

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 64 (1973)
Heft: 20a: Sondernummer des VSE über den UNIPEDE-Kongress in Den Haag
Rubrik: Studienkomitee für Wasserkrafterzeugung

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

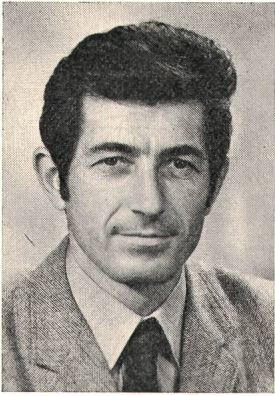
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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: 03.04.2026

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



Schweizerisches Mitglied
J. Remondeulaz
Adjunkt der Direktion der EOS
Lausanne

1. Einführung

Die Wasserkraft stellt immer noch einen wichtigen Faktor dar, den man nun aus einem neuen Blickwinkel betrachten muss; keinesfalls darf man den energetischen Wert des Wassers unterschätzen.

Zwar trifft es zu, dass die Bedeutung der Wasserkraftwerke für die Energieerzeugung zurückgeht, da ihr Anteil an der Gesamtenergieerzeugung unausweichlich abnimmt, und dies sogar in den Ländern, in denen bisher die elektrische Energie überwiegend aus Wasserkraft erzeugt wurde. Man kann nur bestätigen, dass Standorte für Wasserkraftanlagen, die noch vor wenigen Jahren für interessant gehalten wurden, heute nicht mehr zu den wirtschaftlich ausbauwürdigen gezählt werden.

Die wesentlichen Gründe dafür sind hinreichend bekannt. Sie ergeben sich insbesondere aus dem schnellen Ansteigen des Bedarfs bei gleichzeitigem Schwinden der Ausbaumöglichkeiten, aus dem Kostenrückgang bei der Elektrizitätserzeugung in Wärme- und Kernkraftwerken, aus den hohen erforderlichen Kapitalinvestitionen und dem Steigen der Zinssätze.

Der Nutzen der Wasserkraft kann nach vielen Gesichtspunkten beurteilt werden, die auch neue wirtschaftliche Perspektiven eröffnen.

Es ist bekannt, dass der Ausbau der Erzeugungssysteme zunehmend von den Kraftwerken einen hohen Grad an Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Anpassungsfähigkeit erfordert, um die Deckung der Spitzenbelastungen und der Änderungen der Grundlast bei möglichst niedrigen Betriebs- und Unterhaltskosten sicherzustellen. Die Eignung zur Übernahme dieser Rolle durch die mit Leistungsreserven ausgestatteten Wasserkraftwerke (neue oder modernisierte) und Pumpspeicheranlagen grosser Leistung hat eine ganz besondere Bedeutung.

Die Nutzung des Wassers für die Wasserversorgung und Erholungszwecke, für Landwirtschaft, Industrie und Binnenschifffahrt sowie der Hochwasserschutz führen zu der Errichtung von Wasseranlagen, bei welchen die Speicher von grundlegender Bedeutung sind. So kam man zu den Mehrzweckanlagen, wobei auch für die Errichtung von Wasserkraftwerken als Teil dieser Anlagen günstige Bedingungen geschaffen wurden.

Der technische Fortschritt in der Ausführung der Anlagen, im Bau grosser Wasserkraftmaschinen (Turbinen und Pumpenturbinen) mit höherer technischer Leistungsklasse, in der Automatisierung und Fernsteuerung, lässt heute die Errichtung von Anlagen zu, die bisher aus wirtschaftlichen Gründen als nicht

durchführbar betrachtet wurden. Und selbst die kleineren Anlagen, die bisher ausserhalb der Betrachtung blieben, können dank der erzielten Fortschritte wieder eine gewisse Bedeutung erlangen.

