



Integrierte Mikrosysteme der Versorgung

Verbundprojekt im Förderschwerpunkt „Sozial-ökologische Forschung“
Des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)

(www.mikrosysteme.org)

Szenariobeschreibungen

Mit diesem Dokument liegen die Ergebnisse der Szenarioworkshops in Form von
ausformulierten Szenarien vor.

Tobias Jäger, Johannes Mertens, Cornelia Karger (MUT/FZJ)

Unter Mitarbeit von

Christof Timpe, Jan-Peter Voss (Öko-Institut)

Bernhard Truffer, Kornelia Konrad, Dieter Rothenberger (CIRUS/EAWAG)

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Kurzbeschreibungen der Szenarien A bis D	3
Szenario A	7
Szenario B	24
Szenario C	39
Szenario D	54

Szenario A (Kurzbeschreibung):

Politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen

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

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

Struktur und Entwicklung der Versorgungsmärkte

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

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

Dienstleistungen, wie Smart-Building, Rundum-Sorglos-Pakete werden nicht nur genutzt, um Komfortansprüche zu befriedigen sondern auch aus Effizienzgründen. Smart-Building-Anwendungen setzen sich auf breiter Front durch (Marktdurchdringung 30 %). In Demand-Side-Management wird eine Möglichkeit gesehen, die ökonomische und ökologische Effizienz der Versorgungssysteme zu steigern und gleichzeitig Exportmärkte für intelligente Steuerungstechnologie zu entwickeln (Marktdurchdringung 20 %). Die bewusste Ausschöpfung von angebots- und nachfrageseitigen Effizienzpotenzialen sowie hohe Sparanstrengungen seitens der Bevölkerung führen zu einem deutlichen Rückgang des Verbrauchs an Strom, Wasser, Gas um real mehr als 5 % p.a..

Technologische Entwicklung

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

Szenario B (Kurzbeschreibung):

Politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen

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

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

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

Struktur und Entwicklung der Versorgungsmärkte

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

Technologische Entwicklung

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

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

Szenario C (Kurzbeschreibung):

Politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen

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

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

Struktur und Entwicklung der Versorgungsmärkte

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

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

Technologische Entwicklung

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

Szenario D (Kurzbeschreibung):

Politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen

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

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

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

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

Struktur und Entwicklung der Versorgungsmärkte

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

Wegen der schwachen Wirtschaftsentwicklung bleiben Investitionen in neue, effiziente Geräte weitgehend aus. Die Dienstleistungsorientierung ist zwar hoch, die marktbeherrschenden Großunternehmen orientieren sich aber primär am Shareholder Value und entsprechen Kundenwünschen nur bei befriedigenden Umsätzen. Smart-Building-Angebote und Rundum-Sorglos-Pakete finden sich für Bürogebäude und die finanzkräftige Oberschicht. Ihre Marktdurchdringung beträgt jeweils 10 %. Demand-Side-Management kann sich als Dienstleistung bei neuen Haustechnikinstallationen und Versorgungsverträgen in geringem Maße etablieren. (Über 10 % Marktdurchdringung). Die Nachfrage nach Strom und Gas bleibt konstant, da komfortbezogene Zuwächse bei der „upper class“ durch Kauf von neuen effizienten Endgeräten kompensiert werden. Im Wassersektor sinkt sie trotz Wellness-Anwendungen im Haus der Oberschicht auf Grund des ökonomischen Sparzwangs der breiten Masse.

Technologische Entwicklung

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

Szenario A:

Allgemeine Rahmenbedingungen

Die allgemeinen Rahmenbedingungen für das Szenario sind wesentlich geprägt durch ein moderates Wirtschaftswachstum von durchschnittlich real 2 % p. a. im Zeitraum von 2004 bis zum Jahr 2025.

Des Weiteren ist die Situation in diesem Zeitraum durch eine geringfügige Schrumpfung der Bevölkerung um 1,5 % und durch eine deutliche Erhöhung des Bevölkerungsanteils, der älter als 60 Jahre ist, von 25 % auf ein Drittel gekennzeichnet.

Die räumliche Bevölkerungsverteilung innerhalb Deutschlands lässt sich durch eine Binnenmigration aus den Ballungsräumen in ländliche Gebiete, auch in Ost-Deutschland, charakterisieren.

Sektorübergreifende und sektorspezifische Charakteristika

Gesellschaft und Akzeptanz

Gesellschaftliche Diskurse zur Zielfindung und Beschreitung entsprechender Technologien

Im Konsens getragene Leitbilder für den Versorgungssektor können im Wege von Verhandlungs- und Beteiligungsprozessen seitens der Versorgungsunternehmen und ihrer Unternehmensberater, Kundenverbände, NGO's, Gewerkschaften, Medien und Politiker erzielt werden. Es werden tragfähige Kompromisse zum Umgang mit Risiken und Chancen im Transformationsprozess der Versorgungssysteme erreicht; daraus resultiert ein gesellschaftlicher Konsens über zukünftige Entwicklungsoptionen. Über das Primat von Umwelt und Klima besteht Einigkeit. Die gemeinsame Zielverständigung führt zur Beschreitung entsprechender Innovationspfade für neue Technologien und Organisationsformen im Versorgungssektor.

Solche auf verschiedenen Ebenen verankerten Beteiligungs- und Diskursprozesse zur Zukunftsgestaltung sind beispielsweise konstruktive Technikfolgenabschätzungen, partizipative Foresightprozesse auf sektoraler und nationaler Ebene oder lokale Agenda 21- Foren.

Zukunftsplanung im gesellschaftlichen Konsens

Gesellschaftliche Akzeptanz in der Förderung von neuen Technologien

Als Ergebnis gesellschaftlicher Diskurse stößt die breite Förderung von Technologien zur Versorgung kaum auf Widerstand, der einer Befriedigung der Nachfrage entgegen stünde. Zwar kann sich zu einzelnen Technologien gesellschaftlicher Widerstand formieren und die Verbreitung unterbinden (z.B. Verbot der Nutzung von Kernenergie), jedoch sind Neuerungen grundsätzlich möglich, wenn sie mit gründlichen Akzeptanzabschätzungen, mit Information der Öffentlichkeit und mit der Einbeziehung von Stakeholdern verbunden sind.

Weitgehende Akzeptanz neuer Technologien

Gesundheitsbezogene Aspekte als gesellschaftliche Ziele

Allerdings beeinflussen auch gesundheitsbezogene Aspekte die Akzeptanz von Versorgungsprodukten. Die Beachtung möglicher Gesundheitsrisiken von Versorgungsprodukten gehört zum Lifestyle der Bevölkerung. Gesundheitsaspekte haben einen sehr hohen Stellenwert. Folglich sind schon geringe Unsicherheiten über Gesundheitswirkungen ein Ausschlusskriterium und können Produkte „vom Markt fegen“. Dementsprechend sind Unternehmen um Information und Vertrauensbildung bemüht.

Gesundheitsschutz hat hohen Stellenwert

Transparenz durch Umwelt- und Preislabeling

Transparenz ist für die Kundenakzeptanz wichtig. Da Qualitätsdifferenzierung auf Grund des starken Wettbewerbs eine hohe Bedeutung in der Marktstrategie der Versorgungsunternehmen erlangt hat, wird der Forderung nach Transparenz auch nachgekommen. So wird für die Kunden ein hinreichendes Preislabeling

Gesellschaft verlangt Umwelt- und Preislabeling

eingeführt, das die verbrauchsabhängigen und verbrauchsunabhängigen Preisbestandteile der jeweiligen Versorgungsleistungen getrennt voneinander ausweist. Auf Grund des gleichzeitig starken komfortgerichteten und ökologischen Bewusstseins der Bevölkerung werden zur Herstellung von Transparenz neben Art und Umweltwirkung der Stromerzeugung weitere Angaben über Vertragsbestandteile, Abrechnungsmodalitäten, Zahlungsbedingungen im Jahr 2025 angeführt.

Nur so kann die Vollständigkeit und Glaubwürdigkeit von Kundeninformationen von Seiten der Anbieter/Hersteller über Lebenszykluskosten, Herstellungsprozess, Inhaltsstoffe/Qualitätsmesswerte, Entsorgung, Gesundheits- und Umweltwirkungen von Produkten hergestellt werden. Die Zertifizierung von bestimmten Produktqualitäten, unabhängige Begutachtungen, Qualitätsinformationen sowie Warentests/Dienstleistungstests von anbieterunabhängigen Verbraucherorganisationen tragen mit zur Kundenakzeptanz bei. Vertrauen schafft auch die Einrichtung und Sanktionierung eines rechtlichen Rahmens für garantierte Produktstandards. Diese Anforderungen stellen die Kunden insbesondere an neue Produkte mit geringen Nutzungserfahrungen (Contracting, „rundum sorglos Service“) sowie an Produkte, die mit besonderen Eigenschaften einen höheren Preis rechtfertigen (z.B. Ökostrom, Ökogas, garantierte Bandbreiten bei Telekomanschlüssen).

Komfortaspekte bei der Nutzung von Versorgungsleistungen

Sowohl die Alterung der Bevölkerung wie zunehmender Leistungsdruck im Alltag durch Beruf und Familie steigern das Bedürfnis nach „rundum sorglos“ Angeboten und hoher Bequemlichkeit bei der Erledigung alltäglicher Prozesse wie Körperpflege, Wäsche waschen, Kochen, Information, Klimatisierung etc..

Komfort hat sehr hohen Stellenwert

In Bezug auf Komfortaspekte spielt auch die demographische Entwicklung, die sich in einer Schrumpfung und Alterung der Bevölkerung ausdrückt, eine Rolle. Wie in den meisten industriellen Nationen verändert sich der demographische Altersaufbau auch in Deutschland. Die Altersverteilung verschiebt sich bereits bis 2025 deutlich hin zu einem höheren Durchschnittsalter.

Durch einen allgemein hohen materiellen Wohlstand haben fast alle Bevölkerungsschichten die Kaufkraft für diese Leistungen. Komfortbezogene und effizienzorientierte integrierte Dienstleistungsangebote, weitgehend automatisierte Geräteführung und dezentrale Technologien treffen deshalb auf große Akzeptanz. Vorbehalte gegen „Kraftwerke im Keller“, Ängste vor etwaigen Betriebsproblemen bestehen nicht. Es gibt auch keine Akzeptanzprobleme zur Nutzung aufbereiteten Regen- oder Abwassers für hochwertige Anwendungen (Trinkwasser, Hygiene), denn im Vordergrund steht der Aspekt der Einsparung von Trinkwasser. Zum „Abspannen“ sind Luxusangebote ebenfalls gut nachgefragt. Die Kosten treten demgegenüber in den Hintergrund.

Im Zusammenhang mit Smart-Building Anwendungen werden im Komfortbereich auch Potenziale zur Erleichterung der Alten- und Kinderpflege verwirklicht. Technologien wie Smart-Building werden darüber hinaus für zusätzliche Dienstleistungen genutzt (wie z.B. elektrisch verstellbare Betten und Sitzmöbel, Fernüberwachung und -steuerung von Gebäudetechnik, Unterhaltung und Kommunikation). Auch wird die Möglichkeit sehr geschätzt, die gesamte Ge-

bäudeversorgung, teilweise inklusive Sicherheits- und Reinigungsservice, komplett an entsprechende Dienstleister abzugeben.

Effizienzsteigerung als gesellschaftliches Ziel

Wegen der ökologischen Werterhaltung der Bevölkerung wird die Komfortorientierung durch die Forderung nach Effizienzsteigerung ergänzt, sodass beide Motive zu den bestimmenden Größen für die Entwicklung des Versorgungsektors werden. So werden Smart-Buildingtechnologien und Facility Management nicht nur zu Komfortzwecken, sondern auch zum Energie- und Ressourcenmanagement eingesetzt. Darüber hinaus werden dezentrale Anlagen der Versorgung (Wassergewinnung, Mikro-KWK) in Koordination mit anderen dezentralen Anlagen (virtuelles Kraftwerk) in Smart-Building Systeme eingebunden und so in Verbindung mit Haustechnik und Verbrauchsgeräten gesteuert (z. B. Anwesenheitsmelder für Beleuchtung und Heizung, Lastabwurf).

**Verbraucher
wünschen
effizientere
Technik**

Räumliche Aspekte der Verbraucherstrukturen

Kennzeichen für den mit Umweltbewusstsein kombinierten Wohlstand der Bevölkerung ist auch die Flucht vor Lärm, Enge und dem Mangel an Grünflächen in den Städten. Es kommt zu einer Wanderungsbewegung von Kleinfamilien (2 Erwachsene + 1 Kind) mit höherem Einkommen von den Ballungszentren auf das Land. In diesen Gebieten entsteht ein hoher Bedarf nach Neubauten in Einfamilien- oder Reihenhaus-Siedlungen und damit ein erheblicher Druck zur Ausweisung neuer Baugebiete, woraus ein zusätzlicher Bedarf an Versorgungsleistungen resultiert. So nimmt die Wohnfläche trotz geringfügig zurückgehender Bevölkerungszahl im Zeitraum zwischen 2000 und 2025 deutlich zu. Die gesamte Wohnfläche steigt zwischen 2000 und 2025 von 3,3 auf 4,2 Mrd. m². Die spezifische Wohnfläche pro Kopf steigt trotz Entkopplung von Bevölkerungswachstum und Wohnfläche im Betrachtungszeitraum um 28% von 40,2 auf 51,4 m².

**Wanderungs-
bewegungen
aus den Städ-
ten aufs Land**

„Ökologisches Bauen und Wohnen“ wird auf Grund des entsprechenden Bewusstseins in breiter Front realisiert. Beim Konzept ökologisches Bauen und Wohnen geht es nicht nur um Neubauten in den ländlichen Räumen, sondern auch um ökologisch optimierte Konzepte für Gebäudesanierungen in den Ballungsgebieten.

Endnachfrage nach Strom, Gas, Wasser und Telekommunikationsleistungen

Realisiert werden Effizienzpotenziale beim Anlagenmix für die Stromerzeugung von durchschnittlich 20 % bis 2025 (gegenüber dem Jahr 2000). Auf der Nachfrageseite wird eine Verringerung des spezifischen Strom- und Gasbedarfs je Nutzung durch verbesserte Energieeffizienz (z.B. bei Haushaltsgeräten) um 20 % erreicht. Im Sektor Wasser wird eine Verringerung des spezifischen Wasserbedarfs durch verbesserte Nutzereffizienz um bis zu 20 % erzielt.

**Sinkende
Nachfrage
nach Strom,
Gas, Wasser;
TK wächst
gering**

Trotz der Komfortsteigerungen und einer bis 2025 nur geringfügig schrumpfenden Bevölkerung führt die bewusste Ausschöpfung von angebots- und nachfrageseitigen Effizienzpotenzialen sowie die Sparanstrengungen der Bevölkerung auf Grund ihres hohen ökologischen Bewusstseins zu einem Rückgang der Nachfragemenge nach Wasser, Gas und Strom im Betrachtungszeitraum um insgesamt mehr als 5 %. Telekommunikations- (TK)-Leistungen steigen trotz

des hohen Bedarfs an elektronischer Kommunikation und Vernetzung auf Grund von Effizienzpotenzialen auch in diesem Bereich mit Wachstumsraten von weniger als 5 % p.a.

Politik

Innovations-, Umwelt- und Gesundheitsziele

Es werden moderate umwelt- und gesundheitspolitische Ziele verfolgt. Dies bedeutet, dass über die Kyoto-Ziele hinaus nach 2012 keine weitergehenden Zielvereinbarungen auf internationaler Ebene getroffen werden. Die Verringerung des CO₂-Ausstoßes oder der Strahlungsintensität im TK-Bereich wird nur entsprechend des technischen Fortschritts weiter verfolgt. Grenzwerte in den Bereichen Hochfrequenz und Niederfrequenz bleiben auf gegenwärtigem deutschen Niveau bestehen. Auch im Gewässerschutzbereich wird der Wert beispielsweise für Nitrat von gegenwärtig 50 mg/l bis 2025 nicht verändert.

Politik folgt gesellschaftlichem Konsens

Die Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie wird eher zurückhaltend vollzogen. Es ergeben sich daraus keine maßgeblichen Auswirkungen auf die Versorgungssektoren (Siedlungswasserwirtschaft, Wasserkraft, Einleitung von Kühlwasser, usw.).

Die angestrebten Umwelt- und Gesundheitsziele beruhen auf gesellschaftlichen Konsensen oder Kompromissen. Sie werden durch eine kontinuierlich und langfristig ausgerichtete Politik umgesetzt. Politische Steuerung orientiert sich dabei vornehmlich am allgemeinen Konsens Umwelt- und Klima Vorrang zu geben und die dafür notwendigen Technologien und Organisationsformen zu fördern. Weniger werden bestimmte regulatorisch zu implementierende Umweltziele vorgesehen.

Instrumente der Innovations-, Umwelt- und Energiepolitik

Dafür werden tiefgreifende Innovationen im technischen und gesellschaftlichen Bereich kooperativ gefördert (z. B. umfassende Umstellung auf Erneuerbare Energien, Wasserrecycling, Effizienzmanagement im Gebäudebereich). Dies geschieht durch den gezielten Einsatz marktwirtschaftlicher Instrumente wie Subventionen, Steuern und Abgaben etc.. Betriebe können eine anwendungsorientierte Förderung nach der entsprechenden Forschungs- und Entwicklungsphase in Anspruch nehmen.

Innovationen werden gefördert durch Einsatz marktwirtschaftlicher Instrumente

Neben einer starken Innovationspolitik wird eine Umweltpolitik gesetzt, die an Leitbildern orientiert ist, Innovationsnetzwerke moderiert und diese bei der Durchführung von Lernexperimenten unterstützt (ohne starke Erhöhung des Budgets). Die gesellschaftliche Umsetzung der gemeinsam erarbeiteten Ziele erhält eine verlässliche Basis. Der Emissionshandel wird mit definierten Zielniveaus eingeführt und auch nach 2012 fortgeführt. Er wird punktuell ergänzt durch regulative Maßnahmen des Ordnungsrechts; so ist die Gestaltung des Versorgungs- und Umweltbereichs lediglich durch einzelne ordnungsrechtliche

Umweltpolitik setzt verlässlichen Rahmen - juristisch und finanziell

Vorgaben gekennzeichnet, wie etwa besonders strenge Grenzwerte oder Verbote von einzelnen Stoffen.

Das staatliche Budget von BMBF, BMWA und KfW für Instrumente zur Innovationsförderung im Versorgungsbereich wird gegenüber dem jetzigen Niveau (2004) nicht wesentlich erhöht und liegt im Szenariozeitraum nur durchschnittlich real 10 % über dem gegenwärtigen Stand. Der Grund liegt in den durch gesellschaftliche Verständigungsprozesse abgesicherten Akzeptanzbedingungen für Innovationen sowie in einer starken Konzentration auf die Koordination und Moderation von Innovationsprozessen. Zwischen 2011 und 2017 erreicht die Anhebung des Budgetniveaus ihren Höhepunkt (über 10 %) und ist dann bis 2025 stark abfallend auf das gegenwärtige Niveau. Das Innovationsbudget verbleibt somit im Großen und Ganzen im gegenwärtigen Umfang, um ein starkes Zurückfallen Deutschlands im Bereich der Innovationsaktivitäten gegenüber anderen Nationen zu verhindern.

Staatliches Budget für Innovationen auf gegenwärtigem Niveau konstant

Hinsichtlich des Zugangs zu den Rohstoffen für die Sektoren Strom und Gas wird der heutige Ansatz fortgesetzt. So wird auch in 2025 eine Politik betrieben, die auf die Fortführung einer Strategie der Diversifikation der Energieträgerstruktur und der Bezugsquellen, auf die Nutzung von Rationalisierungspotenzialen durch verstärkten Einsatz hocheffizienter Anlagen, wie der Kraft-Wärme-Kopplung sowie auf die Nutzung Erneuerbarer Energien abzielt.

Investitionen und Kapitalmärkte

Auf Grund der positiven wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen für eine technologische „Innovationsoffensive“, die zum Einsatz neuer (effizienterer) Technologien auch im Versorgungssektor führt, bilden sich seitens der Kapitalgeber auf Grund der hohen Prosperität der Versorgungssektoren hohe Ertragserwartungen gegenüber den Unternehmen, die in diesem Bereich tätig sind. Investiert wird in Windparks, Wasserkraftwerke oder PV-Anlagen sowie bei Dienstleistern mit extrem kurzen Umschlagszeiten und außerdem in Unternehmen, die Großkraftwerke betreiben. Der reichhaltige Kapitalzufluss zu den Versorgungssektoren führt zu einem geringen Sollzinssatz in 2025 von nominal 6 % p.a..

Günstige Finanzierungsbedingungen für Innovationen und Investitionen

Unter den günstigen Finanzierungsbedingungen werden Infrastrukturinvestitionen zum Zubau, zur Erweiterung, zur Reparatur oder zur Instandhaltung von technischen Anlagen zwischen 2004 und 2025 durchgeführt.

Im Strom- und Gasbereich besteht im Betrachtungszeitraum ein Ersatzbedarf des Kraftwerksparks zur Stromerzeugung von 50 %. Von den neuen Kraftwerken sind 50 % mittlere bis kleine Kraftwerke (kleiner 300 MWel.).

In der Abwasserentsorgung umfassen die Ausbau- und Sanierungsmaßnahmen sowohl in den Neubaugebieten als auch in den Innenstädten der Ballungszentren Kläranlagen, Pumpstationen und Kanalnetze.

Marktstruktur und Regulierung

Dekonzentration zugunsten kleinerer Versorgungsunternehmen

Die guten Marktbedingungen wie etwa die Ausrichtung auf Innovationen, die stabile Nachfrage nach Versorgungstechnologien und Dienstleistungen sowie die niedrigen Zinsen zur Finanzierung führen zum Auftritt zahlreicher kleiner Unternehmen neben den etablierten Großversorgern. Der Dekonzentrationsprozess erfährt Unterstützung durch eine entsprechende Intensität der Marktregulierung. Kartellrechtliche Vorgaben und Unbundling der Wertschöpfungsstufen sollen einen funktionierenden und fairen Wettbewerb gewährleisten. Auf gezielte Regulierungseingriffe wird gesetzt, wenn in bestimmten Bereichen Marktversagen erwartet wird. Insbesondere solche großen Unternehmen, die sich nur schwer auf wechselnde Markterfordernisse, wie die Ausrichtung von Diensten auf den jeweiligen spezifischen Kunden oder auf den Einsatz technologisch dezentraler Anlagen mit kurzen Innovationszyklen, einstellen können, werden zu Verlierern des Strukturwandels. Auch die deutsche Steinkohlenindustrie wird durch den Technologiewechsel und das Ausbleiben von Erhaltungssubventionen bis 2025 verschwinden.

Marktregulierung verstärkt Dekonzentration

Somit zeichnet sich der Versorgungsmarkt im Jahr 2025 durch eine Mischung aus Stadtwerken, neuen Dienstleistern (wie z.B. service broker, integrated facility management Firmen), Handwerksbetrieben (z.B. zur Kontrolle und Wartung hauseigener Brennstoffzellen), ausländischen Anbietern und großen Versorgern aus. Die Dominanz der 4-5 größten Unternehmen auf dem Versorgungsmarkt verringert sich auf 50 % Marktanteil bis zum Jahr 2025. Die Gesamtzahl der Unternehmen im Versorgungssektor geht aber zurück, weil insbesondere im Wasser- und Abwasserbereich viele sehr kleine Versorgungsunternehmen Kooperationen eingehen.

Dominanz der Großunternehmen sinkt

Multi-Utility-Konzepte

Grundsätzlich besteht eine Tendenz zu Multi-Utility, deren Ausprägung jedoch auf die umfassende Nutzung im Zuge der Einführung dezentraler Produktionseinheiten neben einer zunehmenden Integration bei der Kundenbetreuung abzielt.

Der Druck durch Kosteneffizienz und die verstärkten Forderungen der Kunden, aus Gründen der Bequemlichkeit alles aus einer Hand zu beziehen, führen zu sektorübergreifenden Zusammenschlüssen zwischen Versorgungsunternehmen der verschiedenen Sektoren Strom, Gas, Wasser und Telekommunikation. Sektorübergreifende Standards in Bezug auf Technologien, Prozesse und Organisationsstrukturen bis hin zu Qualifikationsstrukturen ermöglichen die Verfolgung von Multi-Utility-Konzepten nicht nur bei Großkonzernen, sondern als Form enger Zusammenarbeit von kleinen Unternehmen aus verschiedenen Sektoren. Hierbei spielen Außenseiter wie facility management Unternehmen eine wichtige Rolle als Katalysatoren.

Multi-Utility-Konzepte zielen auf Nutzung dezentraler Technologien, Kundenbetreuung und Netzbetrieb

Umfassende Standardisierungen finden im Zuge der Einführung dezentraler, integrierter Erzeugungseinheiten zwischen Strom, Gas, (Ab)Wasser und TK statt und ermöglichen so die Interoperabilität und Steuerung der Anlagen.

Im Bereich der Kundenbetreuung betrifft die Standardisierung z.B. Ablesung und Erstellung der Strom-, Gas- und Wasserrechnung. Standardisierung im Netzbetrieb umfasst z.B. die örtliche Angleichung und zeitliche Abstimmung

der Verlegung von (Ab-)Wasser- und Gasleitungen; die technisch-organisatorische Angleichung der Wartungsprozeduren oder auch die integrierte Ausbildung des Wartungspersonals.

