Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 44 (1952)
Heft: 5-7

Artikel: Die bündnerische Wasserkraftausnutzung
Autor: Töndury, G.A.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-921776

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die bündnerische Wasserkraftnutzung

Von dipl. Ing. *G. A. Töndury,* Baden

DK 621.311 (494.26)

Einleitung

Graubünden ist mit 7113,5 km² Bodenfläche der territorial größte Kanton der Schweiz; der Bevölkerung nach steht er gemäß eidgenössischer Volkszählung vom 1. Dezember 1950 mit 137 100 Einwohnern erst an 14. und der Bevölkerungsdichte nach mit nur 19 Einwohnern pro km² sogar an letzter Stelle. 30,5 % der Bodenfläche sind unproduktiv; das Klima ist größtenteils rauh und unwirtlich. Die Wirtschaft Graubündens wird zudem durch die geographische Lage besonders ungünstig beeinflußt, weil zwei Drittel seiner Grenzen ausländisches Territorium berühren und der Kanton seit Jahrzehnten die schweren finanziellen Lasten der Rhätischen Bahn und eines ausgedehnten Straßennetzes zu tragen hat. Die Hauptpfeiler der bündnerischen Volkswirtschaft sind die Land- und Forstwirtschaft, vor allem aber das besonders krisenempfindliche Gastgewerbe, das wegen des Fremdenverkehrs allen weltwirtschaftlichen Schwankungen stark ausgesetzt ist. Die Landwirtschaft, das Baugewerbe, Handel und Gewerbe, das Verkehrswesen sowie die mit Ausnahme der Holzverzuckerung und Papierherstellung nie zu größerer Bedeutung gelangte Industrie sind ebenfalls eng mit dem Gastgewerbe verflochten, so daß ein großzügiger Ausbau der reichen Wasserkräfte mit seiner Befruchtung der Wirtschaft, der Gemeinde- und Kantonsfinanzen eine erwünschte und notwendige Verbreiterung der Existenzbasis des notleidenden Bergkantons bildet[1]. Der sprachlich und kulturell interessante, an landschaftlicher Schönheit besonders reiche Kanton bietet entsprechend seiner topographischen und geologischen Vielgestalt auch hydrologisch ein mannigfaltiges Bild.

Graubünden entsendet seine Bäche und Flüsse nach vier verschiedenen Stromgebieten: dem Rhein, der Donau, dem Po und der Etsch. Das Einzugsgebiet des Rheins umfaßt in Graubünden 4260 km² oder 60 % seines Territoriums, dasjenige des Inn, der bei Passau in die Donau mündet, 1945 km² oder 27,3 % der Gesamtfläche; die Moësa und Calancasca als Zuflüsse zum Ticino, die Mera im Bergell sowie der Poschiavino als Zuflüsse zur Adda, mit einem Einzugsgebiet auf Bündner Boden von 781 km² oder 11,0 % der Gesamtfläche gehören zum Einzugsgebiet des Po; der Rom im Münstertal schließlich ist ein Zufluß der Etsch und hat ein Einzugsgebiet von nur 128 km² oder 1,7 % der Gesamtfläche. Auf dem Longhinpaß bei Maloja entspringen ganz nahe beieinander Quellen, die ihr Wasser nach drei verschiedenen Meeren entsenden: nach dem Rhein in die Nordsee, nach dem Inn in das Schwarze Meer und nach der Mera in die Adria.

Spricht man über die Wasserwirtschaft Graubündens, so muß man vorerst auf die Sorgen und Lasten hinweisen, die durch *Flußkorrektionen und Wildbachverbauungen* zur Eindämmung von Hochwasserschäden und zur Bannung latenter Gefahren seit Jahrhunderten dem Gebirskanton, den meistens armen Berggemeinden und ihren Bewohnern erwachsen. Der geologische Aufbau Graubündens mit den ausgedehnten Gebieten im stark verwitterbaren Bündnerschiefer mit seinen großflächigen Rutschgebieten und den durch die Gebirgsfaltung und komplizierten Deckenüberschiebungen stark zerrütteten Gesteinszonen bildet den Hauptgrund der Entstehung der vielen und gefürchteten Wildbäche, vor allem in den steilen Seitentälern, während die Hauptflüsse vorwiegend den Geschiebetransport besorgen. Über diesen Zweig der Wasserwirtschaft wird in einem nachfolgenden Aufsatz von kompetenter Seite berichtet.

Rückblick und heutige Lage

Das nutzbringende Element der Wasserwirtschaft ist vor allem beim *Ausbau der bündnerischen Wasserkräfte* zu finden. Schon in alter Zeit verstand es der

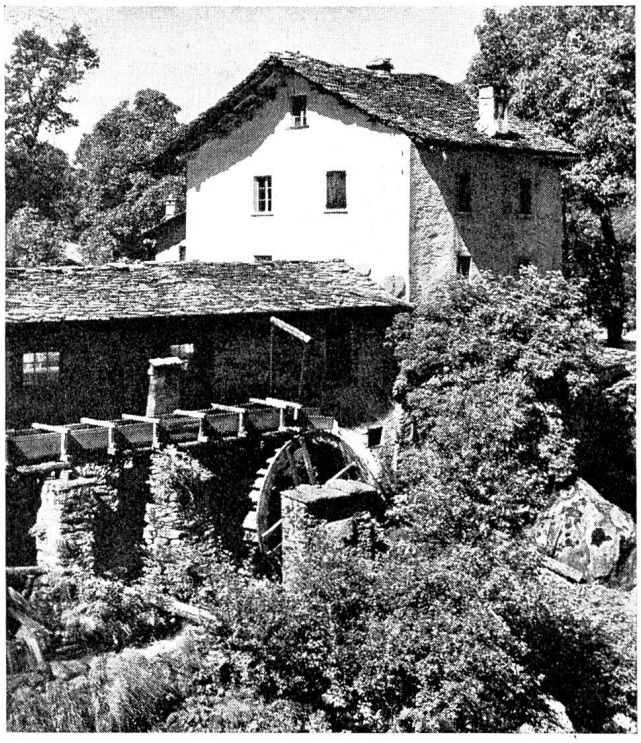

Abb. 1 Alte Mühle bei Bondo, Bergell
Photo A. Steiner, St. Moritz

[1] siehe auch «Graubündens Volkswirtschaft» desselben Autors, erschienen 1946; Druck und Verlag: Engadin-Press AG, Samedan (336 Seiten, reich illustriert).

Abb. 2
Druckleitung und Zentrale Campocologno der Kraftwerke Brusio AG, Inbetriebnahme 1907
Photo A. Steiner, St. Moritz

Mensch, die im fallenden Wasser schlummernde Kraft seinen Bedürfnissen dienstbar zu machen; diese wurde vor allem zum Antrieb der Mühlen und Sägen und in bescheidenerem Maße für gewerbliche Betriebe, Hammerwerke, Schmieden und dergleichen benützt. Durch den starken Rückgang des Getreideanbaues büßten die Getreidemühlen, die fast in jedem Dorf anzutreffen waren, ihre Bedeutung ein. Kürzlich wurden in den «Landesberichten» noch 69 Wasserwerke mit einer jährlichen mechanischen Energieerzeugung von rund 9,5 Mio Pferdekraftstunden (PSh) erwähnt. Die gewaltige Entwicklung in der Elektrotechnik und Elektroindustrie Ende des letzten Jahrhunderts wirkte sich auch früh in Graubünden aus. Hier waren es vor allem die Pioniere der Hotellerie, die frühzeitig die große Bedeutung des elektrischen Stromes zu Beleuchtungszwecken für ihre Unternehmungen erkannten und tatkräftig den Bau von kleinen Kraftwerken für ihren eigenen Lichtbedarf förderten.

Johannes Badrutt von St. Moritz, der 1878 die Weltausstellung in Paris besuchte und dort als Novum eine Anlage für elektrische Beleuchtung sah, ließ unverzüglich in St. Moritz eine Anlage erstellen, und bereits 1879 erstrahlte der Speisesaal des *Hotel Engadiner-Kulm* in elektrischer Beleuchtung. Es soll dies die erste derartige Anwendung in der Schweiz gewesen sein! In den Jahren 1882/83 und 1886 wurde die Anlage erweitert und 1885 bis 1890 entstanden weitere solcher kleinen Werke für den Kursaal Maloja-Palace, für Hotels in Davos-Platz, Davos-Dorf, Klosters und Flims.

Mit der 1891 erstmalig gelungenen Fernübertragung elektrischer Energie beginnt die große Entwicklungsperiode des Kraftwerkbaues; auch in Graubünden setzte eine sofortige rasche Förderung der Wasserkraftnutzung ein.

1890—1892 kamen die Elektrizitätswerke *Morteratsch* für verschiedene Hotels in Pontresina, *Julier,* Silvaplana, für Hotelunternehmungen in St. Moritz-Bad und *Charnadüra,* St. Moritz, für verschiedene Hotels in St. Moritz-Dorf, alle drei im Oberengadin gelegen, in Betrieb. Am 17. November 1892 erhellte das elektrische Licht zum ersten Mal die Wohnungen der Privatabonnenten des durch Volksbeschluß vom 28. Juni 1891 gegründeten Elektrizitätswerkes der Stadt Chur auf «*Meiersboden*».

Der Wasserreichtum Graubündens, verbunden mit großen Gefällsstufen, ließ eine rasche Entwicklung im Ausbau der Wasserkräfte erwarten, die eine kantonale Gesetzgebung erforderlich machte. Angeregt durch den Bündnerischen Ingenieur- und Architektenverein arbeitete die Bündner Regierung eine Gesetzesvorlage aus: das vom 18. März 1906 datierte kantonale Wasserrechtsgesetz.

Die erste große Kraftwerkunternehmung bildete sich 1904 im Puschlav in Form der *Kraftwerke Brusio AG,* vor allem als Unternehmung für den Export von elektrischer Energie aus der Schweiz nach Italien, waren doch zu jener Zeit die Probleme für eine größere Energieübertragung über die Alpen noch nicht gelöst. 1906—1907 wurde die Kraftleitung 23 kV über den Berninapaß zur Umformerstation Bever im Engadin gebaut. Bereits im Jahre 1907 konnte das Kraftwerk Campocologno nahe der schweizerisch-italienischen Grenze den Betrieb eröffnen, mit 35 600 PS installierter Leistung zu jener Zeit bei weitem das größte Kraftwerk der Schweiz. (Abb. 2.)

Schon früh zeigte die sich stark entwickelnde *Stadt*

Zürich Interesse für die Bündner Wasserkräfte, wie aus nachfolgendem Aufsatz ersichtlich ist.

Es fehlte nicht an Versuchen, schon früh eine großzügige Planung in die bündnerische Wasserwirtschafts- und Kraftwerkpolitik zu bringen. Das 1911 ins Leben gerufene «Syndikat für die Ausnützung graubündnerischer Wasserkräfte», Vorgänger der heutigen *Rhätischen Werke für Elektrizität AG,* Thusis, versuchte, das Ziel auf privatwirtschaftlicher Basis zu erreichen. Die 1917/18 gegründete *AG Bündner Kraftwerke* ihrerseits ging ursprünglich von der Verwertung auf gemeinwirtschaftlicher Grundlage aus, ähnlich wie andere Kantone, beispielsweise Bern und die NOK-Kantone; die Verhältnisse waren aber in Graubünden anders, da der Großteil der erzeugten Energie außerhalb des Kantons abgesetzt werden mußte. Dieses Unternehmen scheiterte in seiner ursprünglichen Form bereits 1923 aus finanziellen Gründen, vor allem wegen der ungenügenden vertraglichen Sicherstellung des Energieabsatzes, so daß eine für Kanton, Gemeinden und Private einschneidende Reorganisation der BK durchgeführt werden mußte, die eine merkliche Verbitterung zurückließ.

