Andererseits läßt wieder die nördliche Fortsetzung der Linie b über die Maros den Schluß zu, daß hier an einen Anschluß an den dakischen Limes, die Meszes-Linie¹, gedacht werden darf, mithin an eine Schutzanlage für das römische Dakien mit der Front gegen Westen. Einem ähnlichen Zwecke könnte dann auch die Linie d gedient haben, da sie sonst — falls sie überhaupt römischen Ursprungs ist — an dieser Stelle, durch Sümpfe und den Theißfluß von der Donau getrennt, ohne Verbindung mit der obermösischen Provinz, nicht recht verständlich wäre.

Die Linien f, h und i bildeten zweifellos Sperren zwischen den beiden Sumpfbzonen. Ihr Zusammenhang mit den größeren Wallanlagen läßt sich jedoch, ohne entsprechende Untersuchung an Ort und Stelle, ebenso wenig mutmaßen, als der Zweck der Linien c, e (siehe S. 182) und g.

Wasserkraftwirtschaft in Italien und Frankreich.

Von Maria Leiter.

Elektrische Krafterzeugung und -verteilung fanden ihre erste große Nutzanwendung in Italien. 1882 wurde in Mailand die erste europäische Elektrizitätszentrale errichtet, 1888 das erste große italienische Hydroelektrizitätswerk Tivoli-Rom, 1896 das von Paderno an der Adda. Der berühmte Versuch einer Stromfernleitung von 40.000 Volt im Jahre 1891 in Deutschland zwischen Lauffen am Rhein und Frankfurt am Main leitete einen ungeahnten Aufschwung der Hydroelektrizitätsindustrie ein. Die Möglichkeit der Umwandlung und Fernleitung des gewonnenen Kraftstromes hat in der Folgezeit das Verhältnis von Thermo- und Hydroelektrizität weitgehend beeinflusst. Nachdem 1892 und 1896 die Überlandleitung elektrischen Stromes aus Wasserkraftwerken für industrielle Zwecke gelungen war, übernahm das Wasserkraftwerk Tivoli-Rom mittels einer 26 km langen Fernleitung von 5000 Volt die Stromversorgung von Rom, während das Werk zu Paderno auf einer 32 km langen Leitungslinie von 13.000 Volt die von Mailand besorgte. Für Italien, das nur geringe Mengen natürlicher Kraftstoffe besitzt, bilden die Hydroelektrizitätswerke eine kostbare Kraftquelle; darin liegt der Hauptgrund für die so rasche Entwicklung der italienischen Kraftindustrie. 10 Jahre nach der ersten Installierung verfügte es bereits über 500.000 Kw installierter Wasserkraft, bei Ausbruch des Weltkrieges aber, in über das ganze Reich verteilten Wasserkraftwerken, über mehr als 1 Million installierter Kw. Die folgenden Jahre brachten einen weiteren Fortschritt in der Gewinnung von Hydroelektrizität, die dann im letzten Jahrzehnt eine besonders mächtige Entwicklung erfahren hat. Die gesamte Leistung der Hydroelektrizitätswerke ist von rund 1,24 Millionen Kw (1. Januar 1921) auf ungefähr 3,7 Millionen Kw (1. Januar 1930) gestiegen und belief sich zu Beginn 1931 auf 3,9, am 1. Januar 1933 auf 4,2 Millionen Kw. Der Verbrauch an elektrischer Energie ist parallel mit der Erzeugung angewachsen¹. Vor dem Krieg belief sich die Jahresproduktion auf rund 2600 Millionen KwH, 1920 auf 3687 Millionen KwH, 1929 stammten bei einer Gesamterzeugung von 10.080 Millionen KwH nur etwa 300 Millionen KwH von

¹ 1911/12 = 1,2 Milliarden KwH, 1920/21 4,02, 1930: 8,5, 1932: 8,45.

thermischen Werken. 1932 von 10.228 Millionen kWh nur ca. 300; 1933 von 11.062 Millionen kWh nur 338 Millionen kWh aus thermischen Werken, deren Zahl 1932 mit 227 gegen 991 Wasserkraftwerken angegeben wird. Diese lieferten 1933 97 v. H. der gesamten italienischen Stromerzeugung. Der größte Teil der gewonnenen Energie wird in Italien von großen Kraftzentralen erzeugt — während in vielen Staaten ein großer Teil des benötigten Betriebsstromes von an die Fabriken angegliederten Kraftwerken beigestellt wird —, die die industriellen Unternehmungen beliefern, weil letztere infolge Mangels an heimischen Brennstoffen auf die Wasserkraft angewiesen sind. Hauptverwendungsgebiete für elektrische Energie sind Beleuchtung und Beheizung, Fortbewegung, bzw. Antrieb von Motoren für verschiedene Industriezwecke, die chemische und die metallurgische Industrie¹.

