

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: 85 (1994)

Heft: 10

Rubrik: Technik und Wissenschaft = Technique et sciences

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 14.05.2025

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

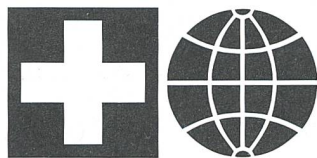
Engpass in der schwedischen Stromversorgung?

(ew) Der jüngste Energiebericht des schwedischen Amtes für wirtschaftliche und technische Entwicklung (Nutek) hat in einer Analyse der schwedischen Energiesituation bis zum Jahre 2005 festgestellt, dass es bis dahin zu einem Engpass in der Stromversorgung kommen könne, wenn die Wirtschaft sich wieder erholt. Die mit dem Ausstiegsbeschluss aus der Kernenergie bis zum Jahre 2010 verbundene Förderung erneuerbarer Energiequellen wie Biomasse, Solar- und Windenergie habe sich der Analyse zufolge bis jetzt trotz Subventionierung als unzureichend erwiesen.

Vernehmlassung Wasser- nutzungsgesetz

(v) Die Ende März abgeschlossene Vernehmlassung zeigt grosse Differenzen bei der Revision des Wassernutzungsgesetzes:

- Das Gesetz wird im allgemeinen als zu detailliert und unübersichtlich erachtet. Die CVP hält eine Totalrevision gar für überflüssig.
- Die Höhe der Wasserzinsen ist umstritten: Den einen (Vorort und SVP) ist die vorgeschlagene Anhebung der Wasserzinsen von 54 auf 70 Franken pro Kilowatt zu hoch, den andern (Konferenz der Gebirgskantone Uri, Schwyz, Obwalden, Glarus, Graubünden, Tessin und Wallis) zu niedrig. Sie fordern mindestens 80 Franken. Umweltverbände, Sozialdemokraten und Grüne sogar 160 Franken pro Kilowatt Bruttoleistung.
- Kantone (nicht nur in Gebirgsregionen) sowie CVP, GPS, SP und Umweltverbände lehnen eine zentralistische Konzessionerteilung beim Bundesamt für Wasserwirtschaft ab.



Organisationen Organisations

Wechsel im Präsidium «Frauen für Energie»

(ffe) An der 11. Generalversammlung des Vereins «Frauen für Energie» (ffe) von anfangs April trat Janine Isler, Arbon, nach fünf Jahren als Präsidentin zurück. Zur Nachfolgerin wurde einstimmig Katharina Lauterburg, Uetligen, gewählt. Katharina Lauterburg ist seit 1991 im Vorstand des Vereins tätig und leitet die Sektion Bern.

Der Verein «Frauen für Energie» wurde 1982 gegrün-

det und setzt sich für eine sichere Stromversorgung ein. Im Vereinsjahr 1993 haben die Mitglieder die Kraftwerke Oberhasli und das Jenni-Solarhaus in Oberburg besucht, um sich ein Bild über den möglichen Wasserkraftwerksausbau sowie über die Möglichkeiten der Sonnenenergienutzung zu machen. Daneben hat der ffe Vernehmlassungen zum Strahlenschutzgesetz und zur Teilrevision des Atomgesetzes eingereicht und eine Stellungnahme zur Wiederinbetriebnahme des Kraftwerkes Creys-Malville zuhanden der französischen Behörden verfasst.



Technik und Wissenschaft Technique et sciences

Stromproduktion in Trink- und Abwasseranlagen

(swv) Etliche Trinkwasserversorgungen könnten neben Trinkwasser auch noch Strom liefern, wenn der überschüssige Druck durch Turbinen abgebaut würde. Das gleiche gilt für eine ganze Reihe von Abwasseranlagen. Im Rahmen des Bundesprogramms «Energie 2000» soll jetzt auch diese spezielle Art von Kleinwasser-

kraftwerken gezielt gefördert werden.

