

Kurzberichte

Strukturänderungen im Brennstoffverbrauch der Wärmekraftwerke

Die österreichische Elektrizitätswirtschaft erzeugte im Durchschnitt der letzten zehn Jahre rund 80% ihres Stromes aus Wasserkraften. Bodenbeschaffenheit und Klima bewirken starke Schwankungen der Wasserführung. Im langjährigen Durchschnitt (Regeljahr) fließt in den Monaten Mai und Juni doppelt so viel Wasser wie im Februar. Die tatsächliche Wasserführung schwankt sehr stark um diesen Durchschnitt. Das trockenste Jahr in den letzten 25 Jahren (1947) lag um 19% unter dem langjährigen Durchschnitt, das nasseste Jahr (1937) um 13% darüber. In einzelnen Monaten sind die Abweichungen vom langjährigen Durchschnitt noch viel größer. So erzeugten z. B. die Laufkraftwerke im Oktober 1959 um 33% weniger, im November 1958 um 35% mehr, als dem Regeljahr entsprechen hätte. Die maximalen Abweichungen vom Regeljahr betragen in einzelnen Monaten bisher bis zu +78% und -59%.

Die starken Schwankungen der Wasserführung wirken sich unmittelbar auf die Stromerzeugung der Laufkraftwerke aus und schaffen Versorgungsprobleme, umsomehr als Wasserführung und Stromverbrauch einen entgegengesetzten Saisonverlauf haben. Im Winter geht die Stromerzeugung der Laufkraftwerke stark zurück, der Stromverbrauch dagegen erreicht seine Saisonspitze. Die witterungsbedingten kurzfristigen Schwankungen der Wasserführung ergeben zusätzliche Spannungen zwischen Stromerzeugung und -verbrauch.

Die natürlichen Unsicherheitsfaktoren der Stromerzeugung aus Laufkraftwerken müssen durch ausreichende Kapazitätsreserven in anderen Kraftwerken (Speicherkraftwerke und Wärmekraftwerke) kompensiert werden. Zufolge ihrer hohen Baukosten können Speicherkraftwerke nur begrenzt herangezogen werden. In der Hauptsache werden die saison- und witterungsbedingten Schwankungen der Laufwerkserzeugung in den Wärmekraftwerken ausgeglichen. Dies erfordert allerdings verhältnismäßig hohe Kapazitätsreserven, erschwert den rationalen Betrieb der Kraftwerke und wirft besondere Probleme der Brennstoffversorgung auf.

Die kalorische Stromerzeugung

1960 verfügte die öffentliche Elektrizitätsversorgung über 16 Wärmekraftwerke mit einer Engpaßleistung von 796.700 kW¹).

Die gesamte kalorische Stromerzeugung stieg seit 1950 von 0,8 Mrd. kWh auf 2,7 Mrd. kWh oder um 219%. Ihr Anteil an der gesamten Stromversorgung schwankte in diesen zehn Jahren zwischen 16% (1958) und 23% (1953). Im mehrjährigen Durchschnitt hat sich der Anteil jedoch kaum verändert. Zwischen 1950 und 1955 betrug er rund 21%, zwischen 1956 und 1960 rund 20%. Die starken Unterschiede von Jahr zu Jahr waren überwiegend eine Folge der schwankenden Wasserführung der Flüsse. Teilweise wurden sie auch durch das unregelmäßige Wachstum der hydraulischen Kapazität hervorgerufen.