Es finden zusätzlich Standardisierungs- und Integrationsprozesse mit dem TK-Sektor statt. Diese bilden die Basis für integrierte Leistungsangebote an die Kunden oder – im Bereich Netzbetrieb – für die telekommunikative Vernetzung von Mess- und Steuerungseinheiten der Strom-, Gas- und (Ab)Wassernetze und die Verlegung von Telekommunikationskabeln in Abwasserkanälen oder entlang von Gasleitungen.

Die Standardisierung in den einzelnen Sektoren nimmt ebenfalls zu, wobei eine Internationalisierung der Standards, z.B. auf EU-Ebene, durch die zunehmende Verlagerung von Richtlinienkompetenzen auf die supranationale Ebene befördert wird. Die Vielfalt der bislang bestehenden Standards wird somit reduziert.

Änderung der Anforderungsprofile der Beschäftigten

Wegfallende Arbeitsplätze in klassischen Versorgungsunternehmen und in Unternehmen, die Vorleistungen liefern, können durch zukunftssträchtige Branchen, wie z.B. Dienstleistungsanbieter für Smart-Building, Betreiber von dezentralen Stromerzeugungsanlagen, ersetzt werden. Bei der Vielfalt der in die Versorgung einbezogenen Anlagen (zentrale, dezentrale; fossile, auf Basis Erneuerbarer Energien) gibt es die klassischen sektorspezifischen Arbeitsgebiete nicht mehr. Unternehmen erwarten Querschnitts-Anforderungsprofile; benötigt werden qualifizierte, handwerklich arbeitende Beschäftigte für den technischen Netzbetrieb sowie zur Installation/Service und Wartung, deren Fachkompetenz mehrere Versorgungssektoren und zusätzlich Anlagentypen/-größen umfassen muss. Im Dienstleistungsbereich werden auf Grund der Ausdehnung der Serviceorientierung und im Vertrieb verstärkt hochqualifizierte Spezialisten und in hohem Maße geringer qualifizierte Beschäftigte (z.B. in Call-Centern) eingesetzt.

**Sektor-
übergreifende
Berufsbilder
entstehen**

Produkte und Dienstleistungen

Die Strategien der Versorgungsunternehmen zielen darauf ab, die Bevölkerung mit den Kernprodukten der Versorgung - Strom, Gas, Wasser und TK - zu versorgen und darüber hinaus verstärkt Komplettlösungen anzubieten. Diese werden auf Industrie- und Privatkunden spezifisch ausgerichtet. Insbesondere umfassen solche Lösungen Geschäftsmodelle wie Contracting/Leasing von Geräten bzw. Anlagen (z.B. von Brennstoffzellen, Blockheizkraftwerken, Abwasseraufbereitungsanlagen), des Weiteren diversifizierte Dienstleistungsbündel in Form von „Rundum-Sorglos-Paketen“, Smart-Building sowie Demand-Side-Management zur Steuerung der Nachfragezeiten- und mengen.

**Unternehmen
sind kunden-
und dienst-
leistungs-
orientiert**

Die Anbieter von Versorgungsleistungen orientieren sich bei ihren Angeboten vornehmlich an den Stakeholdern, die gesellschaftliche Werte und Bedürfnisse

widerspiegeln und folglich die Akzeptanz- und Nachfrageentwicklung aufzeigen.

So stellen kleinere Betriebe wie etwa Stadtwerke, die auf Kundengruppen und einzelne Leistungen spezialisiert sind, aber auch branchenfremde Unternehmen, wie z.B. facility management Anbieter, die ursprünglich aus dem Bereich Reinigungs- oder Sicherheitservice kommen, in Konkurrenz zu den Großversorgern zu den Kernprodukten Strom, Gas, Wasser und Telekommunikationsdienstleistungen weitere Dienste wie Contracting, insbesondere für Industriekunden, Steuerungstechnologie und andere Geräte bzw. Anlagen zu Energie- und Ressourcenmanagement sowie Kommunikations- und Informationsdienste etc. bereit. Die Marktdurchdringung von Anlagencontracting kann in 2025 auf 30 % beziffert werden.

**Integriertes
facility ma-
nagement**

Als Multi-Utility bzw. service broker übernehmen sie die zentrale Abrechnung und Rechnungserstellung verschiedener Versorgungsdienstleistungen. Darüber hinaus bieten sie in Kooperation mit Handwerksbetrieben oder unabhängigen Vermittlern als „Versorgungsagenten“ vor Ort weit diversifizierte Dienstleistungsbündel in Form von „Rundum-Sorglos-Paketen“ an, wie die Wartung hauseigener dezentraler (Erzeugungs-)Anlagen. Die Marktdurchdringung dieser Pakete macht in 2025 15 % aus.

Technologien wie „Smart-Building“ als notwendige Voraussetzung für diesen umfassenden Service werden deshalb verstärkt bei privaten Haushalten und Industriekunden zur Komfort- und Effizienzsteigerung implementiert. Smart-Building umfasst recht unterschiedliche Anwendungsbereiche wie Steuerung der Unterhaltungselektronik, Haushaltsgeräten, Heizung und Klimatechnik, Fernwartung und Abwesenheitsmanagement, Gebäudemanagement und Analysen des Verbrauchs zur Steigerung der Transparenz und der Optimierung desselben. Die Anwendungen werden von Versorgungsunternehmen, aber auch von unabhängigen Dienstleistern angeboten. Ihre Marktdurchdringung beträgt in 2025 30 %.

Darüber hinaus werden weitere Dienstleistungen, wie Einsparberatung, Versicherungen, Sicherheitsdienste, Anlagenreinigung sowie Dienste zur Überwachung von Kranken und alten Menschen im Rahmen der Pflege angeboten.

In der Verfügbarkeit innovativer TK-Dienste sind nur geringe Unterschiede zwischen ländlichen und städtischen Gebieten zu erkennen.

Dezentrale Anlagen werden zu „virtuellen Kraftwerken“ bzw. „virtuellen Versorgungsanlagen“ (inkl. Wassergewinnung und -aufbereitung, Biogasgewinnung, Serverkapazität) zwecks Effizienzsteigerung zusammengeschaltet. Die Integration dezentraler Erzeugung (z.B. Mikro-KWK) zu „virtuellen Kraftwerken“ ist stark ausgeprägt.

Demand-Side-Management zur Steuerung der Nachfragezeiten und -mengen

Zusätzlich wird zur Kostenbegrenzung ein starkes Demand-Side-Management (DSM) für Industrie-, Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungsbetriebe sowie in privaten Haushalten eingeführt. DSM beinhaltet eine Steuerung von Nachfragemengen und -zeiten. Das kann zum Ausgleich von Lastkurven und damit zur Optimierung der Kapazitätsauslastung (Lastmanagement) oder auch zur Vermeidung von Investitionen im Produktionsbereich durch Ausschöpfung von Effizienzpotenzialen auf der Nutzungsseite (integrierte Planung) dienen. Vor-

**Realisierung
von DSM auf
breiter Basis**

aussetzung dieser eher gewerblichen Anwendung ist, dass „Smart Building“ Konzepte zunehmend zum Standard für die Ausstattung von Neubauten und Grundsanierungen werden. Insbesondere im Bereich von Bürogebäuden wird ein umfassendes facility management mit performance contracting für Beleuchtung, Heizung, Klimatisierung, Sanitäranlagen, Datenanschluss zum Standard, so dass elektronisch unterstützte Steuerungssysteme für den Strom-, Gas- und Wasserverbrauch sowie Übertragung und Speicherung von Daten Verbreitung finden.

Im Abwasserbereich werden Strategien verfolgt, den Investitionsbedarf in Rohrleitungskapazitäten durch verstärkte Kreislaufführung und intelligente Verbrauchssteuerung zu reduzieren. In DSM wird eine Möglichkeit gesehen, die ökonomische und ökologische Effizienz der Versorgungssysteme zu steigern und gleichzeitig Exportmärkte für intelligente Steuerungstechnologie zu entwickeln. Innovationsnetzwerke und Anwendungsexperimente werden staatlich unterstützt. Ein verlässlicher Regelungsrahmen wird etabliert. DSM kann sich bei neuen Haustechnikinstallationen und Versorgungsverträgen etablieren. Die Marktdurchdringung beträgt in 2025 durchschnittlich 20 %.

Preisentwicklung für Strom, Gas und Wasser

Wegen des starken Einsatzes von gasgefeuerten dezentralen und zentralen Anlagen im Stromsektor müssten die Gaspreise deutlich ansteigen. Ein weiterer Preisanstieg wäre aus der Erhöhung von Infrastrukturinvestitionen zu erwarten. Jedoch folgen in Bezug auf die Infrastrukturinvestitionen wegen der niedrigen Kapitalmarktzinsen für Finanzierungen geringere Kapitalkostensteigerungen als bei einem höheren Zinsniveau. Die hohen Effizienzzuwächse reduzieren die Rohstoffkosten der Versorgungsunternehmen zusätzlich. Die reduzierten Rohstoffkosten werden auf Grund des starken Wettbewerbs partiell an die Endkunden bzw. privaten Anlagenbetreiber in Form von geringeren Preiserhöhungen weiter gegeben. Die Effizienzgewinne sind realisierbar in den Sektoren Strom und Gas durch den Einsatz neuer Erzeugungstechnologien und im Sektor Wasser sowohl im Zuge der Liberalisierung als auch durch eine steigende Kostenorientierung. Beispielsweise werden Effizienzpotenziale durch die Privatisierung, Benchmarking, Public-Private-Partnerships der Bereiche Wasser/Abwasser erschlossen.

**Preisanstieg
in allen Sektoren
moderat**

Der Preisanstieg beim Einsatz von Strom und Gas wird zudem durch einen gegenläufigen Trend im Wärmesektor begrenzt, da energetische Sanierungen im Zusammenhang mit integriertem Gebäudemanagement intensiv verfolgt, Neubauten (in ländlichen Räumen) als Passivhäuser errichtet werden und Gas durch Strom bei anderweitigen Nutzungen (z.B. zum Kochen) ersetzt wird. Das Ergebnis sind lediglich Preiserhöhungen für Strom und Gas von durchschnittlich nominal 1 % p.a., von Wasser 2 % p.a. und von TK 0,5 % p.a. inklusive Steuern und Abgaben. Die Bindung des Gaspreises an den Ölpreis bleibt zunächst bestehen. In der zweiten Hälfte des Szenariozeitraums bis 2025 lockert sich die Bindung teilweise, es entwickelt sich z.T. ein eigener Marktpreis für Gas (ohne Kopplung an andere Energieträger).

Preisstrukturen ändern sich zugunsten einer stärkeren Gewichtung von verbrauchsabhängigen Bestandteilen (Verbrauchspreis) gegenüber verbrauchsunabhängigen Bestandteilen (Grundpreis) bei sehr kurzen Vertragslaufzeiten auf Grund intensiven Wettbewerbs.

Technologische Entwicklung

Bezüglich der Auswahl von Technologien zur Erzeugung von Versorgungsleistungen entwickeln Unternehmen langfristige Strategien. Innerhalb des langfristigen Strategierahmens für technische und organisatorische Innovationen werden die Unternehmen durch den intensiven Wettbewerb zur Risikooptimierung gezwungen. Ausfluss dieser gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Prozesse ist die technologische Entwicklung im Versorgungssektor, die im Sektor Strom einen sehr hohen Anteil von dezentralen Technologien vorsieht. Es werden sowohl auf dezentrale Technologien auf Basis Erneuerbarer Energien als auch auf gasgefeuerte gesetzt.

Unternehmen bevorzugen dezentrale Technologien als gesellschaftlich tragfähige Innovationen

Energieträgeranteile zur Stromerzeugung

Bis zum Jahr 2025 wird der Ausstieg aus der Kernenergie umgesetzt. Ihr Anteil sinkt von gegenwärtig 28 % auf 25 % in 2010, auf 15 % in 2017 und bis auf Null in 2025. Der Anteil der Stromerzeugung durch Einsatz von Kohle sinkt von gegenwärtig 51 % auf 45 % in 2010, auf 33 % in 2017 und auf 24 % in 2025 ab. Über diesen Zeitpunkt hinaus wird der Anteil der Kohlenutzung zur Stromerzeugung weiter auf 20 % absinken. Hingegen steigt der Erdgaseinsatz von gegenwärtig 10 % auf 15 % in 2010, auf 30 % in 2017 und auf 45 % in 2025 an. In der noch fernerer Zukunft sinkt die Gasnutzung jedoch wieder auf 30 % ab, da diese durch Erneuerbare Energien abgelöst werden. Der Öl-Anteil bleibt auf Grund seiner Nutzung zur Stützfeuerungs mit 1 % etwa konstant. Die Erneuerbaren Energien steigen stetig an, von aktuell 9 % auf 13 % im Jahr 2010 und auf 20 % bis 2017 sowie bis auf 30 % im Jahr 2025. Am Ende dieses Jahrhunderts werden 50 % der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energiequellen stammen.

Gas und Erneuerbare Energien gewinnen stark an Bedeutung

Effizienzpotenziale von Anlagen und Einzelgeräten zur Stromerzeugung

Im Stromsektor werden auf der Erzeugerseite Einzelgeräte (Stirlingmotoren, Brennstoffzellen oder Gasturbinen) mit einem Reduktionspotenzial von bis zu 25 % implementiert. Außerdem werden sowohl Verbesserungen bei vorhandenen Anlagen und beim Zubau moderner Anlagen zur Strom- bzw. Wärmeerzeugung innerhalb einer bestehenden Technologie (z.B. Kohle gefeuerte Anlagen) erzielt. Des Weiteren wird ein verstärkter Zubau von Anlagen getätigt, die einen „Fuel-Switch“ von Kohlefeuerung auf Gasverbrennung vorsehen. Ergebnis ist ein durchschnittliches Einsparpotenzial von 20 % beim Anlagenmix für die Stromerzeugung in 2025 gegenüber heute.

Hohe Effizienz bei Produktion

Zentrale fossile Anlagen zur Stromerzeugung

Bei den zentralen Anlagen werden in 2025 vor allem erdgasgefeuerte Gas- und Dampfkraftwerke (GuD)-Kraftwerke in einer Größenklasse von 450 MWel. sowie mit 200 MWel. als große KWK-Anlagen eingesetzt. Bei den Braunkohlekraftwerken mit optimierter Anlagentechnik (BoA) werden Blockgrößen von 800-1000 MWel. gebaut. Bei steinkohlegefeuerten Dampfkraftwerken werden Blockgrößen von 700 MWel. verwendet.

Erdgas dominiert

Der durchschnittliche Wirkungsgrad von erdgasgefeuerten GuD-

Kraftwerken als Kondensationsanlagen liegt bei 58 %. 45 % erreichen im Mittel Kohledampfkraftwerke. Bei großen KWK Anlagen auf Basis von Dampfkraftwerken wird immer ein Verhältnis Entnahme-Kondensation zu Gegendruckanlage von 1:1 angenommen.

Der Anteil erdgasgefeuerter Anlagen an der Stromerzeugung beträgt 45 %. 22,5 % der gesamten Stromerzeugung werden in 2025 als erdgasgefeuerte GuD-Anlagen im Kondensationsbetrieb und 10 % als große GuD-Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung betrieben. Die Investitionskosten werden bei Erdgas-GuD-Kondensationsanlagen mit 375 €/kW und bei großen KWK mit 480 €/kW angesetzt.

5 % sind Anlagen mit einer mittleren Anlagengröße von 50 bis 200 MWel. (z.B. Spitzenlastturbinen für zunehmenden Bedarf an Regelenergie auf Grund des hohen Anteils Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung oder Vorschaltgasturbinen).

7,5 % der Strommenge stammen aus Mikro- und Mini-KWK auf Gasbasis.

10 % der Strommenge werden in 2025 durch Braunkohlekraftwerke mit optimierter Anlagentechnik (BoA) bereitgestellt. Die Anlagen haben einen maximalen Wirkungsgrad von 46-48 % in 2025. Die Investitionskosten belaufen sich auf 1200 €/kW.

Zum anderen werden steinkohlegefeuerte Dampfkraftwerke betrieben. Mit diesen werden 14 % des Stromes in 2025 produziert. Der maximale Wirkungsgrad dieser Anlagen beträgt 46-47 %. Die Investitionskosten betragen 950 €/kW. Die CO₂-Abscheidung wird nur in ersten Versuchsanlagen betrieben.

Zentrale Anlagen auf Basis Erneuerbarer Energien

Auf Grund der günstigen Finanzierungsbedingungen und der hohen Wirtschaftlichkeit ist des Weiteren der Einsatz von zentralen Anlagen auf Basis Erneuerbarer Energien mit einer Größe über 5 MW (elektrisch) verstärkt zu verzeichnen. Von den 30 % Anteil zur Stromerzeugung durch Erneuerbare Energien werden 50 % zentral durch große Anlagen mittels Windparks (offshore), großen Wasserkraftwerken und großen Biomasse-Anlagen erzeugt. Wettbewerbsfähig sind große Wasserkraftwerke, deren Ausbaupotenzial jedoch begrenzt ist, und offshore Windparks, die stark ausgebaut werden. 2 % der Stromerzeugung werden als zentrale und dezentrale Biomasseanlagen in KWK-Ausführung betrieben. Geothermie-Kraftwerke finden nur in Nischen Anwendung, da sie noch nicht wettbewerbsfähig sind.

**Zunehmen-
der Einsatz
von Großan-
lagen (über 5
MW)**

Dezentrale mit Erdgas betriebene Anlagen zur Stromerzeugung

Dezentrale Technologien erfahren durch die hohe Akzeptanz der Kunden (Dienstleister, private Haushalte) einen Push, da die dezentralen Technologien und Verfahren inzwischen zu einem Lifestyle-Element geworden sind. Die hohe Nachfrage lässt unter Nutzung von Skaleneffekten die Entwicklung dezentraler Anlagen zu kostengünstigen Alternativen im Vergleich zur Rehabilitierung zentraler Systeme werden. Die im Vergleich zu den zentralen Systemen etwas höheren Investitionsaufwendungen der privaten Haushalte und anderer Kundengruppen (die die Investitionsbudgets der Versorger bzw. der öffentlichen Haushalte entlasten) werden durch entsprechende Instrumente abgedeckt.

**Markteintritt
dezentraler
Technologien**

Als dezentrale „Mikro-KWK“ mit einer elektrischen Leistung kleiner 4,6 kW werden bis zum Jahr 2010 hauptsächlich Verbrennungsmotoren mit einem durchschnittlichen Wirkungsgrad auf dem heutigen Niveau von kleiner gleich 25 % eingesetzt. In 2025 gelangen in kleinerem Maße Stirling-Motoren (30 % Wirkungsgrad) und vor allem Brennstoffzellen (BZ) mit Reformern mit einem durchschnittlichen Wirkungsgrad von 35 % elektrisch zur Anwendung. Der Anteil dieser drei Anlagentypen beträgt in 2025 2,5 %. Eingesetzt werden als Brennstoffzellen PEM mit Reformern unter Einsatz von Erdgas, vornehmlich im Haushaltsbereich. Zusätzlich dient Biogas verstärkt als Brennstoff. Die Investitionskosten im Jahr 2025 von BZ liegen zwischen 1000-1500 €/kWel.. Klassische Verbrennungsmotoren werden sukzessive verdrängt.

Im Bereich dezentraler „Mini-KWK“ mit einer elektrischen Leistung kleiner 100 kW werden große Motoren mit durchschnittlichen Wirkungsgraden von 35 %, Mikrogasturbinen mit Wirkungsgraden von 30 % und BZ mit Wirkungsgraden von 45 % in 2025 eingesetzt.

Vornehmlich werden SOFC, aber auch MCFC und in noch geringerem Maße PEM bei Gewerbe, Handel, öffentlichen Einrichtungen oder in kompletten Wohngebieten eingesetzt. Diese werden überwiegend mit Erdgas versorgt, jedoch auch - am stärksten im Vergleich zu den anderen Szenarien - mit Biogas, lokalem Klärgas oder Gasen aus der Abfallnutzung.

Die Investitionskosten betragen 700 €/kWel.. Der Anteil dezentraler Mini-KWK an der Stromerzeugung in 2025 macht 5 % aus.

Dezentrale Anlagen zur Stromerzeugung auf Basis Erneuerbarer Energien

Auf Grund eines höheren Marktpreises für Strom sind im Bereich dezentraler Anlagen einzelne Windanlagen (onshore), kleine Biomasse-Anlagen trotz höherer Stromgestehungskosten im Vergleich zu heute wettbewerbsfähig. Ferner gelangen kleine Wasserkraftwerke und Photovoltaik-Anlagen mit Unterstützung seitens der Technologieförderung zum Einsatz. Der Anteil dezentraler Anlagen auf der Grundlage Erneuerbarer Energiequellen an der Stromerzeugung liegt im Jahre 2025 bei 15 %.

Kleine Anlagen sind wettbewerbsfähig

Dezentrale Anlagen im Bereich Wasser/Abwasser

Auch im Wasser-/Abwasserbereich werden im Jahr 2025 dezentrale Technologien genutzt. Diese zielen auf eine effiziente Schadstoffabtrennung und auf die Einsparung von Rohwasser durch Kreislaufführung von Wasserströmen. Insbesondere Membran- und Desinfektionsanlagen ermöglichen es, Wasserkreisläufe sehr hoher Qualität (Trinkwasserqualität) aufzubauen und neue Wasserressourcen zu erschließen (z.B. Regenwasser, oberflächennahes Wasser). Vor allem werden Insellösungen (auf der Ebene von Wohnvierteln) in Neubaugebieten in den ländlichen Räumen aus Kostengründen angestrebt. Eine Kernsanierung bestehender Abwassersysteme wird nur bei größeren Einheiten vorgenommen. Sonst werden zur Kostensenkung dezentrale Lösungen der Brauchwasseraufbereitung in einzelnen Gebäuden oder semi-zentrale Insellösungen mit Abwasser-Verstromung in Biogasanlagen bevorzugt. Diese werden steuerungsseitig mit der Energieversorgung und -nutzung gekoppelt. Neben dem häuslichen Bereich sind im Gewerbe und im industriellen Bereich Technologien zum Recycling von Wässern von Bedeutung.

Die Marktdurchdringung beträgt 30 Prozent

Der Durchdringungsgrad bezogen auf die Gesamtzahl der Gebäude in Deutschland beträgt für die Regenwassernutzung 30 %, für das Grauwasserrecycling 30% und für die Urinseparation als dezentrale Variante 5 %. Hier existieren semizentrale Versuchsanlagen für jeweils ein Wohnviertel.

Membranverfahren können in der Regenwasser- und/oder Grauwasseraufbereitung eingesetzt werden. Sie gelangen - bei einer Marktdurchdringung von 10 % - zum Einsatz bei Grauwasser; bei der Regenwasseraufbereitung erreichen sie eine Markteindringung von 20 %.

Verschiedene Verfahren zur Wärmerückgewinnung aus Abwasser erzielen eine Marktdurchdringung von 20 %.

Nachfrageseitige Technologien im Bereich Stromanwendung und Wärme

Auch nachfrageseitig werden durch die Entwicklung von Technologien Effizienzsteigerungen erreicht. Im Bereich Strom als Endenergie sind als Querschnittsanwendungen Potenziale bei der Beleuchtung, elektrischen Antrieben, IuK-Technologien sowie Bereitschaftsschaltungen auszumachen. Bei den privaten Haushalten werden weitere Reduktionen von Gas/Strom durch Einsparungen von Warmwasser, beim Waschen/Trocknen/Spülen, beim Kühlen/Gefrieren, bei der Unterhaltungselektronik sowie beim Kochen erreicht. Beim Gewerbe liegen die sektorspezifischen Stromsparpotenziale in mechanischen Anwendungen sowie bei der Industrie in der Nutzung von Druckluft. Im Bereich der Raumwärme sind die Potenziale in wärmetechnischen Verbesserungen der Hülle von Wohngebäuden und anderen Gebäuden zu suchen. Verbunden mit all den Maßnahmen zur Effizienzsteigerung wird eine Reduktion des spezifischen Strom/Gasbedarfs je Nutzung in 2025 gegenüber 2000 um 25 % erzielt.

**Effizientere
Technik spart
25 Prozent
Strom und
Wärme**

Nachfrageseitige Technologien im Bereich Wasser

Im Wasserektor bestehen auch nachfrageseitig technische Einsparmöglichkeiten im Haushaltsbereich vor allem durch wassersparende Armaturen (Toiletten-Spülkästen, Duschen und Perlatoren), die Reduktion des Wasserverbrauches von Haushaltsgeräten (Wasch- und Spülmaschinen) sowie den Ersatz von Trinkwasser durch den Einsatz wasserloser Systeme (z.B. Vakuumtoiletten). Die Einsparpotenziale von häuslichem, industriellen und gewerblichem Bereich zusammen betragen in 2025 gegenüber 2000 20 % des spezifischen Wasserbedarfs je Nutzung.

