

4.3.7 Ausgewählte Möglichkeiten der Steuerungs- und Regelungstechnik als Bausteine einer nachhaltigen Energiewirtschaft

(1) Ziel ist es aufzuzeigen, inwieweit ausgewählte Technologien – und deren Systemintegration – Ansatzpunkte für eine nachhaltige Energiewirtschaft liefern können. Im Bereich der Steuerungs- und Regelungstechnik ergeben sich durch Innovationen Möglichkeiten, neue Systemverbunde herzustellen, die hohe Effizienzpotenziale aufweisen und den Einsatz erneuerbarer Energien verstärken werden. Dieses trifft insbesondere auf die Bereiche „Gebäudeintelligenz“ und „Virtuelle Kraftwerke“ zu, die nachfolgend beschrieben werden.

(2) Grundsätzlich geht es in diesem Kapitel darum, die Energieeffizienzpotenziale darzustellen, nicht um zusätzliche IuK-Dienstleistungen, die sich jedoch zwangsläufig entwickeln werden.

1.1.1.1 4.3.7.1 Gebäudeintelligenz / Intelligentes Haus

(3) Im Bereich der Bürogebäude und Zweckbauten ist die Gebäudeintelligenz bereits mehr oder weniger Standard. Dies gilt nicht für Wohngebäude/-häuser; hier steht die Systemintegration erst am Anfang. Energieeffizienzpotenziale im Wohnhausbereich zu lokalisieren wurde bisher schwerpunktmäßig unter architektonischen und bauphysikalischen Fragestellungen betrachtet. Das Forschungsfeld intelligente Haus-, Regelungs-, Gebäudeleit- und Fernwirktechnik bietet zusätzliche nachhaltige Energieeinsparmöglichkeiten, deren Potenzial nicht zu vernachlässigen ist. Die nachfolgende Betrachtung soll sich auf dieses Feld konzentrieren.

1.1.1.1.1 4.3.7.1.1 Begriffsdefinition

(4) Eine allgemeine Definition des Begriffs **Intelligentes Haus** existiert nicht – dementsprechend vielfältig sind die Vorstellungen und Ansätze in diesem Umfeld. Smart Home, Intelligent Building etc. sind unterschiedliche Bezeichnungen, die letztendlich das Gleiche meinen. Allen ist gemeinsam, dass im Intelligenten Haus der verstärkte Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien das Ziel verfolgt, eine möglichst weitgehende Vernetzung hausinterner (Insel-)Technologien und technischer Netze, sowie die Anbindung an externe Netze (Telefon, DSL, Powerline etc.) und Dienstleister zu

(Telefon, DSL, Powerline etc.) und Dienstleister zu erreichen. Hierbei soll die technologieübergreifende und -unabhängige Vernetzung der unterschiedlichen Teilsysteme zu einem dem Nutzer systemunabhängig erscheinenden einheitlichen integrierten Gesamtsystem führen (vgl. Abbildung 4–61).

1.1.1.1.2 4.3.7.1.2 Techniken

(5) Zahlreiche Systeme wurden bereits für die Gebäudetechnik entwickelt, die sich aufgrund ihrer unterschiedlichen Strukturen auch qualitativ voneinander abgrenzen. Es gibt firmenspezifische Ansätze als Insellösungen (geschlossene Systeme). Die Gebäudesystemtechnik zielt speziell aber auf offene Systeme, d.h. das System ist nicht an einen Hersteller gebunden. Stattdessen können beliebige Hersteller dem System beitreten und Komponenten anbieten. Weltweit gibt es eine Reihe dieser offenen Systeme.

(6) Nachfolgende Automations- und Bussysteme stellen eine Auswahl dar, die eine größere Verbreitung und Bedeutung erlangt haben:¹

- X-10: vor allem in den USA verbreitet,
- EIB (European Operating Network) mit Bedieneroberfläche HES (home electronic system): Nr. 1 in Europa,
- LON (Local Operating Network): weltweit verbreitet,
- Batibus: in Frankreich verbreitet,
- Ethernet, TCP/IP: starke Verbreitung in Informatik,
- I-Link (fire wire, IEEE 1394): Multimedia-Bussysteme,
- Bluetooth: Im Aufbau begriffene, aber breit abgestützte Kurzdistanz-Funktechnologie,
- weitere.

(7) Die Basis für ein intelligentes Gebäude/Wohnhaus bildet grundsätzlich eine Kommunikationsinfrastruktur (Feldbus), über die Geräte miteinander kommunizieren und gesteuert werden. Als die beiden Standard-Lösungen im Gebäude-

¹ Aebischer, Huser (2000).

automationsbereich kristallisieren sich der Europäische Installations-Bus (EIB) sowie das „Local Operating Network (LON)“-Bussystem heraus.

(8) Der **EIB– European Installation-Bus**, wurde ursprünglich für die Verwendung in Zweckbauten entwickelt. Inzwischen sind viele Produkte und Applikationen des EIB im Bereich Schalter, Lichtsteuerung, Jalousiesteuerung usw. der unterschiedlichen Anbieter auf dem Markt verfügbar. Bei Übertragungsmedien unterstützt das EIB-System neben Twisted PAIR auch Medien wie Powerline und Funk. Bereits über hundert Firmen sind als Mitglieder bei der Dachorganisation des EIB-Systems der EIBA in Brüssel eingetragen. Die EIBA zertifiziert die EIB-Produkte der verschiedenen Hersteller und nimmt diese in Datenbanken auf. Es ist zu erwarten, dass der EIB seine Stellung als marktführendes System in Europa weiter ausbaut und weltweit an Bedeutung gewinnt.¹

(9) Die LON-Technologie (Local Operation Network) basiert auf einem Chip der Firma Echelon aus den USA. Geplant war, nahezu alle Einsatzmöglichkeiten von Feldbussystemen abzudecken. Derzeit werden nur ca. zehn Prozent der verkauften Netzknoten in offene Systeme der Gebäudetechnik verbaut. Der Schwerpunkt liegt in Europa beim Einsatz in Zweckbauten. Im Wohnungsbau spielt LON bisher kaum eine Rolle. Der Engineering-Aufwand zur Installation und Wartung ist bei LON-Systemen relativ hoch, da bisher eine einheitliche Softwareunterstützung fehlt.

(10) Die Vielfalt der derzeit verfügbaren „Smart Home“-Systeme hängt u.a. davon ab, dass eine Reihe unterschiedlicher Übertragungsmedien² eingesetzt werden und auf diesen Medien unterschiedliche Kommunikationsstandards (z.B. EIB, LON) aufsetzen können, die bisher nur mit bestimmten Produktgruppen von Endgeräten kompatibel sind.

(11) Es zeigt sich aber ein Trend zur weiteren Standardisierung. So konnte innerhalb Europas eine Einigung der drei Systeme EIB, BatiBus und EHS auf ei-

¹ Tränkler u.a. (2001).

² Übertragungsmedien sind u.a. folgende zu nennen: Telefonkabel, Twisted pair Cat. 5 – Verkabelung, Koaxkabel (Antennenkabel), Wireless (Funk, Infrarot), Stromnetz (powerline), Lichtwellenleiter etc.

