

# **IER**

Universität Stuttgart

Institut für Energiewirtschaft  
und Rationelle Energieanwendung

Leitung Prof. Dr. A. Voß

Institute for Energy Economics and the Rational Use of Energy  
Institut d'Economie Energétique et Utilisation Rationelle de l'Energie

## **Abschätzung der Höchstlast und der zur Verfügung stehenden Kapazitäten der Stromversorgung in Baden-Württemberg bis zum Jahr 2010**

U. Fahl, M. Kaltschmitt, A. Voß

**Inhaltsverzeichnis**

	<b>Seite</b>
1. Einleitung	1
2. Zur Verfügung stehende Leistung	7
3. Linearer Höchstlastansatz	9
4. Höchstlastansatz des Energiegutachtens	10
5. Höchstlastansatz von PROGNOSE	12
6. Höchstlastansatz des EWI	14
7. Schlußbetrachtung	16
Literaturverzeichnis	23

## 1. Einleitung

Für die Kraftwerksausbauplanung der Elektrizitätsversorgungsunternehmen bzw. der verschiedenen Genehmigungsbehörden in den Regionen spielt die Frage nach der Entwicklung der Höchstlast die entscheidende Rolle. Diese Frage gewinnt dabei eine noch stärkere Bedeutung, wenn man die in der jüngeren Vergangenheit beobachteten starken Stromverbrauchszuwachsraten betrachtet. Im Rahmen des Energiegutachtens Baden-Württemberg /Voß, 1987/ wurde z. B. im "mittleren" Referenzszenario (mittlere Wirtschaftsentwicklung, mittlere Energieträgerpreise) ein Anstieg des Nettostromverbrauchs zwischen 1985 und 1990 um 1,6 %/a von 52457 GWh/a auf 56860 GWh/a ermittelt. Im Zeitraum zwischen 1985 und 1989 konnte nun bereits ein Anstieg des Nettostromverbrauchs in Baden-Württemberg von 52457 GWh/a im Jahr 1985 auf 57889 GWh/a im Jahr 1989, d. h. um 2,5 %/a verzeichnet werden. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die in der jüngeren Vergangenheit anhaltend gute Wirtschaftsentwicklung in Baden-Württemberg eine der wesentlichen Ursachen für diesen Stromverbrauchsanstieg darstellt. Gemessen an der Wirtschaftsentwicklung wäre aus dem Energiegutachten das Referenzszenario mit der oberen Wirtschaftsentwicklung die "bessere" Vergleichsbasis. Wird dieses Szenario (mit mittlere Energieträgerpreisen) zugrunde gelegt, so steigt der Nettostromverbrauch von 52457 GWh/a im Jahr 1985 auf 57690 GWh/a im Jahr 1990, d. h. um 1,9 %/a. Hier liegt jedoch auch noch die im Energiegutachten unterstellte Wirtschaftsentwicklung mit einem jährlichen Wachstum von 2,7 %/a unter der beobachteten Steigerung des realen Bruttoinlandsproduktes von 3,3 %/a zwischen 1985 und 1989. Aus dieser Analyse folgt, daß die Frage nach der Entwicklung der Höchstlast aktueller denn je ist.

Unter dem Nettostromverbrauch wird hier die Summe aus dem Endenergieverbrauch an Strom, dem Stromverbrauch der Raffinerien, dem Pumpstromverbrauch und den Verlusten und dem Nichterfaßten verstanden. Nicht eingeschlossen ist der Kraftwerkseigenverbrauch. Für den Zusammenhang zwischen dem Nettostromverbrauch und der Höchstlast der gesamten Elektrizitätsversorgung in der Vergangenheit gibt es für Baden-Württemberg keine statistischen Unterlagen.

Nach internationaler Vereinbarung wird vom Bundesministerium für Wirtschaft stündlich für den 3. Mittwoch eines jeden Monats die Last in der öffentlichen Elektrizitätsversorgung in

der Bundesrepublik Deutschland und den Bundesländern statistisch erfaßt und die monatliche Höchstlast in den jährlichen Berichten des Bundeswirtschaftsministeriums zur Elektrizitätswirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland /BMW, 1990/ ausgewiesen.

Für die Aufstellung von Leistungsbilanzen, die Planung der Kraftwerksausbaus, die Ermittlung der erforderlichen Reserveleistung und weitere elektrizitätswirtschaftliche Überlegungen, also auch für die hier zu untersuchende Fragestellung, ist es aber notwendig, die tatsächliche Höchstlast zu kennen. Sie tritt in der Regel zu einem anderen Zeitpunkt als dem international vereinbarten Erfassungszeitpunkt auf. Seit 1964 ermitteln deshalb die DVG-Mitgliedsunternehmen regelmäßig - insbesondere in den Wintermonaten - in kurzen Zeitintervallen die Last in ihren Arbeitsbereichen. Aus diesen Daten wird jährlich die **zeitgleiche Höchstlast** der öffentlichen Elektrizitätsversorgung ermittelt. Für Baden-Württemberg sind diese Werte ab 1980 in der Tabelle 1-1 im linken Teil aufgeführt. Zwischen 1970 und 1979 sind die oben beschriebenen Höchstlastwerte des 3. Mittwochs dargestellt.

Um zu dem zu diesem Höchstlastwert der öffentlichen Elektrizitätsversorgung zugehörigen netzseitigen Stromverbrauch zu gelangen (vgl. Tabelle 1-1), muß man von den oben angesprochenen Nettostromverbrauchswerten den Pumpstromverbrauch und den Stromverbrauch der Industrie und der Deutschen Bundesbahn, der durch Eigenerzeugung gedeckt wird, subtrahieren. Es zeigt sich, daß sich in den vergangenen 20 Jahren die sog. Netzhöchstlast fast verdoppelt hat. Da aber der netzseitige Stromverbrauch mehr als eine Verdoppelung erfahren hat, ist die Ausnutzungsdauer der Netzhöchstlast von rd. 5100 h/a im Jahr 1970 auf ca. 5600 h/a im Jahr 1989 gestiegen. Dies zeigt, daß hier Vergleichmäßigungseffekte bei der Stromnachfrage in der Vergangenheit stattgefunden haben. Für die letzten 10 Jahre, in denen die zeitgleiche Höchstlast zugrunde gelegt werden konnte, schwankt die Ausnutzungsdauer der Netzhöchstlast um einen Mittelwert von 5530 h/a.