Die obigen Überlegungen, die den Fachleuten geläufig sind, haben im Hinblick auf die Zukunftsaussichten der Wasserkraft zur Wahl der folgenden drei Themen geführt:

- Fragen der Kostenaufteilung bei den Mehrzweckanlagen
- Pumpspeicheranlagen unter besonderer Berücksichtigung der Deckung der Spitzenlast
- Einfluss der Automatisierung und Fernsteuerung auf Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit des Betriebes verschiedener Kraftwerktypen.

Diese Themen wurden von den ad-hoc-Expertengruppen auf Grund der Umfragen in einigen UNIPEDE-Mitgliedländern untersucht.

Die folgenden Betrachtungen sind auf einige allgemeine Gedankengänge zu den aufgestellten Themen beschränkt.

2. Mehrzweckanlagen und die damit verbundenen Wirtschaftsprobleme (Bericht 30.02)

In allen Ländern werden von jetzt an die Pläne der Bewirtschaftung von Wasserbecken unter Berücksichtigung ihrer Verwendbarkeit für mehrere Zwecke ausgearbeitet. Man kann sogar behaupten, dass fast alle grösseren Neuanlagen durch die Mehrfachnutzung des Wassers gekennzeichnet sind, um den höchstmöglichen Nutzen aus den Wasservorräten zu ziehen, wobei die elektrische Energie nur eine der Zweckbestimmungen darstellt. In manchen Fällen ist es die einzige wirtschaftliche Lösung für die Erschliessung der Wasservorräte. Aus diesem Grund sind die Wirtschaftlichkeitsprobleme hinsichtlich der Aufteilung der Anlage- und Betriebskosten sehr aktuell und müssen insbesondere die Elektrizitätserzeuger interessieren. Obwohl diese Fragen bereits Gegenstand zahlreicher Untersuchungen auf internationaler Ebene waren, erschien es zweckmässig, sie auf einer Sitzung der UNIPEDE zu behandeln, um den Versuch zu unternehmen, den gegenwärtigen Stand zu ermitteln und neue Aspekte in die Diskussion hineinzutragen. Der Bericht der Expertengruppe beschränkt also seine Betrachtungen auf wirtschaftliche Aspekte.

Bei der Klassifizierung der Mehrzweckanlagen unter dem Gesichtspunkt der Wasserkrafterzeugung sollte man bei den

Anlagen beginnen, die vorrangig elektrische Energie erzeugen und aus grossen Speichern gespeist werden; die übrigen untergeordneten Aufgaben beeinträchtigen den Elektrizitätserzeugungsbetrieb nicht.

Danach kommen die Anlagen, die ebenfalls über grosse Speicher verfügen, bei denen die Stromerzeugung jedoch der Bewässerung, dem Hochwasserschutz und der Trinkwasserversorgung nachgeordnet ist; hier fällt die elektrische Energie nur als Nebenprodukt an und ihre Erzeugung ist von den übrigen Aufgaben der Anlage in starkem Masse abhängig. In solchen Fällen könnte es vorteilhaft sein, Kraftwerke mit umkehrbaren Maschinen für wöchentlichen oder täglichen Pumpbetrieb vorzusehen, um die Leistung maximal auszunutzen.

Schliesslich kommen die Laufwerke an Flüssen, wo die Schifffahrt vorrangig ist und gewisse Betriebseinschränkungen verursachen kann.

Die geographische Verteilung der verschiedenen Anlagentypen in Europa zeigt, dass die zu Bewässerungszwecken errichteten Anlagen sich vorwiegend in Südeuropa befinden, während die Anlagen mit geringen Fallhöhen für die Schifffahrt häufiger in Mittel- und Osteuropa anzutreffen sind.

Die Frage der Kostenaufteilung sollte theoretisch dem Gerechtigkeitsprinzip untergeordnet sein; in der Praxis werden jedoch ganz allgemein einfache Methoden angewendet, die nicht streng nach Grundsätzen der Wirtschaftlichkeit ausgerichtet sind. Bekannt sind zahlreiche Methoden, die sich je nach den Verhältnissen der Wirtschaftsplanung in den einzelnen Ländern unterscheiden.