**Einsparungen
von 20 Pro-
zent**

TK-Technologien als Enabler für die anderen Versorgungstechnologien

Gegenwärtig werden alle Anwendungen von Smart-Building mit getrennter Software durchgeführt, daher ist der Markt sehr heterogen und dispers; in 2025 wird dagegen eine einheitliche Plattform verwendet (z.B. auf der Basis des Internetprotokolls). Erforderlich ist dazu eine Standardisierung über die Versorgungssektoren hinweg, sowie eine Koordination mit den Geräteherstellern. Ferner erfolgen koordiniert von Seiten der TK-Unternehmen Angebote zu Flatrates, drahtlosen Übertragungstechnologien und webbasierten Applikationen. Unterstellt wird, dass im Jahr 2025 alle Benutzer mit einer graphischen Oberfläche vertraut sind. So ermöglicht der Zugang via Internet das Angebot von aktiven Bedienungsanleitungen, die auf dem Server der TK-Unternehmen bereit stehen.

Einheitliche Plattform seitens des TK als Voraussetzung für Smart-Building

Netzstrukturen in 2025

Im Stromsektor erfolgt ein starker derartiger Ausbau von Verteilungsnetzen zulasten der Übertragungsnetze wegen der Versorgung der Kunden durch die zahlreichen dezentralen Anlagen.

Im Gassektor besteht bis 2025 kein Ausbaubedarf im Übertragungsnetz. Der Ausbau des Verteilnetzes erhält durch Neuanschlüsse, insbesondere in den Neubaugebieten der ländlichen Räume, einen Zuwachs von 10 % gegenüber 2004.

Zur Effizienzsteigerung durch Integration verschiedener Netze ist eine starke Einbindung des TK-Sektors als Vorleister für die anderen Versorgungsleistungen erforderlich. Im TK-Sektor erfolgt eine Integration aller bisherigen Netzstrukturen einschließlich des Mobilfunks.

Kunden, die auch zu Produzenten von Versorgungsleistungen werden und die Überwachung, Wartung und Optimierung ihrer Anlage extern durch ein Versorgungsunternehmen vornehmen lassen, werden entsprechend vernetzt.

Die vielfältigen Steuerungsprozesse bei Smart-Building-Anwendungen, virtuellen Kraftwerken oder im Zuge der Kombination wesentlicher Netzelemente des Stromsektors mit dem Internet zu „aktiven“ Netzen, die auf lokaler und regionaler Ebene Erzeugung und Verbrauch optimieren, erfordern zwar einen Ausbau der Netze. Dazu sind in erster Linie jedoch nicht neue Leitungen notwendig, denn die Steuerungssignale induzieren nur geringfügig zusätzliche Datenmengen. Vielmehr geht es um einen starken Ausbau der Software und Netzdienste. Dazu ist z.B. eine starke Integration der verschiedenen Übertragungsprotokolle, Einrichtung gemeinsamer (Internet-)plattformen etc. notwendig, um unterschiedlichste Anlagen und Geräte miteinander zu verbinden und koordiniert steuern zu können.

Bei Strom: Umbau von Übertragung zu Verteilung; leichter Ausbau der Gas-Verteilung; Ausbau im TK-Sektor vorwiegend bei Software

Stromspeichertechnologien

Die Wirtschaftlichkeit des Stromversorgungssystems hängt nicht nur mit der Effizienz der Anlagen oder der Netze zusammen, sondern auch mit Stromspeichertechnologien. Mit ihnen wäre die Nutzung Erneuerbarer Energien, die unregelmäßig verfügbar sind, wie Windkraft und Photovoltaik, besser in das Gesamtnetz zu integrieren. Auch der Einsatz dezentraler Technologien mit fluktuierender Erzeugung wird mit einer kostengünstigen Speicherung erleichtert.

Kleine Speicher sind marktreif

Solche Technologien umfassen Speicher für Wasserstoff, neue Batteriesysteme, supraleitende Spulen, innovative Kondensatoren sowie Schwungmassenspeicher, Druckluftspeicher etc..

Kleinere Kapazitäten von Einheiten kleiner Leistung, welche für den Regelenergieausgleich genutzt werden können, sind in 2025 marktreif und zu marktfähigen Preisen verfügbar. Ihre Marktdiffusion liegt auf Grund massiver Kostendegression und des hohen Anteils Erneuerbarer Energien bei 5 %.

Ressourcen und weitere Aspekte zu Versorgungssicherheit

Herkunft der Ressourcen zur Stromerzeugung

Als heimische Energieträger stehen Braunkohle und die Erneuerbaren Energien (Wasser, Wind, Biomasse, Sonne) zur Verfügung, wobei alle heimischen Energieträger nicht mehr subventioniert werden. Die deutschen Erdgasvorräte sind bis 2025 aufgebraucht. Die Gase aus Erneuerbaren Energien umfassen Klärgas, Deponiegas, Biomasse-Vergasung sowie Vergasung biogener Abfälle. Diese werden entweder direkt vor Ort genutzt (Verbrennung vor Ort) oder in das Gasnetz eingespeist. Die Gase aus Erneuerbaren Energien decken 5 % des Gasbedarfs des Jahres 2025. Davon werden 50 % ins Netz abgegeben. Jedoch ist die Einspeisung bis 2025 ohne Förderung nicht wettbewerbsfähig.

**Energieträger
in Art und
Herkunft
stark diversifi-
ziert**

Es besteht eine Diversifikation der Energieträgerstruktur und eine Vielzahl an räumlich zugänglichen Versorgungsquellen. Dem verstärkten Einsatz von Gas - sowohl bei zentralen als auch bei dezentralen Anlagen zur Stromerzeugung - steht eine Reduzierung der Nachfragemenge auf Grund von Sparanstrengungen der Bevölkerung gegenüber.

Erdgas stammt vornehmlich aus Russland, den Niederlanden und aus Norwegen. Es wird aus diesen Ländern über Pipelines - oder aus anderen Gebieten verflüssigt - angeliefert.

Mikro-KWK wie Verbrennungsmotoren, Stirlingmotoren oder Brennstoffzellen (BZ) erhalten Zuführungen von Erdgasnetz und/oder Biogas. H₂ wird diesen Gasen beigemischt. Reformer der BZ sind als Erdgas oder Biogas-Reformer ausgelegt. Reiner H₂ gelangt in 2025 nur in Nischenanwendungen bei BZ zum Einsatz. Mini-KWK werden überwiegend mit Erdgas versorgt.

Steinkohlekraftwerke werden mit Importkohle versorgt. Diese werden aus Ländern wie Südafrika, Australien und Kolumbien importiert.

Gesichtspunkte rechtlicher und technischer Absicherung zur Gewährleistung von Versorgungssicherheit

Zur Sicherung der Versorgung tragen bestimmte Maßnahmen bei, wie langfristige Lieferverträge für Rohstoffe (z.B. Öl und Gas) sowie eine Einteilung der Kunden nach ihrem Prioritätsgrad bezüglich Sicherung ihrer Versorgung („abschaltbare Kunden“).

Fortschreibung bewährter Sicherheitsprinzipien

Unter Datenschutzgesichtspunkten gelten im Umgang mit Smart-

Building-Anwendungen anfallende Nutzungsdaten v.a. solche Daten als kritisch, welche Hinweise auf An- bzw. Abwesenheit geben. Die reinen Verbrauchsdaten werden hingegen als weniger sensibel bewertet als bspw. Verbindungsdaten (bzgl. Uhrzeit und mit welchem anderen Teilnehmer) im Telefonverkehr. Insofern die Abhängigkeit der Gesellschaft von TK-Diensten insgesamt deutlich zunimmt, erhält der TK-Sektor verstärkt Versorgungscharakter.

In Bezug auf die technische Sicherheit und Verfügbarkeit der Smart-Building-Technologien werden überwiegend dieselben Sicherheitsprinzipien wie auch heute schon bzgl. vergleichbarer Technologien verfolgt. Die Hausanlagen funktionieren teilautonom, d.h. sie erfüllen basale Grundfunktionen, auch wenn die TK-Steuerung ausfällt. Als Vorsorge gegen Störfälle werden z.T. redundante Steuerungssysteme eingesetzt, z.T. gehen die Systeme in einen „sicheren“, vordefinierten Zustand über, wenn die Steuerung ausfällt.

Bei Anlagen und Netzen (jetzt Strom, Gas, Wasser) erfolgt im Hinblick auf technische Sicherheitsaspekte eine zustandsorientierte Kontrolle mit etwaiger Wartung. Dies bedingt einen geringeren routinemäßigen Aufwand.

Für eventuelle Ausfälle im Sektor Strom sind Vorkehrungen getroffen, die einen großflächigen Ausgleich durch Zusammenschalten von Netzbereichen bedingen. Die Folge dieser Vorgehensweise sind geringere Kapazitätsreserven.

Szenario B

Allgemeine Rahmenbedingungen

In Szenario B wird von einem moderatem Wirtschaftswachstum von real 1,5 % p. a. im Zeitraum von 2004 bis zum Jahr 2025 ausgegangen.

Des Weiteren ist die Situation in diesem Zeitraum durch eine geringfügige Schrumpfung der Bevölkerung um 1,5 % und durch eine deutliche Erhöhung des Bevölkerungsanteils, der älter als 60 Jahre ist, von 25 % auf ein Drittel gekennzeichnet.

Die räumliche Bevölkerungsverteilung lässt sich durch eine Binnenmigration aus den ländlichen Gebieten, vor allem in Ostdeutschland in die Randlagen der Ballungszentren charakterisieren.

Sektorübergreifende und sektorspezifische Charakteristika

Wirtschaftliche Rahmenbedingungen

Im Szenario B ist die gesamtwirtschaftliche Entwicklung von einem nur durchschnittlichen Wirtschaftswachstum von 1,5 % pro Jahr geprägt. Dieses moderate Wirtschaftswachstum wird sowohl von der weltweiten als auch von der inländischen Nachfrage getragen.

**Moderates
Wirtschafts-
wachstum
von 1,5 %
pro Jahr**

Politik

Innovations-, Umwelt- und Gesundheitsziele

Es werden moderate umwelt- und gesundheitspolitische Ziele verfolgt. Dies bedeutet, dass über die Kyoto-Ziele hinaus nach 2012 keine weitergehenden Zielvereinbarungen auf internationaler Ebene getroffen werden. Die Verringerung des CO₂-Ausstoßes oder der Strahlungsintensität im TK-Bereich wird nur entsprechend des technischen Fortschritts weiter verfolgt. Grenzwerte in den Bereichen Hochfrequenz und Niederfrequenz bleiben auf gegenwärtigem deutschen Niveau bestehen. Auch im Gewässerschutzbereich wird der Wert beispielsweise für Nitrat von gegenwärtig 50 mg/l bis 2025 nicht verändert.

Die Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie wird eher zurückhaltend vollzogen. Es ergeben sich daraus keine maßgeblichen Auswirkungen auf die Versorgungssektoren (Siedlungswasserwirtschaft, Wasserkraft, Einleitung von Kühlwasser, usw.).

Die Politik gibt zwar nur moderate Ziele vor, diese werden aber konsequent verfolgt. Verursacht wurde diese Einsicht zu politisch notwendigen Aktivitäten im Bereich Klima und Umwelt durch die zunehmenden negativen Auswirkungen im Bereich des Klimas, die schon seit einigen Jahren sichtbar sind, vor allem im Bereich der Gewässer.

Es gehört zu den Zielsetzungen dieser Politik mit einem Fokus auf Klima und Umwelt, unter zwei Aspekten eine beschleunigte technologische Entwicklung zu induzieren. Dabei geht es einerseits darum, bei Energie-Erzeugungsanlagen eine hohe Effizienzsteigerung zu erreichen. Zum anderen soll auch der Verbrauch von technischen Geräten auf der Nachfrageseite deutlich gesenkt werden. Beides soll der Schonung von Ressourcen und der Reduzierung der Abgabe von Schadstoffen an die Umwelt dienen.

**Staat betreibt
aktiv Schutz
von Klima
und Umwelt
bei Vorgabe
moderater
Ziele**

Instrumente der Innovations-, Umwelt- und Energiepolitik

Der entstandene Handlungsbedarf wegen der zunehmenden Auswirkungen auf das Klima resultiert unter anderem in einer kontinuierlichen und massiven Erhöhung des staatlichen Budgets von BMBF, BMWA und KfW für Instrumente zur Innovationsförderung im Versorgungsbereich; das Budget im Jahr 2025 liegt um bis zu 50 % (real) über dem gegenwärtigen Niveau. Zwar sind die Finanzmittel für Instrumente zur Innovationsförderung Teil des gesamten

**Staatliches
Budget für
Innovationen
massiv aus-
geweitet**

Staatsbudgets und dementsprechend nicht unabhängig von der Haushaltssituation und der gesamtwirtschaftlichen Situation. Der Staat kann aber dennoch die Mittel aufstocken, da es - bedingt durch eine relative hohe volkswirtschaftliche Dynamik - entsprechende Finanzierungsmöglichkeiten gibt. Angesichts der Dringlichkeit von Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Verbesserung der Gewässerqualität sollen insbesondere in diesen Sektoren innovative Technologien und Organisationsformen Abhilfe schaffen. Die hohen Budgets für die Innovationsförderung werden überwiegend in die Erneuerung von Kraftwerken und in die Entwicklung sehr effizienter Endgeräte gesteckt. Auf diese Weise soll zugleich die Spitzenposition Deutschlands bei zukunftsweisenden Energie- und Umwelttechnologien weiter ausgebaut werden.

Ergänzt wird diese in finanzieller Förderung bestehende Innovationspolitik durch eine Energie- und Umweltpolitik, die zunächst ein starkes Ordnungsrecht vorsieht und durch marktwirtschaftliche Instrumente sukzessive ersetzt wird. Bis zum Jahr 2025 liegt ein ausgewogener Instrumentenmix vor. Es besteht zu diesem Zeitpunkt Koexistenz von Ordnungsrecht und marktwirtschaftlichen Instrumenten. Während ordnungsrechtliche Instrumente im Sinne von Ge- und Verboten, wie beispielsweise Grenzwerte oder Verbote von einzelnen Stoffen, das Ziel der Erreichung genau definierter Zielniveaus vorsehen, hat dieser veränderte Policy-Mix das Ziel, die Unternehmen zur Fortführung der Effizienzoffensive bei der Beschreitung ihres Technologiepfades zu bewegen.

Dominanz des Ordnungsrechts wird durch Instrumentenmix aus Ordnungsrecht und Marktwirtschaft sukzessive ersetzt

Hinsichtlich des Zugangs zu den Rohstoffen für die Sektoren Strom und Gas wird der heutige Ansatz fortgesetzt. So wird auch in 2025 eine Politik betrieben, die auf die Fortführung einer Strategie der Diversifikation der Energieträgerstruktur und seiner Bezugsquellen, auf die Nutzung von Rationalisierungspotenzialen durch verstärkten Einsatz hocheffizienter Anlagen, sowie auf die Nutzung erneuerbarer Energien abzielt. Außerdem tragen Maßnahmen zur Sicherung der Versorgung wie langfristige Lieferverträge für Rohstoffe (z.B. Öl und Gas) sowie eine Einteilung der Kunden nach ihrem Prioritätsgrad bezüglich Sicherung ihrer Versorgung („abschaltbare Kunden“) bei.

Investitionen und Kapitalmärkte

Potenzielle Kapitalgeber sehen auf Grund der deutlich verstärkten Kosteneffizienz bei der Nutzung innovativer Technologien in der Versorgungsbranche große Chancen für eine hohe Prosperität der Versorgungswirtschaft. Dies löst rege Kapitalzuflüsse aus und führt dazu, dass die gegenwärtig niedrigen Zinssätze für Innovationen und Investitionen von unter 6 % auch im Jahr 2025 noch gelten. Daher treiben die guten Finanzierungsbedingungen das Wachstum des Versorgungssektors zusätzlich an.

Günstige Finanzierungsbedingungen für Innovationen und Investitionen

So werden unter den günstigen Finanzierungsbedingungen Infrastrukturinvestitionen zum Zubau, zur Erweiterung, zur Reparatur oder zur Instandhaltung von technischen Anlagen zwischen 2004 und 2025 getätigt.

Im Strom- und Gasbereich besteht im Betrachtungszeitraum ein Ersatzbedarf des Kraftwerksparks zur Stromerzeugung von 50 %. Von den neuen Kraftwerken sind 30 % mittlere bis kleine Kraftwerke (kleiner 300 MWel.).

In der Abwasserentsorgung umfassen die Ausbau- und Sanierungsmaßnahmen sowohl in den Neubaugebieten als auch in den Innenstädten der Ballungszentren Kläranlagen, Pumpstationen und Kanalnetze.

Marktstruktur und Regulierung

Dekonzentration zugunsten kleinerer Versorgungsunternehmen

Zu den typischen Merkmalen des hier beschriebenen Szenarios gehört bis 2010 das "Leben in einer stark regulierten Versorgungswelt". Es handelt sich um eine dominante, wettbewerbsorientierte Regulierung, durch die die Vielfalt in der Anbieterstruktur gefördert werden soll. Die Intensität drückt sich aus in Art und Umfang des Eingriffs staatlicher Regulierungsinstanzen in das Marktgeschehen etwa mit dem Ziel, Wettbewerb auf Dienst- und Netzebene herzustellen. Im hier dargestellten Fall ist die Regulierungsintensität hoch, die Regulierungseingriffe gelten überwiegend als Voraussetzung, um einen fairen Wettbewerb zu gewährleisten. Im Szenario bleibt die Regulierung zwar eine Daueraufgabe, das Kartellrecht wird im Jahr 2025 aber eine größere Bedeutung haben als die Preisregulierung.

Marktregulierung erzeugt Dekonzentration

Zur Marktbelebung werden in einem ersten Schritt Preisregulierungen mit dem Ziel einer Marktöffnung vorgenommen. Maßnahmen, die die Öffnung der Netze der bereits am Markt agierenden Versorgungsunternehmen für weitere Anbieter und die Entflechtung der einzelnen Wertschöpfungsstufen vorsehen, ergänzen die Festsetzung der Übertragungsentgelte. In einer späteren Phase reduziert sich die Regulierung auf ein starkes Kartellrecht. Die Folge der starken Regulierung ist eine Dekonzentration des Marktes. Die Marktanteile der 4-5 größten Versorger zusammen sinken in Richtung 50 % ab, sie sind jedoch noch höher als bei polypolistischen Marktstrukturen. Die heute dominanten Marktakteure erhalten zunehmend Konkurrenz durch ausländische und mittelgroße inländische Firmen.

Kleinere Unternehmen steigern Marktanteil

Im Wassersektor spielen internationale private Firmen eine wichtigere Rolle, ohne aber marktbeherrschend zu werden.

Multi-Utility-Konzepte

Grundsätzlich besteht eine Tendenz zu Multi-Utility, die auf die Integration bei Kundenbetreuung und Netzbetrieb abzielt. Die verstärkten Forderungen der Kunden, aus Gründen der Bequemlichkeit alles aus einer Hand zu beziehen, führt zu sektorübergreifenden Zusammenschlüssen von Großkonzernen oder die enge Zusammenarbeit von kleineren Unternehmen verschiedener Sektoren. Standardisierungsprozesse zwischen den Sektoren Strom, Gas, (Ab-)Wasser und TK für Kundenbetreuung und Netzbetrieb sind bei der Verfolgung Multi-Utility-Konzepten hilfreich.

Multi-Utility-Konzepte zielen auf Kundenbetreuung und Netzbetrieb

Im Bereich der Kundenbetreuung betrifft die Standardisierung z.B. Ablesung und Rechnungsstellung. Standardisierung im Netzbetrieb umfasst z.B. die örtliche Angleichung und zeitliche Abstimmung der Verlegung von (Ab-)Wasser- und Gasleitungen; die technisch-organisatorische Angleichung der Wartungsprozeduren oder auch die integrierte Ausbildung des Wartungspersonals. Die

Erzeugung erfolgt weiterhin zentralisiert (z.B. über Großkraftwerke, zentrale Trinkwassergewinnung oder Abwasseraufbereitung).

Es finden zusätzlich Standardisierungs- und Integrationsprozesse mit dem TK-Sektor statt. Diese bilden die Basis für integrierte Leistungsangebote an die Kunden oder – im Bereich Netzbetrieb – für die telekommunikative Vernetzung von Mess- und Steuerungseinheiten der Strom-, Gas- und (Ab)Wassernetze und die Verlegung von Telekommunikationskabeln in Abwasserkanälen oder entlang von Gasleitungen.

Die Standardisierung in den einzelnen Sektoren nimmt ebenfalls zu, wobei eine Internationalisierung der Standards, z.B. auf EU-Ebene, durch die zunehmende Verlagerung von Richtlinienkompetenzen auf die supranationale Ebene befördert wird. Die Vielfalt der bislang bestehenden Standards (z.B. bzgl. Materialauswahl) wird somit reduziert.

Änderung der Anforderungsprofile der Beschäftigten

Unternehmen erwarten Querschnitts-Anforderungsprofile infolge des sektorübergreifenden Produktangebots; benötigt werden qualifizierte, handwerklich arbeitende Beschäftigte im technischen Netzbetrieb sowie zur Installation/Service und Wartung, deren Fachkompetenz mehrere Versorgungssektoren umfassen muss. Im Dienstleistungsbereich werden auf Grund der Ausdehnung der Serviceorientierung und im Vertrieb wenige hoch qualifizierte Spezialisten und verstärkt geringer qualifizierte Beschäftigte (z.B. in Call-Centern) eingesetzt.

Erste sektorübergreifende Berufsbilder entstehen

Gesellschaft und Akzeptanz

Der Staat setzt sich in der Verfolgung seiner Umwelt- und Gesundheitsziele gegen Unternehmensinteressen - auch der Versorgungsbranchen - durch und wird dabei durch die Wähler und zivilgesellschaftlichen Akteure wie NGO's und Kundenverbände unterstützt.

Staat setzt Ziele gegen Unternehmensinteressen durch

Transparenz durch Umwelt- und Preislabeling

Transparenz bei den Versorgungsleistungen wird nicht so sehr von den Konsumenten als vielmehr vom Staat in der Absicht forciert, die Nachfrage nach ökologisch effizient und zugleich preiswert produzierten Produkten und Versorgungsdienstleistungen zu fördern. So wird für die Kunden ein hinreichendes Preislabeling eingeführt, das die verbrauchsabhängigen und verbrauchsunabhängigen Preisbestandteile der jeweiligen Versorgungsleistungen getrennt voneinander ausweist. Auf Grund des starken Komfort-Bewusstseins der Bevölkerung wird zur Durchsetzung ökologischen Handelns zugunsten der Verbraucher der Ausweis von entsprechenden Produktmerkmalen verpflichtend. Neben Angaben über Vertragsbestandteile, Abrechnungsmodalitäten und Zahlungsbedingungen müssen Art und Umweltwirkung der Stromerzeugung speziell im Sektor Strom im Jahr 2025 angeführt werden.

Umwelt- und Preislabeling wird staatlich verordnet

Nur so kann die Vollständigkeit und Glaubwürdigkeit von Kundeninformationen von Seiten der Anbieter/Hersteller über Lebenszykluskosten, Herstellungsprozess, Inhaltsstoffe/Qualitätsmesswerte, Entsorgung, Gesundheits- und Umweltwirkungen von Produkten hergestellt werden. Die Zertifizierung von bestimmten Produktqualitäten, unabhängige Begutachtungen, Qualitätsinformationen sowie Warentests/Dienstleistungstests von anbieterunabhängigen Verbraucherorganisationen tragen mit zur Kundenakzeptanz bei. Vertrauen schafft auch die Einrichtung eines rechtlichen Rahmens für garantierte Produktstandards einschließlich entsprechender Sanktionen. Diese Anforderungen wird vom Staat insbesondere an neue Produkte mit geringen Nutzungserfahrungen (Contracting, „rundum sorglos Service“) sowie an Produkte, die mit besonderen Eigenschaften einen höheren Preis rechtfertigen (z.B. Ökostrom, Ökogas, „Garantiewasser“ nach Absenkung rechtlicher Gütestandards, garantierte Bandbreiten bei Telekomanschlüssen).

Komfortbezogene Akzeptanz der Kunden

Sowohl die Alterung der Bevölkerung wie zunehmender Leistungsdruck im Alltag durch Beruf und Familie steigern das Bedürfnis nach „rundum sorglos“ Angeboten und hoher Bequemlichkeit bei der Erledigung alltäglicher Prozesse wie Körperpflege, Wäsche waschen, Kochen, Information, Klimatisierung etc..

**Kunden
schätzen
Komfort**

In Bezug auf Komfortaspekte spielt auch die demographische Entwicklung, die sich in einer Schrumpfung und Alterung der Bevölkerung ausdrückt, eine Rolle. Wie in den meisten industriellen Nationen verändert sich der demographische Altersaufbau auch in Deutschland. Die Altersverteilung verschiebt sich bereits bis 2025 deutlich hin zu einem höheren Durchschnittsalter.

Zum „Abspannen“ besteht ebenfalls eine hohe Nachfrage nach Luxusangeboten. Durch den allgemein hohen materiellen Wohlstand ist Kaufkraft für diese Leistungen bei fast allen Bevölkerungsgruppen gegeben. Gegenüber den dezentralen Technologien im Energiebereich verhalten sich die Kunden aus verschiedenen Gründen eher ablehnend. Es bestehen jedoch keine grundsätzlichen Akzeptanzprobleme zur Nutzung aufbereiteten Regen- oder Abwassers für hochwertige Anwendungen (Trinkwasser, Hygiene).

