

# Die Elektrizitätsversorgung Jugoslawiens

Autor(en): **Feith, P. / Feith, L.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **69 (1978)**

Heft 7

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-914861>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Die Elektrizitätsversorgung Jugoslawiens

Von P. und L. Feith

Die Struktur der Elektrizitätsversorgung Jugoslawiens wird beschrieben. Dabei wird auf die Erzeugung, die Verteilung und den Verbrauch im Detail eingegangen und die zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten skizziert.

L'auteur décrit dans cet article le système d'alimentation électrique de la Yougoslavie. Il s'étend sur la production, la distribution et la consommation et esquisse les possibilités de développement.

## 1. Grundlagen

Die jugoslawische Elektrizitätswirtschaft weist nach dem Ende des Zweiten Weltkrieges ein vergleichsweise rasches Entwicklungstempo auf, das im wesentlichen einerseits auf die niedrige Ausgangsbasis und andererseits auf die intensive Industrialisierung des Landes zurückgeführt werden kann.

Diese Entwicklung wird durch das Vorhandensein bedeutender Braunkohlenvorkommen und Wasserkräfte begünstigt.

Von den Gesamtkohlevorräten Jugoslawiens, die auf 7435 Millionen Tonnen SKE geschätzt werden, entfallen heizwertmässig rund 82% (mengenmässig 90%) auf Lignit, 15,7% (mengenmässig 9%) auf Pechkohle und nur 2,3% (mengenmässig 1%) auf Steinkohle.

Die bedeutendsten Kohlevorkommen – mit Ausnahme des Lignitrevieres von Kosovo und des Steinkohlenrevieres von Raša – haben ihren Standort am Rande des Pannonischen Beckens.

Die für die Elektrizitätswirtschaft wichtigsten Kohlevorkommen sind die Lignitreviere von Kreka (bei Tuzla/Bosnien), Kosovo (Südwest-Serbien), Kolubara (Nordwest-Serbien), Kostolac (Nordserbien) und Velenje (bei Celje/Slowenien), die Pechkohlevorkommen des zentralbosnischen Revieres, der Reviere von Banovići (Bosnien), Despotovac (Ostserbien) und Trbovlje (Slowenien) sowie das Steinkohlenrevier von Raša (Istrien) [5].

Aufgrund der Struktur der Vorräte vollzieht sich eine deutliche Verlagerung des Schwerpunktes der Kohlenförderung (siehe Tabelle I) auf Lignit, dessen Gewinnung grösstenteils im Tagbau in Grossbetrieben erfolgt, wobei er in zunehmendem Masse an Ort und Stelle veredelt wird, und zwar vor allem durch Umwandlung in elektrische Energie sowie durch Vergasung.

In den Jahren 1975 und 1976 entfielen schätzungsweise etwa zwei Drittel der dem Verbrauch zugeführten inländischen Kohle auf den Bedarf der Wärmekraftwerke.

