

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 86 (1995)

Heft: 2

Rubrik: Technik und Wissenschaft = Technique et sciences

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

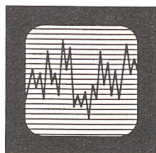
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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: 26.01.2026

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



Technik und Wissenschaft Technique et sciences

La «mort des glaciers» ne serait plus qu'une affaire de décennies

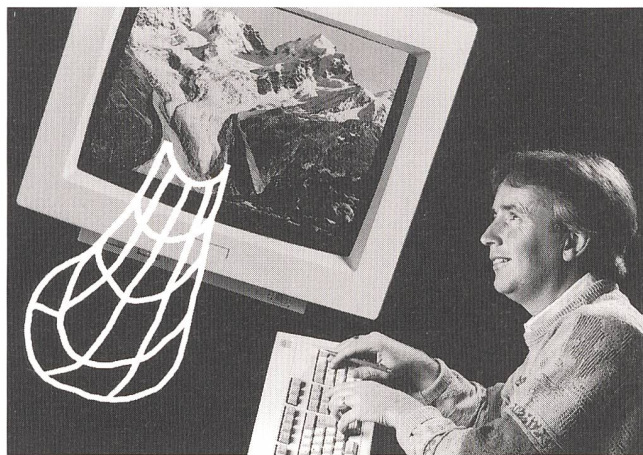
(fnrs) Au cours des vingt-cinq prochaines années, la surface des glaciers des Grisons et des massifs avoisinants des Alpes méridionales et centrales diminuera d'un quart. Dans cette région, un glacier sur huit aura complètement disparu d'ici l'an 2020. Tels sont les résultats alarmants auxquels aboutit une équipe de chercheurs qui étudie les glaciers suisses dans le cadre du Programme national de recherche «Changements climatiques et catastrophes naturelles» du Fonds national. Ces scientifiques de l'Institut de géographie de l'Université de Zurich se sont livrés à un travail de fourmis qui leur a permis de récolter une abondante moisson de données. Ce matériel montre de façon impressionnante comment la physionomie des glaciers s'est modifiée de 1850 à nos jours et comment elle continuera à se transformer sous l'influence de futurs changements du climat (voir l'image). Le réchauffement de notre climat depuis 1850 se situe entre 0,5 et 0,7 °C. Cette augmentation de la température a fait monter de cent mètres la limite moyenne des chutes de neige. En l'absence de mesures pour limiter la croissance des émissions de gaz à effet de serre, on s'attend à ce que le réchauffement global atteigne 0,3 degrés par décennie le siècle prochain. On admet que la température estivale aura augmenté de 3,4 °C d'ici la fin du siècle prochain dans les Alpes rhétiques, centrales et méridionales. Si ces

prévisions climatiques devaient se confirmer, la tendance au recul s'amplifierait sensiblement pendant la première moitié du siècle prochain, conduisant à une véritable «mort des glaciers».

«Gletschersterben» in den nächsten Jahrzehnten zu befürchten

(nfnr) In den nächsten 25 Jahren wird sich die Gletscherfläche im Bündnerland und den angrenzenden Gebirgen der Süd- und Zentralalpen um ein Viertel verringern. Jeder achte Gletscher dieser Region wird bis zum Jahr 2020 vollständig verschwunden sein. Zu solch alarmierenden Ergebnissen kommt ein Forscherteam, das im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms «Klima-