Wird unterstellt, daß die Höchstlast der Deutschen Bundesbahn der installierten Leistung entspricht, so errechnet sich für 1988 eine Ausnutzungsdauer der Bundesbahnkraftwerke von 5939 h/a. Die Benutzungsdauer der industriellen Kraftwerksleistung zur Eigenbedarfsdeckung am Tag der Höchstlast in Baden-Württemberg kann nur theoretisch ermittelt werden, da für die industriellen Eigenanlagen nur einmal jährlich am 3. Mittwoch eines jeden Dezembers

vom Statistischen Bundesamt die Höchstlast ermittelt wird. Wie bereits gezeigt wurde, tritt die zeitgleiche Höchstlast jedoch nur in Ausnahmefällen gerade an diesem Tag auf. Es ist jedoch davon auszugehen, daß die Ausnutzungsdauer hier etwas unter dem Wert der öffentlichen Versorgung liegt. Da in Baden-Württemberg der Anteil der industriellen Eigenerzeugung an der Stromerzeugung größer ist als der Anteil der Deutschen Bundesbahn, kann unterstellt werden, daß die Ausnutzungsdauer der Höchstlast für das gesamte Netz der Elektrizitätsversorgung in Baden-Württemberg (ohne Pumpstromverbrauch) leicht unterhalb der für das Netz der öffentlichen Versorgung berechneten Ausnutzungsdauer der Höchstlast liegt. Wird noch der Pumpstromverbrauch mit hinzugenommen, so ergeben sich die in der Tabelle 1-1 in dem rechten Teil aufgeführten Werte für das gesamte Netz der Elektrizitätsversorgung in Baden-Württemberg. Auch hier zeigt sich fast wieder eine Verdoppelung der Höchstlast von 5659 MW(ne) im Jahr 1970 auf 10084 MW(ne) im Jahr 1989. Der Zusammenhang zwischen dem Nettostromverbrauch und der Höchstlast der gesamten Elektrizitätsversorgung in Baden-Württemberg in den letzten 20 Jahren ist in Abbildung 1-1 dargestellt. Die hieraus ermittelten Ausnutzungsdauern der Höchstlast zeigt Abbildung 1-2. Hier ist ein nahezu linearer Zusammenhang, d. h. fast konstante Ausnutzungsdauern, festzustellen mit kleinen Ausreißern in beiden Richtungen. Ein linearer Ansatz für den Zusammenhang zwischen dem Nettostromverbrauch und der Höchstlast scheint aufgrund dieser ersten Analyse naheliegend zu sein.

Für die Projektion der Höchstlast für zukünftige Jahre sind einige Ansätze verfügbar, wobei der bereits erwähnte lineare Ansatz eine weite Verbreitung aufweist. Hier wird für eine angenommene Entwicklung des Nettostromverbrauchs die Entwicklung der Netzhöchstlast über die Übertragung der Wachstumsraten abgeleitet (vgl. Kapitel 3). Die weiteren in der Literatur zu findenden Ansätze zur Ermittlung der Höchstlast sollen im folgenden beispielhaft anhand des Ansatzes des Energiegutachtens Baden-Württemberg /Voß, 1987/ (vgl. Kapitel 4), des Ansatzes der PROGNOSES/ISI-Energiestudie 1989 für die Bundesrepublik Deutschland /PROGNOSES/ISI, 1989/ (vgl. Kapitel 5) sowie des Ansatzes des Gutachtens des Energiewirtschaftlichen Instituts (EWI) für Baden-Württemberg /Schmitt, u. a., 1983/ (vgl. Kapitel 6) diskutiert werden.

Grundlage für die Abschätzung der Höchstlast ist bei allen Ansätzen die Annahme oder die Abschätzung des Nettostromverbrauchs. Aufgrund der Entwicklung in der jüngeren Vergan-

genheit wird für Baden-Württemberg von einem wie oben definierten Nettostromverbrauch im Jahr 2000 von 67088 GWh/a (Wachstum von 1,35 %/a gegenüber 1989) /Fahl, u. a., 1990/ und im Jahr 2010 von 74751 GWh/a (Wachstum von 1,1 %/a gegenüber 2000) ausgegangen. Diese Werte entsprechen den Ergebnissen des Referenzszenarios mit oberer Wirtschaftsentwicklung und mittleren Energieträgerpreisen des Energiegutachtens Baden-Württemberg.

Um schließlich auch einen Vergleich der ermittelten Höchstlast mit der bis zum Jahr 2010 zur Verfügung stehenden Kapazität der Stromversorgung in Baden-Württemberg zu ermöglichen, wird zunächst in Kapitel 2 ein Ausblick auf den Kapazitätsbestand gegeben.

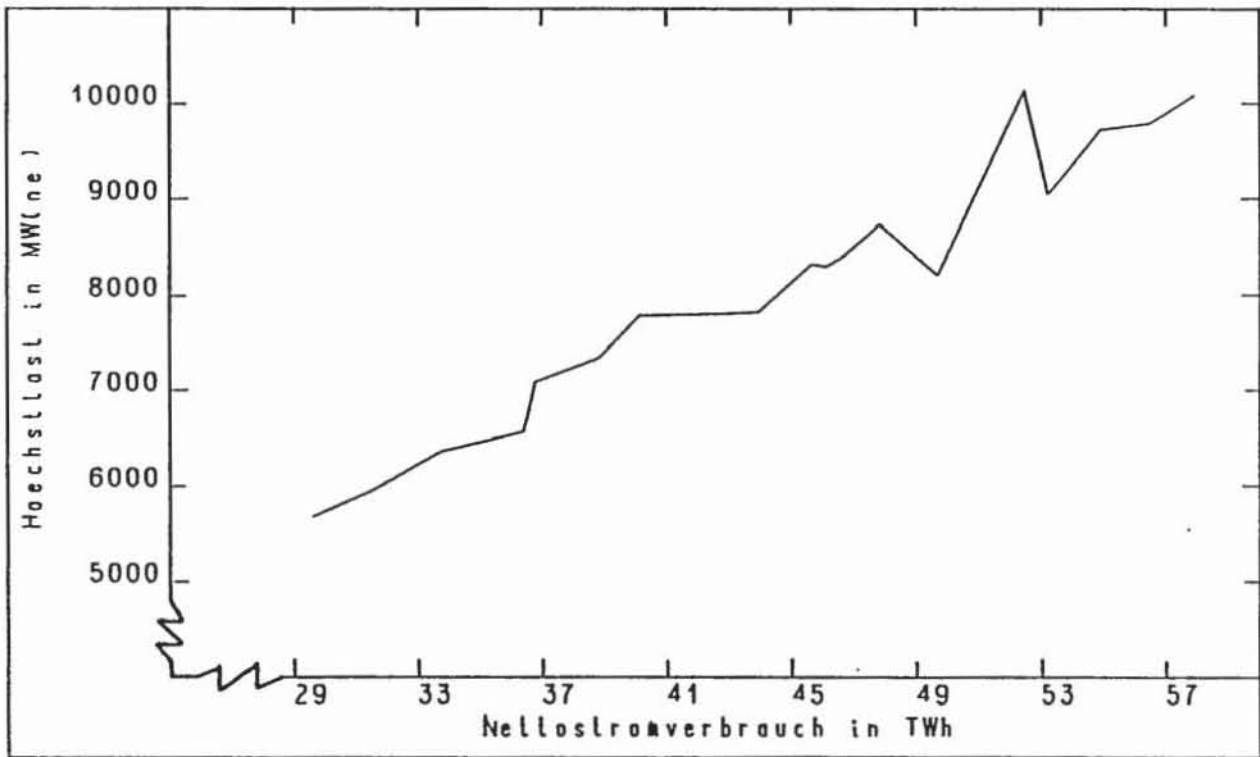


Abb. 1-1: Zusammenhang zwischen Nettostromverbrauch und Höchstlast der gesamten Elektrizitätsversorgung in Baden-Württemberg