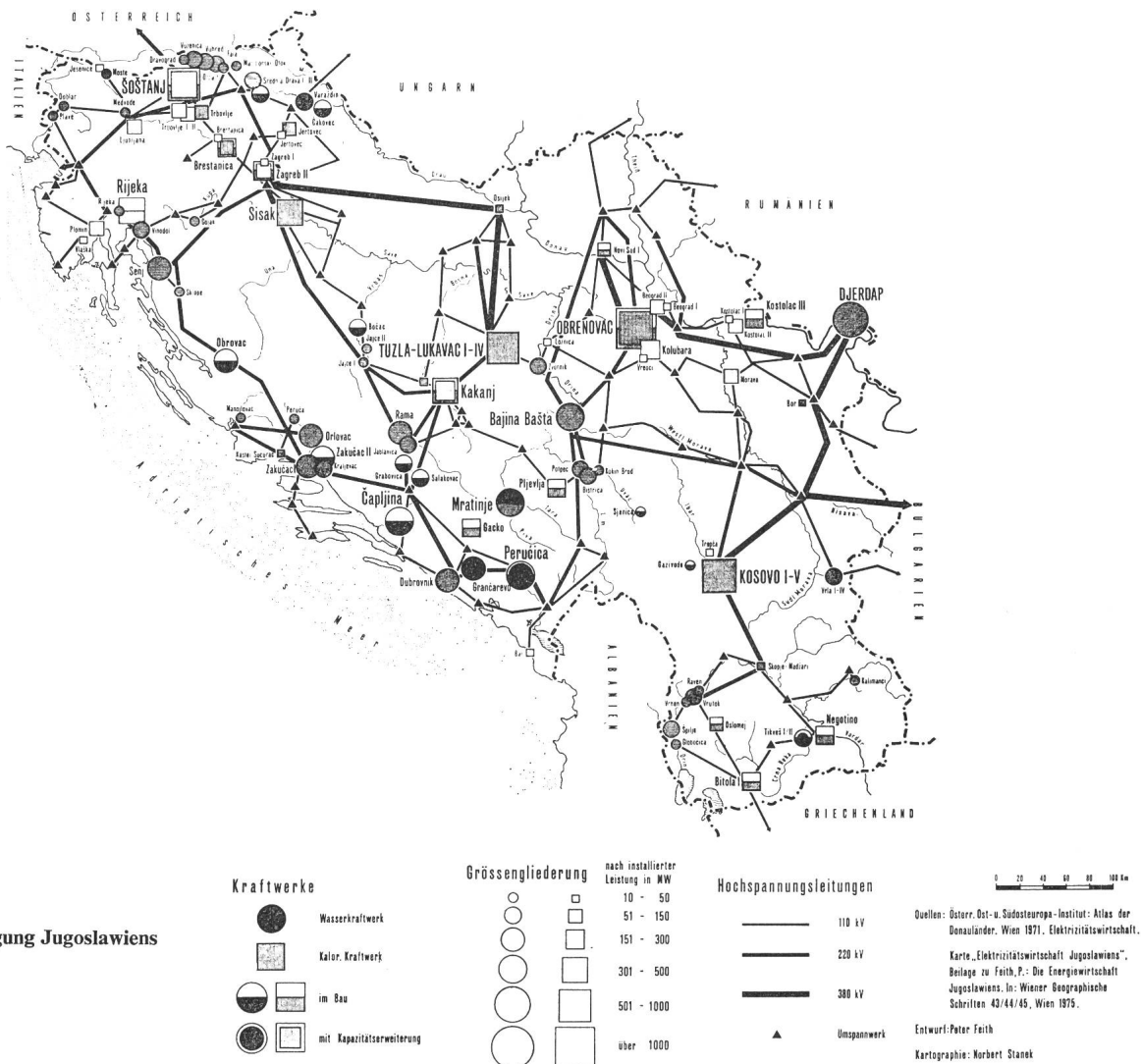


Fig. 1  
Übersichtskarte  
der Elektrizitätsversorgung Jugoslawiens

	1950		1960		1970		1975		1976	
	1000 t	Anteil %	1000 t	Anteil %	1000 t	Anteil %	1000 t	Anteil %	1000 t	Anteil %
Lignit	4 460	34,8	11 800	52,0	18 790	66,1	25 509	71,8	27 148	73,7
Pechkohle	7 210	56,2	9 630	42,4	8 989	31,6	9 430	26,5	9 110	24,7
Steinkohle	1 150	9,0	1 280	5,6	643	2,3	598	1,7	587	1,6
Insgesamt	12 820	100,0	22 710	100,0	28 422	100,0	35 537	100,0	36 845	100,0

Bis 1980 soll die Kohlenförderung auf insgesamt 55–58 Millionen Tonnen erhöht werden, wovon mindestens 43 Millionen Tonnen auf Lignit, 12,5 Millionen Tonnen auf Pechkohle und 0,5 Millionen Tonnen auf Steinkohle entfallen sollen [1].

Die *Wasserkräfte* Jugoslawiens (siehe Tabelle II) konzentrieren sich vor allem auf die Gebiete beiderseits der Dinariden. Weitere Schwerpunkte sind der Oberlauf der Drau und der Donauabschnitt im Bereich des Eisernen Tores. Bis Ende 1976 waren rund 35 % des ausbauwürdigen Wasserkraftpotentials von 66 TWh nutzbar gemacht. Während in der vorangegangenen Periode in erster Linie die Wasserkräfte der Drau ausgebaut wurden, die ihren Standort im nordwestlichen Industrievier, dem stärksten Energiekonsumgebiet Jugoslawiens mit rund 30 % des Gesamtverbrauchs elektrischer Energie in Jugoslawien, haben, verlagerte sich das Hauptgewicht bei der

Nutzbarmachung der Wasserkräfte seit 1960 in zunehmendem Masse auf den Bereich der Dinariden, wo das Zusammentreffen bedeutender Reliefenergien mit grösstem Niederschlagsreichtum die stärkste räumliche Konzentration der Wasserkräfte bedingt. Dies gilt in besonderem Masse für die Westseite der Dinariden – das Einzugsgebiet des Adriatischen Meeres –, wo allerdings die durch das Etesienklima bedingten starken jahreszeitlichen Schwankungen des Wasserdargebotes zunächst die Lösung des Problems des Speicherbaues im Karst voraussetzten.

Der Ausbau der wirtschaftlichsten Quellen hydroelektrischer Energie, deren Standorte sich in diesem, von den Schwerpunkten des Energiekonsums entfernten Raum befinden, setzte im wesentlichen erst gegen 1960 ein. Es sind dies in erster Linie die Karstflüsse Cetina, Neretva, Trebišnjica, Zeta und Lika-Gacka, deren ausbauwürdiges Wasserkraftpotential auf insgesamt 14,15 TWh geschätzt wird, das sind rund 21,5 % des gesamten ausbauwürdigen Wasserkraftpotentials Jugoslawiens. Auf der Ostseite der Dinariden ist man im Begriff, die Wasserkräfte der Drina, des wasserkraftreichsten Flusses Jugoslawiens, in zunehmendem Umfang zu nutzen.

Aufgrund eines im Jahre 1963 abgeschlossenen zwischenstaatlichen Abkommens baute Jugoslawien gemeinsam mit Rumänien im Donauabschnitt des Eisernen Tores seit 1964 das Wasserkraft- und Schiffahrtssystem «Djerdap», dessen Inbetriebnahme stufenweise von 1970 bis 1972 erfolgte. Dieses System umfasst zwei Kraftwerke – ein jugoslawisches und ein rumänisches –, die über ein Regeljahresarbeitsvermögen von je 5 TWh verfügen, das heisst rund 7,6 % des gesamten ausbauwürdigen Wasserkraftpotentials Jugoslawiens [5; 11]. Um einerseits der natürlichen Eintiefung zu begegnen und andererseits einen allfälligen Schwellbetrieb ohne Störung der Schiffahrt im Unterwasserbereich zu ermöglichen, wurden Pläne für die Errichtung eines weiteren jugoslawisch-rumänischen Gemeinschaftswerkes bei Gruje oberhalb der Mündung des Grenzflusses Timok ausgearbeitet, das bei einer installierten Leistung von insgesamt 400 MW über ein zusätzliches Regeljahresarbeitsvermögen von insgesamt 2,4 TWh verfügen soll [8].

## 2. Stromerzeugung

Die *Gesamterzeugung elektrischer Energie* (siehe Tabelle III) in Jugoslawien stieg von 1950 bis 1960 um 270 %, von 1960 bis 1970 um 191 % und von 1970 bis 1976 um 67 %. Im Jahrzehnt von 1970 bis 1980 wird die Steigerung schätzungsweise 150 bis 170 % betragen.

Die Kopfquote der Stromerzeugung ist von 147 kWh/Einwohner im Jahre 1950 auf rund 2020 kWh im Jahre 1976 gestiegen. Sie liegt somit noch immer erheblich unter dem europäischen Durchschnitt (zum Vergleich Österreich [1976]: rund 4700 kWh/Einwohner) [5; 9; 10; 11].