Der Rahmen dieser Darlegungen erlaubt es nicht, länger bei der geschichtlichen Entwicklung zu verweilen. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die 30 Kraftwerke der 13 bestehenden Elektrizitätsunternehmungen Graubündens mit 1000 kW und mehr maximal möglicher Leistung. Darin sind neben den wichtigsten technischen und wirtschaftlichen Daten auch die Bauperiode und damit die geschichtliche Entwicklung dargestellt. Die Produktion dieser 30 Kraftwerke beträgt etwa 97 % derjenigen aller Kraftwerke Graubündens. Erreichte der Anteil Graubündens an der in der ganzen Schweiz in den Wasserkraftanlagen installierten Leistung im Jahre 1910 mit 16 % den relativ höchsten Wert, so sank dieser später leider sukzessive bis zum Jahre 1943 auf den tiefsten Stand von nur 7,5 %; seither zeigt sich eine leichte Besserung, indem die heute total in Graubünden installierte Leistung von etwa 290 000 kW rund 10 % der in der ganzen Schweiz installierten Leistung aller Wasserkraftanlagen beträgt; die mittlere bündnerische Produktionsmöglichkeit erreicht heute 10,5 % der schweizerischen. Auch dieser Anteil steht in keinem Verhältnis zum vorhandenen großen Wasserreichtum Graubündens. Betrachtet man aber die jetzt im Bau stehenden Kraftwerkanlagen, so ist ersichtlich, daß der produktionsmäßige Anteil Graubündens mit 253 Mio kWh (Julia-Kraftwerk Marmorera, Zuleitung Zervreila-Safien) nur 7,5 % der gesamtschweizerischen mittleren Produktionsmöglichkeit von fast 3,4 Mrd kWh umfaßt, während beispielsweise auf die Bergkantone Wallis 41,7 % (Grde Dixence nur I. Phase mit 200 Mio kWh) und Tessin 23,4 % entfallen.

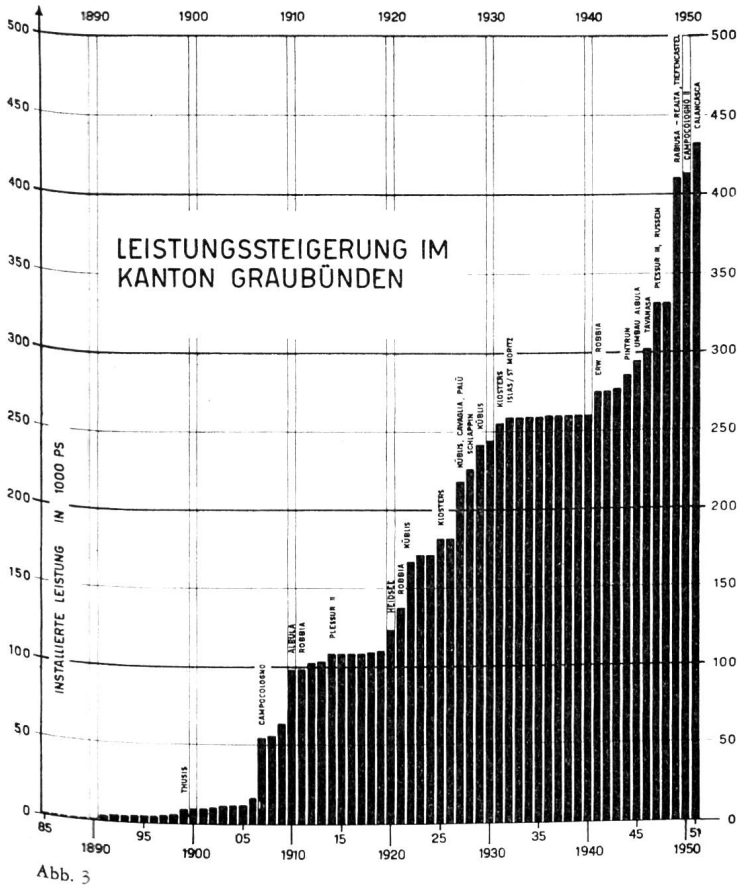

Abb. 3

Bis heute sind in Graubünden 43 Kraftwerke mit einer Leistung von mehr als 150 kW in Betrieb, die zusammen eine größtmögliche Spitzenleistung von rund 289 000 kW aufweisen. Die gesamten Anlagekosten dieser Kraftwerke ohne Leitungsnetz betrugen etwa 180 Millionen Franken. Dazu kommen noch fast 40 ganz kleine, meistens Gemeindewerke, mit einer totalen installierten Leistung von nur rund 2000 kW. Die gesamte, in bündnerischen Kraftwerken mögliche mittlere Jahresenergieproduktion beträgt heute etwa 1320 Mio kWh; davon entfallen rund 500 Mio kWh oder 38 % auf Winterenergie, wovon nur rund 85 Mio kWh auf Speicherenergie. Die tatsächliche Energieproduktion betrug 1118 Mio kWh im Jahre 1950 und rund 1200 Mio kWh im Jahre 1951. Der gesamte Jahresspeichervorrat beträgt nur 45 Mio m³ und wird ganz aus natürlichen Seen mit teilweisem Aufstau entnommen. Es handelt sich um den Lago Bianco auf Berninahospiz mit 18 Mio m³ und den Lago di Poschiavo mit 16 Mio m³, die in den Brusiowerken genutzt werden, und um den Davosersee mit 11 Mio m³, der den Bündner Kraftwerken dient. Im Bau befindet sich der Staudamm zur Schaffung des Speichersees Marmorera mit einem Nutzinhalt von 60 Mio m³ und rund 110 Mio kWh Speicherenergie. Zurzeit stehen auch die Verbindungsstollen Zervreila-Peilertal-Safiental für die Kraftwerkgruppe Zervreila-Rabiusa im Bau; durch die Wasserüberleitung gewinnt man im Kraftwerk Rabiusa/

Tabelle 1 Bestehende Kraftwerk-Unternehmungen in Graubünden mit mehr als 1000 kW

Unternehmung Firma, Initialen, Sitz	Kraftwerke Name, Ort	Bauperiode Erstellung	Bauperiode Erweiterungen	Gewässer
Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ) Zürich	Juliawerk, Tiefencastel	1945/49	—	Julia
	Albulawerk, Sils	1906/10	1944/45	Albula
	Heidseewerk, Solis	1917/20	—	Heidbach
AG Bündner Kraftwerke (BK) Klosters	KW Klosters, Klosters	1920/25	1931	Davosersee und Flüelabach
	KW Küblis, Küblis	1919/22	1927, 1929	Landquart
	KW Schlappin, Klosters	1927/28		Schlappinbach
	KW Silvaplana, Silvaplana	1891	1941/43	Ova da Güglia
	KW Morteratsch, Pontresina	1890		Ova da Bernina
	KW Chamuera, La Punt-Chamuera	1906		Chamuera
	KW Madulain, Madulain	1903		Ova d'Es-cha
Kraftwerke Brusio AG (KWB) Poschiavo	KW Palü, Cavaglia	1926/28	1941/42	Cavagliasco
	KW Cavaglia, Cavaglia	1926/28	1921/28	Cavagliasco
	KW Robbia, San Carlo	1909/11	1940/42	Cavagliasco
	KW Campocologno I, Campocologno	1904/07	1927, 1946	Poschiavino
	KW Campocologno II, Campocologno	1949/50		Poschiavino
Kraftwerke Zervreila AG (KWZ) Vals	KW Rabiusa-Realta, Realta	1947/50		Rabiusa/Safien
Kraftwerke Calancasca AG (KWC) Roveredo	KW Calancasca, Sassello/Roveredo	1949/51		Calancasca
Patvag AG für Chemie und Elektrizität Zürich	KW Russein, Somvix	1945/47		Russeinbach
	KW Tavanasa, Tavanasa	1944/46		Tscharbach und Petersbach
	KW Pintrun, Trin	1942/44		Flembach
Licht- und Wasserversorgung der Stadt Chur (EWC) Chur	KW Plessur II, Lüen	1912/14	1927/30, 1946/47	Plessur
	KW Plessur III, Chur	1945/47	—	Plessur
	KW Rabiusa, Sand-Chur	1892	1905/06, 1946	Rabiusa
Rhätische Werke für Elektrizität AG (RW) Thusis	KW Thusis, Rongellen, Thusis	1898/99	1904/06, 1910 1920/21	Hinterrhein
Elektrizitätswerk der Gemeinde St. Moritz (EW St. M.) St. Moritz	KW Islas, Schlarigna	1892 (an anderer Stelle)	1932	Inn
Rhätische Bahn (Rh. B.) Mesocco	Centrale Cebbia, Mesocco	1907	1919 1943	Moesa
Impraisa electrica Scuol (IES) Scuol/Schuls	Centrala Clemgia, Scuol	1903	1912, 1918 1928, 1934 1941	Clemgia
Elektrizitätswerke Davos AG (EWD) Davos-Platz	KW «Im Sand», Frauenkirch	1894	1911	Sertigbach
	KW «In Ardüs», Glaris	1898	1902	Landwasser
Elektrizitätswerk Bündner Oberland AG Ilanz	KW Waltensburg, Waltensburg	1907/08	1913, 1946/47	Flem- und Ladralbach

Total der obgenannten 13 Unternehmungen: (30 Kraftwerke)
Dazu weitere 13 Kraftwerke mit mehr als 150 kW

Total der 43 Kraftwerke mit mehr als 150 kW Leistung (Stand Sommer 1952)