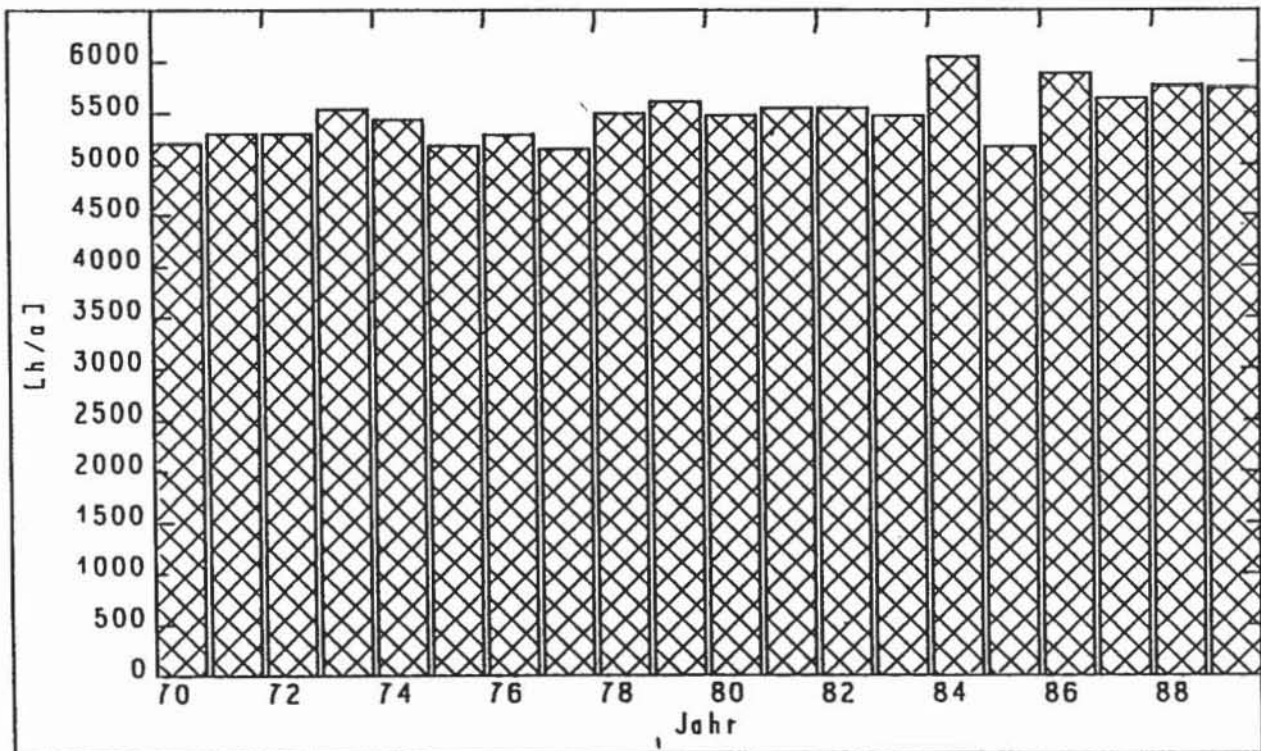


Abb. 1-2: Auslastung der Höchstlast des Netzes der gesamten Elektrizitätsversorgung in Baden-Württemberg in h/a

Tabelle 1-1

**Netzseitiger Stromverbrauch, Nettostromverbrauch, Jahreshöchstlast des  
Netzes der öffentlichen Versorgung und des Gesamtnetzes  
sowie Ausnutzungsdauern**

	Netz der öffentlichen Versorgung			Gesamtnetz		
	Netzseitiger Stromver- brauch	Höchstlast	Ausnut- zungs- dauer	Netto- stromver- brauch	Höchstlast	Ausnut- zungs- dauer
	GWh	MW(ne)	h/a	GWh	MW(ne)	h/a
1970	24.615	4.830	5.096	29.462	5.659	5.206
1971	26.294	5.157	5.099	31.520	5.950	5.297
1972	28.350	5.516	5.140	33.730	6.369	5.296
1973	30.716	5.686	5.402	36.400	6.573	5.538
1974	30.924	5.840	5.295	36.510	6.715	5.437
1975	31.910	6.238	5.115	36.790	7.094	5.186
1976	33.396	6.452	5.176	38.840	7.346	5.287
1977	34.696	6.836	5.075	40.140	7.793	5.151
1978	36.967	6.879	5.374	42.900	7.806	5.496
1979	38.137	6.962	5.478	43.940	7.827	5.614
1980	39.777	7.356	5.407	45.630	8.326	5.480
1981	40.097	7.410	5.411	46.090	8.302	5.552
1982	40.826	7.505	5.440	46.670	8.411	5.549
1983	42.273	7.850	5.385	47.830	8.739	5.473
1984	44.221	7.419	5.961	49.670	8.213	6.048
1985	46.482	9.161	5.074	52.457	10.133	5.177
1986	47.404	8.166	5.805	53.202	9.048	5.880
1987	48.939	8.776	5.576	54.902	9.723	5.647
1988	50.024	8.857	5.648	56.473	9.794	5.766
1989	51.378	9.134	5.625	57.889	10.084	5.741



## 2. Zur Verfügung stehende Leistung

Eine von den Elektrizitätsversorgungsunternehmen Baden-Württembergs durchgeführte Analyse der bis zum Jahr 2000 bzw. 2010 installierten Kraftwerksleistung, der Bezugs- und Lieferverträge sowie der nicht einsetzbaren Leistung, aufgeteilt auf die Lastbereiche der Grundlast, Mittellast und Spitzenlast, zeigt Tabelle 2-1. Es ergibt sich, daß von der im Jahr 1989 in Baden-Württemberg installierten Netto-Engpaßleistung in Höhe von 14157 MW bis zum Jahr 2000 noch 13998 MW und bis zum Jahr 2010 noch 13658 MW verfügbar sind.

Werden dabei noch die Bezugs- und Lieferverträge sowie die sonstigen Bedingungen berücksichtigt, so ergibt sich für das Jahr 2000 eine insgesamt für die Landesversorgung verfügbare Kraftwerks- und Bezugsleistung von 13696 MW(ne) und für das Jahr 2010 von 13098 MW(ne). Für die einzelnen Lastbereiche zeigt sich, daß für die Mittellast und für die Reserve zwischen dem Jahr 2000 und 2010 fast keine Änderung erfolgt, in der Grundlast werden jedoch im Jahr 2010 insgesamt 280 MW(ne) (u. a. durch die Außerbetriebnahme des Kernkraftwerks Obrigheim) sowie in der Spitzenlast insgesamt 358 MW(ne) weniger verfügbar sein als im Jahr 2000.

