

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 42 (1951)  
**Heft:** 12

**Artikel:** Die Energiewirtschaft Portugals  
**Autor:** Weickardt, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1061000>

### 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:** 22.02.2026

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

bisherigen Alutherm-Verfahren mit Stauchapparat durch Druckkräfte herausgepresst werden.

Abmessungen und Form der zentralen Bohrung sowie die Länge der Patrone sind je nach Querschnitt des Drahtes verschieden. Für Querschnitte bis  $12 \text{ mm}^2$  ist die Bohrung kreisförmig, für grössere Querschnitte dagegen ist sie oval. Die Schweisszone erhält eine dementsprechende Form: Für kleine Querschnitte ist sie zylindrisch, für grössere gleicht sie einem prismatischen Körper mit stark abgerundeten Kanten. Die Stelle, an welcher sich die Bohrung an der Patrone befindet, ist an der Umhüllung gekennzeichnet, damit letztere beim Aufstecken auf die Drahtenden am richtigen Ort durchstossen wird. Nachträglich darf die Patrone nicht mehr entfernt werden, da das Schweisspulver auslaufen würde.

### Eigenschaften der Schweissverbindung

Zur Kontrolle der elektrischen Leitfähigkeit der nach dem neuen Verfahren geschweissten Drähte sind eine Reihe von Widerstandsmessungen durchgeführt worden, die im Mittel die in der Tabelle I zusammengestellten Ergebnisse zeigten.

Messergebnisse

Tabelle I

		Rein-aluminium 99,5 %	Aldrey
Querschnitt des Drahtes . . .	$\text{mm}^2$	19,6	7,06
Messlänge . . . . .	mm	232	232
<i>Widerstand bei 20 °C</i>			
a) des geschweissten Drahtes	$\Omega$	0,00030	0,00093
b) des ungeschweissten Drahtes mit gleichen Abmessungen . . . . .	$\Omega$	0,00034	0,00104
<i>Elektrische Leitfähigkeit bei 20 °C</i>			
a) des geschweissten Drahtes	$\frac{\text{m}}{\Omega \text{ mm}^2}$	39,5	35,2
b) des ungeschweissten Drahtes . . . . .	$\frac{\text{m}}{\Omega \text{ mm}^2}$	34,8	31,6

Die elektrische Leitfähigkeit der geschweissten Verbindung ist demnach eindeutig besser als die der Ausgangsdrähte bei gleicher Länge. Hingegen ist die mechanische Festigkeit der Schweisszone infolge der durch die Erhitzung verursachten Gefügeänderung herabgesetzt; die Verbindung darf daher nicht grösseren mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt werden. Diese Bedingung ist normalerweise erfüllt, wenn z. B. die Schweissung bei einem Isolator ausgeführt wird, an welchem die Leiter abgespannt sind. Zusätzliche Verstärkungsmöglichkeiten wurden bereits erwähnt.

Fig. 4 zeigt das Schliffbild einer Schweissung an Aluminiumdraht. Das Gussgefüge der Schweisszone kann vom Gefüge des hartgezogenen Drahtes deutlich unterschieden werden. Die Schweisszone ist homogen und porenfrei.

### Praktische Anwendung

Die Kopfschweissung ist für das Verbinden von Drähten und dünnen Seilen, wie sie bei Fernmelde- und auch bei Starkstromleitungen Verwendung finden, entwickelt worden. Damit lassen sich sowohl zwei als auch drei Leiter miteinander verschweissen, so dass es grundsätzlich möglich ist, nicht nur Verbindungen im Zuge der Leitung, sondern auch Abzweigungen zu schweissen. Die obere Querschnittsgrenze der noch verschweissbaren Leiter liegt bei ca.  $50 \text{ mm}^2$ . Bei grösseren Querschnitten wird mit Vorteil nach dem bekannten Alutherm-Verfahren (Stumpfschweissung) gearbeitet. Das neue Verfahren bleibt in seiner Anwendung nicht auf den Freileitungsbau beschränkt; es kann auch in andern Anlagen, wo Drähte oder dünne Seile bzw. Kabel zur Verlegung gelangen, gute Dienste leisten.

#### Adresse des Autors:

Dipl. Ing. R. Frey, Forschungsinstitut der Aluminium-Industrie A.-G., Neuhausen a. Rheinfall (SH).

## Die Energiewirtschaft Portugals

Von H. Weickardt, Madrid

621.311 (481)

Nach Erläuterung der geologischen Verhältnisse und der Bevölkerungsverteilung wird die wirtschaftliche Struktur Portugals als Agrarstaat dargelegt. Mit  $84 \text{ kWh}/\text{Einwohner}$  ist der Elektrizitätsverbrauch in Portugal verglichen mit anderen europäischen Ländern noch gering. Durch Ausbau der Wasserkräfte kann die energiewirtschaftliche Lage Portugals erheblich verbessert werden. Wasserkraftprojekte von fast 8 Milliarden  $\text{kWh}$  Jahresarbeiten sind vorgesehen. Mit staatlicher Subvention wird zurzeit der Zezere-Fluss mit 700 Millionen  $\text{kWh}$  Jahresarbeiten ausgebaut.

