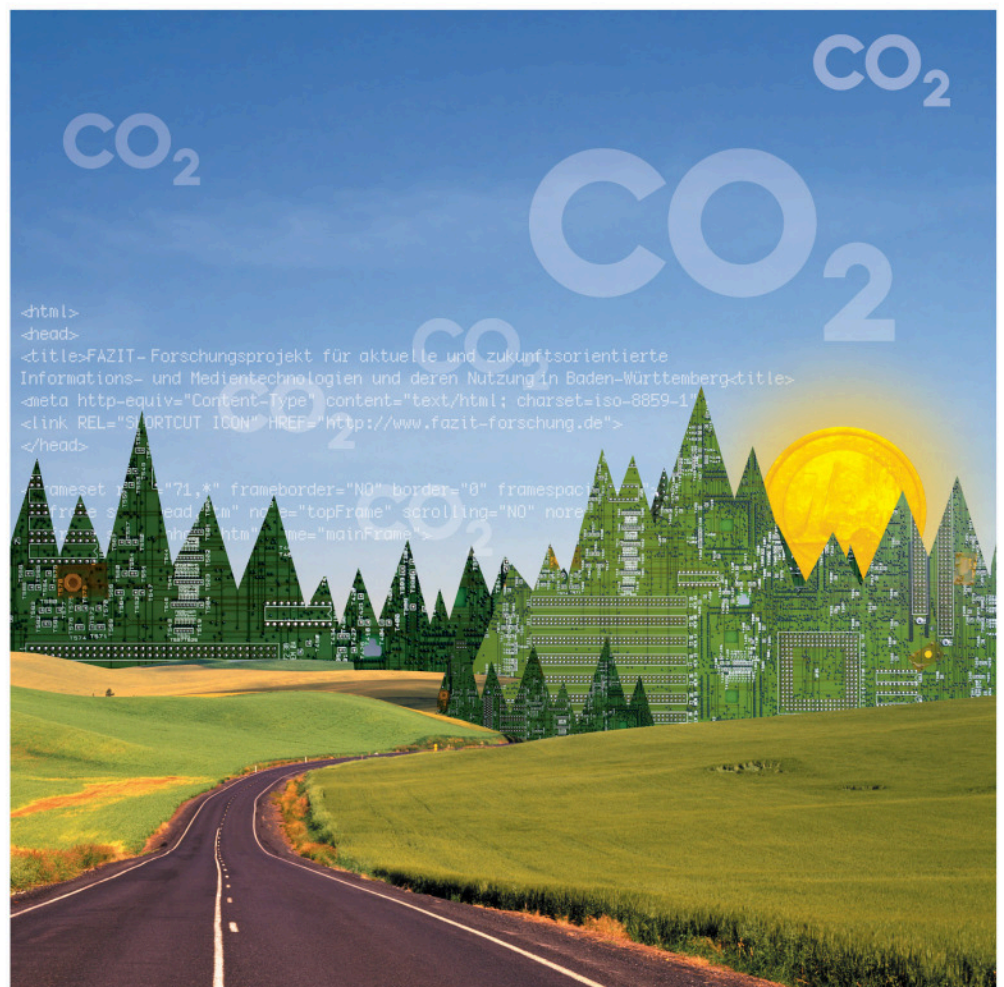


Joachim Hemer, Simone Kimpeler,
Tobias Lindner

IT-basierte Öko-Effizienz

Potenziale am Beispiel des Standorts
Baden-Württemberg



Joachim Hemer, Simone Kimpeler, Tobias Lindner

IT-basierte Öko-Effizienz

Potenziale am Beispiel des Standorts Baden-Württemberg

Impressum

Herausgeber der FAZIT-Schriftenreihe:

MFG Stiftung Baden-Württemberg
Breitscheidstr. 4, D-70174 Stuttgart
Tel. +49 (0)711/90715-300, Fax +49 (0)711/90715-350

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW)
L 7,1, D-68161 Mannheim
Tel. +49 (0)621/1235-01, Fax +49 (0)621/1235-224

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI)
Breslauer Straße 48, D-76139 Karlsruhe
Tel. +49 (0)721/6809-0, Fax +49 (0)721/689152

Schutzgebühr € 5,-

ISSN 1861-5066

© MFG Stiftung Baden-Württemberg, November 2007 – www.fazit-forschung.de

Inhalt	Seite
1. Einleitung.....	1
1.1 Öko-Effizienz als branchenübergreifendes Ziel	1
1.2 Zum Begriff der Öko-Effizienz	2
1.3 Die Messung von Öko-Effizienz	4
2. Öko-Effizienz durch IT	6
2.1 Einsatzbereiche für IT zur Steigerung der Öko-Effizienz	6
2.2 Energieeffizienz als zentrales Beispiel für Öko-Effizienz	8
2.3 Zwischenfazit	13
3. Marktpotenziale durch IT im Energiesektor	14
3.1 Der Energiesektor in Baden-Württemberg	15
3.2 Teilmärkte der Energiewirtschaft	16
3.3 Herausforderungen für die Energiewirtschaft	20
3.4 Beispiele für konkrete Wirkungspotenziale	21
3.5 Zwischenfazit	22
4. Marktpotenziale für die IT-Wirtschaft.....	24
4.1 Voraussetzungen für IT-basierte Dienste	25
4.2 Herausforderungen für die IT-Wirtschaft.....	27
4.3 IT-Anbieter als Schlüsselakteure.....	28
4.4 Zwischenfazit	29
5. Schlussfolgerungen	30
Literatur	33

Tabellen und Abbildungen

Tabelle 1:	Die Grundtypen der Öko-Effizienz-Maße	5
Tabelle 2:	Einsparpotenziale Industrie.....	6
Tabelle 3:	Einsparpotenziale Endkunden und Haushalte.....	7
Tabelle 4:	Einsparpotenziale Umweltbezogene Dienstleistungen und Versorgung	7
Tabelle 5:	Energiemanagementsysteme und IT-Einsatzbedarf.....	9
Tabelle 6:	Strom-Management im Haushalt	21
Tabelle 7:	Facility-Management von Geschäftsgebäuden	22
Tabelle 8:	Beispiel: Strom-Management im Haushalt.....	28
Tabelle 9:	Beispiel: Facility-Management von Geschäftsgebäuden.....	28
Abbildung 1:	Die ökologische BCG-Matrix.....	3
Abbildung 2:	Das IT-basierte Energiesystem der Zukunft	21

1. Einleitung

1.1 Öko-Effizienz als branchenübergreifendes Ziel

In Zeiten einer immer stärker international vernetzten Wirtschaft ist Öko-Effizienz zu einem Standortfaktor und zu einer unternehmensstrategischen Größe geworden. Heute sind deutsche Unternehmen im Bereich der Umwelttechnik internationale Technologieführer und mehr als 1,5 Millionen Arbeitsplätze wurden inzwischen in diesem Sektor geschaffen (vgl. Bundesministerium für Bildung und Forschung 2006).

Der Begriff der Öko-Effizienz (engl. Eco-Efficiency) steht für Umweltressourcen schonendes Wirtschaften. Diese Studie untersucht, in welcher Form Informationstechnik (IT) das Potenzial hat, die Wirtschaft beim Ressourcen schonenden Handeln zu unterstützen. Hervorgehoben wird in der Analyse die Schnittstelle zwischen IT- und Energiewirtschaft, da insbesondere in diesem Bereich besondere Potenziale für neue Lösungen und mithin neue Märkte erkennbar sind.

IT-basierte Lösungen eröffnen diese Potenziale hauptsächlich auf Grund von vier Kriterien:

- schnelle Datenbereitstellung an fast beliebigen Orten,
- Bereitstellung detaillierten Datenmaterials,
- hochflexible und intelligente Mess-, Steuer und Regeltechnik,
- fast unbegrenzte Datenverarbeitungskapazitäten.

Die Energiemärkte haben sich in den letzten Jahren grundlegend gewandelt. Treiber für diese Entwicklung sind vor allem

- die Liberalisierung der Märkte,
- das Lockerung (Unbundeling) vormals vertikal integrierter Strukturen mit entsprechender Herausbildung neuer Märkte,
- sowie die starke Zunahme der dezentralen Energieerzeugung.

Letzteres wird getragen von der Erkenntnis, dass ein rationellerer Energieeinsatz notwendig ist für die Minderung der klimaschädlichen Treibhausgase. Ebenso wichtig wie die Stromversorgung sind für Unternehmen die Systeme der Wasserver- und -entsorgung, des Klimaschutzes und der Abfall- und Reststoffentsorgung bzw. -verwertung. Denn für Unternehmen nimmt die Bedeutung von natürlichen Ressourcen zu, die bisher nicht im Fokus standen, wie z.B. Qualität von Grund- und Boden, Industriegase, Mineralien und seltene Rohstoffe, Luftqualität etc. Hier eröffnen sich neue Betätigungsfelder durch den Einsatz IT-basierter Systeme, in denen die deutsche Wirt-

schaft wegen der grundsätzlich unbestrittenen strategischen Bedeutung des Ressourcen schonenden Handelns weitere strategische Wettbewerbsvorteile erringen könnte.

Entwicklungen im Bereich der IT, wie der Einsatz des Internet, drahtloser Übertragungstechnologie und die angestrebte flächendeckende Versorgung mit Breitband-Anschlüssen ermöglichen neue Anwendungen, die mit Begriffen wie „Ambient Intelligence“ oder „Ubiquitous Computing“ beschrieben werden. Die Nutzung dieser Technologie für Anwendungen im Bereich der Energieerzeugung, -verteilung und -versorgung ist auch Gegenstand aktueller Innovationsprogramme auf Bundes- (Wettbewerb „E-Energy“ 2007) und auf EU-Ebene (Energy Efficiency Action Plan der EU Kommission, 2006). Auch die baden-württembergische Landesregierung setzt mit ihrer Nachhaltigkeitsstrategie u.a. einen Schwerpunkt auf energieeffizientes Handeln¹.

Die vorliegende Studie untersucht die wirtschaftlichen Potenziale an der Schnittstelle von Energiewirtschaft und IT-Wirtschaft am Standort Baden-Württemberg. Vor dem Hintergrund aktueller Strukturdaten zu den jeweiligen Branchen werden technische Trends und Entwicklungen der Rahmenbedingungen (z.B. Öffnung der Energiemärkte) analysiert und daraus Zukunftspotenziale abgeleitet.

Zur Beschreibung der Ausgangslage für die Entwicklung IT-basierter Energieanwendungen in Baden-Württemberg und der sich daraus ergebenden Handlungsmöglichkeiten für Anbieter und Nachfrager werden im ersten Kapitel der Begriff der Öko-Effizienz hinsichtlich Messbarkeit und Einflussfaktoren definiert, sowie der Bereich der Energieeffizienz als besonderes Beispiel ausgewählt. Im zweiten Kapitel werden mögliche Einsatzbereiche für IT zur Verbesserung der Öko-Effizienz aufgezeigt und dabei auch die unterschiedlichen Akteure im Innovationsprozess und ihre Interessen erfasst. Im dritten Kapitel wird der Energiesektor in Baden-Württemberg vorgestellt und Schnittstellen zur Entwicklung IT-basierter Lösungen für die Verbesserung der Öko-Effizienz sowie besondere Herausforderungen identifiziert. In Kapitel 4 werden dann die daraus resultierenden Marktpotenziale für die IT-Wirtschaft ermittelt. Ein abschließendes Fazit und Empfehlungen für den Standort Baden-Württemberg finden sich in Kapitel 5.

