

SZENARIEN DES ENERGIEBEDARFS UND DER ENERGIEVERSORGUNG MIT UND OHNE KERNENERGIE FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG

U. Fahl, A. Voß, R. Friedrich, M. Kaltschmitt

Institut für Kernenergetik und Energiesysteme, Universität Stuttgart,
Pfaffenwaldring 31, 7000 Stuttgart 80 (Vaihingen)

Vor dem Hintergrund der durch das Reaktorunglück in Tschernobyl erneut ausgelösten Diskussion um die Kernenergie hat die Landesregierung von Baden-Württemberg in Wahrnehmung ihrer energiepolitischen Verantwortung im Sommer 1986 ein Gutachten mit der folgenden Zielsetzung in Auftrag gegeben: "Ziel des Gutachtens ist es, technisch mögliche Wege einer langfristig gesicherten Energieversorgung Baden-Württembergs umfassend zu analysieren und hinsichtlich ihrer ökologischen und gesellschaftlichen Auswirkungen zu bewerten. Dabei ist insbesondere zu untersuchen, ob und in welchem Umfang und in welchen Schritten auf den Einsatz der Kernenergie verzichtet werden kann und welche Konsequenzen damit verbunden wären".

Im Rahmen dieses umfassenden Gutachtens wurde eine systematische Analyse möglicher energetischer Zukunftsperspektiven sowie der energiepolitischen Gestaltungs- und Handlungsmöglichkeiten durchgeführt. Hierzu wurde der Szenario-Ansatz benutzt. Unter einem Szenario ist dabei die Beschreibung einer zukünftigen Entwicklung des Energiesystems auf der Basis vernünftiger, in sich konsistenter Annahmen zu verstehen. Mit Hilfe der Szenarien sollen die Auswirkungen unterschiedlicher exogener Einflußfaktoren auf die Energieversorgung Baden-Württembergs aufgezeigt werden, deren Entwicklung unsicher ist, unterschiedliche Vorstellungen über die zukünftige Energieversorgung quantitativ dargestellt werden, um sie damit rational diskutierbar zu machen und die Möglichkeiten und Wege zur Erreichung energiepolitischer Ziele identifiziert werden.

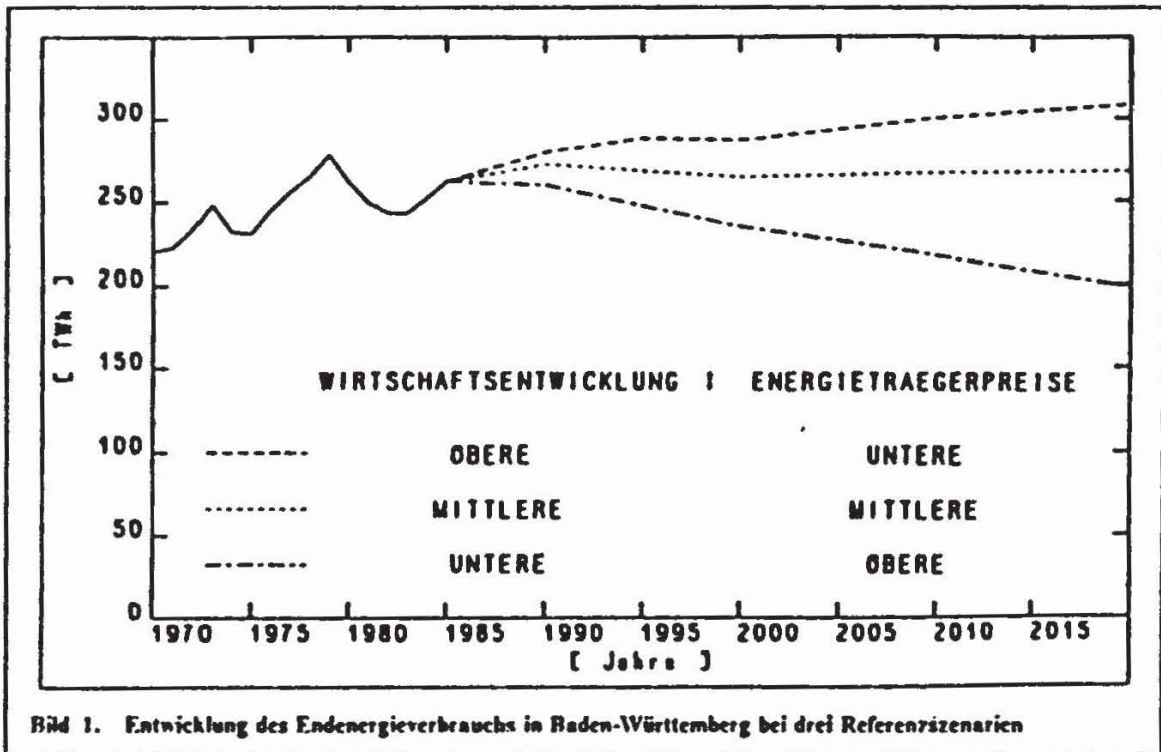
Die mit den Szenarien beschriebenen möglichen zukünftigen Entwicklungen von Energiebedarf und Energieversorgung dürfen dabei nicht als Prognosen, also Vorhersagen der zukünftigen Entwicklung mißverstanden werden. Sie dienen primär dazu, Informationen und Erkenntnisse über mögliche Zukunftsentwicklungen und ihre Zusammenhänge und Konsequenzen zu gewinnen, die notwendig und hilfreich bei der Festlegung der heute zu treffenden Entscheidungen sind.