Tabelle 2-1

## Leistungsvorschau für die Stromversorgung Baden-Württembergs bis zum Jahr 2010 in MW(netto)

	2000				2010					
	Grund- last	Mittel- last	Spitzen- last	Reserve	Summe	Grund- last	Mittel- last	Spitzen- last	Reserve	Summe
Installierte Kraftwerks- Leistung	5.108	4.833	1.984	2.073	13.998	4.768	4.833	1.984	2.073	13.658
Anrechte fremder EVU	-86	-708	-925	0	-1.719	-86	-708	-925	0	-1.719
Nicht einsetzbar	-237	-180	-718	0	-1.135	-237	-180	-718	0	-1.135
Für Landesversorgung verfügbar	4.785	3.945	341	2.073	11.144	4.445	3.945	341	2.073	10.804
Bezugsverträge	977	941	1.154	0	3.072	1.037	981	796	0	2.814
Lieferverträge	-150	-370	0	0	-520	-150	-370	0	0	-520
<b>Verfügbare Kraftwerks- und Bezugsleistung</b>	<b>5.612</b>	<b>4.516</b>	<b>1.495</b>	<b>2.073</b>	<b>13.696</b>	<b>5.332</b>	<b>4.556</b>	<b>1.137</b>	<b>2.073</b>	<b>13.098</b>

### 3. Linearer Höchstlastansatz

Der lineare Höchstlastansatz geht von der Annahme aus, daß mit der Steigerung des Nettostromverbrauchs auch eine entsprechende Steigerung der Höchstlast des Netzes der gesamten Elektrizitätsversorgung verbunden ist. Übertragen auf die hier unterstellten Nettostromverbräuche von 67088 GWh/a im Jahr 2000 und 74751 GWh/a im Jahr 2010 würde somit die in Kapitel 1 ermittelte Netzhöchstlast von 10084 MW(ne) auf 11687 MW(ne) im Jahr 2000 und auf 13021 MW(ne) im Jahr 2010 steigen. Anders ausgedrückt heißt dies, daß die Ausnutzungsdauer der Höchstlast der Basisjahres (1989) mit 5741 h/a auch für die zukünftigen Jahre angesetzt wird.

Die Aufteilung auf die Lastbereiche erfolgt entsprechend, in dem die Anteile der Lastbereiche des Basisjahres in die Zukunft fortgeschrieben werden. Für das hier verwendete Basisjahr 1989 liegt eine solche Aufteilung nicht vor. Um jedoch einen Vergleich durchführen zu können, wird der noch zu diskutierende Ansatz des EWI (vgl. Kapitel 6) für das Jahr 1989 verwendet, wonach 55 % der Höchstlast der Grundlast, 30 % der Mittellast und 15 % der Spitzenlast zu zuordnen sind. Damit kann die Höchstlast von 10084 MW(ne) im Jahr 1989 zu 5546 MW(ne) auf die Grundlast, zu 3025 MW(ne) auf die Mittellast und zu 1513 MW(ne) auf die Spitzenlast aufgeteilt werden. Die Entwicklung bis zum Jahr 2010 zeigt Tabelle 3-1.

Tabelle 3-1

#### Entwicklung der Höchstlast nach dem linearen Ansatz

	1989	2000	2010
Nettostromverbrauch [GWh]	57.889	67.088	74.751
Grundlast [MW(ne)]	5.546	6.428	7.162
Mittellast [MW(ne)]	3.025	3.506	3.906
Spitzenlast [MW(ne)]	1.513	1.753	1.953
Höchstlast [MW(ne)]	10.084	11.687	13.021

#### 4. Höchstlastansatz des Energiegutachtens

Die Simulation des Elektrizitätssektors erfolgt im Rahmen des Energiegutachtens Baden-Württemberg /Voß, 1987/ auf der Basis von Tageslastgängen des Stromverbrauchs. Diese Tageslastgänge werden benötigt als Ausgangsgrößen zur Ermittlung:

- der Jahreshöchstlast,
- des Bedarfs an Grund-, Mittel- und Spitzenleistung,
- des benötigten Kraftwerkszubaues,
- des Einsatzes jedes einzelnen Kraftwerksblocks und damit der Aufteilung der Jahresarbeit auf die verschiedenen Kraftwerksblöcke.

Da es zu aufwendig wäre, die Lastgänge für alle 365 Tage eines Jahres zu berechnen, werden 9 typische Tage definiert und näher untersucht und zwar je ein Werktag, ein Samstag und ein Sonntag im Sommer, in der Übergangszeit und im Winter. Darüber hinaus wird aufbauend auf dem Lastgang des Winterwerktaages der Lastgang am Tag der höchsten Last ermittelt.

Um nun den Lastgang am Tag der Höchstlast zu berechnen, wird wie folgt vorgegangen. Der jährliche Stromverbrauch wird weitgehend disaggregiert, und zwar nach

- Verbrauchergruppen (Haushalte, 15 Branchen des Verarbeitenden Gewerbes, 7 Kleinverbrauchergruppen, Verkehr) und
- Verwendungszwecken (z. B. Kühlen, Prozeßwärme, Raumheizung usw.).

Für jede dieser Einzelkategorie wird ein Lastgang am Tag der höchsten Last im Basisjahr 1985 ermittelt. Diese Lastgänge werden mit der Entwicklung des Stromverbrauchs für jeden der Verbrauchssektoren gewichtet und addiert, um den gesamten Lastgang der Stromnachfrage am Tag der Höchstlast zu erhalten. Nicht berücksichtigt wird der Pumpstromverbrauch und der Verbrauch der Speicherheizungen.

Für die Stromverbrauchswerte des Referenzszenarios mit oberer Wirtschaftsentwicklung und mittleren Energieträgerpreisen des Energiegutachtens ergibt sich über das beschriebene Vorgehen im Jahr 2000 eine Höchstlast von 11645 MW(ne) und im Jahr 2010 von 12996 MW(ne) in Baden-Württemberg.

Aufgrund der Information, die aus der Lastganglinie für den Tag der höchsten Last gewonnen werden kann, ist es möglich, die Anteile der einzelnen Lastbereiche an der Höchstlast zu bestimmen. Insgesamt wird hier im Energiegutachten eine weitere Verstärkung der Lastnachfrage in Baden-Württemberg angenommen, so daß der Anteil der Grund- und Mittellast an der Höchstlast ansteigt (vgl. Tabelle 4-1)

Tabelle 4-1

**Entwicklung der Höchstlast nach dem Ansatz des Energiegutachtens**

	1989	2000	2010
Nettostromverbrauch [GWh]	57.889	67.088	74.751
Grundlast [MW(ne)]	5.546	6.660	7.432
Mittellast [MW(ne)]	3.025	3.684	4.112
Spitzenlast [MW(ne)]	1.513	1.301	1.452
Höchstlast [MW(ne)]	10.084	11.645	12.996

## 5. Höchstlastansatz von PROGNOSE

PROGNOS geht in der Energiestudie 1989 /PROGNOS/ISI, 1989/ für die Bundesrepublik Deutschland zur Abschätzung der Höchstlast von der Ausnutzungsdauer der Höchstlast des öffentlichen Netzes (vgl. Kapitel 1) aus. Der netzseitige Stromverbrauch ergibt sich im Jahr 2000 durch die Subtraktion des Verbrauchs der Industrie und der Deutschen Bundesbahn, der durch Eigenerzeugung gedeckt wird (im Referenzszenario mit oberer Wirtschaftsentwicklung und mittleren Energieträgerpreisen des Energiegutachtens 3412 GWh/a bzw. 1188 GWh/a), und des Pumpstromverbrauchs (1206 GWh/a im Jahr 2000 nach dem Energiegutachten) vom Nettostromverbrauch. Somit würde der netzseitige Stromverbrauch 61282 GWh/a im Jahr 2000 nach dem Referenzszenario mit oberer Wirtschaftsentwicklung und mittleren Energieträgerpreisen des Energiegutachtens betragen. Die entsprechende Subtraktion für das Jahr 2010 führt zu einem netzseitigen Stromverbrauch von 68919 GWh/a.