Wasserkraftpotential Jugoslawiens [5]

Tabelle II

Einzugsgebiet	Ausbauwürdiges Wasserkraftpotential	
	TWh	%
Donau <sup>1)</sup>	6,65	10,0
Drau <sup>1)</sup>	5,80	8,9
Oberlauf der Save	3,80	5,8
Mittel- und Unterlauf der Save	0,29	0,4
Kupa	2,00	3,0
Una	2,00	3,0
Vrbas	2,30	3,5
Bosna	3,30	5,0
Drina	11,80	17,9
Morava	4,00	6,0
Anderere	1,09	1,7
Einzugsgebiet des Schwarzen Meeres	43,03	65,2
Isonzo <sup>1)</sup>	1,80	2,7
Lika und Gacka	1,15	1,8
Krka	0,66	1,0
Cetina	4,00	6,0
Neretva	6,90	10,5
Morača mit Zeta <sup>1)</sup>	2,10	3,2
Crni Drim <sup>1)</sup>	1,20	1,9
Anderere	1,01	1,5
Einzugsgebiet des Adriatischen Meeres	18,82	28,6
Vardar <sup>1)</sup>	4,00	6,0
Anderere	0,15	0,2
Einzugsgebiet des Ägäischen Meeres	4,15	6,2
Insgesamt	66,00	100,0

<sup>1)</sup> Anteil Jugoslawiens

Trotz der aufgezeigten Entwicklung war es bisher nicht möglich, eine volle Deckung des Bedarfes an elektrischer Energie zu gewährleisten. Bedingt durch das Fehlen eines adäquaten Fernleitungssystems und infolge von Trockenheit betragen die Verbrauchsreduktionen beispielsweise 1974 824 Millionen kWh, 1975 680 Millionen kWh und 1976 551 Millionen kWh [11; 12]. Es wird jedoch erwartet, dass sich die Versorgungslage bis 1980 entscheidend verbessern wird da bis dahin die installierte Leistung der jugoslawischen Kraftwerke gegenüber 1975 verdoppelt werden soll und ein 380-kV-Fernleitungssystem mit einer Gesamtlänge von rund 4200 km fertiggestellt sein soll. Der Anteil der Investitionen in der jugoslawischen Elektrizitätswirtschaft an den gesamten Industrieinvestitionen, der im Zeitraum von 1971 bis 1975 durchschnittlich 18,2% (1966 bis 1970 durchschnittlich 26,8%) betragen hat und 1975 23,3% erreichte [11], soll im Zeitraum von 1976 bis 1980 auf rund 31% erhöht werden [13].

Ende 1976 (1975) betrug die installierte Leistung sämtlicher jugoslawischer Kraftwerke 10073 MW (9043 MW), wovon auf die *Wasserkraftwerke* (siehe Tabelle IV) 5143 MW (4801 MW) und auf die *Wärmekraftwerke* (siehe Tabelle V) 4930 MW (4242 MW) entfielen.

Durch die Erweiterung der vorhandenen und durch die Errichtung neuer Kapazitäten soll sich die installierte Leistung der jugoslawischen Kraftwerke bis Ende 1980 auf insgesamt 18475 MW erhöhen, wovon 7445 MW auf die Wasserkraftwerke, 10366 MW auf die Wärmekraftwerke und 664 MW

auf das Atomkraftwerk Krško (Slowenien) entfallen werden. Gleichzeitig soll sich das Regeljahresarbeitsvermögen der Wasserkraftwerke von rund 23 TWh (Ende 1976) auf rund 28 TWh (Ende 1980) erhöhen [11; 12].

Die Stromerzeugung hatte sich, im grossen und ganzen gesehen, von 1950 bis 1960 von den Wärmekraftwerken auf die Wasserkraftwerke verlagert. Seither nimmt der Anteil der Wärmekraftwerke tendenziell zu, was nicht zuletzt auf Finanzierungsprobleme bei der Errichtung der kapitalintensiveren Wasserkraftwerke zurückzuführen ist.

Mit Ausnahme der Kraftwerke «Kosovo» und Plomin befinden sich die bedeutendsten Wärmekraftwerke im Bereich der Hauptindustrialgebiete. Mit Ausnahme der Fernheizkraftwerke Ljubljana, Zagreb II und Beograd II sowie des in Bau befindlichen Kraftwerkes Negotino in Mazedonien sind sie rohstofforientiert und haben ihre Standorte vorwiegend in unmittelbarer Nähe ergiebiger Kohlenvorkommen<sup>1)</sup>.

Im wesentlichen dienen die jugoslawischen Wärmekraftwerke einerseits – in Ergänzung der Wasserkraftwerke – zur Deckung des Grundlastbedarfes, was in erster Linie auf den Mangel an naturgegebenen Voraussetzungen für die Errichtung von hydraulischen Grundkraftwerken im dinarischen Bereich zurückzuführen ist, andererseits für die Sicherung der Kontinuität der Versorgung der Verbrauchsschwerpunkte.

<sup>1)</sup> Das Grosskraftwerk Sisak und die in Bau befindlichen Kraftwerke Rijeka und das Fernheizkraftwerk Novi Sad befinden sich an den Standorten der gleichnamigen Erdölraffinerien.

