als ein Teil der Gebäudeinfrastruktur.

Gemischtes Dienstleistungsmodell: In einer ersten Subvariante dieses Modells stellen die Gebäudeeigner bzw. Bauträger die Gebäude mit einer Vernetzung sowie einer Grundausstattung mit Smart Building Anwendungen aus. Die Gebäudenutzer erweitern z.T. die Smart Building Ausstattung. In einer zweiten Subvariante übernehmen die Gebäudenutzer auch die Grundausstattung. Welche Variante plausibler erscheint, ist nicht zuletzt davon abhängig, ob Smart Building eher als Teil der Gebäudeinfrastruktur oder der Wohnungsausstattung gilt. Intelligente Hausgeräte und gegebenenfalls auch Erzeugungsanlagen werden sodann von Dienstleistern entweder an die Gebäudeeigner oder die Gebäudenutzer vermietet und auch gewartet bzw. gegebenenfalls mit neuen Programmen aufgerüstet oder auch ersetzt.













Die unterschiedlichen Rollenmodelle eignen sich nicht für alle Varianten der soziotechnischen Designs von Smart Building gleichermaßen gut (vgl. Tabelle 5.1). Das vermietetorientierte Modell eignet sich besonders für Anwendungen, die fest installierte, langlebige und relativ teure Anlagen einschließen und die (bzw. deren Vorläufer) auch heute schon in der Verantwortung der Gebäudeeigner liegen. Dies sind insbesondere die Anlagen, die Teil der „gebauten Hülle“ sind, d.h. die Steuerung von Heizung, Lüftungs- und Klimaanlage (Energieeffizienz) oder auch von Sanitäreanlagen. Auch ein großer Teil der unter dem Obergriff Sicherheit zusammengefassten Anwendungen ist hierzu zu zählen. Hinsichtlich der Vernetzung selbst sind dies kabelbasierte Varianten. Hingegen erscheint es weitaus weniger wahrscheinlich, dass die Gebäudeeigner Geräte aus dem Unterhaltungs-, Multimedia- und Kommunikationsbereich bereitstellen werden. Bei dieser Gruppe von Anwendungen erscheint vielmehr das Mietermodell als eine plausible Variante, insbesondere wenn diese mit einer funkbasierten Vernetzung kombiniert wird. Möglich ist freilich auch, dass eine kabelbasierte Vernetzung vom Gebäudeeigner bereitgestellt wird und die Gebäudenutzer Unterhaltungsgeräte etc. ergänzen (Baukastenmodell). Contracting kommt im Wesentlichen nur für den Bereich Energieeffizienz in Frage, da Effizienzgewinne die Basis des gesamten Konzeptes sind. Denkbar ist allerdings, dass eine über eine Contractingmaßnahme installierte Gebäudevernetzung auch für weitere Zwecke genutzt wird. Das gemischte Dienstleistungsmodell in dem die Vernetzung und basale Smart Building Komponenten von den Gebäudeeignern bzw. –nutzern gestellt werden und



nur einzelne Anlagen in der Verantwortung der Dienstleister liegen, eignet sich am ehesten für Anlagen, die mit hohen Anschaffungskosten verbunden sind, relativ wartungsinintensiv sind und die von einem professionalisierten Betrieb profitieren können.

Tabelle 5.1: Variation sozio-technischer Designs und Rollenmodelle

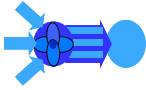
		Anwendungsbündel				
		 Energieeffizienz	 Sicherheit	 Komfort	 Alltagsorg.	 Unterhaltung, Komm.
Rollenmodelle	 Vermieter	X	X	X	X	x
	 Mieter	x	x	X	X	X
	 Baukasten	X	X	x	X	X
	 Contracting	X				
	 Dienstleister	X	x	X	X	X

5.2 Akteurskonstellationen

Im Smart Building Feld ist eine Vielzahl äußerst heterogener Akteure aktiv (vgl. 3.3). Diese lassen sich zu verschiedenen Akteurskonstellationen oder –clustern gliedern, die sich durch je spezifische Anwendungs- bzw. Technologiebereiche, in denen sie bislang tätig waren, Innovationsmuster, Kundensegmente und Kooperationsstrukturen auszeichnen.

Installationscluster: Spezialisierte Installationsbetriebe und die Hersteller von Installationstechnik bieten auch heute schon eine, überwiegend kabelbasierte, verschiedene für die Gebäudevernetzung entwickelte Standards nutzende Smart Building Ausstattung für Wohnbau und Zweckbau an. Typische Kunden sind die Gebäudeeigner, im Wohnbau vor allem die Besitzer von Eigenheimen. Die unterstützte Anwendungspalette ist relativ breit. Die Entwicklung von Services können diese Akteure allerdings kaum aktiv vorantreiben können.

Wohnbacluster: Hierunter lassen sich Wohnbaugenossenschaften und größere Wohnungsverwaltungen, Fertighaushersteller, Akteure aus der Heizungs-, Lüftungs- und Klimabranche, Hersteller aus der Sanitärbranche und eventuell auch Hausgerätehersteller subsumieren. Ihnen gemeinsam ist der Fokus auf den Wohnbau und auf die Gebäudeanlagen (mit Ausnahme der Hausgerätehersteller), zudem weisen alle relativ lange Innovationszyklen auf. Kundensegmente liegen einerseits bei den Eigenheimern, andererseits bei Wohnungsmietern. Diese Akteurskonstellation wird vermutlich am ehesten das vermietetorientierte Rollenmodell bzw. das Baukastenprinzip umsetzen. Ferner bemühen sich einzelne Wohnbaugenossenschaften derzeit, auch Smart Building basierte Services und Hilfsdienste anzubieten.












Multimediacluster: Hierzu gehören Akteure der Unterhaltungselektronik-, der Software- und der Telekommunikationsbranche. Sie fokussieren auf Unterhaltungs- und Kommunikationsanwendungen, folgen relativ kurzen Innovationszyklen und haben typischerweise eher die Endnutzer als Kunden im Blick und weniger Wohnungsverwaltungen oder Bau-träger. Von technologischer Seite her ist das Internet und die verschiedenen diesem zugrunde liegenden Kommunikations- und Datennetze der wichtigste Bezugspunkt. Bisherige Kundensegmente und Vernetzungsformen sprechen dafür, dass diese Akteurskonstellation eher ein mieterorientiertes Rollenmodell unterstützen würde.

Dienstleistungscluster: Zu dieser Gruppe gehören Anbieter von Energiedienstleistungen, Anbieter von Facility Management und Fernwartungsdienstleistungen (u.a. Versorgungsunternehmen), eventuell auch Anbieter von dezentralen Erzeugungsanlagen. Diese Gruppe ist bislang vor allem im Zweckbau tätig und betrachtet vor allem den effizienten Betrieb von Gebäudeanlagen. Kundensegmente sind hier die Gebäudeeigner bzw. -verwalter. Für diese Konstellation stehen naturgemäß Dienstleistungsmodelle im Vordergrund.

Welche der aufgeführten Akteurskonstellationen zu der oder einer der treibenden Kräfte des Smart Building Feldes werden sollte, dürfte auch die weitere Entwicklung von Smart Building und das gesellschaftliche Bild von Smart Building maßgeblich beeinflussen. Es ist wahrscheinlich, dass die verschiedenen Akteursgruppen bevorzugt die ihnen vertrauten Anwendungsfelder vorantreiben (vgl. auch Tabelle 5.2) und damit auf die Gestaltung von Technik und Anwendungen Einfluss nehmen. Das sozio-technische Design und gesellschaftliche Wahrnehmung beeinflussen wiederum die Rollenmodelle zur organisatorischen Umsetzung von Smart Building.

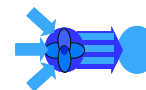
Tabelle 5.2: Variation sozio-technischer Designs und Akteurskonstellationen

		Anwendungsbündel				
		 Energieeffizienz	 Sicherheit	 Komfort	 Alltagsorg.	 Unterhaltung, Komm.
Akteurskonstellationen	 „Wohnbau“	X	X	X	X	
	 „Multimedia“		x	X		X
	 „Dienstleistung“	X	X			
	 „Installation“	X	X	X		X

5.3 Einsatzfelder

Büro- und Verwaltungsgebäude

In Bürogebäuden gehören die Regelung von Heizung, Lüftung und Klimaanlage, sowie die Beschattung durch Jalousiensteuerung zu den wichtigsten Smart Building Anwendungen. Auch die automatische tageslicht-, und/oder präsenzmelder-abhängigen Beleuch-



tungssteuerung wird voraussichtlich eine immer wichtigere Rolle spielen, da hier bedeutende Effizienzgewinne zu erzielen sind und dies von den Nutzern bislang auch relativ gut angenommen wird.³⁰ Eine für Bürogebäude wichtige Möglichkeit ist, die Regelung einerseits effizienzorientiert zu automatisieren, zugleich aber auch den Nutzern individuelle Eingriffsmöglichkeiten zu bieten. Dies erfolgt über Schalter oder integrierte Bedieninstrumente. Ferner ist es möglich, den Nutzern ein Feedback über ihren Verbrauch zu geben. Da sich die Anlagen leicht umgestalten lassen, z.B. müssen Schalter nicht fest installiert werden, können sie flexibel veränderten Nutzungsbedingungen angepasst werden. Dies erlaubt eine flexiblere Umnutzung der Gebäude als herkömmliche Installationen. Dies ist besonders bei Bürogebäuden von Vorteil, bei denen die späteren Nutzer in der Bauphase nicht bekannt sind und bei Gebäuden, deren Nutzungsweise, z.B. Raumaufteilung, häufig wechselt (z.B. multinationale Konzerne, Elektronikbranche).³¹ Schließlich lassen sich dezentrale Erzeugungsanlagen einbinden; entweder für den regulären Betrieb oder zur Sicherung einer unterbrechungsfreien Stromversorgung.

Zu den besonderen Bedingungen in Büro- und Verwaltungsgebäuden gegenüber Wohnbauten gehört die organisationsförmige Struktur der Gebäudenutzer. Damit fallen erstens die Entscheider über die Installation und die grundlegende Gestaltung der Anlagen, sofern diese nicht schon durch die Bauträger bzw. Gebäudeeigner getroffen wurden, nicht mit den Betreibern und den Endnutzern der Anlagen zusammen. Zweitens müssen die Systeme für eine Vielzahl an z.T. unterschiedlichen Nutzern und Nutzergruppen ausgelegt werden. Die Nutzer sind zudem in der Planungs- und Installationsphase oft nicht bekannt oder sie wechseln relativ häufig. Der Bau selbst erfolgt häufig durch Generalunternehmer, finanziert durch Investoren, die die Gebäude „aus einer Hand“ anbieten. Diese betreiben ein professionelles Baumanagement, was im Prinzip eine günstige Voraussetzung für die Realisierung einer integrierten Planung darstellen könnte. Allerdings sind in dieser Konstellation Planung und Betrieb nicht selten völlig unverbunden, so dass die Planer zum einen wenig über die späteren Nutzer wissen und zum anderen keine Rückmeldungen aus der Betriebsphase erhalten, die in die weitere Tätigkeit einfließen könnten (Wambsgaß & Froehlich 2004). Die Abstimmung der Ausstattung mit den Nutzerbedürfnissen stellt daher eine besondere Herausforderung dar.

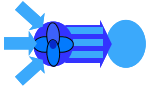
Der Energieverbrauch ist im Allgemeinen absolut größer als bei Wohngebäuden, wodurch sich entsprechend große Einsparpotentiale ergeben.³² Allerdings besteht in der Bauphase, wenn ein Großteil der Anlagen installiert wird, nicht unbedingt ein Interesse seitens der Bauträger an langfristigen Einsparpotentialen, wenn die Gebäude zu einem Pauschalpreis durch Generalunternehmer angeboten und durch Investoren finanziert werden. Diese Konstellation erzeugt primär einen Anreiz, die Baukosten zu minimieren und nicht, in Maßnahmen zu investieren, die die spätere Effizienz im Betrieb unterstützen.³³ Allerdings

³⁰ Interview Experte Energiemanagement und Gebäudetechnik.

³¹ So wechselten bei einem großen Unternehmen ca. 10-15% der Räume pro Jahr die Fläche (Interview Verband der Gebäudetechnik).

³² Ein absolut höheres Einsparpotential muss allerdings nicht notwendig zu einer größeren Effizienzorientierung bei den Gebäudenutzern führen, da die relative Bedeutung nicht notwendig größer ist als bei einem Wohngebäude. Die Gesamtkosten eines Verwaltungsgebäudes werden mit 80-90% vor allem durch die Personalkosten dominiert (Wambsgaß & Froehlich 2004). Daher ist es nicht erstaunlich, dass eine Untersuchung zum Energieverbrauch in Bürogebäuden ergab, dass ein Großteil der befragten Unternehmensvertreter den Energieverbrauch für eine im Vergleich zu den Gesamtkosten des Unternehmens unerhebliche Größe einstufen (Weber 2002).

³³ BINE Informationsdienst (2002). Energieeffizienz im Investorenobjekt - Projektinfo 01/02. Karlsruhe, Fachinformationszentrum Karlsruhe.



ergibt sich daraus unter Umständen ein Potential für Contractingangebote. Grundsätzlich erscheinen bei Bürogebäuden alle oben genannten Rollenmodelle möglich.

Produzierende Betriebe, kommunale Liegenschaften

In produzierenden Betrieben und kommunalen Liegenschaften (Schwimmbäder, Schulen etc.) besteht z.T. ein erhebliches Potential, über eine geeignete, busbasierte Regelung Energie einzusparen. Wichtige Anwendungen liegen hier bei der Beleuchtung und bei Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage. Teilweise werden auch dezentrale Erzeugungsanlagen eingebunden. Wie hoch das Einsparungspotential ist, ist von Fall zu Fall sehr verschieden; in einzelnen Fällen können aber sogar Einsparungen bis zu 80-90% erreicht werden. In der Regel dürften 30-40% allerdings eine realistischere Schätzung sein.³⁴ Angesichts der hohen Einsparmöglichkeiten erscheint hier Contracting als ein geeignetes Rollenmodell. Dies gilt insbesondere für Kommunen, die unter hohem finanziellen Druck stehen. Andererseits birgt die externe Steuerung von Gebäudeklima und Beleuchtung ein Konfliktpotential, wenn die Bedürfnisse der Gebäudenutzer mit der Orientierung an Einsparungszielen durch einen Contractor im Widerspruch stehen. Weiterhin dürften sich folgende Rollenmodelle für Betriebe und Liegenschaften anbieten: den Unternehmen bzw. Kommunen gehören die Anlagen und sie betreiben sie (entspricht dem „Mietermodell“) oder den Unternehmen/Kommunen gehören die Anlagen, sie lassen diese aber von Externen betreiben oder warten (gemischtes Dienstleistungsmodell, z.B. in Anschluss an eine Contractingmaßnahme).

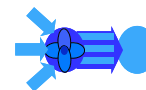
Hotels, Tagungsstätten

Hotels sind einerseits den Zweckbauten zuzurechnen, andererseits unterscheidet sich die Nutzungsstruktur aber erheblich von derjenigen von Bürogebäuden oder gar Betrieben. Hier verknüpft sich das Interesse an Komfort – insbesondere in der gehobenen Klasse – mit einem Potential für effizienzorientierte Anwendungen, insbesondere bei größeren Hotels. Anwendungen sind z.B. Beleuchtungssteuerung, Jalousiensteuerung, Einzelraumregelung, Regelung von Klimaanlage und Lüftung (mit Präsenzmeldern), Steuerung von Multimediatechnik bei Tagungshotels oder auch Anwendungen im Sanitärbereich wie verstellbare Sanitäreinrichtungen und elektronische Armaturen sowie Anwendungen im weiteren Bereich des Gebäudemanagements. Dieser Einsatzbereich könnte eine unterstützende Funktion für Anwendungen im Wohnbau ausüben, wenn Gäste erste Erfahrungen mit Smart Building Anwendungen in einem dem Wohnbereich ähnlichen Setting machen. In diesem Einsatzfeld erscheint es am wahrscheinlichsten, dass die Gebäudenutzer Eigner der Smart Building Ausstattung sind und diese auch warten lassen. Ein Dienstleistungsmodell, in dem Teile der Anlagen und deren Wartung an Externe vergeben werden, wäre aber auch denkbar.