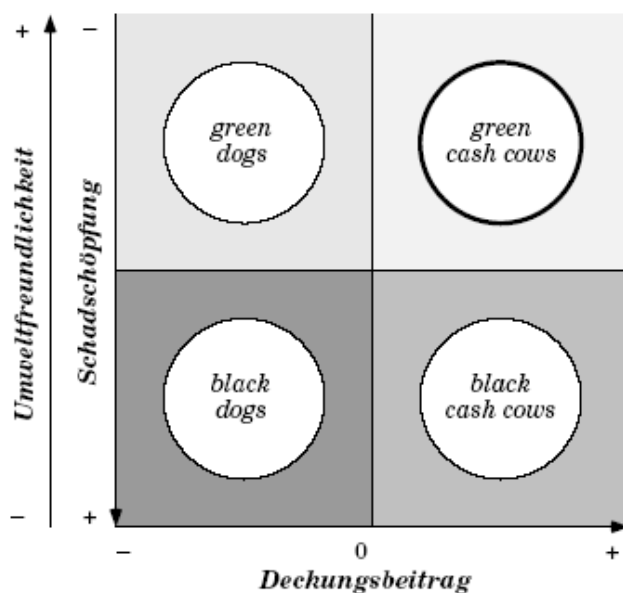
1.2 Zum Begriff der Öko-Effizienz

Unter Effizienz versteht man ganz allgemein, dass ein gegebenes Ziel unter Minimierung des Aufwands erreicht wird. Effizient zu wirtschaften entspricht also dem ökonomischen Prinzip. Eine Tätigkeit wird genau dann effizienter verrichtet, wenn das gleiche Ergebnis mit geringerem Aufwand erreicht wird.

¹ <http://www.jetzt-das-morgen-gestalten.de>

Ökologische Effizienz (im Folgenden auch mit Öko-Effizienz abgekürzt; engl. eco-efficiency) beschreibt ein Konzept, dass Ökonomie und Ökologie gleichermaßen beachtet. Es geht um den ökonomisch und ökologisch sparsamen Umgang mit (natürlichen) Ressourcen, um ein definiertes Ziel zu erreichen. Der Begriff wurde erstmals durch Schaltegger/Sturm (1989) eingeführt (so Ehrenfeld 2005). Breitere Bekanntheit erfuhr er durch Schmidheiny/Business Council für Sustainable Development (1992). Öko-Effizienz ist das Verhältnis aus einer ökonomischen und einer ökologischen Größe. Während bisherige ökologische Konzepte wie beispielsweise die „Ökobilanz“ nur Auswirkungen auf die Umwelt erfassen, verbindet Öko-Effizienz also ökologische mit ökonomischen Zielen. Eine Minderung der Umweltbelastung steht nicht mehr diametral ökonomischen Gewinnzielen gegenüber, sondern bringt Synergieeffekte für die Unternehmensseite mit sich (Schaltegger/Sturm 2000).

Abbildung 1: Die ökologische BCG-Matrix



Quelle: Schaltegger/Sturm 2000: 46

Dies wird in Abbildung 1 deutlich: In Anlehnung an die sog. BCG-Matrix² werden Produkte in „green dogs“, „black dogs“, „black cash cows“ und „green cash cows“ unterschieden. Öko-effiziente Produkte, so genannte „green cash cows“, erwirtschaften sowohl einen Deckungsbeitrag für das Unternehmen als auch einen Beitrag (z.B. durch geringeren Ressourcenverbrauch) für die Umwelt. Neben Kostensenkungen sind weitere Vorteile erzielbar wie die Verbesserung des Images bei Konsumenten und verbesserte,

² Strategische Matrix der Produktpositionierung nach der Boston-Consulting-Group (BCG).

weil effizientere Produktionsprozesse. In Zeiten steigender Rohstoffpreise und rückläufiger Ressourcen trägt eine Verbesserung der Öko-Effizienz somit auch zur Wettbewerbsfähigkeit und zu nachhaltigen Wachstumschancen der Unternehmen im internationalen Umfeld bei.

Öko-Effizienz wird als Ressourcen schonendes Wirtschaften definiert, das sowohl ökonomische als auch ökologische Vorteile hat.

Ein öko-effizientes Unternehmen verbessert seine Arbeitsmethoden, substituiert problematische Materialien, führt saubere Technologien und Produkte ein und bemüht sich um eine effizientere Verwendung und Wiederverwertung von Ressourcen.

Ressourcen schonendes Wirtschaften ist im Prinzip an jeder Stelle eines Wertschöpfungsprozesses möglich:

1. Bei der Erzeugung von Produkten: von der Urproduktion, d.h. der Gewinnung der Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, über Eingangslogistik, (Weiter-)Verarbeitung (Fertigung der Komponenten, Vorprodukte oder Endprodukte) bis hin zum Absatz, Vertrieb und Marketing.
2. Bei der Erbringung von Dienstleistungen, auch Produkt begleitend: Hier entsteht nennenswerter Ressourcenverbrauch vor Allem in der Nutzung von Infrastrukturen und Energie oder durch Reise- und Kommunikationstätigkeit.

Das Öko-Effizienz-Konzept ist – entlang der gesamten Wertschöpfungskette – nicht auf das produzierende Gewerbe (einschließlich öffentlicher Unternehmen) zu beschränken, sondern auch für private und öffentliche Dienstleistungserbringer relevant.

Kommt es zu einem flächendeckenden und breiten Einsatz von IT entlang der Wertschöpfungsketten, dann werden sich auch die Marktstrukturen und Rollen der Marktakteure entsprechend verändern.

1.3 Die Messung von Öko-Effizienz

Sowohl hinsichtlich der Auswahl geeigneter Indikatoren für Ökologie und Ökonomie als auch bei der Frage, was Zähler und was Nenner ist, gibt es unterschiedliche Ansätze (Huppel/Ishikawa 2005).

Tabelle 1: Die Grundtypen der Öko-Effizienz-Maße

	Produktionswert	Vermeidungskosten
Ökonomie / Ökologie	Produktionswert pro Schadenseinheit (environmental productivity)	Vermeidungskosten pro Schadenseinheit (environmental improvement cost)
Ökologie / Ökonomie	Schadenseinheiten pro Einheit Produktionswert (environmental intensity)	vermiedene Schadenseinheiten pro Geldeinheit (environmental cost-effectiveness)

Quelle: nach Hupperts/Ishikawa (2005), eigene Darstellung

Die Unterscheidung in vier Grundtypen ermöglicht einerseits die Bezugnahme auf den geschaffenen Produktionswert (bzw. den Marktwert eines Produkts oder einer Dienstleistung), andererseits die Berücksichtigung der Kosten zur Senkung bzw. Vermeidung von Umweltschäden oder Ressourcenverbrauch. Schließlich ergeben sich für jeden der beiden Fälle wiederum zwei Möglichkeiten der Darstellung als Verhältnis. Während Produktionswert und Vermeidungskosten im Allgemeinen in Geldeinheiten erfasst sind, stellt sich die Frage, wie Umweltschäden bzw. Ressourcenverbrauch adäquat gemessen werden können.

Eine Umrechnung in Geldeinheiten ist üblich, die Monetarisierung von Umweltschäden ist jedoch oftmals nicht möglich. Ein weiterer Ansatz ist die Erfassung und der Vergleich von Umweltschäden in Schadenseinheiten (Schaltegger/Sturm 2000). Schließlich werden auch physikalische Größen (z.B. Tonnen Kohlenstoffdioxid) zur Berechnung der Öko-Effizienz herangezogen. Dies bringt jedoch die Einschränkung mit sich, für jede physikalische Größe eine Maßzahl zu berechnen. Brattebo (2005) nennt vier Kriterien, die eine Messung von Öko-Effizienz erfüllen sollen:

- Es sollen möglichst viele relevante Aspekte der Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales durch die Wahl der Indikatoren erfasst werden.
- Die Messung sollte möglichst den ganzen Lebenszyklus eines Produkts bzw. einer Dienstleistung erfassen und sowohl aus der Mikro- als auch Makro-Perspektive stimmig sein.
- Das Maß sollte hinsichtlich der praktischen Anwendung robust und leicht zu operationalisieren sein.
- Schließlich soll die verwendete Maßzahl transparent (d.h. verständlich und nachvollziehbar) und konsistent mit internationalen Standards sein.

Um zu erfassen, ob Prozesse öko-effizienter geworden sind, braucht es geeignete Maßzahlen, die den Umwelt- bzw. Ressourcenverbrauch in Relation zum Produktionswert bzw. den Kosten setzen. Damit gehen ökologische Aspekte in die Kostenrechnung der Unternehmung mit ein. Zur Betrachtung des Potenzials von IT-Lösungen bei der Verbesserung der Öko-Effizienz genügt es, sich der Wirkungsrichtung von IT-Lösungen in definierten Anwendungsfeldern bewusst zu sein und die Differenziale neuer IT-Lösungen mit bisherigen Lösungen zu vergleichen.

2. Öko-Effizienz durch IT

IT stellt in der Informationswirtschaft eine Schlüsseltechnologie dar, die nicht nur die Innovationskraft der IT- und Medienwirtschaft stärkt, sondern auch in sämtlichen Anwenderbranchen Unternehmen zu Innovationen befähigt und ihre Wettbewerbsfähigkeit stärkt. Entsprechend steigt der IT-Bedarf in allen Wertschöpfungsketten, auch im Bereich der Energieversorgung und im Umweltmanagement. Je weiter die Energie- und Stoffströme zeitlich und räumlich disaggregiert erfasst und gesteuert werden müssen, desto wichtiger wird die Vernetzung der Teilprozesse und ihrer Akteure über IT-Systeme. Der IT-Einsatz ist vor allem dann entscheidend für ökoeffizientes Management, wenn Prozesse in Echtzeit optimiert werden müssen oder die Versorgung vollautomatisch gesteuert werden soll. IT kann bei der Senkung des Energieverbrauchs und der Optimierung des Energiesystems eine bedeutende Rolle spielen, und zwar sowohl auf der Anwenderseite als auch auf der Nachfrageseite – im Bereich des industriellen wie auch im Bereich des privaten Energieverbrauchs. Daher werden im Folgenden, differenziert nach industrieller und Endkunden-Nutzung, mögliche Einsatzbereiche für IT vorgestellt und ihre Einsparpotenziale genannt.

2.1 Einsatzbereiche für IT zur Steigerung der Öko-Effizienz

Öko-Effizienzpotenziale durch innovative IT-Produkte und Dienste bestehen sowohl in der Industrie (Tabelle 2) als auch bei Endkunden und Haushalten (Tabelle 3).

Tabelle 2: Einsparpotenziale Industrie

Industrie (inkl. Energiesektor)	
Einsatzbereich	Einsparpotenziale
Prozessenergie- und Stoffkontrolle, Verbrauchs- und Flussoptimierung	<ul style="list-style-type: none"> • Verbrauchs- und Flussoptimierung: Hilfs- und Betriebsstoffe, inkl. Brennstoffe, Strom, Wasser, Gase, Prozesswärme, Prozessgase • Messungen und Vermeidung von: Emissionen, Abwärme, Abwasser, Abfälle, Reststoffe • Umweltmanagement: Facility-Management und Gebäudesteuerung
Lastmanagement und leitungsgebundene Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> • Auslastungs- und Überschussmanagement: Strom, Fernwärme, Wasser, Gase
Versorgung mit Marktinformationen	<ul style="list-style-type: none"> • Markttransparenz: Angebotsübersicht, Anbieter- und Preistransparenz, Emissionshandel

Quelle: Fraunhofer ISI

Tabelle 3: Einsparpotenziale Endkunden und Haushalte

Endkunden und Haushalte	
Einsatzbereich	Einsparpotenziale
Lastmanagement leitungsgebundener Ressourcen	<ul style="list-style-type: none"> • Verbrauchs- und Flussoptimierung, Überschussmanagement: Strom, Fernwärme, Wasser, Ferngas
„Intelligentes Haus“	<ul style="list-style-type: none"> • Facility-Management und Gebäudesteuerung: Wärme/Heizung, Heizöl, Strom, Gas, Wasser, Raumklima/Luft • Messung und Vermeidung von: Emissionen, Abwärme, Ab- und Brauchwasser, Hausmüll, Reststoffe • Entsorgungsmanagement: Abwasser, Hausmüll, Gartenabfälle, Heizungsschlacke, Asche
Stand-alone-Haushaltsgeräte, Konsumenten-Elektronik	<ul style="list-style-type: none"> • Messung und Verbrauchsoptimierung: Strom, Wasser, Gas, Luft, Wärme/Heizung • Messung und Vermeidung von: Abluft, Abwärme, Ab- und Brauchwasser, Staub, Emissionen
Versorgung mit Marktinformationen	<ul style="list-style-type: none"> • Markttransparenz: Angebotsübersicht, Anbieter- und Preistransparenz

Quelle: Fraunhofer ISI

Darüber hinaus werden durch IT neue umweltbezogene Dienstleistungen möglich, wie in Tabelle 4 exemplarisch aufgezeigt:

Tabelle 4: Einsparpotenziale durch umweltbezogene Dienstleistungen und Versorgung