Wenn man den Verlust bei Umwandlung, Beförderung und Verteilung des elektrischen Stromes mit 25 v. H. der Gesamterzeugung ansetzt, betrug der tatsächliche Verbrauch 1929 etwas über 8 Milliarden kWh; es entfielen auf:

	1929	1932
	v. H.	v. H.
Private Beleuchtung	9,6	12,8
Öffentliche Beleuchtung	1,9	
Bahnen und Trambahnen	8,9	10,3
Motore für versch. Industriezweige, Landwirtschaft	36,4	74,9
Großindustrie (dauernder Verbrauch)	27,8	
Großindustrie (Saisonverbrauch)	15,4	

Der Bedarf der Landwirtschaft als Stromabnehmer bezifferte sich 1932 mit nur 1,2 v. H. des Gesamtkonsums. Was die Beleuchtung anlangt, sind von den 9.300 Gemeinden Italiens über 8000 (1923 kaum 5000) an das elektrische Leitungsnetz angeschlossen. Der Verbrauch an elektrischer Energie für Beleuchtungszwecke ist (1932) am größten in Norditalien (58 v. H. des gesamten Verbrauchs für Beleuchtung), und zwar in der Lombardei mit 20 v. H., in Venetien mit 15 v. H., in Piemont mit 13 v. H. Auf Mittelitalien entfallen 25 v. H. (davon fast $\frac{1}{2}$ auf Latium), auf Süditalien 12 v. H. und 5 v. H. auf die Inseln. Ende Juni 1932 waren in elektrischem Betrieb 1958,6 (Gleislänge 3897,3) km von den Staatsbahnen errichtete und betriebene Linien, 74,9 (82,5) km von den Staatsbahnen betriebene Privatbahnen in Südtirol und 19 (50,5) km von den schweizerischen Bundesbahnen betriebene (Domodossola-Iselle). Die Zahl der auf dem Vollspurnetz mit elektrischem Antrieb zurückgelegten Zugkilometer betrug 23.490.503 km, d. s. 18,1 v. H. der gesamten zurückgelegten Zugkilometer. Die Stromerzeugungsanlagen für den Bahnbetrieb beliefen sich auf 402.090 Kw Hydro- und 30.000 Kw thermische Energie. — Zu Beginn 1934 waren 2.033 km, d. s. 12 v. H., der normalspurigen Staatsbahnen in elektrischem Betrieb.

Der größte Stromverbraucher Italiens ist die Industrie, 1932 mit 6,22 Milliarden (1931: 6,21) kWh, d. s. 73,7 (74,3) v. H. des Gesamtkonsums. An erster Stelle reihen hier die elektrometallurgische und die elektrochemische Industrie² mit

¹ Vgl. R. San Nicolo, L'industrie électrique italienne, in *Annuaire de la Houille Blanche française et des forces naturelles mondiales*, XIVe année 1930—1931, S. L IV ff. und „L'industrie électrique italienne“ in *L'Italie au travail* 1930, No. 11, Publikation des Instituto Nazionale per l'Esportazione, Rom.

² 89 Elektrohöfen für Stahlgewinnung, 2 Elektrohöfen und 69 offene Elektroöfen für Roheisenerzeugung. Aluminium- und Zinkerzeugung auf elektrolytischem Wege u. a.

einem Jahresverbrauch 1932 von 2,35 Milliarden KwH, d. s. 37,8 v. H. des Stromverbrauchs der Industrie, bezw. 27,85 v. H. des Gesamtstromverbrauchs in Italien. Es folgen in weitem Abstände die Textilindustrie mit 14,2 v. H. des Industrie- und 10,5 v. H. des gesamten Stromverbrauches, die Lebensmittelindustrie (mit 8,7 bzw. 6,5 v. H.), die mechanischen Industrien (7,1 bzw. 5,3 v. H.), die metallurgische Industrie (6,8 bzw. 5,0), die Papierindustrie (5,2 bzw. 3,8), die chemische (5,1 bzw. 3,8), die Bauindustrie (4 bzw. 2,9), der Bergbau (1,3 bzw. 0,95), die Holzindustrie (1,1 bzw. 0,76 v. H.)¹.