Gesundheitsbezogene Aspekte

Auch gesundheitsbezogene Aspekte beeinflussen die Akzeptanz von Versorgungsprodukten. Befürchtungen hinsichtlich latenter Gesundheitsrisiken wachsen vor dem Hintergrund der Wahrnehmung der Folgen beim Trinkwasser und im Telekommunikationsbereich. Die Befürchtung verborgener schwerer Gesundheitsrisiken steht deshalb auch bei „unverdächtigen“ Konsumententscheidungen im Vordergrund. Schon geringe Unsicherheiten über Gesundheitswirkungen sind ein Ausschlusskriterium und können Produkte „vom Markt fegen“. Dementsprechend sind Unternehmen um Information und Vertrauensbildung bemüht.

Hoher Stellenwert der Gesundheit bei Konsumentscheidungen

Gesellschaftliche Akzeptanz in der Förderung von neuen Technologien

Die Förderung von Technologien zur Versorgung stößt auf kein besonderes Widerstandspotenzial. Zwar kann sich zu einzelnen Technologien gesellschaftlicher Widerstand formieren und die Verbreitung beeinträchtigen, in besonderen Fällen wird auch ein Totalverbot (Kernenergie) bewirkt, doch die wirtschaftliche Orientierung spielt bei Versorgungsunternehmen, Industrie und privaten Haushalten die dominierende Rolle.

Weitgehende Akzeptanz neuer Technologien

Räumliche Aspekte der Verbraucherstrukturen

Es kommt zu einem deutlichen Rückgang der Bevölkerung in den ländlichen Gebieten, insbesondere in Ost-Deutschland. Demgegenüber wächst die Bevölkerung in den prosperierenden Ballungsgebieten. Dort führt der hohe Bedarf an Neubauten in Einfamilien- oder Reihenhaus-Siedlungen zu einem erheblichen Druck bezüglich Ausweisung neuer Baugebiete in den Randlagen der Kernstädte. Folglich ist unter der Annahme einer höheren technischen Ausstattung im Vergleich zur alten Wohnung diese auch ein Grund für die verstärkte Nachfrage nach Versorgungsleistungen.

Verschiebung der Bevölkerungsdichte vom Land in die Städte

Zudem ist die Anzahl der Haushalte von der Bevölkerungszahl entkoppelt, da die Zahl der Personen je Haushalt weiter sinkt. Die gesamte Wohnfläche steigt zwischen 2000 und 2025 von 3,3 auf 4,2 Mrd. m². Die spezifische Wohnfläche pro Kopf steigt um 28% von 40,2 auf 51,4 m². Der Wunsch nach größerer Wohnfläche als Merkmal des Komforts ist ein weiterer Grund für die verstärkte Nachfrage nach Versorgungsleistungen.

„Ökologisches Bauen und Wohnen“ wird auf Grund staatlicher Förderung in moderatem Umfang realisiert. Das Konzept wird nicht nur auf Neubauten in den Randlagen der Ballungsgebiete, sondern auch auf ökologisch optimierte Konzepte für Gebäudesanierungen in den Stadtzentren angewendet. Hier spielen auch die Wiederverwendung von Gebäuden oder Baumaterialien eine große Rolle.

Endnachfrage nach Strom, Gas, Wasser und Telekommunikationsleistungen

Beim Anlagenmix für die Stromerzeugung werden Effizienzzuwächse bis 2025 (gegenüber dem Jahr 2000) von durchschnittlich 20 % erzielt.

Die verbesserte Energieeffizienz auf der Nachfrageseite (z.B. bei den Haushaltsgeräten) führt zu einer Verringerung des spezifischen Strom- und Gasbedarfs je Nutzung um insgesamt 20 % bis 2025 (gegenüber dem Jahr 2000). Außerdem wird eine Verringerung des spezifischen Wasserbedarfs durch verbesserte Nutzereffizienz um bis zu 20 % erzielt. Diese beachtlichen Erfolge in der Entwicklung effizienter Stromerzeugungstechnologien und Endgeräte führen - bezogen auf das gegenwärtige Niveau - dennoch nicht zu einer abnehmenden, sondern einer gleichbleibenden Nachfrage nach Strom, Gas und Wasser insgesamt. Dieser gleichbleibende Verbrauch beruht auf einem verstärkten Einsatz zusätzlicher Geräte, mit denen die Lebensqualität erhöht werden soll. Beispielsweise finden im Wasserbereich Wellnessduschen, Wassermassageliegen in den privaten Haushalten regen Zuspruch für ein „Leben mit Komfort“. Somit werden die gerätespezifischen Einsparungen an Ressourcen wieder kompensiert.

Nachfrage nach Strom, Gas und Wasser konstant; TK-Nachfrage wächst

Auch die Nachfrage nach Leistungen im Bereich der Telekommunikation steigt. So erfährt die Nachfrage nach TK-Leistungen ein Wachstum von 5 % pro Jahr.

Diese ständig wachsende Nachfrage besteht trotz der kritischen Einstellung der Bevölkerung modernen TK-Systemen gegenüber, deren mögliche Gesundheitsrisiken noch nicht zweifelsfrei ausgeräumt werden konnten.

Produkte und Dienstleistungen

Die Strategien der Versorgungsunternehmen zielen darauf ab, die Bevölkerung mit den Kernprodukten der Versorgung - Strom, Gas, Wasser und TK - zu versorgen und darüber hinaus verstärkt Komplettlösungen anzubieten. Diese werden auf Industrie- und Privatkunden spezifisch ausgerichtet. Insbesondere umfassen solche Lösungen Geschäftsmodelle wie Contracting/Leasing von Geräten bzw. Anlagen (z.B. von Brennstoffzellen, Blockheizkraftwerken, Abwasseraufbereitungsanlagen), des Weiteren diversifizierte Dienstleistungsbündel in Form von „Rundum-Sorglos-Paketen“, Smart-Building sowie Demand-Side-Management zur Steuerung der Nachfragezeiten- und mengen.

Unternehmen sind kunden- und dienstleistungsorientiert

Neben einer Versorgung mit Produkten wie Strom, Gas, Wasser und Telekommunikationsdienstleistungen werden - in begrenztem Umfang - effizienzsteigernde Dienstleistungen wie beispielsweise Anlagencontracting vor allem Industriekunden angeboten. Die Marktdurchdringung macht in 2025 5 % aus.

Neue, komfortbezogene Dienstleistungen noch wenig nachgefragt

Darüber hinaus stehen diversifizierte Dienstleistungsbündel in Form von Rundum-Sorglos-Paketen für private Haushalte zur Verfügung. Die Marktdurchdringung von Rundum-Sorglos-Paketen beträgt in 2025 ebenfalls 5 %. So führen Versorger oder mit ihnen in Kooperation stehende Handwerksbetriebe die Wartung der kundeneigenen Anlagen durch.

Notwendige Voraussetzung für die Inanspruchnahme dieser umfassenden Dienstleistung ist Smart-Building (Marktdurchdringung in 2025 5 %). Tendenziell finden Smart-Building-Technologien eher bei Unternehmen als in Privathaushalten Anwendung. Dabei werden v.a. Anwendungen umgesetzt, welche einen unmittelbaren Nutzen oder einen Prestigeerfolg erbringen.

In der Verfügbarkeit innovativer TK-Dienste sind vergleichsweise große Unterschiede zwischen ländlichen und städtischen Räumen auszumachen. Vor allem die Ballungsgebiete werden mit TK-Diensten, z.B. für Smart-Building, ausgestattet.

Diese Anwendungen umfassen recht unterschiedliche Bereiche wie Steuerung der Heizung und Klimatechnik, Fernwartung und Abwesenheitsmanagement, Gebäudemanagement und Analysen des Verbrauchs zur Steigerung der Transparenz und der Optimierung desselben. Sie werden von Versorgungsunternehmen, aber auch von unabhängigen Dienstleistern angeboten.

Die Integration dezentraler Erzeugung (z.B. Mikro-KWK) zu „virtuellen Kraftwerken“ findet nur vereinzelt statt.

Demand-Side-Management zur Steuerung der Nachfragezeiten und -mengen

Demand-Side-Management beinhaltet eine Steuerung von Nachfragemengen und -zeiten. Das kann zum Ausgleich von Lastkurven und damit zur Optimierung der Kapazitätsauslastung (Lastmanagement) oder zur Vermeidung von Investitionen im Produktionsbereich durch Ausschöpfung von Effizienzpotenzialen auf der Nutzungsseite (integrierte Planung) dienen. Voraussetzung dazu ist, dass „Smart Building“ vorhanden ist. Fehlende gesetzliche und vertragliche Regelungen, Unklarheiten in der Rolle von Versorgern und Netzbetreibern sowie einige technische Standardisierungslücken für die Kommunikation von Geräten und Netzsteuerung stellen neben der geringen Marktdurchdringung von Smart-Building Barrieren dar, die eine rasante Verbreitung verhindern. Die Marktdurchdringung beträgt in 2025 durchschnittlich knapp 10 %. Interaktive Zähler verbreiten sich allerdings auch aus anderen Gründen, z.B. zur Einsparung von Personal und zur genauen Erfassung von Lastkurven.

**Unklare
Randbedin-
gungen er-
schweren
Verbreitung
von DSM**

Preisentwicklung für Strom, Gas, Wasser und TK

Wegen des starken Einsatzes von gasgefeuerten zentralen Anlagen im Stromsektor müssten die Gaspreise deutlich ansteigen. Ein weiterer Preisanstieg wäre aus der Erhöhung staatlicher Infrastrukturinvestitionen zu erwarten. Jedoch folgen daraus wegen der niedrigen Kapitalmarktzinsen für Finanzierungen nur im Verhältnis zu einer Situation höherer Zinsen geringere Kapitalkostensteigerungen. Die hohen Effizienzzuwächse, die partiell an die Endkunden weiter gegeben werden, tragen ebenfalls zum großen Teil zur Kompensation der Rohstoffkosten bei Versorgungsunternehmen und privaten Anlagenbetreibern bei. Die Effizienzgewinne sind insbesondere realisierbar im Sektor Strom und Gas durch Einsatz neuer effizienterer Erzeugungstechnologien sowie im Wassersektor durch verstärkten Wettbewerb im Zuge der Liberalisierung und mittels einer steigenden Kostenorientierung. Beispielsweise werden Effizienzpotenziale durch die Privatisierung, Benchmarking oder Public-Privat-Partnerships der Bereiche Wasser/Abwasser erschlossen.

**Preisanstieg
in allen Sek-
toren mode-
rat**

Das Ergebnis sind nur Preiserhöhungen für Strom und Gas von durchschnittlich nominal 1,5 % p.a., für Wasser von 3 % p.a. und für TK von 1,0 % p.a. inklusive Steuern und Abgaben. Die Bindung des Gaspreises an den Ölpreis lockert sich teilweise. Es bildet sich eine stärkere Bindung an den Preis für Importkohle heraus. Preisstrukturen ändern sich zugunsten einer stärkeren Gewichtung von verbrauchsabhängigen Bestandteilen (Verbrauchspreis) gegenüber leistungsunabhängigen Bestandteilen (Grundpreis) bei relativ kurzen Vertragslaufzeiten auf Grund der schwindenden Marktmacht der einzelnen Unternehmen.

Technologische Entwicklung

Bezüglich der Auswahl von Technologien zur Erzeugung von Versorgungsleistungen entwickeln Unternehmen langfristige Strategien, die im Sektor Strom zwar in einer Erhöhung dezentraler Technologien im Vergleich zur Gegenwart münden, aber bei der die zentralen Technologien doch noch über 80 % der erzeugten Strommenge in 2025 produzieren.

**Zentrale
Technologien
prägen den
Mix bei ho-
hem Anteil
dezentraler
Technologien**

Energieträgeranteile zur Stromerzeugung

Durch einen Zubau von erdgasgefeuerten GuD-Anlagen sinkt der Anteil der Kohle als Primär-Energieträger an der Stromerzeugung von derzeit 51 % auf 24% im Jahr 2025. Der Anteil der Kernenergie sinkt bis 2025 auf Grund des beschlossenen Ausstiegs auf Null ab. Der Öl-Anteil bleibt auf Grund seiner Nutzung zur Stützfeuerung mit 1 % etwa konstant. Dagegen steigt der Anteil des Erdgaseinsatzes zur Stromerzeugung von 7 % in 2004 auf 45 % im Jahr 2025 an. Die erneuerbaren Energien verdreifachen ihren Anteil von gegenwärtig 9 % bis 2025 auf 30 %.

**auf Basis
Erneuerbarer
Energien**

**Gas und er-
neuerbare
Energien
gewinnen
stark an Be-
deutung**

Effizienzpotenziale von Anlagen und Einzelgeräten zur Stromerzeugung

Auf der Erzeugerseite ist die Zielsetzung der Politik, Effizienzsteigerungen zu erreichen durch die Förderung von zentralen Einzelanlagen, deren Reduktionspotenzial höher ist als der durchschnittliche Anlagenmix. Zudem müssen die vorhandenen Anlagen verbessert werden. Entsprechend weiterentwickelt werden auch die Anlagen zur Strom- bzw. Wärmeerzeugung, die innerhalb einer bestehenden Technologie (z.B. kohlegefeuerte Anlagen) zugebaut werden. Darüber hinaus ist ein verstärkter Zubau von Anlagen erforderlich, die einen „Fuel-Switch“ von Kohlefeuerung auf Gasverbrennung vorsehen. Ebenfalls werden dezentrale Einzelgeräte zur Energiebereitstellung, wie etwa Gasturbinen, Stirlingmotoren und Brennstoffzellen, implementiert. Ergebnis ist ein durchschnittliches Einsparpotenzial von max. 20 % beim Anlagenmix für den Sektor Strom.

**Starke Effi-
zienzstei-
gerung bei
der Erzeu-
gung**

Zentrale fossile Anlagen zur Stromerzeugung

Auf der Angebotsseite wird infolge der marktwirtschaftlichen Anreize, verbunden mit den hohen staatlichen Budgets für die Innovationsförderung, die starke Steigerung der Effizienz auf einen Pfad gelenkt, der zentrale Technologien vorsieht. Daher herrschen auf der Erzeugerseite auch 2025 weiterhin zentrale Strukturen vor, etwa in Form von Großkraftwerken. In der Gunst der Anlagenbetreiber stehen sowohl zentrale konventionelle Anlagen als auch die Nutzung zentraler Anlagen auf Basis Erneuerbarer Energien. Damit das angestrebte hohe Einsparpotenzial (als Durchschnittswert) erreicht werden kann, werden Verbesserungen des Anlagenparks sowohl durch Ersatz alter kohlegefeuerter Anlagen durch neue - wieder mit Kohle betriebene - als auch in großem Umfang der Zubau von erdgasgefeuerten GuD-Anlagen vorgenommen.

**Zentrale
Stromerzeu-
gung bleibt
tragende
Säule im
konventio-
nellen Be-
reich**

Bei den zentralen Anlagen werden in 2025 vor allem erdgasgefeuerte Gas- und Dampfkraftwerke (GuD)-Kraftwerke in einer Größenklasse von 450 MWel. sowie mit 200 MWel. als große KWK-Anlagen eingesetzt. Bei den Braunkohlekraftwerken mit optimierter Anlagentechnik (BoA) werden Blockgrößen von 800-1000 MWel. gebaut. Bei steinkohlegefeuerten Dampfkraftwerken werden Blockgrößen von 700 MWel. verwendet.

Der durchschnittliche Wirkungsgrad von erdgasgefeuerten GuD-Kraftwerken als Kondensationsanlagen liegt bei 58 %. 47-48 % erreichen im Mittel Kohledampfkraftwerke. Bei großen KWK Anlagen auf Basis von Dampfkraftwerken wird ein Verhältnis Entnahme-Kondensation zu Gegendruckanlage von 1:1 angenommen.

Der Anteil erdgasgefeuerter GuD-Anlagen an der Stromerzeugung beträgt 45 %. 21 % der Stromerzeugung werden als erdgasgefeuerte GuD-Anlagen im Kondensationsbetrieb und 15 % als große GuD-Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung betrieben. Die Investitionskosten werden bei GuD-Kraftwerken als Kondensationsanlagen mit 375 €/kW_{el} und bei GuD-Kraftwerken als große KWK mit 480 €/kW_{el} angesetzt.

5,0 % sind Anlagen mit einer mittleren Anlagengröße von 50 bis 200 MW (z.B. Spitzenlastturbinen für zunehmenden Bedarf an Regelenergie oder Vorschaltgasturbinen).

4 % der Strommenge stammen aus Mikro- und Mini-KWK auf Erdgasbasis.

8 % der Strommenge werden in 2025 durch Braunkohlekraftwerke mit optimierter Anlagentechnik (BoA) bereit gestellt. Die Anlagen besitzen einen maximalen Wirkungsgrad von 46-48 % in 2025. Die Investitionskosten belaufen sich auf 1200 €/kW.

Zum anderen werden mit Steinkohle betriebene Dampfkraftwerke auf Grund ihrer Effizienzvorteile gegenüber Braunkohleanlagen in etwas größerem Umfang gebaut. Durch diese werden 16 % des Stromes in 2025 produziert. Verwendet werden Anlagen mit einem maximalen Wirkungsgrad von 46-47 %. Außerdem werden einzelne IGCC¹ Anlagen mit 51 % maximalen Wirkungsgrad gebaut.

Die Investitionskosten betragen 950 €/kW (IGCC 1200 €/kW).

Die CO₂-Abscheidung wird nur in ersten Versuchsanlagen betrieben.

¹ IGCC = Integrated Gasification Combined Cycle, Anlagen mit vorgeschalteter Brennstoffvergasung und anschließender Nutzung des Synthesegases in einer Gasturbinen/Dampfturbinenkombination.

Zentrale Anlagen auf Basis Erneuerbarer Energien

Reichliches Anlegerkapital steht auch für den Einsatz von zentralen Anlagen auf Basis Erneuerbarer Energien mit einer Größe über 5 MW elektrisch bereit, wie große Offshore-Windparks, große Biomasse-Anlagen und Photovoltaik-Parks, wodurch in Kombination mit großen Wasserkraftwerken ein Anteil am Energiemix zur Stromerzeugung von 20 % in 2025 erreicht wird. Nur wettbewerbsfähig sind große Wasserkraftwerke. Deren Ausbaupotenzial ist jedoch begrenzt. Dagegen sehr stark ausgebaut werden offshore Windparks. Bei Photovoltaik-Parks und großen Biomasse-Anlagen erfolgt ebenfalls ein moderater Ausbau. 2 % der Stromerzeugung werden als zentrale und dezentrale Biomasseanlagen in KWK-Ausführung betrieben. Geothermie-Anlagen finden nur in Nischen Anwendung, da sie noch nicht wettbewerbsfähig sind.

**Anteil an der
Stromerzeugung von 20
Prozent**

Dezentrale mit Erdgas betriebene Anlagen zur Stromerzeugung

Dagegen ist eine Durchdringung von dezentralen und integralen Technologien lediglich insofern zu verzeichnen, als sie wirtschaftlich erschließbar sind. Fehlende Förderinstrumente behindern die Weiterentwicklung dezentraler Technologien sowie eine Verbesserung ihrer Kostensituation. „Keller-Kraftwerke“ haben sich kaum durchgesetzt.

Marktdurchdringung dezentraler und integrativer Techniken (DSM, TK-Integration, Mini-KWK) bleibt gering

Aus den genannten Gründen verharrt der Marktanteil neugebauter dezentraler Technologien und Verfahren in den vier Sektoren auf dem derzeitigen Stand. Im Bereich der Mikro-KWK (elektrische Leistung kleiner 4,6 kW) werden als Technologien Verbrennungsmotoren, Stirlingmotoren und Brennstoffzellen eingesetzt. Die mit Erdgas betriebenen Brennstoffzellen (BZ) erreichen 2025 Wirkungsgrade von 35 % (einschl. Reformier), die Stirlingmotoren 30 %. Als BZ werden PEM-Technologien mit Reformern verwendet. Das Erdgas wird über bereits heute bestehende Gasnetze verteilt. Die Investitionskosten belaufen sich auf 1000 bis 1500 €/kWel.. Der Anteil von Mikro-KWK beträgt in 2025 1,0 % am Energiemix zur Stromerzeugung.

Im Innovationsbereich Mini-KWK zwischen 5 und 100 kW Leistung werden große Motoren mit durchschnittlichen Wirkungsgraden von 35 %, Mikrogasturbinen mit Wirkungsgraden von 30 % und BZ mit Wirkungsgraden von 45 % in 2025 eingesetzt, überwiegend mit Erdgasversorgung. Daneben existiert ein geringer Einsatz von Biogas (lokales Klärgas, Gas aus der Nutzung von Siedlungsabfällen).

Vornehmlich werden als BZ-Technologien SOFC, aber auch MCFC und in noch geringerem Maße PEM bei Gewerbe, Handel, öffentlichen Einrichtungen oder in kompletten Wohngebieten eingesetzt. Die Investitionskosten betragen mehr als 700 €/kWel. Der Anteil dezentraler Mini-KWK macht an der Stromerzeugung in 2025 3,0 % aus.

Dezentrale Anlagen zur Stromerzeugung auf Basis Erneuerbarer Energien

Auf Grund eines höheren Marktpreises für Strom sind dezentrale Anlagen auf Basis Erneuerbarer Energien, wie einzelne Windanlagen (onshore) und kleine Biomasse, wettbewerbsfähig und werden im Vergleich zu heute - trotz höherer Stromgestehungskosten - ausgebaut. Dagegen ist das Ausbaupotenzial kleiner Wasserkraftwerke begrenzt. Photovoltaik-Anlagen gelangen mittels Förderung zum Einsatz. Der Anteil dezentraler Anlagen auf der Grundlage Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung liegt im Jahre 2025 bei 10 %.

Kleine Anlagen sind wettbewerbsfähig

Dezentrale Anlagen im Bereich Wasser/Abwasser

Im Wasser-/Abwasserbereich nutzen 0-15 % der potenziellen Anwender im Jahr 2025 dezentrale Technologien. Diese zielen auf eine effiziente Schadstoffabtrennung und auf die Einsparung von Rohwasser durch Kreislaufführung von Wasserströmen. Insbesondere Membran- und Desinfektionsanlagen ermöglichen es, Wasserkreisläufe sehr hoher Qualität (Trinkwasserqualität) aufzubauen und neue Wasserressourcen zu erschließen (z.B. Regenwasser, oberflächennahes Wasser). Vor allem werden Insellösungen (auf der Ebene von Wohnvierteln) in Neubaugebieten angestrebt.

Der Marktanteil beträgt je nach Anwendung zwischen Null und 15 Prozent

Der Diffusionsgrad bezogen auf die Gesamtzahl der Gebäude in Deutschland beträgt für die Regenwassernutzung 15 %, für das Grauwasserrecycling 10%; Urinseparation hat keinen Markt.

Membranverfahren können in der Regenwasser- und/oder Grauwasseraufbereitung eingesetzt werden. Sie gelangen mit einer Marktdurchdringung von 10 % zum Einsatz bei Grauwasser, 2-3 % Marktdurchdringung erhalten sie zur Regenwasseraufbereitung.

Verschiedene Verfahren zur Wärmerückgewinnung aus Abwasser haben eine Marktdurchdringung von 5 %.

Nachfrageseitige Technologien im Bereich Stromanwendung und Wärme

Als Ergebnis des Innovationsprozesses werden auch auf der Nachfrageseite Effizienzsteigerungen erzielt. Diese sind die Folge einer entsprechenden Weiterentwicklung von Endgeräten. Im Bereich Strom als Endenergie sind bei Querschnittsanwendungen Erfolge in der Einsparung bei der Beleuchtung, bei elektrischen Antrieben, bei IuK-Technologien sowie durch Bereitschaftsschaltungen auszumachen. Bei den privaten Haushalten werden Reduktionen von Gas/Strom durch Einsparungen von Warmwasser, beim Waschen/Trocknen-/Spülen, beim Kühlen/Gefrieren, bei der Unterhaltungselektronik sowie beim Kochen erzielt. Beim Gewerbe liegen die Stromsparerfolge in mechanischen Anwendungen, beim Handel/Dienstleistungen in thermischen Anwendungen sowie bei der Industrie in der Nutzung von Druckluft.

Im Bereich der Raumwärme sind die Reduktionen in wärmetechnischen Verbesserungen der Hülle von Wohngebäuden und auch anderen Gebäuden zu suchen. Verbunden ist mit all den angeführten Maßnahmen zur Effizienzsteigerung eine Reduktion des spezifischen Strom/Gasbedarfs je Nutzer in 2025 gegenüber 2000 um 25 %.

Effizientere Technik spart 25 Prozent Strom und Gas

Nachfrageseitige Technologien im Bereich Wasser

Im Wassersektor werden auch nachfrageseitig technische Einsparmöglichkeiten im Haushaltsbereich vor allem durch wassersparende Armaturen (Toiletten-Spülkästen, Duschen und Perlatoren), durch Haushaltsgeräte (Wasch- und Spülmaschinen) sowie durch Einsparung von Trinkwasser beim Einsatz wasserloser Systeme (z.B. Vakuumtoiletten) auf Grund von Anreizen seitens der Politik genutzt. Im gewerblichen und industriellen Bereich sind zusätzlich zum häuslichen Bereich auch Technologien zum Recycling von Wässern von Bedeutung. Die Einsparpotenziale betragen in 2025 20 % des spezifischen Wasserbedarfs je Nutzung, verglichen mit dem Jahr 2000.