Entwicklung und Struktur der jugoslawischen Stromerzeugung [1; 5; 9; 12]

Tabelle III

Jahr	Wasserkraftwerke		Wärmekraftwerke		Insgesamt Millionen kWh	Zunahme gegenüber dem Vorjahr %
	Millionen kWh	Anteil %	Millionen kWh	Anteil %		
1950	1 175	48,8	1 233	51,2	2 408	
1951	1 357	53,2	1 193	46,8	2 550	+ 5,9
1952	1 423	52,7	1 277	47,3	2 700	+ 5,9
1953	1 500	50,3	1 482	49,7	2 982	+10,4
1954	1 810	52,6	1 630	47,4	3 440	+15,4
1955	2 610	60,1	1 730	39,9	4 340	+21,2
1956	2 869	56,8	2 178	43,2	5 047	+16,3
1957	3 522	56,3	2 730	43,7	6 252	+23,9
1958	4 300	58,5	3 056	41,5	7 356	+17,7
1959	4 708	58,1	3 398	41,9	8 106	+10,2
1960	5 984	67,0	2 944	33,0	8 928	+10,1
1961	5 658	57,0	4 266	43,0	9 924	+11,2
1962	6 851	60,8	4 424	39,2	11 275	+13,6
1963	8 028	59,3	5 507	40,7	13 535	+20,0
1964	7 575	53,4	6 614	46,6	14 189	+ 4,8
1965	8 985	57,9	6 538	42,1	15 523	+ 9,4
1966	9 880	57,5	7 294	42,5	17 174	+10,6
1967	10 655	57,0	8 047	43,0	18 702	+ 8,9
1968	11 768	57,0	8 873	43,0	20 641	+10,4
1969	14 732	63,0	8 643	37,0	23 375	+13,2
1970	14 741	56,7	11 282	43,3	26 023	+11,3
1971	15 644	53,0	13 865	47,0	29 509	+13,4
1972	17 896	54,0	15 249	46,0	33 145	+12,3
1973	16 394	46,8	18 668	53,2	35 062	+ 5,8
1974	20 659	52,4	18 797	47,6	39 456	+12,5
1975	19 317	48,2	20 723	51,8	40 040	+ 1,5
1976	20 555	47,2	23 018	52,8	43 573	+ 8,8
1980	etwa 25 000	38,5 bis 35,7	40 000 bis 45 000 <sup>1)</sup>	61,5 bis 64,3	65 000 bis 70 000	
	(Prognose)					

<sup>1)</sup> Inkl. Kernkraftwerk mit 3600 Millionen kWh.

Wasserlauf	Stand: Ende 1976				
	Republik	Kraftwerk	Installierte Leistung MW	Regeljahresarbeitsvermögen GWh	
<b>I. Im Einzugsbereich des Schwarzen Meeres:</b>					
Donau	Serbien	Djerdap (Eisernes Tor)	1026 <sup>1)</sup>	5000 <sup>1)</sup>	
Drau	Slowenien	Dravograd	21,2	2117	
Drau	Slowenien	Vuzenica	53		
Drau	Slowenien	Vuhred	60		
Drau	Slowenien	Ožbalt	60		
Drau	Slowenien	Fala	34,7		
Drau	Slowenien	Mariborski Otok	50,4		
Drau	Slowenien	Srednja Drava I	133		
Drau	Slowenien	Srednja Drava II	112		
Drau	Kroatien	Varaždin	86		581 (in Bau)
Drau	Kroatien	Čakovec	78		476
Save	Slowenien	Moste	15,7	409 (in Bau)	
Save	Slowenien	Medvode	16,8	65	
Mrežnica-Dobra	Kroatien	Gojak	48	100	
Pliva	Bosnien	Jajce I	48	210	
Vrbas	Bosnien	Jajce II	30	410	
Vrbas	Bosnien	Bočac	110	307 (in Bau)	
Drina	Serbien	Bajina Bašta	368	1630 <sup>2)</sup>	
Drina	Serbien	Zvornik	88	470	
Piva	Montenegro	Mratinje	342	860	
Uvac	Serbien	Sjenica	36	70 (in Bau)	
Uvac	Serbien	Kokin Brod	20,4	400	
Lim-Uvac	Serbien	Bistrica	102,6		
Lim	Serbien	Potpeč	54	230	
Ibar	Serbien	Gazivode	34	95 (in Bau)	
Vlasina-Vrla	Serbien	Vrla I-IV	128	150	
<b>II. Im Einzugsbereich des Adriatischen Meeres:</b>					
Isonzo	Slowenien	Doblar	36	192	
Isonzo	Slowenien	Plave	16,4	108	
Rječina	Kroatien	Rijeka	36	120	
Ličanka-Lokvarka	Kroatien	Vinodol	84	150	
Lika	Kroatien	Sklope	23	100	
Lika-Gacka	Kroatien	Senj	216	1050	
Zrmanja	Kroatien	Obrovac	199	455 (in Bau)	
Krka	Kroatien	Manojlovac	24	130	
Cetina	Kroatien	Peruća	41,6	140	
Cetina	Kroatien	Orlovac	237	600	
Cetina	Kroatien	Kraljevac	68	70	
Cetina	Kroatien	Zakučac I	216	1500	
Cetina	Kroatien	Zakučac II	270	350 (in Bau)	
Rama	Bosnien	Rama	160	730	
Neretva	Bosnien	Jablanica	144	790	
Neretva	Bosnien	Grabovica	113	345 (in Bau)	
Neretva	Bosnien	Salakovac	140	568 (in Bau)	
Neretva	Bosnien	Čapljina	427	1153 (in Bau)	
Trebišnjica	Bosnien	Grančarevo-Trebinje	162	2190 <sup>3)</sup>	
Trebišnjica	Kroatien	Dubrovnik	216		
Zeta	Montenegro	Perućica I	190	1040	
Zeta	Montenegro	Perućica II	117	120 (in Bau)	
Crni Drim	Mazedonien	Globočica	42	200	
Crni Drim	Mazedonien	Špilje	66	370	
<b>III. Im Einzugsbereich des Ägäischen Meeres:</b>					
Vardar	Mazedonien	Vrben <sup>4)</sup>	12,8	55	
Vardar	Mazedonien	Vrutok <sup>4)</sup>	156	370	
Vardar	Mazedonien	Raven	12,8	50	
Zrnovska	Mazedonien	Kalimanci	13	40	
Crna Reka	Mazedonien	Tikveš I	47	210	
Crna Reka	Mazedonien	Tikveš II	47	13 (in Bau)	

1) Jugoslawischer Anteil.