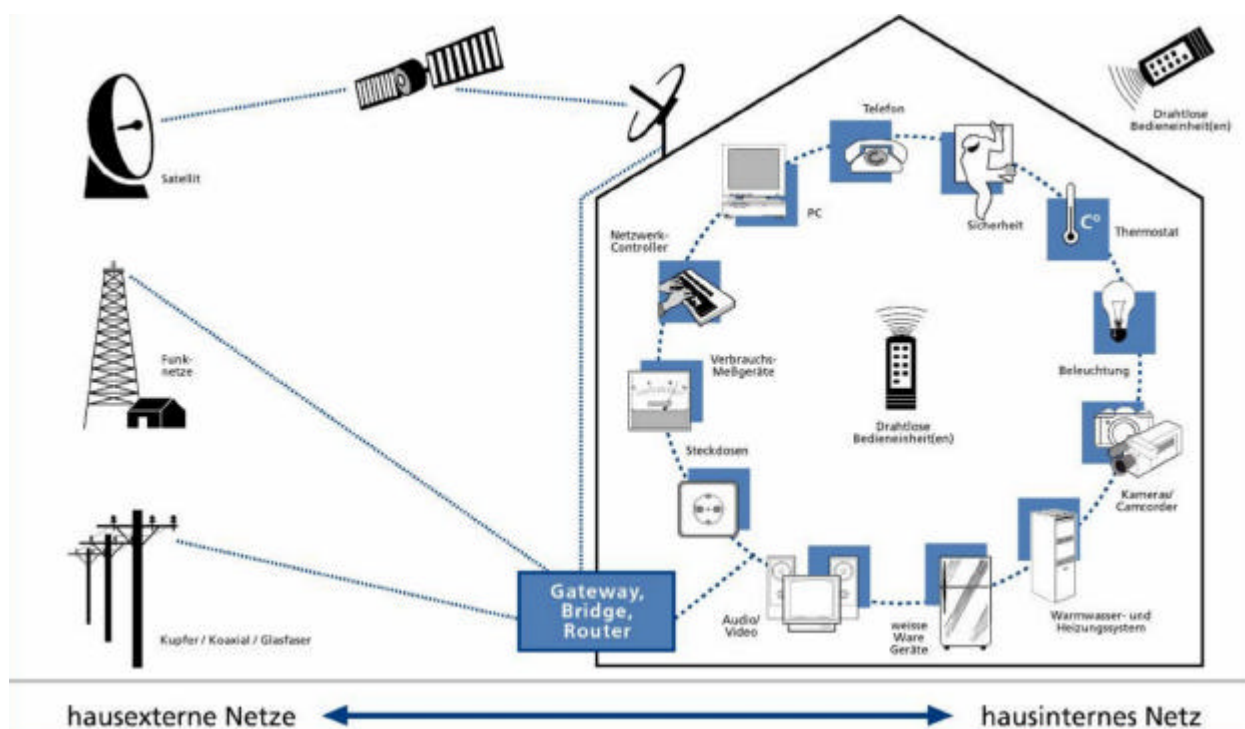
nen gemeinsamen Konvergenz-Standard (Arbeitstitel: KONNEX) erreicht werden. Er ist aufwärts kompatibel, d.h. es laufen auch beispielsweise EIB-Installationen auf einem Konnexstandard.

Externe / interne Vernetzung

(12) Die Einbindung der Haushalte in externe Kommunikationsnetze (Telekabel, Internet, Mobilfunk) mit ihren jeweiligen Standards und Protokollen (ISDN, xDSL, UMTS) rückt weiter in den Vordergrund. Es ergeben sich Chancen für das Angebot verschiedener möglicher e-commerce Dienstleistungen. Als Schnittstelle zwischen externem Netz mit seinen Dienst Anbietern und dem Inhaus-Netz wird ein „residential gateway“ errichtet. Das Gateway ermöglicht und steuert die Daten-, Multimedia- und Internetkommunikation zu und aus dem Haus. Diese Netzwerkanbindung scheint zunehmend zu einem Beschleuniger und Antrieb auch der internen Vernetzung zu werden.

(13) Die nachfolgende Abbildung 4–61 stellt den möglichen Vernetzungs- und Systemumfang dar.

Abbildung 4–61: Systemumfang im Haus – Projekt



1.1.1.1.3 4.3.7.1.3 Wesentliche Anwendungsfelder

(14) Durch die Vernetzung unterschiedlicher Teilsysteme ergibt sich ein großes Spektrum möglicher Anwendungen. Bereits mögliche Anwendungen von intelligenten Gebäudetechniken in Wohngebäuden sind beispielsweise:¹

- Individuelle Programmierung (Licht, Rolladen, raumspezifische Heizungssteuerung etc.),
- Szenariensteuerung (z.B. beim Anschalten des Fernsehens – automatisch Jalousien im Wohnzimmer herunter, bestimmte Lampen ein/aus oder auf bestimmte Lichtstärke etc.),
- Anwesenheitssimulation, beispielsweise wenn Bewohner im Urlaub sind (Öffnen und Schließen der Jalousien, Licht etc. – ohne täglich identische Wiederholung),
- Wahrnehmung von Kontrollfunktionen (ist das Licht aus, die Tür zu, der Herd aus, das Fenster geschlossen etc.) – Möglichkeit der Abfrage über Telefon / Internet / vom Bett aus,
- Zentraler Schalter am Hausausgang, mit dem bei Verlassen des Hauses alle Geräte vom Netz getrennt werden können (bis auf bestimmte vordefinierte Anwendungen),
- Orten und Anzeigen von Defekten an elektrischen Geräten (Heizung, Leck in Gasleitung, Wasser, taut Kühlschrank auf etc.) – wenn gewünscht, automatische Alarmierung von Servicediensten,
- Automation über Sensor-Aktor-Technik (Heizung oder Lüftung wird heruntergefahren, wenn Fenster geöffnet wird oder durch Sonneneinstrahlung bestimmte Temperatur erreicht wird, Herunterfahren der Jalousien bei zu starker Sonneneinstrahlung, Warnung bei Regen vor geöffneten Fenstern etc.).

¹ Rohracher (2001).

(15) Weitere insbesondere zukünftige Anwendungsmöglichkeiten im Bereich Gebäudeintelligenz unter dem Aspekt der Energieeinsparpotenziale werden weiter hinten beschrieben.