Einsparungen von 20 Prozent

TK-Technologien als Enabler für die anderen Versorgungstechnologien

Gegenwärtig werden alle Anwendungen von Smart-Building mit getrennter Software durchgeführt, daher ist der Markt sehr heterogen und dispers; in 2025 wird dagegen eine einheitliche Plattform verwendet (z.B. auf der Basis des Internetprotokolls). Erforderlich ist dazu eine Standardisierung über die Versorgungssektoren hinweg, sowie eine Koordination mit den Geräteherstellern. Ferner erfolgen koordiniert von Seiten der TK-Unternehmen Angebote zu Flatrates, drahtlosen Übertragungstechnologien und webbasierten Applikationen. Unterstellt wird, dass im Jahr 2025 alle Benutzer mit einer

Einheitliche Plattform seitens des TK als Voraussetzung für Smart-Building

graphischen Oberfläche vertraut sind. So ermöglicht der Zugang via Internet das Angebot von aktiven Bedienungsanleitungen, die auf dem Server der TK-Unternehmen bereit stehen.

Netzstrukturen in 2025

Die Kombination wesentlicher Netzelemente des Stromsektors mit dem Internet zu „aktiven“ Netzen wird auf Grund der geringen Anwendungen nur vereinzelt vollzogen.

Im Gassektor besteht bis 2025 kein Ausbaubedarf im Übertragungsnetz. Der Ausbau des Verteilungsnetzes erhält durch Neuanschlüsse, insbesondere in den Neubaugebieten am Rand der Ballungszentren, einen Zuwachs von 10 % gegenüber 2004.

Bei der Netzstruktur überwiegt Übertragung gegenüber Verteilung

Stromspeichertechnologien

Die Wirtschaftlichkeit des Stromversorgungssystems hängt nicht nur mit der Effizienz der Anlagen oder der Netze zusammen, sondern auch mit Stromspeichertechnologien. Mit ihnen wäre die Nutzung Erneuerbarer Energien, die unregelmäßig verfügbar sind, wie Windkraft und Photovoltaik, besser in das Gesamtnetz zu integrieren. Auch der Einsatz dezentraler Technologien mit fluktuierender Erzeugung wird mit einer kostengünstigen Speicherung erleichtert. Solche Technologien umfassen Speicher für Wasserstoff, neue Batteriesysteme, supraleitende Spulen, innovative Kondensatoren sowie Schwungmassenspeicher, Druckluftspeicher etc..

Kleine Speicher sind 2025 marktreif und verfügbar

Einheiten mit kleiner Leistung, welche für den Regelenergieausgleich genutzt werden können, sind in 2025 marktreif und - in geringer Stückzahl - zu marktfähigen Preisen verfügbar. Ihre Marktdiffusion liegt auf Grund einer nur geringen Kostendegression bei 2 %.

Ressourcen und weitere Aspekte zu Versorgungssicherheit

Herkunft der Ressourcen zur Stromerzeugung

Als heimische Energieträger stehen Braunkohle und die Erneuerbare Energien (Wasser, Wind, Biomasse, Sonne) zur Verfügung, wobei alle heimischen Energieträger nicht mehr subventioniert werden. Die deutschen Erdgasvorräte sind bis 2025 aufgebraucht. Die Gase aus Erneuerbaren Energien umfassen Klärgas, Deponiegas, Biomasse-Vergasung sowie die Vergasung biogener Abfälle. Diese werden entweder direkt vor Ort genutzt (Verbrennung vor Ort) oder in das Gasnetz eingespeist. In 2025 werden Gase aus Erneuerbaren Energien in Höhe von 3 % des gegenwärtigen Gasbedarfs produziert. Davon werden 80 % ins Netz abgegeben.

Energieträger in Art und Herkunft stark diversifiziert; Gas wird zur tragenden Säule

Es besteht eine Diversifikation der Energieträgerstruktur und eine Vielzahl an räumlich zugänglichen Versorgungsquellen. Die Verfügbarkeit des Primärenergieträgers Gas ist auf Grund des hohen Einsatzes von Gas sowohl bei zentralen

als auch bei dezentralen Anlagen zur Stromerzeugung problematisch. Die recht drastische Verknappung von Gas belastet jedoch noch mehr als die des Öls.

Erdgas stammt vornehmlich aus Russland, den Niederlanden und aus Norwegen. Es wird aus diesen Ländern über Pipelines oder - aus weiter entfernten Ländern verflüssigt und per Schiff - angeliefert.

Mikro-KWK wie Verbrennungsmotoren, Stirlingmotoren oder Brennstoffzellen (BZ) erhalten Zuführungen von Erdgasnetz und/oder Biogas. H₂ wird diesen Gasen beigemischt. Reformer der BZ sind als Erdgas oder Biogas-Reformer ausgelegt. Reiner H₂ gelangt in 2025 nur in Nischenanwendungen bei BZ zum Einsatz. Mini-KWK werden überwiegend mit Erdgas versorgt.

Steinkohlekraftwerke werden mit Importkohle aus Ländern wie Südafrika, Australien, Kolumbien etc. versorgt.

Gesichtspunkte rechtlicher und technischer Absicherung zur Gewährleistung von Versorgungssicherheit

Zur Sicherung der Versorgung tragen bestimmte Maßnahmen bei, wie langfristige Lieferverträge für Rohstoffe (z.B. Öl und Gas) sowie eine Einteilung der Kunden nach ihrem Prioritätsgrad bezüglich Sicherung ihrer Versorgung („abschaltbare Kunden“).

Fortschreibung bewährter Sicherheitsprinzipien

Unter Datenschutzgesichtspunkten gelten im Umgang mit Smart-Building-Anwendungen anfallende Nutzungsdaten v.a. solche Daten als kritisch, welche Hinweise auf An- bzw. Abwesenheit geben. Die reinen Verbrauchsdaten werden hingegen als weniger sensibel bewertet als bspw. Verbindungsdaten (bzgl. Uhrzeit und mit welchem anderen Teilnehmer) im Telefonverkehr. Insofern die Abhängigkeit der Gesellschaft von TK-Diensten insgesamt deutlich zunimmt, erhält der TK-Sektor verstärkt Versorgungscharakter.

In Bezug auf die technische Sicherheit und Verfügbarkeit der Smart-Building-Technologien werden überwiegend dieselben Sicherheitsprinzipien wie auch heute schon bzgl. vergleichbarer Technologien verfolgt. Die Hausanlagen funktionieren teilautonom, d.h. sie erfüllen basale Grundfunktionen, auch wenn die TK-Steuerung ausfällt. Als Vorsorge gegen Störfälle werden z.T. redundante Steuerungssysteme eingesetzt, z.T. gehen die Systeme in einen „sicheren“, vordefinierten Zustand über, wenn die Steuerung ausfällt.

Bei Anlagen und Netzen (Strom, Gas, Wasser) erfolgt im Hinblick auf technische Sicherheitsaspekte eine zustandsorientierte Kontrolle mit etwaiger Wartung. Dies bedingt einen geringeren routinemäßigen Aufwand.

Für eventuelle Ausfälle im Sektor Strom sind Vorkehrungen getroffen, die einen großflächigen Ausgleich durch Zusammenschalten von Netzbereichen bedingen. Die Folge dieser Vorgehensweise sind geringere Kapazitätsreserven.

Szenario C

Allgemeine Rahmenbedingungen

In Bezug auf die allgemeinen Rahmenbedingungen für das Szenario wird von einem durchschnittlichen Wirtschaftswachstum von real 2 % p. a. im Zeitraum von 2004 bis zum Jahr 2025 ausgegangen.

Des Weiteren ist die Situation in diesem Zeitraum durch eine geringfügige Schrumpfung der Bevölkerung um 1,5 % und durch eine deutliche Erhöhung des Bevölkerungsanteils, der älter als 60 Jahre ist, von 25 % auf ein Drittel gekennzeichnet.

Durch eine Wanderungsbewegung zu Siedlungen in Randlagen von Ballungszentren wird der Bevölkerungsverlust in räumlicher Hinsicht insbesondere in ländlichen Gebieten noch verstärkt.

Sektorübergreifende und sektorspezifische Charakteristika

Politik

Innovations-, umwelt- und gesundheitspolitische Ziele

Es werden moderate umwelt- und gesundheitspolitische Ziele verfolgt. Dies bedeutet, dass über die Kyoto-Ziele hinaus nach 2012 keine weitergehenden Zielvereinbarungen auf internationaler Ebene getroffen werden. Die Verringerung des CO₂-Ausstoßes oder der Strahlungsintensität im TK-Bereich wird nur entsprechend des technischen Fortschritts weiter verfolgt. Grenzwerte in den Bereichen Hochfrequenz und Niederfrequenz bleiben auf gegenwärtigem deutschen Niveau bestehen. Auch im Gewässerschutzbereich wird der Wert beispielsweise für Nitrat von gegenwärtig 50 mg/l bis 2025 nicht verändert.

Die Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie wird eher zurückhaltend vollzogen. Es ergeben sich daraus keine maßgeblichen Auswirkungen auf die Versorgungssektoren (Siedlungswasserwirtschaft, Wasserkraft, Einleitung von Kühlwasser, usw.).

Politik zielt primär auf Wirtschaftlichkeit und weniger auf Umweltschutz

Ziel der Innovationspolitik ist ein wirtschaftlicher Versorgungsmix in Bezug auf den Einsatz zentraler oder dezentraler Systeme sowie in der Anwendung konventioneller oder Erneuerbarer Energien im Stromsektor. Das Überleben einer Technologie orientiert sich also an der Rentabilität. Sie muss langfristig ohne Subventionierung wirtschaftlich sein.

Neben einer forcierten Technologiepolitik wird eine schwache Umwelt- und Energie-Politik betrieben, die kontinuierlich abnimmt, denn das Umweltthema hängt tief auf der politischen Agenda. Die Probleme im Umwelt- und Gesundheitsbereich, beispielsweise in Form der Auswirkungen des Klimawandels in Deutschland, sind wenig sichtbar bzw. werden nicht wahrgenommen. Deshalb werden sie nur mit einem mittleren Handlungsdruck in Bezug auf die Sektoren der Versorgung bewertet. Zudem liegen keine neuen Erkenntnisse bezüglich Klimawandel oder Gewässerbelastung vor. Auch gibt es keine neuen Wissensstände bzgl. Gesundheitsrisiken, die vom Telekommunikationsbereich ausgehen. Entsprechend finden Umwelt- und Gesundheitsziele nur in geringem Umfang Eingang in die politische Diskussion. Nur bei einzelnen Gesellschaftsmitgliedern besteht ein ausgeprägtes Umweltbewusstsein. Die Politik gibt deshalb nur moderate Ziele vor.

Instrumente der Innovations-, Umwelt- und Energiepolitik

Ausgangspunkt des Szenario C ist eine substantielle Wissenschafts- und Technologiepolitik zur Stützung der Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen. Zwar ist der Betrieb einer nationalen Innovations- und Umweltpolitik in ihren Spielräumen auf Grund der deutlichen Verlagerung von Kompetenzen von der nationalen und kommunalen Ebene auf die EU-Ebene eingeschränkt, doch davon ist die Nutzung des staatlichen Budgets nicht betroffen. So erfolgt eine Steigerung der Mittel von BMBF, BMWA und KfW zur Innovationsförderung

Marktwirtschaftliche Instrumente dominieren; Wettbewerbsfähigkeit der Industrie ist primäres

im Versorgungsbereich bis 2025 um real 50 %. Möglich ist die Aufstockung der staatlichen Mittel durch die Handlungsspielräume zur Mittelumschichtung innerhalb der Ressorts, die sich auf Grund der moderaten volkswirtschaftlichen Dynamik mit einem Wirtschaftswachstum von durchschnittlich 2 % p.a. im Betrachtungszeitraum zwischen 2004 und 2025 ergeben. Die staatliche Förderung soll eine Fortentwicklung zentraler Technologien als auch eine Erweiterung des Technologie-Portfolios der Versorgungsunternehmen zugunsten einer moderaten Ausweitung dezentraler (gasgefeuerter) Technologien ermöglichen, um Arbeitsplätze zu sichern und Exportchancen der deutschen Versorgungswirtschaft zu erhöhen. Unterstützt wird diese Förderpolitik durch Schaffung von Elite-Unis als auch durch eine Stärkung der F+E-Bereiche in den Unternehmen.

politisches Ziel

Staatliches Budget für Innovationen massiv ausgeweitet

Die Gestaltung des Versorgungs- und Umweltbereichs ist nicht durch ordnungsrechtliche Vorgaben, wie besonders strenge Grenzwerte oder Verbote von einzelnen Stoffen gekennzeichnet, sondern es gelangen vielmehr marktwirtschaftliche Instrumente wie Steuern und Abgaben zum Einsatz, die den Richtlinien der EU und vor allem den korporativistischen Interessen von Staat und Unternehmen einer nationalen Innovationspolitik nicht entgegenstehen. So wird der Emissionshandel nach 2012 durch eine Selbstverpflichtung der Wirtschaft ersetzt. Denn für die Politik ist weniger das Erreichen genau definierter Ziele handlungsleitend, sondern vielmehr eine kostengünstige und wirtschaftskonforme Verbesserung bzw. Stabilisierung der Situation.

Hinsichtlich des Zugangs zu den Rohstoffen für die Sektoren Strom und Gas wird eine Politik in 2025 eine Politik verfolgt, die auf eine Strategie der Diversifikation der Energieträgerstruktur und seiner Bezugsquellen abzielt, wobei Erneuerbare Energien aus Kostengründen nur in geringem Maße in die staatliche Diversifikationsstrategie einbezogen werden. Eine Politik der verstärkten Nutzung des heimischen Primärenergieträgers Braunkohle wird ergänzt durch die Nutzung von Rationalisierungspotenzialen mittels Einsatz hocheffizienter fossiler Anlagen. Die Erschließung weiterer Rationalisierungspotenziale durch verstärkten Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung sowie die Nutzung erneuerbarer Energien wird nur in all denjenigen Fällen staatlich gefördert, wenn absehbar ist, dass eine Wirtschaftlichkeit erreichbar ist. Außerdem tragen Maßnahmen zur Sicherung der Versorgung wie langfristige Lieferverträge für Rohstoffe (z.B. Öl und Gas) sowie eine Einteilung der Kunden nach ihrem Prioritätsgrad bezüglich Sicherung ihrer Versorgung („abschaltbare Kunden“) bei.

Investitionen und Kapitalmärkte

Die Technologieförderung trifft auf schwierige Finanzierungsbedingungen. Die Kapitalgeber üben sich in Zurückhaltung in Objekte mit langen Umschlagszeiten wie Windparks, Wasserkraftwerke oder PV-Anlagen zu investieren. Dies führt nur zu einer Kapitalknappheit in allen Versorgungssektoren und daher bei hohem Kapitalbedarf zu Sollzinsen von 9 % p.a.. Diese zögerliche Haltung der Investoren ist bedingt durch attraktivere Renditen in anderen Branchen. Außerdem erfolgt der Return on Investment in diesen zumeist schneller. Erschwerend kommt als Spezifika der Versorgungssektoren noch hinzu, dass infolge der Liberalisierung und Privatisierung die Reduktion des Sicherheitsbonus zusätzliche

Schwierige Finanzbedingungen für Technologieförderung

Risikoaufschläge für diese Branchen bedingt, die sich in einem Zinsaufschlag ausdrücken.

Infrastrukturinvestitionen als Neubau, Erweiterung, Rehabilitation oder zur Instandhaltung von technischen Anlagen werden trotz der ungünstigen Finanzierungsbedingungen vorgenommen.

Neben Investitionen in die Netzinfrastruktur im Gas- und (Ab-)Wasserbereich ist im Betrachtungszeitraum der überalterte Kraftwerkspark zur Stromerzeugung zu ca. 50 % der installierten Leistung zu ersetzen. Von den neuen Kraftwerken sind 30 % mittlere bis kleine Kraftwerke (kleiner 300 MWel.).

In der Abwasserentsorgung umfassen die Ausbau- und Sanierungsmaßnahmen sowohl in den Neubaugebieten als auch in den Innenstädten der Ballungszentren Kläranlagen, Pumpstationen und Kanalnetze.

Marktstrukturen und Regulierung

Oligopolistische Marktstrukturen

Die Marktstruktur ist durch eine starke Oligopolisierung in allen Sektoren gekennzeichnet. Mit der Regulierung eine Vielfalt der Anbieterstruktur zu fördern, damit im nationalen Markt Preiswettbewerb entsteht, ist aus industriepolitischen Gründen nicht gedacht. Die Preis- und Marktregulierung ist so ausgestaltet, dass sie die primär verfolgte Innovationspolitik unterstützt. Mit der Marktregulierung soll folglich nicht in erster Linie die Anbietervielfalt gefördert werden, sondern aus industriepolitischen Gründen wird die Entstehung starker deutscher Player auf den internationalen Parkett intendiert, die die innovationspolitischen Ziele in einem finanzwirtschaftlich schwierigem Umfeld in der Lage sind zu realisieren. Die Marktregulierung sieht zwar eine Verschärfung des Wettbewerbs zwischen großen Versorgungsunternehmen durch Kartellrecht vor, doch an eine weitergehende Marktöffnung durch Vorgaben zum weitergehenden Unbundling, Stärkung des Netzzuganges und Festsetzen der Übertragungsentgelte ist nicht gedacht.

So sind alleinig große Unternehmen in der Lage bei intensivem Wettbewerb und ungünstigen Finanzierungsbedingungen auf Grund ihrer relativ hohen Eigenkapitalquote langfristig zu überleben. Der Konzentrationsprozess vollzieht sich von Fusionen nationaler Großunternehmen und der Übernahme lokaler Versorger in der Mitte des Betrachtungszeitraumes hin zur Ausdehnung der Unternehmensaktivitäten auf die internationale Ebene. Bis 2025 überleben nur 2 deutsche global tätige Strom- und Gasversorgungsunternehmen. Zusammen mit 2- bis 3 ausländischen Großkonzernen beherrschen sie 90 % des Marktes. Kleine Unternehmen, wie Stadtwerke haben am deutschen Strom- und Gasmarkt nur noch einen marginalen Anteil von 10 %. Im Wasserbereich ist die Unternehmenskonzentration jedoch nicht so stark. Internationale Großkonzerne beteiligen sich am Betrieb deutscher Wasserversorgungsunternehmen. Im TK-Bereich geschieht diese Entwicklung bereits nach 2010. Die Integration des TK-Bereichs dient den Versorgungsunternehmen dazu, Bündel von Leistungen anzubieten, die auch den TK Bereich umfassen. Ferner nutzen die Versorgungsunternehmen die TK-Sparte als Enabler für Private und Versorger, um der Problematik von Schnittstellen zwischen Sektoren in der Konzeption von umfassen-

**Nur zwei
deutsche
international
tätige Groß-
konzerne
prägen den
Markt**

den Dienstleistungen, wie „Smart-Building“, aus dem Wege zu gehen. Zudem erfolgt unter dem Dach der Großkonzerne die Zusammenfassung von Abwasser/Wasser in einer Organisationsform, jedoch bleibt der regionale Bezug des Wassers erhalten.

Multi-Utility-Konzepte

Grundsätzlich besteht eine Tendenz zu Multi-Utility, die auf dezentrale und zugleich integrierte Erzeugungseinheiten abzielt.

Der Druck von Kosteneffizienz und der verstärkten Forderungen der Kunden alles aus einer Hand zu beziehen führt bei den Großkonzernen auch zu sektorübergreifenden Zusammenschlüssen im Strom-, Gas-, Wasser/Abwasserbereich bis 2017. Später erfolgt eine Eingliederung des TK-Bereiches.

Sektorübergreifende Standards unterstützen das von den beiden deutschen Großunternehmen verfolgte Multi-Utility-Konzept.

Im Zuge der Einführung dezentraler, integrierter Erzeugungseinheiten (z.B. Brennstoffzellen) finden Standardisierungsprozesse zwischen Strom, Gas, (Ab-) Wasser und TK auch bezüglich der Erzeugungstechnologien statt und ermöglichen so die Interoperabilität Steuerung von Anlagen durch smart metering oder entsprechender Kommunikation der Systeme.

Multi-Utility-Konzepte zielen auf dezentrale integrierte Erzeugungseinheiten.

Die Standardisierung in den einzelnen Sektoren nimmt ebenfalls zu, wobei mit einer Internationalisierung der Standards, z.B. auf EU-Ebene, zu rechnen ist. Die Vielfalt der bislang bestehenden Standards (z.B. bzgl. Materialauswahl) wird reduziert.

Änderung der Anforderungsprofile der Beschäftigten

Bei der Ergänzung der Angebotspalette von zentralen durch dezentrale Versorgungssysteme (insbesondere von Brennstoffzellen) seitens der Unternehmen werden qualifizierte, weniger ortsabhängig handwerklich arbeitende Beschäftigte zur Kontrolle, Wartung und Betrieb von dezentralen Anlagen benötigt, deren Fachkompetenz mehrere Versorgungssektoren umfassen muss. Im Dienstleistungsbereich werden auf Grund der Ausdehnung der Serviceorientierung wenige hoch qualifizierte (Spezialisten in Call-Centern) und verstärkt geringer qualifizierte Beschäftigte eingesetzt.

Neue Berufsbilder entstehen und werden sozialverträglich umgesetzt

Gesellschaft und Akzeptanz

Komfortbezogene Akzeptanz der Kunden

Sowohl die Alterung der Bevölkerung wie zunehmender Leistungsdruck im Alltag durch Beruf und Familie steigern das Bedürfnis nach „rundum sorglos“ Angeboten und hoher Bequemlichkeit bei der Erledigung alltäglicher Prozesse wie Körperpflege, Wäsche waschen, Kochen, Information, Klimatisierung etc..

In Bezug auf Komfortaspekte spielt auch die demographische Entwicklung, die sich in einer Schrumpfung und Alterung der Bevölkerung ausdrückt, eine Rolle. Wie in den meisten industriellen Nationen verändert sich der demographische Altersaufbau auch in

Komfortaspekte stehen bei der Bevölkerung weit mehr im Vordergrund als die Gesundheit

Deutschland. Die Altersverteilung verschiebt sich bereits bis 2025 deutlich hin zu einem höheren Durchschnittsalter.

Preis-, Prestigegehalt und Komfort spielen die dominierende Rolle beim Konsum von Versorgungsleistungen. Zum „Abspannen“ sind Luxusangebote auf Grund des allgemein hohen materiellen Wohlstandes gut nachgefragt. Integrierte Dienstleistungsangebote und weitgehend automatisierte Geräteführung in Bezug auf Komfort und dezentrale Technologien im Hausbereich treffen auf große Akzeptanz. Vorbehalte gegen „Kraftwerke im Keller“, Ängste vor etwaigen Betriebsproblemen liegen nicht vor. Es bestehen auch keine grundsätzlichen Ressentiments gegen die Nutzung aufbereiteten Regen- oder Abwassers für hochwertige Anwendungen (Trinkwasser, Hygiene), denn im Vordergrund steht der Aspekt Trinkwasser und daher Kosten einzusparen.

Gesundheitsbezogene Aspekte

Gesundheitsbezogene Aspekte haben im Gegensatz zu komfortbezogenen Aspekten nur einen geringeren gesellschaftlichen Stellenwert. Denn gesundheitsbewusste Kaufentscheidungen treten hinter hedonistischen Prinzipien zurück. Unternehmen sind deshalb nur in geringem Maße um Information und Vertrauensbildung bemüht.

Geringer Stellenwert der Gesundheit bei Konsumententscheidungen

Transparenz durch Umwelt- und Preislabeling

Auf Grund des starken Preisbewusstseins nicht nur der Industrie, sondern auch der Bevölkerung bzgl. Standardprodukten werden für die Kunden nur ein hinreichendes Preislabeling eingeführt, das beispielsweise auf der Stromrechnung oder in Angebotsbroschüren der Versorger die verbrauchsabhängigen und verbrauchsunabhängigen Preisbestandteile der jeweiligen Versorgungsleistungen getrennt voneinander ausweist.

Transparenz nur bei Kosten wichtig

Weitere Komponenten zur Herstellung von Transparenz, wie Vertragsbestandteile, Abrechnungsmodalitäten, Zahlungsbedingungen sowie Art und Umweltwirkung der Stromerzeugung (z. B. Ökostrom) sind für die Kunden dieser Produktparte im Jahr 2025 von nachrangiger Bedeutung.

Gesellschaftliche Akzeptanz in der Förderung von neuen Technologien

Die breite Förderung von Technologien zur Versorgung stößt auf kein besonderes Widerstandspotenzial. Zwar kann sich zu einzelnen Technologien gesellschaftlicher Widerstand formieren und die Verbreitung beeinträchtigen, jedoch wird auch in besonderen Fällen kein Totalverbot bewirkt (Kernenergie), denn die wirtschaftliche Orientierung spielt bei Versorgungsunternehmen, Industrie und privaten Haushalten die dominierende Rolle.

Weitgehende Akzeptanz neuer Technologien

Räumliche Aspekte der Verbraucherstrukturen

Der Wohlstand weiter Teile der Bevölkerung verursacht eine Wanderungsbewegung aus ländlichen Räumen zu den Ballungsgebieten. Es kommt zu einem deutlichen Rückgang der Bevölkerung in den ländlichen Gebieten, insbesondere in Ost-Deutschland. Demgegenüber wächst die Bevölkerung in den prosperierenden Ballungsgebieten. In diesen Gebieten entsteht ein hoher Bedarf nach

Wanderungsbewegung in die Städte

Neubauten in Einfamilien- oder Reihenhaus-Siedlungen und damit ein erheblicher Druck zur Ausweisung neuer Baugebiete in den Randlagen der Kernstädte, woraus ebenfalls ein zusätzlicher Bedarf sowohl an Infrastruktur als auch an komfortbezogenen Dienstleistungen gegenüber der Situation vor der Wanderungsbewegung erkennbar wird.