Trinkwasser stammt je nach den örtlichen Verhältnissen aus Quellen, aus Grundwasserströmen oder – nach vorheriger Reinigung – aus Seen. Meist muss es zuerst in ein Reservoir hinaufgepumpt werden, damit es anschliessend mit dem notwendigen Druck aus den Hähnen fliessen kann. Nicht wenige Wasserversorgungen können sich das Pumpen aber sparen, weil ihre Quellen höher liegen als die Reservoirs.

Trinkwassernutzung

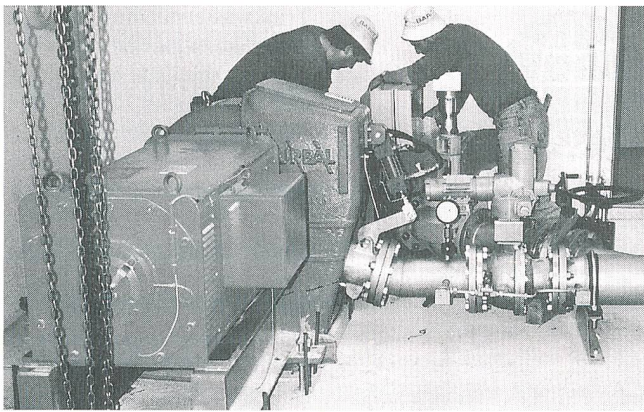
Vielerorts geschieht dies immer noch mit Hilfe sogenannter Energievernichter, obwohl dazu genauso gut – und dann erst noch nutzbringend – Turbinen mit Generatoren eingesetzt werden könnten. Die Idee, mit dem überschüssigen Druck gewissermassen nebenbei auch noch Strom zu erzeugen, ist zwar nicht neu und bereits in mehr als 50 Trinkwasserversorgungen verwirklicht, in einigen sogar schon seit Jahrzehnten. Aber das nutzbare Potential ist damit erst etwa zu einem Viertel ausgeschöpft: Laut einer Studie liessen sich weitere 325 Trinkwasseranlagen mit dieser Technik ausrüsten und damit jährlich etwa 175 Millionen kWh (Kilowattstunden) Strom gewinnen.

Einige Bedingungen gilt es dennoch zu beachten: So darf die Qualität des Trinkwassers in keiner Weise beeinträchtigt werden, und die Versorgung mit Trink- und Löschwasser muss in jedem Fall Vorrang vor der Stromproduktion haben. Beide Forderungen lassen sich indessen ohne grossen zusätzlichen Aufwand erfüllen.

Abwassernutzung

In ähnlicher Weise – allerdings mit etwas mehr Aufwand – lassen sich auch Abwassersysteme für die Stromproduktion heranziehen. Hier bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten: Entweder man nutzt bereits das Gefälle zwischen «Abwasserproduzenten» und «Abwasserreinigungsanlage», oder aber man installiert die Turbine erst dort, wo das gereinigte Abwasser dem Bach oder Fluss übergeben wird. Weil Abwasserreinigungsanlagen aber an einem möglichst tiefen Punkt des Einzugsgebietes gebaut werden, wird in der Praxis meist die erste Variante zur Anwendung kommen.

Dies wiederum erfordert, – anders als bei Trinkwasserkraftwerken mit ihrem äusserst sauberen «Betriebsstoff» – dass das Abwasser für den sicheren Betrieb der Turbine zuerst mechanisch vorgereinigt, das heisst von grösseren festen



Strom aus Trinkwasser in Disentis GR: Nach dem Einbau einer 100-kW-Turbine (hinten) mit Generator (vorne) im vergangenen Herbst wird die Anlage jetzt jährlich etwa 700 000 kWh Strom ins Netz liefern

Bestandteilen befreit werden muss.

Willkommener Zustupf

Trinkwasser- und Abwasserkraftwerke vermögen zwar kein Kernkraftwerk zu ersetzen, aber sie leisten einen besonders «intelligenten» und umweltfreundlichen Beitrag zur Stromversorgung, und dies erst noch zu günstigen Kosten und auf Jahrzehnte hinaus. Auch wenn sich solche Anlagen zwar nicht überall verwirklichen lassen, so sollte es doch überall dort geschehen, wo die Natur die Voraussetzungen dafür in Form des notwendigen Gefälles geschaffen hat.