2) Erweiterung auf 962 MW mit 2710 GWh in Bau.

3) Aufteilung: 78% auf Bosnien, 22% auf Kroatien [9].

4) Unter Einbeziehung von Wässern der zum Einzugsbereich des Adriatischen Meeres gravitierenden Radika (Inversion).

Republik	Stand: Ende 1976		
	Kraftwerk	Brennstoff	Installierte Leistung in MW
Slowenien	FHKW Ljubljana	Braunkohle	64 (Erweiterung auf 114 in Bau)
Slowenien	Šoštanj	Lignit	410 (Erweiterung auf 745 in Bau)
Slowenien	Trbovlje I/II	Pechkohle	56,5/125
Slowenien	GTKW Trbovlje	Heizöl leicht	63
Slowenien	Brestanica	Pechkohle	26
Slowenien	GTKW Brestanica	Heizöl leicht	89 (Erweiterung auf 158 in Bau)
Kroatien	FHKW Zagreb II	Heizöl und Gas	64 (Erweiterung auf 214 in Bau)
Kroatien	Zagreb I	Braunkohle	23,4
Kroatien	Sisak	Heizöl	420
Kroatien	GTKW Osijek	Gas	47
Kroatien	Jertovec	Lignit	39,8
Kroatien	GTKW Jertovec	Gas	63
Kroatien	Rijeka	Heizöl	320 (in Bau)
Kroatien	Plomin	Steinkohle	125
Kroatien	Kaštel Sućurac	Lignit und Pechkohle	16,6
Kroatien	Vlaška (Raša)	Steinkohle	10
Bosnien	Tuzla-Lukavac I-IV	Lignit	564 (Erweiterung auf 779 in Bau)
Bosnien	Kakanj	Pechkohle	238 (Erweiterung auf 348 in Bau)
Bosnien	Gacko	Braunkohle	300 (in Bau)
Bosnien	Zenica	Pechkohle	21,3
Serbien	FHKW Beograd II	Heizöl	105
Serbien	Beograd I	Lignit und Pechkohle	31,7
Serbien	FHKW Novi Sad I	Heizöl	135 (in Bau)
Serbien	Obrenovac	Lignit	725 (Erweiterung auf 1649 in Bau)
Serbien	«Kolubara»	Lignit	161 (Erweiterung auf 271 in Bau)
Serbien	Kostolac I/II	Lignit	48,8/100 (III. Ausbaustufe mit 210 in Bau)
Serbien	«Morava» bei Svilajnac	Pechkohle	125
Serbien	«Kosovo I/II/III/IV/V» in Obilić	Lignit	65/130/200/200/210
Serbien	Loznica	Lignit	28,7
Serbien	Bor	Pechkohle	17,6
Serbien	Trepča	Lignit	14
Serbien	Vreoci	Lignit	12
Mazedonien	Skopje-Madžari	Lignit	16
Mazedonien	Negotino	Heizöl	210 (in Bau)
Mazedonien	Bitola I	Lignit	210 (in Bau)
Mazedonien	Oslomej	Lignit	120 (in Bau)
Montenegro	Pljevlja	Pechkohle	210 (in Bau)

Erklärung der Abkürzungen: FHKW = Fernheizkraftwerk; GTKW = Gasturbinenkraftwerk

Stromerzeugung Jugoslawiens nach Republiken (1976) [9; 12]

Tabelle VI

Republik	Wasserkraftwerke			Wärme­kraftwerke			Insgesamt	
	GWh	a %	b %	GWh	a %	b %	GWh	b %
Slowenien	2 309	34,6	11,3	4 368	65,4	19,0	6 677	15,3
Kroatien	4 566	59,7	22,2	3 078	40,3	13,4	7 644	17,5
Bosnien- Herzegowina	3 048	35,4	14,8	5 569	64,6	24,2	8 617	19,8
Serbien	8 467	46,2	41,2	9 845	53,8	42,8	18 312	42,0
Mazedonien	884	89,9	4,3	99	10,1	0,4	983	2,3
Montenegro	1 281	95,6	6,2	59	4,4	0,2	1 340	3,1
Jugoslawien	20 555	47,2	100,0	23 018	52,8	100,0	43 573	100,0

a Anteil an der gesamten Stromerzeugung der betreffenden Republik.

b Anteil an der Stromerzeugung der Wasserkraftwerke bzw. Wärme­kraftwerke bzw. sämtlicher Kraftwerke Jugoslawiens.

Studien der jugoslawischen Bundeskommission für Atomenergie über die Anwendungsmöglichkeiten der *Atomenergie* bei der Deckung des voraussichtlichen zukünftigen Strombedarfes zeigten, dass die Vorräte an «klassischen» Energieträgern den Einsatz der Atomenergie vor dem Jahre 1980 nur in verhältnismässig geringem Umfang als wirtschaftlich gerechtfertigt erscheinen lassen. Das erste Atom-Grosskraftwerk mit 664 MW wird in Krško (Slowenien) errichtet. Es soll 1979 in Betrieb genommen werden.

Einen Einblick in die gegenwärtige Regionalstruktur der jugoslawischen Stromerzeugung gewährt Tabelle VI. Daraus geht hervor, dass in Kroatien, Mazedonien und Montenegro der Anteil der Wasserkraftwerke an der Stromerzeugung überwiegt, während in Slowenien, Bosnien-Herzegowina und Serbien der Anteil der Wärmekraftwerke grösser ist. Was den Anteil der einzelnen Republiken an der Stromerzeugung Jugoslawiens anbelangt, dominiert Serbien – die grösste und volkreichste Republik – sowohl bei den Wasserkraftwerken (vgl. auch Tabelle IV), gefolgt von Kroatien und Bosnien-Herzegowina, als auch bei den Wärmekraftwerken (vgl. auch Tabelle V), gefolgt von Bosnien-Herzegowina und Slowenien.