Die meisten der italienischen Wasserkraftwerke nützen Wasseradern mit starkem Gefälle auf verhältnismäßig kurzer Erstreckung, entsprechend den natürlichen Gegebenheiten der Einzugsbecken. Die elektrische Zentrale von Vanaus am Mont Cenis z. B. nützt ein Gefälle von über 1000 m, das Elektrizitätswerk von Isola ein solches von 900 m, das von Dossi von 936 m, das Werk von Goglio ein Gefälle von 1030 m, das des Sankt Bernhards von 1000 m. Andere Werke haben den Bau gewaltiger technischer Anlagen in großen Höhen erfordert; so liegt der Rotalpe-See 2700 m ü. M., der Gabiet-See in 2400 m Seehöhe, der Kastel-See im obersten Fornazzatale in 2300 m, der Agnel-See an der oberen Roja in 2430 m, das Wasserreservoir des Karer-Sees in 2600 m. Desgleichen wurden im Hochgebirge dort, wo es vorteilhaft für die Wassernutzung schien, Kraftwerke erbaut, so das von Campellino in 1820 m Seehöhe, die von Grande Scala und Malmagare in 2000 m ü. M. Die auf Grund eingehender Vorstudien durchgeführten Wasserkraftanlagen ermöglichen eine planmäßige vollkommene Ausnützung der in einem Flußgebiet zur Verfügung stehenden Wasserkräfte ohne irgendwelche Verluste. Z. B. bilden die Wasserkraftanlagen des oberen Camonica-Tales der Adamello Generalgesellschaft ein organisches Ganzes, das 7 Wasserkraftanlagen mit mehr als 200.000 Kw umfaßt, die instande sind, jährlich fast 1 Milliarde KwH zu liefern. Zur Regelung der Krafterzeugung wurde eine Reihe von Staubecken angelegt, die insgesamt etwa 1500 Millionen Kubikmeter Wasser fassen können; die größten darunter sind das des Tirso in Sardinien mit seinem Nutzraum von 374.000.000 m³, das des Coghinas mit 242.000.000 m³, das des Sees Santa Croce (120.000.000), des Mont Cenis (30.000.000), des Arno Sees (30.000.000 m³). Unter den Wasserkraftzentralen ragen besonders die von Cardano mit 200.000 installierten Kw, die von Galletto mit 300.000 Kw, von denen aber 1930 erst 110.000 Kw installiert waren, des Meso mit 100.000 Kw, die von Sonoco mit 60.000 Kw u. a. hervor.

Während man ursprünglich das Hauptaugenmerk fast ausschließlich den hydroelektrischen Anlagen zugewandt hatte, begann man in der Nachkriegszeit auch mit der Anlage großer thermoelektrischer Werke zur Ergänzung der ersteren hinsichtlich des wachsenden Strombedarfes. Unter diesen sind besonders das Thermo-Elektrizitätswerk in Genua mit 136.000 Kw, das von Turbigio 30.000 (vorgesehen sind 120.000 Kw), von Marghera 37.000 (vorgesehen sind 139.000 Kw), von Piacenza mit 24.000 Kw (vorgesehen sind 48.000), von Livorno mit 42.000 Kw (vorgesehen sind 100.000), das von Neapel mit 48.000 Kw (vorgesehen sind 98.000 Kw) von Bedeutung. Das Elektrizitätswerk in Livorno wird mit Kohlenstaub, die Werke in Neapel und Piacenza werden mit Mazut betrieben. Zweck der Thermoelektrizitätswerke ist die Schaffung von Reserven. Die Wasserkraftwerke Italiens umfassen zwei Gruppen: die des Alpengebietes und die des Apennin. Erstere in Abhängigkeit von den Gletschern und der winterlichen Schneedecke der Alpenwelt, bezw. von deren Schmelzwässern, nützen die sommerlichen Hochwasser

¹ Vgl. L'Energia Elettrica, Mailand 1934, Heft 2.

der Flüsse und Bäche, deren Wasserführung im Winter recht gering ist. Die Wasserläufe der Apenninen dagegen werden weder von Gletschern noch durch eine langdauernde Schneedecke genährt. Ihr Hochwasser fällt in die Zeit der meisten Niederschläge, in den Herbst und den Winter. Im Sommer leiden sie unter Trockenheit. So können sich die beiden Systeme in den verschiedenen Jahreszeiten durch Nutzung der jeweils verfügbaren Energie in gewissen Grenzen gegenseitig ergänzen. Da aber die hydroelektrische Energie der Apenninen geringer als die im Alpengebiete vorhandene ist, greifen hier die Thermoelktrizitätswerke unterstützend und ergänzend ein. Die Notwendigkeit der Übermittlung großer Energiemengen in andere Gebiete Italiens, die weniger gut ausgestattet sind, und das Bestreben, eine rationelle Nutzung und weitgehende Elektrifizierung des Landes zu erreichen, haben besonders seit der Nachkriegszeit zum Ausbau weitgehender Verbindungen zwischen den verschiedenen Anlagen geführt, wodurch, und zwar ohne Eingreifen der Regierung, ein ausgezeichnetes Fernleitungsnetz entstanden ist. Es bestehen 10 Gruppierungssysteme der bestehenden Kraftzentralen und ihrer Verteilungsleitungen, und zwar für Piemont, für die Lombardei und Ligurien, das System des Adamello, das für das tridentinische Venetien, das Adriatische System, das für Toskana und Latium, das für Mittelitalien, für Süditalien, für Sizilien und für Sardinien. Jedes System umfaßt eine bestimmte Zahl von Gesellschaften für die Erzeugung und die Verteilung von elektrischer Energie, die unter sich technisch und finanziell verbunden sind und im allgemeinen eine einzige Direktion haben. Das einzelne System bildet eine organische Einheit. Zu den Gebieten mit den bestgenutzten Wasserkraften zählen Piemont, die Lombardei und der Trentino. Mit den bereits ausgebauten Wasserkraften sind aber die zur Verfügung stehenden Wasserkraft Italiens noch lange nicht erschöpft. Die praktisch mögliche Erzeugung von Kraftstrom — nach Durchführung aller technisch möglichen Installationen — wird jährlich auf rund 60 Milliarden kWh geschätzt. Neue Berechnungen, die den wirtschaftlichen Vorteilen der Installationen im Vergleich zu den gegenwärtigen allgemeinen Bedingungen Rechnung tragen, beziffern sie nur mit 30 Milliarden kWh. Davon würden etwa 22 Milliarden kWh, also der Hauptanteil, auf die Gewässer der Alpen, etwa 9 Milliarden kWh auf den Apennin, und auf die Gewässer der großen Inseln fast 1 Milliarde kWh Jahreserzeugung entfallen.