Umwelt-Dienstleistungen und Versorgung	
Einsatzbereich	Einsparpotenziale
Lastmanagement leitungsgebundener Ressourcen für den Netzbetrieb	<ul style="list-style-type: none"> • Verbrauchs- und Flussoptimierung: Strom, Fernwärme, Wasser, Gase • komplexe Steuerungs- und Regelungstechnik: Energienetz, Sicherheitssysteme
Stromhandel und Energiebörsen	<ul style="list-style-type: none"> • betriebswirtschaftliche Optimierung: Echtzeit-Daten, Markttransparenz
Call-Center, Billing	<ul style="list-style-type: none"> • betriebswirtschaftliche Optimierung: Kundenservice, Verbrauchsbezogene Abrechnung, CRM
Abfallentsorgung (Müllabfuhr, Sortierung, Deponiebetrieb)	<ul style="list-style-type: none"> • Logistiksysteme: Routenoptimierung, Transportlogistik, Mülexport (Haus-, Gewerbemüll, Bauschutt) • MSR- und Anlagensteuerung, Sensorik: Mustererkennung, Emissionsmessung
Abfallverwertung (Recycling, Müllverbrennung in Wiederaufbereitung und Industrie)	<ul style="list-style-type: none"> • Logistiksysteme: Routenoptimierung, Transportlogistik, Entsorgung unverwertbarer Reststoffe • MSR- und Anlagensteuerung, Sensorik: Emissionsmessung, Reststoffentsorgung

Umwelt-Dienstleistungen und Versorgung	
Einsatzbereich	Einsparpotenziale
Wasserversorgung (Exploration und Gewinnung, Aufbereitung und Klärung, Verteilung)	<ul style="list-style-type: none"> • MSR: geophysikalische Messungen zur Vermeidung von Wasserverlusten, Landschaftsverbrauch, Erosionen, wasserchemische Untersuchungen, Geo-Informationssystemtechnik zur Gewinnung von Umweltdaten, Sicherheitssysteme und Überwachung
Abwasserentsorgung und -behandlung (Entwässerung, Kanalsysteme)	<ul style="list-style-type: none"> • MSR: Untersuchung und Monitoring belasteter Siedlungs- und Industrieabwässer, Feststellung organischer und chemischer Belastungen, Bodenkontaminationen, Vermeidung von Abwasserverlusten • Lastmanagement: Deponien, Kanalsysteme • Wartung und Pflege: Kanalsysteme • Logistik: Entsorgung von Klärschlamm und Filtern
Feuerungsanlagen und Kaminkehrer	<ul style="list-style-type: none"> • MSR: Emissionsmessung (Schlacke, Asche, Ruß), Ermittlung von Kühlungsbedarf • Wartung und Pflege: Feuerungsanlagen und Kamine • Entsorgungslogistik: Ruß, Asche, Schlamm
Sonstiger Service für industrielle Umwelttechnik	<ul style="list-style-type: none"> • MSR: Emissionen, Kontaminationen • Anlagensysteme • Fernwartung • Sicherheitssysteme: Alarmsysteme • Entsorgungslogistik
Versorgung mit Marktinformationen	<ul style="list-style-type: none"> • Markttransparenz: Angebotsübersicht, Anbieter- und Preistransparenz, Emissionshandel

Quelle: Fraunhofer ISI

Diese Übersicht zeigt die Vielfalt der Einsatzmöglichkeiten auf, zugleich verweist sie auf den Energiesektor als einen zentralen Bereich für Einsparpotenziale.

2.2 Energieeffizienz als zentrales Beispiel für Öko-Effizienz

Am Beispiel der Verbesserung der Energieeffizienz durch IT werden die Prinzipien des öko-effizienten Wirtschaftens deutlich sichtbar: Die wirtschaftlichen Interessen einer Vielzahl unterschiedlicher Akteure aus Wirtschaft, Politik und Gesellschaft sind betroffen und die Verbesserung der Energieeffizienz hat gewaltige Effekte auf die Öko-Effizienz insgesamt. Die hier im Folgenden aufgeführten Anwendungsbereiche beziehen sich alle auf Arten des „IT-basierten Energiemanagements“.

Management von Energienetzen

Unter Energiemanagement ist gemäß der VDI-Richtlinie (Entwurf Nr. 4602) die vorausschauende, organisierte und systematisierte Erzeugung, Verteilung und Verwendung

von Energie unter Berücksichtigung ökonomischer und ökologischer Zielsetzungen gefasst. Ein Energiemanagementsystem erfüllt die Funktionen der Organisation und technischen Unterstützung. Entscheidend für ein erfolgreiches Energiemanagement ist die Ermittlung und Nutzung von Informationen zu Bedarf und Verbrauch von Energie, welche mithilfe von IT zur Informationsbereitstellung, -vermittlung und -verarbeitung erfolgt. Aufgrund der zunehmenden Fülle der Information und Komplexität des Systems ist eine wichtige Funktion der IT auch die Selektion und Aufbereitung relevanter Information. Ein Energiemanagementsystem lässt sich anhand der Art und Weise der Erfassung des Energieverbrauchs charakterisieren (Tabelle 5).

Tabelle 5: Energiemanagementsysteme und IT-Einsatzbedarf

Art der Erfassung	Verbrauchszuordnung	IT-Einsatzbedarf
keine Erfassung vor Ort	Schätzung, Umlageschlüssel, Kennzahlen	sehr gering
manuelle Erfassung	auf der Basis der genauen Messwerte	gering, Verarbeitung der Daten mit IT
mobile Erfassung	auf der Basis der genauen Messwerte	mittel
Online-Erfassung (Echtzeit)	auf der Basis der genauen Messwerte	hoch

Quelle: Fraunhofer ISI

Energiemanagement von Gebäuden

Da das Gebäudemanagement schon heute einen Großteil des Energieverbrauchs beansprucht, bestehen hier entsprechend hohe Einsparpotenziale. Entscheidend für die Entwicklung von Maßnahmen ist zum einen der Zustand des Gebäudes. Wenn es sich um ein bereits bestehendes, älteres Gebäude handelt, ist zu klären, inwieweit Verbesserungspotenzial durch Instandhaltungsmaßnahmen besteht und welche Optimierungsschritte hinsichtlich des Energiebedarfs und Verbrauchs im Rahmen der bestehenden gebäudetechnischen Voraussetzungen möglich sind. Neben dem Zustand des Gebäudes ist auch die Nutzungsweise ausschlaggebend für das Öko-Effizienz-Konzept, denn ein privates Wohngebäude hat ein anderes Nutzungsprofil als z.B. ein öffentliches Universitätsgebäude. Anwendungsbereiche in der Gebäudetechnik, bei denen IT-Lösungen zur Öko-Effizienz beitragen können, sind vor allem Steuerungs- und Sensortechnologie für die Beleuchtung, Heizung oder Klimatisierung von Räumen. IT kann insbesondere eingesetzt werden bei

- bedarfsabhängiger Versorgung,
- Vermeidung von Überkapazitäten,

- Überwachung von Licht, Temperatur-/Heizsteuerung, Elektrogeräten, Maschinen, Fenstern und Türen, Belüftungssystemen, Sicherheits- und Alarmanlagen,
- intelligenten Elektrogeräten („embedded systems“),
- Energiemanagement in Unternehmen,
- Smart Metering,
- Gebäudeüberwachung und Schutz (Feuer, Einbruch, Sturm etc.),
- Fernüberwachung und Wartung von Anlagen.

Energiemanagement in der Industrie

Ziel des Energiemanagements in der Industrie bzw. in Unternehmen ist die Verbesserung der Ökoeffizienz von Produktions- und Geschäftsprozessen – und zwar entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Hierzu zählt auch das Konzept der Kreislaufwirtschaft, in dem durch intelligente, kaskadische Nutzung von Stoffen und Energie die eingesetzten Rohstoffe über den Lebenszyklus einer Ware hinaus wieder in den Produktionsprozess zurückgelangen sollen (Fleig 2000). Dieses Konzept bildet die Grundlage z.B. für die Verpackungsverordnung oder Rücknahmeverordnungen (Altbatterien, Dosenpfand). Entscheidend für das Energiemanagement in einem Unternehmen sind möglichst genaue Daten über den Energieverbrauch bzw. spezifische Energieverbrauchsprofile, nach denen dann der Energiebedarf bzw. die Nachfrage ausgerichtet werden kann.

Der Einsatz von Lastmanagement für den Strommarkt und Reserveleistungsmärkte ist für industrielle Großverbraucher schon heute attraktiv. Sogenannte Demand-Response-Management (DRM) Programme sind Maßnahmen zur Integration des Verbrauchers in die Gestaltung der Energieversorgung. Man unterscheidet preisbasierte oder anreizbasierte DRMs. Preisbasierte DRM-Programme beinhalten Ansätze wie Flexible Tarife, Day-ahead Preisbindung oder Dynamische Preisbindung. Zu den anreizbasierten DRM-Programmen gehören das Reserve-Kapazitätsprogramm, das Nachfragebieterverfahren, Notfallprogramme, Unterbrechbare Programme oder Direkte Laststeuerung.

Das sogenannte Contracting ist ein neues Geschäftsmodell auf der Basis des DRM, bei dem ein Contractor das gesamte Energiemanagement des Unternehmens vom Einkauf bis zur Versorgung optimiert und steuert.

Die eEnergy-Studie von WIK, Fraunhofer Energieverbund und Fraunhofer ISI hat bestätigt, dass zum Teil erhebliche Kosteneinsparpotenziale für die Wirtschaft durch IT-Einsatz im Energiemanagement bestehen und dieses beispielhaft errechnet (Franz et al. 2006: 3ff). So ergaben Berechnungen zum Lastmanagement, dass Industriebetriebe am Tag bis zu 27 EURO pro MW an der Strombörse verdienen könnten, wenn sie in den entsprechenden Prozess eingebunden wären (ebd.). Durch die Teilnahme von Industrie-

betrieben an der Bereitstellung von Regelenergie würden sich für diese potenzielle Leistungspreise im Bereich der Minutenreserve in der Größenordnung von 215 EURO pro MW ergeben.

Energiemanagement bei Konsumenten: Smart Metering

Im Haushaltsbereich bestehen Potenziale zur Einsparung von Energie durch die Einführung zeitabhängiger Tarife und eine zeitnahe Information an den Verbraucher über den tatsächlichen Energieverbrauch. Konservative Einschätzungen gehen von einem Einsparpotenzial von etwa 9,5 TWh pro Jahr aus (Franz et al. 2006: 3). Der Einsatz intelligenter Zählersysteme (Smart Metering) als Schnittstelle zum „Vernetzten Haus“ (Smart Home) und zu Lieferanten kann Lieferantenauswahl, Verbrauchsmessung und -abrechnung automatisieren und würde zugleich die Preissensibilisierung der Verbraucher unterstützen.

Online-Dienste für Endkunden

Die energieintensive, hoch umweltbelastende und güterbasierte Industriegesellschaft entwickelt sich zur Informationsgesellschaft, indem die Produktions-, Informations- und Wertschöpfungsprozesse zunehmend dematerialisiert und wissensbasiert erfolgen. Dabei sind neue, internetbasierte Dienstleistungen aus den Bereichen eBusiness, eHealth, eGovernment, eBanking oder eCommerce von hoher Bedeutung, da sie grundsätzlich die Möglichkeit bieten, den Transport- und Materialbedarf – und damit auch den Energiebedarf – zu senken. Inwieweit dieses Potenzial in Ressourceneinsparungen umgesetzt werden kann oder durch IT-Anwendungen nur neue Mobilitätspotenziale freigesetzt werden, ist je nach Einsatzbereich unterschiedlich stark ausgeprägt (Kimpeler 2004).

Öko-effiziente IT

Mit der Nutzung von IT-Anwendungen und der Verbreitung der Endgeräte steigt auch die Bedeutung von Öko-Effizienz-Potenzialen der IT-Nutzung selbst. Hier besteht die Möglichkeit, dass der Nutzer seinen Bedarf an öko-effizienten Endgeräten für eine nachfragegesteuerte Marktentwicklung einsetzt (von Oertzen et al. 2006). Diese Entwicklung ist bisher nur im Bereich der „weißen Konsumgüterindustrie“ beobachtbar, wo energiesparende Waschmaschinen oder Kühlschränke Marktanteile gewinnen.