Zunächst wird in sogenannten Referenzszenarien ein Spektrum möglicher Entwicklungen des zukünftigen Energieverbrauchs in Abhängigkeit von der Bevölkerungsentwicklung, der Wirtschaftsentwicklung und der Energiepreisentwicklung skizziert. Die Referenzszenarien dienen als Vergleichsmaßstab, um die quantitativen Wirkungen und Veränderungen in anderen Szenarien aufzuzeigen. Sie sind dadurch charakterisiert, daß sie von einer Fortsetzung der bisherigen Energiepolitik und einem Fortbestehen der energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen (einschließlich des "Jahrhundertvertrages") ausgehen.

Die durch die Referenzszenarien aufgespannte Bandbreite der zukünftigen Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Baden-Württemberg ist in Bild 1 dargestellt. Dabei ist je nach Szenario sowohl ein Zuwachs wie auch eine Abnahme des Endenergieverbrauchs ausgewiesen.

Für die Entwicklung des Stromverbrauchs ergeben sich in den drei in Bild 1 dargestellten Referenzszenarien die folgenden durchschnittlichen Wachstumsraten für die Zeiträume 1987 bis 2000 bzw. 2000 bis 2020:

- mittlerer Referenzfall : + 1,2 %/a bzw. + 0,7 %/a;
- oberer Referenzfall : + 1,7 %/a bzw. + 0,9 %/a;
- unterer Referenzfall : + 0,6 %/a bzw. -0,3 %/a;



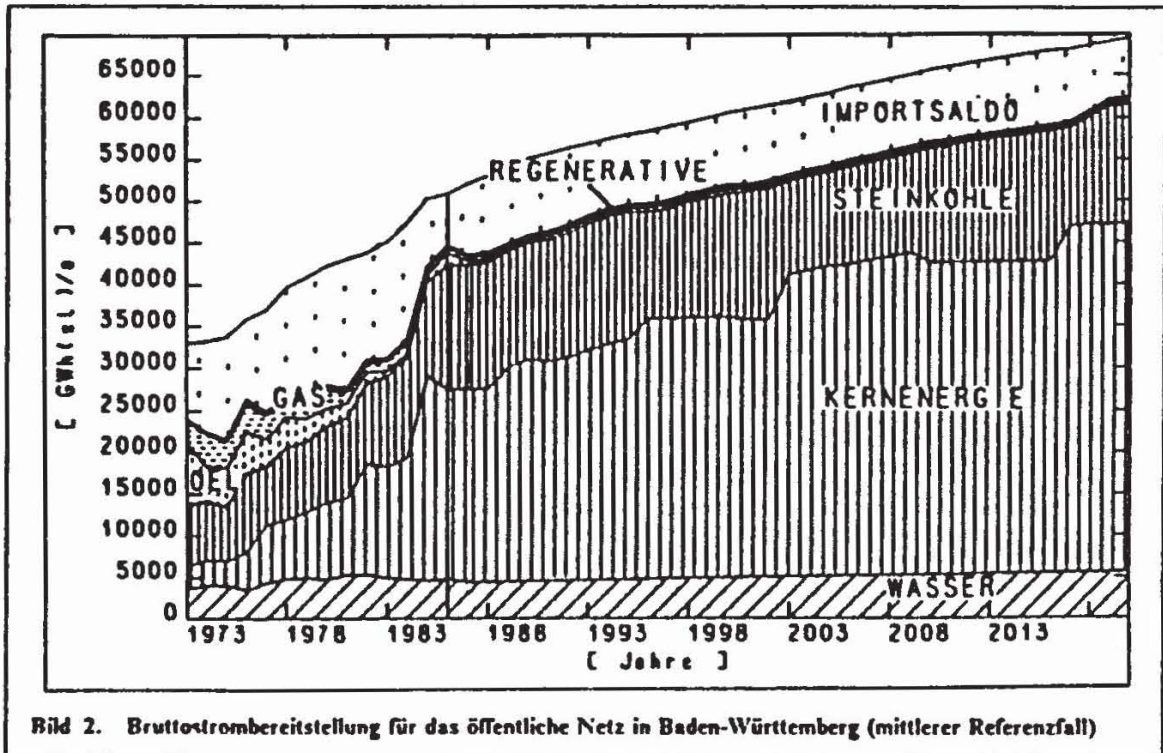
Die Wachstumsraten des Stromverbrauchs liegen damit deutlich höher als die des Endenergieverbrauchs. Sie sind aber auch deutlich geringer als in der Vergangenheit. Der Stromverbrauch steigt im mittleren und oberen Referenzfall von heute 48 TWh/a auf 65 bzw. 74 TWh/a in 2020 an. In der unteren Variante liegt er im Jahr 2020 auf dem heutigen Niveau.