Entwicklung der Elektrifizierung der Staatsbahnen in Italien¹:

Die ersten Elektrifizierungen reichen bis in das Jahr 1900 zurück. 1918 gab es 470 km elektrifizierte Bahnlinien, und zwar die Bahnen im Veltlin (Valtellina), und deren Verlängerung gegen Monza, Saronno—Varese—Domodossola, des Giove, ferner die Linien Genua—Sampierdarena—Savona, Genua—Ronco, Savona—Ceva, Turin—Modane. Im Zeitraume 1918—1932 wurden weitere 1.546 km Bahnlinie elektrifiziert, und zwar: 1918—1921 Turin—Torre Pellice und Bricherasio—Barge; 1921—1922 Trofarello—Chieri und Turin—Alessandria—Ronco; 1923 Ronco—Arquata—Tortona; 1924 Alessandria—Tortona—Voghera und Novi—Tortona; 1925 Neapel—Pozzuoli; 1925—1926 Genua—Livorno; 1927 Pozzuoli—Villa Litorno, Foggia—Benevento und Bologna—Florenz; 1929 Sampierdarena—Ovada—Alessandria und Bozen—Brenner; 1931 Benevento—Neapel, Ventimiglia—Piena und Savona—Ventimiglia; 1932 Spezia—Fornovo mit Abzweigung S. Stefano—

¹ Vgl. *Revista Tecnica delle Ferrovie*, 15. April 1934, bzw. *Revue générale des Chemins de Fer*, 53me Année, August 1934, S. 128 ff. und *Archiv für Eisenbahnwesen*, Berlin 1934, Heft 1, S. 141.

Sarzana; 1928—1932 Rom—Avezzano—Sulmona. 1932 wurde die elektrisch betriebene Linie Aosta—Pré S. Didier (31,6 km) erworben. Im April 1934 wurde die 83 km lange „Direttissima“ (Florenz)—Prato—Bologna in Betrieb genommen, die den Apennin in einem 18.510 m langen Tunnel unterfährt. Vorgesehen ist weiterhin die Elektrifizierung der Linien Cervignano—Triest—Udine—Tarvis, Triest—Adelsberg (Postumia), St. Peter am Karst (= San Pietro del Carso)—Fiume, Florenz—Rom, Rom—Villa Litorno—Aversa, Campoleone—Nettuno, Neapel—Salerno, Torre Annunziata—Gragnano, Bozen—Trient und Bozen—Meran; die bis 1936 durchgeführt werden soll, die der Linie Salerno—Calabrien — — bis 1937.

In Frankreich erwachsen in den zahlreichen Holzschleifereien und Papierfabriken, die sich in der zweiten Hälfte des XIX. Jahrhunderts an den Wildbächen der Alpen festsetzten (Brignoud, Lancey, Modane, Rioupéroux...), die ersten Wasserkraftwerke, welche für die späteren Wasserkraftanlagen vorbildlich waren. Mit der Möglichkeit einer Fernleitung der gewonnenen Hydroelektrizität konnte diese weitab vom Erzeugungsort wohnenden Verbrauchern besonders für Beleuchtungszwecke dienstbar gemacht werden, verdrängte aber auch bald ihren einzigen Rivalen als Kraftspender, die Dampfkraft, von vielen Märkten. Die bereits bestehenden elektrochemischen und anderen Werke konnten nun durch Abgabe ihres Überflusses an elektrischem Strom an weitere Unternehmungen ihre eigenen Betriebskosten vermindern, ihre Installationen rationeller ausnützen. Die Fernleitungs- und Verteilungsmöglichkeit von elektrischem Strom gestattete aber auch erst den Ausbau kleiner Gefällsstufen mit großer Wasserführung, da dieser viel kostspieliger ist als der hoher Gebirgswasserfälle. Wirtschaftlich ermöglicht wurde er freilich erst, als eine Ausbreitung des Fernleitungsnetzes auf genügenden Absatz der erzeugten Hydroenergie bei entsprechendem Ertragnis pro Kwh rechnen konnte.