Öko-Effizienz in Logistik und Verkehr

Aufgrund der engen Kopplung von Verkehrsaufkommen, Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch ist ein zentrales Ziel zur Verbesserung der Öko-Effizienz im Ver-

kehrsbereich die Verminderung des Transportaufkommens, aber auch die Verbesserung der Logistik-Prozesse und der Verkehrssteuerung. Zum Einsatz kommen hier Technologien wie RFID, Traffic Demand Management, Intermodal-Verkehrsmanagement oder Verkehrsleitsysteme. Aufgrund der hohen Bedeutung des Standorts Baden-Württemberg als internationaler Verkehrsknotenpunkt sind IT-basierte Innovationen im Bereich Logistik und Verkehr entscheidend für die Qualität und Verbesserung der Öko-Effizienz des Standorts. Beispiele für IT-Lösungen sind Rufbussysteme, Sammeltaxi-Rufsysteme sowie Fahrplan- und Verkehrsinformation für ÖPNV-Nutzer.

Sonstige innovative Dienstleistungen für IT-basierte Öko-Effizienz

Durch den Einsatz von IT im Energiemanagement entstehen eine Reihe weiterer neuer Geschäftsfelder, insbesondere in der Beratung oder im Informationsmanagement. So besteht ein Bedarf in der Verbesserung der Kommunikation und Interaktion zwischen den Marktteilnehmern bzw. der Bereitstellung elektronischer Plattformen für neue Märkte. Beratungsdienste, z.B. Contracting als Übernahme des Energiemanagements für Unternehmen oder sonstige Großverbraucher werden zunehmend nachgefragt.

Im Bereich der Informationsbereitstellung für Endnutzer ist die Schaffung von mehr Markttransparenz, z.B. durch Zertifizierungen oder Preisvergleichsagenturen ein wachsendes Geschäftsfeld, da die Komplexität der Energiemärkte durch die weitere Integration regionaler und kleinerer Anbieter für regenerative Energieformen weiter steigt.

Allmählich zeigen sich auch immer mehr endverbrauchernahe IT-Anwendungen auf den Märkten, die Relevanz für die Verbesserung der gesamtwirtschaftlichen Öko-Effizienz besitzen. Beispiele für endverbrauchernahe Anwendungen sind:

- Intelligente Haustechnik, die eine bedarfsorientierte Steuerung und Regelung der energieintensiven bzw. emittierenden Geräte und Anlagen im Wohnhaus zulässt.
- Automatischer oder bedarfsgesteuerter Wechsel von Stromlieferanten oder Stromtarifen (künftig auch bei Gastarifen), analog zur „call-by-call“ Funktion bei Telefondiensten.
- Verkehrsinformatik und -telematik: PKW-Navigationssysteme.

2.3 Zwischenfazit

Am Beispiel der Verbesserung der Energieeffizienz durch IT werden die Prinzipien des öko-effizienten Wirtschaftens deutlich sichtbar. Dabei sind eine Vielzahl unterschiedlicher Akteure aus Wirtschaft, Politik und Gesellschaft gefordert, mithilfe von IT auf allen Ebenen der Energie-Wertschöpfungskette Einsatzpotenziale zu schaffen.

Noch sieht es auf dem Markt so aus, dass aufgrund mangelnden und langsamen Austauschs der Informationen zwischen Anbietern und Nachfragern Produktion und Verbrauch noch nicht optimal aufeinander abgestimmt werden, was Verbrauch und Kosten erhöht. Durch den Einsatz von IT können grundsätzliche Probleme des Energiemanagements und der Energieeinsparung adressiert werden. Da das Angebot an Energie jederzeit auf die Nachfrage, welche durch dezentrale Entscheidungen von Haushalten und Unternehmen zustande kommt, reagieren können muss, ist das Ziel eines energie- und kosteneffizienten Energiemanagements die Vermeidung von Engpässen oder Überlastungen sowie die Sicherstellung der Stabilität des Systems auch bei Unterlast. Hinzu kommt der Bedarf, auch Anbieter Erneuerbarer Energien in das System zu integrieren.

Die Zusammenführung bisheriger proprietärer Systeme stellt die zentrale Herausforderung bei der Implementierung eines Energiemanagementsystems der Zukunft dar. In der Studie „E-Energy“ (Franz et al. 2006) wird darauf hingewiesen, dass die Energieeinsparpotenziale der IT nur ausgeschöpft werden können, wenn auch ein globales Energiemanagementsystem eingesetzt wird, das alle Wertschöpfungsstufen verbindet. Dieser Prozess bedarf sowohl der Bereitschaft der IT-Entwickler, sich auf Standards und Prozesse zu einigen, als auch der Einigung aller Marktteilnehmer über Zugriffsrechte und Schutzmechanismen für die notwendigen Verbrauchsdaten.

Somit ist eine, wiederum IT-basierte, Koordination dieser unterschiedlichen Einsatzbereiche ein Erfolgskriterium für die Steigerung der Öko-Effizienz entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Entlang der Wertschöpfungsketten ergeben sich für den IT-Einsatz folgende Merkmale:

- IT repräsentiert ein Technologiegebiet zur Messung von Umweltwirkungen sowie zur Steuerung und Regelung des Ressourceneinsatzes in fast allen denkbaren Anwendungen.
- Die Herstellungsprozesse für IT-Produkte und Systeme sind oft selbst Umwelt belastend und Ressourcen verbrauchend.
- IT-Lösungen erlauben die Ressourcen schonende Optimierung von Aufbau- und Ablaufstrukturen in allen Wertschöpfungsprozessen, sowohl bei der Fertigung als auch bei der Dienstleistungserstellung.
- IT ermöglicht die Erfassung und Verarbeitung großer Mengen ökologischer Daten und damit die integrierte Betrachtung globaler Einflüsse auf das öko-effiziente Wirtschaften.

3. Marktpotenziale durch IT im Energiesektor

Eines der oben genannten vier Brabetto-Kriterien verlangt für die Messung der Öko-Effizienz indirekt auch die integrierte Betrachtung der ganzen Wertschöpfungskette. Öko-Effizienz-Anforderungen gelten also nicht nur für Unternehmen, sondern auch für den Staat und die privaten Haushalte. Im Folgenden werden die beteiligten Akteure im Energiesektor identifiziert und beschrieben.

Die Energiemärkte für leitungsgebundene Energieformen wie Strom, Erdgas und Rohöl sind in Deutschland polypol strukturiert und es stehen sich eine oligopolistische Anbietergruppe (vier große Energieversorgungsunternehmen, auch EVUs), eine Vielzahl relativ abhängiger mittlerer bis kleiner Zwischenhändler (z.B. Stadtwerke) und eine heterogene Verbrauchergruppe gegenüber (starke, großindustrielle Verarbeiter und Verbraucher, ein Vielzahl KMUs, kleine und große öffentliche Nachfrager, Haushalte). Im Fall der Elektrizitätsversorgung spielen auch lokale Erzeuger eine kleinere Rolle, die ihren Strom entweder selbst verbrauchen oder ins Netz einspeisen. Bei anderen leitungsgebundenen Energieformen wie Fernwärme und Druckluft sind die Anbieterstrukturen weniger oligopolistisch. Der Wettbewerb ist daher weniger beschränkt.

Durch die Liberalisierung des Strommarktes herrscht mit der Zunahme der Stromanbieter aus Sicht der Verbraucher zunächst Intransparenz im Markt. Die jährlichen Stromabrechnungen und die starren Langfristverträge sind unzeitgemäß und gelten als wettbewerbsfeindlich, der Anbieterwechsel bleibt schwierig. Aus Sicht der Politik stellt sich auch die Frage der „richtigen“ Preisgestaltung und der Notwendigkeit der staatlichen Intervention („Re-Regulierung“). In technischer Hinsicht sind u.a. die Netzstabilität, die Vermeidung von Spannungsspitzen und die Blindlastkompensation zu erwähnen.

Die Versorgung mit elektrischer Energie (einfacher: mit „Strom“) erfolgt in Deutschland und in ähnlicher Form auch in ganz Europa durch eine beschränkte Zahl europa- und weltweit konzernartig verflochtener überregionaler EVUs, die oft auch das Gas- und Fernwärmegeschäft beherrschen und an den Öl- und Gasförderunternehmen beteiligt sind, sowie durch dezentrale oder regionale Versorger ("Stadtwerke"), die ebenfalls oft Beteiligungsunternehmen der großen EVUs sind. Sowohl die überregionalen, wie die regionalen Versorger sind i.d.R. auch Betreiber eigener Kraftwerke, wobei der regional erzeugte Strom in die integrierten Netze eingespeist wird.

Die EVUs üben, im Verbund mit den regionalen Versorgern, die Funktionen der Stromerzeugung, der (physikalischen) Verteilung und des Vertriebs der Energie aus (nach §3 des Energiewirtschaftsgesetzes EnWG). Daher sind sie gleichzeitig auch die Netzbetreiber und bilden in dieser Rolle ein Monopol. Nach dem neuen EnWG sollen die EVUs den Betrieb der Netze rechtlich und organisatorisch abtreten.

Auch die Vertriebsfunktion ist nicht mehr allein in der Hand der großen EVUs; sie wird vermehrt durch teilselbständige Tochterunternehmen oder durch regionale Versorger wahrgenommen und zudem durch unabhängige Vermittlungsagenturen oder Strombörsen unterstützt.

Eine Vielzahl lokaler Erzeuger betreiben dezentrale Solar-, Gas-, Kohle-, Wind- und Wasserkraftwerke, um ihren Strom entweder selbst zu verbrauchen (z.B. Industrie, Bahn) und/oder nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ins Netz einzuspeisen (Windkraftbetreiber, private Photovoltaik-Betreiber, Haushalte mit PV-Anlagen).

Seit dem Wirksamwerden des EEG im Jahre 2000, was einer partiellen Liberalisierung des Strommarktes gleichkommt, verändern sich allmählich die Strukturen der Energiewirtschaft: So werden Verbraucher wie Unternehmen und Privathaushalte ("100.000-Dächer-Programm"), die über den Eigenbedarf hinaus Strom produzieren, zu "Versorgern". Die klassische Unterscheidung nach Versorgern und Verbrauchern wird gelöst. Mit der Liberalisierung und Deregulierung des Strommarktes wächst die Bedeutung der kleineren Akteure.

3.1 Der Energiesektor in Baden-Württemberg

Die Anbieterstruktur der Energieversorgung in Baden-Württemberg ist geprägt von einer Vielzahl im internationalen Vergleich relativ kleiner Unternehmen. Viele dieser Unternehmen befinden sich in kommunalem Besitz oder haben dort ihre Wurzeln. Im Zuge der Entwicklung des Europäischen Binnenmarktes und der Deregulierung der Märkte für Strom und Erdgas sind aber auch hier in jüngster Zeit verstärkte Konzentrationstendenzen zu beobachten. In der Energiewirtschaft in Baden-Württemberg waren Ende 2004 rund 30.000 Menschen beschäftigt.

Von allen Primärenergieträgern werden in Baden-Württemberg pro Jahr 54,4 Mio. t Steinkohleeinheiten (SKE) verbraucht (Zahlen von 2004, Statistisches Landesamt 2007). Davon entfallen auf Mineralöle und ihre Derivate 37 Prozent, auf Kernenergie 26 Prozent, auf Erdgas und Erdölgas 18 Prozent, auf Stein- und Braunkohle 12 Prozent. In den Haushalten wurden im Jahr 2004 etwa 1,7 Mio. t SKE Endenergie verbraucht, davon jeweils knapp ein Drittel in Form von Mineralölprodukten, als Strom und als Gas. Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe haben 2004 einen Endenergieverbrauch von 8,2 Mio. t SKE. Davon entfallen 42 Prozent auf Strom, 30 Prozent auf Gas, 9 Prozent auf Heizöl, 7 Prozent auf Fernwärme, knapp 6 Prozent auf Steinkohle und nur 0,7 Prozent auf Holz und Braunkohle.

Als energiepolitische Ziele der Landesregierung in Baden-Württemberg sind definiert (vgl. Koalitionsvertrag der Landesregierung Baden-Württemberg):

- Erhalt einer eigenständigen Energieversorgungsstruktur mit hoher Produktionskapazität und möglichst vielen Arbeitsplätzen im europäischen Wettbewerb.
- Sichere, preisgünstige und umweltfreundliche Energieversorgung für die Unternehmen des Landes und für die privaten Haushalte.