Stromerzeugung der Wärmekraftwerke¹⁾

Jahr	Gesamterzeugung Mill. kWh 1950=100	Kalor. Erzeugung Mill. kWh 1950=100	Anteil %
1950	4.910,7	844,7	17,2
1955	8.416,6	1.714	21,9
1958	11.034,8	1.794,9	16,3
1959	12.219,4	2.568,8	21,0
1960	13.183,7	2.694,9	20,4

Q: Statistik des Bundeslastverteilers. — ¹⁾ Nur öffentliche Versorgung

Da die Wärmekraftwerke den Unsicherheitsfaktor der Wasserkraftwerke ausgleichen und über entsprechende Kapazitätsreserven verfügen müssen, arbeiten sie unter ungünstigen Bedingungen. Obwohl 1960 ein Jahr mit verhältnismäßig normaler Wasserführung war, wurden die Wärmekraftwerke im Durchschnitt nur zu knapp 3.500 Stunden genutzt, das ergibt einen Belastungsfaktor (Vollausnutzung = 1) von 0,4. Die Benutzungsdauer der Jahreshöchstlast schwankt bei den einzelnen Wärmekraftwerken in sehr weiten Grenzen, weil die

¹⁾ Zu den Wärmekraftwerken der öffentlichen Versorgung zählen auch die Industrie-eigenanlagen der Hütte Linz und der Alpine (Fohnsdorf), die im Auftrag der Verbundgesellschaft Strom für die öffentliche Versorgung erzeugen, ferner die Fernheizwerke Arsenal, Hofburg, St. Pölten, Klagenfurt und Salzburg.

einzelnen Anlagen, je nach ihren Erzeugungskosten, verschieden stark eingesetzt werden¹⁾.

Stromerzeugung, Höchstlast und Benutzungsdauer der Höchstlast wichtiger Wärmekraftwerke im Jahre 1960

Kraftwerk	Stromerzeugung Mill kWh	Höchstlast MW	Benutzungsdauer h
Simmering	785 1	150 0	5 234
Engerthstraße	142 5	28 0	5 090
Korneuburg	282 5	60 0	4 708
Voitsberg I	248 3	62 9	3 947
Voitsberg II	259 2	65 9	3 934
St. Andrä II	319 1	110 1	2 898
Fohnsdorf	29 9	11 2	2 670
Timelkam	153 5	62 2	2 468
St. Andrä I	153 6	71 4	2 151
Pernegg	44 4	46 0	966
Linz ²⁾	65 3	119 2	548

¹⁾ Nur Anteil für öffentliche Elektrizitätsversorgung

Die höchste Benutzungsdauer erreichten Kraftwerke, die Erdgas verfeuern. Dazu zählen die Kraftwerke in Wien (Simmering, Engerthstraße), Korneuburg und Neusiedl. Sie erreichten zwischen 5.200 und 4.700 Benutzungsstunden der Höchstlast. Die ausschließlich oder überwiegend mit Inlandskohle betriebenen Wärmekraftwerke wurden im Durchschnitt viel weniger stark eingesetzt (2.100 bis 3.900 Benutzungsstunden).

Der Primärenergieverbrauch der Wärmekraftwerke

Die Stromerzeugung der Wärmekraftwerke nahm von 1950 bis 1960 um 219% zu, der gesamte Wärmeaufwand jedoch nur um 134%. Der spezifische Nettowärmeverbrauch (Wärmeaufwand je erzeugte kWh) ist daher um 29% zurückgegangen.

Dank neuen Kraftwerken und technischen Verbesserungen in den bestehenden stieg der thermische Wirkungsgrad²⁾ von 18 1% (1950) auf 25 4% (1960). Der Wirkungsgrad der einzelnen Kraftwerke schwankt sehr stark um den Durchschnitt. Die älteren Anlagen, wie z. B. die Kraftwerke Fohnsdorf, Engerthstraße u. a., erreichten 1960 nur einen Wirkungsgrad zwischen 16% und 21%. Moderne Anlagen hingegen, wie Voitsberg II, St. Andrä II und Pernegg, erreichen Wirkungsgrade von 31% bis 34%. Die Techniker erwarten, daß der Wirkungs-

¹⁾ Dampfkraftwerke haben viel geringere Anlagekosten als Wasserkraftwerke. Ihre Produktionskosten hängen daher weniger von der Höhe des Kapitaldienstes ab als von den Brennstoffkosten und dem Wirkungsgrad der betreffenden Anlagen. Die Elektrizitätswirtschaft setzt daher Wärmekraftwerke mit hohem Wirkungsgrad und niedrigen Brennstoffkosten bevorzugt ein

²⁾ Wärmeaufwand zur Erzeugung einer Kilowattstunde bezogen auf ihren Wärmegehalt

grad in modernen Anlagen allmählich bis maximal 40% gesteigert werden kann.