### 3. Stromverbund

1957 wurde das einheitliche 110-kV-*Verbundsystem* geschaffen, und bis 1965 konnte der Ausbau des übergeordneten 220-kV-Verbundsystems im wesentlichen abgeschlossen werden. Gleichzeitig hatte sich eine zunehmende Verlagerung des Erzeugungsschwerpunktes hydroelektrischer Energie in den dinarischen Bereich vollzogen, was zu einer ständigen Zunahme der Intensität der Stromfernversorgung aus diesem Raum, insbesondere in das nordwestliche Industrievier, geführt hat.

Im Zusammenhang mit der Inbetriebnahme des Donaukraftwerkes Djerdap (1970–1972), die eine beträchtliche Erweiterung der hydroenergetischen Grundlage bedeutete, wurden zunächst die 380-kV-Fernleitungen Djerdap–Beograd und Djerdap–Bor–Niš–bulgarische Grenze errichtet. Das Fehlen einer adäquaten Fernleitung zwischen diesem neuen Erzeugungsschwerpunkt und dem nordwestlichen Industrievier hat sich insbesondere in Engpaßsituationen als schwerwiegender Mangel erwiesen, weshalb dem Ausbau der 380-kV-Fernleitung Beograd–Obrenovac–Zagreb–Maribor–Ljubljana besondere Bedeutung zukommt. Die Erzeugungsschwerpunkte hydroelektrischer Energie im dinarischen Bereich, der zentralbosnische Raum, Novi Sad, das Kosovo-Revier und der Raum Skopje (Mazedonien) – mit einer Anschlussleitung nach Thessaloniki – sollen gleichfalls in eine gesamtjugoslawische 380-

*Stromlieferungen zwischen den Republiken Jugoslawiens (1976) [9]*

Tabelle VII

	Stromlieferungen GWh	Strombezüge GWh	Saldo GWh
Slowenien	69	558	– 489
Kroatien	68	1755	–1687
Bosnien-Herzegowina	2106	90	+2016
Serbien	2483	85	+2398
Mazedonien	5	2032	–2027
Montenegro	122	333	– 211
Insgesamt	4853	4853	–

kV-Ringleitung von rund 3000 km Länge einbezogen werden, deren Bau mit Hilfe eines Weltbankkredites finanziert wird und planmässig bis Ende 1977 abgeschlossen sein sollte. Bis 1981 soll die Gesamtlänge der 380-kV-Leitungen rund 4200 km betragen. Ende 1976 umfasste das jugoslawische Fernleitungsnetz 1396 km 380-kV-Leitungen, 4553 km 220-kV-Leitungen und 10898 km 110-kV-Leitungen [12].

Wie aus Tabelle VII zu ersehen ist, hat der Umfang der Stromlieferungen, die zwischen den einzelnen Republiken Jugoslawiens durchgeführt wurden, im Jahre 1976 11,1% der gesamten jugoslawischen Stromerzeugung betragen. Die Stromlieferungen Serbiens, die überwiegend nach Mazedonien erfolgten, und Bosniens, die vor allem für Kroatien sowie Slowenien bestimmt waren, übertrafen die jeweiligen Strombezüge, während bei den übrigen Republiken die Strombezüge überwogen. Bei der Beurteilung dieser Daten wäre allerdings zu beachten, dass die Stromfernversorgung innerhalb der einzelnen Republiken, welcher insbesondere in Serbien und Kroatien infolge der Entfernungen zwischen den dortigen Erzeugungs- und Verbrauchszentren elektrischer Energie Bedeutung zukommt, hier nicht ausgewiesen ist.

### 4. Stromverbrauch

Die Schwerpunkte des *Stromverbrauchs* (siehe Tabelle VIII) bilden die vier grossen Industrieviere, und zwar das nordwestliche Industrievier (Grossteil Sloweniens und Nordkroatiens), das nordöstliche Industrievier (die Vojvodina, der nördliche Teil Altserbiens und Ostslawonien), das zentralbosnische Industrievier und das östliche Industrievier (der mittlere Teil Altserbiens). Ihr Anteil am Gesamtverbrauch wird auf rund 80% geschätzt, wobei rund 30% des Gesamtverbrauchs auf das nordwestliche Industrievier entfallen.

*Höhe des Stromverbrauchs nach Republiken [5; 9; 11]*

Tabelle VIII

Republik	1951		1960		1970		1975		1976	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Slowenien	623,5	28,6	1 942,4	26,5	4 496	20,4	5 930	16,8	6 247	16,9
Kroatien	736,7	33,8	1 933,0	26,4	5 048	22,9	8 074	22,9	8 318	22,5
Bosnien-Herzegowina	228,0	10,5	1 134,0	15,5	2 725	12,4	4 874	13,8	5 305	14,4
Serbien	522,6	24,0	1 840,0	25,1	7 363	33,5	11 824	33,6	12 769	34,5
Mazedonien	60,0	2,8	367,4	5,0	1 849	8,4	3 016	8,6	2 771	7,5
Montenegro	7,0	0,3	114,0	1,5	515	2,4	1 515	4,3	1 567	4,2
Jugoslawien	2 177,8	100,0	7 330,8	100,0	21 996	100,0	35 233	100,0	36 977	100,0

Die Tendenz der jugoslawischen Wirtschaftspolitik, eine möglichst rasche Angleichung des wirtschaftlichen Entwicklungsgrades in allen Teilen des Landes zu erzielen, wird aus der allmählichen Verminderung des charakteristischen Gefälles der *Kopfquoten des Stromverbrauchs* (siehe Tabelle IX) zwischen dem dichtbesiedelten und am stärksten industrialisierten Nordwesten und dem industrieärmeren südlichen Teil des Landes erkennbar.