Gehobene Einfamilienhäuser und Eigentumswohnungen

Im Wohnbau sind Einfamilienhäuser und Eigentumswohnungen im gehobenen Segment schon heute eine Marktnische für Smart Building Anwendungen (vgl. 3.2.1). Im Zentrum des Nutzerinteresses stehen hier Anwendungen im Bereich Komfort (z.B. Szenenschaltungen, Alles-aus-Schaltungen, Steuerung von Geräten), sowie Unterhaltung und Sicherheit. Anwendungen im Bereich Energiemanagement spielen in diesem Segment keine bedeutende und insbesondere keine treibende Rolle oder werden eher nebenbei installiert.

³⁴ Experteninterviews.



An dieser Gewichtung dürfte sich auch zukünftig wenig ändern, nicht zuletzt da diese Nutzergruppe vermutlich wenig sensitiv auf Veränderungen in den Energiepreisen reagieren wird. Die Einbindung von dezentralen Erzeugungsanlagen ist vermutlich vor allem abhängig vom allgemeinen Trend.

Bei Einfamilienhäusern wird die Vernetzung und die Anwendungen typischerweise individuell in der Bauphase konzipiert und eventuell später nach Bedarf erweitert. Eigentumswohnungen, deren Nutzer in der Bauphase oft noch unbekannt sind, werden in der Regel zunächst mit einer Grundausrüstung und Basisdiensten ausgestattet (Baukastenmodell). Grundsätzlich wären aber auch alle anderen Rollenmodelle denkbar, wobei Contracting eventuell für dezentrale Erzeugungsanlagen in Frage kommt, jedoch nicht für die Gebäudevernetzung an sich.

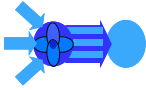
Fertighäuser und teilindustriell gefertigte Massivhäuser

Fertighaushersteller und Bauunternehmungen, welche relativ günstige industriell gefertigte Massivhäuser erstellen, bieten zum Teil auch heute schon vernetzte Wohnbauten an – insbesondere Reihenhäuser und Ein- und Zweifamilienhäuser.³⁵ Das Anwendungsspektrum wird voraussichtlich neben den besonderen Bedingungen eines Wohngebäudes (vgl. 3.2.1) auch durch die spezifischen Bedürfnisse von Hausbesitzern geprägt sein. Heute ist das Interesse an einem externen Zugriff auf die Anlagen bei Hausbesitzern höher als bei Wohnungsmietern oder auch –besitzern (Rohracher & Ornetzeder 2002: 119). Ob dies langfristig so bleibt, ist jedoch schwer vorherzusagen. Es ist denkbar, dass sich insbesondere im Falle einer weiteren Verbreitung von Smart Building ein auf breiter Ebene geteiltes soziales Verständnis bzw. Standard dazu herausbilden wird, welche Anwendungen erwarteter Bestandteil eines „modern“ ausgestatteten Gebäudes sind. Die Einbindung von dezentralen Erzeugungsanlagen findet in der Form von Solaranlagen auch heute schon statt. Künftig könnten dies auch Mikro-KWK sein.

Fertighaushersteller bieten die verschiedenen mit dem Bau eines Hauses und zum Teil auch der dazugehörigen Ausstattung verbundenen Leistungen im Paket an. Das erleichtert einen gewerkeübergreifenden Planungsprozess und Kooperationen mit Herstellern unterschiedlicher Ausstattungselemente. Sie haben damit eine günstige Position, um als Mittler zwischen den Anbietern von intelligenter Gebäudetechnik, Installateuren und den Kunden zu fungieren. Ferner können sie aufgrund des betreuten Bauvolumens, des Großserienansatzes und der Vorfabrikation von Teilelementen die Vernetzung zu einem günstigeren Preis anbieten als bei Einzelprojekten.

Vor diesem Hintergrund erscheinen unterschiedliche Rollenmodelle möglich, in denen den Fertighausherstellern jeweils eine mehr oder weniger weitreichende Funktion als Mittler zwischen Herstellern und Nutzern von Smart Building Elementen zukommt. Im ersten Fall bietet der Fertighaushersteller eine Grundausrüstung an, die der Hausbesitzer, wenn er dies wünscht, individuell in der Bauphase oder später über selbst gewählte Anbieter ergänzen kann. Ferner bietet der Fertighaushersteller möglicherweise funktionale Erweiterungen in der Form von Paketangeboten an, die in der Bauphase installiert werden (Baukastenprinzip). Es ist aber auch denkbar, dass Fertighaushersteller eine weiterreichende Rolle übernehmen. D.h. sie bieten über eine Kooperation mit Herstellern auch vernetzte Hausgeräte und Sanitäranlagen an (Vermietermodell). Weiterhin könnten sie eine vermittelnde Rolle für die Einbindung von dezentralen energieerzeugenden und wasseraufbereitenden Anlagen, etwa in der Verbindung mit ökologischen Baukonzepten übernehmen. Schließlich könnten Fertighaushersteller auch nach der Bauphase Unterstützung anbieten,

³⁵ Vgl. www.weberhaus.de, www.martyhaeuser.ch oder das Projekt der SüBa in Berlin (Staub 2001b).



wenn Hausbesitzer Smart Building Komponenten erweitern möchten, denn häufig entstehen bei den Bewohnern neue Nutzungsbedürfnisse erst in der Nutzungsphase (Rohracher & Ornetzeder 2002). Darüber hinaus könnten Fertighaushersteller auch die Vermittlung von Erfahrungen der Nutzer an die Anbieter intelligenter Gebäudetechnik unterstützen (z.B. Foren zum Erfahrungsaustausch, Vermittlung von Kontakten). Ein mieterorientiertes oder gemischtes Dienstleistungsmodell käme aber auch bei Fertighäusern grundsätzlich in Frage.

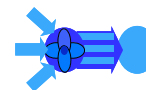
Mehrfamilienhäuser in der Verwaltung von Wohnbaugenossenschaften und grösseren Wohnungsverwaltungen

Wohnungsgenossenschaften und –verwaltungen betreiben jeweils eine große Zahl von Wohnungen, was sie zu einem günstigen Ausgangspunkt für eine mögliche Verbreitung von Smart Building im mittleren und unteren Wohnbausegment machen könnte. Da in diesem Bereich in den nächsten Jahren voraussichtlich umfängliche Sanierungsarbeiten anfallen, könnte dies eine günstige Gelegenheit sein, im Zuge der Maßnahmen auch eine Gebäudevernetzung zu installieren. Ferner haben Wohnungsverwaltungen im Prinzip die Möglichkeit, die anfallenden Kosten über einen längeren Zeitraum umzulegen als im Falle des Verkaufs eines Gebäudes. Angesichts des betreuten Wohnungsvolumens und des professionalisierten Betriebs der Wohnungen könnten in diesem Wohnbausegment Anwendungen im Bereich Energie- und Facility Management (z.B. Verbrauchserhebung) eine wichtige Bedeutung erhalten. Der Umstand, dass die Gebäudenutzer Mieter, zumeist des mittleren bis unteren Segments, sind, bringt weitere besondere Bedingungen mit sich. So wechseln die Gebäudenutzer häufiger als in Eigentumswohnungen bzw. Eigenheimen. Damit ist zwar die Möglichkeit, die Installation flexibel an die Nutzerbedürfnisse anzupassen, besonders attraktiv; der Aufwand für die Anpassung darf jedoch nicht sehr hoch sein. Insgesamt ist daher mit einem geringeren Grad der Variation in den Ausstattungsmerkmalen zu rechnen als bei von den Eigentümern bewohnten Gebäuden. Als Rollenmodell kommt sowohl ein mieter- wie ein vermietetorientiertes Modell in Frage. Im Falle eines Baukastenmodells müsste geprüft werden, ob das Zusammenspiel der komplexen Komponenten gewährleistet werden kann. Ein gemischtes Dienstleistungsmodell, in dem einzelne Anlagen an die Vermieter und andere an die Mieter vermietet werden, erscheint grundsätzlich denkbar. Auch hier wäre die Sicherung der Kompatibilität der Anlagen eine wichtige Voraussetzung.

Seniorenwohnungen und –wohnanlagen

Der Anteil der Bevölkerung über 60 Jahre steigt bis zum Jahr 2025 von einem Viertel auf ein Drittel. Wohnungen und Wohnanlagen, die speziell auf diese Nutzer ausgelegt sind einen bedeutenden Markt für Anwendungen und Dienste, welche einerseits Alltags erleichterungen bringen und möglichst lange Eigenständigkeit ermöglichen, und andererseits die Pflege unterstützen (z.B. Rufsysteme, Steuerung von Geräten, Jalousien u.ä., Zugang zu Dienstleistungsangeboten). In größeren Seniorenwohnanlagen und Pflegeeinrichtungen spielt zudem das Gebäude- und Energiemanagement eine wesentliche Rolle.³⁶ Da Seniorenwohnungen und –wohnanlagen an sich schon Wohnungen mit besonderen Leistungen darstellen, erscheint hier ein vermietetorientiertes Modell eine plausible Variante.

³⁶ Eine ähnliche Situation ist in Kliniken und Behindertenzentren gegeben.



6 Szenario- und Transformationsanalyse

In diesem Kapitel stellen wir vier Szenarien vor, welche sich jeweils durch unterschiedliche Varianten von Smart Building auszeichnen und durch unterschiedliche Entwicklungen, die zu der jeweiligen Form von Smart Building geführt haben. Einige der Kontextentwicklungen sind den im Rahmen des Mikrosysteme-Projektes entwickelten Versorgungsszenarien entnommen. Diese Versorgungsszenarien enthalten auch wichtige Eckdaten zur Verbreitung von Smart Building und den dominanten Anwendungsformen. Es folgt daher zunächst eine Kurzdarstellung dieser Szenarien und eine tabellarische Übersicht über einige wichtige Eckdaten. Eine ausführlichere Darstellung findet sich bei Jäger et al. (2004).

6.1 Versorgungsszenarien

Szenario A “Dezentralisierung im Konsens”

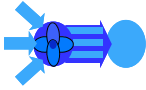
Politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen: Im Konsens getragene Leitbilder für den Versorgungssektor können im Wege von Verhandlungs- und Beteiligungsprozessen seitens der Vertreter von Wirtschaft, Gesellschaft und Politik erzielt werden. Über das Primat von Umwelt und Klima besteht Einigkeit. Die vorgegebenen Umwelt- und Gesundheitsziele bleiben allerdings moderat. Das Hauptinstrument der politischen Steuerung ist der Emissionshandel, ergänzt durch wenige ordnungsrechtliche Maßnahmen. Auf diese Weise entsteht eine verlässliche Basis für Innovationen, die zudem von einem moderaten Wirtschaftswachstum von real 2 % p.a. und entsprechend guten finanzwirtschaftlichen Randbedingungen profitieren. Das staatliche Budget für Innovationsförderung bleibt nahezu unverändert.

Trotz rückläufiger Einwohnerzahl nimmt die kumulierte Wohnfläche zu, da zunehmend finanziell gutgestellte Ein- und Zwei-Personen-Haushalte wegen der besseren Umweltqualität aus Stadtwohnungen in Häuser auf dem Land umziehen. Der Wunsch nach Komfort einschließlich neuer Dienstleistungen im Versorgungsbereich steigt.

Struktur und Entwicklung der Versorgungsmärkte: Als Folge dieser Entwicklungen treten in den Versorgungsmärkten zahlreiche kleinere Unternehmen neben den etablierten Großversorgern auf. Gestützt wird diese Dekonzentration durch eine Marktregulierung, die auf eine Stärkung des Wettbewerbs zielt. Im Ergebnis ist der Versorgungsmarkt 2025 durch eine Mischung aus Stadtwerken, neuen Dienstleistern, Handwerksbetrieben, ausländischen Anbietern sowie großen Versorgern (verbleibender Marktanteil 50%) gekennzeichnet.

Ein lohnendes Investment sind Firmen, die dezentrale Technologien verstärkt nutzen oder ausschließlich Dienstleistungen anbieten. Konsequentes Unbundling der Wertschöpfungsstufen verhindert die Quersubventionen innerhalb großer Konzerne und ermöglicht fairen Wettbewerb.

Dienstleistungen, wie Smart-Building, Rundum-Sorglos-Pakete werden nicht nur genutzt, um Komfortansprüche zu befriedigen sondern auch aus Effizienzgründen. Smart-Building-Anwendungen setzen sich auf breiter Front durch (Marktdurchdringung 30 %). In Demand-SideManagement wird eine Möglichkeit gesehen, die ökonomische und öko-



logische Effizienz der Versorgungssysteme zu steigern und gleichzeitig Exportmärkte für intelligente Steuerungstechnologie zu entwickeln (Marktdurchdringung 20 %). Die bewusste Ausschöpfung von angebots- und nachfrageseitigen Effizienzpotenzialen sowie hohe Sparanstrengungen seitens der Bevölkerung führen zu einem deutlichen Rückgang des Verbrauchs an Strom, Wasser, Gas um real mehr als 5 % p.a.

Technologische Entwicklung: Diese gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Prozesse resultieren in einer völlig veränderten Mischung bei den Energieträgern und Erzeugungsanlagen. Kernenergie wird 2025 nicht mehr genutzt, der Anteil der Kohle an der Stromproduktion halbiert sich auf 24 %, und der Erdgaseinsatz vervierfacht sich auf rd. 45 %. Rund ein Drittel des Stroms stammt aus Erneuerbaren Energien. Dezentrale Technologien und Verfahren werden stark ausgeweitet und haben 2025 einen hohen Marktanteil; ein stark verbreitetes Demand-Side-Management verkoppelt Produktion und Verbrauch. Verbunden ist diese Entwicklung mit einem starken Umbau der Netze in Richtung Verteilungsfunktion sowie mit einer umfangreichen Einbindung des TK-Sektors. Die verschiedenen Sektoren werden in virtuellen Kraftwerken integriert. Ermöglicht werden diese Entwicklungen durch eine umfassende sektorübergreifende Standardisierung.

Szenario C³⁷ “Verbreiterung des Technologiemarktes durch Wettbewerb internationaler Großkonzerne”

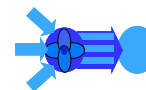
Politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen: Durch eine massive Innovations- und Technologiepolitik (Erhöhung des staatlichen Budgets um real 50 %) soll der Erfolg deutscher Unternehmen gefördert werden. Umwelt- und Gesundheitsziele bleiben allerdings moderat und sind nachrangig; auch das öffentliche Umweltbewusstsein ist wenig entwickelt. Ziel der Politik ist ein wirtschaftlicher Versorgungsmix. Die Finanzierungsbedingungen für Investitionen sind aufgrund attraktiverer Renditen in anderen Branchen schwierig.

Der private Wohlstand (Wirtschaftswachstum von real 2 % p.a.) ist relativ hoch und verursacht eine Zunahme von Wohneigentum - vor allem in den Randlagen der Ballungszentren - sowie eine Steigerung der Wohnfläche um 25 %. Komfortaspekte gewinnen deutlich an Bedeutung.

Struktur und Entwicklung der Versorgungsmärkte: Die Struktur der Märkte ist in allen Sektoren durch starke Preisregulierung und scharfen Wettbewerb gekennzeichnet. Nur international tätige Großkonzerne haben die nötige Finanzkraft, um langfristig überleben zu können. Vier bis fünf Großunternehmen beherrschen den deutschen Markt, insbesondere im Sektor Strom. Der Anteil der Stadtwerke oder anderer kleiner Unternehmen am Energiemarkt ist mit 10 % sehr gering. Der Zentralisierungsgrad ist also sehr hoch.