Exposé des conditions géologiques et de la répartition de la population du Portugal, qui est essentiellement un pays agraire. Comparée à celle d'autres pays d'Europe, la consommation d'énergie électrique de  $84 \text{ kWh}$  par habitant est relativement faible. L'aménagement des forces hydrauliques du Portugal permettra d'améliorer considérablement l'économie énergétique de ce pays. Des projets de construction d'usines hydroélectriques prévoient une augmentation de près de 8 milliards de  $\text{kWh}$  de la production annuelle d'énergie. Actuellement, l'Etat subventionne la construction d'usines génératrices sur le Zeyere, qui fourniront une quantité d'énergie annuelle de 700 millions de  $\text{kWh}$ .

### 1. Einleitung

Portugal — «República Portuguesa» genannt — liegt auf der westlichen Abdachung der Iberischen Halbinsel und bildet einen etwa  $560 \text{ km}$  langen, aber im Mittel nur  $150 \text{ km}$  breiten Streifen von fast  $93\,000 \text{ km}^2$  Fläche. Die Bevölkerung beträgt 8,312 Millionen Menschen, das entspricht 23% der

Gesamtbevölkerung der Iberischen Halbinsel. Die Bevölkerungsdichte in Portugal liegt mit 90 Einwohner je  $\text{km}^2$  Fläche über dem europäischen Durchschnitt und auch über der Bevölkerungsdichte Spaniens (55 E/ $\text{km}^2$ ).

Die im Atlantischen Ozean liegenden Inselgruppen der Azoren (Habichtsinseln), Madeira und die Kap-

## Bevölkerung, Fläche, Bevölkerungsdichte Portugals

Tabelle I

Land	Bevölkerung	Fläche	Bevölkerungsdichte	Jahr
	10 <sup>6</sup> Einwohner	1000 km <sup>2</sup>	Einwohner/km <sup>2</sup>	
Portugal (Festland)	6,82	92,93	74	1936
	7,6		83	1946
	8,31		90	1949
Madeira	0,21	0,78	270	1930
Azoren	0,25	2,29	110	1930
Kapverdische Inseln	0,16	4,03	40	1935
Portugal (Festland + Madeira, Azoren und Kapverdische Inseln)	8,93	100,03	89	
Spanien	28,023	506,49	55	1949
Portugal (Festland) + Spanien (Iberien)	36,333	599,42	61	1949
Schweiz	4,6	41,29	112	1949
Bulgarien	7,02	110,84	64	1949
Belgien	8,6	30,51	282	1949
Niederlande	9,9	34,01	292	1949
Frankreich	41,5	550,99	76	1949
Grossbritannien	51	242,61	210	
Portugal in % der Iberischen Halbinsel	23%	15%		
Spanien in % der Iberischen Halbinsel	77%	85%		

verdischen Inseln gehören ebenfalls zu Portugal. Ihre Gesamtfläche beträgt über 7000 km<sup>2</sup>, die Bevölkerungsdichte ist fast 88 Einwohner/km<sup>2</sup>.

In Tabelle I sind Bevölkerung, Fläche und Dichte Portugals und der dazu gehörenden Inselgruppen sowie vergleichsweise die Werte einiger europäischer Länder zusammengestellt. Man erkennt, dass z. B. die Schweiz 55% der Bevölkerung und kaum 45% der Fläche des portugiesischen Festlandes besitzt, die Bevölkerungsdichte ist in der Schweiz mit 112 Einwohner/km<sup>2</sup> grösser. Als Vergleich sei auf die Dichte in Grossbritannien (210), Belgien (282) und in den Niederlanden (292 E/km<sup>2</sup>) hingewiesen.

Portugal ist vorwiegend Gebirgsland. Die Landschaft Trás os Montes im Norden des Landes bildet ein grünes, vom Dourofluss (spanisch Duero) und seinen Nebenflüssen tief zerschnittenes Bergland aus Granit und Schiefer von 700—1400 m Höhe. Dieses Gebiet ist gut bebaut und relativ dicht besiedelt. Dort liegt die frühere Hauptstadt Portugals Bragança.

In Mittel-Portugal erhebt sich als westlicher Ausläufer des Kastilischen Scheidegebirges die Sierra da Estrela mit Bergen bis 2000 m Höhe. Die Fortsetzung nach Südwesten als portugiesischer Scheiderücken (500—600 m) bildet eine breite Aufwölbung bis zu den Bergen von Cintra an der Tejo-Mündung (spanisch Tajo). Westlich der Sierra da Estrela liegt ein grünes, fruchtbare Hügelland, das sich bis zur Küste erstreckt.

Entsprechend dem unterschiedlichen geologischen Charakter Portugals ist die Bevölkerung ungleichmässig über das Land verteilt. Die Bevölkerungsdichte ist im Norden grösser als im Süden. Die Provinz Porto (Oporto) weist mit 411 Einwohnern je km<sup>2</sup> die grösste Dichte des Landes auf.

In Kleinstädten und auf dem Lande wohnen etwa 80% der Gesamtbevölkerung.

Die Hauptstadt Portugals ist Lissabon (Lisboa), die im Jahre 1930 fast 595 000 Einwohner und bei der letzten Zählung (1940) über 705 000 aufwies. Als Vergleich sei erwähnt, dass Spaniens Hauptstadt Madrid über 1,27 Millionen und Barcelona 1,25 Millionen Einwohner zählt. Die wichtigsten Großstädte Portugals und die bedeutendsten Flüsse sind in Tabellen II und III zusammengestellt.