Der Anteil der gesamten Industrie am Stromverbrauch hat sich von 73,4% (1951) auf 57,9% (1976) kontinuierlich verringert. Gleichzeitig hat sich der Anteil der elektrochemischen und elektrometallurgischen Industrie am Stromverbrauch der gesamten Industrie von 26,9% (1951) auf 38,8% (1976) erhöht, und dieser Trend dürfte aufgrund des geplanten Ausbaues dieser Industrien (z.B. Aluminiumkombinate in Kidričevo, Mostar und Titograd) anhalten. Der Anteil der Haushalte am Stromverbrauch hat sich von 11,9% (1951) auf 29,8% (1976) kontinuierlich erhöht (vergleiche Tabelle X), doch erreichte der durchschnittliche Stromverbrauch der jugoslawischen Haushalte im Jahre 1975 mit rund 1880 kWh nur rund die Hälfte des Durchschnittsverbrauchs der Haushalte in Österreich. Im Jahre 1975 waren 94% der jugoslawischen Haushalte elektrifiziert (zum Vergleich 1965: 69%) [11].

*Stromverbrauch pro Einwohner nach Republiken*  
[5; 9; 11]

Tabelle IX

Republik	1951 kWh	1960 kWh	1970 kWh	1975 kWh	1976 kWh
Slowenien	415	1229	2636	3340	3486
Kroatien	187	467	1144	1790	1836
Bosnien- Herzegowina	85	350	736	1225	1317
Serbien	77	243	882	1353	1441
Mazedonien	50	264	1163	1714	1553
Montenegro	17	245	980	2705	2773
Jugoslawien	131	396	1087	1652	1715

## 5. Stromaustausch mit dem Ausland

Das jugoslawische Stromversorgungssystem ist mit den Stromversorgungssystemen sämtlicher Nachbarländer durch zwischenstaatliche Fernleitungen verbunden. Der *Stromaustausch* mit diesen Ländern erfolgt aufgrund zwischenstaatlicher Abkommen. Der bisherige Umfang des Stromaustausches mit dem Ausland (siehe Tabelle XI) war, gemessen am Stromverbrauch Jugoslawiens, verhältnismässig gering. Bis 1963

*Entwicklung und Struktur des jugoslawischen Stromverbrauchs* [5; 9; 11]

Tabelle X

	1951		1960		1970		1975		1976	
	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%	GWh	%
Gesamterzeugung	2 558,0	100,0	8 928,0	100,0	26 023,0	100,0	40 040	100,0	43 573	100,0
Eigenverbrauch der Kraftwerke	103,0	4,0	317,0	3,6	1 256,0	4,8	1 960	4,9	2 150	4,9
Übertragungs- und Verteilungsverluste	243,0	9,5	1 221,0	13,7	2 980,0	11,4	3 940	9,8	4 646	10,7
Verfügbar für den Verbrauch	2 212,0	86,5	7 390,0	82,7	21 787,0	83,8	34 140	85,3	36 777	84,4
+ Einfuhr	0,0		30,0		361,0		1 642		1 263	
- Ausfuhr	34,2		123,2		152,0		549		1 063	
Verfügbar für den Inlandverbrauch	2 177,8		7 296,8		21 996,0		35 233		36 977	
Verbraucher- kategorien:										
1. Elektrochemische und elektro- metallurgische Industrie	430,7	19,8	1 683,1	23,1	5 259,0	23,9	7 193	20,4	8 307	22,5
2. Übrige Industrie und Bergbau	1 166,4	53,6	3 561,8	48,8	7 695,0	35,0	13 407	38,1	13 080	35,4
3. Haushalte	259,3	11,9	1 270,7	17,4	6 082,0	27,6	10 183	28,9	11 019	29,8
4. Geschäftsräume und öffentliche Lokalitäten	83,0	3,8	258,5	3,5	968,0	4,4	1 002	2,8	1 069	2,9
5. Öffentliche Beleuchtung	19,4	0,9	78,6	1,1	242,0	1,1	328	0,9	352	0,9
6. Eisenbahnverkehr	14,3	0,6	33,8	0,5	301,0	1,4	765	2,2	707	1,9
7. Landwirtschaft	<sup>1)</sup>		<sup>1)</sup>		168,0	0,8	421	1,2	511	1,4
8. Sonstiger Verbrauch	204,7	9,4	410,3	5,6	1 281,0	5,8	1 934	5,5	1 932	5,2
Summe 1. bis 8.	2 177,8	100,0	7 296,8	100,0	21 996,0	100,0	35 233	100,0	36 977	100,0

<sup>1)</sup> In 8. mitenthalten.



überwogen die Exporte, in der Folgezeit zumeist die Importe. Der Anteil des Nettoimportes elektrischer Energie am Stromverbrauch betrug 1970 0,9%, 1975 3,1% und 1976 0,5%. Zu den wichtigsten Partnern Jugoslawiens auf dem Sektor des Stromaustausches zählt Österreich, auf das im Zeitraum von 1951 bis 1958 der Hauptanteil an der jugoslawischen Stromausfuhr entfiel, während die jugoslawischen Strombezüge in dieser Periode unbedeutend waren. Die Lieferungen erfolgten grösstenteils im Rahmen des am 15. April 1954 zwischen der Gemeinschaft der Elektrizitätswirtschaftlichen Unternehmungen Sloweniens (ELES) und der Österreichischen Elektrizitätswirtschafts AG abgeschlossenen Material- und Stromlieferungsvertrages als Gegenleistung für den Bezug von österreichischen Industrieprodukten. Nach dem Auslaufen des Vertrages vom Jahre 1954, im Mai 1959, änderte sich dieses Bild rasch. Die jugoslawische Stromausfuhr nach Österreich ging zurück, während die jugoslawischen Strombezüge aus Österreich sich ausweiteten [5]. Zur Verbesserung der Voraussetzungen für den Stromaustausch wurde 1971 eine 220-kV-Ringleitung mit einer maximalen Übertragungsleistung von 300 MW fertiggestellt, die die Stromversorgungssysteme Jugoslawiens, Italiens und Österreichs, die im Rahmen der UCPT<sup>2)</sup> die Regionalgruppe SUDEL bilden, verbindet. Die Gesamtlänge dieser Hochspannungsringleitung beträgt rund 800 km, wovon rund 180 km auf Jugoslawien, rund 230 km auf Österreich und rund 390 km auf Italien entfallen. Sie hat auf jugoslawischem Gebiet folgenden Verlauf: Österreichische Staatsgrenze–Podlog–Klečce–Divača–italienische Staatsgrenze. Die Verbindung mit dem österreichischen bzw. italienischen Stromversorgungssystem wird durch die Fernleitungen Pod-

<sup>2)</sup> UCPT<sup>2)</sup> Union pour la coordination de la production et du transport de l'électricité, gegründet am 23. Mai 1961.