[1] Nach «Führer durch die schweizerische Wasser- und Elektrizitätswirtschaft» (SWV 1949)
[2] Nach «Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz» (SEV 1948)
[3] T = Tagesspeicher — W = Wochenspeicher — M = Monatsspeicher — J = Jahresspeicher

maximal möglicher Leistung Stand Sommer 1952 (in Reihenfolge der Produktionsmöglichkeit)

max. ausgenützte Wassermenge	Max. Bruttogefälle zwischen Wasserfassung und Wasserrückgabe	Mittleres Nettogefälle	Max. mögliche Leistung ab Generator	Mittlere mögliche Energieerzeugung ab Generator in Mio kWh			Anlagekosten Kraftwerke insgesamt (ohne Leitungsnetz)	Nutzbarer Speicherinhalt	
m³/s	m	m	kW	Winter	Sommer	Jahr	Mio Fr. [2]	Mio m³	Mio kWh
11,00	295,0	275,0	25 000	47,0	93,0	140,0	18,42	0,20 T	
22,00	156,7	137,0	25 000	62,7	94,0	156,7	11,26	0,13 T	0,04
2,20	670,0	572,0	8 000	7,6	21,2	28,8	8,36	0,81 W	0,89
			58 000	117,3	208,2	*325,5*	38,04		
5,72	384,0	323,5	15 500	13,8	29,6	43,4	9,81	11,00 J	7,70
16,00	361,4	292,8	36 000	60,8	102,6	163,4	30,27	11,15 J	7,80
1,67	458,5	420,0	5 400	6,0	18,0	24,0	2,00	0,034 T	
0,70	198,0	175,0	880	0,7	1,9	2,6	0,44		
0,25	131,0	129,0	265	0,9	1,1	2,0	0,26		
0,75	30,0	25,0	135	0,3	0,4	0,7	0,15		
0,30	400,0	320,0	800	1,0	1,4	2,4	0,47		
			58 980	83,5	155,0	*238,5*	43,40	11,15 J	15,50
4,40	313,7	281,0	11 000	11,3	—	11,3	5,82	18,00 J	10,80
4,20	220,5	202,5	7 000	8,6	9,4	18,0	2,75	18,16 J	8,10
4,50	609,5	535,0	22 000	43,1	44,2	87,3	7,15	18,00 J	22,10
10,00	445,6	410,0	33 000	62,0	50,0	112,0	11,63	33,80 J	26,40
14,50	13,4	13,2	1 600	3,0	5,0	8,0	1,20		
			74 600	128,0	108,6	*236,6*	28,55	33,8 J	67,40
6,00	530,0	498,0	25 000	28,0	87,0	*115,0*	22,00	0,50 T	0,55
6,00	405,6	380,0	20 200	29,0	68,5	*97,5*	19,50	0,76 W	
4,00	396,2	368,0	12 000	10,0	32,0	42,0		0,115 T	
1,25	421,3	378,4	4 000	5,0	14,0	19,0			
4,80	171,3	155,5	6 200	9,0	22,5	31,5		0,025 T	
			22 200	24,0	68,5	*92,5*			
3,50	224,5	208,0	5 200	15,4	19,8	35,2	2,67		
6,80	167,6	154,0	8 600	14,5	29,8	44,3	7,97		
0,90	97,5	85,2	590	1,5	2,2	3,7	1,45		
			14 390	31,4	51,8	*83,2*	12,09		
8,50	99,5	90,7	5 500	19,0	23,0	*42,0*	4,02		
8,00	51,8	51,0	3 445	4,1	8,7	*12,8*	1,81	5,30 W Silser- und Silvaplanerseen	0,5
0,75	330,0	270,0	1 450	6,0	6,4	*12,4*	0,53		
3,05	85,2	82,5	1 800	4,3	8,0	*12,3*	1,95	0,005 T	
0,60	110,3	100,0	450	1,1	1,6	2,7	0,54	0,005 T	
1,60	67,1	55,0	1 000	2,6	2,9	5,5	0,55	0,014 T	
			1 450	3,7	4,5	*8,2*	1,09		
0,60	266,0	243,0	1 000	3,4	4,4	*7,8*	0,24		
			284 515 4 625	481,7 10,0	802,6 17,0	1284,3 27,0	173,20	44,95 J	83,4
			289 140	491,7 37,5 %	819,6 62,5 %	1311,3 100 %	∾ 177	44,95 J	83,4

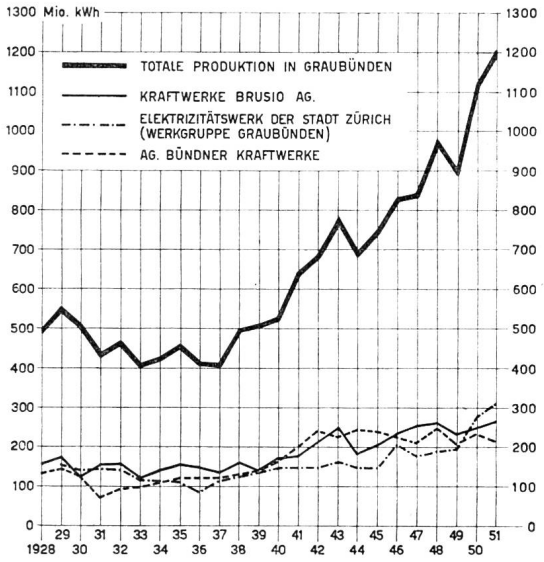

Abb. 4 Entwicklung der Energieproduktion im Kanton Graubünden

Realta 37 Mio kWh, wovon 20 Mio kWh Winterenergie.

Die ganze Entwicklung in der Leistungssteigerung im bündnerischen Kraftwerkbau ist aus dem Diagramm Abb. 3 ersichtlich; die Entwicklung der gesamten Energieerzeugung in Graubünden und diejenige der drei größten Unternehmungen (EWZ, KWB, BK) von 1928 bis 1951 resultiert aus Abb. 4.

Im Jahre 1950 leisteten die bedeutendsten Energieerzeugungsunternehmungen in Graubünden mit einem Produktionsanteil von 97,5 % den Gemeinden und dem Kanton 0,923 Mio Fr. an Wasserzinsen und kantonalen Wasserwerksteuern sowie mehr als 2 Mio Fr. an regulären Steuern und anderweitigen Abgaben. Dem Kanton wurden seit Einführung der kantonalen Wasserwerksteuer im Jahre 1918 von 1919 bis 1951 gesamthaft 7,142 Mio Fr. entrichtet. Zu diesen direkten Leistungen kommt die starke Befruchtung der Wirtschaft durch den Bau und Betrieb der Wasserkraftanlagen.

Ab Ende 1954 werden in Graubünden installiert sein rund 336 000 kW mit einer Produktionsmöglichkeit von im Mittel 1536 Mio kWh, wovon 645 Mio kWh oder 42 % Winterenergie, wobei etwa 195 Mio kWh auf Speicherenergie entfallen.

Die bestehenden Kraftwerke mit der größten Leistung sind: das Kraftwerk Küblis mit 36 000 kW, im Betrieb seit 1922/29; das Kraftwerk Campocologno I mit 33 000 kW, im Betrieb seit 1907, sowie die Kraftwerke Albula, Tiefencastel und Rabiusa-Realta mit je 25 000 kW.

Als letztes wurde im Jahre 1951 das Kraftwerk Calancasca mit 20 200 kW in Betrieb genommen. (Abb. 5.)

Bei den projektierten Kraftwerken stehen leistungsmäßig an der Spitze:

das Kraftwerk Andeer mit 160 000 kW,
das Kraftwerk Sils mit 140 000 kW,
das Kraftwerk Val Bruna-Müstair mit 135 000 kW, und
das Kraftwerk Tarasp mit 121 000 kW.

Aus diesen wenigen Zahlen ist ersichtlich, daß die projektierten Kraftwerke in ihrem Ausmaß in gar keinem Verhältnis zu den eher bescheidenen bestehenden Anlagen stehen.

Die weitgehende Autonomie, der sich die bündnerischen Gemeinden als Folge der geschichtlichen Entwicklung des Landes erfreuen, wirkte sich auch auf die Wasserrechtsgesetzgebung aus. Die Gemeinden hatten seit jeher die Oberhoheit über die Gewässer inne. Dieses Recht brachte ihnen aber früher durch die Wuhrpflicht und die Kostenanteile an den Verbauungen der Flüsse und Wildbäche meistens nur große finanzielle Belastungen. Da mit dem Aufkommen der Wasserkraftnutzung die Aussicht bestand, auch materiellen Nutzen aus den Gewässern zu ziehen, waren die Gemeinden nicht geneigt, auf ihre alten Rechte zu verzichten. Die Gemeinde verleiht in Graubünden das Wassernutzungsrecht kraft eigener Hoheitsrechte; rechtsgültig wird die Verleihung aber erst mit der Genehmigung durch den Kleinen Rat, das heißt die kantonale Regierung. Die Regelung, wie wir sie im Kanton Graubünden finden,

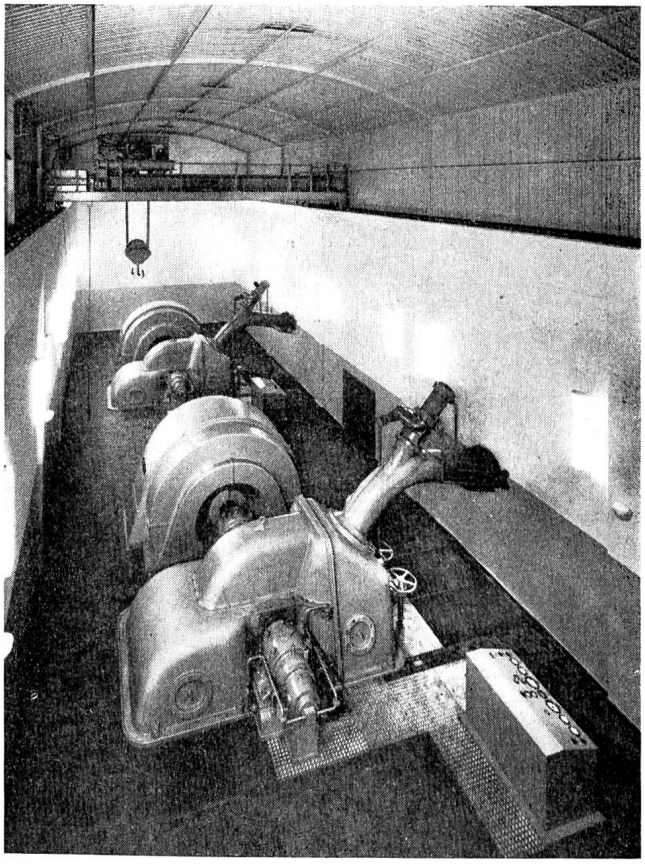

Abb. 5 Kavernenzentrale des Kraftwerkes Calancasca, Inbetriebnahme 1951
Photo H. Wolf-Benders Erben, Zürich