## Portugals Städte

Tabelle II

Name	Bevölkerung in 10 <sup>3</sup> Einwohner	
	1930	1940
Lisboa (Lissabon)	594,4	705
Oporto (Porto)	232,3	262
Setúbal	46,4	
Funchal (Madeira)	31,4	40
Coimbra	27,4	
Braga	27,0	30

## Länge der wichtigsten Flüsse Portugals

Tabelle III

Douro (Douro)	322 km	Sado	175 km
Tajo	275 km	Vouga	136 km
Guadiana	260 km	Mira	130 km
Mondego	220 km		

## 2. Die Bedeutung der Landwirtschaft für Portugal

Das Klima Portugals zeigt Übergang vom milden, atlantischen Klima im Norden mit Regen zu allen Jahreszeiten zum Mittelmeerklima im Süden mit heißen und trockenen Sommern.

Portugal ist Agrarland, denn über zwei Drittel der Erwerbstätigen leben von der Land- und Forstwirtschaft sowie von der Hochseefischerei. Aus Tabelle IV ist zu erkennen, dass 62,3% der Erwerbs-

tätigen in landwirtschaftlichen Betrieben und nur 18,4% in der Industrie und im Bergbau tätig sind. In der Schweiz sind nur 22,4% der Erwerbstätigen in Land- und Forstwirtschaft tätig (in Spanien 57%, Italien 47%, Luxemburg 40%, Grossbritannien 7%).

Gliederung der portugiesischen Erwerbstätigen  
Tabelle IV

1. Land-, Forstwirtschaft, Fischerei . . . . .	62,3%
2. Industrie und Bergbau . . . . .	18,4%
3. Handel und Verkehr . . . . .	8,4%
4. Öffentliche Dienste . . . . .	4,6%
Freie Berufe, Wehrmacht . . . . .	
5. Häusliche und persönliche Dienste . . . . .	6,3%
Die Zahl der Berufstätigen betrug im Jahre 1930: rund 2,992 Millionen	= 100 %

Von der landwirtschaftlich genutzten Fläche entfallen in Portugal fast 25% auf Acker und nur 18% auf Wald. Die wesentlichen Anbaufrüchte sind Weizen, Mais, teilweise Reis, Oliven und Wein. Der Wein nimmt eine Anbaufläche von etwa 350 000 ha ein. Die Oliven-Anbauflächen mit insgesamt 480 000 ha liegen vor allem in den Provinzen Algarve und Alemtejo. Grosse Bedeutung haben die Gewinnung von Kork im Süden des Landes und die Hochseefischerei. Die landwirtschaftliche Tätigkeit bildet die Grundlage für einige Nahrungsmittel-Industrien. So entstanden in Portugal Fischverarbeitungsanlagen, Grossmühlen, Brennereien, Korkverarbeitungsbetriebe. Das Zentrum der Sardinienverwertung ist Setúbal südlich von Lissabon.

In der Hauptstadt sowie in Porto, Coimbra, Covilhão, Portalegre, Évora sind Textilbetriebe zur Verarbeitung von Wolle und Baumwolle. Die Seiden- und Leinenindustrie ist in Lissabon und Porto ansässig. Portugal verfügt über Eisen-, Zink- und Kupfererze. In der Wolframproduktion ist das Land führend in Europa. Das Bergwerk von Panasqueira in Bairrada erzielte eine Jahresproduktion von 2500 Tonnen (1940) bei einer portugiesischen Gesamterzeugung von 4800 Tonnen. Ostwärts Guarda und Belmonte sowie in der Umgebung von Bragança sind außer Wolfram auch Zinnvorkommen. Die Zement- und Kunstdüngerindustrie, vor allem die Superphosphaterzeugung haben bereits Bedeutung erreicht. Wie aus Fig. 1 ersichtlich, haben sich in Portugal einige Industriezentren im Süden und Norden des Landes gebildet. In der Tonindustrie werden Steinzeug und Fayencewaren hergestellt.

Trotz dieser industriellen Tätigkeit kann man zusammenfassend feststellen:

- Portugal ist ein Agrarstaat.
- Die Bearbeitungsmethoden in der Land- und Forstwirtschaft sind noch wenig entwickelt.
- Die landwirtschaftliche Tätigkeit begrenzt den Absatz elektrischer Energie.
- Durch künstliche Bewässerung kann bei dem in Portugal herrschenden Klima eine wesentliche Steigerung der landwirtschaftlichen Erträge ermöglicht werden.
- Durch Bereitstellung billiger Rohenergie (Kohle und Elektrizität) erscheint eine erhebliche Stei-

gerung der industriellen Tätigkeit in Portugal möglich.

- f) Die günstigen Häfen Portugals erleichtern Exportgeschäfte mit Fertigwaren.

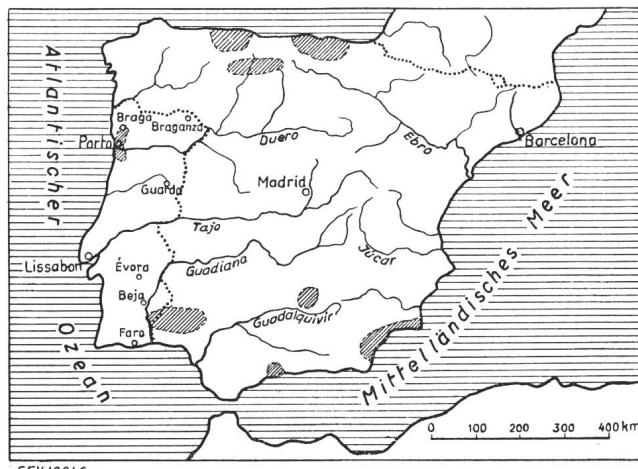


Fig. 1  
Fluss- und Industriegebiete der Iberischen Halbinsel  
■ Industriezentren

Es ergibt sich demnach die Frage, welche Rohstoffe in Portugal zur Verfügung stehen?