Zusätzliche Nachfrage nach Versorgungsleistungen entsteht auch dadurch, dass die Zahl der Personen je Haushalt weiter sinkt. Die gesamte Wohnfläche steigt zwischen 2000 und 2025 von 3,3 auf 4,2 Mrd. m². Die spezifische Wohnfläche pro Kopf erhöht sich um 28 % von 40,2 auf 51,4 m².

Ökologisches Bauen und Wohnen wird nur vereinzelt in Modellprojekten realisiert.

Endnachfrage nach Strom, Gas, Wasser und Telekommunikation

Beim Anlagenmix für die Stromerzeugung werden Effizienzgewinne bis 2025 (gegenüber dem Jahr 2000) lediglich von durchschnittlich 10 % erzielt.

Die verbesserte Energieeffizienz auf der Nachfrageseite (z.B. bei den Haushaltsgeräten) erbringt eine Reduktion des spezifischen Strom- und Gasbedarfs je Nutzung um insgesamt 20 % bis 2025 (gegenüber dem Jahr 2000). Außerdem wird eine Senkung des spezifischen Wasserbedarfs durch verbesserte Nutzereffizienz um bis zu 20 % erzielt.

Die Endnachfrage nach Kernprodukten der Versorgung wie Wasser, Gas und Strom wird insgesamt bis 2025 mäßig steigen. Die Höhe der erzielten angebots- und nachfrageseitigen Effizienzgewinne reichen nicht aus, um den Bedarf nach Strom und Gas auf Grund von Komfortsteigerungen und den verstärkten Einsatz von gasgefeuerten Stromerzeugungstechnologien vollständig auszugleichen. Der Wasserbedarf ist jedoch leicht sinkend. Telekommunikations- (TK)-Leistungen steigen dagegen mit Wachstumsraten von 5-10% p.a..

Endnachfrage steigt mäßig gegenüber heute, am stärksten im TK-Sektor (5 bis 10 %/a)

Produkte und Dienstleistungen

Die Strategien der Versorgungsunternehmen zielen darauf ab, die Bevölkerung mit den Kernprodukten der Versorgung - Strom, Gas, Wasser und TK - zu versorgen und darüber hinaus verstärkt Komplettlösungen anzubieten. Diese werden auf Industrie- und Privatkunden spezifisch ausgerichtet. Insbesondere umfassen solche Lösungen Geschäftsmodelle wie Contracting/Leasing von Geräten bzw. Anlagen (z.B. von Brennstoffzellen, Blockheizkraftwerken, Abwasserbereiteranlagen), des Weiteren diversifizierte Dienstleistungsbündel in Form von „Rundum-Sorglos-Paketen“, Smart-Building sowie Demand-Side-Management zur Steuerung der Nachfragezeiten- und mengen.

Unternehmen sind kunden- und dienstleistungsorientiert

Die Produktpalette wird um Dienste wie Anlagencontracting, insbesondere für Unternehmen (Marktdurchdringung in 2025 ist 30 %) erweitert.

Außerdem werden diversifizierte Dienstleistungsbündel eingeführt, die Rundum-Sorglos-Pakete mit einer Marktdurchdringung von 20 % einschließen, die die

Wartung der Kunden eigenen Anlagen sicher stellen.

Technologien wie „Smart-Building“ als Kernbestandteile dieser All-Inklusiv-Angebote werden deshalb verstärkt nachgefragt. Die Marktdurchdringung von Smart-Building beträgt in 2025 30 %. Smart-Building wird in Bereichen installiert, wie Steuerung der Unterhaltungselektronik, Haushaltsgeräten, Heizung und Klimatechnik, Fernwartung und Abwesenheitsmanagement, Gebäudemangement und Analysen des Verbrauchs zur Steigerung der Transparenz und der Optimierung desselben. Die Anwendungen werden hauptsächlich von Versorgungsunternehmen offeriert.

Darüber hinaus werden weitere Dienstleistungen, wie die gemeinsame Abfrage des Strom-, Gas- und Wasserzählers und die gemeinsame Rechnungserstellung im Rahmen des Multi-Utility-Konzeptes bis hin zu Versicherungen, Einsparberatung, insbesondere für die privaten Haushalte sowie für Gewerbe, Handel und öffentliche Einrichtungen etc., angeboten.

Hinsichtlich der Verfügbarkeit innovativer TK-Dienste bestehen nur geringe Unterschiede zwischen Stadt und Land.

Die Integration dezentraler Erzeugung (z.B. Mikro-KWK) zu „virtuellen Kraftwerken“ sind noch Ausnahmerecheinungen.

Demand-Side-Management zur Steuerung der Nachfragezeiten und -mengen

Zusätzlich wird ein recht starkes Demand-Side-Management etabliert, um die ökonomische und ökologische Effizienz der Versorgungssysteme zu steigern und gleichzeitig Exportmärkte für intelligente Steuerungstechnologie zu entwickeln. Innovationsnetzwerke und Anwendungsexperimente werden staatlich unterstützt. Ein verlässlicher Regelungsrahmen wird etabliert. Folglich müssen weniger Reserven in Form von Regelenergie vorgehalten werden, was zur Kostenbegrenzung beiträgt.

Realisierung von DSM nur moderat

Voraussetzung dazu ist, dass „Smart Building“ Konzepte zunehmend zum Standard für die Ausstattung von Neubauten und Grundsanierungen werden. Diese Entwicklung ist gefördert und begleitet durch erfolgreiche Standardisierung und Schnittstellenentwicklung für eine komplikationslose Handhabung über gängige Internetprotokolle und -oberflächen. Insbesondere im Bereich von Bürogebäuden wird in starkem Maße facility management mit performance contracting für Beleuchtung, Heizung, Klimatisierung, Sanitäreanlagen, Datenanschluss angewandt, so dass elektronisch unterstützte Steuerungssysteme für den Strom-, Gas- und Wasserverbrauch sowie die Datenspeicherung und Übertragung Verbreitung finden.

Im Abwasserbereich werden Strategien verfolgt, den Investitionsbedarf für Leitungskapazitäten durch verstärkte Kreislaufführung und intelligente Verbrauchssteuerung zu reduzieren.

Die Marktdurchdringung von Demand-Side-Management ist in 2025 durchschnittlich mit 15 % anzusetzen.

Preisentwicklung für Strom, Gas, Wasser und Telekommunikation

Die aus den schlechten Finanzierungskonditionen und den erhöhten Infrastrukturinvestitionen resultierenden Kapitalkostensteigerungen werden durch Effizienzzuwächse, die partiell an die Endkunden weiter gegeben werden, teilweise

Preisanstieg in allen Sektoren moderat

kompensiert. Die Effizienzgewinne sind durch Skaleneffekte realisierbar. Diese Synergien werden im Zuge der Liberalisierung im Strom- und Gassektor durch Beteiligungen großer Versorgungskonzerne an kleinen Unternehmen sowie durch eine steigende Kostenorientierung im Wassersektor gewonnen.

Das Ergebnis sind nur moderate Preiserhöhungen für Strom und Gas von durchschnittlich real 2 % p.a., von Wasser 3 % p.a. und von TK 1,0 % p.a. inklusive Steuern und Abgaben. Die Bindung des Erdgaspreises an die Entwicklung des Ölpreises bleibt weiterhin bestehen.

In Bezug auf die Preisstruktur bieten die Versorger in allen vier Sektoren auf Grund ihrer Marktmacht ihren Kunden hohe verbrauchs-/leistungsunabhängige Preisbestandteile und niedrige verbrauchs-/leistungsabhängige Bestandteile mit möglichst langen Vertragslaufzeiten an, um mehr Planungssicherheit hinsichtlich der Umsätze zu erlangen.

Technologische Entwicklung

Die in einem Konzentrationsprozess befindlichen Unternehmen beziehen in ihr Portfolio hauptsächlich zentrale Technologien zur Erzeugung von Versorgungsleistungen ein. Im Sektor Strom wird der Anlagenmix nur um solche dezentralen Technologien ergänzt, die wirtschaftlich sind. Dies sind insbesondere dezentrale gasgefeuerte Anlagen.

Zentrale Technologien prägen den Mix; Brennstoffzellen haben Konjunktur

Energieträgeranteile zur Stromerzeugung

Vornehmlich Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkte sowohl bei der Industrie als auch bei den privaten Haushalten prägen das Technologieportfolio zur Stromerzeugung und führen zu einem entsprechenden Stromerzeugungsmix. Der größte Anteil der Stromproduktion in 2025 stammt deshalb wie heute zu 52 % aus dem Einsatz von Kohle. Der Anteil der Kernenergie nimmt bis 2017 auf 20 % ab. Ab diesem Zeitpunkt wird der Ausstieg der Kernenergie aus Kostengründen abgebrochen, um die Restlaufzeiten der moderneren Reaktoren noch länger nutzen zu können. So verharrt der Anteil der Stromerzeugung durch Kernkraft (KK) auf diesem Niveau und beträgt in 2025 20 %. Der Erdgasanteil steigt bis 2025 von heute 9 % auf 17 % an. Der Ölanteil bleibt konstant bei 1 % als Hilfsenergie zur Stützfeuerung. Der Anteil der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien vergrößert sich von 9 % (Jahr 2010) weiter bis zum Jahr 2017 auf 13 % und sinkt dann auf Grund des Wegfalls des EEG wieder auf 10 % bis zum Jahr 2025 ab.

Dominanz der Kohle und Weiterentwicklung der Kernenergie

Effizienzpotenziale von Anlagen und Einzelgeräten zur Stromerzeugung

Im Stromsektor werden auf der Erzeugerseite nur solche zentralen und dezentralen Stromerzeugungsanlagen eingesetzt, die auch rentabel sind. Zur Erreichung möglichst hoher Einsparpotenziale sind vorwiegend Verbesserungen bei vorhandenen zentralen Anlagen durchzuführen. Außerdem ist der Zubau moderner Anlagen zur Strom- bzw. Wärmeherzeugung innerhalb einer bestehenden Technologie (z.B. Kohle gefeuerte KWK-Anlagen) sowie von GuD-Anlagen,

Orientierung an Rentabilität und bewährter Technik

die einen „Fuel-Switch“ von Kohlefeuerung auf Gasverbrennung bedeuten, vorzusehen. Das durchschnittliche Effizienzpotenzial des Anlagenmixes liegt bei 10 %.

Zentrale fossile Anlagen zur Stromerzeugung

Bei den zentralen Anlagen werden für den Ersatz im deutschen Kraftwerkspark und als Zubauten Technologien auf Basis fossiler Brennstoffe favorisiert.

Dominanz von Kohle bei optimierter Technik mit hohen Wirkungsgraden

Bei den zentralen Anlagen werden in 2025 erdgasgefeuerte Gas- und Dampfkraftwerke (GuD)-Kraftwerke in einer Größenklasse von 450 MW el. sowie mit 200 MW el. als große KWK-Anlagen eingesetzt. Bei den Braunkohlekraftwerken mit optimierter Anlagentechnik (BoA) werden Blockgrößen von 800-1000 MWel. gebaut. Bei steinkohlegefeuerten Dampfkraftwerken werden Blockgrößen von 700 MWel. verwendet.

Der durchschnittliche Wirkungsgrad von erdgasgefeuerten GuD-Kraftwerken als Kondensationsanlagen liegt bei 58 %. 47-48 % erreichen im Mittel Kohledampfkraftwerke. Bei großen KWK Anlagen auf Basis von Dampfkraftwerken wird ein Verhältnis Entnahme-Kondensation zu Gegendruckanlage von 1:1 angenommen.

Zum einen werden Braunkohlekraftwerke mit optimierter Anlagentechnik (BoA) mit einem maximalen Wirkungsgrad von 46-48 % in 2025 genutzt. Damit werden 22 % des Stromes erzeugt. Die Investitionskosten belaufen sich auf 1200 €/kW. CO₂-Abscheidung wird nur in ersten Versuchsanlagen betrieben.

Zum anderen werden Steinkohle gefeuerte Dampfkraftwerke favorisiert. Eingesetzt werden Anlagen mit einem maximalen Wirkungsgrad von 46-47 % (IGCC¹ mit 51%). Durch Steinkohlekraftwerke werden 30 % des Stromes in 2025 produziert. Eingesetzt werden auch in größerem Umfang IGCC-Anlagen. Die Kosten betragen 950 €/kW (inkl. IGCC mit 1200 €/kW). CO₂-Abscheidung wird auch hier nur in ersten Versuchsanlagen betrieben.

Der 15 %-ge Anteil großer erdgasgefeuerter GuD-Anlagen an der Stromerzeugung teilt sich dabei auf in einen 10 %-Anteil mit Anlagen im Kondensationsbetrieb und ein Anteil von 5 % mit Kraft-Wärme-Kopplung.

Weitere 2,0 % sind Anlagen mit einer mittleren Anlagengröße von 50 bis 200 MW (z.B. Spitzenlastturbinen für zunehmenden Bedarf an Regelenergie oder Vorschaltgasturbinen).

Die Investitionskosten werden angesetzt bei Kondensationsanlagen mit 375 €/kW und bei großen KWK mit 480 €/kW.

¹ IGCC = Integrated Gasification Combined Cycle, Anlagen mit vorgeschalteter Brennstoffvergasung und anschließender Nutzung des Synthesegases in einer Gasturbinen/Dampfturbinenkombination.

Zentrale Anlagen auf Basis Erneuerbarer Energien

Kennzeichnend für eine rentabilitätsorientierte Ausrichtung des Anlagenmixes ist des Weiteren die Konstanz des Anteils von großen zentralen Anlagen auf Basis Erneuerbarer Energien mit einer Größe über 5 MW elektrisch an der

Kaum Zubau gegenüber heute

Stromerzeugung gegenüber heute im Jahr 2025 in Höhe von 5 %. Bei den Erneuerbaren Energien sind Windenergieanlagen in Form von Offshore-Windparks, große Wasserkraftwerke und große Biomasse-Anlagen wettbewerbsfähig. Insbesondere ist das Ausbaupotenzial von großen Wasserkraftwerken begrenzt. Offshore-Windparks werden nur vereinzelt errichtet. Es findet kein Ausbau von Biomasseanlagen statt. Geothermie-Anlagen finden nur in Nischen Anwendung.

Dezentrale mit Erdgas betriebene Anlagen zur Stromerzeugung

Durch die graduelle Verbesserung und verstärkte Nutzung von bestehenden Förderinstrumenten werden dezentrale Technologien ökonomisch attraktiver, wodurch den Pilotprojekten auch umfangreichere Markteinführungen folgen. Hierdurch können die Technologien weiter verbessert werden und die Akzeptanz der Kunden steigt, was wiederum eine verbesserte Marktdiffusion ermöglicht. Der Nutzungsanteil erhöht sich von 15 % bis 2017 auf 20 % in 2025. Nach diesem Zeitpunkt wird aufgrund der Marktfähigkeit von Brennstoffzellen ein Anteil der dezentralen Technologien von 35 % erreicht. Bei den dezentralen Anlagen erfolgt bis 2017 eine kontinuierliche Weiterentwicklung im wesentlichen von Windenergie und BHKW vornehmlich auf Basis fossiler Brennstoffe, die ohne Subventionierung wirtschaftlich werden. Vor allem ist der Markt für Anwendungen bei Gewerbe, Handel und kleinen Unternehmen stark wachsend. Nach 2018 wird der Ausbau der Windenergie weiter verstärkt. Hinzu treten die Nutzung von Photovoltaik (PV) und Biogas in größerem Umfang. Bestimmend wird bis 2025 der Einsatz der Brennstoffzelle in BHKW. Ab 2025 sind erdgasbetriebene Brennstoffzellen durch deren verstärkten Einsatz in Mehrfamilienhäusern zur Strom- und Wärmeproduktion marktfähig. Der Bedeutung des Erdgaseinsatzes wirkt insbesondere in ländlichen Räumen die Errichtung von Passivhäusern als auch der Ersatz von Erdgas durch Strom entgegen. Biogas wird an all denjenigen Stellen genutzt, an denen eine netzgebundene Versorgung unrentabel ist.

Wachsender Markt für BHKW und Brennstoffzellen

Als dezentrale „Mikro-KWK“, mit einer elektrischen Leistung kleiner 4,6 kW werden bis zum Jahr 2010 hauptsächlich Verbrennungsmotoren mit einem durchschnittlichen Wirkungsgrad auf dem heutigen Niveau von kleiner gleich 25 % eingesetzt. In 2025 gelangen in kleinerem Maße Stirling-Motoren (30 % Wirkungsgrad) und vor allem Brennstoffzellen (BZ) mit Reformern mit einem durchschnittlichen Wirkungsgrad von 35 % zur Anwendung. Der Anteil dieser drei Anlagentypen beträgt in 2025 0,5 %. Eingesetzt werden PEM mit Reformern unter Einsatz von Erdgas, vornehmlich im Haushaltsbereich. Investitionskosten im Jahr 2025 von BZ liegen höher als 1000-1500 €/kWel. Klassische Verbrennungsmotoren werden sukzessive verdrängt.

Im Bereich dezentraler „Mini-KWK“ mit einer elektrischen Leistung über 4,6 kW und kleiner 100 kWel. werden große Motoren mit durchschnittlichen Wirkungsgraden von 35 %, Mikrogasturbinen mit Wirkungsgraden von 30 % und BZ mit Wirkungsgraden von 45 % in 2025 eingesetzt.

Vornehmlich werden SOFC, aber auch MCFC und in noch geringerem Maße PEM bei Gewerbe, Handel, öffentliche Einrichtungen oder in kompletten Wohngebieten eingesetzt.

Die Investitionskosten betragen 700 Euro/KW elektrisch. Der Anteil dezentraler Mini-KWK an der Stromerzeugung in 2025 macht 3 % aus.

Dezentrale Anlagen zur Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energien

Auf Grund eines höheren Marktpreises für Strom im Vergleich zu heute sind trotz höherer Stromgestehungskosten im Bereich dezentraler Anlagen auf Basis Erneuerbarer Energien kleine Biomasse-Anlagen und Wärmepumpen wettbewerbsfähig und werden noch in geringem Maße ausgebaut. Bei Windanlagen (onshore), Photovoltaik und Solarthermie erfolgt im Vergleich zur Gegenwart kein Ausbau. Der Anteil dezentraler Anlagen gespeist durch Quellen Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung kann im Jahre 2025 mit 5 % angegeben werden.

Kleine Anlagen sind wettbewerbsfähig

Dezentrale Anlagen im Bereich Wasser/Abwasser

Im Sektor Wasser gelangen dezentrale Aufbereitungstechnologien (Wasser / Abwasser) quasi angebotsseitig zum Einsatz mit dem Ziel der effizienten Schadstoffabtrennung und der Einsparung von Rohwasser durch Kreislaufführung von Wasserströmen. Insbesondere Membran- und Desinfektionsanlagen ermöglichen es, Wasserkreisläufe sehr hoher Qualität (Trinkwasserqualität) zu errichten und neue Wasserressourcen zu erschließen (z.B. Regenwasser, oberflächennahes Wasser).

Je nach Anwendungen werden Marktdurchdringungen von 5 bis 15 Prozent erreicht

Der Diffusionsgrad bezogen auf die Gesamtzahl der Gebäude in Deutschland beträgt für die Regenwassernutzung: 15 %, für das Grauwasserrecycling: 10%, die Urinseparation: 1 %. Hier existieren semizentrale Versuchsanlagen für jeweils ein Wohnviertel.

Membranverfahren können in der Regenwasser- und/oder Grauwasseraufbereitung eingesetzt werden. Sie gelangen mit einer Marktdurchdringung von 10 % zum Einsatz bei Grauwasser, 2-3 % Markteindringung erhalten sie zur Regenwasseraufbereitung.

Verschiedene Verfahren zur Wärmerückgewinnung aus Abwasser erhalten eine Marktdurchdringung von 5 %.

Nachfrageseitige Technologien im Bereich Stromanwendung und Wärme

Die Entwicklung von effizienteren Technologien wird durch erhöhte Nachfrage gestärkt.

Im Bereich Strom als Endenergie werden v.a. als Querschnittsanwendungen Potenziale bei der Beleuchtung, elektrischen Antrieben, IuK-Technologien sowie bei Bereitschaftsschaltungen erschlossen. Bei den privaten Haushalten werden in moderatem Umfang Reduktionspotenziale von Gas/Strom durch Einsparungen von Warmwasser, beim Waschen/Trocknen/Spülen sowie beim Kühlen/Gefrieren genutzt. Beim Gewerbe liegen die Stromsparpotenziale in mechanischen Anwendungen sowie in der Industrie in der Nutzung von Druckluft.

Effizienzsteigerungen durch diese Maßnahmen in all den Bereichen führen zu einer Reduktion des spezifischen Strom/Gasbedarfs im Betrachtungszeitraum um 15 %.

Effizienzsteigerung auf der Nachfrageseite führt zur Reduktion des spezifischen Strom-/Gasbedarfs um 15 Prozent

Nachfrageseitige Technologien im Bereich Wasser

Im Wassersektor bestehen auch nachfrageseitig technische Einsparmöglichkeiten im Haushaltsbereich vor allem durch wassersparende Armaturen (Toiletten-Spülkästen, Duschen und Perlatoren), die Reduktion des Wasserverbrauchs

Einsparpotenziale auf der Nachfrageseite im

von Haushaltsgeräten (Wasch- und Spülmaschinen) sowie den Ersatz von Trinkwasser durch den Einsatz wasserloser Systeme (z.B. Vakuumtoiletten), sofern diese Maßnahmen wirtschaftlich sind. Die Einsparpotenziale betragen daher in 2025 bis zu 10 % des spezifischen Wasserbedarfs je Nutzung.

Wassersektor betragen bis zu 10 Prozent

TK-Technologien als Enabler für die anderen Versorgungstechnologien

Gegenwärtig werden alle Anwendungen von Smart-Building mit getrennter Software durchgeführt, daher ist der Markt sehr heterogen und dispers; in 2025 wird dagegen eine einheitliche Plattform verwendet (z.B. auf der Basis des Internetprotokolls). Erforderlich ist dazu eine Standardisierung über die Versorgungssektoren hinweg, sowie eine Koordination mit den Geräteherstellern. Ferner erfolgen koordiniert von Seiten der TK-Unternehmen Angebote zu Flatrates, drahtlosen Übertragungstechnologien und webbasierten Applikationen. Unterstellt wird, dass im Jahr 2025 alle Benutzer mit einer graphischen Oberfläche vertraut sind. So ermöglicht der Zugang via Internet das Angebot von aktiven Bedienungsanleitungen, die auf dem Server der TK-Unternehmen bereit stehen.

Einheitliche Plattform seitens des TK als Voraussetzung für Smart-Building

Netzstrukturen in 2025

Im Stromsektor erfolgt eine Verbesserung der konventionellen Netztechnik im Sinne einer Effizienzsteigerung. Die Struktur der Netze verändert sich nicht wesentlich.

Netze werden in der bestehenden Struktur optimiert und teilweise (Gas) ausgebaut

Ein Umbau zulasten Übertragungs- zugunsten von Verteilungsnetzen ist auf Grund des geringeren Anteils dezentraler Stromerzeugungsanlagen kaum erforderlich.

Im Gassektor besteht bis 2025 trotz der steigenden Gasnachfrage kein Ausbaubedarf des Transportnetzes. Der Ausbau des Verteilnetzes erhält durch die Erhöhung der Hausanschlüsse, insbesondere in den Neubaugebieten an den Randalagen der Ballungszentren, einen Zuwachs von 10 % gegenüber 2004.

Im TK-Sektor erfolgt eine separate Optimierung von Festnetz und Mobilfunk. Die Umsetzung von „intelligenten“ bzw. „aktiven“ Stromnetzen durch Kombination mit TK-Technologie findet nur in einigen Pilotprojekten statt.

Stromspeichertechnologien

Die Wirtschaftlichkeit des Stromversorgungssystems hängt nicht nur mit der Effizienz der Anlagen oder der Netze zusammen, sondern auch mit Stromspeichertechnologien. Mit ihnen wäre die Nutzung Erneuerbarer Energien, die unregelmäßig verfügbar sind, wie Windkraft und Photovoltaik, besser in das Gesamtnetz zu integrieren. Auch der Einsatz dezentraler Technologien mit fluktuierender Erzeugung wird mit einer kostengünstigen Speicherung erleichtert. Solche Technologien umfassen Speicher für Wasserstoff, neue Batteriesysteme, supraleitende Spulen, innovative Kondensatoren sowie Schwungmassenspeicher, Druckluftspeicher etc..

Kleine Anlagen sind marktreif

Kleinere Kapazitäten von Einheiten kleiner Leistung, welche für den Regelenergieausgleich genutzt werden können, sind in 2025 marktreif. Zu marktfähigen Preisen erfolgt eine Marktdiffusion von unter 1 %.