Dazu gehört, dass die Kernkraftwerke weiter betrieben und regenerative Energien gefördert werden. Der Atomausstieg ist nach Ansicht der Landesregierung ein teurer und umweltschädlicher Irrweg. Die Landesregierung fördert die Forschungen im Bereich der Brennstoffzelle und der Photovoltaik, da sie einen Zukunftsmarkt mit hohen Wachstumspotenzialen sieht.

3.2 Teilmärkte der Energiewirtschaft

Im Folgenden werden die Teilmärkte der Energiewirtschaft in Baden-Württemberg differenziert nach Elektrizitätsversorgung, weiterer leitungsgebundener Energieträger sowie nicht leitungsgebundener Energieträger.

Elektrizitätsversorgung

Die Strombranche Baden-Württembergs ist geprägt durch den Großanbieter EnBW, einer der vier großen überregionalen EVUs, einigen mittelgroßen regionalen Versorgungsunternehmen, die aus Fusionen kleinerer lokaler Versorger entstanden (z.B. Badenova in Freiburg und MVV in Mannheim), und aus einer wachsenden Zahl lokaler Anbieter. Im Freiburger Raum hat sich zudem eine bedeutende Solarenergiebranche entwickelt, im ganzen Land entstehen mehr Windkraftanlagen und im Schwarzwald erleben lokale Wasserkraftwerke eine Renaissance, erleichtert durch die Novellierung des EBB und die fortschreitende Deregulierung des Strommarktes.

In Baden-Württemberg wurden 2004 ca. 70,8 Mrd. kWh Strom verbraucht, davon etwa 49 Prozent von den ca. 456 Tsd. Betrieben in Industrie, Handel und Gewerbe, ca. 34 Prozent von den 4,9 Mio. privaten Haushalten (bei einer Bevölkerung von 10,7 Mio.) und etwa 7 Prozent von öffentlichen Einrichtungen.

Folgende 13 regionale und überregionale EVUs bieten Strom an³:

- BS | ENERGY (vorm. badenova AG & Co. KG)
- EGT Triberg
- Elektrizitätswerke Schönau (EWS)
- Energie Baden-Württemberg AG (EnBW)

³ Quelle: www.stromtarife.de/links/evu.html, 06/2006

- Energie- und Wasserversorgung Bruchsal GmbH
- Energieversorgung Albwerk
- Geno Strom GmbH
- Kraftwerk Altwürttemberg AG
- LichtBlick - die Zukunft der Energie GmbH
- MVV Energie AG
- Neckarwerke Stuttgart AG
- unit energy stromvertrieb GmbH
- Yello Strom GmbH

Daneben gibt es noch weitere neun lokale EVUs, nämlich die Stadtwerke von Esslingen, Ettlingen, Fellbach, Heidelberg, Karlsruhe, Mühlacker, Nürtingen, Pforzheim und Rastatt.

Der größte Teil des erzeugten Stroms wird in den elektrischen Geräten der Endkunden verbraucht (genauer: in eine andere Energieformen umgesetzt). Daraus ergibt sich ein hohes Potenzial für öko-effizientere elektronische Endgeräte. Derzeit wird nur ein Bruchteil der Kleinverbrauchseinheiten beim Endverbraucher durch entsprechende Aggregate energieeffizient geregelt. Positivbeispiele sind Waschmaschinen oder Trockner mit Öko-Label, Negativbeispiel ist die Stand-by-Funktion in der Unterhaltungselektronik. Lediglich bei industriellen Anlagen wie Großmaschinen, Gießereien, Stahl- und Hüttenwerke, Schienenfahrzeuge etc. kann man von einem breiten Einsatz von Einrichtungen zur systematischeren Stromverbrauchsoptimierung sprechen.

Es besteht ein noch wesentlicher Forschungsbedarf hinsichtlich der Nachfrageelastizität im Strommarkt, wenn z.B. den Nutzern Demand-Response-Programme angeboten werden, mit denen sie unmittelbar die Höhe ihres Stromverbrauchs erkennen könnten. Zur Errechnung von Marktpotenzialen liegt hierzu für Deutschland noch kein empirisches Material vor (Franz et al. 2006: 89).

Weitere leitungsgebundene Energieträger

Weitere wichtige leitungsgebundenen Energieträger sind Erdgas und Ölgas, Fernwärme und, nur lokal konzentriert und von geringerer Bedeutung, leitungsgebundene Druckluft in bestimmten Industrien. Exportiertes Rohöl wird in Deutschland nur bis zu den Übergabestellen in Rohrleitungen transportiert, innerdeutsch jedoch in Tankfahrzeugen.

Die Anbieter auf dem Rohöl- und Gasmarkt sind einerseits die großen, überregionalen EVUs (Elektrizitätsversorger sind oft auch Gasversorger), spezialisierte überregionale Gasversorger, die Betreiber der Leitungsnetze und die regionalen Gasversorger (eben-

falls oft gleichzeitig die regionalen EVUs). Nachfrager sind die Industrie (Prozess- und Heizgase), aber auch die gas- und ölverarbeitende Industrie (Chemie und Raffinerien).

Bei Gas und Fernwärme werden gewaltige Volumina in Netzen bewegt, deren Verteilung und Belastung optimal gesteuert werden müssen. Hier kommen aber noch andere Aspekte als Ressourceneffizienz hinzu, nämlich Vermeidung von Unfällen (Explosionen, Brände, Leckagen) und (beim Gas) von schädlichen Emissionen. Somit spielt der Einsatz von IT in seinen Ausprägungen Mess-, Steuer- und Regelungstechnik (MSR) sowie Fernwirk- und Sicherheitstechnik eine große Rolle, oft unterstützt durch mobile bzw. drahtlose Applikationen.

Sensorik, Sicherheits- und Fernwirktechnik sind, neben MSR, traditionell auch bei den verbrauchenden Anlagen (Gasturbinen, industrielle Heiztechnik oder Prozesswärme, Brenner, Herde etc.) im Einsatz. Sie werden heute fast ausschließlich durch IT-Lösungen realisiert, wobei wegen der fehlenden elektrischen und magnetischen Eigenschaften der Energieträger Gas, Druckluft und Fernwärme besondere Anforderungen an die Sensorik gestellt werden.

Eine besondere Herausforderung ist die Zuverlässigkeit der sicherheitstechnischen Einrichtungen selbst; die Fehlertoleranzen sind hier sehr gering, was besondere Anforderungen an Qualität der Bauelemente und die betriebsichere Auslegung der Systeme stellt. Hierbei sind die erzielbaren Gewinnmargen zwangsläufig höher, obwohl Systeme häufig Speziallösungen und daher nur bedingt skalierbar sind. Diese IT-Anwendungen werden von kleinen, spezialisierten Ingenieurbüros, Systemhäusern, kleinen Technologieunternehmen und, für die Fertigung, von Handwerksbetrieben angeboten. Alle diese sind in Baden-Württemberg in großer Zahl zu finden.

Nicht leitungsgebundene Energieträger

Die heute wichtigsten nicht leitungsgebundenen Energieträger sind flüssige Brennstoffe wie Mineralölderivate (Benzin, Heizöl, Diesel), Gas in (Druck-)Behältern (Industriegase, Heizgase), Stein- und Braunkohle, Koks sowie Holzprodukte (Rohholz, Holzabfall, Briketts und Pellets).

Nicht leitungsgebundene Energieträger werden im Ferntransport ausschließlich mit Fahrzeugen transportiert; auf lokaler Ebene (Industrie, Kraftwerke) kann punktuell bei flüssigen oder fließfähigen Aggregatzuständen eine Einspeisung in Rohrleitungen möglich sein, was aber gesamtwirtschaftlich keine Rolle spielt.

Unter dem Gesichtspunkt der Energie- und Öko-Effizienz spielt auch hier das Verteilungs- und Lastmanagement in Form klassischer Logistiksteuerung eine Rolle. Die

Fahrzeuge transportieren erhebliche Mengen dieser Energieträger und belasten damit die Verkehrswege auf physische Weise und die Umwelt durch Emissionen. Die Zwischenlagerung der Energieträger beansprucht Flächen.

IT spielt bei der Logistiksteuerung schon traditionell eine wichtige Rolle. Durch intelligente Dispositionssysteme, durch GPS- und andere mobile Navigations- und Positionsbestimmungssysteme, durch Infrarot- oder RFID-gestützte Ladungskennung etc. kann mit Hilfe der IT die gesamte Logistik für die nicht leitungsgebundenen Energieträger optimiert und damit - durch Emissionsminimierung der Fahrzeuge - ein nennenswerter Beitrag zur Öko-Effizienz geleistet werden.

Darüber hinaus werden heute hauptsächlich durch IT – wieder in seiner Ausprägung MSR, Fernwirktechnik, Sensorik, Sicherheitstechnik etc. – die Prozesse der Verbrauchs- und Weiterverarbeitungsanlagen für die nicht leitungsgebundenen Energieträger gesteuert und hiermit sowohl die Verbrauchs- als auch die Emissionsparameter beeinflusst. Auch hier sind durch verbesserte IT-Lösungen weitere erhebliche Optimierungseffekte mit großer gesamtwirtschaftlicher Tragweite erzielbar. Wegen der großen Zahl von Verbrauchern und Endkunden ist der Markt für standardisierte Anlagen und somit das Potenzial skalierbarer IT-Lösungen groß.

Sonstige umweltrelevante Bereiche

Die obigen Ausführungen im Kontext der Energiewirtschaft zeigen beispielhaft, welche Möglichkeiten IT im Hinblick auf Erzielung von mehr Öko-Effizienz bietet. Im Rahmen dieser Studie können nicht alle umweltrelevanten Sektoren detailliert betrachtet werden. Die aus unserer Sicht wichtigsten sollen an dieser Stelle aufgelistet werden, unter beispielhafter Nennung der ressourcenrelevanten Themen:

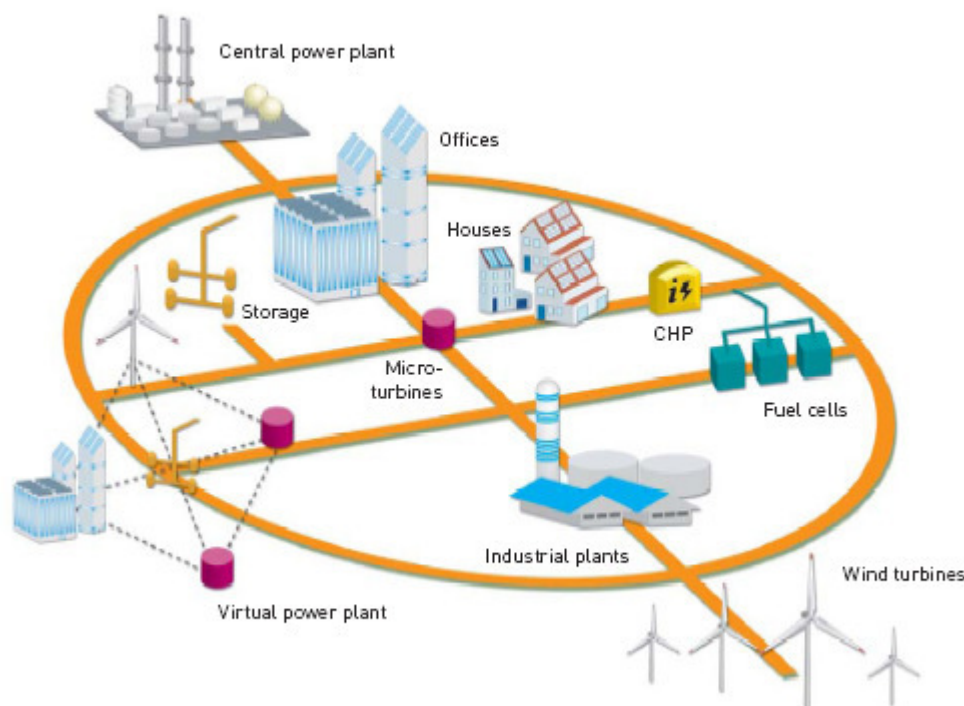
- Wasserwirtschaft (Wasserversorgung, Analyse, Gewässerschutz, Immissionen, Klärung, Verteilung und Speicherung, Abwasserentsorgung bzw. -wiederaufbereitung, Schließung von Kreisläufen etc.)
- Abfallwirtschaft (Analyse, Logistik, Trennung und Verwertung, Reststoffentsorgung bzw. Deponierung, Emissionen etc.)
- Verarbeitendes Gewerbe (Anlagen- und Prozesssteuerung, Rohstoffversorgung, Energiemanagement, Emissionen, Emissionshandel, Facility-Management, Logistiksteuerung, Flottenmanagement etc.)
- Landwirtschaft und Forsten (Schadstoffe im Boden, Pestizidbelastung, Fertilisierungsoptimierung, Tiermast und Hormonbelastung, Flächenüberwachung etc.)
- Bergbau und Rohstoffversorgung (Sicherheitstechnik und Brandschutz, Rettungstechnik, geologische Prospektion, geologische Überwachung, Bergschäden, natürliche und von Menschen erzeugte Emissionen, Logistik, Flächenverbrauch etc.)