änderungen und Naturkatastrophen» des Schweizerischen Nationalfonds die Gletschergebiete der Schweiz untersucht. Das von den Wissenschaftlern am Geographischen Institut der Universität Zürich in minutiöser Kleinarbeit zusammengetragene, umfangreiche Datenmaterial zeigt eindrücklich, wie die Gletscher seit 1850 bis heute ihr Gesicht verändert haben und unter dem Einfluss von künftigen Klimaänderungen noch verändern werden (Bild). Seit 1850 hat sich unser Klima um 0,5–0,7 °C erwärmt. Mit dieser Temperaturzunahme einher ging ein Anstieg der mittleren Schneegrenze um 100 Meter. Bei ungebremstem Wachstum der Treibhausgasemissionen wird für das nächste Jahrhundert eine beschleunigte globale Erwärmung um 0,3 °C pro Jahrzehnt erwartet. Für das Gebiet der Rhätischen Alpen, der Zentral- und Südalpen geht man von einem Anstieg der Sommertemperaturen um rund 3,4 °C bis Ende des nächsten Jahrhunderts aus. Sollten sich diese Klimaprognosen im Trend bewahrheiten, wird es zu einem eigentlichen «Gletschersterben» mit deutlich beschleunigter Zerfallstendenz in der ersten Hälfte des nächsten Jahrhunderts kommen.



Le recul du glacier de Tschierva. La pointe de la surface quadrillée indique la position de la langue en 1850, tandis que la photo montre l'extension actuelle de cet imposant glacier des Grisons. A défaut de limiter la croissance des gaz à effet de serre, le glacier de Tschierva aura perdu en 2020 un tiers de sa surface actuelle.

Der Tschiervagletscher auf dem Rückzug. Die Spitze der netzartig dargestellten Ausbuchtung markiert den Stand der Gletscherzunge von 1850. Das Foto zeigt die aktuelle Ausdehnung dieses mächtigen Bündner Gletschers. Bei ungebremster Zunahme der Treibhausgase wird der Tschiervagletscher im Jahr 2020 einen Drittel seiner heutigen Fläche verloren haben.

Wasserkraftwerk im Kernkraftwerk

(aw) Bei dem in Bau befindlichen argentinischen Kernkraftwerksblock Atucha-2 ist der Einbau eines Wasserkraftwerkes mit einem Turbinensatz geplant. Die Anlage wird elektrische Energie für die Hilfsbetriebe der Anlage liefern. Die Turbine soll mit dem Wasser aus dem Kondensator der 745-MW_e-Schwerwasser-Reaktoranlage angetrieben werden. Die bisher ungenutzte Energiequelle ist das Nenngefälle von 25 m zwischen dem Austritt aus dem Kondensator und dem nahegelegenen Fluss Paraná, der als Kühlwasserquelle dient. Die Temperatur des durch die 9-MW-Einheit strömenden Wassers liegt im Bereich von 60 °C und zwingt wegen der Wärmedehnung zu neuen Toleranzen bei der Turbine, den Schiebern und den Dichtungen.

Höchste Lebensdauer für umweltfreundliche Batterie

Mit Erfolg entwickelt eine Forschungsgruppe am Paul-Scherrer-Institut (PSI) dauerhaftere, billigere und leichtere Batterien für Elektrofahrzeuge der Zukunft.

Weil die Energiespeicherung bekanntlich ein wichtiges Problem der Zukunft ist, befassen sich Forschende am PSI mit der Entwicklung neuartiger Batterien wie der Zink/Luft-Batterie, die sich für den Antrieb von Elektromobilen eignen würden. Wegen ihrer aussergewöhnlich hohen Leistungsdichte ist die wiederaufladbare Zink/Luft-Batterie dabei besonders vielversprechend. Sie würde mindestens drei- bis fünfmal leichter sein als ein Bleiakku. Diese Batterie ist sehr kostengünstig, denn Zink ist billig und Luft gratis. Umweltfreundlich ist die Zink/Luft-Batterie, weil nur ungiftiges Zinkoxid anfällt; in erster Linie aber weil sie wiederaufladbar ist – je häufiger, desto umweltfreundlicher.