Helmut Waldschmidt

Risikovergleiche verschiedener Energien

(vdeu) Es ist immer wieder versucht worden, die Risiken der verschiedenen Energieträger zu vergleichen. (Die «Pionier»-Studie wurde in den 70er Jahren von H. Inhaber vorgelegt.) Vor kurzem sind zwei Bücher von Fritzsche und von Kallenbach und Thöne erschienen, die die Ergebnisse der bisherigen Diskussion zusammenfassen. Sie beschränken sich auf die Gesundheitsrisiken, behandeln aber dieses Thema umfassend.

Bis heute gibt es keine völlig überzeugende Methode für einen Vergleich der unterschiedlichen Effekte. Die Gründe dafür hängen zusammen mit dem

Mangel an Daten und Analysen, aber ebenso mit grundsätzlichen Problemen der Bewertung und dem Fehlen eines Massstabes für Risiken. Man ist sich jedoch einig, dass nur vollständige Systeme, die den gleichen Nutzen abwerfen (z.B. die Erzeugung von einem GW jährlich mit einer definierten Verfügbarkeit der Kraftwerke), einander gegenübergestellt werden dürfen. Diese Erzeugung muss, wenn notwendig, durch Reservekraftwerke gesichert sein.

Fast alle Autoren kommen zu dem Schluss, dass die Nutzung von Kohle und von Öl die grössten Risiken für die menschliche Gesundheit mit sich bringt. Erdgas, Kernenergie und Wind rangieren am anderen Ende der Skala. Photovoltaik liegt dazwischen. Der Treibhauseffekt ist dabei allerdings noch nicht berücksichtigt. Was zum Beispiel die Unfallzahlen anbetrifft, so sind allein bei Grubenunglücken in Europa in den letzten 30 Jahren rund 1600 Tote zu beklagen. Bei schweren Ölunfällen in den 80er Jahren zählte man über 2000 menschliche Opfer und zudem schwere Naturkatastrophen.

Obgleich die allgemein akzeptierten Ergebnisse bescheiden sind, ist nicht zu bezweifeln, dass wir vergleichen müssen, um die knappen Ressourcen optimal zu verwenden. Die Abwägung zwischen Alternativen und die Wahl des «kleineren Übels» ist in einer konkreten Situation unausweichlich.

Alle Energien haben nachteilige Auswirkungen. Diese

können durch verbesserte Technik vermindert werden. Das gilt ebenfalls für alle von ihnen. Künftig werden «saubere» Kohle-Techniken, fortschrittliche Reaktoren und vielleicht stärker dezentralisierte Wasserkraftwerke mehr oder weniger Konkurrenten bei der Stromerzeugung sein. Langfristig mag die Solarenergie dazu kommen.

Indessen können die Risiken nicht auf 0 gesenkt werden. Es gibt auf Erden nichts umsonst. Die Menschen haben das Feuer gezähmt. Aber es kann immer noch Leben und Sachgüter zerstören. Die Kraft des fließenden Wassers, das Entstehen radioaktiver Substanzen durch die Kernspaltung und die Verbrennung von Kohlenstoff zu CO₂ bleiben. Ein gut ausgewogener Energie-Mix auf Grund von Diversifizierung kann daher eine ausgezeichnete Strategie sein, die Risiken insgesamt zu reduzieren.

Identifizierte Risiken werden laufend verringert. Die Effizienz der Energietechniken ist enorm gestiegen, und die spezifische Emission giftiger oder gefährlicher Substanzen ist entsprechend gesunken.