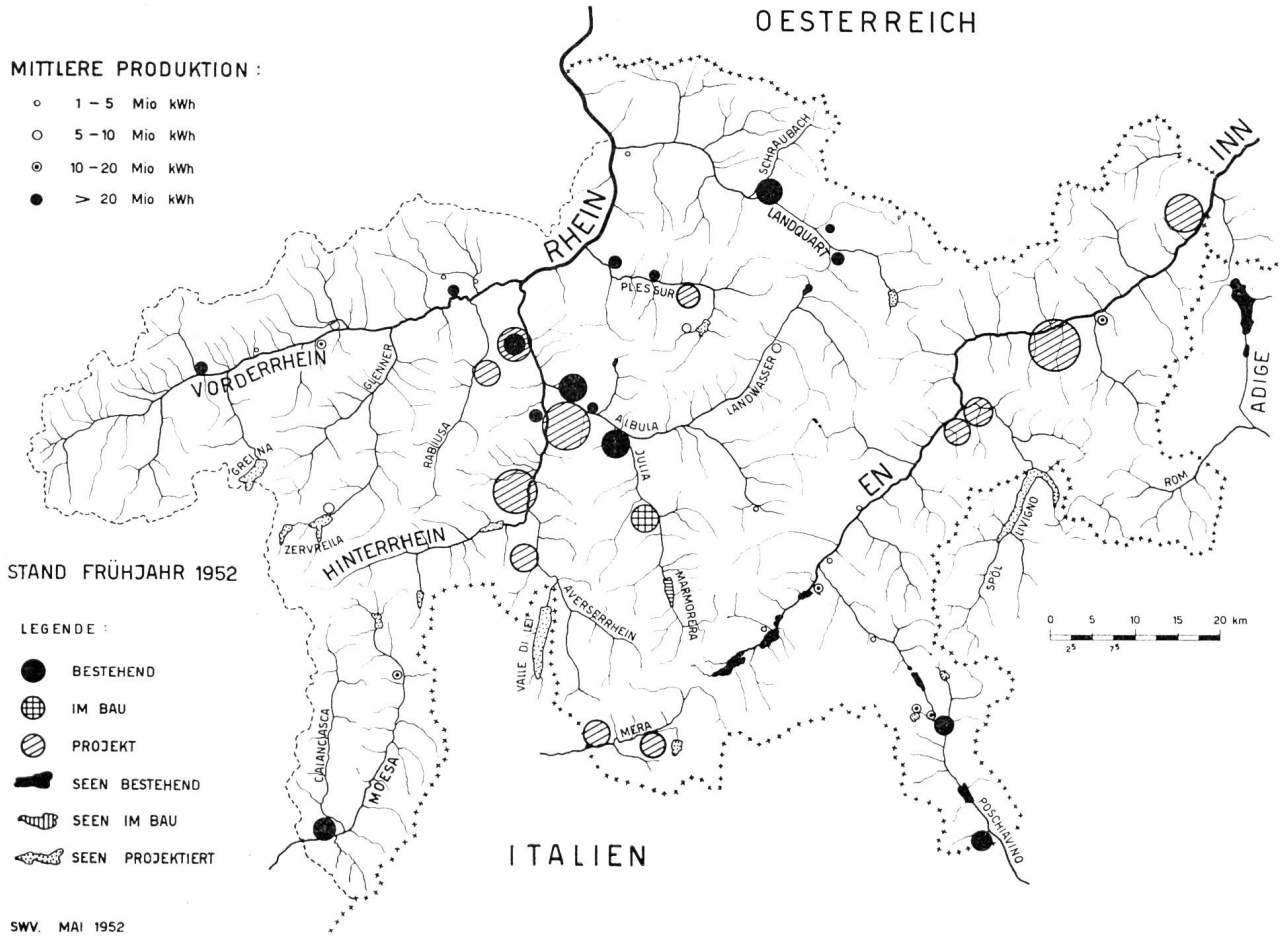

Abb. 6
Generelle Übersicht über die Lage der bestehenden, im Bau befindlichen und aktuellsten projektierten Kraftwerke

stellt in der Schweiz eine Ausnahme dar; ähnliche Verhältnisse finden wir in den Gebirgskantonen Wallis, Glarus und Uri. Diese Rechtslage hat nun in der Folge einen gewissen Einfluß auf die Entwicklung im Kraftwerkbau ausgeübt, weil dadurch eine großzügige Planung im Ausbau der Wasserkräfte bekanntlich in einzelnen Fällen erschwert oder sogar verunmöglicht wurde. Heute sind aber für große Kraftwerkprojekte die Konzessionen seitens vieler Gemeinden bereits erteilt, und es ist zu hoffen, daß nun auch im volkswirtschaftlich so einseitig orientierten und daher stark krisenempfindlichen Graubünden ein großzügiger Ausbau seiner Wasserkräfte bald einsetzen möge.

Zukünftiger Ausbau der Wasserkräfte

Die gesamte Produktionsmöglichkeit der noch ausbauwürdigen bündnerischen Wasserkräfte wird vom kantonalen Bauamt auf Grund bestehender Projekte mit rund 6,5 Mrd kWh angegeben; das wären etwa 40 % der als ausbauwürdig geschätzten, noch auszubauenden Wasserkräfte der Schweiz. Es ist klar, daß solche Zahlen für einen Endausbau in weiter Zukunft immer nur den Wert roher Schätzungen besitzen, da die Entwicklung in baulicher und wirtschaftlicher Hinsicht mit zu vielen Unbekannten behaftet ist.

Diese Angaben zeigen deutlich, wie der Ausbau der bündnerischen Wasserkräfte im Verhältnis zur gesamten Schweiz heute noch stark im Rückstand ist. Der ansehnliche Bedarf der Schweiz an Winterenergie und namentlich an der auch in niederschlagsarmen Wintern erzeugbaren Speicherenergie sollte aber doch wohl eine baldige und sukzessive Inangriffnahme der bedeutendsten projektierten Kraftwerke, für welche die Wasserrechtskonzessionen der Gemeinden vorhanden sind, rechtfertigen. In Zukunft wird zwangsläufig das Schwergewicht im Ausbau der schweizerischen Wasserkräfte in Graubünden zu suchen sein.

Bei der Planung stehen vorläufig, nach der Größe geordnet, folgende Stauseen zur Diskussion:

Tabelle 2 Technische und wirtschaftliche Daten der wichtigsten bündnerischen Kraftwerkprojekte (Stand Sommer 1952)

Konzessionsinhaber bzw. -Bewerber	Bezeichnung der Kraftwerke und Stufen	Speicherbecken Mio m³	Max. Nutzwassermenge m³/s	Mittl. Nettogefälle m	Maximale Generatorleistung kW	Mittlere mögliche Energieproduktion in Mio kWh: Winter (Okt.-März)	Sommer (April-Sept.)	Jahr	Bemerkungen
1. Kraftwerke Zervreila AG, Vals (Projekt Kälin)	*Zervreila-Rabiusa-Kraftwerke:*								einschl. Produktion des heutigen Kraftwerks Rabiusa-Realta
	1. Lampertschalp-Zervreila	30,0 (J)	4,8	257	9 000	18	—	18	[1] dazu Pumpenleistung von 2700 kW
	2. Zervreila Seewerk	70,0 (J)	11,5	67	7 300 [1]	11	— [3]	8	[2] davon 244 Mio kWh Speicherenergie
	3. Thalkirch-Egschi	0,8 (T)	18,5	497	67 000	132	63	195	Kostenschätzung 215 Mio Fr.
	4. Egschi-Realta	0,5 (T)	20,5	495	78 000	149	130	279	(Preisbasis 1948/49)
		100,0 (J)		1316	161 300	310 [2]	190	500	
2. Rhätische Werke für Elektrizität AG, Thusis, für die zu gründende Kraftwerke Hinterrhein AG	*Valle di Lei-Hinterrhein-Kraftwerke:*								[1] dazu Pumpenleistung von 68 000 kW
	1. Valle di Lei-Innerferrera	197,0 (J)	30,0	454	120 000 [1]	222	—	222	[2] davon 521 Mio kWh Speicherenergie
	2. Innerferrera/Sufers-Andeer	18,3 (J)	60,0	315	160 000	230	244	474	[3] einschließl. 70 Mio kWh erforderliche Pumpenenergie
	3. Andeer-Sils	1,0 (T)	44,0	380	140 000	299	333 [3]	632 [3]	Kostenschätzung 513 Mio Fr.
		215,3 (J)		1149	420 000	751 [2]	577 [3]	1328 [3]	(Preisbasis 1948)
									Produktionsanteil der Schweiz 80 %
3. S. A. Forze Idrauliche Albigna, Vicosoprano	*Bergeller Kraftwerke*								[1] davon 86 Mio kWh Speicherenergie
	1. Albigna-Vicosoprano	40,0 (J)	6,0	985	48 000	99 [1]	21	120	[2] davon 32 Mio kWh Speicherenergie
	2. Vicosoprano-Castasegna	0,13 (T)	10,5	346	30 000	63 [2]	90	153	Anlagekosten 110 Mio Fr.
		40,0 (J)		1331	78 000	162	111	273	(Preisbasis 1948)
4. Konsortium für Engadiner Kraftwerkprojekte (KEK), Zürich	*Engadiner Kraftwerke *:*								[1] Internationale Stufe
	1. Spölwerk [1]	185,0 (J)	42,0	294	85 000	164	50	214	Produktions-Anteil der Schweiz 65 %
	2. Madulain-Zernez		16,0	198	23 500	45	94	139	[2] davon rund 350 Mio kWh Speicherenergie
	3. Zernez-Plavna/Tarasp	0,4 (T)	60,0	233	139 500	240	434	674	Kostenschätzung 400 Mio Fr.
	4. Scuol-Martina	2,5 (W)	75,0	125	65 000	117	256	373	(Preisbasis 1950)
	5. Baukraftwerk Tasnan				5 800	9	22	31	
		185,0 (J)			318 800	575 [2]	856	1431	
5. Konsortium Innkraftwerke (KIK), Zürich	*Innkraftwerke **								[1] Internationale Spölstufe
	1. Ponte del Gallo [1]	180,0 (J)	32,0	110	35 000	63	—	63	[2] Innwerk und Hochdruckanlage (Seitenbäche)
	2. Tarasp		35,0	374	106 000	313	317	630	[3] Internationale Val Brunastufe
	3. Seraplana [2]		50,0/7,5	136/472 [2]	78 000	194	273	467	[4] davon 475 Mio kWh Speicherenergie
	4. Müstair I [3]	150,0 (J)	24,0	646	135 000	230	66	296	[5] einschließlich 150 Mio kWh Pumpenenergie
	5. Müstair II		3,0	680	18 000	10	36	46	Kostenschätzung 555 Mio Fr.,
		330,0 (J)			372 000	810 [4]	692 [5]	1502 [5]	inkl. Kosten für neu zu erstellende Anlagen in Italien
									(Preisbasis 1951)
6. Lichtwerke und Wasserversorgung der Stadt Chur	*Plessur-Kraftwerke*								[1] davon 25 Mio kWh Speicherenergie
	1. Plessur I, oberste Stufe	20,0 (J)	3,5	587	17 000	59 [1]	68	127	[2] Speicherenergie
	2. Energiezuwachs in den Stufen Plessur II und III					16 [2]	—	16	Anlagekosten 20 Mio Fr.
		20,0 (J)				75	68	143	(Preisbasis 1948)

* Die Projekte Engadiner Kraftwerke und Innkraftwerke stellen verschiedene Varianten für das gleiche Einzugsgebiet dar, wobei beim KIK auch das Münstertal einbezogen ist.

	Stausee-inhalt Mio m³	Speicher-energie Mio kWh
Stausee Valle di Lei (Italien/Schweiz)	200	493
Stausee Livigno/Spöl (Italien/Schweiz)	185	340
Stausee Val Bruna (Italien/Schweiz)	150	210
Stausee Greina	max. 106	340-420*
Stausee Zervreila	70	162
Stausee Albigna	40	116
Stausee Lampertschalp/Zervreila	30	82
Stausee Curciusa	24	90
Stausee Sufers	20	28
Stausee Isla	20	75
Stausee Radons	18	42
Total	863	1978-2058*

Die Verwirklichung der bedeutendsten Anlagen erfordert hiermit die Verständigung und eine enge Zusammenarbeit mit dem südlichen Nachbarland Italien.

Im nachfolgenden seien noch kurz die bedeutendsten und aktuellsten Kraftwerkprojekte gestreift. Verschiedene technische und wirtschaftliche Angaben sind aus Tab. 2 ersichtlich. Eine generelle Übersicht über die Lage der bestehenden, im Bau befindlichen und aktuellsten projektierten Kraftwerke ist aus Abb. 6 ersichtlich.

* je nachdem, ob die Ausnützung des Greinastausees nach Norden mit dem Vorderrhein bis Tavanasa oder nach der südlichen Alpenabdachung erfolgt.