Die auf den Rentabilitätsprinzipien beruhenden Methoden führen theoretisch zu gerechten Ergebnissen, verlangen aber eine Berechnung der für die Begünstigten sich ergebenden Vorteile, was gewöhnlich sehr schwierig ist. Die anderen praktischeren Methoden sind einfacher, zumal wenn die Anlage einem Hauptzweck dient.

Der Anteil der Elektrizitätserzeugung lässt sich mit den in allen Ländern angewendeten Verfahren leicht berechnen, wobei der angenommene Zeitwertfaktor entscheidenden Einfluss hat. Auch die Vereinbarung über den Wert der Leistung kann sehr bedeutsam sein.

3. Entwicklungstendenzen bei Pumpspeicherwerken für Spitzenlastdeckung

(Bericht 30.03)

Die Charakteristik der Elektrizitätsnetze, mit vorwiegend thermischer oder gemischter Erzeugung, erfordert in immer stärkerem Masse, dass Mittel zur Produktion der Spitzenenergie, welche qualitätsmässig und wirtschaftlich annehmbar sind, sich an der Erzeugung beteiligen. Die Pumpspeicheranlagen können weitgehend die Lastprobleme in den Netzen lösen, da mit zunehmender Grundlastenergie aus Kernenergie billiger Nachtstrom für die Pumparbeit verwendet werden kann. Die Erkundung geeigneter Standorte wird daher in jedem Land zu einer vorrangigen Aufgabe (Tabelle I).

Der tägliche wie auch der wöchentliche Betriebsablauf hängt vom Verlauf der Belastungskurve ab und bestimmt die wesentlichen technischen Daten der Pumpspeicherwerke, die mit Speichereinhalten und installierter Leistung gegeben sind. In manchen Fällen kann jedoch das Verlangen eines längeren Turbinenbetriebes die Lieferung billiger Pumpenergie erschweren.

Die Fortschritte bei der Gestaltung der Anlagen, bei der Voruntersuchung und Ausführung des baulichen Teils, bei der Konstruktion der hydraulischen Maschinen sowie bei der Automatisierung und Fernsteuerung waren für eine wirtschaftliche Integration der Pumpspeicheranlagen in die Elektrizitätsnetze unerlässlich.

Da die Bautechnik dieser Anlagen der bei der Errichtung herkömmlicher Erzeugungsanlagen angewandten entspricht, wird offensichtlich, dass die bei diesen stetig erzielten Fortschritte zur Wirtschaftlichkeit der Pumpspeicheranlagen beigetragen haben. Hier ist der Bau von Untertaganlagen für Maschinenhallen, Druckleitungen und Unterbecken zu nennen. Ferner kann man hier die Fortschritte bei Einlaufbauwerken und Dammbauten für künstliche Becken erwähnen. Auch auf dem Gebiet der elektrischen und elektronischen Ausrüstung kommt der erzielte Fortschritt bei den Pumpspeicheranlagen voll zur Anwendung. Schliesslich seien noch die Pumpturbinen genannt, die zurzeit Gegenstand spezieller Forschung bei der Herstellerindustrie sind, um Leistungen und Wirkungsgrade gegenüber den bestehenden Anlagen zu steigern.

Die Integration der Pumpanlage in die Mehrzweckanlage kann für den Pumpbetrieb und wechselweise dank der Kostenaufteilung auch den verschiedenen Nutzniessern wirtschaftliche Vorteile bringen. Das trifft beispielsweise auf die Pumpanlage von Bewässerungsanlagen sowie auf die Benutzung von Speichern der Wasserstrassen als Unterbecken der Pumpanlage zu.