Die Entwicklung der Stromerzeugung nach Energieträgern für das öffentliche Netz zeigt Bild 2 beispielhaft für das mittlere Referenzszenario. Der Strombedarfszuwachs wird vor allem durch Kernenergie gedeckt (Zubau je eines weiteren Kernkraftwerks in den Jahren 2003 und 2017).

Die Entwicklung der aus betriebswirtschaftlicher Sicht ermittelten Stromerzeugungskosten in Baden-Württemberg ist im mittleren Referenzszenario zunächst durch einen Anstieg um 2 Pf/kWh_w auf 16 Pf/kWh_w bis 1989 gekennzeichnet. Bis zur Jahrhundertwende gehen sie auf ein Niveau von 10 Pf/kWh_w zurück. Der hohe Anteil relativ neuer Kraftwerke an der derzeit installierten Kraftwerksleistung in Baden-Württemberg sowie die vergleichsweise geringen Stromverbrauchszuwachsraten in den Referenzszenarien sind wesentliche Gründe für diesen Rückgang. Nach 2002 ergeben sich dann real gleichbleibende Stromerzeugungskosten. Die Entwicklung der Stromerzeugungskosten verläuft in allen Referenzszenarien ähnlich. Wesentlicher Grund dafür ist, daß in allen Referenzszenarien heimische Kohle und Kernenergie den Hauptbeitrag zur Stromerzeugung leisten. Die Ergebnisse der Referenzszenarien deuten darauf hin, daß zukünftig eher mit sinkenden als mit steigenden realen Strompreisen zu rechnen ist.

Die ausgewiesenen Stromerzeugungskosten enthalten die Kosten, die durch den Jahrhundertvertrag entstehen. Würde man statt heimischer Kohle beim mittleren Referenzfall Importkohle einsetzen und zudem die Kernkraftwerksleistung nicht reduzieren, so würden die Strombereitstellungskosten zwischen

1988 und 1995 um durchschnittlich 750 Mio. DM/a bzw. 1,5 PflkWh_a niedriger liegen. Nach 1995 ergäben sich durch den Einsatz von Importkohle statt heimischer Kohle Kostenminderungen von 510 Mio. DM/a bzw. 0,9 PflkWh_a, wobei berücksichtigt ist, daß die Abnahmeverpflichtungen für heimische Kohle in den Referenzfällen nach 1995 reduziert werden.



Den Referenzszenarien werden verschiedene Entwicklungen gegenübergestellt, die sich mit den folgenden Fragestellungen befassen:

- Rationelle Energieverwendung;
- Kraft-Wärme-Kopplung;
- Erneuerbare Energiequellen;
- Preisgünstige Stromversorgung;
- Verminderung der SO_2 - und NO_x -Emissionen;
- Verstärkter Einsatz heimischer Energieträger;
- Auswirkungen eines Kernenergieverzichts;

Aus der Vielzahl denkbarer Kernenergieverzichtsvarianten werden zwei ausgewählt und zwar ein

- sofortiger Ausstieg im Jahr 1988 (Ausstieg 1988) und ein
- mittelfristiger Ausstieg bis zum Jahr 2000 (Ausstieg 2000).