Zervreila-Rabiusa-Kraftwerke

In naher Zukunft steht erfreulicherweise die Inangriffnahme der Zervreila-Rabiusa-Kraftwerkgruppe (Lageplan siehe Abb. 7) bevor; der Baubeschluß wurde bereits gefaßt und zurzeit ist der Verbindungsstollen vom Valsertal zum Safiental im Bau. An der am 17. Mai 1952 gegründeten Kraftwerke Zervreila AG, Vals, sind beteiligt: Kraftwerke Sernf-Niederenbach AG, Schwanden, mit 40 %, Motor-Columbus AG, Baden, mit 30 %, und die Nordostschweizerischen Kraftwerke AG, Baden, mit 30 %. Die Gemeinschaftsunternehmung übernimmt das seit 1949 in Betrieb stehende Kraftwerk Rabiusa-Realta.

Das vor einigen Jahren durch Vermittlung von Ing. C. Hew und Ing. F. O. Kälin den Kraftwerken Sernf-Niederenbach AG, Schwanden, konzessionierte, durch das Ingenieurbüro Kälin, Meilen, bearbeitete Projekt zur Veredlung der Rabiusa sieht die Wasserkraftnutzung von Valserrhein, Peilerbach und Rabiusa in den Kraftwerkstufen Lampertschalp-Zervreila, Zervreila Seewerk, Thalkirch-Egschi und Egschi-Realta vor. Durch die Anlage

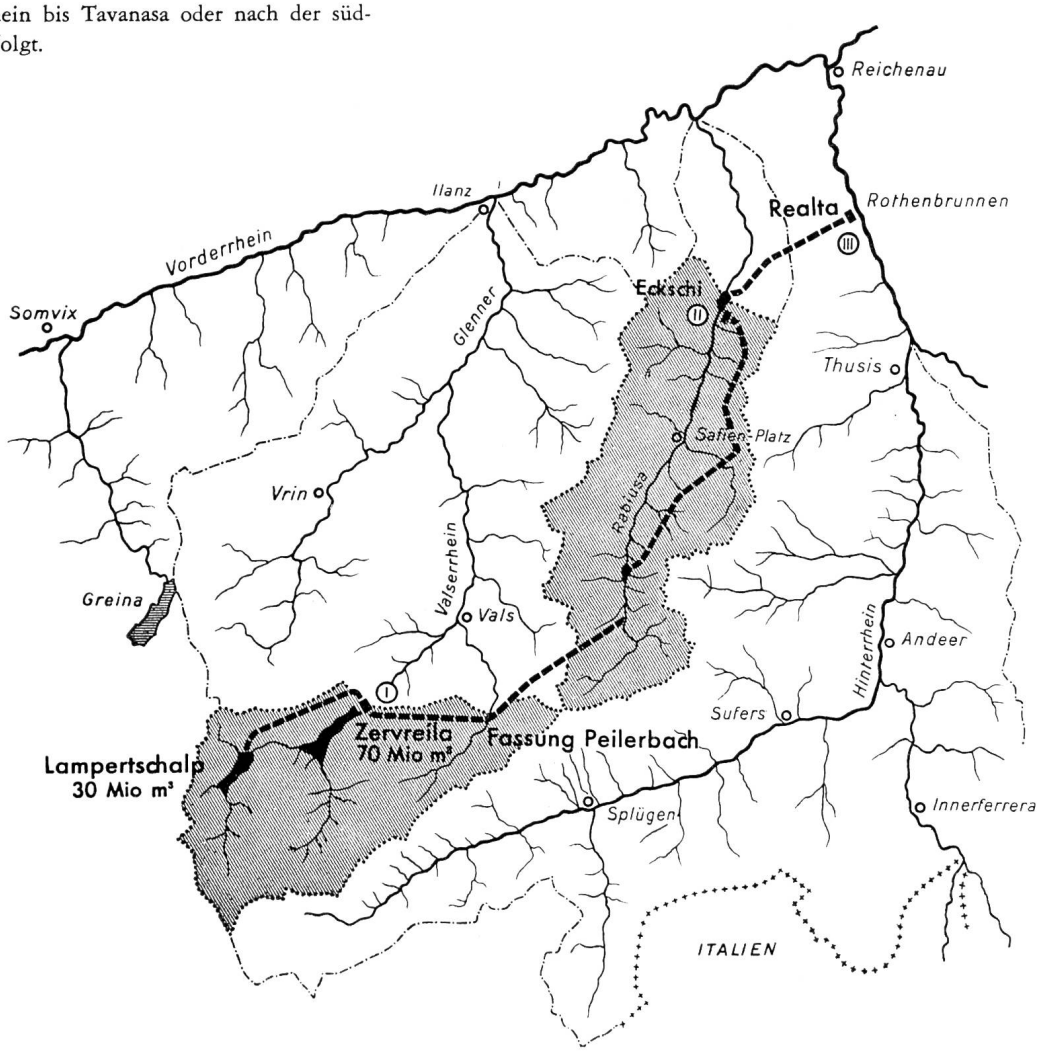

Abb. 7
Lageplan der Kraftwerkgruppe Zervreila-Rabiusa

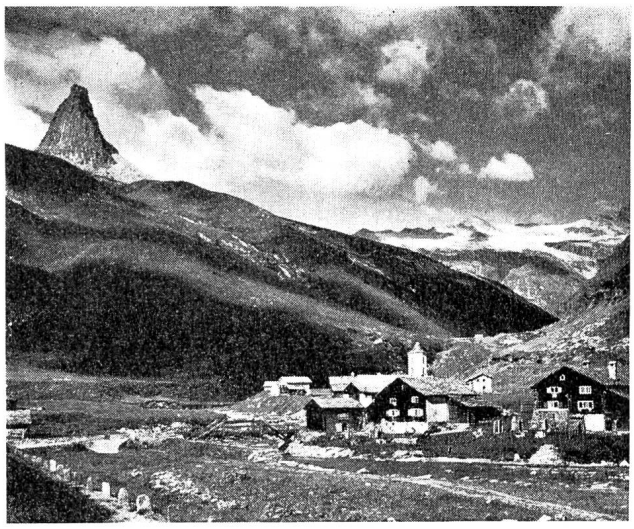

Abb. 8 Sommersiedlung Zervreila mit Zervreilerhorn

eines 30 Mio m³ fassenden Stausees auf der Lampertschalp und eines 70 Mio m³ fassenden Stausees im Talboden von Zervreila, beide am Valserrhein gelegen, können im Mittel in der ganzen Kraftwerkgruppe, einschließlich der Energieproduktion des bestehenden Kraftwerkes Rabiusa-Realta, jährlich 500 Mio kWh, wovon 310 Mio kWh Winterenergie, erzeugt werden. Geplant ist eine gesamte installierte Leistung von 161 300 kW. Diese Zahlen illustrieren die Bedeutung dieses Unternehmens, ist doch die Produktionsmöglichkeit größer als diejenige der Bündner Kraftwerke und der Kraftwerke Brusio zusammen.

Zurzeit wird noch technisch-geologisch abgeklärt, ob in der im Gneis gelegenen Schlucht unterhalb der idyllisch gelegenen Sommersiedlung Zervreila (Abb. 8) durch den Bau einer Bogen- oder Bogengewichtsmauer ein Speichersee von 70 eventuell 100 Mio m³ geschaffen werden soll; auch über die definitive Stufeneinteilung und Ausbaugröße werden noch Studien gemacht. Der Baubeginn der Staumauer Zervreila ist für 1954 vorgesehen, die Fertigstellung der Kraftwerkgruppe, vorläufig ohne Stausee Lampertschalp, im Jahre 1958. Für den Abtransport der Energiemengen nach den Konsumzentren wird die bestehende neue 150-kV-Leitung Realta-St. Gallen herangezogen.

Valle di Lei-Hinterrhein-Kraftwerke

In der Reihenfolge des Ausbaues dürfte danach das durch die Motor-Columbus AG, Baden, und für die oberste internationale Stufe unter der Mitarbeit der Società Edison, Milano, für das Konsortium Kraftwerke Hinterrhein bearbeitete Projekt der Valle di Lei-Hinterrhein-Kraftwerke (Lageplan Abb. 9) an vorderster Stelle stehen. Als Ersatz für den nicht realisierbaren Stausee Rheinwald/Splügen wurde als einzige günstige Speichermöglichkeit großen Ausmaßes im Einzugsgebiet des Hinterrheins ein Stausee in der territorial italienischen, hydrologisch jedoch zum Averserrhein gehörenden Valle di Lei gefunden. Durch die Anlage eines 200 Mio m³ fassenden Stausees in der nur während des Sommers zur Viehalpung besiedelten italienischen Valle di Lei und die Anlage eines Stausees von 20 Mio m³ bei Sufers am Hinterrhein kann in den drei Kraftwerkstufen Valle di Lei-Innerferrera, Innerferrera/Stausee Sufers-Andeer und Andeer-Sils im Mittel die ansehnliche jährliche Energiemenge von 1328 Mio kWh erzeugt werden. Davon entfallen nach Abzug der erforderlichen Pumpenenergie für die Füllung des Stausees Valle di Lei 507 Mio kWh auf das Sommerhalbjahr und 751 Mio kWh auf das Winterhalbjahr. Der Stausee Valle di Lei (Abb. 10) kann in einem Jahr mittlerer Wasserführung nur zu einem Drittel mit den natürlichen Abflüssen des Reno di Lei gefüllt werden, die restlichen zwei Drittel müssen durch Zuleitungen von den schweizerischen Tälern Avers, Madris und Emet und durch vom Kraftwerk Innerferrera aus dem Averserrhein hochgepumpte Wassermengen gefüllt werden. Im Projekt 1948 ist eine total installierte Leistung von 420 000 kW vorgesehen. Seit 1918/24 sind die Wasserrechtskonzessionen für die nutzbaren Gefällsstufen am Averser- und Hinterrhein, jedoch ohne einen für deren wirtschaftlichen Ausbau notwendigen Groß-Speicher, an die Rhätischen Werke für Elektrizität in Thusis erteilt. Ein Ausbau dieser Stufen als Laufwerke mit einzelnen kleineren Speicherungen auf Schweizer Gebiet würde nur geringe Winterenergiemengen, dagegen außerordentlich viel Sommerenergie bringen, an welcher in der Schweiz in der Regel ohnehin ein großes Angebot vorhanden ist. Für die zwischenstaatlichen Verhandlungen mit Italien hat der Bundesrat 1947 eine Kommission eingesetzt, die auch die Verhandlungen für das Spölwerk zu führen hat. Durch die am 18. Juni 1949 unterzeichnete schweizerisch-italienische Vereinbarung für den Bau des Grenzkraftwerkes Valle di Lei-Innerferrera ist die wichtigste Grundlage für die Erteilung der noch erforderlichen schweizerischen und italienischen Wasserrechtsverleihungen geschaffen; durch einen Gebietsaustausch kleinen Ausmaßes soll die große Staumauer ganz auf Schweizer Gebiet zu liegen kommen. Über die in Valle di Lei untergehenden Alpen ist eine Vereinbarung zustandegekommen, nach der den Besitzern möglichst Realersatzalpen auf Schweizer Gebiet zur Verfügung gestellt werden. Es betrifft dies die dem Kanton gehörende Alp Emet sowie die Alpen Preda, Sovrana und Bles der Gemeinden Soglio und Castasegna im Madrisertal. Der vertragliche Abschluß dieser Realersatzfragen, der von Italien als Bedingung zur Ratifizierung der obgenannten Vereinbarung von 1949 und zur Wasserrechtsverleihung gemacht wurde, steht nahe bevor. 80 % der gesamten Energieerzeugung werden auf die schweizerischen Part-

ner der zu gründenden Kraftwerke Hinterrhein AG und 20 % auf die italienische Gesellschaft, die Società Edison, Milano, entfallen. Schweizerischerseits werden sich die sechs Elektrizitätsunternehmungen beteiligen, die seit Jahren im Konsortium Kraftwerke Hinterrhein folgendermaßen vertreten sind: die Rhätischen Werke für Elektrizität AG, Thusis (einschließlich Società Edison, Milano, und Kraftwerke Brusio AG, Poschiavo) mit 25 %, die Nordostschweizerischen Kraftwerke AG, Baden, mit 25 %, die Stadt Zürich mit 25 %, die Aare-Tessin AG, Olten, mit 12 %, die Bernischen Kraftwerke AG, Beteiligungsgesellschaft, Bern, mit 10 %, und das Elektrizitätswerk der Stadt Basel mit 3 %. Es ist zu hoffen, daß nun die Wasserrechtsverleihungen innert nützlicher Frist bereinigt werden können und daß man dann unverzüglich und tatkräftig an den Bau dieser für die Schweiz und für Graubünden so wirtschaftlichen Kraftwerkgruppe schreiten wird.