Die Pumpspeicheranlagen sind für die Deckung der Spitzenlast bestimmt; sie bieten aber auch andere betriebliche Vorteile, die bei einem Vergleich mit anderen Möglichkeiten der Erzeugung elektrischer Energie zu berücksichtigen sind. Diese Vorteile sind allgemein wohl bekannt, und wir zählen hier nur die wesentlichen auf, um zu erinnern, dass sie gebührend in der Wirtschaftsrechnung zu berücksichtigen sind: höhere Verfügbarkeit, kurze Anlaufzeit und schnelle Belastbarkeit, Frequenzregelung und Betrieb als rotierende Reserve, Ausgleichung des Betriebs von grossen Wärmekraftwerken.

4. Automatisierung und Fernsteuerung in Wasserkraftwerken

(Bericht 30.04)

Die Benützung der Fernsteuerung hat die Betriebsweise der Wasserkraft-Elektrizitätswerke beträchtlich geändert. Eine der wichtigsten Folgen ist sicher die Tatsache, dass eine dauernde menschliche Überwachung nicht mehr nötig ist. Die Verwirklichung dieses neuen Betriebssystems wurde durch wachsende gegenseitige Hilfe der Netze, dank den internationalen Verbindungen, erheblich erleichtert.

Dieser Bericht gibt einen Überblick über die verschiedenen Gründe, welche veranlasst haben, dass in einer gewissen Anzahl von UNIPEDA-Mitgliedstaaten Kraftwerke ferngesteuert werden, und berichtet über die erreichten Betriebsergebnisse und die Tendenzen auf diesem Gebiete. Die Untersuchung umfasst 589 Turbinen-, Pump- und gemischte Werke mit mehr als 10 MW Leistung in 15 verschiedenen Ländern.

Der Bericht erläutert vorerst die wirtschaftlichen, technischen und psychologischen Aspekte der Fernsteuerung und anschliessend deren Folgen für Betrieb und Unterhalt, die technischen Charakteristiken und deren Zukunftsaussichten.