Die Zink/Luft-Batterie des PSI hält die Rekordzahl von

Grösser, höher, stärker

Auf dieser Seite sind die superlativen Kraftwerkanlagen der Welt aufgelistet, mit Ausnahme der konventionell-thermischen Kraftwerke (Kohle-, Öl- und Gaskraftwerke). Die hier aufgeführten Anlagen repräsentieren nur etwas über 10% der Weltstromproduktion. Ihr Vergleich mit den in diesem Heft zusammengestellten Schweizer Anlagen macht deutlich, wie klein zum Beispiel die schweizerischen Elektrizitätswerke im weltweitem Umfeld sind. Lediglich bei den höchsten Staumauern ist die Schweiz, dank ihrer Alpentopographie, gut vertreten.

Die höchsten Staudämme und -mauern der Welt

Rang	Name	Jahr der Fertigstellung	Land	Typ	Höhe (m)
1	Nurek	1980	Russland	E	300
2	Grande Dixence	1961	Schweiz	G	285
3	Inguri	1980	Russland	B	272
4	Vajont	1961	Italien	B	262
—	Tehri	(1997)	Indien	E	261
5	Chicoasen	1980	Mexico	E	261
—	Kishau	(1995)	Indien	E	253
6	Mauvoisin	1957	Schweiz	B	250
7	Guavio	1989	Kolumbien	E	246
8	Sayano-Shushensk	1989	Russland	B/G	245
9	Mica	1973	Kanada	E	242
—	Ertan	in Bau	China	B	240
10	Chivor	1957	Kolumbien	E	237
—	Kishau	(1995)	India	G	236
11	El Cajon	1985	Honduras	B	234
12	Chirkey	1978	Russland	B	233
13	Oroville	1968	USA	E	230
14	Bhakra	1963	Indien	G	226
15	Hoover	1936	USA	B/G	221
16=	Diga di Contra	1965	Schweiz	B	220
16=	Mrantinja	1976	Ex-Yugo	B	220
18	Dworshak	1973	USA	G	219
19	Glen Canyon	1966	USA	B	216
20	Toktogul	1978	Russland	G	215
21	Daniel Johnson	1968	Kanada	B	214
22	Upper Mill Branch	1963	USA	E	213
—	Berke	in Bau	Türkei	B	210
23	Luzzzone	1963	Schweiz	B	208
24	Keban	1974	Türkei	E/G	207
—	Bekhme	in Bau	Irak	E	204
—	Lakhwar	in Bau	Indien	G	204
25	Dez	1962	Iran	B	203
26	Almendra	1970	Spanien	B	202
27	Khudoni	1991	Russland	B	201

Dammtypen:

B = Bogenstaumauer

P = Pfeilerstaumauer

E = Erddamm/Felsdamm

G = Gewichtstaumauer

Quelle: Water Power & Dam Construction

Die grössten Wasserkraftwerke der Welt

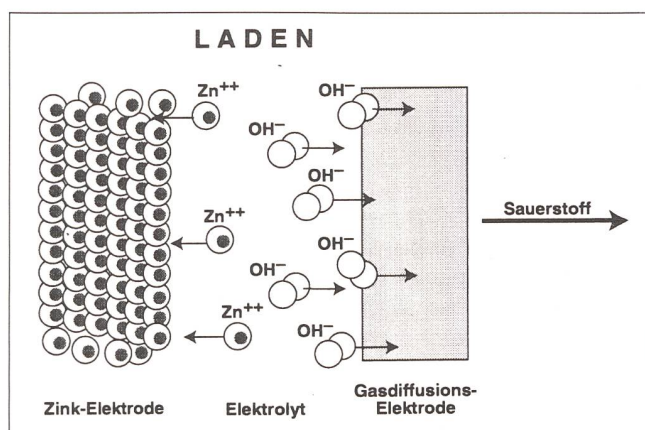
Rang	Name	Jahr der Betriebsaufnahme	Land	Leistung (MW)
1	Itaipú	1983	Brasilien	12600
2	Guri (Raul Leoni)	1986	Venezuela	10300
3	Sayano-Shushensk	1989	Russland	6400
4	Grand Coulee	1942	USA	6180
5	Krasnoyarsk	1968	Russland	6000
6	Churchill Falls	1971	Kanada	5428
7	La Grande 2	1979	Kanada	5328
8	Bratsk	1961	Russland	4500
9	Ust-Ilim	1977	Russland	4320
10	Tucurui	1984	Brasilien	3960
11	Rogun	1990	Russland	3600
12	Ilha Solteira	1973	Brasilien	3200
13	Tarbela	1977	Pakistan	3046
14	Gezhouba	1981	China	2715
15	Nurek	1976	Russland	2700
16	Mica	1976	Kanada	2660
17	La Grande 4	1984	Kanada	2650
18	Volgograd	1958	Russland	2563
19	Paulo Afonso IV	1979	Brasilien	2460
20	Cabora Bassa	1975	Mocambique	2425
21	Shrum (Portage)	1968	Kanada	2416
22	Chicoasén	1980	Mexico	2400
23	La Grande 3	1982	Kanada	2304
24	Volga VI/Lenin	1955	Russland	2300
25	John Day	1969	USA	2160
26	Eisernes Tor 1	1970	Rumänien	2136