Bergeller Kraftwerke

Das Projekt der Bergeller Kraftwerke sieht die Wasserkraftnutzung der Albigna und Mera im Bergell in den zwei Kraftwerkstufen Stausee Albigna-Vicosoprano und Vicosoprano-Castasegna mit einer gesamthaft installierten Leistung von 78 000 kW vor. (Abb. 11.) Durch die Anlage eines 40 Mio m³ fassenden Stausees auf der 2100 m hoch gelegenen Albigna-Alp mit Einstau bis zum Albigna-Gletscher können im Mittel in den beiden Kraftwerken Albigna und Castasegna jährlich 273 Mio kWh, wovon 162 Mio kWh Winterenergie, erzeugt werden. Für den Abtransport der Energie nach den schweizerischen Konsumgebieten kann eine verhältnismäßig kurze Verbindungsleitung über den Septimerpaß bis Bivio gebaut werden mit Anschluß an die vor drei Jahren fertiggestellte, von der Stadt Zürich und den Kraftwerken Brusio AG gebaute Hochspannungsleitung 150 kV über den Julierpaß. Unterhalb Castasegna hat die italienische Società Edison auf italienischem Territorium kürzlich drei Kraftwerkstufen an der Mera aus-

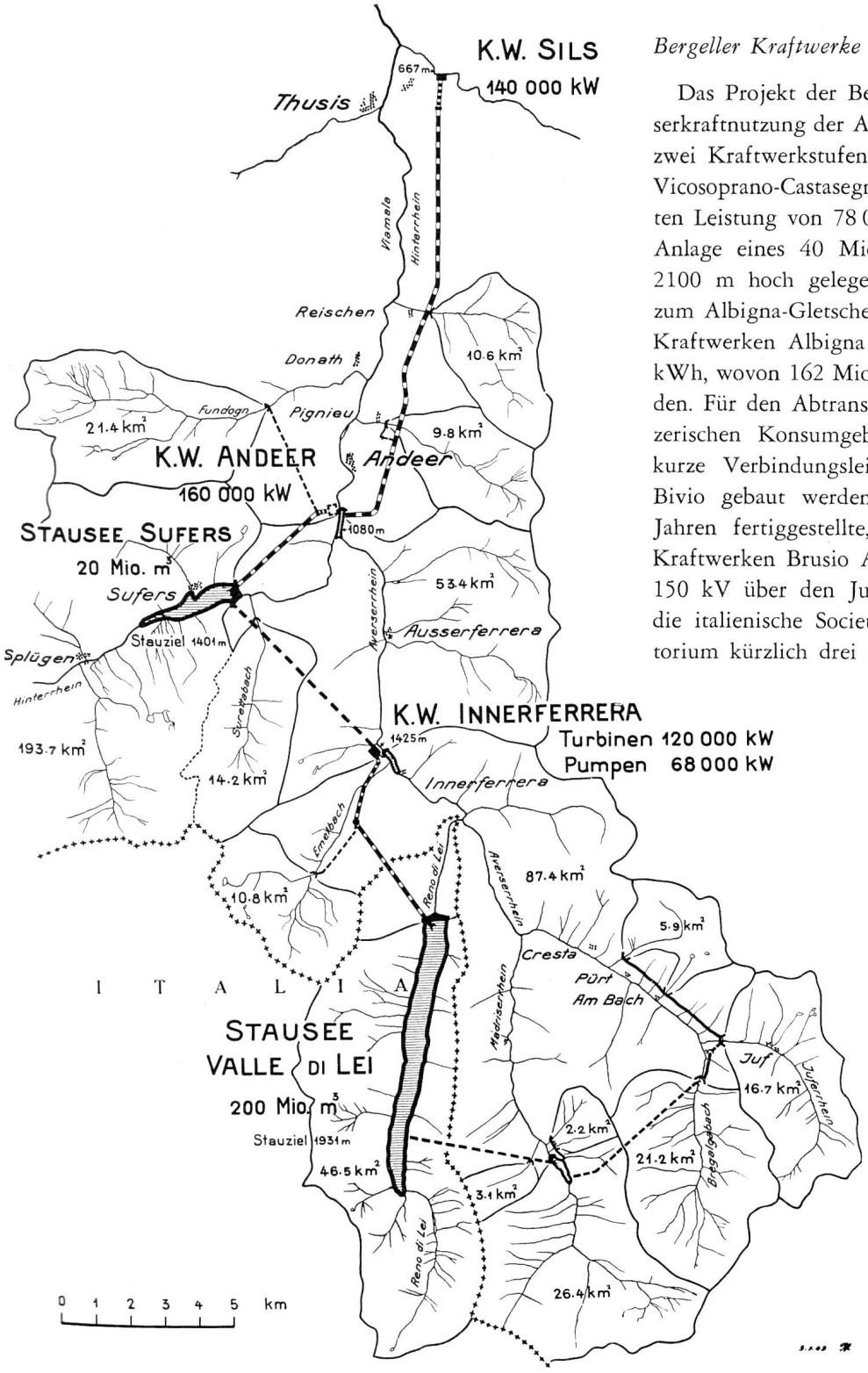

Abb. 9
Kraftwerkgruppe Valle di Lei-Hinterrhein
Übersichtsplan 1 : 200 000

Abb. 10
Täler Avers, Madris und Valle di Lei mit eingezeichnetem Stausee Valle di Lei
Photo Eidg. Landestopographie

gebaut; in diesen können nach Schaffung des Albigna-Stausees zusätzliche 30 Mio kWh erzeugt werden, so daß ein Beitrag an die Staumauerkosten zu erstreben wäre. Die Verleihung der Wasserkräfte des Bergells erfolgte bereits 1923 an die S.. A. Forze Idrauliche Albigna, Vicosoprano, die Konzessionen wurden im Jahre 1942 erneuert, laufen aber im April 1953 ab, und es ist zu hoffen, daß der Ausbau bald realisiert werden kann, wartet die Bergeller Bevölkerung doch schon seit vielen Jahren darauf.

Engadiner Kraftwerke

Zu den zurzeit in Graubünden am leidenschaftlichsten diskutierten Großkraftwerk-Projekten zählen diejenigen zur *Wasserkraftnutzung am Inn und Spöl,* um die sich im Engadin zurzeit zwei Interessentengruppen bewerben (Lagepläne siehe Abb. 12 und 13); die zuständigen Gemeinden verliehen die Wassernutzungsrechte teils der einen, teils der anderen Gruppe. Es handelt sich um das Konsortium für Engadiner Kraftwerkprojekte, Zürich, KEK (Dr. iur. K. Brunner, Zürich; Ingenieurbüro Gruner, Basel; Fundus AG, Zürich; Cisalpina AG, Chur; Schweizerischer Bankverein, Basel; Schweizerische Elektrizitäts- und Verkehrsgesellschaft Basel und Motor-Columbus AG, Baden) und das Konsortium Inn-Kraftwerke, Zürich, KIK (Elektrowatt AG, Zürich; Schweizerische Kreditanstalt, Zürich; Montecatini S.A., Milano).

Eine wirtschaftliche Wasserkraftnutzung des Inn ist

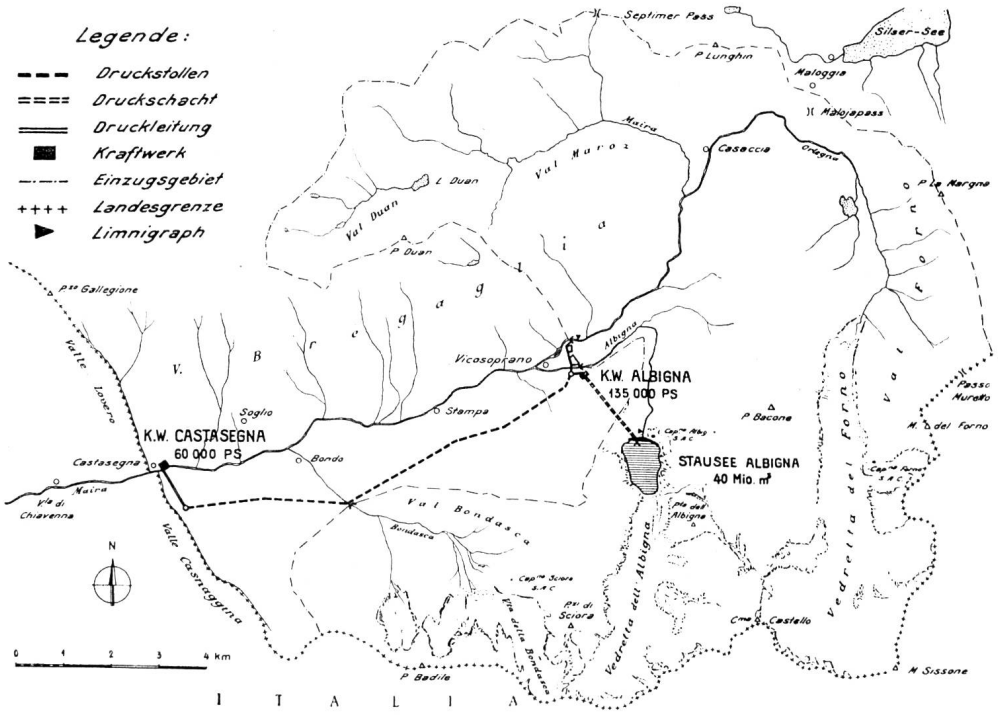

Abb. 11
Projekt der Bergeller Kraftwerke, Übersichtsplan

wegen seiner stark schwankenden Dargebotsverhältnisse mit sehr großem Sommerabfluß nur im Zusammenhang mit der Schaffung geeigneter Speicherbecken möglich, für die im Engadin selber keine günstigen Verhältnisse vorliegen, so daß bereits 1919 das Augenmerk auf den Spöl, einen rechten Zufluß des Inn, gerichtet wurde (Projekt Salis mit Speicherbecken von 28 Mio. m³ im Nationalpark). Noch günstigere Verhältnisse sind in den nach der Schweiz entwässernden Livignotal und in Val Bruna anzutreffen, wo große Speicherseen von 180 bis 185 bzw. 150 Mio. m³ möglich sind und eine wirtschaftliche Wassernutzung des Inn gestatten, wobei allerdings zur Füllung beider Becken beträchtliche Wassermengen aus anderen Abflußgebieten zugeleitet und zum Teil hochgepumpt werden müssen.