(16) Ergänzende Strukturierungen des Nutzens und der Ziele von Gebäudeintelligenz zeigen exemplarisch folgende Pilot- und Forschungsprojekte:

Intelligente Häuser als Demonstrationsobjekte

(17) Eines der bekanntesten Beispiele für ein intelligentes Haus ist das in Australien realisierte Projekt *iHome* der Firma Cisco. Neben dem durchgängigen Einsatz von Vernetzungstechnologien liegt ein Schwerpunkt des Projektes auf dem Einsatz internetbasierter Technologien und Anwendungen. Schlüsselkomponenten des Projektes sind:

- *System-Integration* von Heizung, Klima, Lüftung, Sicherheitssystem, Audio/Video/Daten-Netzwerke,
- *Internetbasierte Technologien* zur Steuerung der Funktionen: Sicherheit, Raumkontrolle, Umwelt und Entertainment, Internettelefonie etc.,
- *Internet-basierte Dienstleistungen* wie z.B. Datensicherheit, Sprachsteuerung, Web-Portal etc.,
- *Mensch-Maschine-Schnittstellen* (Touch Screen, PDA, PC etc.),
- *Durchgängige Vernetzung und Verkabelung der Inhaus-Systeme.*

Intelligente Häuser im Fokus der Forschungs- und Entwicklungslabors

(18) Neben den Demonstrationsobjekten gibt es *Smart-Home*-Forschungs- und Entwicklungsansätze, die im Wesentlichen die folgenden Bereiche betreffen:

- Bearbeitung von Schnittstellen- und Integrationsproblemstellungen,
- Entwicklung mikroelektronischer Systeme (Sensorik, Aktorik) für das intelligente Haus,
- Entwicklung neuartiger Teleservices/-dienstleistungen,

- Wohnen und Arbeiten mit moderner I&K,
- Betreutes Wohnen: Betreutes Wohnen im Alter, behindertengerechtes Wohnen.

(19) Beispielhaft kann hier das auf fünf Jahre angelegte Forschungsprojekt **in-Haus** unter Leitung des Fraunhofer Instituts IMS in Duisburg genannt werden¹.

Praxisnahe Umsetzungen Intelligenter Häuser

(20) Erste praxisnahe Realisierungen, die marktreife Ansätze aus laufenden Forschungs- und Demonstrationsprojekten aufgegriffen haben, sind hauptsächlich im Bereich der Fertighaushersteller anzutreffen. Beispielhaft kann hier das *SÜBA online Haus* aufgeführt werden.

1.1.1.1.4 4.3.7.1.4 Bisherige und zukünftige Zielgruppen

(21) Die bisherigen Zielgruppen für „Intelligente Gebäudetechnik“ befanden sich im Sektor für Nutzbauten in Industrie, Gewerbe und dem öffentlichen Bereich. Die größten ungenutzten Einsatzmöglichkeiten liegen jedoch im privaten Haus- und Mietwohnbereich sowie bei Altbauten. Systeme werden zunehmend billiger und somit attraktiver für den Privatkunden (vgl. Tabelle 4–96).

Tabelle 4–96: Stand und Entwicklung „Intelligente Gebäudetechnik“ in unterschiedlichen Zielgruppen

¹ IMS (2001).

Zielgruppen	Neubau		Altbau	
	Stand 2002	Potenzial	Stand 2002	Potenzial
Privater Bereich (z.B. Ein- und Mehrfamilienhäuser, Eigentums- und Mietwohnhäuser)	X	X X X	-----	X X X
Gewerbe (z.B. Geschäfte, Werkstätten, kleinere Büros, Arztpraxen, Bankfilialen, Altenheime, Kirchen)	X X	X X X	X	X X
Industrie (inkl. Produktion und Verwaltung) (z.B. Automobilindustrie, Chemie, Pharma, Metallverarbeitungsindustrie, Nahrungsmittel-/Getränkeindustrie, Elektroindustrie, Energieversorgungsindustrie)	X X X	X X	X X	X X
Öffentlicher Bereich (z.B. Schulen, Sport- und Freizeiteinrichtungen, Verwaltungen, Museen, Krankenhaushäuser)	X X	X X X	X X	X X X

Legende: X= gering, X X = mittel, X X X = hoch

Quelle: IZES (2002)

(22) Die Nutzung „Intelligenter Gebäudetechnik“ war fast ausschließlich eine Technik für Neubauten (wegen Busleitung etc.). Vor der Markteinführung stehen einsatzreife Systeme für eine Nachinstallation im Altbau, da der Datenverkehr (über vorhandene Energieleitungen oder Funk) und die Programmierung/Steuerung auf die Erfordernisse im Altbau abgestimmt werden konnten.

1.1.1.1.5 4.3.7.1.5 Wirtschaftlichkeit des Systems und Kundenakzeptanz

(23) Eine exakte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unter dem Aspekt zusätzlicher Investitions- und Betriebskosten für die Umsetzung eines intelligentes Hauses im Verhältnis zur zusätzlichen Energieeinsparung ist derzeit aufgrund fehlender Untersuchungen noch nicht möglich.

(24) Erste Berechnungen zeigen folgendes Bild bei den Kosten:¹

- *Investitionskosten*: Gebäudesystemtechnik/Gebäudeautomation ist wirtschaftlich für mittlere und gehobene Funktionalität. Im Fertighausbau ist der Schwellenwert niedriger durch Rationalisierung und Standardisierung. Im

¹ Weber u.a. (1998).

Nutzbau fallen die Zusatzkosten für Gebäudesystemtechnik relativ wenig ins Gewicht.

- *Betriebskosten:* Die Entwicklung der laufenden Kosten ist unter Berücksichtigung der langen Nutzungsdauer eines Gebäudes höher anzusetzen als die der Investitionskosten. Zusätzliche Kosteneinsparungen (Energie, Personal, Wartung etc) lassen sich derzeit nur schwer in Geld ausdrücken.

(25) Einer Umfrage zufolge¹, wollen ca. 88 % aller potenziellen Bauherren nur 1,2 bis max. 7,0 % des Baupreises für intelligente Hausinstrumentierung investieren. Die Kosten für ein ausschließlich drahtgebundenes Instrumentierungssystem betragen gegenwärtig noch mindestens 10 % der Gebäudekosten (Die Angaben der Untersuchung stammen aus dem Jahr 1997). Bei steigenden Stückzahlen können die Stückkosten für Komponenten oder Systeme reduziert werden.

(26) Um hohe Stückzahlen beispielsweise bei den Instrumentierungskomponenten zu erreichen, muss die Ausgestaltung der Systeme so sein, dass Altbauten mit geringem Aufwand nachgerüstet werden können.

(27) Kostensenkung durch Großserienfertigung bedarf einer kritischen Menge. Vorerst kann ein Kunde noch nicht direkt davon profitieren, dass sich bereits andere für ein intelligentes Haus entschieden haben.

(28) Untersuchungen haben gezeigt, dass die Verbraucher nur bereit sind, für ein intelligentes Haus höhere Investitionskosten zu tragen, wenn dem Hausbewohner ein „Mehr an Nutzen“ gegenüber den heutigen Einzelsystemen geboten wird.²

1.1.1.1.6 4.3.7.1.6 Energieeinsparung in ausgewählten Bereichen

(29) Der Energiebedarf von Gebäuden wird in starkem Maße auch vom Verhalten der Nutzer beeinflusst.

¹ Flaschke u.a. (1997).

² Tränkler u.a. (2001).

(30) Im **Heizenergieverbrauch** werden durch das Nutzerverhalten große Unterschiede verursacht. Beeinflusst werden diese durch Gewohnheiten bezüglich der Raumtemperaturwahl, der Außentemperatur bei Heizbeginn und des Lüftens.