Quelle: Water Power & Dam Construction

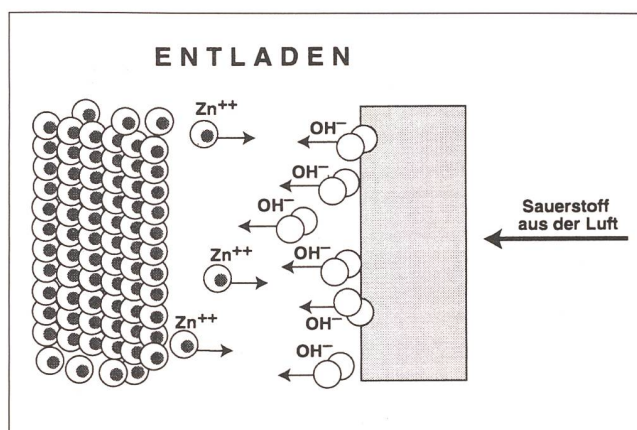
Die grössten Kernkraftwerke der Welt

Rang	Name	Land	Anzahl Blöcke	Leistung (MW)
1	Fukushima	Japan	10	9096
2	Bruce	Kanada	8	7280
3	Gravelines	Frankreich	6	5706
4	Paluel	Frankreich	4	5528
5	Kashiwazaki	Japan	5	5500
6	Cattenom	Frankreich	4	5448
7	Saporoschje	Ukraine	5	5000
8	Ohi	Japan	4	4710
9	Pickering	Kanada	8	4328
10	Balochowo	Russland	4	4000
	Kursk	Russland	4	4000
	Sosnovi Bor	Russland	4	4000
11	Palo Verde	USA	3	3921
12	Tricastin	Frankreich	4	3820
13	Blayais	Frankreich	4	3804
14	Chinon	Frankreich	4	3781
15	Cruas	Frankreich	4	3754
16	Dampierre	Frankreich	4	3748
17	Bugey	Frankreich	4	3744
18	Darlington	Kanada	4	3740
19	Ringhals	Schweden	4	3650
20	Hamaoka	Japan	4	3617

Quelle: Atomwirtschaft 11/94



Prinzip der wiederaufladbaren Zink/Luft-Batterie.



Lade- und Entladezyklen. Sie funktioniert heute während 430 Zyklen ohne wesentliche Einbusse, und das kommt einer noch nirgends erreichten Lebensdauer von 3000 Stunden gleich. Das Geheimnis liegt in der sorgfältigen Entwicklung und Verbesserung der Zink- und der Luftpolektrode.

Beznau: «Muster» für Schweden

(sva) Das in beiden Blöcken des Kernkraftwerks Beznau installierte zusätzliche Notstandssystem Nano dient als Vorbild für grössere Nachrüstmassnahmen im schwedischen Kernkraftwerk Oskarshamn-1. Dieses Programm mit der Bezeichnung Fenix umfasst unter anderem neue Not- und Nachkühlleinrichtungen sowie eine Modernisierung der Notstromanlage. Nachdem die Leitung des Fenix-Projektes im vergangenen Mai die Nano-Anlagen von Beznau für einen ersten Erfahrungsaustausch besichtigt hatte, wurde die Zusammenarbeit nun mit einem weiteren Besuch fortgesetzt.