Außerdem wurde eine Unterscheidung bezüglich der Preiswirkung eines Kernenergieverzichts auf den Weltenergiemärkten gemacht, indem einmal keine Preisänderung und zum anderen eine Preiserhöhung unterstellt wurde. Die Auswirkungen eines Kernenergieverzichts können in den folgenden vier Punkten zusammengefaßt werden:

1. Kostenwirkungen

Für den Fall, daß keine Veränderungen der Weltmarktpreise für Energie unterstellt werden, erhöhen sich die spezifischen Stromerzeugungskosten nach dem Jahr 2000 um 3,5 bis 4 PflkWh_a. Im Fall der Preis-

rückwirkung ergeben sich Stromgestehungskosten, die im Jahr 2000 etwa 5 *Pf/kWh*, und im Jahr 2020 fast 8 *Pf/kWh*, über denen des Referenzszenarios liegen. Im Szenario Ausstieg 2000 erhöhen sich damit die jährlichen Aufwendungen für die Stromerzeugung um 1,6 - 2,5 Mrd. DM im Jahr 2000 bzw. 2,2 - 4,8 Mrd. DM im Jahr 2020. Aufsummiert über den gesamten Zeitraum errechnen sich die Mehrkosten der Strombereitstellung (Barwert 1986) zu 23 bzw. 41 Mrd. DM.

2. Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen

Des weiteren muß festgehalten werden, daß bei einem Kernenergieverzicht sich infolge des notwendigen Kohleimports ein Teil der Nachfrage ins Ausland verlagert, während die Wertschöpfung bei Kernenergienutzung im Inland anfällt. Die höheren Stromgestehungskosten im Falle eines Kernenergieverzichts deuten darauf hin, daß für den gleichen Nutzen, nämlich die Versorgung mit Elektrizität, nunmehr Produktionsfaktoren eingesetzt werden müssen. Diese Produktionsfaktoren stehen damit für die Erzeugung anderer Güter und Dienstleistungen nicht mehr zur Verfügung. Von den im Falle eines Kernenergieverzichts zu erwartenden Erhöhungen des Strompreises sind auch wesentliche Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit der stromintensiven Industrie Baden-Württembergs zu erwarten. In Baden-Württemberg sind die folgenden Produktgruppen von Strompreisunterschieden besonders betroffen: Hüttenaluminium, Ferrolegierungen, leichte Stahlprofile, auf Basis Elektro Stahl, Zement, Papierhalbstoffe und holzschliffreiche Papiere sowie Holzfaser- und Spanplatten. Der Umsatz dieser Produktgruppen beträgt 1985 ca. 3,2 Mrd. DM, das sind 1,4 % des gesamten Umsatzes des Verarbeitenden Gewerbes.

3. Ausstieg 1988

Im Fall des Ausstiegs 1988 reicht die Leistung der übrigen Kraftwerke in Baden-Württemberg nicht aus, um die erwartete Winterhöchstlast zu decken. Um Versorgungsstörungen zu vermeiden, wären bis zur Mitte des nächsten Jahrzehnts zusätzliche Stromimporte notwendig, ehe die Leistung und Arbeit der stillgelegten Kernkraftwerke im wesentlichen durch neu zugebaute Kohlekraftwerke übernommen werden kann. Wie nicht anders zu erwarten, liegen die Kosten eines Ausstiegs 1988 in den Anfangsjahren deutlich über denen des Ausstiegs 2000. Die über den Zeitraum bis 2020 aufsummierten Mehrkosten dieser Kernenergieverzichtsvariante ergeben sich zu 28 bzw. 49 Mrd. DM.

4. Umweltwirkungen

Die wesentlichen Umweltwirkungen eines Kernenergieverzichts äußern sich in einer deutlichen Zunahme der SO_2 - und NO_x -Emissionen aus den Kraftwerken. Im Referenzfall (mit Nutzung der Kernenergie) ist die Emissionsentwicklung durch einen drastischen Rückgang der Emissionen von 81 000 t/a beim SO_2 und 56 200 t/a beim NO_x (1985) auf ein Niveau von nur 13 000 t/a zum Ende dieses Jahrzehnts gekennzeichnet. Bei beiden Schadstoffen führt der Verzicht auf die Kernenergie langfristig zu einer Erhöhung der Emissionen der Kraftwerke um rd. mehr als 300 % auf mehr als 40 000 t/a. Sie liegen damit aber immer noch unterhalb des Emissionsniveaus im Jahr 1985. Für das Kohlendioxid trifft dies nicht zu. Hier steigen die Emissionen der Kraftwerke von 12 Mio. t im Jahr 1985 auf 53 Mio. t im Jahr 2020 an. Dies ist mehr als das Dreifache der Menge im Falle der Kernenergienutzung.

LITERATUR:

Voß, A. (Projektleiter): Perspektiven der Energieversorgung - Möglichkeiten der Umstrukturierung der Energieversorgung Baden-Württembergs unter besonderer Berücksichtigung der Stromversorgung. Gutachten im Auftrag der Landesregierung von Baden-Württemberg, Stuttgart, November 1987