Mit diesen netzseitigen Stromverbräuchen ergibt sich dann die Netzhöchstlast der öffentlichen Versorgung über die Division mit einer angenommenen Ausnutzungsdauer der Höchstlast. Hier nimmt PROGNOSE an, daß die Ausnutzungsdauer auf einem hohen Niveau auch in Zukunft konstant gehalten werden kann. Für Baden-Württemberg wird somit für die vorliegende Untersuchung von einer Ausnutzungsdauer von 5600 h/a ausgegangen, was etwas über dem Durchschnitt der letzten 10 Jahre liegt (vgl. Kapitel 1). Hieraus resultiert eine Höchstlast für das Netz der öffentlichen Versorgung in Baden-Württemberg von 10943 MW(ne) im Jahr 2000 und von 12307 MW(ne) im Jahr 2010.

Hierzu muß nun noch der Anteil der Eigenerzeugung der Industrie und der Deutschen Bundesbahn addiert werden. Hier geht PROGNOSE für die Bundesrepublik Deutschland von einer auf dem Niveau von 1987 konstant bleibenden Ausnutzungsdauer von rund 4750 h/a aus. Wie bereits in Kapitel 1 gezeigt wurde, liegen die entsprechenden Werte für Baden-Württemberg weit höher bei rund 5400 h/a aufgrund des hohen Grundlastanteils der Stromerzeugung der Deutschen Bundesbahn. Damit ergibt sich insgesamt eine Höchstlast in Baden-Württemberg von 11868 MW(ne) im Jahr 2000 und von 13251 MW(ne) im Jahr 2010.

Eine Aufteilung der Höchstlast auf die Lastbereiche wird in der PROGNOSE-Studie nicht explizit vorgenommen. Die Analyse der Struktur der Engpaßleistung der Kraftwerke zeigt jedoch, daß hier rund 58 % für die Grundlast, ca. 31 % für die Mittellast und etwa 11 % für die Spitzenlast vorgesehen sind. Dadurch kann dann die in Tabelle 5-1 dargestellte Aufteilung der Höchstlast auf die Lastbereiche ermittelt werden.

Tabelle 5-1

**Entwicklung der Höchstlast nach dem Ansatz von PROGNOSE**

	1989	2000	2010
Nettostromverbrauch [GWh]	57.889	67.088	74.751
Grundlast [MW(ne)]	5.546	6.883	7.685
Mittellast [MW(ne)]	3.025	3.680	4.108
Spitzenlast [MW(ne)]	1.513	1.305	1.458
Höchstlast [MW(ne)]	10.084	11.868	13.251

## 6. Höchstlastansatz des EWI

Das Energiewirtschaftliche Institut (EWI) hat in der Studie für Baden-Württemberg /Schmitt, u. a., 1983/ einen ausführlich beschriebenen Ansatz zur Ermittlung der Höchstlast vorgestellt. Ausgangspunkt der Betrachtung ist wieder der Nettostromverbrauch, der jedoch um den Pumpstromverbrauch und den Verbrauch für die Speicherheizungen vermindert wird, die beide als nicht höchstlastwirksam eingestuft werden. Dadurch ergibt sich ein höchstlastwirksamer Stromverbrauch von 59784 GWh/a im Jahr 2000, wenn mit dem Referenzszenario mit oberer Wirtschaftsentwicklung und mittleren Energieträgerpreisen des Energiegutachtens ein Pumpstromverbrauch von 1206 GWh/a und ein Verbrauch der Speicherheizungen von 6098 GWh/a angenommen wird. Im Jahr 2010 sind insgesamt 66823 GWh/a höchstlastwirksam bei einem Pumpstromverbrauch von 1208 GWh/a und einem Verbrauch der Speicherheizungen von 6720 GWh/a. Der so ermittelte höchstlastwirksame Stromverbrauch wird nun durch die auf diesen Stromverbrauch bezogene Ausnutzungsdauer der Höchstlast dividiert.

Für die Ausnutzungsdauer der Höchstlast des Netzes der gesamten Elektrizitätsversorgung in Baden-Württemberg bezogen auf den Stromverbrauch ohne den Pumpstromverbrauch und den Stromverbrauch der Speicherheizungen liegt keine Zeitreihe der Vergangenheitswerte vor. Für das Jahr 1987 konnte für die so definierte Ausnutzungsdauer ein Wert in Höhe von 5139 h/a und für das Jahr 1988 ein Wert von 5253 h/a ermittelt werden. Das EWI gibt hier einen Wert zwischen 5100 und 5200 h/a als auch für zukünftige Zeitpunkte geltende Ausnutzungsdauer an.

Aus diesen Ausgangsparametern kann nun schon die erwartete Höchstlast für die hier untersuchten Fälle ermittelt werden. Für das Jahr 2000 wird eine Höchstlast in Höhe von 11609 MW(ne) bei einer Ausnutzungsdauer von 5150 h/a berechnet. Entsprechend ergeben sich für das Jahr 2010 Höchstlastwerte von 12975 MW(ne).

Für die Aufteilung der Höchstlast auf die Lastbereiche empfiehlt das EWI eine "optimale" Struktur von 55 % für die Grundlast, 30 % für die Mittellast und 15 % für die Spitzenlast. Damit ergibt sich die in Tabelle 6-1 aufgeführte Aufteilung der Höchstlast auf die Lastbereiche.



Die im Gutachten des EWI weiter ausführlich beschriebene Aufteilung des Nettostromverbrauchs auf die Lastbereiche spielt für die hier untersuchte Fragestellung der Entwicklung der Höchstlast im Vergleich mit der zur Verfügung stehenden Leistung der Stromversorgung in Baden-Württemberg keine Rolle und wird deshalb außen vorgelassen.

Tabelle 6-1

**Entwicklung der Höchstlast nach dem Ansatz des EWI**

	1989	2000	2010
Nettostromverbrauch [GWh]	57.889	67.088	74.751
Grundlast [MW(ne)]	5.546	6.385	7.136
Mittellast [MW(ne)]	3.025	3.483	3.893
Spitzenlast [MW(ne)]	1.513	1.741	1.946
Höchstlast [MW(ne)]	10.084	11.609	12.975

## 7. Schlußbetrachtung

Die hier diskutierten Ansätze zur Ermittlung der Höchstlast der Stromversorgung, der lineare Ansatz, der Ansatz des Energiegutachtens, der Ansatz von PROGNOSE und der Ansatz des EWI führen fast übereinstimmend zu einer Entwicklung der Höchstlast auf Werte zwischen 11600 und 11900 MW(ne) im Jahr 2000 bei der unterstellten Entwicklung des Nettostromverbrauchs aus dem Referenzszenario mit oberer Wirtschaftsentwicklung und mittleren Energieträgerpreisen des Energiegutachtens Baden-Württemberg. Im Jahr 2010 würde die Höchstlast dann zwischen 12950 und 13250 MW(ne) liegen. Dabei wird die Bandbreite von rd. 300 MW(ne) an der unteren Grenze jeweils durch den Ansatz des EWI und an der oberen Grenze durch den Ansatz von PROGNOSE bestimmt. Der Ansatz des Energiegutachtens liegt in der Mitte der beiden anderen Ansätze, jedoch mit den Höchstlastwerten näher an dem Ansatz des EWI, ebenso der lineare Ansatz (vgl. Abbildung 7-1 und Tabelle 7-1).