Heizen unter freiem Himmel

(sl) Heizen unter freiem Himmel – das klingt nach Energieverschwendung – und kann doch sinnvoll sein. Wegen der grossen Unfallgefahr dürfen U-Bahn-Eingänge, Tiefgarazufahrten oder Fussgängerbrücken im Winter unter keinen Umständen vereisen. Häufig ist es langfristig wirtschaftlicher,

solche Flächen zu beheizen, als sie mit aggressivem Salz zu streuen oder mit einem teuren Dach vor Schnee und Eis zu schützen.

Der hohe Energieaufwand ist nicht nur darauf zurückzuführen, dass die Heizungen Wärme ins Freie abgeben, sondern auch auf die physikalischen Eigenschaften des Wassers. Wer einmal einen Schneeball auftauen wollte, weiss, wie lange das dauert. Um ein Kilogramm Eis in Wasser zu verwandeln, ist ebenso viel Energie nötig, wie um einen Liter Wasser von 0 auf 80 Grad zu erhitzen.

Wärme statt Salz auf der Fussgängerbrücke

Je nach Einzelfall benötigen Freiflächenheizungen rund 200 bis über 400 Watt Wärmeleistung je Quadratmeter. Am höchsten ist der Energiebedarf für Brückenheizungen, weil dort die Kälte von allen Seiten angreift. Mit der typischen 2000 Watt Anschlussleistung eines üblichen Heizlüfters könnte auf einer Fussgängerbrücke also gerade mal die Fläche eines kleinen Zimmers schnee- und eisfrei gehalten werden.

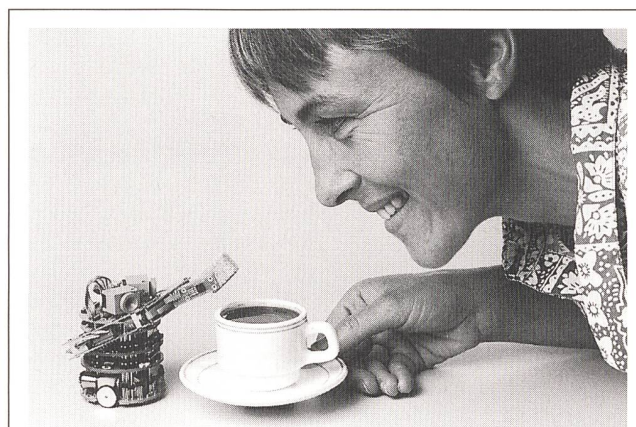
Klirrender Frost allein ist noch kein Grund, eine Freiflächenheizung einzuschalten. Das wäre in der Tat Energieverschwendung. Nur wenn zusätzlich Schneefall droht oder Reif entstehen könnte, muss der Asphalt erwärmt werden. Erst wenn Nässe und Kälte zusammenkommen, ist eine solche Heizung sinnvoll.

Elektroheizung für die Dachrinne

Die Wärme einer Freiflächenheizung kommt ähnlich wie bei der Fussbodenheizung zu Hause – entweder aus im Boden verlegten Rohren mit warmem Wasser oder aus elektrischen Heizdrähten. Die Heizdrähte der mit Strom betriebenen Anlagen sind nahezu wartungsfrei und können schnell und billig verlegt werden. Bei einer anderen Art von Aussenheizungen ist elektrischer Strom als Energiequelle sogar nahezu konkurrenzlos: Wenn die Gefahr besteht, dass Eiszapfen auf Passanten fallen könnten, werden Dachrinnen und Fallrohre elektrisch beheizt.