- Abrechnungsumstellung von quadratmeter- bzw. personenbezogener Abrechnung auf verbrauchsorientierte mittels Heizkostenverteiler bringt durchschnittlich 18 – 20 % Energieeinsparung.¹
- Beim Vergleich 48 baugleicher Häuser lag zwischen dem geringsten und dem höchsten Verbrauch ein Faktor von drei.²

(31) Auch beim **Elektrizitätsverbrauch** spielt das Nutzerverhalten eine wichtige

Rolle:

- Die Energieagentur Nordrhein-Westfalen beziffert das Stromsparpotenzial in Büros von Wirtschaft und Verwaltung auf bis zu 70 %, wenn bei Bürotechnik und Nutzerverhalten alle Möglichkeiten der Energieoptimierung ausgeschöpft werden.³
- In Bürogebäuden beträgt der Anteil der Beleuchtung am Stromverbrauch bis zu 40 %. Energieeinsparungen von 50 % sind durch tageslichtabhängiges, automatisches Dimmen und der Optimierung der Einschaltzeit durch den Einsatz von Präsenzmeldern möglich (beim Sollwert von 500 Lux).⁴
- Tests mit Signalgeräten (Feedback-Systeme), welches den Nutzern ihre Stromkosten pro Stunde anzeigt, brachten Einsparungen von 12 %.⁵

¹ Techem (2000).

² Mügge (1993).

³ Frielingsdorf (1999).

⁴ Kühr (1999).

⁵ Stadler (2000).

(32) Durch Beeinflussung des Nutzerverhaltens beispielsweise mit Feed-Back-Systemen und automatischen Steuerungssystemen sind die aufgeführten Einsparpotenziale teilweise erschließbar.

(33) Der energienahe, umwelt- und ressourcenschonende Aspekt des „intelligenten Hauses“ umfasst eine breite Palette von Energiesparmöglichkeiten, die sich mit folgenden Oberbegriffen beschreiben lassen:¹

- Bedarfsgerechtes Energiemanagement;
- Lastmanagement / Flexible Tarifierung;
- Internetbasierte energienahe Dienstleistungen;
- Nachhaltigkeits- und ressourcenschonende Potenziale durch Ferndiagnose und Fernwartung.

Bedarfsgerechtes Energiemanagement

(34) Hierunter wird eine Vielzahl verschiedener Anwendungen verstanden, z.B.:

- *Heizungssteuerung*, insbesondere anwesenheitsgesteuerte *Einzelraumregelung* – d.h. ein bedarfsgerechtes Bereitstellen der notwendigen Heizenergie. Des Weiteren wird das Öffnen der Fenster durch Sensoren automatisch erkannt und führt zum Schließen der Heizkörperventile -> Reduzierung der Lüftungsverluste. Die Einsparpotenziale liegen hier laut statistischer Erhebungen in der Größenordnung von 20-30 %, wobei im EFH die untere Marke realistischer ist.
- *Lüftungssteuerung* – z.B. bedarfsabhängig über CO₂-Sensorik.
- *Systemübergreifendes Energiemanagement* von Heizung, Lüftung, ggf. Klima und Brauchwarmwasserbereitung. Hier liegen Optimierungspotenziale im Hinblick auf die bedarfsabhängige Energiebereitstellung. Insbesondere die Einbindung erneuerbarer Energieträger (z.B. vorhandenes oder zu erwartendes

¹ Tränkler u.a. (2001).

des Energieangebot eines Solarkollektors) wird im systemübergreifenden Kontext interessant.

- *Optimierung der Brauchwarmwasserbereitung* – durch individuell einstellbare Nutzungsprofile, mögliche Temperaturabweichungen und Zeitverläufe kann das System u.a. im Hinblick auf ein durchzuführendes Lastmanagement optimiert werden.
- *Bedarfsabhängige Licht- und Helligkeitsregelung* – in Abhängigkeit des vorhandenen natürlichen Lichtangebotes. Die Einsparpotenziale liegen hierbei in der Größenordnung von 15 – 60 %, wobei das Hauptpotenzial im Zweckbau zu sehen ist.
- *Jalousiensteuerung* – Der Einsatz der Jalousien wird hierbei insbesondere in seiner Funktion als Blend- und Wärmeschutz gesehen.
- *Dialogfähiges Energiemanagement / Nutzerfeedback* – dieser Begriff spiegelt die Interaktion des Nutzers mit dem System wider. Der Nutzer bekommt energierelevante Informationen über Energieverbrauch bis hin zu Energiespartipps und wird somit zu einem (energie-) bewussterem Verhalten animiert. Das Einsparpotenzial entsprechender Systeme wird auf ca. 10 % geschätzt.

Lastmanagement, Flexible Tarifierung, virtuelle Kraftwerke

(35) Die Energieversorgung der Zukunft wird auf der Erzeugerseite möglicherweise stärker dezentral aufgebaut sein. Bustechnologien und Mikroprozessoren in Energieerzeugungs- und Verbrauchsanlagen beim Endkunden werden es Energiedienstleistern ermöglichen, das Lastmanagement mit flexiblen Tarifen für Endkunden über „virtuelle Kraftwerke“ anzubieten (vgl. Kapitel 4.3.7.2.)

Internetbasierte, energienahe Dienstleistungen

(36) Als weitere Internet-basierte Dienstleistungen sind denkbar:

- Tele-Metering, die automatische Zählerfernauslesung,
- Verbrauchsanalyse, in Verbindung mit Fernauslese der Verbrauchsdaten (s.o.),
- Haus-Navigator, zur Steuerung des Intelligenten Hauses und als Info-Portal,
- Technische Unterstützung / Hilfestellung – z.B. Online Bedienungsanleitungen von technische Geräten, Fernwartungsoptionen, Funktionskontrolle von Geräten etc.

Potenziale durch Ferndiagnose, Fernwartung etc.

(37) Die Anbindung von Endgeräten mit Teilintelligenz an das Internet ermöglicht weitere sehr interessante Dienstleistungsoptionen, die einen offensichtlichen Einspareffekt nach sich ziehen – z.B.:

- *Fernwartung* und die damit verbundene Optimierung der Betriebsabläufe bzw. Störungsbehebung aus der Ferne;
- *Telemedizin* – Ferndiagnose erspart in einfachen Fällen u.a. unnötige Transfers von Arzt zu Patient oder umgekehrt;
- *Teleworking* – Einsatz moderner I&K ermöglicht ressourcenschonendes Arbeiten am Wohnort;

- *Videokonferenz*– Besprechungen über internetbasierte Dienste oder Datenleitungen (ISDN).

1.1.1.1.7 4.3.7.1.7 Gegenläufige Effekte

(38) Die Auswirkungen der Vernetzung der Haushaltsgeräte und die intelligente Steuerung der Haustechnik auf den bisherigen Energieverbrauch sind vielfältig. Hinzukommen u.a. neue energieverbrauchende Technologien und Dienstleistungen wie Kommunikation/Internet, Sicherheitsbeleuchtung, Eigenverbrauch des Systems (Bus) etc.