Die Versorgungsunternehmen beziehen zunehmend den TK-Bereich in ihre Aktivitäten ein, um die wachsenden Komfortansprüche ihrer Kunden durch Dienstleistungen, wie Smart-Building, Rundum-Sorglos-Pakete (Marktdurchdringung 20 %) zu befriedigen. Smart-Building-Anwendungen setzen sich auf breiter Front durch (Marktdurchdringung 30 %). Die Einführung eines ausgeprägten Demand-Side-Managements (Marktdurchdringung 15 %) wirkt kostendämpfend, da es hilft, Kapazitäten optimal auszulasten und unnötige Reserven zu vermeiden. Die Endnachfrage nach Strom und Gas steigt gegenüber heute mäßig an, denn angebots- und nachfrageseitige Effizienzgewinne reichen nicht aus,

³⁷ Die Reihenfolge der Szenarien folgt der jeweiligen Verbreitung von Smart Building Anwendungen. Daher unterscheidet sie sich von der ursprünglichen Reihenfolge der Versorgungsszenarien (A-D).



um den Bedarf nach Strom und Gas auf Grund von Komfortsteigerungen und dem verstärkten Einsatz von gasgefeuerten Stromerzeugungstechnologien vollständig auszugleichen. Der Wasserbedarf ist leicht sinkend.

Technologische Entwicklung: Sowohl bei der Industrie als auch im privaten Bereich steht die Wirtschaftlichkeit im Vordergrund; hierdurch entsteht ein verbreitertes Technologieportfolio, das heimische wirtschaftliche Primärenergieträger in den Vordergrund rückt. Der Primärenergie-Mix zur Stromerzeugung enthält somit große Teile an Kohle (etwa 50 %) und Kernenergie (20 %). Während der Anteil Erneuerbarer Energien (10 %) stagniert, nehmen gasgefeuerte Anlagen bis 2025 von gegenwärtig 9 % auf 17 % zu. Dezentrale Technologien haben aus ökonomischen Gründen oder auf Grund der begrenzten Ausdehnung ihrer Einsatzmöglichkeiten nur einen geringen Anteil. Hervorzuheben bei den dezentralen Technologien ist allerdings die starke Marktdurchdringung von Brennstoffzellenanlagen im Vergleich zur Gegenwart. Auf der Verbraucherseite wird die Entwicklung effizienterer Technologien durch verstärkte Nachfrage vorangetrieben. Die Effizienz der Stromnetze wird in den bestehenden Strukturen verbessert; virtuelle Kraftwerke und aktive Netze sind noch Ausnahmeerscheinungen.

Szenario D „Keine Verdrängung etablierter Strukturen“

Politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen: Die Volkswirtschaft in Deutschland entwickelt sich nur schwach; im Zeitraum von 2004 bis 2025 liegt das durchschnittliche Wachstum bei real 1 % p.a.. Sowohl in der Wirtschaft als auch beim Staat überwiegt das ökonomische Kalkül. Auf Grund der knappen öffentlichen Mittel sinkt das Budget für staatliche Innovationen im Betrachtungszeitraum um real 50 %; nur die am Bedarf des Marktes orientierten Innovationen werden noch gefördert.

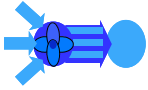
Der Wettbewerb im Versorgungssektor wird nicht sehr stark reguliert, so dass sich oligopolistische Marktstrukturen ausbilden. Durch Druck der so erstarkten Großunternehmen werden ordnungsrechtliche Regulierungsinstrumente zurückgefahren; 2025 finden sich nur noch marktwirtschaftliche Instrumente wie Steuern, Abgaben und gezielte Investitionen. Umwelt- und Gesundheitsziele bleiben moderat. Das Interesse der Bevölkerung an Umwelt- und Klimapolitik ist gering.

Durch die makroökonomischen Verhältnisse entsteht eine Zwei-Klassen-Gesellschaft mit einer schmalen, finanzkräftigen Oberschicht. Deren privater Verbrauch ist konsum- und genussorientiert.

In räumlicher Hinsicht besteht eine Tendenz der Bevölkerung zur Migration in Ballungszentren. Es erfolgt eine Ansiedlung in verdichteten städtischen Strukturen.

Struktur und Entwicklung der Versorgungsmärkte: Hinsichtlich der Infrastrukturen der Märkte überwiegen die Beharrungskräfte. Wegen mangelnder Förderung und Steuerung sind die technischen Fortschritte nur gering, sodass zentrale Versorgungsstrukturen gefestigt werden.

Wegen der schwachen Wirtschaftsentwicklung bleiben Investitionen in neue, effiziente Geräte weitgehend aus. Die Dienstleistungsorientierung ist zwar hoch, die marktbeherrschenden Großunternehmen orientieren sich aber primär am Shareholder Value und entsprechen Kundenwünschen nur bei befriedigenden Umsätzen. Smart-Building-Angebote und Rundum-Sorglos-Pakete finden sich für Bürogebäude und die finanzkräftige Oberschicht. Ihre Marktdurchdringung beträgt jeweils 10 %. Demand-Side-Management kann sich als Dienstleistung bei neuen Haustechnikinstallationen und Versorgungsverträgen in



geringem Maße etablieren. (Über 10 % Marktdurchdringung). Die Nachfrage nach Strom und Gas bleibt konstant, da komfortbezogene Zuwächse bei der „upper class“ durch Kauf von neuen effizienten Endgeräten kompensiert werden. Im Wassersektor sinkt sie trotz Wellness-Anwendungen im Haus der Oberschicht auf Grund des ökonomischen Sparzwangs der breiten Masse.

Technologische Entwicklung: Hinsichtlich des Kraftwerksparks steht die Wirtschaftlichkeit im Vordergrund. Kohle dominiert mit 52 % weiterhin die Stromerzeugung; Kernenergie wird auch 2025 noch erheblich genutzt (20 %). Der Einsatz von Erdgas nimmt auf 17 % zu. Der Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung stagniert bei 10 %, da nur wirtschaftliche Technologien eingesetzt werden (Offshore-Windenergie; Biomasse-KWK). Dezentrale Technologien haben auf Grund der geringen Erweiterungsmöglichkeiten ihres Einsatzpotenzials sowie aus ökonomischen Gründen nur einen geringen Anteil. Auf Seiten der Verbraucher werden konservative Lösungen bevorzugt; entsprechend schwach ist die Verbreitung dezentraler Anlagen, die zudem nur selten zu virtuellen Kraftwerken vernetzt sind. Im Sektor Wasser ist die Dezentralisierung stärker fortgeschritten; hier treten bei konventioneller Technik in Ballungsgebieten Versorgungsprobleme auf.

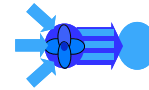
Szenario B “Konservativ-ökologischer Entwicklungspfad“

Politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen: Auf Grund unübersehbarer Verschlechterungen der Umweltbedingungen betreibt der Staat aktiv den Schutz von Klima und Umwelt. Die vorgegebenen Umwelt- und Gesundheitsziele bleiben allerdings moderat. Politisches Ziel ist die Beschleunigung der technologischen Entwicklung im Hinblick auf Klima und Umwelt, um eine effizientere Energiebereitstellung und eine Senkung des Verbrauchs zu erreichen. Dementsprechend wird das staatliche Budget für Innovationen im Energie- und Versorgungsbereich zwischen 2004 und 2025 um real 50 % ausgeweitet. Regulatorisch flankiert wird dies durch eine Mischung aus Ordnungsrecht und marktwirtschaftlich-wettbewerbsrechtlichen Instrumenten, vornehmlich zur Stärkung der Effizienzoffensive der Unternehmen.

Diese staatlich gesetzten Rahmenbedingungen fallen zusammen mit einer nur durchschnittlichen Entwicklung der Wirtschaft (Wirtschaftswachstum von real 1,5 % p.a.). Dennoch steht der Versorgungsbranche ausreichend Kapital zur Verfügung, da innovative Technologien Wachstum versprechen.

Die Randlagen von Ballungsgebieten gewinnen an Attraktivität gegenüber ländlichen Gebieten. Die Zahl der Ein-Personen-Haushalte nimmt zu, ebenso die Wohnfläche pro Kopf. Hieraus resultiert eine verstärkte Nachfrage nach Endgeräten und Versorgungsleistungen, verbunden mit Wünschen nach Komfort.

Struktur und Entwicklung der Versorgungsmärkte: Die starke Regulierung, insbesondere in Form des Wettbewerbsrechts, führt zu einer ausgeprägten Dekonzentration des Marktes. Großkonzerne erhalten Konkurrenz durch ausländische und durch mittelgroße inländische Firmen. Eine starke Dienstleistungsorientierung von Unternehmen wird zum Wettbewerbsfaktor. Man versucht, den Kundenwünschen nach Komfort zu entsprechen. Ein Strukturumbau der Versorgungsmärkte ist jedoch auf die Ballungsgebiete beschränkt. Neue Dienstleistungen wie Rundum-Sorglos-Pakete, Smart-Building werden noch wenig nachgefragt (Marktdurchdringung jeweils 5 %). Außerdem wird begonnen, die Vorteile des Demand-Side-Managements zu nutzen (Marktdurchdringung 10 %). Die Endnachfrage nach Strom, Gas und Wasser insgesamt bleibt etwa auf dem heutigen Wert; der Grund



liegt in starken Effizienzsteigerungen auf der Angebots- und Nachfrageseite, die komfort-bezogene Steigerungen des Strom-, Gas- und Wasserverbrauchs kompensieren.

Technologische Entwicklung: Im Bereich der Energiebereitstellung kommen die Förder- und Steuerungsmaßnahmen insbesondere einer Effizienzsteigerung bei zentralen Technologien zugute. Dies gilt sowohl für konventionelle Anlagen als auch für solche auf der Basis erneuerbarer Energien. Dabei wird Gas (Anteil am Energiemix 45 %) auf Kosten von Kohle (24 % Anteil) zum zentralen Pfeiler der Energieversorgung. Durch Großanlagen (Windparks, PV-Parks) steigt der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromproduktion um das gut dreifache auf 30 %. Hierin drückt sich der hohe Stellenwert des Klima- und Umweltschutzes aus.

Auch auf der Nachfrageseite ist eine Effizienzsteigerung zu verzeichnen, die durch Innovationen erzielt wird. Die dezentralen und integrativen Varianten der Technologien können ihren Marktanteil nur moderat ausweiten, da sie nicht in größerem Umfang wirtschaftlich erschließbar sind. Zudem finden sich innovative TK-Dienste, die eine Voraussetzung für derartige Technologien sind, lediglich in Ballungsräumen.

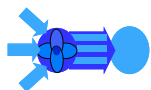
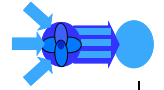


Tabelle 6.1: Eckdaten der Versorgungsszenarien

	Szenario A	Szenario B	Szenario C	Szenario D
Marktdurchdringung SB-Anwendungen	30% (insbesondere komfort- und effizienzorientiert); bei Neubauten und Sanierungen zunehmend Standard; Anbieter sind Versorgungsunternehmen und andere Dienstleister	5%; in Haushalten eher selten, wenn bevorzugt solche, die unmittelbaren Nutzen oder Prestigege Gewinn bringen	30%, bei Neubauten und Sanierungen zunehmend Standard, Anbieter zum Teil Versorgungsunternehmen	10%; vor allem Bürogebäude, Industrie / Gewerbe (Anlagensteuerung) und Oberschicht
Anteil Dezentrale an der Stromversorgung	22,5%	14%	8,5%	~ 7%
Anteil Mikro-KWK an der Stromversorgung (Verbrennung, Stirling, BZ)	2,5% (bzw. 1 Mio Anlagen)	1%	0,5%	irrelevant
Schätzung Anteil Mikro-KWK bei den Haushalten	~ 6% der Gebäude (Annahme: 1 Anlage pro Gebäude) ³⁸	~ 2,5% der Gebäude	~ 1,2% der Gebäude	irrelevant
Anteil Mini-KWK an der Stromversorgung (Motoren, Mikrogasturbinen, BZ)	5%	3%	3%	2%
Anteil regenerative Dezentrale an der Stromversorgung	15%	10%	5%	5%
Marktdurchdringung DSM	20%, dabei auch Lastabwurf; besonders stark im gewerblichen Bereich, wird aber z. um Teil auch bei Haushalten eingesetzt	10%	15%	etwas über 10%
Aktive Netze / virtuelle Kraftwerke	erfolgt, incl. Einbindung Mikro-KWK und Wasseraufbereitung (Biogasanlagen); Umbau der Netze in Richtung Verteilungsfunktion; intelligente Steuerung soll Exportmärkte generieren	nur vereinzelt	Ausnahmeerscheinung, Pilotprojekte	findet nicht statt

³⁸ 17,1 Mio Wohngebäude und 38,9 Mio Wohneinheiten (Hegner 2004).



Marktdurchdringung Anlagengencontracting	30%, DL allg. angeboten durch VU, facility manager, Kooperationen mit Handwerkern	5%	30%	10%, v.a. Industrie
Marktdurchdringung Rundum-sorglos-Pakete	15%	5%	20%	10%
Siedlungs- und Gebäudestruktur	Hoher Anteil Neubauten, Einfamilien- und Reihenhäuser in ländlichen Gebieten. Hohe Bedeutung ökologisches Bauen bei Neubauten und Sanierungen	Migration in die Randlagen der Ballungszentren	Migration in die Randlagen der Ballungszentren	Konzentration der Bevölkerung in den Ballungszentren
Verbrauch von Strom, Gas, Wasser	Rückgang um mehr als 5%.	Konstanz der Nachfragemenge	Konstanz der Nachfragemenge	Konstanz der Nachfragemenge
Kosten Strom, Gas, Wasser (Durchschnittliche Entwicklung über den gesamten Zeitraum)	Endverbraucherpreisentwicklung: Preiserhöhungen für Strom und Gas nominal 1%, Wasser 2%, TK 0,5% incl. Abgaben und Steuern; stärkere Gewichtung des Verbrauchsanteils	Endverbraucherpreisentwicklung: Preiserhöhungen für Strom und Gas nominal 1,5%, Wasser 3%, TK 1% incl. Abgaben und Steuern; stärkere Gewichtung des Verbrauchsanteils	Endverbraucherpreisentwicklung: Preiserhöhungen für Strom und Gas nominal 1,5%, Wasser 3%, TK 1% incl. Abgaben und Steuern	Endverbraucherpreisentwicklung: Preiserhöhungen für Strom und Gas nominal 2,5%, Wasser 4%, TK 1,5% incl. Abgaben und Steuern
Innovationspolitik	Starke Innovations- (und Umweltpolitik), Innovationsnetzwerke, Lernexperimente werden unterstützt, u.a. für Effizienz-anwendungen im Gebäudebereich.	hohe Budgets zur Innovationsförderung	Innovationsnetzwerke und Anwendungsexperimente werden staatlich unterstützt.	geringe Budgets zur Innovationsförderung
Kapitalbedingungen	Günstige Finanzierungsbedingungen.	gute Finanzierungsbedingungen	schlechte Finanzierungsbedingungen	gute Finanzierungsbedingungen
Wirtschaftswachstum	2%	1,5%	2%	1%



6.2 Smart Building Szenarien

Die Smart Building Szenarien unterscheiden sich hinsichtlich der sozio-technischen Gestaltung von Smart Building, des Verbreitungsgrades, der das Innovationsfeld dominierenden Akteurskonstellationen und der Rollenmodelle. In einem ersten Schritt werden jeweils die wesentlichen Charakteristika aufgezeigt sowie Entwicklungen, die innerhalb des Innovationsfeldes die Entwicklung beeinflusst haben. Im zweiten Schritt werden für jedes Szenario die jeweiligen Entwicklungen in angrenzenden Innovationsfeldern, in relevanten Regimen und auf der Landschaftsebene beleuchtet, die auf die Entwicklung Einfluss genommen haben. Alle den Makroszenarien entnommenen Eckdaten sind kursiv hervorgehoben.