Tabelle I

Land und Name der Anlage	Datum der Inbetriebnahme	Anzahl der Einheiten x Leistung N x MW	Maschinen- typ	Fall- höhe m	Wirkungsgrad d. Gesamtanlage incl. Haupttrans- formatoren %	Std.zahl d. Betriebes bei voller Generator- belastung h
<u>Deutschland</u>						
Waldeck II	1974/1975	2 x 220	S	329	80,5	4
Hornberg	1975	4 x 248	S	625	77,6	7
Langenprozelten (a)	1975	2 x 75	R	302	72	6
Geestacht II (a)	1975	1 x 45	R	82	73,0	2,5
Forbach I	1979	2 x 250	R	307		5,5
Waldeck III	nach 1975	2 x 220	R	329		
Bremm	nach 1975	2 x 660	R	220		55
Strittmatt	nach 1975	(144)				
Forbach II	nach 1975	2 x 250	R			
<u>Oesterreich</u>						
Rodund II	1975	1 x 270	R	348	79,2	4,4
Jochstein-Riedl	nach 1975	3 x 235	R	348	70,9	8
<u>Belgien</u>						
Coo-Trois Ponts I	1971	3 x 142	R	273	74,6	6,2
Coo-Trois Stage I	1975/1980	3 x 142	R	273		
Silenrieux	Plan	(100)				
<u>Spanien</u>						
Villarino	1970	4 x 135	R	387		
Guillena	im Bau	3 x 70	R	230	76,6	4,5
Pie de Concha	Plan	5 x 100	R	450		20
Bolarque II	1974	4 x 52	R	238	63	13
<u>Finnland</u>						
Parainen	1977/1979	2 x 50	R	250		7
<u>Frankreich</u>						
Vouglans (a)	1973	1 x 62	R	100	73,5	4
Sainte-Croix (a)	1975	1 x 59	R	77	73	25
Revin	1973/1974	4 x 198	R	241	70	5,5
La Coche (a)	1975	4 x 80	RM	900		14
Montezic	1978	3 x 250	R	400		35
Arc-Isère (a)	1978	2 x 240	R	243		10
<u>Grossbritannien</u>						
Foyers	1975	2 x 150	R	166	72,5	18
Camlough	1976	2 x 140	R	175		4,5
Dinorwic	1979	6 x 240	R	480	75	5,4
Craig Royston	1982	3 x 400	R	420	77,5	30
<u>Griechenland</u>						
St. George	1979	2 x 180	R	137		7
Sfikia	1983	2 x 150	R	57		6
<u>Irland</u>						
Turlough Hill	1973/1974	4 x 73	R	286	77	5,5
<u>Italien</u>						
S. Fiorano	1971/1972	4 x 140	SP	1350	74	6
Lago Delio	1971/1972	8 x 127	SP	724	75,8	
Fadalto	1971/1972	2 x 120	S	102	76,1	6
Taloro	1974	3 x 84	R	282	73,4	6
Brasimone-Suviana	1973/1974	2 x 169	R	358	72,5	28
<u>Luxemburg</u>						
Vianden II	1973	1 x 200	R	292	76,5	4,5
<u>Norwegen</u>						
Jukla (a)	1973	1 x 48	RT	240/60	73,6	
Øljusjøen (a)	1974	50	R	212		
Saurdal (a)	Plan	4 x 160	RT	450		
Duge (a)	Plan	2 x 100		239/120		
<u>Polen</u>						
Beskid	1976/1977	4 x 136	R	432	75,4	4
Żarnewice	1978/1979	4 x 150	R	109		5,5
Basse Silésie	1979/1980	2 x 225	R	247		5
<u>Portugal</u>						
Aguieira	1978	3 x 90	R	62		
<u>Schweden</u>						
Pas dénommée	1979/1980	2 x 250	R	426	80	6
Juktan	1978	1 x 310	R	260	77,3	12
<u>Schweiz</u>						
Mapragg (a)	1976	3 x 113	SM	479	70,9	1400 (b)
Hongrin (a)	1970	4 x 64	P & SM	808	73,8	2300 (b)
<u>CSSR</u>						
Lipt. Mara (a)	vor 1981	2 x 50	R	47	71,8	4,7
Ruzin	vor 1981	2 x 27	R	53	61,5	4,8
Dalesice	vor 1981	4 x 104	R	91	72,7	5

(a) Speicherung zum Teil im Pumpbetrieb

(b) pro Jahr

*R Reversible Pumpen-Turbine

P Pelton-turbine

S Dreiteilige Gruppe

M mehrstufige Francisturbine

T Francisturbine mit zwei Geschwindigkeiten

Der am Kongress überreichte Bericht enthält die ausführlichen Antworten der verschiedenen Länder und ist im Sekretariat der UNIPEDE deponiert. Er ist allen interessierten Personen zugänglich.

4.1 Erreichte Ergebnisse

Die Verwirklichung von sich selbst überwachenden Fernsteuerungen, verschiedensten Automaten, deren Störsicherheit, kurze Übertragungszeit und Genauigkeit die menschlichen Fähigkeiten weit überragen, veranlassen den Ingenieur, die Betriebsweise der Wasserkraftwerke neu zu überprüfen. Der moderne Betriebsleiter zentralisiert, rationalisiert und optimisiert. Für Routinearbeiten werden Automaten eingesetzt.

Durch die Automatisierung und die Fernsteuerung der klassischen Turbinen- oder Pumpwerke werden deren Handhabungen erleichtert und beschleunigt und die Störsicherheit der verschiedenen Organe wird erhöht. Ausserdem werden die Betriebskosten durch das Einsparen von Personal verringert.

Alle modernen Kraftwerke sind automatisiert und prinzipiell immer ferngesteuert, mit Ausnahme von Spezialfällen, wo man nicht auf eine direkte Kontrolle verzichten will. Auch ältere Kraftwerke werden in allen Ländern modernisiert und automatisiert und wenn immer möglich auch ferngesteuert.