War die Weiterentwicklung im ersten Dezennium des XX. Jahrhunderts in Frankreich eine relativ langsame, so erhielt sie durch die aus dem Weltkrieg erwachsenden Verhältnisse ebenso wie in Italien starke Impulse. Der große Kraftbedarf in der Erzeugung von Kriegsmaterial bei gleichzeitig allgemeiner Kohlennot veranlaßte die Regierung, der besseren Nutzung der Wasserkräfte lebhafteres Interesse zuzuwenden und deren Ausbau, selbst bei beträchtlichen Ausgaben, zu beschleunigen (z. B. die Nutzung der Fier-Fälle zu Seyssel). Der folgende fieberhafte Aufstieg erlahmte erst durch die Wirtschaftsdepression des Jahres 1921 und durch die damalige große Trockenheit. Die fallende Tendenz der Kohlenpreise bei gleichzeitigem Ansteigen der Installationskosten und die Konkurrenz der thermischen Elektrizitätswerke verlangsamten den Bau von Hydroelektrizitätswerken. Die allzukühnen Projekte wurden wieder fallen gelassen, der Bau anderer bereits begonnener Anlagen, z. B. an der Truyère, den Fällen an der oberen Dordogne, blieb stecken. Die Gewinnung der Weißen Kohle schlug in ihrer Fortentwicklung gemäßigte Bahnen ein¹.

Die französische Elektrowirtschaftsstatistik gibt meist nur eine Gesamtproduktionsziffer elektrischer Energie, ohne Scheidung nach ihrem Ursprung, ob aus Wasserkraft- oder aus thermischen Elektrizitätswerken. Die Zahl letzterer ist aber sehr beträchtlich. Im Januar 1929 beliefen sich die französischen Kraftwerken normal zur Verfügung stehenden Kw auf 5,400.000, wovon nur knapp ein Fünftel auf die ausgebauten Wasserkräfte entfielen; von ca. 13 Milliarden Kwh, die in Frankreich 1929 erzeugt wurden, entstammten aber 7,4 Milliarden

¹ Vgl. G. Canat de Chizy, La houille blanche en France, in Bull. Soc. Géographie de Lyon et de la Région Lyonnaise, 1932, S. 5 ff.

KwH thermischen und 5,6 Milliarden KwH Hydro-Elektrizitätswerken. Ebenso fehlen genauere Angaben über die Stromverteilung.

Am 1. Januar 1929 verfügte Frankreich¹ über 917.949 Kw ausgebaute Wasserkräfte. Im Verlaufe desselben Jahres wurden weitere 63.750 Kw, während des Jahres 1930 3.200 Kw, 1931 = 101.365 Kw, 1932 = 200.520 Kw ausgebaut, so daß am 1. Jänner 1933 ein Gesamtstand von 1.268.784 Kw, also rund 1,300.000 Kw ausgebaute Wasserkräfte verzeichnet wurde, denen eine mittlere jährliche Produktionskapazität von rund 11 bis 12 Milliarden KwH entspricht. Im Ausbau befanden sich 1933 noch 232.325 Kw, von welchen 144.230 Kw bis 1. Jänner 1934 in Betrieb genommen werden sollten.

Im folgenden eine Zusammenstellung der 1933 in Betrieb stehenden Hydroelektrizitätswerke mit einer mittleren Jahresproduktion von mindestens 100 Millionen KwH:

Wasserlauf	Name des Werkes	Betriebsgesellschaft	Normal verfügbare Kw
Neste de Couplan	Eget inférieure	Cie. des Chemins de fer du Midi	20.400
Durance	Ventavon	Energie Électrique du Littoral Méditerranéen (E E L M)	20.000
Isère	Beaumont-Monteux	Energie électrique de la Basse Isère	19.560
Isère	Pizançon	Energie électrique Isère-Vercors	18.000
Rhone	Chancy-Pougny	Sté. des Forces motrices de Chancy-Pougny	17.100
Durance	L'Argentière	Alès-Froges-Camargue	17.000
Creuse	Eguzon	Union hydro-électrique	16.500
Isère	Viclaire	Sté. de la H ^{te} Isère	16.200
Durance	Sté. Tulle	Energie Électrique du Littoral Méditerranéen (E E L M)	15.000
Tinée	Baucairon	Energie Électrique du Littoral Méditerranéen (E E L M)	14.630
Tarn	Le Pinet	Energie électrique du Rouergue	14.400
Gave de Gavarnie	Luz	Sté. hydro-électrique de la Cère	14.400
Gave de Brousset	Miégebat	Cie. des Chemins de fer du Midi	14.360
Vicdessos	Sabart	Sté. des Forces motrices de Vicdessos	13.600
Gaves d'Aspe et de Lescun	Eygun-Lescun	Sté. des Forces motrices du Béarn	13.350
Cère	La Mativie	Sté. hydro-électrique de la Cère	13.000
Romanche	Rioupéroux	Alès-Froges-Camargue	12.727
Romanche	St. Guillaume	Sté. Forces motrices de la Haute-Romanche	12.600
Gave de Cauterets	Soulom	Cie. Chemin de fer du Midi	12.400
Ruisseau de Griolus	Orlu	Sté. Pyrénéenne d'Énergie électrique	12.000
Truyère	Brommat	Sté. des Forces motrices de la Truyère	68.000
Rhein	Kembs	Energie électrique du Rhin	80.000