6.2.1 Szenario A: „Smart Building ist Teil der Versorgung“

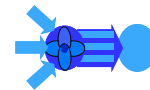
Smart Building 2025

Szenario A zeichnet sich durch die Verbindung eines hohen Anteils an vernetzten Gebäuden, in welchen Smart Building Anwendungen eingesetzt werden, mit einem vergleichsweise hohen Anteil dezentraler Erzeugungstechnologien³⁹ in den Versorgungssektoren aus. 30% der Gebäude sind mit Smart Building Anwendungen ausgestattet. Smart-Building umfasst vielfältige Anwendungen wie Steuerung der Unterhaltungselektronik, Beleuchtung, Jalousien, Haushaltsgeräte, Heizung und Klimatechnik, Fernwartung und Abwesenheitsmanagement, Sicherheitsanwendungen (Alarm- und Schließfunktionen) Gebäudemanagement und Energie- oder Wasserverbrauchsanalysen. Eine relativ hohe Bedeutung haben effizienz- und komfortorientierte Anwendungen.

Bei Neubauten und Sanierungen ist eine **Ausstattung mit Bussystemen zunehmend Standard**. Gebäude und Wohnungen, welche für unbekannte oder wechselnde Bewohner bzw. Nutzer errichtet werden (z.B. Mietwohnungen, Eigentumswohnungen, Reihenhäusern, Bürogebäude) werden für gewöhnlich mit einer Grundausstattung ausgerüstet. Dazu gehört erstens eine Basisausstattung mit einem Bussystem, zweitens eine so genannte passive Vernetzung in Form von Leerrohren und drittens einige Basisdienste. Im einfachen Wohnbau sind dies z.B. elektronische Schließanlagen und einfache Jalousien- und Beleuchtungssteuerungen. Im gehobenen Bereich sind weitere Ausstattungsmerkmale üblich, z.B. höhenverstellbare Sanitäreinrichtungen und elektronische, steuerbare Armaturen. Die Zusatzkosten in der Bau- bzw. Sanierungsphase bleiben so begrenzt. Die späteren Nutzer haben die Möglichkeit, die Anwendungen flexibel und nach ihren Vorstellungen zu gestalten und die Anlagen können wechselnden Nutzern und Nutzungszwecken angepasst werden (Baukastenmodell).⁴⁰ Letzteres ist insbesondere im gewerblichen Bereich wichtig. Mit der Einführung von – teilweise fernbetriebenden - Mikro-KWK und Lastmanagement in einigen Zweckgebäuden und Haushalten, kommen auch das vermietetbasierte und das gemischte Servicemodell zur Anwendung, allerdings nur in der Minderheit der Haushalte. In Zweckgebäuden gewinnen Contracting und gemischte Dienstleistungsmodelle zunehmend an Bedeutung. **Eine Grundausstattung mit Smart Building gilt in ähnlicher**

³⁹ 22,5% der Stromerzeugung wird in dezentralen Anlagen gewonnen; ein kleiner Anteil - 2,5% der Stromerzeugung - davon durch Anlagen auf Haushaltsebene. Dies entspricht ca. 1 Million Anlagen; d.h. etwa 3-9% der Haushalte sind an solche Anlagen angeschlossen.

⁴⁰ So sind z.B. einzelne Komponenten wie Schalter oder Präsenzmelder über Funk mit einem Accesspoint verbunden und können so flexibel dort angebracht werden, wo sie gerade gebraucht werden, ohne dass ein Installateur hinzugezogen werden muss.



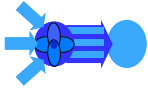
Weise wie netzgebundene Versorgungsleistungen heute als Teil der erwarteten Infrastrukturausstattung eines (modern ausgestatteten) Gebäudes. Dies manifestiert sich in der **Wahrnehmung der Menschen**, aber auch in der **institutionellen Rahmung**, z.B. wird die Ausstattung mit Elementen der Gebäudevernetzung in standardisierten Bewertungsverfahren eines Gebäudes bzw. einer Wohnung, z.B. Mietspiegel oder Gebäudeschätzung, berücksichtigt.

Im Wohnbau haben große Wohnbaugenossenschaften und Fertighaushersteller eine treibende Rolle übernommen. Sie erfüllten eine wichtige Funktion als Mittler zwischen den Anbietern von intelligenter Gebäudetechnik, Installateuren und den Nutzern, da sie relativ umfängliche Experimentierfelder zur Erfahrungsgewinnung boten. Erfahrungen, die nicht allein die Technologien, sondern gerade auch Nutzerpräferenzen, Nutzerpraktiken und geeignete Betreibermodelle betreffen.

In vielen mit komplexen Smart Building Funktionen ausgestatteten Bürogebäuden gab es zunächst Probleme bezüglich der **Abstimmung mit Nutzerbedürfnissen und Nutzungsweisen**. Problemfelder waren insbesondere die Balance zwischen effizienzorientierter Regelung und Möglichkeiten der Nutzereingriffe, der Ausgleich zwischen unterschiedlichen Nutzerbedürfnissen oder die Abstimmung zwischen erwarteten und tatsächlichen Nutzerverhalten.⁴¹ Ferner wurde mit verschiedenen Formen der Nutzerunterstützung experimentiert. Die Probleme konnten allerdings sukzessive überwunden werden, indem sie nach der Installation der Systeme erhoben und in der weiteren Entwicklung wurden. Dies erfolgte teilweise über einen längeren Zeitraum, so dass auch die Ergebnisse von Lern- und Aneignungsprozessen bei den Nutzern berücksichtigt werden konnten. Über die Zeit haben sich bei den Nutzern Nutzungspraktiken und Nutzungswissen etabliert.

*Der hohe Vernetzungsgrad der Gebäude und der hohe Anteil an dezentralen Erzeugungstechnologien ermöglichen bzw. befördern eine Entwicklung hin zu einer **Verkopplung der Steuerung von Erzeugung und Verbrauch im Stromsektor**. Zum einen erfolgt teilweise eine an den Erzeugungskapazitäten orientierte Steuerung des Verbrauchs über **Demand Side Management (DSM)**. Dazu gehören zum einen informationsorientierte Angebote wie Verbrauchsanalysen, die auf der Basis von fernauslesbaren Zählern erstellt werden. Zum anderen umfasst Demand Side Management auch Lastmanagement. Dies erfolgt z.T. indem Versorgungsunternehmen differenzierte Tarife anbieten und über eine direkte Kommunikation zwischen Versorgungs- und Verbrauchseinheiten Tarifinformationen automatisch ausgewertet werden. D.h. die Gerätenutzer machen gewisse Vorgaben, wie die Geräte auf bestimmte Tarifinformationen hin reagieren sollen. Es werden vor allem Geräte eingebunden, deren Nutzung nicht besonders zeitkritisch ist, z.B. Waschmaschinen, oder Geräte und Anlagen, die einen Speichereffekt aufweisen, z.B. Heizungs-, Lüftungs-, und Klimaanlage, Kühlschränke und Tiefkühlgeräte. 20% der Gebäude sind in Demand Side Management einbezogen; der Schwerpunkt liegt dabei im gewerblichen Bereich, aber auch ein Teil der Haushalte ist eingebunden. Bei Gebäuden und Gebäudekomplexen, die über dezentrale Erzeugungstechnologien verfügen, findet häufig eine interne Laststeuerung statt. Eine externe Laststeuerung durch die Versorgungsunternehmen, welche nicht auf die lokale Optimierung, sondern die Netzebene zielt, wird von einigen Versorgungsunternehmen angeboten.*

⁴¹ Z.B. wenn Nutzer nicht wie vorgesehen abschaltbare und Geräte mit Dauerbetrieb wie vorgesehen an zwei getrennte Stromkreisläufe anschließen



Kontextentwicklungen

Abbildung 6.1 gibt zunächst einen Überblick über die wesentlichen Entwicklungen im zeitlichen Verlauf, bevor diese im Einzelnen erläutert werden.

Abbildung 6.1: Kontextentwicklungen Szenario A „Smart Building ist Teil der Versorgung“

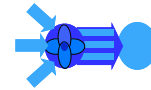


Wechselwirkung von demographischer Entwicklung, Siedlungsstruktur und ökonomischer Entwicklung erzeugt günstige Bedingungen für Innovationen in der Gebäudeinstallation

Deutschlandweit geht die Bevölkerung geringfügig um 1,5% zurück. Der Bevölkerungsrückgang verteilt sich regional sehr unterschiedlich. Besonders stark ist dieser in Ostdeutschland und in einigen wirtschaftlich benachteiligten Regionen Westdeutschlands. Weiterhin findet eine **Migration aus den Ballungszentren der Städte in ländlichere Regionen** statt.

Den Anstoß dazu geben die in einigen Ballungszentren zunächst stetig gestiegenen Grundstücks- und Immobilienpreise. In benachteiligten Regionen insbesondere Ostdeutschlands findet hingegen ein Schrumpfungsprozess statt, der mit einer **Migration der Bevölkerung in strukturstarke Regionen** einhergeht. Es besteht eine große Nachfrage nach Eigenheimen, die nicht zuletzt durch die *deutschlandweit relativ günstige ökonomische Entwicklung* ermöglicht wird. Die Nachfrage bezieht sich zum großen Teil auf günstige Gebäude, welche in einem **steigenden Anteil an Fertighäusern und industriell teilgefertigten Massivhäusern** resultiert.⁴² Ferner gewinnt **Telearbeit** an Bedeutung, so dass immer

⁴² Der Anteil an Fertighäusern an den neu gebauten Ein- und Zweifamilienhäusern liegt derzeit bei 13,5% (http://www.immowelt.de/bauen/fertighaeuser/Fh_KS_MS.asp, 12.4.05).



mehr Mitarbeiter teilweise oder ganz von zu Hause aus arbeiten. Eine größere Entfernung zum Arbeitsort wird daher von vielen in Kauf genommen.

Damit ist einerseits eine **rege Bautätigkeit** in einigen ländlichen Gebieten verbunden, welche durch die insgesamt günstigen ökonomischen Bedingungen ermöglicht wird. Die Integration einer Basisausstattung für intelligente Gebäudevernetzung bei Neubauten wird dabei weitgehend zum Standard. Zugleich finden Elemente **ökologischen Bauens** sowohl bei Eigenheimen wie bei Sanierungen zunehmend Verbreitung. Dazu gehört z.T. die **Einbindung dezentraler Erzeugungsanlagen** in die Versorgungskonzepte. Zunächst handelt es sich dabei v.a. um Anlagen auf Quartiersebene, während später auch sog. **Mikro-KWK** auf Haushaltsebene eingesetzt werden. Dabei gewinnen brennstoffzellenbasierte Anlagen gegenüber solchen, welche mit Verbrennungsmotoren arbeiten, zunehmend Bedeutung. Der Einbau dezentraler Anlagen wird **staatlich gefördert**.

Auf der anderen Seite **entspannt sich der Wohnungsmarkt in den Städten wieder. In den strukturstarken Regionen bemüht sich daher die Wohnungswirtschaft, ihre Gebäude aufzuwerten.** Dazu gehört eine Ausstattung mit moderner Gebäudevernetzungstechnik und einigen Basisdiensten. Auch effiziente Hausanlagen haben sich, wenn auch langsam, zu einem verkaufs- bzw. vermietungsförderlichen Merkmal entwickelt. Der **Energiepass für Gebäude** (s.u.) dient dabei als ein Bewertungskriterium. Auch hier werden im Zuge von Sanierungsmaßnahmen und Neubauten dezentrale Anlagen in die Versorgungskonzepte eingebunden. Die benachteiligten Regionen sind hingegen überwiegend durch den Rückbau geprägt. Investitionen in die Aufwertung von Gebäuden durch Gebäudevernetzung werden sehr viel zurückhaltender getätigt.

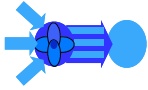
Der Anteil der Bevölkerung über 60 Jahre steigt bis 2025 auf ein Drittel. Ein Teil dieser Gruppe ist relativ gut situiert. Zunächst in Form von eher pilotförmigen Projekten werden zunehmend speziell auf Senioren ausgelegte Wohnungen angeboten. Zudem unterstützen die Sozialversicherungen unter bestimmten Bedingungen die Einrichtung basaler Dienste (Notrufsysteme) oder unterstützen den Umzug in seniorengerechte Wohnungen, wenn dieser die (teurere) Unterbringung in einer Pflegeeinrichtung ersetzen bzw. hinauszögern kann. Die Erwartung eines solchen gesellschaftlichen Nutzens mobilisierte in den ersten Jahren auch die Bereitschaft, Pilotprojekte in diesem Bereich zu fördern.

Gebäuderegime: Energiepass unterstützt Energieeffizienz, eine gewerkeübergreifende Planung setzt sich durch und Fernwartungs- und Contractingdienstleistungen unterstützen effizienzorientierte Smart Building Anwendungen

Gemäß einer EU-Direktive muss beim Verkauf, der Neuvermietung und der Errichtung eines Gebäudes ab 2006 ein Energiepass erstellt werden, der die Energieeffizienz des Gebäudes bzw. der Wohnung beurteilt und gegebenenfalls Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz empfiehlt.⁴³ Innerhalb einiger Jahre sind Energiepässe zu einem bekannten Instrument geworden. Die **steigenden Energiepreise** verbunden mit einem hohen Aufmerksamkeitsniveau für Effizienzmaßnahmen führen dazu, dass Energieeffizienz und damit **niedrige Betriebs- bzw. Mietnebenkosten zu einem Wettbewerbsvorteil beim Verkauf und bei der Vermietung von Gebäuden** geworden sind. Während im Wohnbau in den ersten Jahren das Augenmerk vor allem auf Maßnahmen an der Gebäudehülle und bei den Heizanlagen (Kessel, Verteilsysteme) liegt, **werden nach 2015, als die zweite Welle an Energiepässen ausgestellt wird⁴⁴, auch stärker Maßnahmen auf der Basis**

⁴³ Damit ist kein Umsetzungszwang verbunden. In öffentlichen Gebäuden mit einer Nutzfläche von mindestens 1000 qm ist ein solcher Energiepass öffentlich sichtbar anzubringen.

⁴⁴ Ein Energiepass hat maximal 10 Jahre Gültigkeit.



von Regelungstechnik berücksichtigt (z.B. Empfehlungen, im Falle des Vorhandenseins von Bussystemen die damit verbundenen Effizienzpotentiale wie Einzelraumregelung umzusetzen, sofern dies noch nicht geschehen ist). Bei Zweckbauten wird Regelungstechnik schon früher berücksichtigt.

Bis 2025 werden ca. 40% des Gebäudebestandes saniert. Dies ist zum einen eine Folge der Baualtersstruktur⁴⁵ und zum anderen werden die Anforderungen an die Energieeffizienz der Gebäude und der Hausanlagen verschärft⁴⁶, woraus sich ein zusätzlicher Ersatzbedarf ergibt.

Der Energiepass unterstützt somit zunehmend die Verbreitung von effizienzorientierten Smart-Building Anwendungen, sowohl im Zweckbau als auch im Wohnbau.

Eine integrierte, d.h. **gewerkeübergreifende Planung** ist in vielen Bereichen des Bausektors, wenn auch langsam, übliche Praxis geworden. Dies ist zum Teil ein Ergebnis der **gestiegenen Bedeutung großer Bauunternehmungen (Generalunternehmer) und Fertighausherstellern** (s.o.), die gewissermaßen zentral die Koordination der verschiedenen Gewerke, insbesondere von Elektrik, Heizung, Lüftung und Klima, Wasser und Sanitäranlagen, leisten. Des Weiteren kooperieren aber auch zunehmend kleinere Betriebe mit komplementären Kompetenzen und es bilden sich übergreifende **Berufsbilder** heraus sowie Installationsbetriebe, die ihre Leistungen von vornherein gewerkeübergreifend anbieten.⁴⁷ Mit dieser Entwicklung sind auch Veränderungen des **institutionellen Rahmens** verbunden, z.B. restrukturieren sich die Verbände und Normierungsgremien im Installationsgewerbe. Ferner werden in der Planung und Ausschreibung von Bauleistungen zunehmend Standards, Normen und Ausschreibungstools angewandt, die einer vernetzten Gebäudetechnik angepasst sind.⁴⁸ Schließlich wird die Ausstattung mit Elementen der Gebäudevernetzung, z.B. Grundausstattung, gehobene Ausstattung, in standardisierten Bewertungsverfahren eines Gebäudes bzw. einer Wohnung, z.B. Mietspiegel oder Gebäudeschätzung, berücksichtigt.