Lehrlinge restaurieren alte Wasserkraftanlage

36 Gruppen, Lehrlinge, Schüler und Seminaristen haben in den letzten vier Jahren an der Wiederherstellung der ehemaligen Wasserkraftanlage Rosenberg in Wila gearbeitet. Dieses historische und pädagogische Projekt, getragen vom Verein «Weberei» Rosenberg in Zusammenarbeit mit dem Zentrum «Grabe, wo du stehst», ist an einem entscheidenden Punkt angelangt: 42 Lehrlinge der Metallarbeiterschule Winterthur montieren die 26 Meter lange Transmissionsstange. Sie



Robots et intelligence artificielle

Pour développer ce petit robot mobile, destiné à la recherche et à l'enseignement, les chercheurs du Laboratoire de micro-informatique (LAMI) de l'EPFL ont puisé leur inspiration dans le monde animal. Le robot va chercher la tasse de café de l'hôte et offre à ce dernier un morceau de sucre, cela en toute autonomie. Il maîtrise ce genre de tâches grâce à son intelligence artificielle qui lui permet de réagir en situation dans un environnement changeant.

überträgt die Kraft vom Turbinenhaus ins alte Webereigebäude.

Passiv sicherer Reaktor aus Japan?

(sva) Das Japan Atomic Energy Research Institute will bis 1995 eine Konzeptstudie für einen neuartigen passiv sicheren Reaktor abschliessen. Die Idee ist, ein Leichtwassersystem so auszulegen, dass die thermische Leistung von 1853 MW nur erreicht wird, wenn der Kühlmittelfluss voll gesichert ist; geht die Kühlung zurück, so fällt die Reaktorleistung zwangsläufig entsprechend ab. Dank dieser Eigenschaft soll der Reaktor wenig anfällig auf menschliche Fehlhandlungen sein und weniger Personal zum

Betrieb wie zur Instandhaltung benötigen.

Physikalisch beruht das Konzept auf der Optimierung des Dopplereffekts und der Reaktivitätsdichte im Kern, so dass die Leistung für den Lastfolgebetrieb und die Abschaltung rein über den Kühlmittelfluss in den beiden Primärkreisläufen geregelt werden kann. Regelstäbe sind nur als Zweitabschaltssystem vorgesehen, und ihr Antrieb findet im Druckgefäss-Innern Platz. Die Nachwärmeabfuhr würde mittels passiver Kreisläufe über Zwischenkühler an die Umgebungsluft erfolgen.

GAU-Simulation

(d) Bei KKW-Unfällen verwandelt sich radioaktives Jod offenbar in weitaus geringerem

Ausmass in Gasform, als bisher angenommen. Dies ergab eine erste Bilanz der weltweit ersten Simulation eines GAU (grösster anzunehmender Unfall) im Versuchsreaktor des Forschungszentrums in Cadarache (Südfrankreich). Bei dem Versuch am 2. Dezember 1993 war im Versuchsreaktor Phebus PF ein Brennstabündel planmässig auf bis zu 2840 °C erhitzt worden.

Japan: Kernenergie als wichtigste Stromquelle

(sva) Bei einer grossen Meinungsumfrage in Japan bezeichneten unlängst rund 57% der Befragten die Kernenergie als wichtigste Quelle für die zukünftige Stromversorgung des

Landes, gefolgt von der Sonnenenergie mit 15%, der Wasserkraft mit 11% und der ökonomischen Erzeugung mit 9%. Rund 55% der Interviewten beurteilten die Kernenergie dabei als generell sicher und zuverlässig.

Erstes britisches Kernkraftwerk mit Druckwasserreaktor

(sva) Das erste britische Kernkraftwerk mit einem Druckwasserreaktor, der 1188-MW-Block Sizewell-B in Suffolk, hat im Bewilligungsverfahren zu seiner Inbetriebnahme die letzte Hürde genommen. So konnte Sizewell-B im Dezember 1994 angefahren und ans Netz geschaltet werden.