¹ Vgl. M. Tochon, Generalsekretär der Hydroelektrizitäts-Gesellschaft von Frankreich, über Aménagement des Chutes d'eau en France au debut de 1933, in „la Technique moderne“, 15. Mai 1933.

Im Verbrauch der erzeugten Hydroelektrizität entfallen nur etwa 4% auf den Bahnbetrieb, 39% auf die elektrochemische und die elektrometallurgische Industrie, 11% auf Beleuchtungszwecke und 46% auf Kraftantrieb in sonstigen Unternehmungen. . . Auffallend ist der geringe Anteil für die Fortbewegung von Fahrzeugen, den Bahnbetrieb. Frankreich steht darin ganz wesentlich hinter anderen europäischen Staaten, z. B. der Schweiz, Italien, Österreich zurück. Unter den großen französischen Bahnbetriebsunternehmungen ist nur die Südbahn-Gesellschaft (Compagnie du Midi) in stärkerem Maße zu einer Elektrifizierung ihres Netzes geschritten. Sie begann 1906 mit der Elektrifizierung der Linie Perpignan—Villefranche (24 km), deren guter Erfolg sie zur Ausdehnung des elektrischen Betriebes auf eine Strecke von 213 km bewog. 1931 waren bereits von einer Gesamtnetzlänge von 4290 km insgesamt 1230 km elektrifiziert (u. zw. Pau—Tarbes—Montréjeau—Toulouse; Pau—Dax; Bordeaux—Hendaye, die Transpyrenäische Linie Bedous—Canfranc und die Strecke Ax-les-Thermes—Puigcerdá. Vom Netze der Paris—Orléans Bahn (P O) wird die Linie Paris—Vierzon (208 km) seit 1926 und die Linie Orléans—Tours seit Juli 1933 elektrisch betrieben. Die Eröffnung der Linie Vierzon—Brives ist für den Sommer 1935 vorgesehen. Die Paris—Lyon-Méditerranée-Gesellschaft (P L M) betreibt seit 1904 die Linie von Chamonix (40 km) und seit 1930 werden die Züge der Linie Chambéry—Modane (98 km) durch elektrische Lokomotiven geschleppt. Hierzu kommen noch einige kurze Teilstrecken der Staatsbahn in der nächsten Umgebung von Paris. Das immer stärker anwachsende Defizit bei den französischen Bahnen aber bedingt, daß die Eisenbahngesellschaften vor den hohen Elektrifizierungskosten weiterer Linien zurückschrecken. So bescheiden die Elektrizitätsnutzung im Eisenbahnbetrieb ist, umso gewaltiger ist ihr Vordringen auf anderen Gebieten, besonders in der Landwirtschaft, im Gewerbe und im Haushalte. Am 1. Jänner 1930 waren 27.397 von 37.981 französischen Gemeinden, also 72,5 v. H., an das elektrische Stromleitungsnetz angeschlossen. Die Bedeutung dieser Tatsache läßt sich in der weitgehenden Mechanisierung der bäuerlichen Arbeitsleistung und im Lebensstandard der bäuerlichen wie der städtischen Bevölkerung erkennen.

Von geographischen Gesichtspunkten aus betrachtet, treten in Frankreich drei Haupterzeugungsgebiete hydroelektrischer Energie besonders hervor: das Alpengebiet, das Pyrenäengebiet und das des Französischen Zentralmassivs; diesen läßt sich noch ein viertes anschließen, Ostfrankreich, das wohl gegenwärtig in den Gewässern des Jura und der Vogesen erst bescheidene Mengen erstellt, das aber nach Vollendung der in Bau befindlichen großen Anlagen am Rhein Bedeutung erlangen wird. Das Gebiet der französischen Alpen liefert mehr als $\frac{2}{5}$ der gesamten Kraftstromerzeugung des Landes, wovon die größere Hälfte auf Wasserkraftwerke entfällt. Die Wiege der französischen Hydroelektrizitätsindustrie ist das Tal des Arc, das besonders günstige Verhältnisse aufweist: beträchtliche sommerliche Wasserführung infolge der starken Vergletscherung der umliegenden Gebirgswelt sowie starkes Nutzgefälle (1000 m) und eine weithin an den Oberlauf hinansteigende Eisenbahn, wie sie keines der benachbarten Hochgebirgstäler aufweist. Durch die Bahn als günstigen Verkehrsweg zutal angelockt, ließ sich hier eine bedeutende chemische und metallurgische Industrie nieder, die von Anbeginn an alle aus dem Fluß gewonnene elektrische Energie selbst verbrauchte, so daß sich unter den im Arc installierten 142.500 Kw nicht eine einzige Stromverteilungsanlage befindet. Auch im benachbarten Romanche-Tal