Die gestiegenen Anforderungen an die Energieeffizienz der Gebäude haben auch zur Folge, dass entsprechende Fachleute wie Energieplaner verstärkt frühzeitig in Bau- und Sanierungsmaßnahmen eingebunden werden. **Gewerkeübergreifende Planung und eine Entwicklung hin zu einer steigenden Bedeutung von Energieeffizienzmaßnahmen haben sich somit in ihrer Entwicklung gegenseitig begünstigt.**

Bei Zweckbauten und zum Teil auch bei größeren Wohnungsverwaltungen wird zunehmend ein **umfassendes Facility Management** betrieben. Energiemanagement hat im Zuge zunächst gestiegener Energiekosten und **gestiegener regulatorischer Anforderungen an die Energieeffizienz der Gebäude** (s.o.) eine wichtige Bedeutung im Rahmen des Facility Management erhalten.

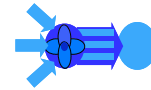
*Versorgungsunternehmen, insbesondere Stadtwerke, aber auch andere Anbieter bieten vielfältige **Dienstleistungen** zur **Fernwartung**, zum Betrieb und zur Finanzierung von effizienten energie- bzw. wasserverbrauchenden Anlagen und dezentralen energieerzeugenden und abwasseraufbereitenden Anlagen an.*

⁴⁵ Gebäude der 50-70er Jahre durchlaufen den ersten Sanierungszyklus, Vorkriegsbauten den zweiten Sanierungszyklus. Daraus ergibt sich ein Sanierungsbedarf zwischen 2000 und 2020 von bis zu 50% (Dena 2005).

⁴⁶ Die EU-Direktive zur Energieeffizienz von Gebäuden fordert eine Überprüfung der Anforderungen mindestens alle 5 Jahre.

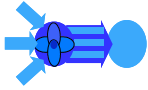
⁴⁷ Ein Ansatz in diese Richtung ist z.B. der Fachbetrieb für Gebäudetechnik in Deutschland oder der *home installer* in den USA.

⁴⁸ Vgl. Staub (2001a).



Die Versorgungsunternehmen sind, ausgehend von der Fernwartung⁴⁹ der eigenen Anlagen und Netze (Strom, Gas, Wasser und Abwasser), welche mit erheblichen Investitionen verbunden war, dazu übergegangen, ihre Dienste auch für andere Versorgungsunternehmen sowie Anlagen und Liegenschaften unterschiedlichster Art anzubieten. Die primäre Motivation der Kunden, ihre Anlagen von externen Dienstleistern fernwarten und betreiben zu lassen, ist in den meisten Fällen die Reduktion von Personalkosten. Darüber lassen sich sehr viel größere und schnellere Einsparungen erreichen als über die Reduktion von Energiekosten. Das intensiviert Monitoring der Anlagen und die automatisierte Auswertung von Betriebsdaten ermöglichen aber zugleich die **Aufdeckung von Optimierungspotentialen** beim Energieverbrauch durch einen verbesserten Betrieb der Anlagen, welche in Folge **steigender Energiekosten** auch zunehmend umgesetzt werden. Auch die Aufmerksamkeit für Möglichkeiten zur Optimierung durch den **Ersatz von Anlagen** ist dadurch gestiegen. Ein weiterer Nutzen ist, dass über die Wartung bzw. den Betrieb einer größeren Anzahl von Gebäuden und Liegenschaften **bessere Vergleichsmaßstäbe** gewonnen werden können. Weiterhin hat dies zu einer Professionalisierung des Betriebs der Anlagen geführt. **Viele Anbieter von Fernwartungsdiensten haben sich daher auch im Bereich optimales Ressourcen-, insbesondere Energiemanagement spezifische Kompetenzen angeeignet und bieten ihren Kunden entsprechende Beratungsleistungen an.** Häufig wird dies mit dem Angebot von **Contractingmaßnahmen** verknüpft. **Die zunehmende Anzahl von Anlagen, welche im Contractingmodell betrieben werden, befördert ihrerseits den Trend zur Fernwartung** von Anlagen, da es für Contractor, insbesondere wenn sie selbst Fernwartungsdienste anbieten, effizienter ist, die Anlagen mittels einer Telekommunikationsanbindung anstatt konventionell zu warten. Ein wichtiger Kundenkreis für Contractingmaßnahmen sind zunächst die Kommunen, welche Anlagen in Gebäuden und Liegenschaften auf diese Weise finanzieren lassen, um so teure Investitionen zu vermeiden oder laufende Kosten für Personal und Betrieb zu verringern. Aber auch viele Unternehmen sind dem Trend zum Outsourcing von Aktivitäten jenseits des Kerngeschäfts gefolgt. Im Zuge der Erneuerung von Anlagen werden gerade im Bereich größerer Gebäude, z.B. Bürogebäude, Gewerbe und Industrie sowie kommunale Liegenschaften, häufig **lokale Erzeugungsanlagen** in das Konzept eingebunden. Beides wird von staatlicher Seite unter bestimmten Bedingungen durch Fördermaßnahmen bezuschusst. Durch die sukzessive Verschärfung der Vorgaben und Grenzwerte für Anlagen angepasst an den jeweiligen Stand der Technik wird zudem Druck in Richtung der Erneuerung von Anlagen ausgeübt. Häufig wird im Zuge dieser Erneuerungsmassnahmen auch eine moderne Gebäudevernetzung installiert. **Contracting fördert somit indirekt die Verbreitung von Smart Building.**

⁴⁹ Fernwartung als sozio-technische Nische impliziert strukturelle Veränderungen innerhalb des Elektrizitätsregimes in mehrfacher Hinsicht. In technologischer Hinsicht ist dies vor allem die informationstechnische Vernetzung. Diese Vernetzung stellt eine die Sektoren Strom, Gas und (Ab)Wasser übergreifende Kopplung dar. Diese technische Kopplung ist zudem von einer organisatorischen Kopplung in Form der Integration zuvor sektoral aufgeteilter Netzbetriebsabteilungen begleitet. Des Weiteren ist damit eine Verschiebung der Qualifikationsstrukturen des Wartungspersonals verbunden. Die Treiber dieser Nischenentwicklung liegen auf allen drei Ebenen. Auf der Ebene der Nische liegt das Ziel, getätigte Investitionen zu amortisieren. Auf der Ebene der Versorgungsregime ist das Bestreben, ein Wachstumspotential in Form von Dienstleistungen für Versorgungsunternehmen zu erschließen und seitens der Landschaftsebene wird die Entwicklung z.B. durch den Kostendruck bei Kommunen unterstützt.



Transformation des Stromregimes infolge interner Spannungen schafft *window of opportunity* für Kleinstkraftwerke und Demand Side Management

Das bisherige Stromregime gerät erzeugungsseitig unter Druck. Der hohe **Ersatzbedarf bei den Kraftwerken** und die Entscheidung, aus der Kernkraft auszusteigen sowie den Anteil der Kohle massiv zu reduzieren, erzeugt einen **erheblichen Druck, in alternative Erzeugungstechnologien zu investieren**. Diesem Druck wird durch eine Doppelstrategie begegnet. Zum einen wird verschärft in zentrale Gaskraftwerke investiert, welche effizient eine Grundlastabdeckung gewährleisten und zugleich flexibel auf Bedarfsschwankungen reagieren können. Zum anderen besteht ein hohes Interesse, die erheblichen Investitionen, welche mit der Installation solcher Großkraftwerke verbunden sind, möglichst zu begrenzen. Im Zuge der **Dekonzentration der Versorgungsunternehmen** geht die Bedeutung der Großunternehmen, welche zu solchen Investitionen in der Lage sind, zurück⁵⁰ und der Umfang der erforderlichen Investitionen bei insgesamt unsicheren, langfristigen Entwicklungen in der Stromwirtschaft stellt auch für diese eine erhebliche Belastung dar. Die Verknappung der Erzeugungskapazitäten durch den Wegfall alter Kraftwerke und der hohe Investitionsbedarf führen zu einer **Steigerung der Strompreise**. Versorgungsunternehmen unterstützen daher **Effizienzmaßnahmen** (u.a. Demand Side Management), um die zu ersetzenden Kapazitäten zu begrenzen, und auch die Installation von kleineren, **dezentralen Anlagen** wird vorangetrieben, welche zum Teil auf regenerativen Energiequellen basieren. Regenerative Energien erhalten zudem eine gesonderte Förderung. Dezentrale Erzeugungsanlagen stellen zunächst ein Nischenphänomen dar, werden jedoch zunehmend in die sich verändernden Regimestrukturen (s.o.) integriert.⁵¹ Netzseitig stellt sich die Entwicklung folgendermaßen dar.⁵² Mit den zurückgehenden Erzeugungskapazitäten der Großkraftwerke steigt die Bereitschaft der Großversorger und Netzbetreiber, die Einspeisung durch kleinere Erzeugungsanlagen zu ermöglichen. Auf der Netzebene bilden sich in Folge hoher Netznutzungsentgelte zunehmend so genannte Areal- oder Objektnetze heraus, d.h. **lokale Netze** mit eigenem Betreiber und nur einem Anschlusspunkt an das öffentliche Netz. Sie ermöglichen einigen Verbrauchern, die über eine günstige Verbrauchsstruktur verfügen, ihre Netzkosten zu senken. Die Ausweitung von Arealnetzen führt dazu, dass die Auslastung im Netz der allgemeinen Versorgung sinkt und die spezifischen Kosten ansteigen. Dies hat zur Folge, dass für weitere Verbraucher die Eigenerzeugung zur attraktiven Alternative wird. Im Bereich der lokalen Netze und auf der Ebene von Kleinsterzeugern wird **Demand Side Management somit zunehmend ein wichtiges Element**, um einen günstigen Betrieb zu ermöglichen und um die Stabilität der Netze zu gewährleisten. Gerade auch die Betreiber lokaler Netze unterstützen diese Entwicklung.

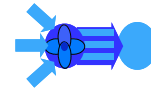
Komplementäre Innovationen: Demand Side Management, Fernwartung, Mikro-KWK und Smart Building unterstützen sich wechselseitig

Das Monitoring, die Steuerung der lokalen Erzeugungsanlagen und die Umsetzung eines Teils der Effizienzmaßnahmen erfordern allerdings eine Vernetzung der Erzeugungsanlagen mit den Verbrauchsanlagen bzw. eine Vernetzung auf Gebäudeebene. **Die Installation einer solchen Vernetzung im Zuge der Umsetzung effizienter Energiekonzepte**, evtl. unter Einbeziehung lokaler Erzeugungsanlagen, auf der Ebene von Gebäuden, Liegenschaften oder in Betrieben **stellt einen vergleichsweise geringen Kostenfaktor dar**.

⁵⁰ IMV-Szenario: Hintergrund: starke Markt-/Wettbewerbsregulierung, neue Akteure

⁵¹ Dezentrale Anlagen verlassen das Nischenstadium, sobald sich die Netzstrukturen und der Netzbetrieb dem zunehmenden Anteil dezentral erzeugten Stromes angepasst werden.

⁵² Vgl. Voß & Bauknecht 2006.



Die Umsetzung solcher umfassender Energiekonzepte erfolgt zumeist im Zuge von Neubauten und Sanierungen oder wenn alte Anlagen ersetzt werden müssen. **Erfolgt eine solche Ausstattung mit einer intelligenten Gebäudevernetzung so wird diese zumeist nicht allein für das Ressourcenmanagement, sondern auch für weitere Anwendungen eingesetzt.** Dezentralisierung und Effizienzmaßnahmen befördern also ihrerseits eine zunehmende Ausstattung der Gebäude mit intelligenter Vernetzungstechnik.

6.2.2 Szenario C: „Smart Building ist Standard“

Smart Building 2025

*Szenario C weist ebenfalls einen hohen Anteil an vernetzten Gebäuden auf. Wie in Szenario A sind 30% der Gebäude mit Smart Building Anwendungen ausgestattet. Auch hier ist Smart Building zu einem Bestandteil dessen geworden, was für ein modern ausgestattetes Zweckgebäude oder eine Wohnung nicht als selbstverständlich, aber doch als normal gilt. Das Anwendungsspektrum ähnelt demjenigen von Szenario A, allerdings ist **Energiemanagement und generell die Steuerung von Hausanlagen und –geräten weniger bedeutsam.** Dies ist einerseits auf unterschiedliche Rahmenbedingungen zurückzuführen (s.u.), zum anderen eine Folge der Entwicklungen innerhalb des Innovationsfeldes. Im Wohnbau wurde Smart Building vor allem von **Akteuren aus den Unterhaltungs-, Multimedia-, Telekom- und Softwarebranchen** vorangetrieben, die den Fokus zunächst primär auf **Unterhaltungs- und Kommunikationsanwendungen** gelegt haben. Dies prägte das **gesellschaftliche Bild von Smart Building** und führte dazu, dass **Lerneffekte** bei Anbietern und Nutzern vor allem in diesem Bereich gewonnen wurden. **Smart Building gilt nicht unbedingt als ein Bestandteil der Gebäudeinfrastruktur, sondern eher als Teil der bewohnerspezifischen Ausstattung.** Im Mietwohnungsbau wird Smart Building daher nur teilweise von den Gebäudeeignern angeboten; häufig werden funkbasierte Systeme eingesetzt. Bei Neubau und Sanierung von Einfamilienhäusern ist eine Basisausstattung für intelligente Gebäudevernetzung hingegen weitgehend Standard. Im Zweckbau verläuft die Entwicklung ähnlich wie in Szenario A. Facility Manager unterstützen Smart Building allerdings nur zum Teil wegen der damit verbundenen Energiesparmöglichkeiten. Ein wichtiges Argument ist die damit gewonnene Flexibilität in der Nutzung der Gebäude.*

Der Anteil dezentraler Technologien ist im Vergleich zu Szenario A relativ gering; der Anteil an Mikro-KWK liegt bei ca. 1% der Haushalte. Eine steuerungstechnische Verknüpfung dezentraler Anlagen zu virtuellen Kraftwerken findet nur im Rahmen von Pilotprojekten statt. DSM wird teilweise durchgeführt, wenn auch in etwas geringerem Maße als in Szenario A. Lastmanagement spielt im Wohnbau keine Rolle, hier werden vor allem Verbrauchsanalysen und differenzierte Tarife angeboten.

Kontextentwicklungen

Abbildung 6.2 gibt wiederum einen Überblick über die wesentlichen Entwicklungen im zeitlichen Verlauf, bevor diese im einzelnen erläutert werden.