(39) Für den Stromverbrauch im Haushaltssektor wird für die kommenden 20 Jahre ein maximales Wachstum von insgesamt 1,3 % pro Jahr abgeschätzt.¹ Enthalten sind hier alle Anwendungen auch im Bereich Multi-Media, PC, Drucker etc. Maßnahmen zur Reduktion dieses Zuwachses bietet die Minimierung des Stromverbrauchs der Komponenten, Geräte und Anlagen im Stand-By- und Auszustand.

(40) Detaillierte, differenzierte Zahlen für den Bereich „Gebäudeintelligenz“ sind derzeit nicht vorhanden. Es besteht noch Forschungsbedarf, um über die Höhe des zusätzlichen Stromverbrauchs, verursacht durch „Gebäudeintelligenz“, gesicherte Aussagen treffen zu können und ihn den durch „Gebäudeintelligenz“ verursachten Einspareffekten gegenüberzustellen.

1.1.1.1.8 4.3.7.1.8 Einschätzung der weiteren Verbreitung

Anforderungen an intelligente Häuser der Zukunft

(41) Neben zahlreichen Marktstudien, die dem Intelligenten Haus einen Massenmarkt in den kommenden 5-10 Jahren voraussagen und damit ein enormes Potenzial für die Industrie, gibt es eine Reihe von Trends, die ein intensives Auseinandersetzen mit dieser Thematik erfordern, wie z.B.:

- Demographische Trends;

¹ Aebischer (2000).

- *Zunehmende Alterung der Gesellschaft* verbunden mit wachsendem Individualitätsanspruch von Hilfsbedürftigen und damit der Bedarf, neue Konzepte des betreuten und technik-unterstützten Wohnens zu entwickeln;
- *Der Wandel von der Industrie- zur Dienstleistungsgesellschaft* verlangt zeitlich und räumlich flexible Wohnkonzepte;
- *Zunehmende Zahl von alternativen Haushaltsformen und Single-Haushalten* und damit Bedarf an unterstützender Technik;
- *Stärkere Gewichtung des Umweltbewusstseins* und damit Bedarf an umweltbewusstem, ressourcenschonendem Bauen, Wohnen und Arbeiten;
- Ökonomische Trends;
- *Entwicklung der IuK-Technologie* zu einer Schlüsseltechnologie;
- Liberalisierung der Strom- und Telekommunikationsmärkte bewirkt ein engeres Zusammenwachsen von Energie und Kommunikationsmärkten, sowie neuen Dienstleistungsoptionen;
- Wachsender Anteil internetbasierter Technologien und Dienstleistungen und der damit verbundene Mehrwert des intelligenten Hauses.

Marktprognosen

(42) Die Marktprognosen für die verschiedenen Komponenten eines intelligent vernetzten Hauses, insbesondere Controller, Knotenpunkte, aber auch allgemeine Vernetzung von Anwendungen sind äußerst optimistisch. Einen Ausblick darauf, wohin sich der Markt entwickeln kann, gibt der US-Markt, der den anderen Märkten etwa drei Jahre voraus ist. In den USA wird allgemein die Konvergenz von Multimedia-Anwendungen mit der Haustechnik erwartet. 42 % der US-Einfamilienhausbesitzer können sich heute vorstellen, Technologien für ein vernetztes Gebäude einzusetzen.

(43) Die potenziellen Anwender versprechen sich heute vor allem mehr Sicherheit (Brandgefahr, Einbruch, Notfälle), Beiträge zum Energiesparen und Informationen über Gerätestörungen. Komfort ist vor allem bei Mietern gefragt.

(44) Die energetische Simulation der Gebäude und die Ökobilanzierung bildet die Grundlage einer Gesamtoptimierung für eine nachhaltige Bau- und Betriebsweise.

(45) Es wird nicht damit getan sein, nur neue Technologien in den Markt zu bringen (technology push). Vielmehr muss zukünftig der Nutzer mit seinen individuellen Anforderungen und Wünschen stärker im Design intelligenter Häuser berücksichtigt werden. Erfolg versprechend werden letztlich Konzepte sein, die Technologie-Vorteile und Energieeffizienz mit adäquaten Dienstleistungsangeboten verbinden können. Einige der möglichen Felder wurden bereits oben beschrieben (Beispiel Energiemanagement/Beispiel Fernwartung und Diagnose).

1.1.1.1.9 4.3.7.1.9 Zusammenfassung und Ausblick

(46) Durch die Einführung der Gebäudesystemtechnik treten zunehmend Systemaspekte an die Stelle der Betrachtung einzelner Anwendungen. Die neuen Möglichkeiten, die sich aus der Vernetzung verschiedener Gewerke ergeben, können aber nur erschlossen werden, wenn eine einheitliche Betrachtung des Gesamtsystems erreicht wird. Diese einheitliche Betrachtung ist bereits bei der Systementwicklung unerlässlich und muss sich über Planung, Projektierung und Ausführung bis zum Endanwender durchziehen. Durchgängige Softwarelösungen müssen bereitgestellt werden.

(47) Die Gebäudesystemtechnik hat in der Industrie bzw. bei Zweckbauten bereits ihren Platz gefunden. Soll sie sich auch im privaten Bereich durchsetzen, müssen weitere Anwendungsgebiete erschlossen werden. Der Kunde erwartet ein Gesamtsystem, das auch Telefonie, Multimedia und Internet einschließt. Nur wenn die Gebäudesystemtechnik in der gesamten Breite Antworten für die Informations- und Steuerungstechnik im Haus gibt, wird sich diese im Wohnungsbau durchsetzen.

(48) Wegbereiter der oben angeführten Vernetzungssynergien und -potenziale sind letztendlich die Hausbus- bzw. Hausautomationssysteme in Verbindung mit modernen IuK-Technologien.

(49) Der Beitrag zum Klimaschutz ist in Zahlen derzeit nicht greifbar. Die vorherigen Ausführungen zeigen, dass es durchaus ein breites Einsatzspektrum von

„intelligenter Haus“-Technologie gibt, das zu effizienter Energienutzung führt. Dies sind im Wesentlichen verbesserte Steuermöglichkeiten von Geräten und Haustechnik (z.B. Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung), Lastmanagement durch Energieversorger und Energieinformationen, die das Verbrauchsverhalten beeinflussen können. Das Verbrauchsreduktionspotenzial jeder dieser Anwendungen kann schwer abgeschätzt werden, da es im hohen Maße vom Vergleichsniveau abhängt.

(50) Mittel- und langfristig muss im Bereich „Intelligentes Haus“ eher mit einem derzeit nicht bezifferbaren Absatz-Zuwachs gerechnet werden. Gründe hierfür sind:

- Zunehmender Anteil technikoffener Vertreter der Computergeneration sowohl in der Bauherrngruppe als auch in den verantwortlichen Ebenen bei den Herstellern, Installateuren und Dienstleistungsanbietern.¹
- Steigende Anforderungen an Sicherheit, Komfort und Energieeinsparung.

(51) Mit Effizienzgewinnen durch eine stärkere Gebäudeautomation lässt sich dann nur gegenüber dem Trendzuwachs, nicht jedoch in absoluten Einsparungen argumentieren.