*Entwicklung und regionale Struktur des Stromaustausches Jugoslawiens mit dem Ausland (GWh) [5; 9; 11; 12]*

Tabelle XI

	1951	1960	1970	1975	1976
<b>I. Ausfuhr nach:</b>					
Albanien	–	–	–	–	–
Bulgarien	–	–	17,4	2	57
Griechenland	–	8,7	41,7	19	13
Italien	–	1,7	0,7	110	320
Österreich	25,2	20,8	32,0	–	221
Rumänien	–	–	0,2	418	447
Ungarn	–	92,0	84,8	–	6
<b>Insgesamt</b>	<b>25,2</b>	<b>123,2</b>	<b>176,8</b>	<b>549</b>	<b>1064</b>
<b>II. Einfuhr aus:</b>					
Albanien	–	–	–	276	150
Bulgarien	–	–	36,5	170	132
Griechenland	–	–	18,8	97	69
Italien	–	4,8	1,6	605	538
Österreich	–	24,6	171,3	305	225
Rumänien	–	–	119,3	37	67
Ungarn	–	0,6	31,8	152	89
<b>Insgesamt</b>	<b>–</b>	<b>30,0</b>	<b>379,3</b>	<b>1642</b>	<b>1270</b>
<b>Saldo</b>	<b>+25,2</b>	<b>+93,2</b>	<b>–202,5</b>	<b>–1093</b>	<b>–206</b>

Anmerkung: Die Abweichungen der Angaben für 1951, 1960, 1970 und 1976 gegenüber Tabelle X sind auf die unterschiedliche Erfassung durch die Statistiken zurückzuführen.

log–Obersielach (bei Völkermarkt) bzw. Divača–Padriciano hergestellt, die Verbindung des österreichischen und des italienischen Stromversorgungssystems durch die Fernleitung Lienz–Soverzene.

Die jugoslawischen Strombezüge aus Österreich und Italien, die eine dominierende Position im jugoslawischen Stromaustausch bilden, werden vornehmlich im Sommerhalbjahr durchgeführt, was im Einklang mit der hydraulischen Erzeugungsdifferenz zwischen Alpenraum und dinarischem Bereich steht. Mit dem weiteren Ausbau der jugoslawischen Wasserkraft im dinarischen Bereich dürften sich in den nächsten Jahren die Voraussetzungen für die Stromausfuhr im Winterhalbjahr in den österreichisch-norditalienischen Bereich bessern.

Es darf daher angenommen werden, dass sich der Umfang des Stromaustausches beträchtlich erweitern wird, wobei die jugoslawische Stromausfuhr, auch im Hinblick auf die zunehmende Erschliessung der jugoslawischen Braunkohlevorkommen für die Stromerzeugung, innerhalb der nächsten Jahre stärker zunehmen dürfte als die Stromeinfuhr, so dass sich die Bilanz des Stromaustausches voraussichtlich zugunsten Jugoslawiens ändern wird.

**Literatur**

- [1] Bundeskomitee für Informationen: Der Gesellschaftsplan Jugoslawiens für den Zeitraum von 1976 bis 1980. Beograd.
- [2] P. Feith: Die Energiewirtschaft Jugoslawiens unter besonderer Berücksichtigung der Elektrizitätswirtschaft. Dissertation, Hochschule für Welthandel, Wien 1963.
- [3] P. Feith: Die Energiewirtschaft Jugoslawiens. Neue Technik und Wirtschaft, Bd. 19, Wien 1965, Heft 2, S. 47–50.
- [4] P. Feith: Die Energiewirtschaft Jugoslawiens. Österr. Osthefte, Bd. 11, Wien 1969, Heft 1, S. 38–54.
- [5] P. Feith: Die Energiewirtschaft Jugoslawiens. Wiener Geographische Schriften 43/44/45, Beiträge zur Wirtschaftsgeographie, I. Teil, Wien 1975, S. 121–140.
- [6] P. Feith und L. Feith: Die Elektrizitätswirtschaft Jugoslawiens. Elektrizitätswirtschaft. Zeitschrift der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke – VDEW, Bd. 76, Frankfurt (Main) 1977, Heft 15, S. 506–509.
- [7] P. Feith und L. Feith: Die Elektrizitätswirtschaft Jugoslawiens. Wirtschaftsgeographische Studien. Herausgegeben von der Österr. Gesellschaft für Wirtschaftsraumforschung. Bd. 1, Wien 1977, Heft 2, S. 52–68.
- [8] R. Fenz und W. Roehle: Der Ausbau der mittleren und unteren Donau – von Österreichs Ostgrenze zur Mündung. Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft, 35. Bd., Hamburg 1975/76, S. 231–236.
- [9] Savezni zavod za statistiku: Statistički godišnjak Jugoslavije 1977. Bd. XXIV, Beograd 1977.
- [10] Statistisches Bundesamt: Statistisches Taschenbuch Jugoslawiens 1976. 22. Jg., Beograd, im April 1976.
- [11] Zajednica jugoslovenske elektroprivrede: Elektroprivreda Jugoslavije 75. Beograd (1976).
- [12] Zajednica jugoslovenske elektroprivrede: Elektroprivreda Jugoslavije 1976. (Prethodni podaci). Beograd 1977.
- [13] Ekonomska politika Nr. 1249, Beograd, 8. 3. 1976.

**Adresse der Autoren**

Dr. Peter Feith und Lucia Feith, Hegelgasse 13/19, A-1010 Wien.