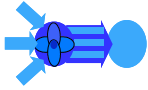
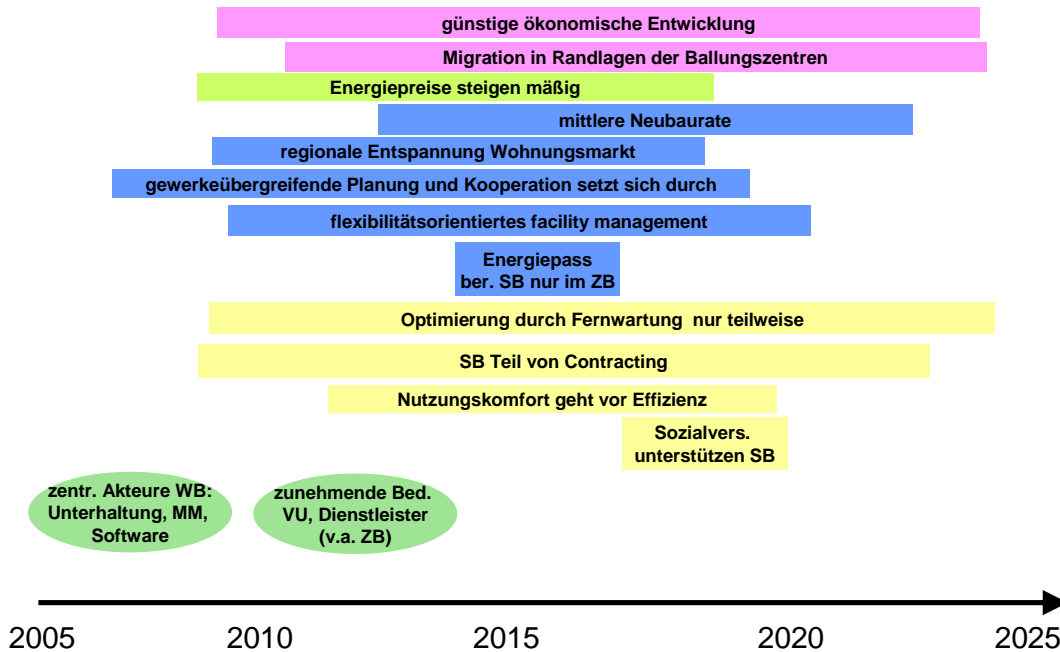


Abbildung 6.2: Kontextentwicklungen Szenario C „Smart Building ist Standard“

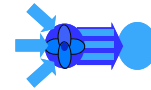


Wechselwirkung von demographischer Entwicklung, Siedlungsstruktur und ökonomischer Entwicklung erzeugt günstige Bedingungen für Innovationen in der Gebäudeinstallation

Die Entwicklung verläuft in den Grundzügen ähnlich wie in Szenario A (*leichter Bevölkerungsrückgang* und regionale Migrationsbewegungen, *günstige ökonomische Bedingungen*). Im Unterschied zu Szenario A *verdichtet sich die Bevölkerung vor allem in den Randlagen der Ballungszentren* und nicht in den ländlichen Regionen. Daraus ergibt sich eine mittlere Bautätigkeit und eine relativ hohe Sanierungsrate in einigen Regionen, welche durch die insgesamt günstigen ökonomischen Bedingungen ermöglicht wird. **Mehrfamilienhäuser** werden in größerem Umfang gebaut als in Szenario A. Elemente ökologischen Bauens sind allerdings auf einen begrenzten Markt, z.B. in Form spezieller Wohnsiedlungen, beschränkt. Dort werden auch verstärkt dezentrale Erzeugungstechnologien eingesetzt.

Gebäuderegime: Energiepass unterstützt Energieeffizienz nur wenig, eine gewerkeübergreifende Planung setzt sich durch und Fernwartungs- und Contractingdienstleistungen unterstützen vernetzungsbasiertes Energiemanagement – jedoch schwächer als in Szenario A

Innerhalb einiger Jahre sind Energiepässe zu einem bekannten Instrument geworden. Angesichts der im Vergleich zu Szenario A **gemäßiger ansteigenden Energiepreise** und des **geringeren Wettbewerbdruks auf dem Wohnungs- und Immobilienmarkt** (s.o.) werden Maßnahmenempfehlungen zur Steigerung der Energieeffizienz allerdings in etwas geringerem Maße umgesetzt als in Szenario A. Wie in Szenario A werden nach 2015, als die zweite Welle an Energiepässen ausgestellt wird, zum Teil auch Maßnahmen auf der Basis von Regelungstechnik berücksichtigt. Allerdings gilt dies nur für Zweckgebäude. In



Wohnbauten gilt Smart Building nicht als Teil des Gebäudes, sondern der Wohnung. Bis 2025 werden ca. 30% des Gebäudebestandes saniert. Dies ist vor allem eine Folge der Baualtersstruktur; die Anforderungen an die Energieeffizienz der Gebäude und der Hausanlagen werden nur mäßig verschärft. Der Energiepass unterstützt somit zunehmend die Verbreitung von effizienzorientierten Smart-Building Anwendungen, jedoch in geringerem Maße als in Szenario A.

Die Entwicklung hin zu gewerkeübergreifender Planung und Betrieb verläuft ähnlich wie in Szenario A.

Die Versorgungsunternehmen engagieren sich stark im Dienstleistungsbereich und bieten Fernwartungsleistungen, Facility Management und das Contracting von Anlagen an. Grundsätzlich ergeben sich dieselben positiven Nebeneffekte für die Aufdeckung von Optimierungspotentialen der Anlagen und eine Professionalisierung des Betriebs der Anlagen. Angesichts der im Vergleich zu Szenario A weniger stark gestiegenen Energiepreise und des gemäßigten regulatorischen Drucks zum Ersatz älterer Anlagen **dient Fernwartung jedoch vor allem der Ermittlung von Funktionsstörungen**; komplexe Verbrauchsanalysen sind weniger bedeutsam und ein Ersatz alter gegen neuer effizienterer Anlagen lohnt sich seltener als in Szenario A.

Schwache Wechselwirkung zwischen Stromregime und Gebäuderegime aufgrund Oligopolisierung der Versorgungsunternehmen und geringer Dezentralisierung der Stromerzeugung

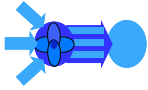
Die Erzeugungsstrukturen verändern sich nur geringfügig. *Der hohe Ersatzbedarf bei den Kraftwerken wird überwiegend durch zentrale Kraftwerke gedeckt und der Energiemix verändert sich nur wenig.* Die großen Versorgungsunternehmen können ihren Marktanteil ausweiten und verfügen über das notwendige Kapital, in neue Großkraftwerke zu investieren. Die oligopolistische Marktstruktur ermöglicht zudem eine relativ hohe Planungssicherheit. Kleinere Akteure haben nicht zuletzt aufgrund der insgesamt ungünstigen Finanzierungsbedingungen im Versorgungssektor Schwierigkeiten, das notwendige Kapital auch für kleinere Anlagen zu beschaffen. Die hohen Investitionen in neue Kraftwerkskapazitäten führen zwischenzeitlich zu einer moderaten Steigerung der Strompreise.⁵³ Lokale Netze spielen keine bedeutende Rolle.

Allerdings besteht auch bei den großen Versorgungsunternehmen ein Interesse daran, Investitionen zu begrenzen. Demand Side Management wird daher in einem gewissen Rahmen, abhängig von den relativen Kosten zum Einkauf von Regelenergie, gefördert. Effizienzmaßnahmen und die Installation von kleineren, dezentralen Anlagen werden ebenfalls unterstützt, allerdings nur im Sinne einer Ergänzung der bestehenden Regime-/Erzeugungsstrukturen. Mikro-KWK auf der Haushaltsebene spielen noch keine bedeutende Rolle.

Komplementäre Innovationen: geringe Wechselwirkungen von Fernwartung, Mikro-KWK, Demand Side Management und Smart Building

Da Fernwartung in weitaus geringerem Maße als in Szenario A zur effizienteren Energienutzung eingesetzt wird und Mikro-KWK sowie lokale Netze nur eine marginale Bedeutung haben, wird die Entwicklung von Smart Building hierdurch nur schwach beeinflusst.

⁵³ Es kommt jedoch nicht zu einer vergleichbaren Verknappung der Kapazitäten wie in Szenario A, wo eine Umstrukturierung der Erzeugungsstrukturen erfolgt. Die wegfallenden Kapazitäten können rechtzeitig ersetzt werden.



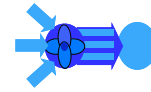
6.2.3 Szenario D: „Smart Building ist Statussymbol“

Smart Building 2025

In Szenario D sind nur 10% der Gebäude vernetzt. Dies sind vor allem Zweckgebäude und Wohnungen und Häuser der finanzkräftigen Oberschicht. Bei Letzteren sind umfassend ausgestattete Wohnungen und Häuser, die eine breite Palette von Funktionen umfassen, üblich, bei Neubau und Sanierung sogar die Regel. Das Anwendungsspektrum konzentriert sich auf die komfortorientierte Steuerung der Haustechnik, z.B. Beleuchtungs- und Jalousiensteuerung, ferner spielen auch Anwendungen im Sanitärbereich wie berührungslose Armaturen, programmierbare Badewannen, höhenverstellbare Sanitäranlagen oder die Wasseraufbereitung für Schwimmbäder eine bedeutende Rolle. Ein weiteres wichtiges Anwendungsfeld sind Sicherheitsfunktionen und Abwesenheitsmanagement und schließlich auch der Unterhaltungs- und Multimediabereich. Smart Building ist hier somit zu einem selbstverständlichen Teil der Gebäudeinfrastruktur geworden. Allerdings nicht unbedingt im Sinne einer standardisierten Ausstattung. Zwar werden auch viele standardisierte Pakete angeboten, insbesondere bei Eigentumswohnungen und bei Häusern und Wohnungen im mittleren Segment. Wer es sich leisten kann, bevorzugt aber nicht selten eine individuelle Ausgestaltung. Eine solche individuelle Gestaltung wird vorwiegend von kleineren, spezialisierten Installationsbetrieben angeboten. Große Bauunternehmungen und Fertighaushersteller bieten hingegen zumeist standardisierte Pakete an.

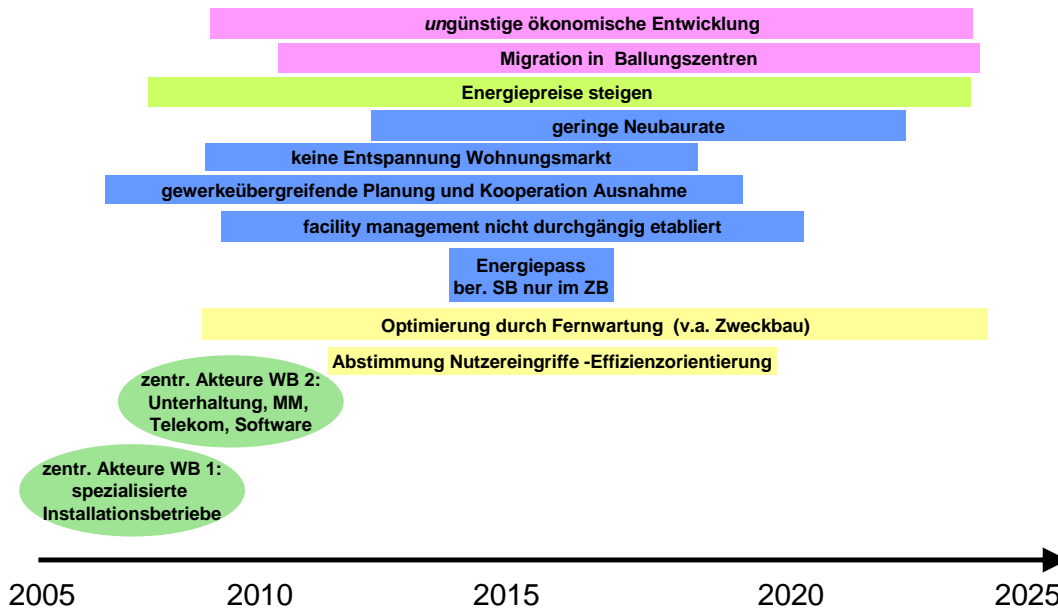
Für die breite Kundenschicht im Wohnbau ist Smart Building hingegen keinesfalls ein selbstverständlicher Bestandteil der Gebäudeinfrastruktur. Hier ist zum einen die Verbreitung erheblich geringer, zum anderen folgte hier die Entwicklung einem anderen Pfad als im gehobenen Segment. Smart Building steht hier vor allem für vernetzte Unterhaltungs- und Multimediaanwendungen. Zum einen haben Vermieter im Allgemeinen kein Interesse daran, ihre Wohnungen durch vernetzte Haustechnik aufzuwerten (s.u.), zum anderen wurde dieser Markt vor allem von Anbietern aus dem Unterhaltungs-, Multimedia-, Telekom- und Softwarebereich erschlossen. Das Smart Building Feld hat sich somit in zwei Bereiche differenziert, die durch jeweils spezifische Anwendungsspektren, Anbieterstrukturen und Kundensegmente gekennzeichnet sind.

Der Anteil von Mikro-KWK auf Haushaltsebene ist irrelevant. Lastmanagement wird teilweise im gewerblichen Bereich durchgeführt. Im Wohnbau spielt es hingegen keine Rolle, hier werden vor allem differenzierte Tarife angeboten. Dienstleistungen zur Wartung, zum Betrieb und zur Finanzierung von Anlagen werden deutlich seltener angeboten als in Szenario A und C.



Kontextentwicklungen

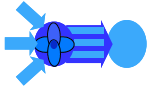
Abbildung 6.3: Kontextentwicklungen Szenario D „Smart Building ist Statussymbol“



Wechselwirkung von demographischer Entwicklung, Siedlungsstruktur und ökonomischer Entwicklung erzeugt *ungünstige* Bedingungen für Innovationen in der Gebäudeinstallation

Die ökonomische Gesamtentwicklung verläuft *ungünstig* und die Bevölkerung konzentriert sich in den Ballungszentren. Die regionale ökonomische Entwicklung verläuft allerdings vergleichbar Szenario A und C und führt somit ebenfalls zu einer Abwanderung der Bevölkerung aus strukturell benachteiligten Regionen. In Regionen mit Bevölkerungszuwachs werden angesichts der *ungünstigen* wirtschaftlichen Gesamtlage weniger Neubauten erstellt als in den Szenarien A und C und es werden zu einem größeren Anteil günstige Mehrfamilienhäuser gebaut. In den Ballungszentren entspannt sich der Wohnungsmarkt somit kaum. Das Interesse der Vermieter, ihre Wohnungen über Smart Building Funktionen aufzuwerten, ist daher eher gering. Ferner zeigen breite Bevölkerungsteile wenig Bereitschaft, einen Aufpreis für eine gehobene Ausstattung zu entrichten. In den übrigen Gebieten ist der Wohnungsmarkt zwar entspannt, aber über lange Zeiten vor allem durch Rückbau und eine geringe Kaufkraft geprägt.

Auch in diesem Szenario kommt es aufgrund der demographischen Entwicklung zu einer starken Ausweitung der älteren Bevölkerung. Der Anteil kaufkräftiger Personen, welche bereit und in der Lage sind, die zunächst höheren Kosten für mit Smart Building Anwendungen ausgestattete Wohnungen zu übernehmen, ist jedoch kleiner als in den vorhergehenden Szenarien. Die Sozialversicherungen stehen unter massivem Sparzwang und unterstützen die Einrichtung solcher Dienste nicht. Der Anteil vernetzter Seniorenwohnungen steigt somit nur langsam.



Gebäuderegime: Energiepass unterstützt Smart Building nur im Zweckbau, eine gewerkeübergreifende Planung bleibt die Ausnahme und effizienzorientierte Fernwartungs- und Contractingdienstleistungen werden nur in geringem Umfang durchgeführt

Die Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden und Anlagen bleiben auf dem heutigen Niveau. Angesichts der zudem ungünstigen ökonomischen Entwicklung liegt die Sanierungsrate bei 20%. Der Energiepass wirkt allein im Zweckbau unterstützend auf die Verbreitung effizienzorientierter Regelungstechnik. Im Wohnbau wird die Gebäudevernetzung, sofern vorhanden, nicht als Teil des Gebäudes gewertet. Es dominieren unterhaltungsorientierte Anwendungen und die Anlagen befinden sich im Mietwohnungsbau auch häufig im Besitz der Mieter. Der Energiepass unterstützt somit die Verbreitung von effizienzorientierten Smart Building Anwendungen im Zweckbau wenig, im Wohnbau kaum.