1.1.1.2 4.3.7.2 Virtuelle Kraftwerke

(52) Die Energieversorgung der Zukunft wird möglicherweise stärker dezentral aufgebaut sein. Hierbei wird es u.a. durch die Haus- bzw. Gebäudeautomation in Verbindung mit beispielsweise Telemetrie in Zukunft möglich, kundenspezifisches Energiemanagement über eine übergeordnete Leitebene des „virtuellen Kraftwerkes“ zu koordinieren.

1.1.1.2.1 4.3.7.2.1 Begriffsdefinition und Erklärung des Systems

(53) Ziel ist es, durch die koordinierte Steuerung vieler dezentraler kleiner Erzeugungseinheiten (BHKW, WKA, Brennstoffzellen, Photovoltaikanlagen etc.) und von Strom-Abnehmern (große und kleine Stromkunden) über intelligente

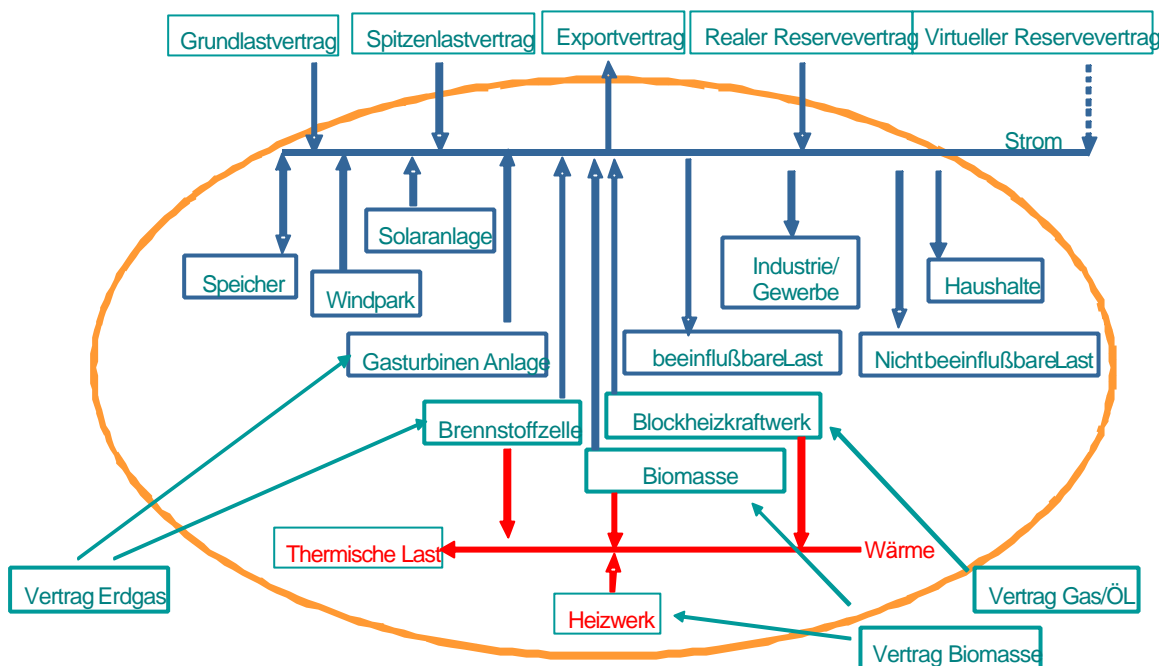
¹ Tränkler u.a. (2001).

Vernetzung, diese Stromquellen zu integrieren und damit gleichsam ein verteiltes Großkraftwerk zu betreiben – das „virtuelle Kraftwerk“. Durch die intelligente Steuerung von Angebots- und Nachfrageseite sind dynamische Optimierungen möglich, die sowohl Energie- als auch Kosteneinsparungen ermöglichen können.

(54) Die Stromnetze übernehmen in diesem Konzept primär eine Austauschfunktion und verlieren ihre traditionelle Grundversorgungsfunktion (vgl. Abbildung 4–62). Voraussetzung dafür ist die Vernetzung der einzelnen dezentralen Einspeiser und Abnehmer auf der unteren regionalen Netzebene. Mit Hilfe moderner Rechnersysteme, Kommunikationsnetze und -dienste und des Einsatzes moderner Steuerungselektronik werden diese gekoppelt und durch Leitsysteme in einen rationalen Netzbetrieb integriert. Die Abnehmer verfügen dabei auch beispielsweise über Gebäudeintelligenz und können ihr eigenes Energiemanagement in das übergeordnete Managementsystem integrieren. Das Gesamtsystem „verhält“ sich gewissermaßen wie ein selbstorganisierter Prozess, der mit anderen selbstorganisierenden Systemen verbunden ist.

Abbildung 4–62: Beispiel für ein „Virtuelles Kraftwerk“¹

¹ In dem Schaubild nicht enthalten ist die Darstellung von I & K-Netzen, Automatisierung, ISDN/Internet/E-Commerce, Ferndiagnose, Nutzungsmanagement, Energieeffizienz, Entwicklung von Software-Tools etc.



Quelle: Siemens AG, Erlangen, ETG-Kongreß, Okt. 2001.

1.1.1.2.2 4.3.7.2.2 Netzeinbindung

(55) Zentrale große Einheiten haben dazu geführt, dass gemäß der Sicherheitsphilosophie N-1 (der Ausfall der größten Einheit ist zu beherrschen) Reservervorhaltungen geschaffen wurden, die zu Überkapazitäten führten und die Gesamtkosten in die Höhe trieben. Unter diesen Prämissen war es schwierig, Windkraftwerke im Netzverbund aus Sicht der Verbundebene wirtschaftlich zu betreiben. Die Konsequenz daraus muss sein, diese Philosophie zu ändern.

(56) Dazu müssen Planung, Bau und Betrieb der Netze in einer Weise neu konzipiert werden, die es erlaubt, die Stromnachfrage an die jeweils verfügbare Erzeugung anzupassen und umgekehrt dezentrale Quellen entsprechend dem aktuellen Bedarf zu steuern. Dies beinhaltet die Abkehr von der traditionellen monodirektionalen Netzsteuerung und Verteilung von den oberen zu den unteren Spannungsebenen hin zur bidirektionalen Verteilung von der regionalen Niederspannungsebene hin zur oberen Spannungsebene und umgekehrt.

(57) Derzeitige Projekte bzw. Pilotversuche (vgl. Tabelle 4–97) haben alle das Ziel, insbesondere regenerative Energien intelligent mit entsprechenden Progro-

se- und Steuerungssystemen zu einem „virtuellen Kraftwerk“ zu verknüpfen; d.h. mit Hilfe von „virtuellen Kraftwerken“ lassen sich regenerative Energien zukünftig besser in Verbundnetze einbinden. Der energiewirtschaftliche Nutzen von regenerativen Energien wird somit zusätzlich erhöht.