Gewisse Wasserableitungen können italienischerseits wohl durch die Zurverfügungstellung ihres Hoheitsgebietes zur Speicherung des im Sommer natürlich in die Schweiz abfließenden Spölwassers begründet werden, doch sollten im Hinblick auf das zukünftige Abflußregime des Inn und im gesamtschweizerischen energiewirtschaftlichen Interesse die abzuleitenden Wassermengen stets in einem vernünftigen Verhältnis zu den Abflußmengen des Inn in Trockenjahren gehalten werden. Bei jeder Wasserkraftnutzung am Inn muß zudem der uneingeschränkten Erhaltung der weltbekannten Heilquellen von Tarasp die größte und sorgfältigste Beachtung geschenkt werden, bilden doch diese die Grundlage für den regen Fremdenverkehr der Kurorte Scuol-Tarasp-Vulpera und damit einen wichtigen Faktor in der Volkswirtschaft des Engadins und des Kantons Gaubünden.

Von seiten des Schweizerischen Bundes für Naturschutz und der Eidgenössischen Nationalparkkommission wird große Opposition gegen jede Nutzung des Spöls und Schaffung von Speicherbecken in der Nähe des Nationalparkes gemacht, da von diesen Kreisen behauptet wird, daß ein Nebeneinander von Nationalpark und Kraftwerk nicht denkbar sei[1]. Da es sich bei einem Spölwerk gemäß Projekten Abb. 12 und 13 um ein Grenzkraftwerk handelt, hat schweizerischerseits der Bundesrat über die Wasserrechtsverleihungen dieser Stufe zu entscheiden. Die Engadiner Gemeinden und die Bündner Regierung befürworten den Ausbau der Inn-Spöl-Kraftwerke, und es ist festzuhalten, daß die Engadiner Gemeinden bei der Schaffung des Schweizerischen Nationalparkes nie ihre Wasserrechte veräußert haben. Eingehendere Betrachtungen über diese Probleme sind in zwei weiteren Aufsätzen dieses Heftes zu finden.

Die Projektierungsarbeiten des *Konsortiums für Engadiner Kraftwerkprojekte* (KEK) für die Wasserkraftnutzung am Inn und Spöl (Abb. 12) gehen auf das Jahr 1941 zurück und basierten anfänglich auf der Überlegung, das Wasser des Inn und seiner Nebenflüsse im natürlichen Abflußgebiet auszunutzen, also ohne Wasserableitung nach Italien. Die Konzessionsbegehren für die internationale Spölstufe Stausee Livigno-Zernez und die beiden schweizerischen Innstufen Madulain-Zernez und Zernez-Tarasp wurden schon im Jahre 1943 gestellt, ebenso ein solches für die vierte Stufe mit dem ursprünglich geplanten Stausee Martina von 438 Millionen m³, auf den jedoch verzichtet werden mußte, da ihn die Mehrheit der Bevölkerung nicht wünschte; es wurde ersetzt durch ein weiteres Laufwerk ohne Stausee: dasjenige für die vierte Stufe Scuol-Martina, wofür im Herbst 1950 ein entsprechendes Konzessionsbegehren — nach demjenigen von Ing. M. Passet für ein Innlaufwerk Scuol-Seraplana — gestellt wurde. Bei einer Gesamtausbauleistung von 318 800 kW der vier Hauptwerke und des Baukraftwerks Tasnan ist mit einem Stausee von 185 Mio m³ im Livignotal eine mittlere Energieproduktion von 1431 Mio kWh möglich, wovon 575 Mio kWh oder 40 Prozent auf das Winterhalbjahr entfallen. Das Konsortium hat auf besonderen Wunsch auch noch eine Projektvariante für die vierte Stufe mit einem tiefgelegenen Kavernen-Kraftwerk in Martina und anschließendem Unterwasser-Druckstollen ausgearbeitet, um auch die Grenzstrecke bis Finstermünz auszunutzen, womit ein zusätzliches Gefälle von 40 m, eine zusätzliche Leistung von 25 000 kW und eine Mehrproduktion von 130 Mio kWh erzielt werden könnte, die allerdings mit den erschwerenden Umständen einer internationalen, schweizerisch-österreichischen Kraftwerkstufe zu erkaufen wäre. Für diese internationale Stufe hat sich das KEK im November 1951 beim Bundesrat um eine Konzession beworben. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Nutzung des das Samnaun durchfließenden Schergenbachs mit einer zusätzlichen Produktionsmöglichkeit von 110 Mio kWh.

Das KEK ist zurzeit im Besitze der Wasserrechts-Konzessionen der Gemeinden von Madulain bis Tarasp; es verfügt über etwas mehr als drei Viertel des Totalgefälles am Inn von der Fassung bei Madulain bis zur Landesgrenze bei Martina; ferner besitzt es die Konzession der Gemeinde Zernez zur Ausnützung des Spöl von der Nähe der Landesgrenze bei Punt del Gall bis Zernez. Es hat sich bereits 1943 beim Bundesrat für das internationale Spölwerk mit Stausee Livigno und zusammen mit der Azienda Elettrica Municipale di Milano (AEM) für das gleiche Projekt im Jahre 1947 bei der italienischen Regierung beworben, wobei letzteres Konzessionsgesuch italienischerseits nach den dortigen Bestimmungen ein Prioritätsrecht besitzt.

Die AEM hat überdies im September 1951 der italienischen Regierung ein Konzessionsgesuch für ein weiteres Staubecken von 150 Mio m³ in Val Bruna einge-

[1] Siehe auch «Wasser- und Energiewirtschaft» 1950, S. 212.

Abb. 12 Projekt des Konsortiums für Engadiner Kraftwerkprojekte (KEK), Lageplan 1 : 500 000

reicht, welches im anschließenden Val Mora auch ein Stück Schweizer Gebiet berührt, weshalb die AEM auch den zuständigen Behörden in Bern davon Kenntnis gab. Die Stadt Mailand hat einen großen Bedarf an elektrischer Energie, und das KEK steht mit der AEM in einem vertraglichen Verhältnis.

Für das *Konsortium Innkraftwerke,* KIK, bewarb sich Ing. M. Passet, Thusis, im Jahre 1950/52 um die Konzessionen für ein Inn-Laufwerk Scuol-Seraplana, das sich in jede Gesamtplanung für die Inn-Spöl-Nutzung einfügen soll, und für ein Kraftwerk zur Ausnützung der beidseitigen Seitenbäche des Inn im Unterengadin, vorerst mit hydraulischer Verbindung zum italienischen Stausee San Valentino Resia der Società Montecatini zur Überleitung von 120 Mio m³ Innwasser, auf die nachträglich verzichtet wurde, jedoch Prioritätsansprüche angemeldet wurden. Die Hangleitung der linksseitigen Bäche für das Hochdruck-Laufwerk kann nutzbringend für die Bewässerung der sehr trockenen Talflanke herangezogen werden, wodurch eine intensivere landwirtschaftliche Nutzung dieses ausgedehnten Gebietes ermöglicht wird. Die im April 1952 gegründete Innkraftwerke AG, Scuol/Schuls ist heute im Besitze der Wasserrechtskonzessionen der Gemeinden Scuol/Schuls, Ftan, Sent, Ramosch und Tschlin mit 97,4 Prozent des zu nutzenden Gefälles des Inn von Scuol bis Martina und von 95 Prozent des Gefälles seiner Seitenbäche; die Gemeinde Tarasp hingegen erteilte die Wasserrechtskonzession dem anderen Konsortium. Die Innkraftwerke AG offerierte die Inangriffnahme der untersten, schweizerischen Kraftwerkstufe am Inn innerhalb von drei Jahren nach Erteilung der erforderlichen Wasserrechtsverleihungen und Energie-Exportbewilligung. Der italienische Partner der Inn-Kraftwerke AG, die Società Montecatini, Milano,

Abb. 13 Projekt des Konsortiums Innkraftwerke (KIK), Lageplan 1 : 500 000

ist der größte Konzern der mineralischen und chemischen Industrie Italiens, der einen außerordentlichen Bedarf an elektrischer Energie hat, so daß diese Gesellschaft gerade wegen ihrer im nahen Etschtal gelegenen Kraftwerkanlagen und ihrer großen Übertragungsleitungen als potentieller Energiebezüger eine wichtige Rolle spielen wird.

Einem baldigen Ausbau dieser untersten Innstufe, für deren Wasserrechtsverleihungen die Gemeinden und der Kanton zuständig sind, sollte nichts im Wege stehen, wenn dafür gesorgt wird, daß die Ausbaugröße eine wasserwirtschaftlich vernünftige Gestaltung der oberen Kraftwerkgruppe nicht präjudiziert und wenn vertraglich ein bestimmter Kostenbeitrag an Stauanlagen im Einzugsgebiet festgesetzt wird.

Im Dezember 1951 reichte nun das KIK den zuständigen Behörden auch noch ein generelles Gesamtprojekt ein (Abb. 13). Es sieht im Prinzip die Schaffung von zwei großen Staubecken nahe der Schweizer Grenze vor, und zwar das Staubecken Livigno mit 180 Mio m³ und das Staubecken Val Bruna mit 150 Mio m³ in einem in der Nähe gelegenen rechten Seitental, wobei ersteres zur Wasserkraftnutzung mit dem Inn, das andere zur Nutzung Richtung Münstertal und in den bestehenden Kraftwerken an der Etsch sowie zur Abgabe gewisser Wassermengen in die Fraële-Stauseen der Stadt Mailand zur Nutzung in den Adda-Kraftwerken. Der Einbezug der Wasserkraftnutzung im Münstertal mit der großen internationalen Kraftwerkstufe Val Bruna-Müstair und eines kleineren Talkraftwerkes Müstair II, das die rechtsseitigen Seitenbäche nützen würde, konnte auch das Interesse der Bewohner dieses isolierten Tales wecken, deren Wirtschaftslage eine solche Belebung sehr gut gebrauchen könnte.

Die Füllung des Stausees Val Bruna ist durch Hochpumpen von Wasser aus dem Stausee Livigno geplant, wofür am Fuße der Staumauer bei Punt del Gall ein internationales Kraft- und Pumpwerk Spöl vorgesehen ist; im Winter würde das Nutzwasser des Livignospeichers hier abgearbeitet und ungenützt, also unter Verzicht des Zwischengefälles von rund 50 m, durch die Spölschlucht im natürlichen Bachbett im Nationalpark zu einem Ausgleichweiher bei Ova d'Spin fließen und von dort in den Druckstollen des obersten Inn-Kraftwerks, der Stufe S-chanf-Tarasp, geleitet; die Strecke S-chanf-Ova d'Spin ist als Freilaufstollen vorgesehen. Die zweite Inn-Stufe Scuol-Seraplana wurde weiter oben erwähnt.

Zur Füllung der beiden Speicherbecken sind dem Inn und seinen Seitenbächen zusätzliche Wassermengen zu entnehmen; es ist geplant, diese von einer Pumpstation bei Zuoz direkt nach dem Livigno-Stausee zu leiten. Bei einer Gesamtausbauleistung von 372 000 kW ist mit den beiden 330 Mio m³ fassenden Stauseen eine mittlere Energieproduktion von 1502 Mio kWh möglich, wovon 810 Mio kWh oder 54 % auf das Winterhalbjahr entfallen, an Pumpenenergie werden 150 Mio kWh benötigt.