Die Restrukturierung im Gebäudesektor in Richtung gewerkeübergreifende Planung und Kooperation kommt nur schleppend voran.

Versorgungsunternehmen bieten zwar verstärkt Dienstleistungen an, jedoch nicht im selben Maße wie in den Szenarien A und C. Die großen Versorger expandieren v.a. in den Kerngeschäften durch Übernahmeaktivitäten und weniger, indem sie neue Dienstleistungsmärkte erschließen. Die Kundensegmente bei Dienstleistungen liegen v.a. im gewerblichen Bereich.

Auch Fernwartungsleistungen werden in geringerem Maße und vor allem im gewerblichen Bereich durchgeführt. *Gestiegene Energiepreise* bewirken allerdings, dass insbesondere im industriellen Bereich verstärkt Effizienzsteigerungspotentiale ausgeschöpft werden; das optimale Verhältnis von Investition in Effizienzmaßnahmen und dem dadurch erschlossenen Einsparpotential liegt in etwa wie in Szenario A.

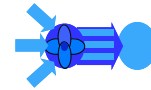
Ein umfassendes Facility Management hat in den Unternehmen nicht den gleichen Stellenwert gewonnen wie in Szenario A und C. Insbesondere liegt hier das Augenmerk nicht so sehr auf effizienzorientierten Smart Building Anwendungen, sondern vor allem auf diversen anderen Aspekten des Gebäudemanagements. Energieeffizienzmaßnahmen werden stärker durch andere Maßnahmen umgesetzt. Damit entwickeln versorgungsbezogene Dienstleistungen insgesamt eine geringere Treiberwirkung für Gebäudevernetzung als in den Szenarien A und C.

Schwache Wechselwirkung zwischen Stromregime und Gebäuderegime aufgrund Oligopolisierung der Versorgungsunternehmen und geringer Dezentralisierung der Stromerzeugung

Die Entwicklung verläuft weitgehend wie in Szenario C. Der Anteil an Mikro-KWK auf der Haushaltsebene ist irrelevant und damit noch geringer als in Szenario C.

Komplementäre Innovationen: geringe Wechselwirkungen von Fernwartung, Mikro-KWK, Demand Side Management und Smart Building

Die Entwicklung verläuft wie in Szenario C.



6.2.4 Szenario B: „Effizienzorientierte Nische“

Smart Building 2025

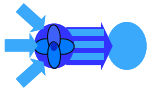
Smart Building ist insgesamt nur wenig verbreitet (5% der Gebäude). Im Wohnbau kann von einer Marktnische gesprochen werden, im Zweckbau ist der Anteil zwar erheblich höher, von einer flächendeckenden Verbreitung kann jedoch nicht gesprochen werden.

Unterschiedliche Akteure (Unterhaltungs-, Multimedia-, Telekom-, Softwarebranche, Wohnungsbaugenossenschaften, Fertighaushersteller) haben versucht, Smart Building voranzubringen. Das größte Interesse findet Smart Building im Eigenheimbereich, wo es insbesondere bei Neubau und Sanierung zunehmend umgesetzt wird. Dort ist eine kabelbasierte Vernetzung die Regel.

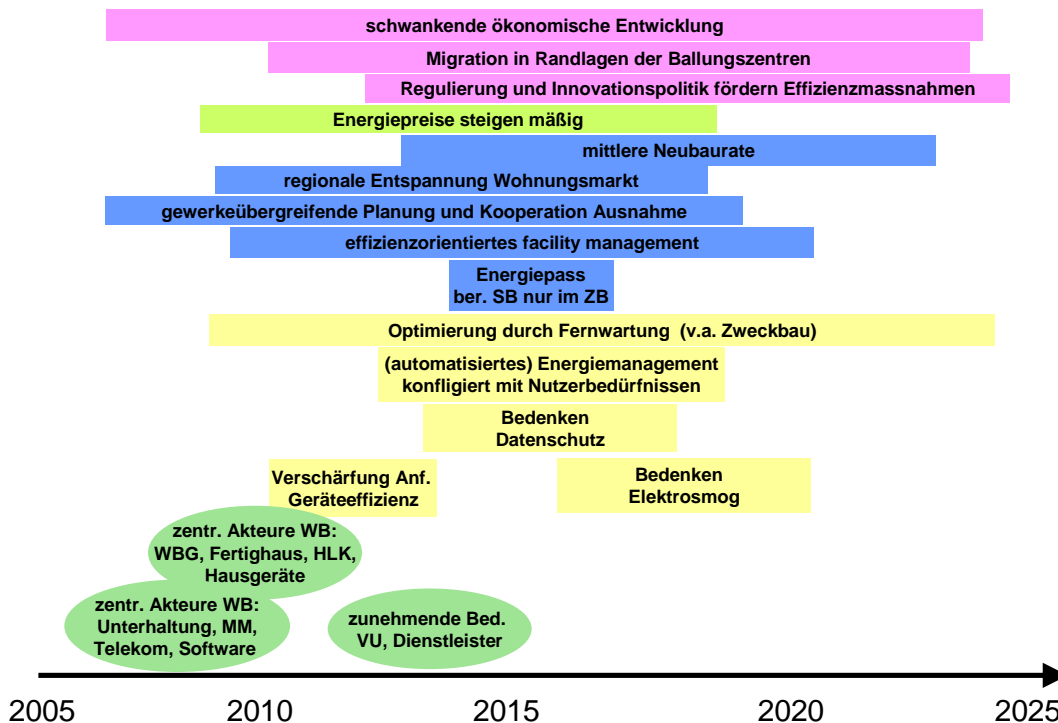
Gesundheitsbezogene Aspekte beeinflussen die Akzeptanz von (Versorgungs)Produkten stark. In der Folge gesellschaftlicher Debatten um Elektrosmog durch Mobilfunkantennen entstehen bei vielen potentiellen Nutzern auch Bedenken gegenüber möglichen negativen Einflüssen durch funkbasierte Smart Building Systeme. Dies steht einer zügigen Verbreitung im Gebäudebestand entgegen. Zudem haben einige Wohnungsbaugenossenschaften ihr Engagement wieder reduziert, nachdem ein Teil der Mieter in Folge von rechtlichen Auseinandersetzungen um die Erhebung und Verwendung von Nutzungsdaten vernetzten Wohnungen kritisch gegenüber steht. Eine sichere Wertsteigerung der Wohnungen kann daher über Smart Building nicht generiert werden.

In Bürogebäuden werden die Systeme häufig primär an Effizienz Gesichtspunkten orientiert und weitreichend automatisiert. Dies führte bei vielen Nutzern zu Unzufriedenheiten, da sie sich zu stark in ihrer Entscheidungsfreiheit eingeschränkt sehen. Zudem wird das Potential zur flexiblen Anpassung an wechselnde Nutzerbedürfnisse bei einigen Gebäuden nicht ausgenutzt, teils weil dies bei der Installation nicht hinreichend berücksichtigt wurde, teils weil das Betriebspersonal nicht entsprechend geschult und organisiert ist, um dies über die Betriebsphase hinweg zu gewährleisten. Smart Building wird daher nur eingeschränkt als Komfortgewinn wahrgenommen. Es wird von vielen als ein Teil der Gebäudeinfrastruktur wahrgenommen, der basale Funktionen erfüllt (effizienter Betrieb) und entsprechend in der Aufmerksamkeit spezialisierten Personals liegen sollte. Im privaten Bereich verzichten viele lieber darauf.

Der Anteil an dezentralen Anlagen liegt zwar höher als in Szenario C und D (2,5% der Haushalte sind an Mikro-KWK angeschlossen). Eine steuerungstechnische Verknüpfung derselben findet jedoch nur vereinzelt statt. Demand Side Management wird teilweise durchgeführt; Lastmanagement spielt im Wohnbau allerdings keine Rolle, hier werden vor allem Verbrauchsanalysen und differenzierte Tarife angeboten.



Kontextentwicklungen

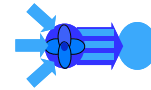


Wechselwirkung von demographischer Entwicklung, Siedlungsstruktur und ökonomischer Entwicklung erzeugt moderate Bedingungen für Innovationen in der Gebäudeinstallation

Die demographische Entwicklung und die Entwicklung der Siedlungsstruktur (Migration in die Randlagen der Ballungszentren) verläuft wie in Szenario C. Die ökonomische Entwicklung unterliegt deutlichen Schwankungen und ist mit 1,5% Wachstum im Durchschnitt moderat. Die regionalökonomische Entwicklung verläuft ähnlich wie in den anderen Szenarien. Die Neubautätigkeit konzentriert sich auf Mehrfamilienhäuser und Einfamilienhäuser in den Randlagen der Ballungszentren. Angesichts der oben beschriebenen Bedenken gegenüber Funknetzen sowie des in die Kritik geratenen Vorgehens einiger Vermieter im Umgang mit Nutzungsdaten, wird in Mehrfamilienhäusern das damit verbundene Potential zur Ausrüstung mit Smart Building Anwendungen nur unzureichend ausgenutzt.

Gebäuderegime: Energiepass unterstützt Smart Building nur im Zweckbau, gewerkebergreifende Planung setzt sich zunehmend durch und effizienzorientierte Fernwartungs- und Contractingdienstleistungen werden nur in geringem Umfang durchgeführt

Regulierung und Innovationspolitik unterstützen Maßnahmen zur Effizienzsteigerung auf Produktions- und auf Nachfrageseite. Die Regularien zur Energieeffizienz von Gebäuden und Anlagen stellen daher steigende Anforderungen an die Gebäude und Anlagen. Der Energiepass stellt dabei ein wichtiges Instrument dar. Im Zweckbau erhält dabei auch Energiemanagement im Rahmen von Smart Building größere Aufmerksamkeit. Im Wohn-



bau werden hingegen vor allem Maßnahmen an der Gebäudehülle oder der Heizkessel berücksichtigt, da Bussysteme nur wenig verbreitet sind und eine Installation allein aus Effizienzgründen nicht rentabel ist. Bis 2025 werden ca. 30% des Gebäudebestandes saniert. Die Wirtschaftsentwicklung ist zwar weniger günstig als in Szenario A und C; die Anforderungen an die Energieeffizienz der Gebäude und der Hausanlagen werden allerdings deutlich verschärft, woraus sich ein zusätzlicher Ersatzbedarf ergibt. Der Energiepass unterstützt somit die Verbreitung von effizienzorientierten Smart-Building Anwendungen vor allem im Zweckbau. Eine gewerkeübergreifende Planung und Kooperation setzt sich zunehmend durch. *Die Versorgungsunternehmen und einige andere Anbieter bieten zwar teilweise Dienstleistungen wie Contracting oder Facility Management an; die Verbreitung ist insgesamt jedoch relativ gering* und die Kundensegmente liegen fast ausschließlich im gewerblichen Bereich. Der energieeffiziente Betrieb von Gebäuden nimmt allerdings eine wichtige Stellung innerhalb des Facility Management ein. Versorgungsbezogene Dienstleistungen entwickeln somit keine nennenswerte Treiberwirkung für Smart-Building Technologien.

Schwache Wechselwirkung zwischen Stromregime und Gebäuderegime aufgrund geringer Dezentralisierung der Stromerzeugung

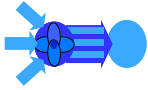
Das Stromregime ist weiterhin durch überwiegend zentrale Erzeugungsstrukturen geprägt. Die Anzahl dezentraler Anlagen ist nicht groß genug, um eine Destabilisierung der Netze zu verursachen. Insofern geht von diesen keine bedeutende Treiberwirkung für die Gebäudevernetzung aus.

Komplementäre Innovationen: Smart Building unterstützt Demand Side Management

Versorgungsunternehmen bieten ihren Kunden zunehmend Möglichkeiten des Demand Side Management zur Netzoptimierung an, wobei Lastmanagement vom Umfang her nur bei Zweckgebäuden nennenswert ist. Lokal orientiertes Demand Side Management ist angesichts der geringen Verbreitung dezentraler Erzeugungsanlagen wenig bedeutsam. Private Haushalte sind allerdings in mehrere Pilotprojekte eingebunden. D.h. wo eine Gebäudevernetzung existiert, wird diese zum Teil auch für Demand Side Management eingesetzt. Eine umgekehrte Treiberwirkung von Demand Side Management auf Smart Building besteht jedoch nicht.

7 Schlußfolgerungen

In diesem Bericht haben wir, anknüpfend an neuere Ansätze aus der Innovationsforschung, versucht, die Bandbreite möglicher künftiger Ausprägungen bzw. Variationen von Smart Building auszuloten und wesentliche Einflussfaktoren zu identifizieren, die die Entwicklung von Smart Building beeinflussen können. Der Szenarioanalyse zufolge, kann künftig die technische Basis, die Anwendungsformen, die Betreibermodelle und die gesellschaftliche Wahrnehmung von Smart Building sehr unterschiedlich gestaltet sein. Insbesondere erscheint es durchaus denkbar, dass unterschiedliche Variationen in Technik, Anwendung, Betreibermodellen und gesellschaftlichem Verständnis von Smart Building gleichermaßen erfolgreich im Sinne ihrer Diffusion sein können. Allerdings ist eher nicht damit zu rechnen, dass diese Vielfalt dauerhaft nebeneinander bestehen wird, sondern dass bestimmte Technologien, Anwendungsbündel und Interpretationen dominant werden. Dies

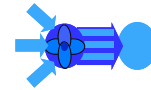


muß nicht die Folge eines weitreichend akzeptierten technischen Standards sein. So konnten wir, indem wir nicht nur technische Aspekte und Anwendungsformen berücksichtigten, sondern auch Betreibermodelle und treibende Akteurskonstellationen, mögliche nicht-technische Pfadabhängigkeiten identifizieren. Während sich unterschiedliche Anwendungsformen aus rein funktionaler Sicht wechselseitig unterstützen mögen, erzeugt die Durchsetzung bestimmter Betreibermodelle, die mit diesen Anwendungen verknüpft sein können, möglicherweise Hindernisse für die Realisierung anderen Anwendungsformen. Welche Variation eher Verbreitung finden wird, hängt sowohl von Prozessen innerhalb des Smart Building Feldes ab, z.B. treibende Akteursgruppen oder der Realisierung von Lernprozessen, als auch von Entwicklungen außerhalb, z.B. im Bausektor, in den Versorgungsstrukturen, der demographischen Entwicklung oder der Siedlungsstruktur.

Die relativ komplexe Analyse verschiedener Szenarien und Pfade eignet sich nur bedingt zur unmittelbaren Ableitung hochgradig konkretisierter Handlungsempfehlungen für einzelne Akteursgruppen. Sie erlaubt es jedoch, auf breiter Ebene Ansatzpunkte zur Entwicklung von Maßnahmen zu identifizieren, die für unterschiedliche Akteursgruppen relevant sind. Im Falle von Smart Building ist insbesondere zu berücksichtigen, dass es aus einer nachhaltigkeitsorientierten Perspektive nicht so sehr darum gehen kann, Smart Building an sich zu fördern, sondern darum, bestimmte Varianten zu fördern bzw. zum Teil auch erst auszuloten, wie bestimmte Varianten unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten einzuschätzen sind. Im Folgenden möchten wir einige Beispiele für solche Ansatzpunkte zur Maßnahmenentwicklung anführen.