Bei der Aufteilung der Höchstlast auf die Lastbereiche wird über den Ansatz des EWI der Grundlast ein geringerer Anteil zugeordnet als im Energiegutachten und in der PROGNOSE-Studie. Die Ursache hierfür dürfte vielleicht im Erscheinungsjahr der Studie zu sehen sein, da inzwischen doch eine weitere Verstetigung der Stromnachfrage eingetreten ist bzw. eine weitere Verstetigung für die Zukunft erwartet wird, so daß somit die Grund- und Mittellast zu Lasten der Spitzenlast anteilmäßig an der Höchstlast zunehmen werden. Hier werden in den neueren Studien Anteilswerte zwischen 57 und 58 % für die Grundlast und zwischen 32 und 31 % für die Mittellast angesetzt bei einem Rückgang des Spitzenlastanteils auf rund 11 %. Eine solch veränderte Aufteilung kann u. a. auch damit begründet werden, daß der Anteil der Grundstoffindustrie am Stromverbrauch Baden-Württembergs geringer ist als im Bundesgebiet, so daß hier aufgrund des sich in Zukunft nicht vollziehenden Rückgangs der Grundstoffindustrie in Baden-Württemberg auch weiterhin der Grundlastbedarf zunehmen wird.

Entsprechend fallen auch die Differenzen zwischen der Grundlastbereitstellung und dem Grundlastbedarf bis zum Jahr 2010 in Baden-Württemberg im Energiegutachten und im PROGNOSE-Ansatz höher aus als beim EWI-Ansatz (vgl. Tabelle 7-1). Generell gilt aber, daß auch schon bis zum Jahr 2000 ein Bedarf an zusätzlicher Grundlastkapazität vorliegt.

Trotz der sehr guten Übereinstimmung der Ergebnisse der unterschiedlichen Ansätze erscheint es angebracht zu sein, die dahinter stehende Philosophie zu überdenken. In allen vorgestellten Ansätzen wird doch auf einem relativ hohen Aggregationsniveau vorgegangen, wobei der Ansatz des Energiegutachtens hier am weitesten fortgeschritten ist. Insbesondere die Frage der Temperaturabhängigkeit der Höchstlast wird in keinem der Ansätze erfaßt. Daß aber gerade der Temperatureinfluß eine entscheidende Rolle spielt, zeigen die Werte der Tabelle 1-1, wobei im Jahr 1985 (einem sehr kalten Jahr) ein Extremwert der Höchstlast auffällt.

Die Frage des Einflusses der Temperatur auf die Höchstlast wurde im Jahr 1988 von der DVG untersucht /DVG, 1989/. Für den in den Untersuchungen erfaßten Temperaturbereich mit Tagesmitteltemperaturen von  $-17\text{ °C}$  bis  $+10\text{ °C}$  zeigen die Ergebnisse einen linearen Zusammenhang zwischen Temperatur und Höchstlast mit einem Temperaturgradienten von  $0,4\text{ \%/°C}$ . Die Untersuchung der Höchstlastwerte der vergangenen Jahre ergab, daß im langjährigen Mittel die Winterhöchstlast bei einer Tagesmitteltemperatur von  $-6\text{ °C}$  auftrat. Dieser Temperaturwert entspricht somit dem durchschnittlichen Winter. Bei Abweichungen der Temperatur vom normalen Winterwert ergeben sich Abweichungen der Höchstlast vom Planwert. Bei sehr kalter Witterung mit Tagesmitteltemperaturen von  $-17\text{ °C}$ , wie sie u. a. in dem bereits erwähnten Winter 1984/85 auftraten, beträgt die Abweichung der Winterhöchstlast vom Planwert rd.  $4,4\text{ \%}$ . Nimmt man an, daß extreme Temperaturverhältnisse im allgemeinen zeitgleich in Baden-Württemberg auftreten, so muß man von einem zeitgleichen Eintreten der Jahreshöchstlasten bei allen Elektrizitätsversorgungsunternehmen ausgehen. Die entsprechende Zusatzlast beträgt erfahrungsgemäß  $2\text{ \%}$  der Summe der zeitgleichen Höchstlasten. Aus diesen beiden Komponenten resultiert ein Reservebedarf für Einflüsse der Temperatur auf die Jahreshöchstlast von z. Z. rd.  $6,5\text{ \%}$ . Es erscheint hier wünschenswert, den Zusammenhang zwischen der Temperatur und der Jahreshöchstlast auf einer regionalen Basis genauer zu analysieren, um u. a. die Annahme des zeitgleichen Eintretens der Höchstlasten in den unterschiedlichen Regionen festigen zu können. Hier könnte mit Wahrscheinlichkeitsverteilungen des Temperaturverlaufs gearbeitet werden.

Neben dem Temperatureinfluß wird im Reservebedarf auf der Versorgungsseite auch der Einfluß von Störungen und Ausfällen im Kraftwerkspark einbezogen. Auch hier bietet sich

ein Vorgehen mit Wahrscheinlichkeitsverteilungen an, um die Reserveleistung ermitteln zu können, die die Versorgungssicherheit gewährleistet. Neben diesen beiden Aspekten ist es auch für die Bedarfsseite (Konjunktur usw.) notwendig, eine vernünftige Reserveplanung durchzuführen. Die in der Literatur genannten Werte einer Reserve in Höhe von 20 bis 25 % der Höchstlast sollte angesichts der Unsicherheit bezüglich der oben angesprochenen Punkte eher an der oberen Grenze angesiedelt werden. Eine genauere Analyse könnte hier neue Erkenntnisse bringen. Für einen Reservebedarf von 25 % der Höchstlast sind in Abbildung 7-2 die Ergebnisse für die Leistungsbereitstellung und den Leistungsbedarf für die unterschiedlichen Ansätze vergleichend dargestellt.

Ein weiterer kritisch anzumerkender Punkt bei den vorgestellten Ansätzen ist die Aufteilung der Höchstlast auf die Lastbereiche bei den verschiedenen Ansätzen. Die hier zum größten Teil nur abgeschätzten Anteilswerte sollten für die Kraftwerksausbauplanung durch das Resultat einer Optimierungsrechnung der existierenden bzw. der neu zu bauenden Anlagen unter Berücksichtigung der Nichtverfügbarkeit und anderer Randbedingungen, wie z. B. dem Kohlevertstromungsvertrag ersetzt werden.