3.3 Herausforderungen für die Energiewirtschaft

Zwar wird im Jahr 2030 knapp 9 Prozent weniger Endenergie verbraucht werden als heute, allerdings wird die Stromnachfrage bis 2030 um gut 4 Prozent höher liegen als noch 2002 (EWI/Prognos 2005). Die kürzlich verabschiedete EU-Richtlinie über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen (2006/32/EG) fordert die Verbesserung der Versorgungssicherheit, die Senkung des Primärenergieverbrauchs und die damit verbundene Eindämmung des Ausstoßes klimaschädlicher Treibhausgase, eine Verringerung der Abhängigkeit von Energieimporten und eine Steigerung der Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit durch die Einführung energieeffizienter Technologien. Auch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) hat dieses Thema aufgegriffen und ein 10-Punkte-Programm entwickelt, in dem u.a. der gezielte Einsatz staatlich geförderter Energieforschung sowie ein Marktanreizprogramm für Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe vorgeschlagen wird. Baden-Württemberg fördert die Verbesserung der Energie-Effizienz z.B. mit seinem „KlimaschutzPlus-Programm“ für betriebliche Prozesse in kleinen und mittleren Unternehmen oder mit seiner ressortübergreifenden Nachhaltigkeitsstrategie.

Die notwendige informationstechnische Modernisierung des Energiesystems sollte die gesamte Wertschöpfungskette der Energiewirtschaft – von der Erzeugung bis zum Endverbrauch – berücksichtigen. Beispielhaft hierfür ist die Initiative „Smartgrids“ der EU zur Modernisierung der Netzinfrastruktur⁴. Das BMWi hat soeben den Förderwettbewerb E-Energy gestartet, der ab 2008 Pilotprojekte zu einem IT-basierten Energiesystem der Zukunft fördern soll. Ziel aller Initiativen ist es, die Energiewirtschaft mit IT effizienter und sicherer zu machen. Die Visionen gehen in Richtung eines IT-basierten Energiesystems der Zukunft, welches sich im Energiehandel und Datenmanagement völlig neu gestaltet (Abbildung 2).

⁴ www.smartgrids.eu

Abbildung 2: Das IT-basierte Energiesystem der Zukunft

Quelle: Initiative Smart Grids, www.smartgrids.eu (zuletzt geladen 20/06/2007)

Im Zentrum eines solchen IT-basierten Energiesystems steht ein „Exchange Management System“, das die Austauschprozesse organisiert und den Mehrwert für die Akteure generiert.

3.4 Beispiele für konkrete Wirkungspotenziale

Im Folgenden werden am Beispiel von zwei prominenten Einsatzbereichen für IT verschiedene Anwendungen und ihre Wirkungspotenziale vorgestellt: Strom-Management in Haushalten (Tabelle 6) und Facility-Management in der Industrie (Tabelle 7).

Tabelle 6: Strom-Management im Haushalt

Anwendung	Wirkung auf Öko-Effizienz durch ...
„Smart metering“, elektronischer oder computerisierter Haushaltszähler (EhZ)	ausgeglichene Netzlast, Vermeidung von Lastspitzen
Fernsteuern von Haustechnik über mobile Geräte (Handy oder PC) oder übers Internet	bedarfsgerechte just-in-time-Ansteuerung, Vermeidung von Leerlauf, direkte Ressourcenschonung

Anwendung	Wirkung auf Öko-Effizienz durch ...
nachfrageabhängige, flexiblere Tarife: Zähler misst Verbrauch in kurzen Intervallen und meldet diese über ein Datennetz (GSM, Telefon, Stromnetz) an den Versorger	nachfrageabhängige Tarifierung, dadurch Beeinflussung des Verbraucherverhaltens
flexibler, u.U. automatischer Anbieter- und/oder Tarifwechsel (Strom-Supermarkt, Stromrechner, „call-by-call“)	mehr Wettbewerb auf der Versorgerseite, bewusstes Verbraucherverhalten
Parallel-Nutzung des Stromnetzes für mono- oder bidirektionale Telekommunikation und Multimedia („PowerNet-Systeme“)	Mehrwert über das Netz, mehrfache Netzentgelte, dadurch niedrigere Stromgebühren möglich
Verbindung mit Abrechnungssystemen („billing“) und Controlling des Versorgers	Senkung von Verwaltungskosten

Quelle: Fraunhofer ISI

Tabelle 7: Facility-Management von Geschäftsgebäuden

Anwendung	Wirkung auf Öko-Effizienz durch ...
Computer als Steuerzentrale des Hauses, in-house-Vernetzung, „intelligent house“ (Steuerung, Regelung und Überwachung von Licht, Heizung/Temperatur, Elektrogeräten, Maschinen, Fenstern, Türen, Klimaanlage, Alarmanlagen und Sicherheitstechnik usw.)	bedarfsabhängige Versorgung, Vermeidung von Überkapazitäten, direkte Ressourcenschonung
Intelligente Elektrogeräte („embedded systems“)	kontextabhängige Nutzung, Vermeidung von Leerlauf, direkte Ressourcenschonung
Energiemanagement im Unternehmen	direkte Energieeinsparung
Einbindung des „smart metering“ in ein Energie- oder Umweltmanagementsystem	integrale Steuerung und Regelung, direkte Ressourcenschonung
Gebäudeüberwachung (Brand, Einbruch, Wasserleitungsbruch, offene Türen/Fenster, Sturm, technische Prozesse, Heizung und Temperatur etc.)	Prävention, Vermeidung von Umweltschäden, Emissionen und Kosten
Fernwärme-Management: Nachfrageprognose, Abstimmung der Heizung	bedarfsabhängige oder gleichmäßige Netzauslastung, Vermeidung von Überkapazitäten, direkte Energieeinsparung
Fernüberwachung und -wartung von Anlagen	Prävention, Vermeidung von Umwelt- und Unfallschäden und -kosten

Quelle: Fraunhofer ISI

3.5 Zwischenfazit

Der Bedarf an IT-basierten Lösungen zur Verbesserung der Öko-Effizienz für den Standort Baden-Württemberg lässt sich als hoch einschätzen. Besonderer Bedarf an

öko-effizienten IT-Lösungen besteht im Bereich des Endkundenmarktes, und zwar zum einen hinsichtlich öko-effizienter elektronischer Endgeräte und zum anderen im Bereich Smart Metering zur IT-gestützten Messung des Stromverbrauchs. Letzteres birgt das Potenzial, ein energieeffizientes Verhalten zu fördern, wenn dem Kunden Daten zum aktuellen Verbrauch und damit zu den aktuellen Stromkosten vorliegen.

Da in Baden-Württemberg der zentrale europäische Verkehrsknotenpunkt liegt, sind innovative Lösungen im Bereich Verkehr und Logistik von hoher Bedeutung für das Management des Verkehrsaufkommens. Das in Baden-Württemberg die Automotivebranche eine Schlüsselrolle spielt, ist ein weiterer Hinweis auf das spezifische Interesse Baden-Württembergs an innovativen Lösungen zur Verbesserung der Öko-Effizienz im Verkehrsbereich. Auch die Prozesse der Verbrauchs- und Weiterverarbeitungsanlagen für die nicht leitungsgebundenen Energieträger werden heute bereits IT-basiert gesteuert.

Eine IT-Vernetzung verteilter Prozesse mit einem globalen Energieversorgungssystem stellt die nächste Herausforderung dar.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Konvergenz von Energiesektor und IT-Wirtschaft sowie die einhergehende Erschließung neuer IT-basierter Energiedienstleistungen liegt in der flächendeckenden Verfügbarkeit geeigneter Zugangs- und Übertragungstechniken. Es stellt sich demnach die Frage, inwieweit für den Standort Baden-Württemberg die für die Implementierung einer durchgehenden Informationskette erforderlichen Netzplattformen und Technologien verfügbar sind bzw. wo Schwachstellen existieren.

Der Markt für spezialisierte oder standardisierte IT-Systemlösungen zur Prozesssteuerung im Energiebereich ist eine Domäne für kleine bis mittelgroße Entwickler und Hersteller, die in Baden-Württemberg traditionell eine wichtige Rolle spielen.

4. Marktpotenziale für die IT-Wirtschaft

Der IT-Sektor ist einer der stärksten und beschäftigungsintensivsten Wirtschaftssektoren in Baden-Württemberg. Die Informationstechnologie hat mittlerweile große Bereiche der Wertschöpfungsprozesse in traditionellen Branchen durchdrungen. Die bedeutendsten und umsatzstärksten IT-Anwenderbranchen sind

- die Chemische Industrie,
- der Maschinenbau,
- die Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik,
- die Automobilindustrie,
- die Verkehrsdienstleister,
- das Bank- und Versicherungsgewerbe und
- die Technischen Dienstleister (insbesondere Forschung und Entwicklung, Architektur- und Ingenieurbüros, technische, physikalische und chemische Untersuchung).

Im Jahr 2004 hatten die rund 25.600 IT-Unternehmen aus Baden-Württemberg einen Umsatz von ca. 45 Milliarden Euro erwirtschaftet (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2006b, eigene Berechnung). Der baden-württembergische IT-Sektor stellt ca. 274.000 Arbeitsplätze (Döbler/Haasis 2007). Diese machen 5 Prozent aller Arbeitsplätze in Baden-Württemberg aus.

Bereits 61 Prozent des Wachstums der gesamten Wirtschaft von Baden-Württemberg gehen in erster Linie von den wissensintensiven Wirtschaftszweigen aus (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg 2006a), zu denen größtenteils IT-Anbieter zählen (vgl. Legler/Frietsch 2006: 22f.). 51 Prozent der Unternehmen aus dem IT-Sektor bieten IT-Dienstleistungen für andere Unternehmen an, was den Querschnittscharakter der IT-Wirtschaft auch in Baden-Württemberg verdeutlicht (Bertschek et al. 2006: 71).

Die IT- und Medienwirtschaft in Baden-Württemberg weist damit eine Reihe von Besonderheiten auf (vgl. Bertschek et al. 2006):

- Als Querschnittstechnologie und Innovationstreiber integriert sich die IKT in die Wertschöpfungsketten der traditionellen Branchen.
- Die Kooperationspartner legen Wert auf räumliche Nähe, und die Hauptabsatzmärkte der IKT-Anbieter liegen in Baden-Württemberg.
- Der IT-Sektor ist einer der stärksten und beschäftigungsintensivsten Wirtschaftssektoren in Baden-Württemberg und Hauptakteur im Bereich wissensintensiver Dienstleistungen.
- Ausländische IT-Anbieter spielen als Konkurrenten mehr in den Anwenderbranchen als im eigentlichen IT-Sektor eine Rolle.

Diese Besonderheiten des IT-Sektors sind auch für die Entwicklung neuer Dienste an der Schnittstelle von IT und Energieversorgung relevante Merkmale für die Erschließung neuer Märkte. Insbesondere die räumliche Nähe zu Energieanbietern in Baden-Württemberg ist für die kooperative Entwicklung neuer IT-Lösungen von Vorteil.

4.1 Voraussetzungen für IT-basierte Dienste

Neben der Liberalisierung der Telekommunikationsmärkte haben sich auch die technischen Rahmenbedingungen für neue IT-basierte Energiedienstleistungen gewandelt.