Ressourcen und weitere Aspekte zu Versorgungssicherheit

Herkunft der Ressourcen zur Stromerzeugung

Als heimische Energieträger stehen Braunkohle und die Erneuerbare Energien (Wasser, Wind, Biomasse, Sonne) zur Verfügung, wobei alle heimischen Energieträger nicht mehr subventioniert werden. Die deutschen Erdgasvorräte sind bis 2025 aufgebraucht. Die Gase aus Erneuerbaren Energien umfassen Klärgas, Deponiegas, Grubengas, Biomasse-Vergasung, Vergasung biogener Abfälle. Diese werden entweder direkt vor Ort genutzt (Verbrennung vor Ort) oder in das Gasnetz eingespeist. Die Gase aus Erneuerbaren Energien decken in 2025 3 % des gegenwärtigen Gasbedarfs. Davon werden 50 % ins Netz abgegeben. Jedoch ist die Einspeisung bis 2025 ohne Förderung nicht wettbewerbsfähig.

Energieträger in Art und Herkunft stark diversifiziert; Gas wird verstärkt eingesetzt

Es besteht eine Diversifikation der Energieträgerstruktur und eine beschränkte Zahl an räumlich zugänglichen Versorgungsquellen für Erdgas. So wird Erdgas aus Russland, Niederlanden, Norwegen über Pipelines angeliefert.

Mikro-KWK wie Stirlingmotoren, Verbrennungsmotoren oder Brennstoffzellen (BZ) erhalten Zuführungen von Erdgasnetz und/oder Biogas. H₂ wird diesen Gasen beigemischt. Reformer der BZ sind als Erdgas oder Biogas-Reformer ausgelegt. Reiner H₂ gelangt in 2025 nur in Nischenanwendungen bei BZ zum Einsatz. Mini-KWK werden überwiegend mit Erdgas versorgt.

Steinkohlekraftwerke werden mit Kohle aus Ländern wie Südafrika, Australien, Kolumbien etc. versorgt.

Gesichtspunkte rechtlicher und technischer Absicherung zur Gewährleistung von Versorgungssicherheit

Zur Sicherung der Versorgung tragen bestimmte Maßnahmen bei, wie langfristige Lieferverträge für Rohstoffe (z.B. Öl und Gas) sowie eine Einteilung der Kunden nach ihrem Prioritätsgrad bezüglich Sicherung ihrer Versorgung („abschaltbare Kunden“).

Fortschreibung bewährter Sicherheitsprinzipien

Unter Datenschutzgesichtspunkten gelten im Umgang mit Smart-Building-Anwendungen anfallende Nutzungsdaten v.a. solche Daten als kritisch, welche Hinweise auf An- bzw. Abwesenheit geben. Die reinen Verbrauchsdaten werden hingegen als weniger sensibel bewertet als bspw. Verbindungsdaten (bzgl. Uhrzeit und mit welchem anderen Teilnehmer) im Telefonverkehr. Insofern die Abhängigkeit der Gesellschaft von TK-Diensten insgesamt deutlich zunimmt, erhält der TK-Sektor verstärkt Versorgungscharakter.

In Bezug auf die technische Sicherheit und Verfügbarkeit der Smart-Building-Technologien werden überwiegend dieselben Sicherheitsprinzipien wie auch heute schon bzgl. vergleichbarer Technologien verfolgt. Die Hausanlagen funktionieren teilautonom, d.h. sie erfül-

len basale Grundfunktionen, auch wenn die TK-Steuerung ausfällt. Als Vorsorge gegen Störfälle werden z.T. redundante Steuerungssysteme eingesetzt, z.T. gehen die Systeme in einen „sicheren“, vordefinierten Zustand über, wenn die Steuerung ausfällt.

Bei Anlagen und Netzen (jetzt Strom, Gas, Wasser) erfolgt im Hinblick auf technische Sicherheitsaspekte eine zustandsorientierte Kontrolle mit etwaiger Wartung. Dies bedingt einen geringeren routinemäßigen Aufwand.

Für eventuelle Ausfälle im Sektor Strom sind Vorkehrungen getroffen, die einen großflächigen Ausgleich durch Zusammenschalten von Netzbereichen bedingen. Die Folge dieser Vorgehensweise sind geringere Kapazitätsreserven.

Szenario D

Allgemeine Rahmenbedingungen

In Szenario D wird von einem schwachen Wirtschaftswachstum von real 1 % p. a. im Zeitraum von 2004 bis zum Jahr 2025 ausgegangen.

Des Weiteren ist die Situation in diesem Zeitraum durch eine geringfügige Schrumpfung der Bevölkerung um 1,5 % und durch eine deutliche Erhöhung des Bevölkerungsanteils, der älter als 60 Jahre ist, von 25 % auf ein Drittel gekennzeichnet.

Die Bevölkerungsverteilung im Raum lässt sich durch eine Konzentration der Bevölkerung in Ballungsgebieten charakterisieren.

Sektorübergreifende und sektorspezifische Charakteristika

Entwicklung von Wirtschaft und Bevölkerung

Makroökonomische Bedingungen

Ausgangspunkt des Szenarios ist ein geringes weltwirtschaftliches Wachstum, das sich bedingt durch die Exportabhängigkeit der deutschen Wirtschaft auch stark auf das deutsche BIP auswirkt. Hieraus resultiert eine schwache Entwicklung der deutschen Volkswirtschaft mit einem durchschnittlichen Wachstum von maximal 1 % pro Jahr im Betrachtungszeitraum 2004 bis 2025. Da das verfügbare Einkommen in Deutschland ebenfalls stagniert oder nur sehr gering steigt, kann ein stärkeres Wirtschaftswachstum auch nicht durch eine erhöhte binnenwirtschaftliche Nachfrage ausgelöst werden.

Geringes Wirtschaftswachstum von real 1 % pro Jahr

Unter diesen makroökonomischen Bedingungen bildet sich eine Zweiklassengesellschaft heraus. Zum einen existiert eine schmale Oberschicht, die finanzkräftig ist und somit ihre Konsum- und Genussorientierung ausleben kann. Daneben existiert die breite Masse der Bevölkerung, die auf Grund der wirtschaftlichen Bedingungen an Beschäftigungsmangel leidet, dadurch nur ein geringes Einkommen zur Verfügung hat und somit nur wenig konsumiert. Die Oberschicht legt bei den Versorgungsdienstleistungen vor allem Wert auf Komfort, während die Masse der privaten Verbraucher einfache, kostengünstige Konsumbedürfnisse hat.

Zwei-Klassen-Gesellschaft mit schmaler, finanzkräftiger Oberschicht

Politik

Innovations-, Umwelt- und Gesundheitsziele

Es werden moderate umwelt- und gesundheitspolitische Ziele verfolgt. Dies bedeutet, dass über die Kyoto-Ziele hinaus nach 2012 keine weitergehenden Zielvereinbarungen auf internationaler Ebene getroffen werden. Die Verringerung des CO₂-Ausstoßes oder der Strahlungsintensität im TK-Bereich wird nur entsprechend des technischen Fortschritts weiter verfolgt. Grenzwerte in den Bereichen Hochfrequenz und Niederfrequenz bleiben auf gegenwärtigem deutschen Niveau bestehen. Auch im Gewässerschutzbereich wird der Wert beispielsweise für Nitrat von gegenwärtig 50 mg/l bis 2025 nicht verändert.

Staat hält sich zurück

Die Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie wird eher zurückhaltend vollzogen. Es ergeben sich daraus keine maßgeblichen Auswirkungen auf die Versorgungssektoren (Siedlungswasserwirtschaft, Wasserkraft, Einleitung von Kühlwasser, usw.).

Eine Verschärfung der Umwelt- und Gesundheitsziele findet nicht statt. Vielmehr werden bestehende Vorgaben eher aufgeweicht. Denn Ziel der politischen Entscheidungsträger ist ein an Wirtschaftlichkeit orientierter

Versorgungsmix.

Instrumente der Innovations-, Umwelt- und Energiepolitik

Bedingt durch eine schlechte wirtschaftliche Entwicklung ergibt sich eine angespannte Haushaltssituation. Die Knappheit in den öffentlichen Kassen lässt das Budget von BMBF, BMWA und KfW für Instrumente zur Innovationsförderung im Versorgungsbereich bis 2025 deutlich - um real 50 % - im Betrachtungszeitraum sinken. Daher werden nur solche Innovationen gezielt gefördert, die am vermuteten Bedarf des Marktes orientiert sind. Darüber hinaus bestehen Zweifel an der Effektivität staatlicher Eingriffe. Daher sollen die knappen öffentlichen Mittel in anderen Bereichen investiert werden.

Halbierung des staatlichen Budgets für Investitionen bis 2025

Die genannten Bedingungen und Zielsetzungen führen zu einer Priorisierung von marktwirtschaftlichen Anreizinstrumenten. Es wird daher ein Instrumentenbündel eingesetzt, das zum größten Teil aus Steuern, Abgaben und Subventionen besteht, die monetäre Anreize setzen. Handlungsleitend ist dabei weniger das Erreichen genau definierter Ziele, sondern vielmehr eine graduelle Verbesserung beziehungsweise Stabilisierung der Situation, ohne die Wirtschaft wesentlich zu belasten.

Längerfristig werden auf Grund der Macht einzelner Unternehmen infolge hoher Marktkonzentration sowie wegen des geringen Interesses der Bevölkerung an umwelt- und insbesondere klimapolitischen Problemstellungen bestehende und tiefgreifende ordnungsrechtliche und marktwirtschaftliche Instrumente bis 2025 weitgehend abgebaut. So wird beispielsweise der Emissionshandel ab 2012 durch eine freiwillige Vereinbarungen zwischen Staat und Unternehmen ersetzt. Insgesamt gesehen dominieren die Oligopolisten das öffentliche Interesse; die Rolle des Staates wird zurückgedrängt.

Hinsichtlich des Zugangs zu den Rohstoffen für die Sektoren Strom und Gas wird eine Politik in 2025 verfolgt, die auf eine Strategie der Diversifikation der Energieträgerstruktur und seiner Bezugsquellen abzielt, wobei Erneuerbare Energien aus Kostengründen nur in geringem Maße in die staatliche Diversifikationsstrategie einbezogen werden. Eine Politik der verstärkten Nutzung des heimischen Primärenergieträgers Braunkohle wird ergänzt durch die Nutzung von Rationalisierungspotenzialen mittels Einsatz effizienter fossiler Anlagen. Außerdem tragen Maßnahmen zur Sicherung der Versorgung wie langfristige Lieferverträge für Rohstoffe (z.B. Öl und Gas) sowie eine Einteilung der Kunden nach ihrem Prioritätsgrad bezüglich Sicherung ihrer Versorgung („abschaltbare Kunden“) bei.

Investitionen und Kapitalmärkte

Die wegen ihres zumeist hohen Durchschnittsalters konservativen und daher risikoaversen privaten Anleger präferieren bereits etablierte und bekannte Unternehmen in ihrer Anlagestrategie. Denn in wirtschaftlich schlechten Zeiten werden von institutionellen als auch privaten Investoren Defensivwerte, wie sie sie in der Versorgungsbranche finden, gesucht. Daher er-

Günstige Finanzierungsbedingungen für Innovationen und Investitionen

scheinen Unternehmen dieser Sektoren attraktiv für Geldgeber, sowohl für Innovationen wie Investitionen. So erhalten insbesondere die Großen des Versorgungssektors günstige Finanzierungsbedingungen mit Sollzinssätzen von max. 6 %.

Neben Investitionen in die Netzinfrastruktur vornehmlich im (Ab-) Wasserbereich erfordert im Betrachtungszeitraum der überalterte Kraftwerkspark zur Stromerzeugung durch den Ersatzbedarf von ca. 50 % der installierten Leistung einen hohen Erneuerungsaufwand. Von den neuen Kraftwerken sind 30 % mittlere bis kleine Kraftwerke (kleiner 300 MWel.). In der Abwasserentsorgung umfassen die Ausbau- und Sanierungsmaßnahmen in den Innenstädten der Ballungszentren Kläranlagen, Pumpstationen und Kanalnetze.

Marktstrukturen und Regulierung

Oligopolistische Marktstrukturen

Da der Staat mit vielfältigen Problemen auf Grund der wirtschaftlich schwierigen Situation konfrontiert ist, gilt seine Aufmerksamkeit anderen Branchen als den Versorgungssektoren. Er greift daher nur wenig in die Märkte für Versorgungsleistungen ein. Um ein Minimum an Wettbewerb zu gewährleisten, wird zur Funktionsfähigkeit des Marktes auf ein starkes Kartellrecht gesetzt. In allen anderen Situationen, in denen Eingriffe nicht notwendig erscheinen, setzt man auf Marktmechanismen. Die großen Versorger im Bereich Strom und Gas nutzen diese Situation zur Ausdehnung ihrer Marktanteile. Im Bereich der Wasserver- und Abwasserentsorgung übernehmen sie auf Grund der finanziellen Restriktionen der öffentlichen Haushalte die ehemals öffentlichen Aufgaben. Somit entwickeln sich starke oligopolistische Marktstrukturen. Die 4 bis 5 größten deutschen Unternehmen im Bereich der Versorgung haben daher im Jahr 2025 einen Marktanteil von 90 %, wodurch ihre Bedeutung in der Gesellschaft weiter ansteigt.

Privatisierung und 4 bis 5 deutsche Großkonzerne prägen den Markt

Die Expansionsmöglichkeiten der großen Unternehmen in der Versorgungsbranche werden durch die fortschreitende Privatisierung in anderen Ländern und die günstigen Finanzierungsbedingungen noch verstärkt. Diese Situation nutzen große Unternehmen aus, um ihre Marktposition auszubauen, in dem sie Engagements im Ausland eingehen. Es sind deutsche private Kapitalgesellschaften, die zunehmend international tätig werden, um vorwiegend Skalenerträge im Versorgungsgeschäft durch Expansion ihrer Unternehmensgröße auszunutzen.

Multi-Utility-Konzepte

Grundsätzlich besteht eine Tendenz zu Multi-Utility, die auf die Integration bei Kundenbetreuung und Netzbetrieb einschließlich von TK-Anwendungen im begrenzten Umfang abzielt.

Multi-Utility-Konzepte zur Integration von Kundenbetreuung und Netzbetrieb einschließ-

Die verstärkten Forderungen der wohlhabenden Kunden, aus Gründen der

Bequemlichkeit alles aus einer Hand zu beziehen, sowie der Druck zur Kosteneffizienz bei den Unternehmen führt zu sektorübergreifenden Zusammenschlüssen. Sektor übergreifende Standards im Netzbetrieb, wie die örtliche Angleichung und zeitliche Abstimmung der Verlegung von (Ab-) Wasser- und Gasleitungen, die technisch-organisatorische Angleichung der Wartungsprozeduren bewirkt die Verfolgung von Multi-Utility-Konzepten durch Großkonzerne. Im Bereich der Kundenbetreuung ermöglicht die Multi-Utility-Strategie z.B. Ablesung und Erstellung der Strom-, Gas- und Wasserrechnung. Den wirtschaftlich schlechter gestellten Bevölkerungsteilen werden Leistungen, die auf der Verfolgung von Multi-Utility beruhen, durch Rabatt-Aktionen schmackhaft gemacht, um solche Leistungen kostengünstiger produzieren zu können. Zusätzlich finden in geringem Maße Standardisierungs- und Integrationsprozesse mit dem TK-Sektor auf Grund der begrenzten Nutzung von integrierten Leistungsangeboten statt, wie z.B. Smart-Building.

**lich begrenzten
TK-Anwendungen**

Die Standardisierung in den einzelnen Sektoren nimmt ebenfalls zu, wobei eine Internationalisierung der Standards, z.B. auf EU-Ebene, durch die zunehmende Verlagerung von Richtlinienkompetenzen auf die supranationale Ebene befördert wird. Die Vielfalt der bislang bestehenden Standards (z.B. bzgl. Materialauswahl) wird somit reduziert.

Änderung der Anforderungsprofile der Beschäftigten

Die Verfolgung von Multi-Utility-Konzepten, wenn auch in schwacher Ausprägung, erfordert die Erfüllung von Querschnitts-Anforderungsprofilen der in der Versorgung Tätigen. Benötigt werden in geringem Maße qualifizierte, handwerklich arbeitende Beschäftigte für den technischen Netzbetrieb sowie zur Installation/Service und Wartung, deren Fachkompetenz mehrere Versorgungssektoren und zusätzlich Anlagentypen/-größen umfassen muss. Im Dienstleistungsbereich werden auf Grund der schwachen Ausdehnung der Serviceorientierung und im Vertrieb in nur geringem Maße hochqualifizierte Spezialisten (z.B. in Call-Centern) eingesetzt.

Geringe Querschnitts-Anforderungen der Beschäftigten

Gesellschaft und Akzeptanz

Da die Großunternehmen sich in den wirtschaftlich schwierigen Zeiten vorwiegend am Shareholder value orientieren, folgen die Unternehmen den Wünschen der Nachfrager nur insofern, als sie befriedigende Umsätze erzielen können.

Angebotspektrum der Unternehmen ist primär gewinnorientiert

Komfortbezogene Akzeptanz der Kunden

Sowohl die Alterung der Bevölkerung wie zunehmender Leistungsdruck im Alltag durch Beruf und Familie steigern das Bedürfnis nach „rundum sorglos“ Angeboten und hoher Bequemlichkeit bei der Erledigung alltäglicher Prozesse wie Körperpflege, Wäsche waschen, Kochen, Information, Klimatisierung

Der private Verbrauch ist - bei entsprechenden Möglichkeiten - an Konsum und Genuss orientiert

etc..

In Bezug auf Komfortaspekte spielt auch die demographische Entwicklung, die sich in einer Schrumpfung und Alterung der Bevölkerung ausdrückt, eine Rolle. Wie in den meisten industriellen Nationen verändert sich der demographische Altersaufbau auch in Deutschland. Die Altersverteilung verschiebt sich bereits bis 2025 deutlich hin zu einem höheren Durchschnittsalter.

Doch nur die finanzkräftige Oberschicht ist in der Lage komfortbezogene Dienstleistungen im Versorgungsbereich, die über die Versorgung mit Strom, Gas, Wasser und TK-Leistungen hinaus gehen auch nachzufragen. Zum „Abspannen“ werden Luxusangebote in hohem Maße in Anspruch genommen, wobei die Kosten nachrangig sind.

Auch ist eine Affinität der überwiegend älteren und zumeist konservativen Bevölkerung für langfristige, konservative Lösungen gegeben, die eher kompatibel mit einem zentralen Versorgungssystem sind. Dies drückt sich in einer geringen Bereitschaft zum Wechsel von Anbietern, in Preisvergleichen und im Wunsch nach niedrigem Aufwand zum technischen Bezug der Versorgungsleistungen aus.

Die Kunden sind insbesondere reserviert gegenüber dezentralen Technologien im Energiebereich. Beispielsweise bestehen Vorbehalte gegen „Kraftwerke im Keller“. Betriebsprobleme oder auch Angst vor Haftungsfragen bei solchen werden erwartet.

Auch die Akzeptanz für aufbereitetes Grauwasser für hochwertige Nutzungen, wie Duschen oder Kochen braucht Zeit. Die Kunden verhalten sich zunächst aus verschiedenen Gründen (z.B. Vorbehalte gegen Wasserrecyclinganlagen wegen möglicher Hygiene-, Betriebsprobleme, Wartungsaufwand, Ängsten vor Haftungsfragen bei Betriebsproblemen) eher ablehnend gegenüber den dezentralen Technologien im Wassersektor. Aus diesen Gründen verharrt der Marktanteil lange Zeit auf dem derzeitigen Stand. Nach 2018 bestehen keine grundsätzlichen Akzeptanzprobleme mehr gegenüber der Nutzung aufbereiteten Regen- oder Abwassers für hochwertige Anwendungen (Trinkwasser, Hygiene), denn in 2025 ist besonders in den Städten sauberes Rohwasser so knapp, dass auf Recyclingtechnologien zurück gegriffen werden muss.

Gesellschaftliche Akzeptanz in der Förderung von neuen Technologien

Das gesellschaftliche Widerstandspotenzial bezüglich Technologien und Innovationen ist im Verlauf des Betrachtungszeitraumes rückläufig. Das heißt, zu einzelnen Technologien oder Innovationen kann sich gesellschaftlicher Widerstand formieren und ihre Verbreitung beeinträchtigen, und in besonderen Fällen kann ein Totalverbot erreicht werden, wie beispielsweise derzeit bei der Kernenergie, das aber bis 2025 unter dem Zwang der wirtschaftlichen Lage wieder aufgehoben wird. Technologische Neuerungen halten insgesamt nur erschwert Einzug. Auf Grund der konservativen Einstellung der Bevölkerung wird an herkömmlichen Technologien und Systemen festgehalten.

**Weitgehende
Akzeptanz neuer
Technologien**

Gesundheitsbezogene Aspekte

Dabei werden die Probleme im Umwelt- und Gesundheitsbereich durchaus wahrgenommen. Allerdings wird lediglich ein geringer Handlungsdruck in Bezug auf die Sektoren der Versorgung abgeleitet. Zudem liegen keine neuen Erkenntnisse vor etwa bezüglich des zu erwartenden Klimawandels, hinsichtlich der Belastung von Gewässern oder im Hinblick auf Gefahren, die von den elektromagnetischen Strahlungsfeldern im Telekommunikationsbereich ausgehen. Dementsprechend sind Unternehmen nur in geringem Maße bemüht, Informationen in Bezug auf Gesundheitsaspekte zur Verfügung zu stellen.

Umwelt- und Gesundheitschutz sind eher Nebensache

Transparenz durch Umwelt- und Preislabeling

Bei der Bevölkerung besteht kein Interesse an Preis- oder Umweltlabels, da bei der Oberschicht Komfortaspekte Priorität genießen und bei der finanzschwachen breiten Masse die Höhe des Preises und weniger die Zusammensetzung das entscheidende Kriterium für die Konsumententscheidung ist.

Kein Verbraucherinteresse an Labeling

Räumliche Aspekte der Verbraucherstrukturen

Es kommt in Deutschland zu einer verstärkten Konzentration der Bevölkerung in Städten bzw. Ballungszentren. Hiervon profitiert der Westen Deutschlands stärker als der Osten. Neubauten werden auf Grund knappen Baulands und entsprechender städtebaulicher Planung vorrangig in verdichteten Baugebieten ausgeführt. Dabei ist der Anteil von Mehrfamilienhäusern hoch.

Verstädterung bei steigendem Durchschnittsalter

Trotz einer Verringerung der Bevölkerungszahl nimmt die Zahl der Personen je Haushalt weiter ab. Dementsprechend steigt die spezifische Wohnfläche pro Kopf um 28 % von 40,2 auf 51,4 m², und die gesamte Wohnfläche nimmt zwischen 2000 und 2025 von 3,3 auf 4,2 Mrd. m², wodurch eine zusätzliche Nachfrage nach Versorgungsleistungen entsteht.

Ökologisches Bauen und Wohnen wird in Modellprojekten nur von der Oberschicht angewendet.

Endnachfrage nach Strom, Gas, Wasser und Telekommunikation

Trotz der geringfügig schrumpfenden Bevölkerung bleibt die Endnachfrage nach Strom, Gas und Wasser insgesamt bis zum Jahr 2025 konstant. Dieser Entwicklung liegt zum einen ein angebotsseitiger Effizienzzuwachs beim Anlagenmix zur Stromerzeugung von 10 % im Betrachtungszeitraum zugrunde. Zum anderen übt nachfrageseitig die Zwei-Klassen-Gesellschaft Einfluss auf die Nachfrage nach Strom und Gas aus. Bei der Oberschicht ist eine Komfortausweitung durch Einsatz zusätzlicher technischer Systeme festzustellen, jedoch sind die neuen Geräte effizienter. Die untere Schicht investiert dagegen nur geringfügig in neue, effizientere Geräte, so dass daraus keine zusätzliche Nachfrage entsteht. Bei der Industrie und in der Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungsbranche gleichen sich Mehrverbrauch durch Einsatz von neuen Geräten und Effizienzzuwächse auf Grund des allgemeinen technischen Fortschritts dieser Geräte aus. Der Gasverbrauch

Nachfrage nach Strom und Gas konstant; Wasser sinkt; TK wächst mit 5 % p.a. bei Komfortgewinn der Oberschicht

wird durch die vereinzelte Errichtung von Passivhäusern und die Wärmesaniierung von Altbauten in der dichten Bebauung durch die finanzstärkere Oberschicht nur geringfügig abgeschwächt. So ergibt sich insgesamt ein stagnierender Verbrauch von Strom- und Gas, da geringe Zunahmen infolge neuer komfortbezogener Anwendungen/Technologien durch leichte angebots- und nachfrageseitige Effizienzgewinne annähernd kompensiert werden.

Auch sinkt trotz eines Trends zu Wellness-Anwendungen im Haus bei der Oberschicht auf Grund des ökonomischen Sparzwangs der breiten Masse der Bevölkerung und des Einsatzes von Recyclingtechnologien der Wasserbedarf.

Die Leistungen im Telekommunikations-Bereich (TK-Leistungen) wachsen mit Raten von 5 % pro Jahr.

Produkte und Dienstleistungen

Die Strategien der Versorgungsunternehmen zielen darauf ab, die Bevölkerung mit den Kernprodukten der Versorgung - Strom, Gas, Wasser und TK - zu versorgen und darüber hinaus verstärkt Komplettlösungen anzubieten. Diese werden auf Industrie- und Privatkunden spezifisch ausgerichtet. Insbesondere umfassen solche Lösungen Geschäftsmodelle wie Contracting/Leasing von Geräten bzw. Anlagen (z.B. von Brennstoffzellen, Blockheizkraftwerken, Abwasseraufbereitungsanlagen), des Weiteren diversifizierte Dienstleistungsbündel in Form von „Rundum-Sorglos-Paketen“, Smart-Building sowie Demand-Side-Management zur Steuerung der Nachfragezeiten- und mengen.