Der Anwendung der Fernsteuerung kann jedoch Grenzen gesetzt werden, entweder infolge der Wichtigkeit des Werkes oder aus psychologischen und auch aus Sicherheits-

gründen (Betätigung von wichtigen Schiebern, besonders solchen für Abfluss von Hochwasser). Die Probleme der Fernsteuerung sind nicht nur technischer Art, daher die Idee, die verschiedenen Philosophien zu studieren, weshalb in den verschiedenen Ländern die Kraftwerke ferngesteuert werden.

Gemäss einer kürzlichen Untersuchung werden schon 80 % der Kraftwerke ferngesteuert, wovon die Hälfte von Anfang an, was sicher zu einem grossen Teil der Fortentwicklung der Fernsteuerungen zu verdanken ist. Die Fernsteuerungen haben sehr grosse Einflüsse auf die Betriebsführung, es konnten jedoch keine gemeinsamen Regeln in den untersuchten Ländern festgestellt werden, ausser dass 70 % der Kraftwerke ferngesteuert werden, ohne dauernde menschliche Überwachung jedoch mit Kontrollgängen während der Woche.

Die Aufhebung des Schichtbetriebes hat natürlich auch eine Umorganisation der Unterhaltsarbeiten zur Folge gehabt, denn ein Teil dieser Arbeiten wurde bisher vom Schichtpersonal erledigt.

Diese Umorganisation wurde nicht nur auf der Stufe der Kraftwerke, sondern auf der Stufe von ganzen Kraftwerkgruppen vollzogen, indem regionale Gruppen von Spezialisten für die Unterhaltsarbeiten gebildet wurden.

Die ausführlichen Antworten der Untersuchung bilden zwei Berichte:

Ein Bericht «Kongress» und ein Studiendokument mit ausführlicheren und mehr technischen Antworten.

Die folgende Tabelle stellt den gegenwärtigen Zustand der Automatisierung und der Fernsteuerung der Wasserkraft-Elektrizitätswerke in jedem Lande dar:

Fernsteuerung und Fernregelung in den Elektrizitätswerken in einigen UNIPEDE-Mitgliedländern

Tabelle II

Land	Beteiligung an der Umfrage									
	1973	Gesamt Fernsteuerung + Fernregelung		Ferngesteuerte Werke					Ferngeregelter Werke	
		1973		1950	1960	1970	1973		1973	
		Totale Leistung d. Wasserkraftwerke MW	Leistung MW	Anzahl der Werke	Leistung MW	Leistung MW	Leistung MW	Leistung MW	Anzahl der Werke	Leistung MW
A Oesterreich	6200	1497	27	43	253	707	1036	22	1130	13
B Belgien	450	415	1	0	0	0	415	1	415	1
CH Schweiz	10000	5735	62	0	251	2385	3566	51	5602	57
D Deutschland	6800	2500	33	0	512	1062	1362	31	2400	28
E Spanien	10300	2983	36	55	108	372	407	14	2600	25
F Frankreich	16200	8972	105	0	232	1696	2948	63	7500	73
GB Grossbritannien	2050	546	22	33	33	529	546	22	546	22
I Italien	14000	3400	66	44	234	879	7917	61	3160	52
N Norwegen	14000	8400	100	25	177	5950	8245	99	8400	100
P Portugal	2100	1112	8	0	0	0	60	1	1112	8
S Schweden	11940	7560	103	41	566	5040	7560	103	6860	93
SF Finnland	2300	1303	24	0	46	400	1028	19	1202	20
YU Jugoslawien		310	2	0	0	160	160	1	310	2
		44733	589				29250	488	41237	494
					Werke mit Leistung über 10 MW					