Unter den hier diskutierten Ansätzen erscheinen die Ergebnisse des Energiegutachtens, was zum einen die Entwicklung der Höchstlast angeht aber auch bezüglich der Aufteilung auf die Lastbereiche bei der angenommenen Entwicklung des Nettostromverbrauchs, die Projektion darzustellen, die bezüglich der angesprochenen Kritikpunkte im Hinblick auf eine Kraftwerksausbauplanung schon am weitesten fortgeschritten ist. In Tabelle 7-2 sind diese Ergebnisse bezüglich der Entwicklung der Höchstlast und des Reservebedarfs der Leistungsvorschau für die Stromversorgung Baden-Württembergs gegenübergestellt. Die im Jahr 2000 existierenden Leistungsüberschüsse in der Mittellast reichen gerade aus, um das Defizit beim Reservebedarf decken zu können. Es verbleibt ein Grundlastdefizit im Jahr 2000 von rd. 1000 MW(ne). Bis zum Jahr 2010 verändert sich diese Situation weiter drastisch hin zu einem Grundlastdefizit von 2100 MW(ne) und einem Leistungsdefizit insgesamt von rd. 3150 MW(ne). Gemäß der hier vorliegenden Abschätzung bezüglich der Höchstlast und der zur Verfügung stehenden Kapazitäten der Stromversorgung in Baden-Württemberg müßten unter der unterstellten Entwicklung des Nettostromverbrauchs möglichst bald Schritte unternommen werden, damit das sich abzeichnende Leistungsdefizit geschlossen werden kann.

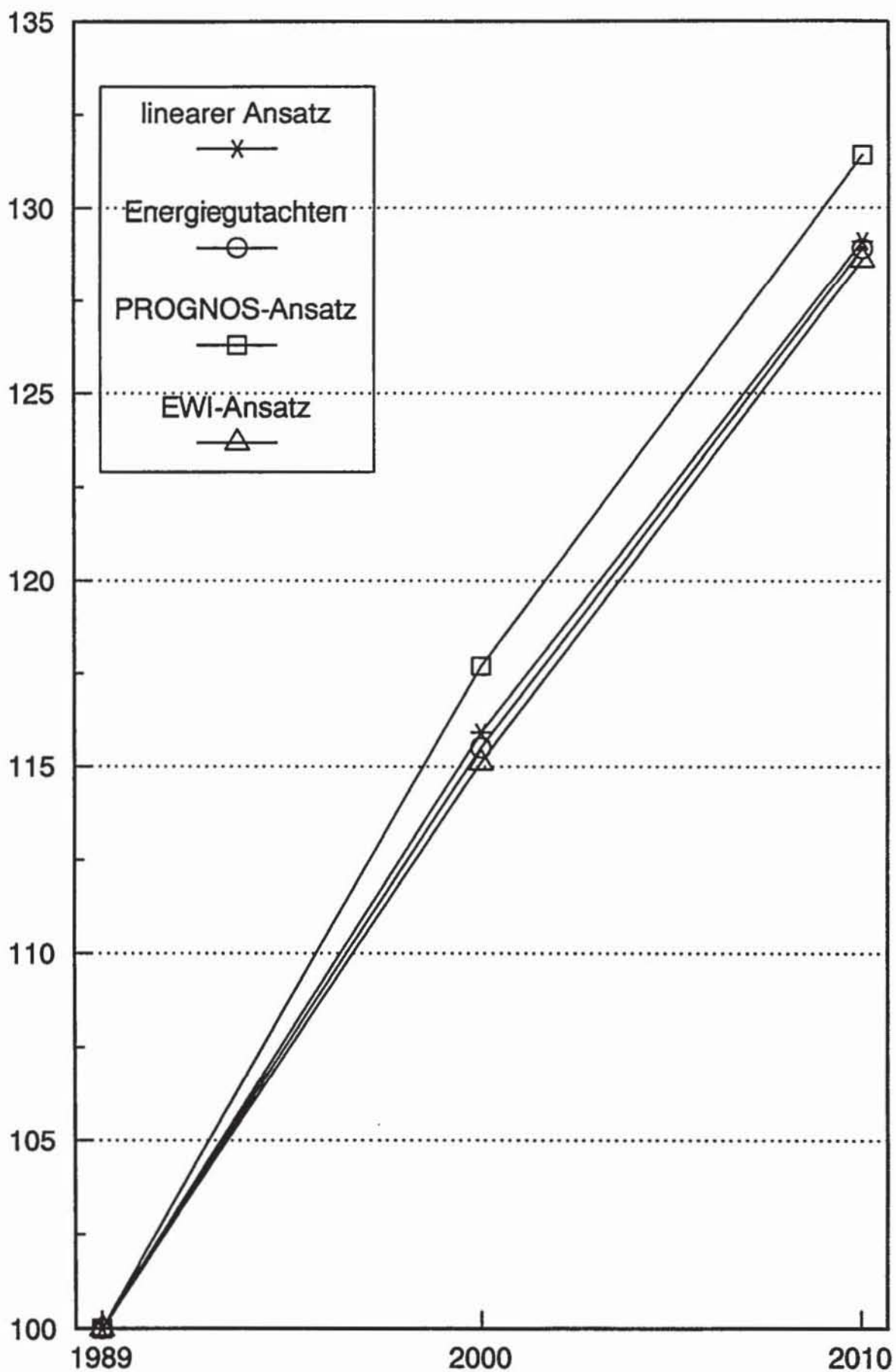
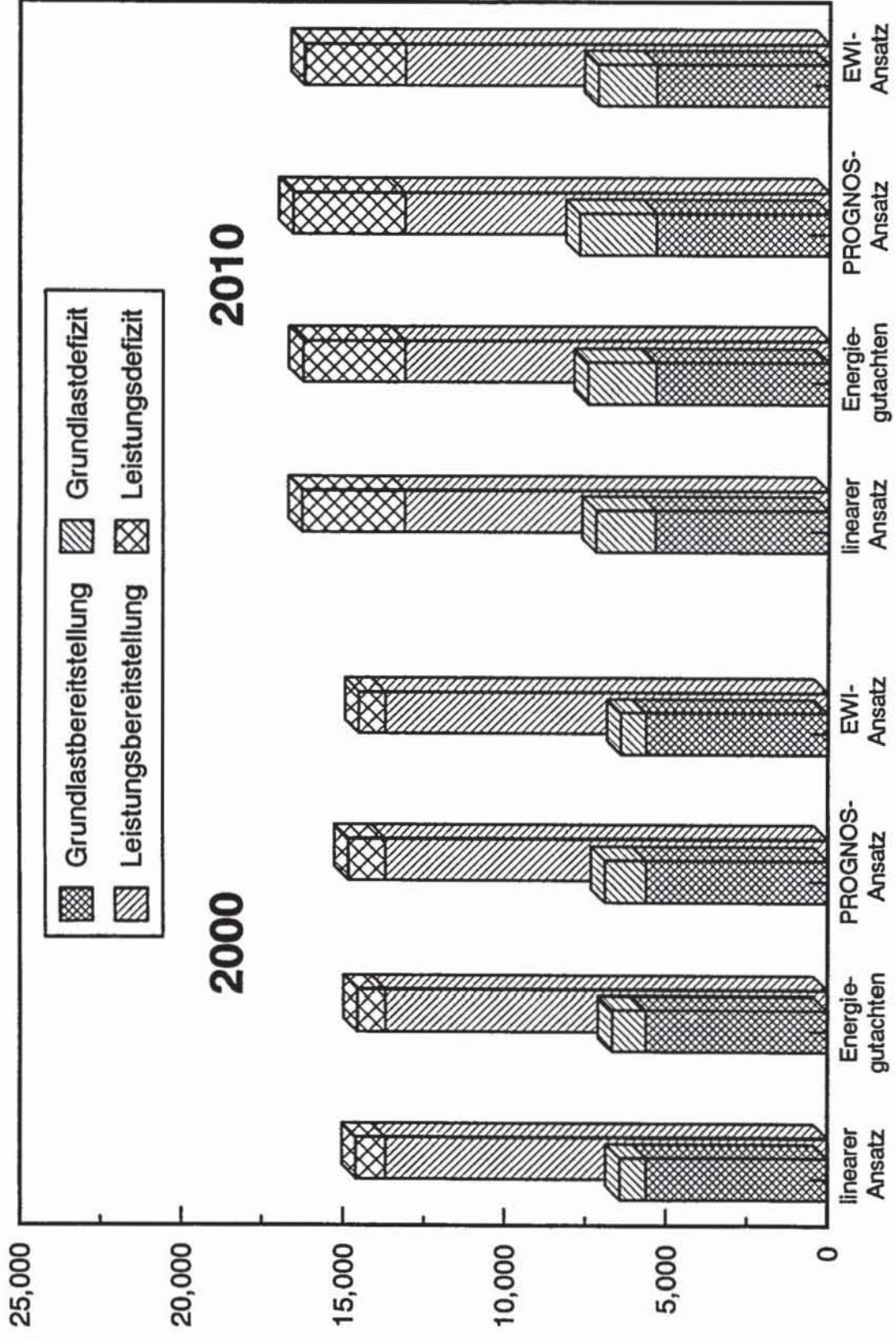