Miniaturisierung

Im Bereich der Mikroelektronik sind es die fortschreitende Miniaturisierung bei sinkenden Kosten die Migration von Chips in elektronische Endgeräte und die Steigerung der Funktionen, z.B. Vernetzung, Steuerung von Aktoren, Messung von Zustands- und Verbrauchsdaten. Letzteres ist insbesondere für die Entwicklung von Smart Metering und intelligenten Gateways zwischen Verteilernetzen und In-House-Netzen ein Treiber.

Digitalisierung und Vernetzung

Die Digitalisierung von Netzen und Vermittlungszentralen ist eine weitere entscheidende Voraussetzung für den Einsatz IT-basierter Energiedienste, da dieses auch einen Rückgang der Kosten je transportierter Informationseinheit bzw. darauf bezogener Marktpreise zur Folge hat.

Die Weiterentwicklung des Internet und einheitlicher Standards für die paketvermittelte Datenübertragung sind Voraussetzungen für die erfolgreiche Umsetzung neuer Dienste, denn im Kern ist das Internet schon heute die Technologie-, Infrastruktur- und Serviceplattform für das IT-basierte Energiesystem der Zukunft. Durch die Vernetzung von Kommunikationsendgeräten, Gegenständen aus der Konsumentenelektronik („Internet der Dinge“) und Gebäudesteuerungssystemen (Smart Home) wird der Informationsaustausch immer und überall im Hintergrund möglich (Ambient Intelligence). Hierzu bedarf es der Weiterentwicklung bzw. des Aufbaus digitaler, drahtloser Kommunikationsnetze, die neben einfachen Sprachdiensten auch Multimedia-Anwendungen und elektronische Mehrwertdienste unterstützen. Insbesondere für die Fernablesung und -messung, wie sie bei Smart Metering erforderlich ist, sowie für die Fernbedienung ist der Ausbau drahtloser Kommunikationsnetze essentiell.

Für die konkrete Umsetzung eines IT-basierten Energiesystems ist es daher erforderlich, dass die telekommunikative Infrastruktur möglichst flächendeckend verfügbar ist und alle dezentralen Erzeuger und Verbraucher informationstechnisch vernetzt werden.

Hemmnisse liegen weniger in der technischen Realisierung als in der umfassenden Vernetzung und Zusammenführung einzelner Komponenten in ein System mit passenden Schnittstellen, Standards und Protokollen.

Zur Ausschöpfung IT-basierter Marktpotenziale im Bereich der Energienutzung ist auch bei den privaten Haushalten eine gewisse technische Ausstattung entscheidend. Die baden-württembergischen Gemeinden werden vor allem durch DSL-Technik mit Breitband versorgt und in insgesamt 87 Prozent der Gemeinden ist diese Technik verfügbar⁵. Die Verfügbarkeit alternativer Breitbandtechnologien steigt mit zunehmender Gemeindegroße deutlich an (vgl. ZEW - Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH 2007).

Baden-Württemberg liegt über dem bundesdeutschen Durchschnitt in der Breitbandnutzung (TNS Infratest/initiative D21 2006). Da in Baden-Württemberg zurzeit die Migration hin zu Breitbandnetzen weiter vorangetrieben wird, und diese zur Realisierung von ÖE-Diensten aus Kostengründen besonders interessant sind, scheint die Ausgangslage für ein leistungsfähiges Energiesystem der Zukunft im Land günstig.

Interoperabilität

Interoperabilität bezeichnet die Fähigkeit unabhängiger, heterogener Systeme, Techniken oder Organisationen, möglichst nahtlos zu kooperieren und Anschlussfähigkeit zu wahren, ohne dass zusätzlicher Aufwand für die Anpassung an eigene Prozessanforderungen besteht. Im Bereich des Energiemanagements entstehen unterschiedliche Daten, die alle über Telekommunikationsnetze übertragen werden müssen, z.B. Systemdaten, Messdaten, Topologiedaten, Betriebsmitteldaten, Zustandsdaten, Verbrauchsdaten. Noch ist ein Großteil dieser Daten aufgrund proprietärer Lösungen der verschiedenen Akteure entlang der Wertschöpfungskette nicht interoperabel bzw. nur mit erheblichem Mehraufwand untereinander nutzbar. Ein Datenaustausch ist oft nur in „Inseln“, z.B. in Bilanzkreisen oder Versorgungsgebieten eines Anbieters möglich. Entsprechend sieht aktuell die Praxis des Datenaustauschs aus (Franz et al. 2006: 36f.):

- Die Kommunikation der Marktteilnehmer untereinander erfolgt weitgehend „offline“, d.h. auf der Basis von Medien wie Telefon oder Fax.
- Die Daten werden nicht nach einheitlichen Standards erhoben und dargestellt.

⁵ Umfrage „Versorgung des ländlichen Raums mit Breitbandanschlüssen“ aus dem Jahr 2006, durchgeführt von der baden-württembergischen Clearingstelle „Neue Medien im ländlichen Raum“, zitiert in ZEW (2007).

- Die Daten tragen Qualitätsmängel, da sie für unterschiedliche Verwertungszwecke generiert wurden.
- Unterschiedliche Datenformate führen zu Zeitverlusten in der Bearbeitung und hohen Transaktionskosten.
- Austauschprozesse der Daten sind nicht genormt und größtenteils unverschlüsselt.
- Der Markt basiert auf größtenteils ungeprüften bzw. nicht zertifizierten IT-Systemen.
- Es fehlen Schnittstellen zum Endverbraucher, um Verbrauchsdaten zu generieren oder weiterzuleiten (Smart Metering).

Das DMTF-CIM⁶ (Common Information Model Standards) gilt als ein Konzept, das teilweise schon für die Prozessintegration im Energiebereich eingesetzt wird. Weiterer Entwicklungsbedarf besteht im Bereich der Standardisierung des Datentransfers unter Gesichtspunkten der Akzeptanz seitens der Nutzer, da Datenschutz und Datensicherheit gewährleistet werden müssen.

4.2 Herausforderungen für die IT-Wirtschaft

Die obigen Beispiele verweisen auf eine Reihe von Problemen, die bei der Realisierung von IT-Innovationen typischerweise auftreten können, wie im Folgenden exemplarisch aufgeführt:

- fehlende Normung und Standardisierung bei neuen Gebäudekomponenten, Geräten und Schnittstellen
- Datenschutz: Wer erhält Zugang zu Nutzerdaten? Wem gehören die Daten?
- Datensicherheit: Art und Tiefe der Verschlüsselung
- Know-how-Defizite bei den Handwerkern, die die komplexen Systeme installieren, betreiben oder warten sollen
- Nutzerakzeptanz: Komplexität der Systeme kann leicht die Hausbewohner bzw. Kunden überfordern, sodass sie ihre Selbsthilfefähigkeit verlieren
- Hoher Integrationsgrad der Systemkomponenten verringert die Flexibilität bei Neu- und Erweiterungsinvestitionen
- Skalierbarkeit: Sind die Systeme teure Individuallösungen mit hoher Abhängigkeit vom Entwickler oder lassen sie sich standardisieren und damit universell einsetzen (Kostendegression)?

⁶ <http://www.dmtf.org/standards/cim/>; 20/06/2007

4.3 IT-Anbieter als Schlüsselakteure

Anhand der zuvor gezeigten Aufstellung beispielhafter Anwendungen und ihrer Wirkungen auf die Öko-Effizienz wird an dieser Stelle verdeutlicht, dass je nach Anwendung unterschiedliche Akteure die Innovationstreiber sind (Tabelle 8 und Tabelle 9).

Tabelle 8: Beispiel: Strom-Management im Haushalt

Anwendung	Hauptinnovator		
	Dienstleister, Handwerker	Hardware- Anbieter	Software- Anbieter
„Smart metering“, elektronischer oder computerisierter Haushaltszähler (EhZ)		X	
Fernsteuern von Haustechnik über mobile Geräte (Handy oder PC) oder übers Internet		X	X
nachfrageabhängige, flexiblere Tarife: Zähler misst Verbrauch in kurzen Intervallen und meldet diese über ein Datennetz (GSM, Telefon, Stromnetz) an den Versorger		X	X
flexibler, u.U. automatischer Anbieter- und/oder Tarifwechsel (Strom-Supermarkt, Stromrechner, „call-by-call“)		X	X
Parallel-Nutzung des Stromnetzes für mono- oder bidirektionale Telekommunikation und Multimedia („PowerNet-Systeme“)		X	
Verbindung mit Abrechnungssystemen („billing“) und Controlling des Versorgers	X		X

Quelle: Fraunhofer ISI

Tabelle 9: Beispiel: Facility-Management von Geschäftsgebäuden

Anwendung	Hauptinnovator		
	Dienstleister, Handwerker	HW-Entwickler	Anwendungs- SW-Entwickler
Computer als Steuerzentrale des Hauses, in-house-Vernetzung, „intelligent house“ (Steuerung, Regelung und Überwachung von Licht, Heizung/Temperatur, Elektrogeräten, Maschinen, Fenstern, Türen, Klimaanlage, Alarmanlagen und Sicherheitstechnik usw.)	X		X
Intelligente Elektrogeräte („embedded systems“)		X	X
Energiemanagement im Unternehmen	X		X
Einbindung des „smart metering“ in ein Energie- oder Umweltmanagementsystem		X	X
Gebäudeüberwachung (Brand, Einbruch, Wasserleitungsbruch, offene Türen/Fenster, Sturm, technische Prozesse, Heizung und Temperatur etc.)	X	X	

Anwendung	Hauptinnovator		
	Dienstleister, Handwerker	HW-Entwickler	Anwendungs- SW-Entwickler
Fernwärme-Management: Nachfrageprognose, Abstimmung der Heizung		X	X
Fernüberwachung und -wartung von Anlagen	X	X	

Quelle: Fraunhofer ISI

Hier zeigt sich, dass die Anbieter innovativer IT-Hardware bzw. Software oder Anwendungen in den meisten Öko-Effizienz-Anwendungsfeldern auch Impulsgeber für innovative Lösungen sein können und ihnen daher im Innovationsprozess an der Schnittstelle von Energiemarkt und IT-Branche eine Schlüsselrolle zukommt.

4.4 Zwischenfazit

Für den Datentransport zur Realisierung von Diensten wie das Management der Energieerzeugung, die Netzüberwachung, die Verbrauchserfassung und -steuerung bildet die erfolgreiche Entwicklung des Internets, die hohe Verbreitung des Mobilfunks und die Durchsetzung neuer Zugangstechnologien zum Breitband-Internet eine wichtige Grundlage (vgl. Franz et al. 2006: 16). Für die noch zu realisierende erforderliche Vernetzung der Prozess-Teilsysteme, die Sicherung der Interoperabilität der Daten und die Gewährleistung der Datensicherheit im öko-effizienten Energiesystem mangelt es noch an der Vereinheitlichung und Standardisierung der Datenformate und Übertragungsprotokolle. Diese Hindernisse sollten durch gemeinsame Anstrengungen seitens der Energiewirtschaft und der IT-Wirtschaft angegangen werden, da eine erfolgreiche Erschließung neuer Marktpotenziale für IT-basierter Energiedienste davon abhängt. IT-Anbieter können im Innovationsprozess an der Schnittstelle von IT-Wirtschaft und Energiemarkt als Impulsgeber eine Schlüsselrolle einnehmen.

5. Schlussfolgerungen

Der Begriff der Öko-Effizienz (engl. Eco-Efficiency) steht für Umweltressourcen schonendes Wirtschaften. Am Beispiel der Verbesserung der Energieeffizienz durch IT werden die Prinzipien des öko-effizienten Wirtschaftens deutlich sichtbar: Die wirtschaftlichen Interessen einer Vielzahl unterschiedlicher Akteure aus Wirtschaft, Politik und Gesellschaft sind aufgrund der Ressourcenknappheit und dem Ziel der Nachhaltigkeit betroffen, und es bestehen auf allen Ebenen der Energie-Wertschöpfungskette Einsatzpotenziale für IT.