*) wovon 4400 MW sind an nationalem Dispatching angeschlossen

4.2 Zielsetzungen

4.2.1 Wirtschaftliche Seiten

Anzahl der untersuchten Kraftwerke (total 41,5 GW)	579
– Verminderung der Unterhaltskosten	60 %
– Bessere Verfügbarkeit der Leistung	39 %
– Aufhebung gewisser Kosten für Lokale, Wohnungen, usw.	24 %
– Verbesserung des Wirkungsgrades	15 %
– Keine Antwort	20 %

4.2.2 Technische Seiten

– Zentralisierung der Betriebsmittel	73 %
– Geschwindigkeit und Sicherheit der Manöver	42 %
– Keine Antwort	26 %

4.2.3 Psychologische Seiten

– Aufhebung gewisser Funktionen, für welche es schwierig ist, Personal zu finden	42 %
– Verbesserung der Arbeitsbedingungen des Personals	67 %
– Keine Antwort	25 %

4.3 Perspektiven

4.3.1 Entwicklung der Betriebszentren

Man kann feststellen, dass in jedem Lande Umgruppierungen auf regionaler Ebene angestellt werden. Die sich ergebende Rationalisierung ist jedoch von der internen Organisation der Produktion und der Verteilung der elektrischen Energie jedes Landes abhängig (Staatsbetrieb oder Vielfältigkeit von unabhängigen Unternehmern).

Jeder Landesteil möchte eine Kommandostelle besitzen, diese regionalen Betriebszentren werden dann im allgemeinen von einem Hauptzentrum aus fernüberwacht.

Im allgemeinen werden nicht mehr als 10 bis 15 Kraftwerke mit dem gleichen Zentrum verbunden, jedoch ohne Einschränkung der maximalen Distanz für die Fernübertragung.

Vom wichtigsten Betriebszentrum der UNIPEDE-Länder aus werden 10 Kraftwerke, deren Leistung mehr als 2000 MW beträgt, ferngesteuert, während die Gesamtleistung der Kraftwerke, die in diesem Lande ferngesteuert und fernreguliert werden, 45 000 MW erreicht. Die Anwendung der Vollautomatisierung und der Fernsteuerung steckt gewiss nicht mehr in den Kinderschuhen, aber sie ist noch nicht eine gewohnte Angelegenheit.

Eine grosse Mehrzahl der Betriebsleiter ist der Ansicht, dass die regionalen Betriebszentren am Sitze der technischen Direktion des Unternehmens errichtet werden müssen und nicht in einem wichtigen Kraftwerk. Unter den Ländern, die eine Ausnahme machen, müssen England, Italien und Portugal erwähnt werden.

Die Betriebszentren sind im allgemeinen mit Computer ausgerüstet, denen folgende Aufgaben übertragen werden:

- in erster Linie: die Registrierung der Information, die Statistik und die Optimierung.
- in zweiter Linie: die Überwachung und direkte Steuerung.

Gewisse Betriebsleiter sehen vor, diese Rechner für Langzeit-Untersuchungen zu verwenden, während andere dies ablehnen.

Gewisse Länder wie Deutschland, die Schweiz und Frankreich äussern gewisse Zweifel in bezug auf die Zuordnung von Relais-Funktionen an die Computer.

4.3.2 Entwicklung der Fernsteuerung von Kraftwerken

Alle Länder sehen immer mehr vollständige Fernsteuerungen vor. Die neuen Kraftwerke werden entsprechend ausgerüstet und gewisse alte in dieser Richtung modernisiert. Die Fernsteuerung kann erst nach der Automatisierung des Kraftwerkes installiert werden. Alle Länder sehen die Anwendung von speziellen Rechnern für die Überwachungs- und Informationsfunktionen vor, und weniger häufig auch für Relais-, Schutz- und Steuerfunktionen. Für die letzteren drei Funktionen ist das Grundkonzept sehr verschieden, was eine eigene Studie rechtfertigen würde.