### 3. Kohlenmangel, das primäre Energieproblem Portugals

Portugal konnte bis zum Beginn des zweiten Weltkrieges kaum 20% seines Kohlenbedarfes durch eigene Förderung decken. In Tabelle V sind Steinkohlenförderung, Import- und Gesamtverbrauch der Jahre 1926 bis 1946 zusammengestellt.

Kohlenverbrauch Portugals

Tabelle V

Jahr	Förderung	Import	Gesamtverbrauch
1926	202 (19%)	879 (81%)	1081 × 1000 t (100%)
1930	212 (15%)	1236 (85%)	1448 × 1000 t (100%)
1934	203 (15%)	1110 (85%)	1313 × 1000 t (100%)
1938	308 (22%)	1119 (78%)	1427 × 1000 t (100%)
1942	413 (47%)	474 (53%)	887 × 1000 t (100%)
1946	379 (39%)	585 (61%)	964 × 1000 t (100%)

Quelle: Stat. Angaben der World Power Conference

Im Jahre 1930 betrug der Verbrauch rund 1,5 Millionen Tonnen, davon konnten nur 212 000 Tonnen, entsprechend 15% durch Inlandförderung gedeckt werden. Kurz vor dem Kriege konnten 22% durch die portugiesischen Zechen befriedigt werden. Der Erdölbedarf, ebenfalls durch Import gedeckt, betrug im Jahre 1938 etwa 182 000 Tonnen. Diese Importe sind ein erheblicher Passivposten der Außenhandelsbilanz Portugals. Durch die Kriegsauswirkungen (Blockade, Schiffsraummangel u.a.) sank im Jahre 1942 der Gesamtverbrauch auf 887 000 Tonnen, das ist 62% des Vorkriegswertes. Die Importe erreichten nur 39% der Werte des Jahres 1930. Die Erdölimporte lag im Jahre 1942 mit kaum 24 000 Tonnen bei nur 13% der Vorkriegswerte. Diese Einschränkungen führten zu erheblichen Schwierigkeiten in der gesamten portu-

giesischen Wirtschaft. Als Folge des Kohlenmangels musste im Kriege die Elektrizitätsabgabe an Lissabon um 25% gekürzt werden.

Die Angaben über die Kohlevorkommen in Portugal weichen im Schrifttum erheblich von einander ab. Das Statistical Year-Book of the World Power Conference Nr. 4 (1948) beziffert die sicheren Steinkohlevorkommen in Portugal mit 8,41 Millionen Tonnen und die Braunkohlenschätzungen mit 1,3 Millionen Tonnen. Seit dem Jahre 1936 sind durch das Instituto Portugues de Combustiveis und Direcção Geral de Minas e Serviços Geológicos genauere Erhebungen durchgeführt worden. Demnach ergeben sich folgende Vorräte:

Anthrazit . . . . .	20 Millionen Tonnen
Steinkohle . . . . .	
Lignit . . . . .	6...7 Millionen Tonnen
Braunkohle . . . . .	4...5 Millionen Tonnen
(mit 40% Wassergehalt)	

Die Güte der portugiesischen Kohlen ist verhältnismässig gering und die Abbauphase ist ungünstig.

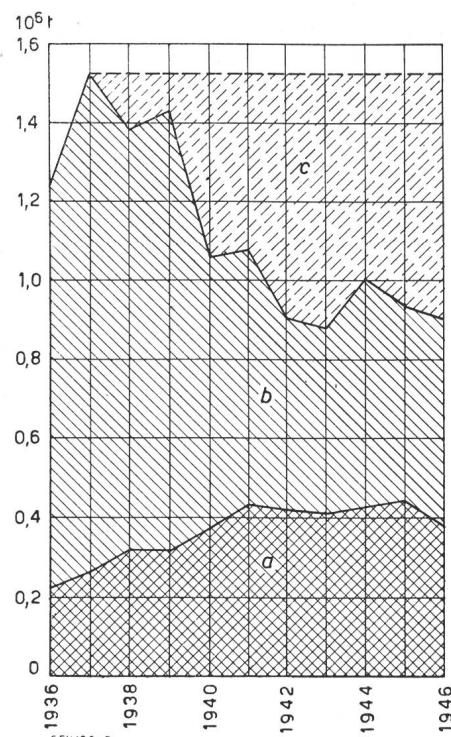


Fig. 2  
Steinkohlenverbrauch Portugals  
a Inland-Förderung  
b Einfuhr  
c Verbrauchs-Verminderung

Die Braunkohlenförderung, die im Jahre 1936 nur 20 000 Tonnen betragen hatte, stieg 1945 auf fast 163 000 Tonnen. Auch der Holzverbrauch nahm im Kriege erheblich zu. Vor dem zweiten Weltkrieg wurden jährlich durchschnittlich 4 Millionen, im Krieg 7 Millionen Festmeter verbrannt. Die Torfförderung ist unbedeutend und beträgt jährlich etwa 1500 bis 2700 Tonnen. Es ist folgendes festzustellen:

- Portugal kann seinen Kohlenbedarf durch Inlandförderung nicht decken.
- Güte und Abbaufähigkeit der portugiesischen Steinkohlefelder sind relativ gering.
- Durch langfristige Verträge ist Portugal gezwungen bestimmte Steinkohlenmengen von Großbritannien zu beziehen.
- Wegen der günstigen Hafenlage arbeiten zahlreiche Wärmekraftwerke in Portugal mit englischer Kohle.