Tabelle 4–97: Aktuelle Projekte im Bereich dezentraler Energieversorgung (virtuelle Kraftwerke) unter Einbindung von regenerativen Energien:

Projekt	Ziel	Teilnehmer	Dauer	Budget
DIS POWER	Entwicklung von Hard- und Software für den optimalen Betrieb einer großen Anzahl dezentraler Stromerzeuger inkl. der Einbindung in vorhandene Netze. Ausbau von Infrastrukturen zur Durchführung von Pilotversuchen in Europa.	37 Partner innerhalb der EU. Leitung: ISET in Kassel	4 Jahre bis 2006	Projektumfang ca. 17 Mio Euro. 50% aus EU-Mitteln gefördert
EDISON	Entwicklung eines Konzeptes und von Komponenten für eine neue, dezentrale Netzstruktur mit integriertem Kommunikationssystem. Bausteine sind Photovoltaik- und Windkraftanlagen, BHKW, Brennstoffzellen, lokale Energiespeicher, Power Quality Geräte.	17 Industrie- und Forschungspartner in Deutschland Leitung: Stadtwerke Karlsruhe, Fraunhofer ISE, EUS GmbH in Gelsenkirchen und Siemens AG in Erlangen.	Ende 2003	Projektumfang ca. 16 Mio Euro. Förderung BMWI ca. 7,6 Mio. Euro
Energiepark KonWerl 2010	Verknüpfung verschiedener regenerativer, aber auch konventioneller Erzeugungssysteme EVU-Netz und Fernwärmeleitungen mittels eines integrativen Energie- und Verbrauchsmanagements	Träger: GWS Werl, TWS, VEW, Stadtwerke Werl und Siemens AG	Ende 2002	NRW Landes- und EU- Mittel ca.5 Mio Euro

Weitere Projekte:

(58) Im Jahr 2002 beginnt ein von der Europäischen Union geförderter Feldtest mit ca. 50 dezentralen BZ-Systemen, die mit einer Leitwarte verbunden werden. Dieses „virtuelle Brennstoffzellen-Kraftwerk“ wird die verbrauchsnahe Erzeugung in einzelnen Häusern mit dem Lastmanagement des Stromnetzes verbinden.

1.1.1.2.3 4.3.7.2.3 Energieeffizienzvorteile

Spezifische Einsparpotenziale (technisch, ökonomisch, ökologisch)

(59) Derzeit liegen dazu keine systematischen Untersuchungen vor. Ergebnisse werden aus den bereits laufenden bzw. aus neuen Pilotprojekten erwartet.

(60) Potenziale aus einem dezentralen Energieversorgungskonzept können sich unter der Betrachtung folgender Zielsetzungen ableiten lassen:

- Energie möglichst dort zu erzeugen, wo sie gebraucht wird, bzw. zu verbrauchen, wo sie erzeugt wird.
- Verfügbare Energie – insbesondere dargebotsabhängige regenerative Energie – der Last zuzuführen, die im Augenblick des Dargebots den dringendsten Bedarf bzw. beste Verwendung hat.
- Evtl. erforderlichen überregionalen Energiebezug aus dem Netz zu optimieren und so die Versorgung des Gebietes energetisch, ökonomisch und ökologisch nach vorzugebenden Kriterien zu optimieren.
- Die Ausgleichsfunktion innerhalb des dezentralen Netzes zwischen tatsächlicher Energienachfrage und vorhandenem Angebot zu berücksichtigen.

Energieeinsparpotenziale insgesamt gegenüber dem heutigen Kraftwerkpark

(61) „Die heute noch weitgehend bestehende Philosophie der Energieversorgung, die sich seit mehr als 100 Jahren entwickelt hat, besteht überwiegend darin, durch große Kraftwerksblöcke und Übertragungssysteme zentral Energie zu erzeugen und über Hochspannungssysteme zu den Lastzentren zu übertragen und dort zu verteilen“.¹ Begründungen waren sowohl ökonomischer wie technischer Natur. Im Kraftwerksbau wurden über Skaleneffekte spezifische Kosten gesenkt, die Entwicklung von Großen Turbinen, Generatoren und Übertragungstechnik machte dies möglich.

(62) Heute besteht die Möglichkeit, mit kleinen Einheiten Energie dezentral bereitzustellen und ausgleichend zu verteilen, sowie die Kommunikationsinfrastruktur durch moderne IT-Technologie aufzubauen. Durch die intelligente Ver-

¹ Feldmann (2001).

knüpfung dezentraler Energieeinheiten (Wärme, Strom, Rohstoffe) mit dem Netzverbund ist bei steigendem Einsatz dezentraler Systeme (fossil, regenerativ) im Laufe der nächsten zwanzig Jahre ein Einsparpotenzial im Hinblick auf die Primärenergie von mindestens 20 % bei gleich bleibender Versorgungssicherheit möglich. Diese Einschätzung soll u.a. in den Forschungsprojekten EDISON und KonWerl 2010 untersucht werden.¹

(63) Der Einsatz dezentraler Energieerzeuger und -speicher sollte ökonomisch nicht ausschließlich an den reinen Stromgestehungskosten bzw. den Ersparnissen im Stromhandel, durch die Absenkung der Spitzenlast, gemessen werden. Wesentliche Einsparpotenziale für den Energieversorger entstehen aus eingesparten Investitionen für Netzausbau wie Leitungen und Transformatoren oder Netz-Ersatzinvestitionen.

(64) Modellkraftwerkskonzepte helfen, bei unterschiedlicher Nachfragesituation den optimalen Mix an eingesetzten Energieerzeugungstechnologien zu finden. Insbesondere beim Ab- und Hinzuschalten von Anlagen kann entschieden werden, welche umweltverträglicher sind.

(65) Ein Vergleich oder eine Bilanz der Energieeffizienz von heutigen Großkraftwerken zu einem „Virtuellen Kraftwerk“ gleicher Energieversorgungsleistung ist derzeit jedoch noch nicht möglich.

1.1.1.2.4 4.3.7.2.4 Einschätzung der weiteren Entwicklung

1.1.1.2.4.1 4.3.7.2.4.1 Rahmenbedingungen

(66) Ansätze zu Maßnahmen zur Ausschöpfung der jeweiligen technischen/wirtschaftlichen/ökologischen Potenziale ergeben sich u.a. aus nachfolgenden Recherchen der Siemens AG:

- Einsatz dezentraler Energieerzeugungssysteme unter wirtschaftlicher Einbindung regenerativer und fossiler Energieträger;

¹ Feldmann (2001).

- Erfassung und Prognose des Verbrauchs der Kunden (repräsentativ), der dezentralen Erzeugung und des externen Lastganges;
- Optimierung durch Beeinflussung der Verbraucher, Steuerung der Erzeuger und Auswahl der Bezugsverträge;
- Intelligente Vernetzung von Erzeugungssystemen, steuerbaren Lasten und der vorhandenen elektrischen Netze über innovative Energiemanagement-Systeme, welche dezentrale Einheiten bis hin zum regionalen Netz integrieren;
- Einsatz von Energieeffizienzmaßnahmen in Bezug auf Erzeugung, Übertragung, Verteilung und Vermarktung mittels innovativer Energiemanagement-Systeme zur Reduktion des Primärenergieverbrauches und der Betriebskosten.