Einzelne Kraftwerke sind nur für die Verwendung bestimmter Brennstoffarten eingerichtet. Andere können wahlweise verschiedene Brennstoffarten verwenden. Die grubennahen Kraftwerke (Voitsberg, St. Andrä, Zeltweg, Timelkam und Fohnsdorf) verwenden nahezu ausschließlich inländische Braunkohle. Die Großkraftwerke in Wien können verschiedene Brennstoffarten verwenden, haben aber in den letzten Jahren fast ausschließlich Erdgas verfeuert. In Neusiedl und Korneuburg wird ebenfalls ausschließlich Erdgas verwendet. In Zukunft wird allerdings in Korneuburg auch Heizöl eingesetzt werden. Die Fernheizwerke verwenden meist wahlweise inländische Braunkohle oder Heizöl, St. Pölten teilweise auch Erdgas, das Kraftwerk der Hütte Linz neben Kohle und Heizöl auch Koks und Gichtgas.

Wärmeaufwand und Wirkungsgrad der Wärmekraftwerke

Zeit	Wärmeaufwand		Spez. Netto- Wärmeverbrauch		Thermischer Wirkungsgrad	
	Mill kcal	1950=100	kcal/kWh	1950=100	% ¹⁾	1950=100
1950	3.668 717	100 0	4 753	100 0	18 1	100 0
1955	6.434 735	175 4	3 798	79 9	22 6	124 9
1959	8.341 471	227 5	3 494	73 5	24 6	135 9
1960	8.567 623	233 5	3 391	71 3	25 4	140 3

Q: Statistik des Bundeslastverteilers. — ¹⁾ Wärmeaufwand zur Erzeugung einer kWh bezogen auf den Wärmegehalt einer kWh

Seit 1950 hat sich die Struktur des Energieverbrauches der Wärmekraftwerke grundlegend geändert. Während der gesamte Wärmeaufwand bis 1960 um 134% zunahm, stieg der Kohlenverbrauch nur um 34%, der Verbrauch von Koks und Gichtgas ging sogar um 63% und 71% zurück. Überdurchschnittlich stark erhöhte sich hingegen die Verwendung von Heizöl (um 168%) und vor allem von Erdgas, dessen Verbrauch nahezu auf das Siebenfache stieg.

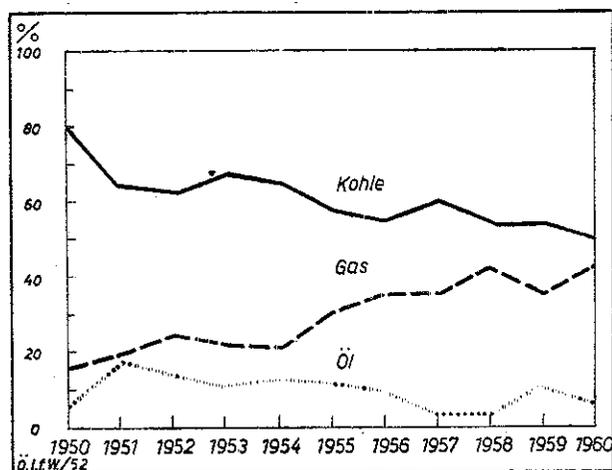
Primärenergieverbrauch der Wärmekraftwerke

Zeit	Stein-	Braun-	Heizöl	Erdgas	Koks-	Gicht-
	kohle	kohle				
		1 000 t				
1950	246 4	607 0	20 2	66 5	7 2	63 0
1955	96 7	1 315 3	76 4	232 1	4 4	—
1958	35 0	1 114 2	19 8	301 8	0 7	—
1959	35 1	1 603 3	80 9	356 6	9 1	—
1960	43 6	1 382 7	54 0	455 4	2 7	18 1

Q: Statistik des Bundeslastverteilers.