Gerade auf dem Energiemarkt können aufgrund mangelnden und langsamen Austauschs der Informationen zwischen Anbietern und Nachfragern Produktion und Verbrauch noch nicht optimal aufeinander abgestimmt werden, was sowohl den Verbrauch als auch die Kosten erhöht. Durch den Einsatz von IT könnten diese grundsätzlichen Probleme in der Optimierung des Energiemanagements und der Energieeinsparung adressiert werden. Da das Angebot an Energie jederzeit auf die Nachfrage, welche durch dezentrale Entscheidungen von Haushalten und Unternehmen zustande kommt, reagieren können muss, ist das Ziel eines energie- und kosteneffizienten Energiemanagements die Vermeidung von Engpässen oder Überlastungen sowie die Sicherstellung der Stabilität des Systems auch bei Unterlast. Hinzu kommt der Bedarf, auch Anbieter Erneuerbarer Energien in das System zu integrieren.

In der Studie „E-Energy“ (Franz et al. 2006) wird darauf hingewiesen, dass die Energieeinsparpotenziale der IT nur ausgeschöpft werden können, wenn auch ein globales Energiemanagementsystem eingesetzt wird, das alle Wertschöpfungsstufen verbindet. Dieser Prozess bedarf sowohl der Bereitschaft der IT-Entwickler, sich auf Standards und Prozesse zu einigen, als auch der Einigung aller Marktteilnehmer über Zugriffsrechte und Schutzmechanismen für die notwendigen Verbrauchsdaten. Damit ist eine, wiederum IT-basierte, Koordination dieser unterschiedlichen Einsatzbereiche ein Erfolgskriterium für die Steigerung der Öko-Effizienz entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Für den IT-Einsatz im Bereich der Verbesserung der Öko-Effizienz ergeben sich branchenunabhängig folgende Merkmale:

- IT ermöglicht das Messen von Umweltwirkungen und das Steuern und Regeln des Ressourceneinsatzes in fast allen denkbaren Anwendungen.
- IT-Lösungen erlauben die Ressourcen schonende Optimierung von Aufbau- und Ablaufstrukturen in allen Wertschöpfungsprozessen, sowohl bei der Fertigung als auch bei der Dienstleistungserstellung.

- IT ermöglicht die Erfassung und Verarbeitung großer Mengen ökologischer Daten und Verbrauchsdaten und damit die integrierte Betrachtung globaler Einflüsse auf das öko-effiziente Wirtschaften.

Allerdings sind die Herstellungsprozesse für IT-Produkte und Systeme oft selbst Umwelt belastend und IT-Endgeräte selbst Ressourcen verbrauchend, was angesichts des zunehmenden Bedarfs an IT in der gesamten Wirtschaft (und Gesellschaft) eine zusätzliche Herausforderung darstellt.

Insgesamt lässt sich der Bedarf an IT-basierten Lösungen zur Verbesserung der Öko-Effizienz für den Standort Baden-Württemberg als hoch einschätzen. Besonderer Bedarf an öko-effizienten IT-Lösungen besteht im Bereich des Endkundenmarktes, und zwar zum einen hinsichtlich öko-effizienter elektronischer Endgeräte und zum anderen im Bereich Smart Metering zur IT-gestützten Messung des Stromverbrauchs. Letzteres birgt das Potenzial, ein energie-effizientes Verhalten zu fördern, wenn dem Kunden Daten zum aktuellen Verbrauch und damit zu den aktuellen Stromkosten vorliegen.

Da in Baden-Württemberg ein zentraler europäischer Verkehrsknotenpunkt liegt, sind innovative Lösungen im Bereich Verkehr und Logistik von hoher Bedeutung für das Management des Verkehrsaufkommens. Dass in Baden-Württemberg die Automotivebranche eine Schlüsselrolle spielt, ist ein weiterer Hinweis auf das spezifische Interesse Baden-Württembergs an innovativen Lösungen zur Verbesserung der Öko-Effizienz im Verkehrsbereich.

Die informationstechnische Vernetzung verteilter Prozesse zu einem globalen Energieversorgungssystem stellt eine Herausforderung dar, die nicht nur den regionalen Energiemarkt in Baden-Württemberg betrifft, sondern für die Akteure am Standort entsprechende globale Marktpotenziale eröffnet. Wesentliche Voraussetzung für das Zusammenspiel von Energiesektor und IT-Wirtschaft sowie die einhergehende Erschließung neuer IT-basierter Energiedienstleistungen liegt in der flächendeckenden Verfügbarkeit geeigneter Zugangs- und Übertragungstechniken. Baden-Württemberg hat auch aufgrund seiner sehr gut ausgebauten Breitband-Infrastruktur das Potenzial für einen Lead-Market im Bereich öko-effizienter IT-Lösungen. Der Markt für spezialisierte oder standardisierte IT-Systemlösungen zur Prozesssteuerung im Energiebereich ist eine Domäne für kleine bis mittelgroße Entwickler und Hersteller, die in Baden-Württemberg traditionell eine wichtige Rolle spielen.

Für die noch zu realisierende erforderliche Vernetzung der Prozess-Teilsysteme, die Sicherung der Interoperabilität der Daten und die Gewährleistung der Datensicherheit im öko-effizienten Energiesystem mangelt es noch an der Vereinheitlichung und Standardisierung der Datenformate und Übertragungsprotokolle. Diese Hindernisse sollten

durch gemeinsame Anstrengungen seitens der Energiewirtschaft und der IT-Wirtschaft angegangen werden, da eine erfolgreiche Erschließung neuer Marktpotenziale für IT-basierte Energiedienste davon abhängt, dass Daten netzweit verfügbar und nutzbar sind. IT-Anbieter müssen im Innovationsprozess an der Schnittstelle von IT-Wirtschaft und Energiemarkt als Impulsgeber eine Schlüsselrolle einnehmen.

Aufgrund der hohen Innovationsdynamik von IT und aktueller Veränderungen der Rahmenbedingungen durch Marktöffnung und nachhaltigkeitsorientierter Fördermaßnahmen ist es wichtig, die weiteren Entwicklungen genau zu beobachten und sowohl den baden-württembergischen Energieunternehmen als auch den Anbietern innovativer IT-Lösungen mit strategischer Vorausschau einen zusätzlichen Marktvorsprung bzw. Wettbewerbsvorteil zu sichern.

Literatur

- Bertschek, I./Müller, B./Ohnemus, J./Schleife, K. (2006): IT-Outsourcing, Internationalisierung und flexible Arbeitsorganisation: Strategien im Zeitalter der Globalisierung, Fazit Schriftenreihe. Stuttgart: MFG Stiftung Baden-Württemberg.
- Brattebo, H. (2005): Toward a Methods Framework for Eco-efficiency Analysis?, *Journal of Industrial Ecology*, 9, 9-11.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (2006): Umweltschutz als Motor für Wirtschaftswachstum, Pressemitteilung, Nr. 185/2006. Berlin.
- Döbler, T./Haasis, K. (2007): *Informations- und Medienwirtschaft in Baden-Württemberg*: MFG Baden-Württemberg.
- Ehrenfeld, J.R. (2005): Eco-efficiency: Philosophy, Theory, and Tools, *Journal of Industrial Ecology*, 9, 6-8.
- EWI/Prognos (2005): *Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030, Energiewirtschaftliche Referenzprognose, Energiereport IV - Kurzfassung, Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit*. Berlin.
- Fleig, J. (2000): *Zukunftsfähige Kreislaufwirtschaft. Mit Nutzenverkauf, Langlebigkeit und Aufarbeitung ökonomisch und ökologisch wirtschaften*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.
- Franz, O./Wissner, M./Büllingen, F./Gries, C.-I./Cremer, C./Klobasa, M./Sensfuß, F./Kimpeler, S./Baier, E./Lindner, T./Schäffler, H./Roth, W./Thomas, M. (2006): *Potenziale der Informations- und Kommunikations-Technologien zur Optimierung der Energieversorgung und des Energieverbrauchs (eEnergy) - Studie für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)*. Bad Honnef.
- Hupples, G./Ishikawa, M. (2005): Eco-efficiency and Its Terminology, *Journal of Industrial Ecology*, 9, 43-46.
- Kimpeler, S. (2004): Mobilitätswirkungen von Online-Reisen und Online-Banking. In: Institut für Mobilitätsforschung (Berlin) (Hrsg.): *Auswirkungen der virtuellen Mobilität*. Heidelberg: Springer-Verlag, 183-194.
- Legler, H./Frietsch, R. (2006): *Neuabgrenzung der Wissenswirtschaft - forschungsin-tensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen*: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Schaltegger, S./Sturm, A. (1989): Ökologieinduzierte Entscheidungsprobleme des Managements. Ansatzpunkte zur Ausgestaltung von Instrumenten, WWZ-Discussion Paper, Nr. 8914. Basel: WWZ.

- Schaltegger, S./Sturm, A. (2000): Ökologieorientierte Entscheidungen in Unternehmen - Ökologisches Rechnungswesen statt Ökobilanzierung: Notwendigkeit, Kriterien, Konzepte (3. Auflage). Online: http://www.ellipson.com/files/ebooks/Schaltegger_Sturm_Diss.pdf.
- Schmidheiny, S./Business Council für Sustainable Development (1992): *Kurswechsel. Globale unternehmerische Perspektiven für Entwicklung und Umwelt*. München: Artemis & Winkler.
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2006a): Hohe Wachstumschancen für Baden-Württemberg durch wissensintensive Wirtschaftsbereiche. Online: <http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/pressemit/2006185.asp> (abgerufen am: 12.01.2007a).
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2006b): Umsätze und ihre Besteuerung 2004, Finanzen und Steuern: Statistisches Landesamt Baden-Württemberg.
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2007): Landesumweltdaten, veröffentlicht auf www.statistik-bw.de/UmweltVerkehr/Landesdaten/LRt1003.asp (abgerufen am 19.10.2007)
- TNS Infratest/initiative D21 (2006): (N)Onliner Atlas 2006. Online: www.nonliner-atlas.de (abgerufen am: 22.06.2007).
- von Oertzen, J./Cuhls, K./Kimpeler, S. (2006): Wie nutzen wir Informations- und Kommunikationstechnologien im Jahr 2020? Ergebnisse einer Delphi-Befragung, FAZIT-Schriftenreihe Band 3. Stuttgart: MFG-Stiftung Baden-Württemberg.
- ZEW - Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (2007): *Regionale versus individuelle Aspekte der digitalen Kluft - Eine empirische Analyse für Baden-Württemberg. Ergebnisstudie des Forschungsprojekts im Rahmen des Impulsprogramms doIT-regional mit finanzieller Förderung des Ministeriums für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg*. Mannheim.

Das Projekt FAZIT

Innovationen und neue Märkte – das sind wesentliche Faktoren im Wettbewerb der Regionen, um den Erhalt und die Schaffung von Arbeitsplätzen zu sichern. Im Mittelpunkt von FAZIT steht die Identifikation von neuen Märkten für innovative Informations- und Medientechnologien. Halbjährlich durchgeführte repräsentative Unternehmensbefragungen liefern zeitaktuelle Standortdaten über kurz- und mittelfristige Entwicklungen im IT- und Mediensektor sowie in ausgewählten Anwenderbranchen in Baden-Württemberg. Determinanten, Ziele und Potenziale, Hemmnis- und Förderfaktoren für die Nutzung von Informations- und Medientechnologien werden erfasst und analysiert. Workshops und Fallstudien dienen der Vertiefung von ausgewählten Marktthemen und diskutieren Umsetzungspotenziale in der Praxis. Gesellschaftliche und technische Megatrends werden in drei Delphi-Studien gesichtet und von Experten hinsichtlich bestimmter Kriterien wie der Realisierbarkeit beurteilt. Anschließend werden die Thesen in einem Szenarienprozess auf ihre Relevanz für die Zukunftsfähigkeit Baden-Württembergs überprüft. Die Ergebnisse und Zukunftsperspektiven des Projekts werden in einer abschließenden Roadmap für Baden-Württemberg zusammengeführt – neue Marktchancen werden aufgezeigt und Impulse für Wissenschaft und Wirtschaft gleichermaßen geschaffen.

FAZIT ist ein im Rahmen der Zukunftsoffensive III vom Land Baden-Württemberg gefördertes gemeinnütziges Forschungsprojekt für aktuelle und zukunftsorientierte Informations- und Medientechnologien und deren Nutzung in Baden-Württemberg. Projektträger ist die MFG Stiftung Baden-Württemberg, Stuttgart. Partner sind das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim, und das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI), Karlsruhe.

Mehr Informationen im Internet unter **www.fazit-forschung.de**

■ PROJEKTRÄGER



■ PARTNER