reicht sich ein Kraftwerk an das andere, jede vorhandene Gefällsstufe nützend, doch fehlt hier die Eisenbahn. Eine schmalspurige Trambahn mit starkem Gefälle, daher geringer Tragfähigkeit bedrückt die Industrie des Gebietes. Große Bedeutung in der Hydroelektrizitätswirtschaft fällt weiter dem Unterlauf der Isère und der Durance zu. Was aber den Rhone selbst anlangt, sind hier von einer normal zur Verfügung stehenden Kapazität von 900.000 Kw bis jetzt nur 40.000 Kw, d. s. 5 v. H., ausgebaut. Die von Regierung und Parlament seinerzeit gegründete Compagnie Nationale du Rhône beschäftigt sich schon über 20 Jahre mit dem Studium einer allgemein befriedigenden Nutzungsmöglichkeit dieses gewaltigen Naturreichtums, auf daß der Fluß sowohl als Schifffahrtsstraße wie für die Kraftgewinnung und für Bewässerungszwecke gleich dienstbar sei. Der Ausbau der Wasserkräfte ist aber technisch mit den Interessen der Schifffahrt — die freilich bisher nur bescheiden ist — kaum in Einklang zu bringen, wenn nicht durch Schaffung eines den Flußlauf begleitenden Schifffahrtskanals, da der Errichtung beweglicher Stauanlagen die starke Geschiefeführung und -ablagerung des Stroms entgegensteht. Dagegen werden die östl. des Rhone gelegenen Küstenflüsse trotz geringer und ungleichmäßiger Wasserführung, besonders die Tinée, der Hydroelektrizitätserzeugung durch Nutzung der ihre Quellen überlagernden Bergseen als Wasserspeicher beträchtliche Kraftmengen zuführen. In den Pyrenäen dagegen ist die geringere Vergletscherung, das fast vollständige Schmelzen der Schneedecke während der Sommermonate und der parallele Verlauf der Täler einer Konzentration der Gewässer, wie sie in den Alpen vielfach eintritt, nur wenig günstig. Die größere Regenhäufigkeit, die Kürze der in ihrem Oberlauf stark abfallenden Täler, die rasch die Ebene erreichen, bedingen eine schwächere und unregelmäßige Wasserführung, Nachteile für ihre Nutzung, wengleich andererseits das starke Gefälle der Hochtäler ein nahes Heranrücken der Eisenbahn an die Kraftquellen, die in den Wasserkraftwerken erschlossen werden, ermöglicht. Die relativ große Entfernung starker Verbrauchszentren elektrischen Stromes bedingte hier die Anlage mächtiger Industrieanlagen, elektrochemischer und elektrometallurgischer Werke, wie z. B. am Ariège, am Griolus Bach, am Videssos u. a. 1929 beliefen sich die Wasserkraftinstallationen im Pyrenäengebiet auf ca. 332.000 Kw, also auf etwa $\frac{1}{3}$ der in den Alpen installierten Wasserkräfte. Die Wasserläufe des Französischen Zentralmassivs fanden erst während des Krieges mehr Beachtung. Eingehendes Studium der Bewässerung des Plateaus zeigte die Möglichkeit einer Regulierung der Unregelmäßigkeiten in der Wasserführung durch Anlage von Staudämmen in einzelnen Talbecken und Aufspeicherung der beträchtlichen Wasserzufuhr aus dem weiten Einzugsgebiet, wodurch die Niederschlagsarmut etwas gemildert wird. Die Société d'Énergie Electrique du Sud-Ouest hatte vor dem Kriege das Kraftwerk Tuilière oberhalb Bergérac an der Dordogne gebaut und die Société de la Loire et du Centre förderte den Ausbau der Wasserkräfte des Lignon, der beiden Ance; während des Krieges erst entstanden aber die großen Wasserbauprojekte zur Elektrizitätsgewinnung, deren Vollendung in den Werken von Brommat (60.000 Kw) und Sarrans (22.000 Kw) bevorsteht. 1929 waren in den Flüssen des französischen Zentralplateaus insgesamt 246.000 Kw installiert, die etwa 18 v. H. der französischen Gesamtproduktion an Hydroenergie entsprechen.