Firmen und Märkte Entreprises et marchés

2400-MW-Pumpspeicher-Kraftwerk in China

(sie) Eines der grössten Pumpspeicher-Kraftwerke der Welt entsteht gegenwärtig in China in der Provinz Guangdong. Für die zweite Ausbaustufe des Pumpspeicherkraftwerkes Guangzhou wird ein deutsches Firmenkonsortium unter Führung des Siemens-Bereichs Energieerzeugung (KWU) die Kraftwerksausrüstung liefern. Das Konsortium, das aus Siemens/KWU und der J. M. Voith GmbH besteht, erhielt den Auftrag von der Guangdong Pumped Storage Power Station Joint Venture Corporation (GPSJVC). Der Gesamtauftragswert beläuft sich auf mehr als 150 Millionen DM. In dem neuen Pumpspeicherkraftwerk werden vier Ma-

schinensätze mit je 300 MW installiert. Damit verdoppelt sich die Leistung des Kraftwerkes auf insgesamt 2400 MW.

Die Inbetriebnahme der neuen Einheiten soll im September 1999 abgeschlossen sein. Das Kraftwerk, 130 Kilometer nordöstlich der Provinzhauptstadt Guangzhou, deckt den ständig steigenden Spitzenlast-Strombedarf dieser Stadt und der Provinz Guangdong. Für die Wasserkraftanlage liefert Siemens/KWU die komplette elektrische Ausrüstung einschliesslich der vier Motorgeneratoren und der Mittel- und Niederspannungsschaltanlage. Die Voith Hydro Turbine Group liefert die Turbinen, die Turbinenregler und die gesamte mechanische Ausrüstung. An der Realisierung des Projektes sind chinesische Firmen massgeblich beteiligt. So werden lokale Montageunternehmen die

vom Konsortium gelieferten Komponenten unter Anleitung der Lieferfirmen installieren.

Lauftrad für Kirkwood

(hu) Die City and County of San Francisco hat der Hugal AG, Luzern, den Auftrag für ein Ersatzlauftrad mit verbesserter Leistung für das Kraftwerk Krikwood in Kalifornien, USA, erteilt. Das 10-Tonnen-Lauftrad wird in einem der 47-MW-Pelton-turbinen mit sechs Düsen und vertikalem Schaft installiert. Die Hugal ist eine schweizerische Ingenieurunternehmung und Mitglied der IMPSA-Gruppe. Sie ist auf die Technologie von hydraulischen Turbinen spezialisiert.

24 Milliarden für Jagtse-Staudamm

(m) Das grösste Staudammprojekt der Welt an den «Drei Schluchten» des Jangtsekiang wird China rund 24 Milliarden Franken kosten. Die Bauarbeiten begannen Mitte Dezember 1994 und sollen bis zum Jahr 2012 dauern. Das Projekt ist wegen seiner sozialen, finanziellen, technischen Risiken und seinen Auswirkungen auf Natur und Umwelt international

stark umstritten. Unter anderem sollen über eine Million Menschen umgesiedelt werden.

Neues 3200-MW-Wasserkraftwerk in Südamerika

(sie) Für das Wasserkraftwerk Yacyreta in Südamerika wurde Siemens/KWU mit der Lieferung der gesamten Leitetchnik beauftragt. Aufgrund eines früheren Auftrags liefert ein von Siemens/KWU geführtes Konsortium zehn der insgesamt zwanzig Generatoren. Der erste Generator in Yacyreta am Rio Paraná, der die Grenze zwischen Argentinien und Paraguay bildet, soll bereits im August 1996 Strom erzeugen. Mit 3200 MW Gesamtleistung wird das Wasserkraftwerk wesentlich zur Deckung des Strombedarfs der beiden angrenzenden Länder beitragen.

ENEL: Ein weiterer Schritt zur Privatisation

(uni) Nach mehreren Monaten Zögern und vielen Diskussionen hat die neue italienische Regierung die Haupttrichtlinien für die Umstrukturierung und Privatisation der Elektrizitäts-