Unternehmen sind kunden- und dienstleistungsorientiert

Die Ausdehnung von Leistungen der Versorgungsunternehmen sieht Geschäftsmodelle, wie Contracting/Leasing von Geräten bzw. Anlagen (z.B. von Abwasseraufbereitungsanlagen) besonders für Industrieunternehmen einschließlich weiterer Leistungen wie Betrieb und Wartung vor. Die Marktdurchdringung in 2025 beträgt 10 %.

Die Konzernstrategien zielen auch darauf ab, den verstärkten Komfortansprüchen der Kunden durch eine verstärkte Dienstleistungsorientierung mittels Smart- Building-Anwendungen für private und industrielle Kunden entgegenzukommen. Einzug halten soll diese Technologie mit den damit verbundenen Komfortleistungen sowie effizientere Steuerung und Betrieb von Gebäude-Anlagen v.a. in Wohnungen der Oberschicht sowie in gewerblichen Bürogebäuden und im öffentlichen Sektor. Die Inhouse-Telekommunikation wird dazu mit den Versorgungsanlagen vernetzt. Der Marktdurchdringung von Smart-Building-Technologien macht in 2025 10 % aus. Smart-Building wird hauptsächlich für Anwendungen von der upper class sowie in der Industrie und im Gewerbe im Handel und bei

Dienstleistern zur Anlagensteuerung eingesetzt.

Des Weiteren stehen den Haushaltskunden Dienstleistungsbündel in Form von „Rundum-Sorglos-Paketen“ zur Verfügung. Die Marktdurchdringung von Rundum-Sorglos-Paketen beträgt in 2025 ebenfalls 10 %.

Darüber hinaus werden weitere Dienstleistungen angeboten, insbesondere für die privaten Haushalte, wie die gemeinsame Ablesung des Strom-, Gas- und Wasserzählers und die gemeinsame Rechnungserstellung im Rahmen des Multi-Utility-Konzeptes bis hin zum Einschluss von Versicherungen, von Steuerungen zur Anlagenoptimierung und Beratungen hinsichtlich von Sparmaßnahmen. Derartige Dienstleistungen werden separat vom Strom-, Gas- oder Wasserbezug abgerechnet.

Auf Grund der Konzentrationstendenz der Bevölkerung in Städten bestehen große Unterschiede in Bezug auf die Verfügbarkeit innovativer TK-Dienste zwischen Stadt und Land.

Die Integration dezentraler Erzeugung (z.B. Mikro-KWK) zu „virtuellen Kraftwerken“ findet nicht statt.

Demand-Side-Management zur Steuerung der Nachfragezeiten und -mengen

In Demand-Side-Management (DSM) wird eine Möglichkeit gesehen, die ökonomische und ökologische Effizienz der Versorgungssysteme zu steigern und gleichzeitig Exportmärkte für intelligente Steuerungstechnologie zu entwickeln. Innovationsnetzwerke und Anwendungsexperimente werden im Wassersektor staatlich in den Ballungszentren unterstützt, wo akuter Wassermangel zum Problem wird. Ein verlässlicher Regelungsrahmen wird etabliert. DSM kann sich so als Dienstleistung bei neuen Haustechnikinstallationen und Versorgungsverträgen in geringem Maße etablieren. Die Marktdurchdringung beträgt bis 2025 durchschnittlich über 10 %.

DSM noch schwach vertreten

Preise für Strom, Gas, Wasser und Telekommunikation

Bezüglich der Entwicklung der Endverbraucher-Preise für Gas und Strom ist die Situation durch eine deutliche Preiserhöhung inklusive Steuern/Abgaben von durchschnittlich 2,5 % pro Jahr (in nominalen Werten) gekennzeichnet, wobei der Großhandelspreis für Erdgas an den Ölpreis gekoppelt bleibt. Für Wasser sind Preiszuwächse von bis zu 4 % pro Jahr sowie für Telekommunikationsdienste von maximal 1,5 % pro Jahr zu verzeichnen. Die Bindung des Gaspreises an den Ölpreis bleibt erhalten.

Preise steigen deutlich, nicht zuletzt auf Grund höherer Steuern

Preisstrukturen ändern sich zugunsten eines Tarifsystems, dass verbrauchsabhängige Bestandteile des Preises gegenüber verbrauchsunabhängigen stärker gewichtet. Außerdem können auf Grund der Marktmacht der Unternehmen lange Vertragslaufzeiten durchgesetzt werden.

Die erhöhten Preise sind dadurch zu begründen, dass wegen der erforderlichen Erneuerung in den Versorgungssystemen Infrastrukturinvestitionen im Vergleich zur Vergangenheit in leicht überdurchschnittlichen Umfang durchgeführt werden. Im Abwasserbereich werden jedoch Strategien verfolgt, den Investitionsbedarf für Leitungskapazitäten durch verstärkte Kreis-

laufführung zu reduzieren.

Unter der schlechten wirtschaftlichen Situation leiden auch die öffentlichen Finanzen. Daher wird versucht, die Steuerausfälle im Bereich der Einkommensteuer durch die Erhöhung oder die Einführung von neuen Verbrauchssteuern zu kompensieren. Auch Steuern und Abgaben auf Versorgungsleistungen, wie z. B. die Konzessionsabgabe, werden erhöht. Die erhöhten Verbrauchssteuern wirken sich somit ebenfalls preistreibend aus.

Gleichzeitig ergeben sich durch den geringen Wettbewerb unter den Oligopolisten in den Sektoren Strom und Gas sowie durch eine steigende Kostenorientierung im Wassersektor nur leichte Verbesserungen der wirtschaftlichen Effizienz der Versorgung, die auch nur teilweise an die Kunden weitergegeben werden. Im TK-Bereich besteht das Monopol der Deutschen Telekom fort. Somit werden die Kapitalkostensteigerungen, die sich aus den Investitionen ergeben, nur zu einem geringen Teil durch Effizienzsteigerungen kompensiert.

Technologische Entwicklung

Fehlende Zuflüsse des Kapitalmarkts sowie fehlende staatliche Förderinstrumente behindern die Weiterentwicklung dezentraler Technologien sowie eine Verbesserung ihrer Kostensituation. Die fehlende Kundenakzeptanz für dezentrale Technologien ist ebenso eine Barriere zu ihrer Ausdehnung. Neben den Marktstrukturen sind die eingesetzten Technologien ebenfalls durch Zentralität geprägt. Im Sektor Strom bleibt der Anteil dezentraler Technologien nahezu konstant. Im Wassersektor nimmt er dagegen zu.

Zentrale Technologien prägen den Mix; Dezentrale Anlagen überzeugen Bevölkerung nicht

Energieträgeranteile zur Stromerzeugung

Die Kohle hat im Jahr 2025 ähnlich wie heute einen Anteil von 52 % am Energiemix der Stromerzeugung. Im Jahr 2025 kommen auf Grund des Wiedereinstiegs in die Nutzung von nuklearer Energie 20 % des Stromes aus Kernkraftwerken. Der Öl-Anteil bleibt auf Grund seiner Nutzung zur Stützfeuerung mit 1 % etwa konstant. 17 % der Strommenge stammt aus gasgefeuerten GuD-Anlagen und weitere 10 % der Strommenge aus Anlagen auf Basis Erneuerbarer Energien.

Kohle und auch Kernenergie dominieren

Effizienzpotenziale von Anlagen und Einzelgeräten zur Stromerzeugung

Mit der geringen staatlichen Förderung und mit dem Abbau von weiteren Lenkungsinstrumenten sind im Bereich zentraler Kraftwerkstechnologie lediglich inkrementelle technische Fortschritte verbunden. Diese festigen den gegenwärtig überwiegenden Technologiepfad der Versorgung mittels zentraler technischer Anlagen auch im Jahr 2025. Die Anlagen weisen Effizienzsteigerungen im Betrachtungszeitraum im Durchschnitt von 10 Prozentpunkten auf.

Nur geringe technische Fortschritte

Zentrale fossile Anlagen zur Stromerzeugung

Bei den zentralen Anlagen werden in 2025 vor allem erdgasgefeuerte Gas- und Dampfkraftwerke (GuD)-Kraftwerke in einer Größenklasse von 450 MWel. sowie mit 200 MWel. als große KWK-Anlagen eingesetzt. Bei den Braunkohlekraftwerken mit optimierter Anlagentechnik (BoA) werden Blockgrößen von 800-1000 MWel. gebaut. Bei steinkohlegefeuerten Dampfkraftwerken werden Blockgrößen von 700 MWel. verwendet. Der durchschnittliche Wirkungsgrad von erdgasgefeuerten GuD-Kraftwerken als Kondensationsanlagen liegt bei 58 %. 45 % erreichen im Mittel Kohledampfkraftwerke. Bei großen KWK Anlagen auf Basis von Dampfkraftwerken wird ein Verhältnis Entnahme-Kondensation zu Gegendruckanlage von 1:1 angenommen.

Technische Optimierung der Kohlekraftwerke

Aus Kostengründen werden im Zeitraum bis zum Jahr 2025 alte Braunkohlekraftwerke durch neuere Anlagen mit optimierter Anlagentechnik (maximaler Wirkungsgrad 46-48 %) ersetzt. Sie haben einen Anteil von 30 % an der Stromerzeugung. Die Investitionskosten belaufen sich auf 1200 €/kW.

Ergänzend werden 22 % der Strommenge mit Steinkohlekraftwerken erzeugt, deren maximaler Wirkungsgrad auf 46-47 % gesteigert wurde. Die Investitionskosten betragen 950 €/kW.

CO₂-Abscheidung wird nur in ersten Versuchsanlagen betrieben.

Nach 2012 wird der Ausstieg aus der Kernenergie aus Kostengründen abgebrochen, um die Restlaufzeiten der moderneren Reaktoren noch länger nutzen zu können. Im Jahr 2025 kommen 20 % des Stromes aus Kernkraftwerken. Nach 2025 wird eine neue Generation von Anlagen mit weiterentwickelter Technologie gebaut.

Weitere 15 % des Stroms stammen in 2025 aus erdgasgefeuerten Gas- und Dampfkraftwerken mit Blockgrößen von 650 MWel., die - wie heute bereits erreichbar - einen Wirkungsgrad von 57 % el. aufweisen (Dampfkraftwerke mit 45 % el. Wirkungsgrad). Als KWK-Anlagen sind keine ausgeführt. Die Investitionskosten werden als GuD-Kondensationsanlagen mit 400 €/kWel. beziffert.

2,0 % sind Anlagen mit einer mittleren Leistung von 50 bis 200 MW (z.B. Spitzenlastturbinen für zunehmenden Bedarf an Regelenergie oder Vorschaltgasturbinen).

Zentrale Anlagen auf Basis Erneuerbarer Energien

Der Anteil Erneuerbarer Energien bleibt mit 10 % ebenfalls konstant und ist sehr gering.

Geringe Wirtschaftlichkeit bremst Ausbau

Als zentrale Anlagen auf Basis Erneuerbarer Energien werden nur solche Technologien eingesetzt, die wirtschaftlich sind, wie große Wasserkraftwerke, Windkraft (Offshore) und - in geringem Maße - Müllheizkraftwerke

sowie zentrale Biomasse-KWK. Windkraftanlagen werden als einzige ausgebaut. Alle anderen Anteile von Stromerzeugungsanlagen aus Erneuerbaren Energiequellen bleiben auf Grund bereits ausgeschöpfter Potenziale konstant. Der Anteil zentraler Anlagen auf Basis Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung beträgt in 2025 5 %.

Dezentrale mit Erdgas betriebene Anlagen zur Stromerzeugung

Der Anteil dezentraler Mikro-KWK an der Stromerzeugung in 2025 ist insgesamt verschwindend gering. Im Bereich der Mikro-KWK (elektrische Leistung kleiner 5 kW) werden als Technologien Verbrennungsmotoren, Stirlingmotoren und Brennstoffzellen eingesetzt. Die vornehmlich verwendeten Brennstoffzellen (BZ) erreichen 2025 Wirkungsgrade von 35 %, die Stirlingmotoren 30 %. Als BZ werden PEM-Technologien mit Reformern zum Einsatz von Erdgas verwendet. Das Gas wird über bereits heute bestehende Erdgasnetze verteilt, da die Investitionskosten sehr hoch sind. Sie betragen wesentlich mehr als 1000-1500 €/kWel.. Der Anteil an der Wärmeversorgung bezogen auf Haushalte mit Brennstoffzellen ist ebenfalls im Jahr 2025 ganz gering.

Verschwindend geringe Marktanteile

Der Anteil dezentraler Mini-KWK (elektrische Leistung größer 5 kW) an der Stromerzeugung in 2025 macht 2 % aus. Hier werden in 2025 große Motoren mit durchschnittlichen Wirkungsgraden von 35 %, Mikrogasturbinen mit Wirkungsgraden von 30 % und BZ mit Wirkungsgraden von 45 % eingesetzt, alle Anlagen überwiegend mit Erdgasversorgung.

Vornehmlich werden als BZ-Technologien SOFC, aber auch MCFC und in noch geringerem Maße PEM bei Gewerbe, Handel, öffentlichen Einrichtungen oder in kompletten Wohngebieten eingesetzt. Die Investitionskosten betragen mehr als 700 €/kW elektrisch.

Dezentrale Anlagen zur Stromerzeugung auf Basis Erneuerbarer Energien

Auf Grund eines moderat höheren Marktpreises für Strom im Vergleich zu heute sind trotz höherer Stromgestehungskosten im Bereich dezentraler Anlagen auf Basis Erneuerbarer Energien in Einzelfällen auch kleine Biomasse-Anlagen wettbewerbsfähig und werden daher ausgebaut. Ferner werden in gegenwärtigem Umfang Windanlagen (onshore), kleine Wasserkraftwerke, Photovoltaik und Solarthermie genutzt. Der Anteil dezentraler Anlagen gespeist durch Quellen Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung liegt im Jahre 2025 etwa auf heutigem Niveau (ca. 5 %).

Allenfalls kleine Anlagen sind konkurrenzfähig

Dezentrale Anlagen im Bereich Wasser/Abwasser

Im Sektor Wasser wirft die städtische Agglomeration mit ihrer dichten Bebauung in Bezug auf eine ausreichende Versorgung mit Frischwasser Probleme auf. Daher führen ordnungsrechtliche Vorgaben nach 2020 zu Einsparungen an Wasser und zur verstärkten Nutzung von Grauwasser-Recycling. Somit gelangen dezentrale Aufbereitungstechnologien (Wasser / Abwasser) zum Einsatz mit dem Ziel der effizienten Schadstoffabtrennung und der Einsparung von Rohwasser durch Kreislaufführung von Wasserströmen. Insbesondere Membran- und Desinfektionsanlagen ermöglichen es, Wasserkreis-

Ordnungsrechtliche Vorgaben bringen dezentrale Anlagen in den Markt

läufe sehr hoher Qualität (Trinkwasserqualität) aufzubauen und neue Wasserressourcen zu erschließen (z.B. Regenwasser). Regenwasserrecycling wird insbesondere in ländlichen Gebieten genutzt. Der Grad der Marktdurchdringung bezogen auf die Gesamtzahl der Gebäude in Deutschland beträgt für die Regenwassernutzung 20 %. Grauwasserrecycling wird vor allem in den Städten, insgesamt jedoch in 15% aller Gebäude eingesetzt, die Urinseparation hat keinen Markt.

Membranverfahren können in der Regenwasser- und/oder Grauwasseraufbereitung eingesetzt werden. Sie gelangen mit einer Marktdurchdringung von 15 % zum Einsatz bei Grauwasser, 5 % Markteindringung erhalten sie bei der Regenwasseraufbereitung.

Verschiedene Verfahren zur Wärmerückgewinnung aus Abwasser erzielen eine Marktdurchdringung von 5 %.

Für die dezentrale Abwasserentsorgung bestehen Grenzen durch die hohe Baudichte. So wird der Einsatz einer derartigen Entsorgung nur in „echten“ Neubaugebieten eingeführt. Im gewerblich industriellen Bereich ist Abwasser-Recycling bereits ein Selbstläufer.

Nachfrageseitige Technologien im Bereich Stromanwendung und Wärme

Nachfrageseitig werden durch die Entwicklung von verbrauchsarmen Technologien im Rahmen des technischen Fortschritts Effizienzsteigerungen erreicht. Im Bereich Strom als Endenergie sind bei den privaten Haushalten der Oberschicht Reduktionen von Gas/Strom durch Einsparungen von Warmwasser, beim Waschen/Trocknen/Spülen, beim Kühlen/Gefrieren, bei der Unterhaltungselektronik sowie beim Kochen erzielt. Beim Gewerbe liegen die Stromsparerfolge in mechanischen Anwendungen sowie bei der Industrie in der Nutzung von Druckluft.

Effizienzsteigerungen um 5 Prozent

Im Bereich der Raumwärme sind die Reduktionen in wärmetechnischen Verbesserungen der Hülle von Wohngebäuden und auch anderen Gebäuden zu suchen. Verbunden ist mit all diesen Maßnahmen zur Effizienzsteigerung auf Grund der geringen Zahl der Durchführungen eine Reduktion des spezifischen Strom/Gasbedarfs je Nutzung in 2025 gegenüber 2000 um 5 %.

Nachfrageseitige Technologien im Bereich Wasser

Im Wassersektor bestehen auch nachfrageseitig technische Einsparungen im Haushaltsbereich vor allem durch Einführung wassersparender Armaturen (Toiletten-Spülkästen, Duschen und Perlatoren), durch die Reduktion des Wasserverbrauches von Haushaltsgeräten (Wasch- und Spülmaschinen) sowie durch Einsparung von Trinkwasser beim Einsatz wasserloser Systeme (z.B. Vakuumtoiletten) zur Bekämpfung der Wasserknappheit vor allem in den Ballungszentren. Die Einsparpotenziale betragen in 2025 im Bereich zwischen 5 bis 10 % des spezifischen Wasserbedarfs je Nutzung, verglichen mit dem Jahr 2000 auf Grund der begrenzten Möglichkeiten ihrer Verbreitung infolge geringer Kaufkraft des größten Teils der Bevölkerung.

Einsparungen von 5 bis 10 Prozent

TK-Technologien als Enabler für die anderen Versorgungstechnologien

Gegenwärtig werden alle Anwendungen von Smart-Building mit getrennter Software durchgeführt, daher ist der Markt sehr heterogen und dispers; in 2025 wird dagegen eine einheitliche Plattform verwendet (z.B. auf der Basis des Internetprotokolls). Erforderlich ist dazu eine Standardisierung über die Versorgungssektoren hinweg, sowie eine Koordination mit den Geräteherstellern. Ferner erfolgen koordiniert von Seiten der TK-Unternehmen Angebote zu Flatrates, drahtlosen Übertragungstechnologien und webbasierten Applikationen. Unterstellt wird, dass im Jahr 2025 alle Benutzer mit einer graphischen Oberfläche vertraut sind. So ermöglicht der Zugang via Internet das Angebot von aktiven Bedienungsanleitungen, die auf dem Server der TK-Unternehmen bereit stehen.

Einheitliche Plattform seitens des TK als Voraussetzung für Smart-Building

Netzstrukturen in 2025

Die Struktur der Netze im Stromsektor verändert sich nicht wesentlich. Aktive Netze bleiben auf Pilotprojekte beschränkt. Im TK-Sektor erfolgt eine separate Optimierung von Festnetz und Mobilfunk.

Effizienzsteigerung in alten Strukturen

Die Tendenz zu zentralen Siedlungsstrukturen findet ihre Fortsetzung in zentralen technischen Strukturen. So braucht beispielsweise das bestehende Leitungsnetz für Gas und Fernwärme in städtischen Gebieten nur punktuell durch Nahwärmesysteme ergänzt zu werden (z.B. in Neubaugebieten). Auch wird kein Ausbau des Transportnetzes für Gas bis 2025 vorgenommen.

Stromspeichertechnologien

Die Wirtschaftlichkeit des Energiesystems hängt nicht nur mit der Effizienz der Anlagen oder der Netze zusammen, sondern auch mit Stromspeichertechnologien. Mit ihnen wäre die Nutzung Erneuerbarer Energien, die unregelmäßig verfügbar sind, wie Windkraft und Photovoltaik, besser in das Gesamtnetz zu integrieren. Auch der Einsatz dezentraler Technologien mit fluktuierender Erzeugung wird mit einer kostengünstigen Speicherung erleichtert.

Technologien kaum im Einsatz

Solche Technologien umfassen Speicher für Wasserstoff, neue Batteriesysteme, supraleitende Spulen, innovative Kondensatoren sowie Schwungmassenspeicher, Druckluftspeicher etc..

Die Entwicklung solcher Speicher ist dadurch gekennzeichnet, dass auf Grund nur geringer Kostendegression und der engen Kopplung an Einzelanlagen Erneuerbarer Energien in 2025 nur Kapazitäten von unter 1 % zur Verringerung der Regelernergie zu marktfähigen Preisen verfügbar sind.

Ressourcen und weitere Aspekte der Versorgungssicherheit

Herkunft der Ressourcen zur Stromerzeugung

Als heimische Energieträger stehen Braunkohle und die Erneuerbaren Energien (Wasser, Wind, Biomasse, Sonne) zur Verfügung, wobei alle heimischen Energieträger im Jahr 2025 nicht mehr subventioniert werden. Wegen ihrer Kosten, die weit über den Weltmarktpreisen liegen, spielt die heimische Steinkohle keine nennenswerte Rolle mehr. Die deutschen Erdgasvorräte sind bis 2025 aufgebraucht.

Energieträger in Art und Herkunft stark differenziert

Eine Diversifikation der Energieträgerstruktur liegt vor. Jedoch ist die Zahl an räumlich zugänglichen Versorgungsquellen eingeschränkt. Denn Erdgas stammt aus Russland, Niederlanden, Norwegen. Es wird aus diesen Ländern über die bestehenden Pipelines angeliefert.

Mikro-KWK wie Stirlingmotoren, Verbrennungsmotoren oder Brennstoffzellen (BZ) erhalten Zuführungen von Erdgasnetz und/oder Biogas. Regenerativ erzeugter Wasserstoff wird dem Erdgasnetz in geringem Maße beigegeben. Reformer der BZ sind als Erdgas oder Biogas-Reformer ausgelegt. Reiner H₂ gelangt in 2025 nur in Nischenanwendungen bei BZ zum Einsatz. Mini-KWK werden überwiegend mit Erdgas versorgt. Die Gase aus Erneuerbaren Energien umfassen Klärgas, Deponiegas sowie die Produkte aus der Vergasung von Biomasse und biogenen Abfällen. Diese können entweder direkt vor Ort genutzt (Verbrennung vor Ort) oder in das Gasnetz eingespeist werden. Die Gase aus Erneuerbaren Energien decken 2025 weniger als 1 % des Gasbedarfs des Jahres 2004. Die gesamte Produktion wird vor Ort verbrannt.

Steinkohlekraftwerke werden gespeist durch Importkohle aus Ländern wie Südafrika, Australien oder Kolumbien.

Gesichtspunkte rechtlicher und technischer Absicherung zur Gewährleistung von Versorgungssicherheit

Zur Sicherung der Versorgung tragen bestimmte Maßnahmen bei, wie langfristige Lieferverträge für Rohstoffe (z.B. Öl und Gas) sowie eine Einteilung der Kunden nach ihrem Prioritätsgrad bezüglich Sicherung ihrer Versorgung („abschaltbare Kunden“).

Fortschreibung bewährter Sicherheitsprinzipien

Unter Datenschutzgesichtspunkten gelten im Umgang mit Smart-Building-Anwendungen anfallende Nutzungsdaten v.a. solche Daten als kritisch, welche Hinweise auf An- bzw. Abwesenheit geben. Die reinen Verbrauchsdaten werden hingegen als weniger sensibel bewertet als bspw. Verbindungsdaten (bzgl. Uhrzeit und mit welchem anderen Teilnehmer) im Telefonverkehr. Insofern die Abhängigkeit der Gesellschaft von TK-Diensten insgesamt deutlich zunimmt, erhält der TK-Sektor verstärkt Versorgungscharakter.

In Bezug auf die technische Sicherheit und Verfügbarkeit der Smart-Building-Technologien werden überwiegend dieselben Sicherheitsprinzipien wie auch heute schon bzgl. vergleichbarer Technologien verfolgt. Die Hausanlagen funktionieren teilauto-

nom, d.h. sie erfüllen basale Grundfunktionen, auch wenn die TK-Steuerung ausfällt. Als Vorsorge gegen Störfälle werden z.T. redundante Steuerungssysteme eingesetzt, z.T. gehen die Systeme in einen „sicheren“, vordefinierten Zustand über, wenn die Steuerung ausfällt.

Bei Anlagen und Netzen (jetzt Strom, Gas, Wasser) erfolgt im Hinblick auf technische Sicherheitsaspekte eine zustandsorientierte Kontrolle mit etwaiger Wartung. Dies bedingt einen geringeren routinemäßigen Aufwand.

Für eventuelle Ausfälle im Sektor Strom sind Vorkehrungen getroffen, die einen großflächigen Ausgleich durch Umschalten von Netzbereichen bedingen. Die Folge dieser Vorgehensweise sind geringere Kapazitätsreserven.