In Ostfrankreich finden sich Hydroelektrizitätswerke im Jura an den rechtsseitigen Nebenflüssen des Rhone, an Ain, Doubs und deren Zuflüssen, in denen 1929 ca. 88.700 Kw installiert waren.

Die Entwicklung des Fernleitungsnetzes förderte den Aufschwung der Elektrizitätswirtschaft, der aber noch rascher vor sich ging, als sich die Kraft-erzeuger zur Anlage gemeinsamer Sammelleitungen entschlossen, an die sie den in eigenen Werken erzeugten Strom abgaben, wodurch vermieden wurde, daß oft über weite Strecken vier oder fünf Leitungen in gleicher Richtung nebeneinander verliefen, wie z. B. 1921 im Gebiete von Lannemezan beobachtet wurde. Anstoß zu diesen Sammelleitungen gab die Compagnie du Midi durch Errichtung einer Starkstromleitung für die Bahnelektrifizierung. Sie war Schöpferin der ersten und wichtigsten Sammelgruppe in Frankreich, der „Union des Producteurs d'Énergie des Pyrénées-Occidentales“. In ihr schlossen sich die acht bedeutendsten Kraftzeugungsunternehmen der Pyrenäen zusammen. Der Hauptstrang (150.000 Volt) der Fernleitung folgt dem Bahnverlauf Bordeaux—Dax—Pau—Tarbes—Toulouse, und ist in Bordeaux mit dem Fernleitungsnetz der Compagnie d'Electricité du Sud-Ouest und dem Netz der „Forces Motrices de la Vienne“ verbunden, die Abzweigungen einerseits bis an die Loire (Loudun—Châtellerault) und andererseits zum Atlantischen Ozean entsenden. Eine nach NE führende Verzweigung zum Tarn (Pinet-Werk) soll mit dem Werke von Marèges der Compagnie P O verbunden werden, eine andere über Béziers—Neussargue mit dem Kraftwerk Brommat an der Truyère. Nach E hin besteht bereits eine Verknüpfung mit dem Netz „du Sud Electric“ und über dasselbe mit dem der „Energie Electric du Littoral Méditerranéen“.

In Mittelfrankreich entwickelte sich das Netz der „Union des Producteurs d'Énergie du Massif Central“, das Clermont-Ferrand mit den Kraftwerken an der Rhue, der Truyère und der oberen Dordogne und das Großkraftwerk von Eguzon mit Paris verbindet. Der Leitungsstrang Eguzon—Marèges stellt somit eine Verbindung Paris—Zentralmassiv—Pyrenäen her. In den Alpen sind die Zusammenschlüsse der großen Leitungsnetze noch nicht beendet. Das Netz der Energie Electric du Littoral Méditerranéen verbindet Marseille—Nizza und die Werke an der unteren Durance mit einer Verzweigungslinie, die über Montélimar bis ins Département Ardèche reicht; das Wasserkraftwerk von Beaumont—Monteux an der Isère entsendet eine Leitungslinie (150.000 Volt) nach Saint-Etienne und Roanne, die, mit den Kraftwerken Monistrol d'Allier und Montluçon verbunden, Anschluß an das Netz des Zentralmassivs erhalten soll. Das Fernleitungsnetz der Société de Transport d'Énergie des Alpes verknüpft Grenoble und das Gebiet der oberen Loire mit Lyon und Saint-Etienne, während die Kraftzentrale von Chancy-Pouigny am Rhone den erzeugten Strom nach Nevers (Verbindung zum Zentralmassiv) und nach Dijon leitet.

Aber auch die großen thermischen Kraftwerke des N und E sind dem Vorbilde der Wasserkraftzentralen des S und SE gefolgt und haben ihre Netze zusammengeschlossen. Das französische Fernleitungsnetz umfaßt 238.000 km, davon 11.200 km mit einer Spannung von über 33.000 Volt (die Spannung der Hauptstränge beträgt 220.000 Volt). 1930 erfolgte in Paris ein Zusammenschluß der bedeutendsten, französischen Kraftproduzenten, der erste Schritt zur Zusammenfassung aller im Lande erzeugten Energie. Von den in Frankreich ausbauwürdigen (nicht der vorhandenen) Wasserkraften, die 1933 mit 5,384.754 Kw beziffert wurden, sind nur rund 1,300.000 Kw ausgebaut, also etwas weniger als $\frac{1}{4}$ derjenigen, deren Nutzbarmachung überhaupt in Aussicht genommen wurde. Daneben werden aber noch riesige Energiemengen wegen der Unrentabilität ihres Ausbaues ungenützt bleiben.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1934

Band/Volume: [77](#)

Autor(en)/Author(s): Leiter Maria

Artikel/Article: [Wasserkraftwirtschaft in Italien und Frankreich. 189-197](#)