Nach diesen Feststellungen ist zu untersuchen, ob durch Ausbau von Wasserkräften das Kohledefizit in Portugal vermindert werden kann.

#### 4. Wasserkraftausbau steuert Kohledefizit

Die seit 1927 durch das Ministerium für öffentliche Arbeiten und Verkehr veröffentlichten amtlichen Elektrizitätsstatistiken lassen folgende Entwicklung erkennen: Im Jahre 1927 verfügte Portugal über eine gesamte Kraftwerksleistung von 134 MW, davon entfielen auf Wasserkraftwerke 33 MW (24,6%). An der Gesamterzeugung von 187 Millionen kWh waren die Wasserkraftanlagen mit 55 Millionen kWh (29,5%). Anfang 1930 besaß Portugal 392 Kraftwerke mit 146 MW Gesamtleistung, davon 320 Wärmekraftwerke (82%) mit 110 MW (75%). Die Gesamterzeugung von 260 Millionen kWh stammte zu 66% aus mit englischer Kohle betriebenen Wärmekraftwerken.

Die Entwicklung des Anteils der Wasserkraftwerke an der gesamten portugiesischen Leistung und Erzeugung ist aus Tabelle VI ersichtlich:

Anteil der Wasserkraftwerke Portugals  
Tabelle VI

Jahr	Anteil der Wasserkraftwerke an der	
	Gesamt-Leistung %	Gesamt-Erzeugung %
1928	25	31
1932	26	36
1936	26	37
1938	28	30
1940	30	39
1942	31	47
1944	34	40
1946	40	50

Die Werte der installierten Kraftwerksleistung und Erzeugung aufgeteilt nach Wärme- und Wasserkraftwerken sowie nach öffentlichen Versorgungsunternehmen (EVU) und industriellen Eigenanlagen (IA) sind in Tabelle VII zusammengestellt. Es soll nun festgestellt werden, wie gross die portugiesischen Wasserkräfte sind und welche Kohlensparungen sich durch Ausbau von Wasserkräften ergeben könnten.

Nach den Berichten Portugals, die auf der Weltkraftkonferenz in London (1950) vorgelegt wurden, können die Wasserkräfte mit 7965 Millionen kWh angenommen werden. Ihre Verteilung auf die einzelnen Flussgebiete Portugals wird in Tabelle VIII gezeigt. Demnach liegen 76% der ausbaufähigen Wasserkräfte im Norden, 22% in Mittelportugal und nur 2% im Süden.

Portugiesische Elektrizitätswirtschaft

Tabelle VII

	1936 MW	1938 MW	1940 MW	1942 MW	1944 MW	1946 MW
<i>Installierte Leistung</i>						
Wärmekraftwerke EVU . . . . .	138	144	139,7	138,7	135,2	134,9
Wärmekraftwerke IA . . . . .	56	57,1	57,6	57,6	57,6	56,5
Wärmekraftwerke gesamt . . . . .	194	201,1	197,3	196,3	192,8	191,4
Wasserkraftwerke EVU . . . . .	60	68,7	72	74,7	89	113,2
Wasserkraftwerke IA . . . . .	8	10	11,5	11,5	10	10,9
Wasserkraftwerke gesamt . . . . .	68	78,7	83,5	86,2	99	124,1
Summe . . . . . EVU . . . . .	198	212,7	211,7	213,4	224,2	248,1
Summe . . . . . IA . . . . .	64	67,1	69,1	69,1	67,6	67,4
<i>Gesamte Kraftwerksleistung</i> . . . . .	262	279,8	280,8	282,5	291,8	315,5
<i>Elektrizitätserzeugung</i>						
Wärmekraftwerke EVU . . . . .	10 <sup>6</sup> kWh					
Wärmekraftwerke IA . . . . .	169	239,1	234,9	207,9	259,9	276,6
Wärmekraftwerke gesamt . . . . .	56	54	46,4	40,5	46,2	45,1
Wasserkraftwerke EVU . . . . .	225	293,1	281,3	248,4	306,1	321,7
Wasserkraftwerke IA . . . . .	119	114	160	195,7	186,2	293,3
Wasserkraftwerke gesamt . . . . .	12	11,7	18,8	21,1	12,7	23,3
Kraftwerke . . . gesamt . . . . .	131	125,7	178,8	216,8	198,9	316,6
Summe . . . . . EVU . . . . .	288	353,1	394,9	403,6	446,1	569,9
Summe . . . . . IA . . . . .	68	65,7	65,2	61,6	58,9	68,4
Gesamterzeugung in 10 <sup>6</sup> kWh . . . . .	356	418,8	460,1	465,2	505	638,3
davon EVU in % . . . . .	81%	84%	85%	86%	88%	89%
Wasserkraftwerke in % der Gesamterzeugung	37%	30%	39%	47%	40%	50%

Legende: EVU = öffentliche Elektrizitäts-Versorgungs-Unternehmen  
IA = industrielle Eigenanlagen

Ausbaufähige Wasserkräfte Portugals

Tabelle VIII

Flussgebiet	Ausbaufähige Wasserkräfte (Schätzung) 10 <sup>6</sup> kWh	%
Minho . . . . .	200	Nordportugal 76
Lima . . . . .	470	
Cavado . . . . .	535	
Ave . . . . .	40	
Duero . . . . .	4770	
Mondego . . . . .	460	Zentralportugal 22
Tajo . . . . .	1300	
Sado . . . . .	10	Südportugal 2
Guadiana . . . . .	180	
Gesamte ausbaufähige Wasserkräfte . . . . .	7965	100

Die Aufgliederung des Energieverbrauches ist aus Fig. 4 und die Gruppenanteile am Gesamtverbrauch aus Tabelle IX ersichtlich.