Trotzdem hat die Verwendung der Fernsteuerung seine Grenzen. Die Fernsteuerung von Schiebern, deren ungewolltes Funktionieren schwere Folgen haben könnte, wird nur von wenigen Betriebsleitern zugelassen. Andererseits anerkennen alle Länder, dass auf eine dauernde menschliche Überwachung der Anlagen aus folgenden Gründen nicht immer verzichtet werden kann:

- sehr wichtige Anlagen,
- psychologische Gründe in gewissen Gebieten,
- technische Schwierigkeiten (alte Anlagen, Zwang infolge Holzflüssen in nördlichen Ländern, usw.).

5. Zusammenfassung der Diskussion am Kongress

Die Diskussionsbeiträge zu den ökonomischen Problemen von Mehrzweckanlagen haben gezeigt, dass man immer noch versucht, die Methoden der Aufteilung der Kosten zu verbessern, damit die Energieerzeugung nicht zugunsten des Staates und der öffentlichen Dienste überbelastet wird.

Während der Sitzung wurden die Probleme der grossen Flüsse, Rhone und Donau, vorgetragen und reichlich dokumentiert. Die angewendeten Methoden der Kostenaufteilung sind sehr unterschiedlich und hängen von den jeweiligen spezifischen Bedingungen und sogar vom Stande der Realisierung der verschiedenen Nutzungsarten des Wassers ab.

Der Einfluss des Zeitwertfaktors auf die Ergebnisse der Anwendung der verschiedenen Methoden bildete den Gegenstand von Äusserungen mehrerer Redner.

Hinsichtlich der Entwicklung der Spitzenpumpwerke wurde die Zweckmässigkeit der Eingliederung dieser Art von Werken in Mehrzweckanlagen, wie z. B. an der Donau, hervorgehoben.

Die Evolution der Belastungskurven und die Tendenz zur Verlängerung der Dauer des Turbinenbetriebes gaben Anlass zu eingehenden technischen und ökonomischen Betrachtungen. Es wurden auch die technischen Aspekte des Etappenbaus untersucht, entsprechend der vorgesehenen Entwicklung.

Im Zusammenhang mit der grossen Anlage des Delio-Sees wurde die Wahl von dreiteiligen Maschinen bei grossen Fallhöhen begründet. Es wurden endlich auch die Probleme der Baukosten von Anlagen untersucht und mit denen von Gasturbinen verglichen, im besonderen in Frankreich.

Die Diskussionsbeiträge über die Automatisierung und Fernsteuerung haben ihre starke Entwicklung, sowohl bei herkömmlichen wie auch bei Pumpenanlagen, gezeigt. Die Beispiele aus Frankreich, Schweden, Norwegen und Italien, welche während der Sitzung vorgetragen wurden, illustrierten diese Entwicklung.

Eines der Ergebnisse dieser Entwicklung, welches mit grossem Interesse erwartet wird, ist die Konzentration der Betriebsführung mehrerer Kraftwerke.

Der Einsatz von elektronischen Rechnern – obwohl heute noch im Anfangsstadium – wird in der Zukunft eine neue Etappe in dieser Entwicklung einleiten.

Betreffend die Grenzen des Einsatzes der Fernsteuerung waren sich alle Diskussionsteilnehmer einig, dass es wichtig ist, die Kontrolle durch das Personal bei den Absperrprogrammen des Hochwasserabschlusses zu beschränken.

Das wichtige Problem des in den Kraftwerken bleibenden Überwachungspersonals wurde sehr kurz anhand eines Spezialfalles behandelt. Es ist ein schwieriges Problem, das nicht vollständig gelöst werden konnte und dem von den Verantwortlichen für Personalfragen in Elektrizitätserzeugungsunternehmen besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden sollte.

Während der zwölften Sitzung hat der Präsident des Komitees die mit dem Gesagten übereinstimmenden Ergebnisse der Diskussion vorgetragen und gleichzeitig das Problem der Wasseranlagen und Umwelt unter spezieller Berücksichtigung des Einflusses der Staudämme auf die Umwelt in Erwägung gezogen.