1950 wurden noch 80% des kalorisch erzeugten Stromes aus Kohle gewonnen, 1960 nur noch knapp 50%. Der Anteil des aus Heizöl erzeugten Stromes stieg von 4 8% (1950) auf 7 3% (1960)

Kohle, Erdgas und Heizöl in der kalorischen Stromerzeugung
(Normaler Maßstab; in Prozent)



Während 1950 noch 80% des kalorisch erzeugten Stromes aus Kohle gewonnen wurden, waren es 1960 nur mehr 50%. Dagegen stieg der Anteil von Erdgas von 15% auf 43%. Die Verwendung von Heizöl zeigt keine einheitliche Entwicklung; sein Anteil schwankte zwischen 17% (1951) und knapp 4% (1958).

Aus Erdgas wurden 1950 14,8% des kalorischen Stromes erzeugt, 1960 hingegen 42,6%.

Anteile der Energiearten an der kalorischen Stromerzeugung

Zeit	Steinkohle	Braunkohle	Heizöl ¹⁾	Erdgas	Sonst. Brennstoffe ²⁾	Insgesamt ³⁾
	%					
1950	34,4	45,8	4,8	14,8	0,2	100,0
1955	8,3	49,9	11,5	29,9	0,4	100,0
1958	2,5	51,4	4,0	41,8	0,3	100,0
1959	2,1	51,8	10,7	34,8	0,6	100,0
1960	2,6	47,0	7,3	42,6	0,5	100,0

Q: Statistik des Bundeslastverteilers. — ¹⁾ Einschließlich Dieselloil — ²⁾ Koks- und Gichtgas. — ³⁾ Nur öffentliche Versorgung

Die Strukturverschiebungen im Energieverbrauch der Wärmekraftwerke haben verschiedene Ursachen. 1950 war die heimische Braunkohlenförderung noch bescheiden, Heizöl und Erdgas standen nur in geringen Mengen zur Verfügung. Fast 40% des Energieverbrauches der Wärmekraftwerke mußten mit importierten Brennstoffen gedeckt werden. Die rasch wachsende Braunkohlenförderung und die verhältnismäßig niedrigen inländischen Kohlenpreise regten in den folgenden Jahren starke Verbrauchsverlagerungen zu inländischer Kohle an. Von 1950 bis 1960 ging der Anteil ausländischer Kohle am Kohlenverbrauch der Wärmekraftwerke von 49,3% auf 1,6% zurück, während der Anteil inländischer Kohle von 50,7% auf 98,4% stieg.

Kohlenverbrauch der Wärmekraftwerke

Zeit	Inland Kohle		Ausland Kohle		Insgesamt	
	1.000 t ¹⁾	%	1.000 t ¹⁾	%	1.000 t ¹⁾	%
1950	279,0	50,7	271,0	49,3	550,0	100,0
1955	660,5	87,6	93,8	12,4	754,3	100,0
1958	558,1	94,2	34,0	5,8	592,2	100,0
1959	792,7	94,7	44,1	5,3	836,8	100,0
1960	723,4	98,4	11,6	1,6	734,9	100,0

Q: Statistik des Bundeslastverteilers. — ¹⁾ SKB.

Noch unter dem Eindruck der Versorgungsschwierigkeiten in den ersten Nachkriegsjahren und der Tendenz steigender Brennstoffpreise auf den Weltmärkten, schloß die heimische Elektrizitätswirtschaft langfristige Abnahmeverträge mit dem inländischen Kohlenbergbau. Seit 1957 hat sich der Brennstoffmarkt jedoch von Grund auf geändert. Dem Verkäufermarkt für Kohle folgte eine Strukturkrise. Die internationalen Kohlenpreise gingen zurück, konnten aber der überlegenen Konkurrenz des Erdöles nicht begegnen, das ungleich größere Ertragsmargen im Konkurrenzkampf einsetzen konnte. Mehr noch als durch Heizöl wurde der Markt des inländischen Kohlenbergbaues ab 1957 durch das reichlich und billig verfügbare Erdgas eingeengt.