Die Akteursanalyse in den Kapiteln 3 und 5 hat gezeigt, dass die Akteure, die im Smart Building Feld zusammentreffen, sehr unterschiedlichen Sektoren und Regimen entstammen, da Smart Building an der Schnittstelle mehrerer und unterschiedlich strukturierten Regime angesiedelt ist. Daher ist zu erwarten – und verschiedene andere Studien haben dies auch schon gezeigt (Peine 2006; Meyer et al. 2001) – dass diese Akteure sehr unterschiedliche Vorstellungen von Smart Building, seinen Einsatzmöglichkeiten und vermutlich auch der Durchführung von Innovationsprozessen selbst haben. Daher sind spezifische Maßnahmen erforderlich, wenn diese Akteure im Innovationsprozess kooperieren sollen, entweder im Rahmen spezifischer Projekte oder wenn das Ziel ist, die Herausbildung eines stabilen und gut funktionierenden Innovationssystems im Smart Building Feld zu unterstützen. Solche Kooperationen heterogener Akteure spielen für alle Pfade von Smart Building und alle Akteurskonstellationen, die in der Analyse identifiziert wurden, eine wichtige Rolle. Darüber hinaus könnte es sinnvoll sein, auch Kooperationen über die erwartbaren Konstellationen bzw. Cluster von Akteuren, wie sie in Kapitel 5 identifiziert wurden, hinaus zu unterstützen, um möglicherweise zu frühe Pfadabhängigkeiten zu vermeiden. Eine gezielte Einbeziehung weiterer Akteursgruppen dürften insbesondere dann sinnvoll sein, wenn bestimmte Akteurskonstellationen die weitere Entwicklung dominieren sollten. Ferner lässt sich aus dieser Analyse auch ableiten, dass in solche Kooperationen intermediäre Akteure wie z.B. Bauträger, Energieexperten, Architekten oder mögliche Dienstleister berücksichtigt werden sollten.

Die Variationsanalyse ergab auch, dass sich Smart Building nicht eindeutig einem bestimmten Typ von Anlagen innerhalb von Gebäuden zuordnen lässt und daher sehr unterschiedliche Betreibermodelle denkbar sind. Um die Realisierbarkeit und die Eignung – sowohl aus Sicht der Anbieter wie der Nutzer – zu prüfen, könnten daher in Smart Building Projekten verschiedene Betreibermodelle getestet werden. Diese sollten zudem in verschiedenen Einsatzfeldern wie Fertighäusern oder Wohnbaugenossenschaften durchgeführt werden. Schließlich sollten auch mögliche Effekte unterschiedlicher Betreibermodelle auf den Energieverbrauch berücksichtigt werden. Inwiefern werden z.B. jeweils Ener-



gieffizienzanwendungen umgesetzt und in welchem Maße wird das Effizienzpotential dann auch tatsächlich ausgenutzt?

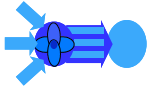
Fast schon offensichtlich ist, dass ein wichtiges Ziel von Smart Building Projekten die Erhebung von Nutzerbedürfnissen sein sollte und dass die Projekte dafür so konzipiert sein müssen, dass die Nutzer dieser neuen Anwendungen diese Bedürfnisse zum Teil auch überhaupt erst entwickeln können. Ergänzend ist hinzuzufügen, dass dabei auch die Vielfalt möglicher Nutzergruppen zu berücksichtigen ist. Dies umfasst nicht nur Nutzer in unterschiedlichen Einsatzfeldern, sondern auch Nutzer, die unterschiedliche „Rollen“ in der Nutzung erfüllen, also neben den eigentlichen Endnutzern auch „intermediäre“ Nutzer, d.h. z.B. Gebäudeeigner und -nutzer, Entscheider und Mitarbeiter in Unternehmen. Ein spezifisches, aber für die nachhaltige Umsetzung von Smart Building zentrales Problemfeld ist die Abstimmung der Smart Building Anwendungen, die hauptsächlich oder zum Teil auf Energieeffizienz zielen, mit den Nutzerbedürfnissen. Wie kann hier eine Balance zwischen den Eingriffsmöglichkeiten der Nutzer und der effizienzorientierten Regelung ermöglicht werden?

Für alle angesprochenen Fragestellungen, ob in Bezug auf Betreibermodelle oder Nutzerbedürfnisse, gilt es neben der Ermöglichung von Lernprozessen im Rahmen von einzelnen Projekten auch Lernprozesse auf breiterer Ebene zu fördern. Es bedarf gesonderter Maßnahmen, um die Erfahrungen, die in verschiedenen Projekten gesammelt werden, auch jenseits des Projektkontextes verfügbar zu machen und in die weitere Umsetzung einfließen zu lassen. Hier können klassische intermediäre Akteure wie z.B. Verbände, eine wichtige Rolle übernehmen. Aber – wie in der Analyse angedeutet – auch Wohnbaugenossenschaften und Fertighaushersteller können eventuell als Mittler zwischen Nutzungskontext und Anbieter Bedeutung erlangen.

Unsere Analyse hat auch gezeigt, dass Entwicklungen im angrenzenden Feldern wie Fernwartung, Facility Management oder Contracting auf das Smart Building Feld und insbesondere Energiemanagement Anwendungen Einfluss nehmen können. Hier wäre jeweils weiter zu klären, wie auf die Realisierung dieses Potentials hingewirkt werden kann.

Die Entwicklungen im Kontext des Innovationsfeldes sind großenteils nur sehr begrenzt beeinflussbar, insbesondere für Akteure des Smart Building Feldes selbst. Dies gilt z.B. für Entwicklungen im Versorgungssektor. Die Analyse gibt aber Hinweise darauf, welche Entwicklungen beobachtet werden sollten und wo es sinnvoll sein könnte, dass z.B. Akteure aus dem Smart Building Feld und aus dem Versorgungssektor gemeinsame Projekte durchführen, insbesondere im Bereich Demand Side Management oder der Einbindung und Steuerung von Mikro-KWK.

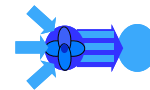
Allgemeiner gesprochen, kann eine solche Szenarioanalyse nicht nur helfen, Ansatzpunkte zur Förderung bestimmter Entwicklungen zu identifizieren, sondern auch als Hintergrund für die Entwicklung von Strategien und Maßnahmen dienen, die entweder robust sind, im Sinne, dass sie unter Voraussetzung aller oder zumindest mehrerer Szenarien erfolgversprechend sind. Dies ist umso wichtiger, da die künftige Entwicklung freilich nur begrenzt beeinflussbar ist. Robust kann aber auch heißen, dafür offen zu sein, je nach Verlauf der weiteren Entwicklung spezifische Maßnahmen zu ergreifen. Wenn z.B. ein Pfad beschritten werden sollte, in dem Unterhaltung, Komfort und Telekommunikation die wichtigsten Anwendungsbereiche sind, und das Mietermodell das dominierende Betreibermodell ist, so wären vermutlich erhebliche Anstrengungen erforderlich, um zugleich auf eine Umsetzung des Effizienzpotentials von Smart Building hinzuwirken. Sollte andererseits die Entwicklung eher in eine Richtung gehen, in der Energiemanagement Anwendungen eine zentrale Rolle spielen und Dienstleistungen wie Contracting zu einem bedeutenden



Betreibermodell werden, so dürfte eher die Abstimmung zwischen Nutzerbedürfnissen und Effizienzkriterien ein Problemfeld darstellen. Das heißt, je nach Pfad, können unterschiedliche Nachhaltigkeitsaspekte virulent werden.

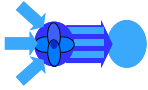
Wie schon in der Methodenbeschreibung angeführt, sind die beschriebenen Szenarien in die Entwicklung von Maßnahmensets durch Experten und Stakeholder aus dem Innovationsfeld eingegangen. Schließlich wurde dasselbe Verfahren für die Innovationsfelder Mikro-KWK und Netzregulierung durchgeführt und mögliche Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmensets bestimmt. Die Ergebnisse sind in Voß et al. (2006) dargestellt.

Die hier präsentierten Szenarien und Pfade sind mit Sicherheit keine vollständige Exploration möglicher Smart Building Entwicklungen. Dies ist einerseits der Methodik geschuldet, in der wir vier auf die Versorgungssektoren fokussierende Szenarien zum Ausgangspunkt genommen haben. Zum anderen ist allerdings auch damit zu rechnen, dass Szenarien grundsätzlich den Erfahrungen mit heutigen Technologien, Betreibermodellen etc. verhaftet sind. Insofern wäre es zu empfehlen, solche Analysen wiederholt durchzuführen. Gleichwohl ist es auch im Rahmen dieser begrenzten Studie gelungen, eine erhebliche Breite an möglichen Entwicklungen aufzuzeigen.

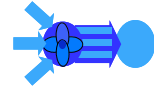


8 Literatur

- Aebischer, B., Huser, A., 2000. Vernetzung im Haushalt - Auswirkungen auf den Stromverbrauch. Bundesamt für Energie, Bern.
- Aldrich, F.K., 2003. Smart Homes: Past, Present and Future. In: R. Harper (Ed.), Inside the Smart Home, Springer, London.
- Balzer, J., Happ, V., 1999. Intelligente Einzelraum-Regelung spart Heizenergiekosten. HLH - Heizung, Lüftung, Klima, Haustechnik 50 (6), 65-67.
- Chappells, H., Klintman, M., Lindèn, A.-L., Shove, E., Spaargaren, G., Van Vliet, B., 2000. Domestic Consumption, Utility Services and the Environment. Final Domus Report. Wageningen, Wageningen University.
- DENA, 2005. Energiepass für Gebäude - Projektinfo. Berlin, Deutsche Energie-Agentur.
- Dudda, C., Thomas, S., 2001. "Functional Services" - Ein Konzept für die ressourceneffiziente Nutzung von Weißer Ware. Nachhaltiger Konsum. Schrader, U. and Hansen, U. Frankfurt/Main, Campus.
- Elzen, B., Geels, F.W., Hofmann, P., Green, K., 2002. Socio-Technical Scenarios as a tool for Transition Policy. Transition to Sustainability through System Innovations, Enschede.
- Geels, F.W., 2002a. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. Research Policy 31, 1257-1274.
- Geels, F.W., 2002b. Understanding Technological Transitions: A critical literature review and a pragmatic conceptual synthesis. Transition to Sustainability through System Innovations, Enschede.
- Geels, F.W., 2005. Technological Transitions and system innovations. A co-evolutionary and socio-technical analysis. Edward Elgar, Cheltenham.
- Harke, W., 2004. Smart Home - Vernetzung von Haustechnik und Kommunikationssystemen im Wohnungsbau. C.F. Müller Verlag, Heidelberg.
- Hegner, H.-D., 2004. Energieausweise für Deutschland - ein neuer Sachstand. Bundesbaublatt (12/04).
- Hofman, P.S., 2003. Embedding 'Radical' Innovations in Society - Background Report to the CondEcol Project based on Experience from the Netherlands. Program for Research and Documentation for a Sustainable Society (ProSus), Centre for Development and the Environment, University of Oslo, Oslo.
- Hoogma, R., 2000. Exploiting Technological Niches. Twente University Press, Enschede.
- Hoogma, R., Kemp, R., Schot, J., Truffer, B., 2002. Experimenting for Sustainable Transport. The approach of Strategic Niche Management. Spon Press, London / New York.
- Jäger, T., Mertens, J., Karger, C., 2004. Szenariobeschreibungen. Projektbericht im Rahmen des BMBF-Projektes "Integrierte Mikrosysteme der Versorgung". Forschungszentrum Jülich, Jülich.
- Jolivet, E., Laredo, P., Shove, E., 2002. Managing breakthrough innovations: the SOC-ROBUST methodology. Ecole de Mines, Paris.
- Karger, C., Jäger, T., Hennings, W., 2006. Chancen und Risiken zukünftiger netzgebundener Versorgung. Projektbericht im Rahmen des BMBF-Projektes "Integrierte Mikrosysteme der Versorgung". Forschungszentrum Jülich, Jülich, unveröffentlichtes Manuskript.



- Kemp, R., Loorbach, D., 2006. Transition management: a reflexive governance approach. In: J.-P. Voß, D. Bauknecht and R. Kemp (Ed.), *Reflexive Governance for Sustainable Development*, Edward Elgar, Cheltenham, pp. 103-130.
- Konrad, K., Voß, J.-P., Truffer, B., Bauknecht, D., 2004. Transformationsprozesse in netzgebundenen Versorgungssystemen - Ein integratives Analysekonzept auf Basis der Theorie technologischer Transitionen. CIRUS / EAWAG und Öko-Institut, Kastanienbaum, Berlin, Freiburg.
- Krimmling, J., Oelschlägel, J., Höschele, V., 2002. Technisches Gebäudemanagement-Instrumente zur Kostensenkung in Unternehmen und Behörden. Expert Verlag, Renningen.
- Markard, J., 2006. Innovationssystemanalyse stationäre Brennstoffzellentechnologie - Fallstudie im Rahmen des BmBF-Projektes Integrierte Mikrosysteme der Versorgung. EAWAG, Kastanienbaum.
- Meyer, S., Schulze, E., Helten, F., Fischer, B., 2001. Vernetztes Wohnen - Die Informatisierung des Alltagslebens. Edition Sigma, Berlin.
- Nävy, J., 2003 (1998). Facility Management - Grundlagen, Computerunterstützung, Systemeinführung, Anwendungsbeispiele. Springer, Berlin/Heidelberg.
- Peine, A., 2006. Innovation und Paradigma – Epistemische Stile in Innovationsprozessen. transcript-Verlag, Bielefeld.
- Pinch, T.J., Bijker, W.E., 1987. The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other. In: W. E. Bijker, T. P. Hughes and T. J. Pinch (Ed.), *The Social Construction of Technological Systems*, MIT Press, Cambridge, pp. 17-50.
- Rip, A., Kemp, R., 1998. Technological Change. In: S. Rayner and E. L. Malone (Ed.), *Human choice and climate change - Resources and technology. 2*, Battelle Press, Columbus, pp. 327-399.
- Rohracher, H., Ornetzeder, M., 2002. Intelligent and Green? Nutzer-zentrierte Szenarien für den Einsatz von I&K-Technologien in Wohngebäuden unter dem Gesichtspunkt ihrer Umwelt- und Sozialverträglichkeit. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie: Berichte aus Energie- und Umweltforschung 26/02, Wien.
- Schot, J., 1998. The Usefulness of Evolutionary Models for Explaining Innovation - The Case of the Netherlands in the 19th Century. *History and Technology* 14, 173-200.
- Staub, R., 2001a. Standards für die Planung. *Gebäudetechnik* 01 (1), 46-49.
- Staub, R., 2001b. Süba-Online-Haus in Deutschland. *Elektrotechnik* (5), 75-77.
- Staub, R., 2003. Zum Luxus gehört auch EIB. *Gebäudetechnik* (3), 51-53.
- Voß, J.-P., Bauknecht, D. 2006. Regulierung der gemeinsamen Netznutzung in Versorgungssektoren - Analyse des Prozesses in den Sektoren für Telekommunikation, Elektrizität, Gas und Wasser in Deutschland, Öko-Institut, Berlin und Freiburg.
- Voß, J.-P., Bauknecht, D., Konrad, K., Markard, J., Timpe, C., Truffer, B., 2006a. Gestaltungsstrategien für die Transformation der netzgebundenen Versorgung - ausgearbeitet für die Innovationsfelder Mikro-KWK, Smart Building und Netzregulierung, Öko-Institut, Berlin, download at www.mikrosysteme.org.
- Voß, J.-P., Truffer, B., Konrad, K., 2005. Sustainability Foresight für Versorgungssysteme. In: J. Meyerhoff and J. Nill (Ed.), *Jahrbuch Ökologische Ökonomik 4 - Innovationen und Nachhaltigkeit*, Metropolis, Marburg, pp. 175-200.
- Voß, J.-P., Truffer, B., Konrad, K., 2006b. Sustainability foresight: reflexive governance in the transformation of utility systems. In: J.-P. Voß, D. Bauknecht and R. Kemp (Ed.), *Reflexive Governance for Sustainable Development*, Edgar Elgar, Cheltenham.



- Wambsganß, M., Froehlich, S., 2004. Abschlußbericht: Enerkenn - Energiekennwerte und Gebäudeanalysen für neun Verwaltungsgebäude der Deutsche Bahn AG - Geschäftsbereich Netz. Universität Karlsruhe - Fakultät für Architektur, Karlsruhe.
- Weber, L., 2002. Energie in Bürogebäuden - Verbrauch und energierelevante Entscheidungen. Zürich, vdf Hochschulverlag.