Abb. 7-1: Entwicklung der Höchstlast der gesamten Elektrizitätsversorgung in Baden-Württemberg bis zum Jahr 2010 nach verschiedenen Ansätzen (1989=100)

Tabelle 7-1

Vergleich der ermittelten Höchstlast nach unterschiedlichen Ansätzen mit der zur Verfügung stehenden Leistung in Baden-Württemberg bis zum Jahr 2010 in MW (netto)

	Verfügbare Leistung		Linearer Ansatz		Energiegutachten		Ansatz von PROGNOSE		Ansatz des EWI	
			Bedarf	Saldo	Bedarf	Saldo	Bedarf	Saldo	Bedarf	Saldo
<b>2000: 67.088 GWh</b>										
Grundlast	5.612	-816	6.428	-816	6.660	-1.048	6.883	-1.271	6.385	-773
Mittellast	4.516	1.010	3.506	1.010	3.684	832	3.680	836	3.483	1.033
Spitzenlast	1.495	-258	1.753	-258	1.301	194	1.305	190	1.741	-246
Höchstlast	11.623	-64	11.687	-64	11.645	-22	11.868	-245	11.609	14
Reserve	2.073	-849	2.922	-849	2.911	-838	2.967	-894	2.902	-829
Insgesamt	13.696	-913	14.609	-913	14.556	-860	14.835	-1.139	14.511	-815
<b>2010: 74.751 GWh</b>										
Grundlast	5.332	-1.830	7.162	-1.830	7.432	-2.100	7.685	-2.353	7.136	-1.804
Mittellast	4.556	650	3.906	650	4.112	444	4.108	448	3.893	663
Spitzenlast	1.137	-816	1.953	-816	1.452	-315	1.458	-321	1.946	-809
Höchstlast	11.025	-1.996	13.021	-1.996	12.996	-1.971	13.251	-2.226	12.975	-1.950
Reserve	2.073	-1.182	3.255	-1.182	3.249	-1.176	3.313	-1.240	3.244	-1.171
Insgesamt	13.098	-3.178	16.276	-3.178	16.245	-3.147	16.564	-3.466	16.219	-3.121



**Abb. 7-2: Leistungsbedarf und Leistungsbereitstellung der gesamten Elektrizitätsversorgung in Baden-Württemberg bis zum Jahr 2010 in MW(ne)**

Tabelle 7-2

## Leistungsvorschau für die Stromversorgung Baden-Württembergs bis zum Jahr 2010 in MW(netto)

	2000				2010					
	Grund- last	Mittel- last	Spitzen- last	Reserve	Summe	Grund- last	Mittel- last	Spitzen- last	Reserve	Summe
Installierte Kraftwerks- Leistung	5.108	4.833	1.984	2.073	13.998	4.768	4.833	1.984	2.073	13.658
Anrechte fremder EVU	-86	-708	-925	0	-1.719	-86	-708	-925	0	-1.719
Nicht einsetzbar	-237	-180	-718	0	-1.135	-237	-180	-718	0	-1.135
Für Landesversorgung verfügbar	4.785	3.945	341	2.073	11.144	4.445	3.945	341	2.073	10.804
Bezugsverträge	977	941	1.154	0	3.072	1.037	981	796	0	2.814
Lieferverträge	-150	-370	0	0	-520	-150	-370	0	0	-520
<b>Verfügbare Kraftwerks- und Bezugsleistung</b>	5.612	4.516	1.495	2.073	13.696	5.332	4.556	1.137	2.073	13.098
Höchstlast	6.660	3.684	1.301	-	11.645	7.432	4.112	1.452	-	12.996
Reservebedarf	-	-	-	2.911	2.911	-	-	-	3.249	3.249
<b>Leistungssaldo</b>	-1.048	832	194	-838	-860	-2.100	444	-315	-1.176	-3.147



## Literaturverzeichnis

BMWi, 1990:

Die Elektrizitätswirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland 1989, Statistischer Jahresbericht des Referats Elektrizitätswirtschaft im Bundesministerium für Wirtschaft, 41. Bericht, in: Elektrizitätswirtschaft, 89(1990), 21, S. 1111-1195

DVG, 1989:

Entwicklung der Höchstlast und Einfluß der Temperatur, in: Deutsche Verbundgesellschaft, Bericht 1988, Heidelberg, Juli 1989

Fahl, U., u. a., 1990:

Vergleichende Analyse der Ergebnisse des Energiegutachtens Baden-Württemberg und der PROGNOSES/ISI-Energiestudie 1989 für die Bundesrepublik Deutschland, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart, Dezember 1990

PROGNOS/ISI, 1989:

Die energiewirtschaftliche Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland bis zum Jahr 2010, Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft, Textband, Basel, Oktober 1989

Schmitt, D., u. a., 1983:

Entwicklung des Energieverbrauchs und seiner Deckung bis zum Jahre 1995 im Lande Baden-Württemberg, Studie im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft, Mittelstand und Verkehr des Landes Baden-Württemberg, Köln, Juli 1983

Voß, A., 1987:

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