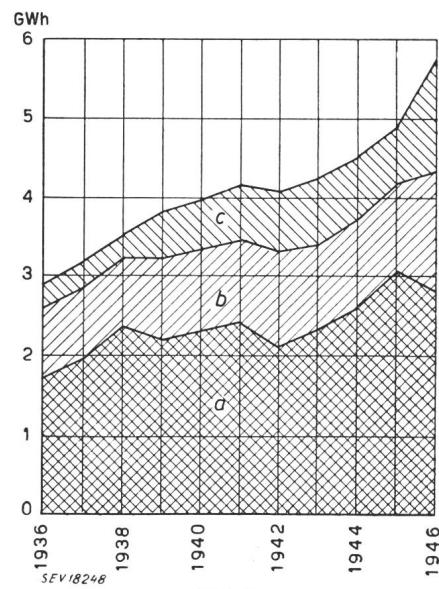


Fig. 3  
Portugiesische Elektrizitätserzeugung  
a Wärmekraftwerke  
b Laufwerke  
c Speicherwerke

Es sei noch erwähnt, dass die Elektrizitätserzeugung auf den *Azoren* und in *Madeira* sowie auf den *Kapverdischen Inseln* vorwiegend in Wärmekraftwerken erfolgt, die entweder mit Kohle oder Öl gefeuert werden. Die Verwendung von Dieselsärgen ist dort ebenfalls verbreitet.

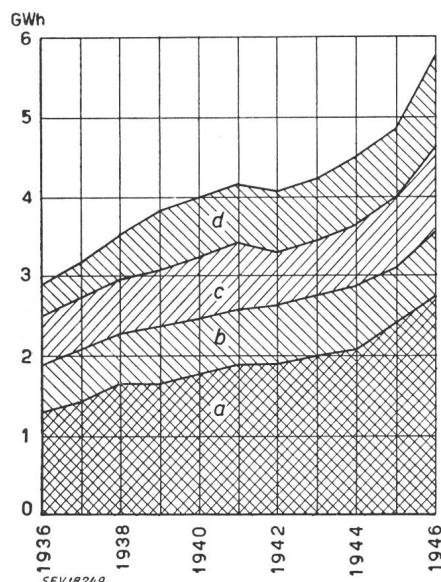
Die bisherige Entwicklung der Elektrizitätserzeugung, aufgegliedert nach Wärme- und Wasserkraftwerke sowie der Wasserkraftanteil aufgeteilt nach Lauf- und Speicherkraftwerke für die Zeit von 1936 bis 1946 ist in Fig. 3 dargestellt. In den Monaten November bis Mai, also zur Zeit der Jahresbelastungsspitzen, sind in Portugal die grössten Niederschläge, die wegen des atlantischen Klimas nicht als Schnee fallen. In den Sommermonaten ist die Wasserdarbietung gering und zwingt zur Heranziehung der Speicher. Im Jahre 1941 verteilte sich die Wasserkraftarbeit der EVU (171 Millionen kWh) zu 10,8% auf Speicherwerke, die restlichen 153 Millionen kWh wurden in Laufkraftwerken erzeugt. Die Speicherkapazität betrug um das Jahr 1941 60 Millionen m<sup>3</sup> mit einer mittleren Erzeugung von 30 Millionen kWh. Die Speicher sind inzwischen erheblich ausgebaut worden.

Energieverbrauchsgruppen

Tabelle IX

Verbrauchsgruppen	Anteil in %	
	1936	1946
Industrie . . . . .	44	48
Bahnen, Elektro-Chemie, -Metallurgie	20	14
Haushaltungen, öffentl. Beleuchtung, Landwirtschaft . . .	22	19
	86%	81%
Import, Eigenbedarf, Verluste, sonstiges .	14	19
Gesamtverbrauch .	100%	100%
	$288 \cdot 10^6$ kWh	$569,9 \cdot 10^6$ kWh

Wasserkräfte sind, soweit verfügbar, ausgebaut. Auf den Azoren und in Madeira bestehen 35 Kraftwerksanlagen; davon arbeiten 12 mit Wasserkraft. Im Jahre 1939 hatten die dortigen Wärmekraftwerke eine gesamte installierte Leistung von 4525 kW; das entspricht 62% der Gesamtleistung (7320 kW). Die Erzeugung der Wasserkraftwerke bei 2795 kW installierter Leistung betrug mit

Fig. 4  
Portugiesischer Elektrizitätsverbrauch

- a Industrie
- b Bahnen, Elektro-Chemie und Metallurgie
- c Haushalt, öffentliche Beleuchtung, Landwirtschaft
- d Eigenbedarf, Verluste

5,78 Millionen kWh 44% der Gesamterzeugung von 13,03 Millionen kWh. Die Benutzungsdauer ergibt sich im Gesamten zu 1780 Stunden, die der Wärmekraftwerke 1600 h und die der Wasserkraftwerke 2070 h. Im Jahre 1946 wiesen die gesamten Kraftwerke eine Benutzungsdauer von 2000 h, die Wasserkraftwerke 2550 h und die Wärmekraftwerke nur 1680 h auf.