Gleichzeitig mit der Strukturverschiebung des Primärenergieverbrauches ging der Auslandsanteil stark zurück. 1950 stammten knapp 40% der verwendeten Brennstoffe aus dem Ausland, 1960 nur noch knapp 4%. In der gleichen Zeit stieg der Inlandsanteil von 60% auf 96%. Rund zwei Drittel der derzeit verwendeten ausländischen Brennstoffe entfallen auf Heizöl. Importkohle wird nur noch in ganz geringen Mengen verwendet.

Inlands- und Auslandsanteil am Brennstoffverbrauch der Wärmekraftwerke

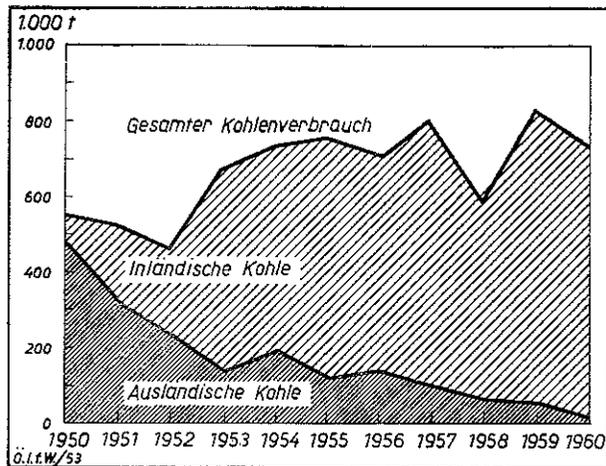
Zeit	Inland	Ausland	Insgesamt
	%		
1950 ¹⁾	60,3	39,7	100,0
1957	90,7	9,3	100,0
1960	96,2	3,8	100,0

Q: Statistik des Bundeslastverteilers. — ¹⁾ Teilweise geschätzt

Die Elektrizitätswirtschaft und der heimische Kohlenbergbau

Die Elektrizitätswirtschaft ist in den letzten Jahren zum wichtigsten Abnehmer der inländischen Kohle geworden. Von 1950 bis 1957 steigerte sie die Käufe auf mehr als das Doppelte. Ihr Anteil am Gesamtabsatz stieg aber in den sieben Jahren nur von 13% auf 19%, von 1957 bis 1960 dagegen auf 28%, obwohl sie ihre Käufe nur noch um 26% erhöhte. Inzwischen mußte allerdings der heimische Bergbau seine Förderung stark einschränken, weil

Verbrauch in- und ausländischer Kohle (Normaler Maßstab; in 1 000 t)



Der Kohlenverbrauch der Dampfkraftwerke hat seit 1950 zwar relativ abgenommen, absolut jedoch zugenommen. Die inländische Braunkohle gewann dominierende Bedeutung. Sie deckte 1960 über 98% des Kohlenverbrauches der Dampfkraftwerke gegenüber 51% im Jahre 1950. Der Anteil der Importkohle ist somit von 49% auf weniger als 2% gesunken.

die Nachfrage aller anderen Verbraucher zurückging

Heimische Kohlenförderung, Abnahme und Verbrauch der Dampfkraftwerke

Zeit	Inländ. Förderung 1 000 t ¹⁾	Abnahme in % der Förderung		Verbrauch in % der Abnahme	
		1 000 t ¹⁾		1 000 t ¹⁾	
1950	2.337	312,9	13,4	279,0	89,2
1955	3.480	655,8	18,8	660,5	100,7
1957	3.591	693,3	19,3	729,3	105,2
1958	3.388	749,3	22,1	558,1	74,5
1959	3.244	876,8	27,0	792,7	90,5
1960	3.119	874,8	28,0	723,4	82,7