Durch die von beiden Konsortien in Aussicht genommenen Wasserableitungen können in bestehenden und projektierten Kraftwerken des Alpensüdhanges beträchtliche Energiemengen erzeugt werden.

Es ist zu bedauern, daß die beiden Konsortien sich bis heute nicht auf einen gemeinsamen Ausbauplan einigen konnten, der von den Behörden für eine beförderliche Fortführung der internationalen Verhandlungen als unerläßlich betrachtet wird. Das Eidg. Amt für Wasserwirtschaft hat im Dezember 1951 beiden Konsortien Richtlinien der schweizerisch-italienischen Kommission zugestellt, die u. a. nach schweizerischem Dafürhalten als Größenordnung der aus dem Einzugsgebiet des Inn abzuleitenden Wassermengen etwa 210 Mio m³ vorsehen und eine Einigung auf gemeinsamer Basis erleichtern sollten. Die mittlere jährliche Abflußmenge des Spöls beträgt bei seinem Grenzübertritt bei Punt del Gall 250 bis 300 Mio m³. Im Hinblick auf die dringend erwünschte wirtschaftliche Hilfe an die Engadiner Gemeinden, welche die Konzessionen erteilt haben, und im Interesse einer wirtschaftlichen Wasserkraftnutzung sollte allseits eine baldige Einigung erstrebt und erreicht werden. Es ist verständlich, daß auch Oesterreich als nächster Unterlieger am Inn mit besonderem Interesse die Fragen der Wasserkraftnutzung am Inn auf Schweizer Gebiet verfolgt, hat es doch den Ausbauplan seiner Innkraftwerke weitgehend der oberen Wasserkraftnutzung anzupassen.

Da es sich für die Konzessionserteilung um sehr delikate internationale Verhandlungen handelt und weil von gewissen Kreisen in der Schweiz große Opposition gemacht wird, müssen sich die Engadiner Gemeinden bewußt sein, daß es bis zur definitiven Konzessionserteilung und Inangriffnahme so großer Werke erfahrungsgemäß sehr viel Geduld braucht; sie sollten sich deshalb untereinander einig sein, um mit gemeinsamen Kräften das erstrebte Ziel möglichst bald zu erreichen.

Wie bereits eingangs erwähnt, ist Graubünden allzusehr vom Gastgewerbe abhängig, vom Engadin gilt dies noch in verstärktem Maße. Gerade im Oberengadin werden die nur in bescheidenem Maße nutzbaren Wasserkräfte nie das wirtschaftliche Gefüge maßgebend beeinflussen können, stets wird der Fremdenverkehr entscheidend sein, so daß im Haupttal und den vom Tourismus am meisten bevorzugten hochalpinen Seitentälern ganz besonders auf den Schutz der einzigartigen Naturschönheiten zu achten ist, werben doch diese am meisten für den Besuch der Talschaft. Es muß daher von allen Instanzen und Unternehmungen beim Ausbau der Engadiner Wasserkräfte besonders darauf geachtet werden, will man nicht die Existenz dieses Hochtals aufs Spiel setzen und die Gegnerschaft des überwiegenden Teils der Talbewohner auf sich ziehen.

Plessur-Kraftwerke

Durch den Ausbau der obersten Stufe der Plessurwerke der Lichtwerke und Wasserversorgung der Stadt Chur kann die gesamte jährliche Energiemenge der bündnerischen Kapitale auf mehr als 200 Mio kWh gesteigert werden. Mit der Anlage eines 20 Mio m³ fassenden Stausees Isla bei Arosa können im Mittel in der Kraftwerkstufe Plessur I jährlich 127 Mio kWh, wovon 59 Mio kWh Winterenergie, gewonnen werden. In den bereits ausgebauten unterliegenden Kraftwerkstufen Plessur II und III werden dann im Mittel noch zusätzliche 16 Mio kWh Winterspeicherenergie anfallen, wodurch eine bedeutende Veredlung der ganzen Kraftwerkgruppe erzielt werden kann.

Weitere Kraftwerkprojekte

Es bestehen noch verschiedene Projekte zur *Ausnützung des Vorderrheins* und seiner Seitenbäche, auch solche im Zusammenhang mit dem Greina-Stausee, der *Moësa-Wasserkräfte* in Kombination mit einem Stausee bei San Bernardino und einem 24 Mio m³ fassenden Stausee Curciusa im Einzugsgebiet des Hinterrheins, zur Nutzung weiterer Gefällsstufen an der *Albula,* am untersten *Hinterrhein,* am *Rhein* bei Reichenau-Ems und an der *Landquart,* doch stehen diese vorläufig noch nicht im Blickfeld schweizerischer Wasserkraftnutzung.

Obige Darlegungen lassen erkennen, daß heute die Konzessionen für sehr bedeutende Kraftwerkgruppen, bei denen namentlich große Winterenergiemengen anfallen, durch die Gemeinden erteilt sind. Mit einem Kostenaufwand von schätzungsweise 1¼ Milliarden Franken können im Mittel rund 3600 Mio kWh Jahresenergie, wovon 1870 Mio kWh oder 52 % Winterenergie gewonnen werden; es handelt sich um hochwertige Winterenergie, sind doch 68 % davon Speicherenergie. Der schweizerische Anteil an diesen Energiemengen würde 93 % betragen.

Wer mit der Projektierung, dem Bau, dem Betrieb oder der Leitung von Wasserkraftwerken zu tun hat, ist sich wohl bewußt, daß oft durch den Ausbau der Wasserkräfte einschneidende und manchmal sehr schmerzliche Eingriffe in die Natur in Kauf genommen werden müssen. Es gibt aber Landschaften, die besonders bevorzugt sind und die man wegen ihrer Einzigartigkeit nicht berühren darf. Dazu gehört auch das Gebiet der Oberengadiner Seen. Die Projekte, auch diese herrlichen Alpenseen abzusenken und der Wasserkraftnutzung nach dem gefällreichen Bergell zur Verfügung zu stellen, reichen bis in die 90er Jahre zurück und wurden mit gewissen Unterbrechungen während Jahrzehnten mit Erfolg bekämpft. 1936 entschied das Bundesgericht letztinstanzlich gegen die geplante Wasserkraftnutzung. Der «Comünaunza pro Lej da Segl», die sich vor einigen Jahren zum Schutze des Silsersees gebildet hatte, ist es gelungen, 1947 ein auf 99 Jahre befristetes Naturschutzreservat für den Silsersee zu errichten, in das 1950 zum Teil auch der Silvaplanersee einbezogen werden konnte; 1951 konnten die Verhandlungen zur Einbeziehung des St. Moritzersees ebenfalls mit Erfolg abgeschlossen werden. Eine bescheidene Wasserkraftnutzung erfolgt nur im Bereich der natürlichen Seespiegelschwankungen. Wir wollen uns alle darüber freuen, denn die höchste Stufe des Oberengadins mit den herrlichen, blaugrünen, von Lärchen- und Arvenwäldern umsäumten Alpenseen gehört bestimmt zu den allerschönsten Alpenlandschaften. Sie wurde von Unzähligen, die weit in der Welt herumgereist sind, gepriesen und besungen und begründete weitgehend den Weltruf der Oberengadiner Kurorte. Giovanni Segantini, einer der hervorragendsten Alpen-Landschaftsmaler, suchte und fand in Maloja, an den Ufern des Silsersees, seine zweite Heimat und vermittelte seinen Mitmenschen und der Nachwelt herrliche Werke dieser unvergleichlichen Landschaft.

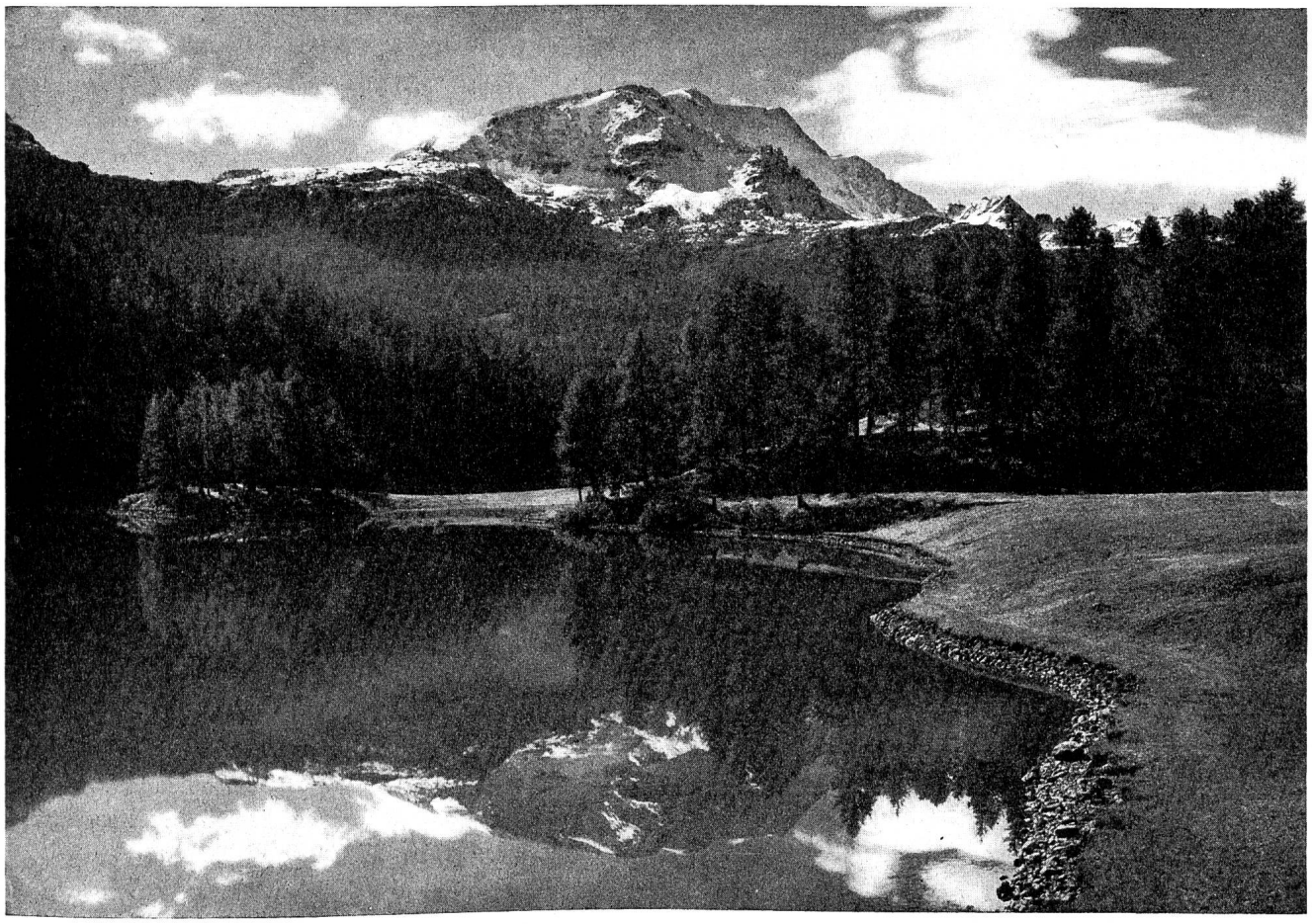

Abb. 14 Silvaplanersee mit Piz Corvatsch
Photo A. Steiner, St. Moritz