### 5. Die aktuellen Wasserkraftprojekte Portugals

Das Kohledefizit und die Abhängigkeit der portugiesischen Energiewirtschaft von englischer Importkohle haben den industriellen Ausbau Portugals erheblich behindert. Diese Gegebenheiten traten

vor allem während des letzten Weltkrieges klar in Erscheinung. Darum hat die nationale Regierung Salazar den sofortigen Ausbau von Wasserkräften mit finanzieller Unterstützung des Staates durch Erlass vom Jahre 1944 in Angriff genommen. Die in Fig. 5 angegebenen Wasserkraftprojekte sollen im Endausbau 4240 Millionen kWh Jahresarbeit liefern; das entspricht einer jährlichen Einsparung an Importkohle von etwa 3,3 Millionen Tonnen.

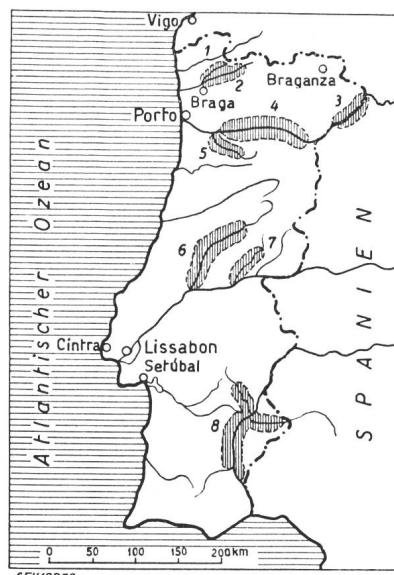


Fig. 5

Portugiesische  
Wasserkraftprojekte

- 1 Lima
- 2 Cavado-Rabagao
- 3 Douro (Duero)-International
- 4 Douro (Duero)-National
- 5 Paiva
- 6 Zezere
- 7 Ocreza
- 8 Guadiana

Zur Durchführung der Pläne wurden 1945 zwei Gesellschaften gegründet, die «Hidro-Electrico do Cavado» und die «Hidro-Electrico-do-Zezere». Diese Gesellschaften sind verpflichtet, die Flussgebiete möglichst bald auszubauen und gleichzeitig Flussregulierungsaufgaben zu lösen. Von den genannten Gesellschaften hat zunächst die Zezere-Co. die Nutzungskonzession für den 140 km langen Zezere von der Quelle bis zur Mündung in den Tajo erhalten. Vier Staustufen sind mit folgenden Kennwerten vorgesehen:

Zezere-Wasserkraftwerke

Tabelle X

Werk	Stau-	Stau-	max.	Leistung	Jahres-
	höhe	inhalt			
	m	$10^6$ m <sup>3</sup>	m	MW	$10^6$ kWh
Cabril . . . . .	125	600	115—65	107	190
Bouca . . . . .	65	49	54	66	110
Castelo do Bode	115	1070	96—65	137	380
Constancia . . .	12	95	7	8,8	20
Gesamt . . . . .					318,8 700

Mit dem Bau der grössten Stufe Castello do Bode wurde im Jahre 1946 begonnen. Mit der Inbetriebnahme ist im Jahr 1951 zu rechnen. Bei 380 Millionen kWh Jahresarbeit ist mit einer jährlichen Einsparung von 300 000 Tonnen Kohle englischer Herkunft zu rechnen. Das Einzugsgebiet des Zezere beträgt 3950 km<sup>2</sup> bei einer durchschnittlichen Niederschlagshöhe von 1200 mm/Jahr. Der mittlere Wasserabfluss beträgt an der Baustelle 75 m<sup>3</sup>/s. Die Staulänge beläuft sich auf 85 km. Die Bogenstaumauer hat eine Höhe von 109 m bei einem

wasserseitigen Krümmungsradius von 150 m. Der gesamte Mauerinhalt beträgt 400 000 m<sup>3</sup>, der gesamte Aushub einschliesslich Fundamente für das Kraftwerk 100 000 m<sup>3</sup>. Der Stauinhalt des Sees ist

Portugiesische Wasserkraftprojekte

Tabelle XI

Nr.	Flussgebiet (siehe Fig. 5)	Erreichbare Jahresarbeit in 10 <sup>6</sup> kWh
1	Lima . . . . .	180
2	Cavado-Rabagao . . . .	400
3	Douro (Duero)-International . .	1600
4	Douro (Duero)-National . .	800
5	Paiva . . . . .	210
6	Zezere . . . . .	700
7	Ocreza . . . . .	200
8	Guadiana . . . . .	150
Gesamter projektiert Ausbau:		4240 · 10 <sup>6</sup> kWh