Q: Statistik des Bundeslastverteilere — ¹⁾ SKB

Seit 1957 haben die Dampfkraftwerke die zusätzlich gekaufte Inlandskohle nicht benötigt. 1958, 1959 und 1960 bezogen sie insgesamt um 421 000 t (SKB) inländische Kohle mehr als 1957, verbrauchten aber in der gleichen Zeit um 114.000 t weniger. Die in den letzten drei Jahren zusätzlich gekaufte Kohle mußte auf Grund der langfristigen Bezugsverträge übernommen werden und wurde auf Lager gelegt. Die Kohlenlager der Kraftwerke sind rasch gewachsen und erreichten Mitte Juli 1961 1 36 Mill. t, das sind rund 90% des Kohlenverbrauches der Dampfkraftwerke im Jahre 1960. 1960 konnten die Kraftwerke der öffentlichen Versorgung nur 1 25 Mill. t (Gewichtstonnen) Kohle auf

ihren Lagerplätzen lagern. Sie mußten heuer zusätzliche Lagerplätze schaffen. Saisonüblich sollten zu Winterende die Lagerplätze großteils geleert sein und im Sommer für das nächste Winterhalbjahr aufgefüllt werden. Die Abnahmeverpflichtungen der Kraftwerke in den Sommermonaten gehen derzeit weit über die noch verfügbare Lagerkapazität hinaus.

Das Mißverhältnis zwischen Kohlenbezügen und Kohlenverbrauch der Dampfkraftwerke ist auf die Verwendung billigerer Brennstoffe zurückzuführen. In den letzten drei Jahren war die kalorische Stromerzeugung insgesamt um knapp 1 Mrd. Kilowattstunden größer als im Jahre 1957. Die zusätzliche Erzeugung wurde fast ausschließlich mit Gas und Öl bewältigt. Nur 6% des Zuwachses wurden aus Kohle erzeugt. Der Anteil der Kohle am Verbrauchszuwachs war demnach viel geringer als ihr Anteil an der Produktion des Jahres 1957.

Der Erzeugungszuwachs seit 1957

	Kalorische Stromerzeugung 1957		Zuwachs 1958/1960 ¹⁾	
	Mill. AWh	%	Mill. AWh	%
Insgesamt	2.020,1	100,0	998,4	100,0
Kohle	1.209,6	59,9	59,5	6,0
Öl ²⁾	76,2	3,8	316,0	31,7
Gas ³⁾	734,3	36,3	622,9	62,3

¹⁾ Summe des Zuwachses 1958 bis 1960 — ²⁾ Heizöl und Dieselöl — ³⁾ Erdgas, Koks gas, Gichtgas.

Die Kohlenlieferverträge waren seinerzeit unter der Annahme geschlossen worden, daß der Kohlenanteil an der kalorischen Stromerzeugung annähernd gleich bleiben, der Anteil der inländischen Braunkohle aber stark zunehmen werde. Die Elektrizitätswirtschaft bemüht sich derzeit, die Lieferverträge zu revidieren. Die Abmachungen, die teilweise bis 1968 gelten, sehen schon für das nächste Jahr eine Abnahme von mehr als 2 Mill. t Kohle vor. Das ist um etwa ein Viertel mehr, als die Dampfkraftwerke tatsächlich benötigen werden, falls sie nicht die Verwendung von Öl oder Gas beschränken und dadurch ihre angespannte Ertragslage zusätzlich verschlechtern. Der Kohlenbergbau beharrt vorläufig auf den Verträgen, zumal er bei anderen Abnehmergruppen in den letzten Jahren schwere Rückschläge erlitten hat. Da die Kohlenförderung voraussichtlich weiter zurückgehen wird, wird möglicherweise in einigen Jahren weniger Feinkohle anfallen, als die Dampfkraftwerke vertraglich übernehmen müssen.