1.1.1.2.4.2 4.3.7.2.4.2 Treiber

(67) **I + K-Technologien:** Bedeutende Innovationstreiber in der Energietechnik, insbesondere im Bereich dezentraler Energieverbunde, sind die Informations- und Kommunikationstechnologien. Diese beeinflussen das gesamte Feld der Kraftwerks- und Netzführung, den Energiehandel und den Service und ermöglichen die ganzheitliche Integration der technischen und kommerziellen Prozesse.

(68) **DEMS (Dezentrale Energiemanagement-Systeme):** Auf der Grundlage verbesserter Verfahren zur Prognose, Einsatzplanung und Lastverteilung wird das Energiemanagement verstärkt. In der untersten dezentralen Ebene erfolgt eine geregelte, lokale Kurzfrist-Optimierung unter Einbeziehung von Gas, Wasser, Wärme bzw. Kraft-/Wärme-Kopplung und Rückspeisung.¹

¹ Bitsch (2001).

1.1.1.2.4.3 4.3.7.2.4.3 Chancen / Vorteile

- Durch intelligente Energiemanagement-Systeme erhöht sich der energiewirtschaftliche Nutzen regenerativer Energien und dezentraler Energiequellen.
- „Virtuelle Kraftwerke“ zeichnen sich aus durch relativ hohe Wirkungsgrade (auch im Teillastbereich), hohe Verfügbarkeit, hohe Leistungsgeschwindigkeit sowie minimale Übertragungs- und Transformationsverluste und sind in einem großen Regelbereich wirtschaftlich.
- Stromversorgungssicherheit ist bei dezentralen Systemen gegeben. Das Ausfallrisiko für ein Versorgungssystem auf Basis eines „virtuellen Kraftwerks“ mit einem Mix aus dezentraler Erzeugungs- und Versorgungsstruktur ist geringer als bei einem zentralen Großkraftwerk (n-1-Kriterium).
- Einsparungspotenziale durch geringere Bereitstellung von Vorhalte-/Sicherheitsleistung. Abbau von Netzen bzw. der Netzdichte mit Verringerung der Doppellungen sowie Überkapazitäten.
- Integrierte geregelte Energieoptimierung von unten anstelle getrennt gesteuerte Verteilung einzelner Energieformen von oben.

1.1.1.2.4.4 4.3.7.2.4.4 Risiken / Hemmnisse

- Der Anreiz für die Versorgungswirtschaft, in neue Systeme zu investieren, ist bei derzeit vorhandenen Kraftwerksüberkapazitäten, relativ niedrigen Preisen an Strombörsen und Rohölmärkten sowie neuen Unternehmensstrukturen durch Liberalisierung relativ gering.
- Verbesserte Wirkungsgrade und niedrigere Emissionswerte von neuen Großkraftwerksanlagen.
- Innovationen in der Energiewirtschaft benötigen ca. 20 -30 Jahre um spürbare Veränderungen in den Versorgungsstrukturen zu bewirken.¹

¹ Feldmann (2001).

- Eine durch Sicherheits- und Reserve-Denken geprägte Versorgungsstruktur verlangt eine Gewährleistung der Sicherheit und der hohen Qualität des Stromnetzes. Pilotprojekte müssen dieses für „virtuelle Kraftwerke“ unter Beweis stellen.

1.1.1.2.5 4.3.7.2.5 Zusammenfassung und Ausblick

(69) Zukünftig spielen zentrale Kraftwerke für die Erzeugung elektrischer Energie nach wie vor eine bedeutende Rolle, doch werden diese ergänzt von dezentralen Einheiten zur Nutzung regenerativer Energien und neuer Technologien.

(70) Die Bereitstellung und Verteilung elektrischer Energie wird noch mehr als heute von der Synergie zwischen klassischer Energietechnik und intelligenter Informationstechnik abhängig sein. Grundsätzlich arbeitet die Mehrzahl der Technologielieferanten, teilweise in Kooperation mit Forschungseinrichtungen, am Thema „Intelligente Netze“ insbesondere in Hinblick auf die effiziente Einbindung dezentraler Energiesysteme in den Netzverbund.

1.1.1.3 4.3.7.3 Gesamtfazit für das Kapitel 4.3.7

(71) Effizienz- und Energieeinsparpotenziale in Hinblick auf die Möglichkeiten der Steuerungs- und Regelungstechnik im Bereich „Gebäudeintelligenz“ und „virtueller Kraftwerke“ sind vorhanden und nutzbar, teilweise bereits quantitativ messbar (vgl. Tabelle 4–98).

Tabelle 4–98: Effizienz- und Energieeinsparpotenziale im Bereich Steuerungs- und Regelungstechnik am Beispiel „Gebäudeautomation“ und „virtuelle Kraftwerke“

Technologien/Systeme	Energieeinsparpotenziale
"Gebäudeautomation/ Intelligentes Haus"	(bezogen auf Endenergie)
Verbrauchsorientierte Abrechnungsumstellung mittels Heizkostenverteiler	18-20%
Ausschöpfung aller Möglichkeiten der Energieoptimierung bei Bürotechnik und Nutzverhalten	70%
Anwesenheitsgesteuerte Heizung inkl. Einzelraumregelung	20-30%
Bedarfsabhängige Licht- und Helligkeitsregelung	15-60%
Dialogfähiges Energiemanagement/Nutzerfeedback (Infos zu Energieverbrauch und - spartipps)	10-20%
"Virtuelle Kraftwerke"	
Intelligente Verknüpfung dezentraler Energieeinheiten (Wärme, Strom, Rohstoffe) mit Netzverbund bei steigendem Einsatz dezentraler Systeme (fossil, regenerativ)	20% (im Laufe der nächsten 20 Jahre im Hinblick auf Primärenergie)

(72) Dennoch besteht entsprechender Forschungs- und Entwicklungsbedarf, die vorhandenen Technologien zu intelligenten Energiemanagement-Systemen zu verknüpfen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Weiterentwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien inkl. Software und der Durchführung entsprechender Pilot- und Feldversuche.

(73) Die Möglichkeit, Energieerzeugungs- und Verteilungssysteme wie bei „virtuellen Kraftwerken“ mit vielfältigen, neuartigen Systemlösungen aus dem Bereich „Gebäudeintelligenz“ zu verknüpfen, erscheint sinnvoll. Dies betrifft u.a. die Nutzung bzw. Einbindung der Informations-/Kommunikations- und Steuerungssysteme und deren Vernetzungsebenen. Die Nachfrage bzw. Entwicklung von Software-Tools wird entsprechend steigen für beispielsweise Netznutzungsma-

nagement-Systeme, Systeme zum Abgleich zwischen Erzeugern und Nachfragern, Einsatz dezentraler Erzeuger (dispatch), Prognose- und Ferndiagnosemodelle, On-Line-Optimierung, Kontrolle/Überwachung, Diagnose, Netzinformation etc.

(74) Die Möglichkeit einer zukünftigen Energiezuführung, die auf einen jederzeit optimierten Energiebedarf des Verbrauchers abgestimmt ist und/oder eine zeitpunktbezogene Energieerzeugung bzw. -verteilung (auch beim Verbraucher selbst) ist energiewirtschaftlich vielversprechend.