1070, der Nutzinhalt 875 Millionen m<sup>3</sup>, der mittlere Zufluss 75 m<sup>3</sup>/s, das Niedrigwasser 2 m<sup>3</sup>/s und das maximale Hochwasser 4100 m<sup>3</sup>/s. Die Baustelle erfordert umfangreichen Einsatz von Baumaschinen. Zum Baggern des erforderlichen Kies sind zwei Baggeranlagen in Betrieb. Die Förderleistung beider Anlagen ist zusammen 50 t Kies/Stunde. Die Entleerung erfolgt selbstständig. Zu der 2 km entfernten und 115 m höher liegenden eigentlichen Baustelle mit den Betonmischnern werden die Kies- und Sandmengen durch zwei Seilbahnen mit einer Leistung von 214 t/h befördert. Mit dem Krafthausbau wird nach Fertigstellung der Staumauer begonnen. Im Vollausbau wird die Anlage drei Vertikalturbinen von je 62 000/73 000 PS bei 214 U./min erhalten. Die Turbinen sowie die damit direkt gekuppelten Generatoren werden aus Grossbritannien geliefert. Die Drehstromgeneratoren sind für eine maximale Dauerleistung von 57,4 MVA bei 15 kV Klemmspannung ausgelegt. Die Transformatoren haben ein Übersetzungsverhältnis von 15,5 auf 165 kV. Die Energie wird den Abspannwerken von Lissabon sowie den Bahnumformerwerken der Strecke Lissabon-Porto zugeführt.

Das 150-kV-Übertragungssystem führt vom Wasserkraftwerk HE do Cavado im Norden Portugals über Porto—Umspannanlage Coimbra—Kraftwerk Castelo do Bode—dem Tejo entlang zur

Hauptstadt mit einem südlichen Abzweig nach Setúbal und zur Umspannanlage Beja. Eine 130-kV-Verbindung von Porto nach Norden zum Wasserkraftwerk Electra del Lima ist projektiert. Den genannten Leitungssystemen ist ein 60-kV-Verbundnetz zum Zusammenschluss der Wasser- und Wärmekraftwerke unterlagert.

Die Ausführungen lassen erkennen, dass in Portugal besondere energiewirtschaftliche Schwierigkeiten vorliegen, die die Industrialisierung hemmen. Der grosszügige Ausbau der Wasserkräfte ist in Angriff genommen. Nach Fertigstellung wird Portugal unabhängig von Einfuhrkohle. Während im Jahre 1930 die Elektrizitätserzeugung bezogen auf die Einwohnerzahl nur 41 kWh/Einwohner betrug, ist sie bis 1946 auf 84 kWh/Einwohner angestiegen. Der Verbrauch ist noch relativ gering, wie der Vergleich mit anderen Ländern zeigt (Tabelle XII).

Elektrizitätserzeugung verschiedener Länder

Tabelle XII

Land	Bevölkerung 10 <sup>6</sup> Einw.	Jährliche Elektrizitätserzeugung		Bezogen auf Jahr
		10 <sup>6</sup> kWh	kWh/Einw.	
Portugal . . .	6,36	0,26	41	1930
	6,82	0,36	53	1936
	7,2	0,46	64	1940
	7,6	0,64	84	1946
Griechenland .	7,1	0,27	38	1938
Rumänen . . .	19,3	0,96	50	1936
Ungarn . . . .	8,9	0,97	109	1936
Italien . . . .	46	22,7	494	1948
Niederlande . .	9,9	5,3	520	1948
Frankreich . .	41,5	29	702	1948
Belgien . . . .	8,6	7,9	920	1948
Grossbritannien	51	47	920	1948
Schweden . . .	6,9	14	2040	1948
Schweiz . . . .	4,6	10,4	2250	1948
USA . . . . .	146,6	336	2300	1948
Kanada . . . .	12,1	44	3650	1948
Norwegen . . .	3,2	12,8	4000	1948

Quellen: Errechnet nach Statistique Internationale Annuelle, années 1945/47; nach Union Internationale des Producteurs et de Distributeurs d'Energie Electrique, Paris; und F. Hjulström: The Economic Geography of Electricity.

Adresse des Autors:

Dipl. Ing. W. Weickardt-Mar, Madrid (España), Martinez Izquierdo 24.

## Die Analyse der Unfälle 1919 bis 1939 eines grossen Elektrizitäts-Versorgungs-Unternehmens

Von Georg Irresberger, Gmunden

614.825

Im folgenden wird über die Ergebnisse einer Analyse von 701 Unfällen eines Grossbetriebes während eines Zeitraumes von 21 Jahren berichtet. Die einzelnen Aufschlüsselungen nach Anzahl und Art, Ursache oder Entstehungsort, Schwere und Betriebsstellen liefern wertvolle Erkenntnisse für die Bekämpfung von Unfällen im Betrieb und zeigen Zusammenhänge mit betrieblichen Angelegenheiten, wie Neubauten, Instandhaltung und Störungsdienst. Der Aufsatz ist die gekürzte Wiedergabe eines auf der 7. Arbeitstagung der Sicherheits-Ingenieure Österreichs in Wien am 14. September 1949 gehaltenen Vortrages.

Fünf elektrische Unfälle, zwei davon mit tödlichem Ausgang, die sich im Netz der Oberösterrei-

Résultats d'une analyse de 701 accidents survenus en 21 ans dans une grande entreprise électrique autrichienne. La classification par nombre et genre, cause et endroit, gravité et catégorie de service, fournit de précieux renseignements pour la lutte contre les accidents d'exploitation et montre leurs rapports avec certaines circonstances, telles que la construction de nouvelles installations, le service d'entretien et les dépannages. Il s'agit d'un abrégé d'une conférence donnée à Vienne le 14 septembre 1949, à la 7<sup>e</sup> Réunion des ingénieurs autrichiens des services de sécurité.

chischen Kraftwerke Aktiengesellschaft (OKA) im Herbst 1948 während eines Zeitraumes von nur we-