*Quelle: VDEW,
Prof. Dr. J. Grawe*

PSI: Weitere Entwicklung zum multidisziplinären Forschungszentrum

(sva) Das Paul-Scherrer-Institut (PSI) in Würenlingen und Villigen blickt im Jahresbericht 1993 auf eine weitere Entwicklung hin zum multidisziplinären Forschungszentrum zurück. Auch 1993 sind Änderungen

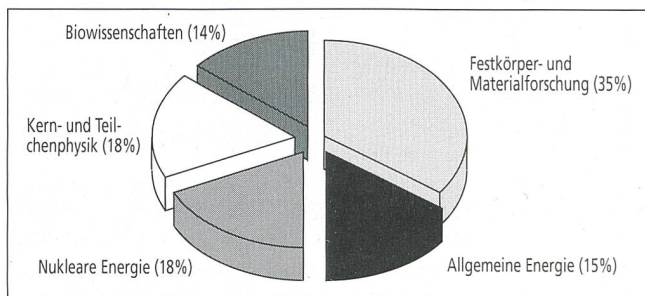
des Programms eingeleitet und einzelne Gebiete abgebaut worden, um Neuem Platz zu machen. So wurden beispielsweise die Fusionsforschung an die ETH Lausanne transferiert und die Routineproduktion von Radioisotopen an die Privatwirtschaft abgetreten.

Grosse Fortschritte hat der Bau der Spallations-Neutronenquelle (SINQ) gemacht. Im Forschungsbereich Nukleare Energie/Sicherheit sind auf den etablierten Gebieten der Sicherheit der schweizerischen Kernkraftwerke, der Entsorgung radioaktiver Abfälle und der Sicherheitsmerkmale künftiger Reaktorkonzepte laufende Projekte erfolgreich weitergeführt worden.

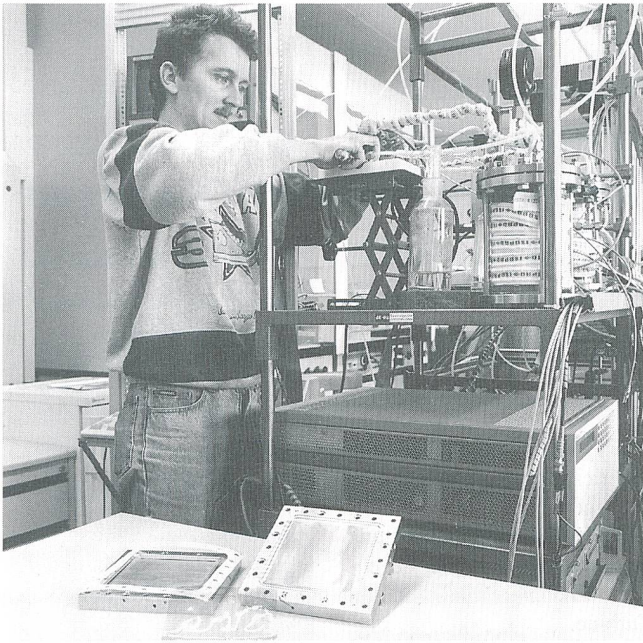
Gemäss Voranschlag des Bundes stand dem PSI 1993 ein Budget von 158 Mio. Fr. zur Verfügung. Hinzu kamen Drittmittel in Höhe von rund 25 Mio. Fr., die dem PSI aufgrund von Forschungsverträgen mit der Privatwirtschaft (Nagra, Kraftwerke usw.) oder im Rahmen der Ressortforschung des Bundes, des Nationalfonds und anderer Organisationen zur Förderung der Forschung zufließen. Von den Gesamtmitteln wurden etwas mehr als 30% für die Energieforschung (nukleare Energie 18%, nicht-nukleare Energie 15%) aufgewendet.

Brennstoffzellen für Elektroautos der Zukunft

(psi) Für die Stromerzeugung der Zukunft sind Brennstoffzellen sowohl für Kraftwerke wie für mobile Anwendungen vielversprechend, denn sie sind effizient, umwelt-



Paul-Scherrer-Institut (PSI): Aufteilung des Gesamtbudgets von 158 Mio. Fr.



Da die Kunststoff-Membran (vorne) die Eigenschaften der Brennstoffzelle (hinten rechts) stark beeinflusst, ist die PSI-Entwicklung ein wesentlicher Schritt auf dem Weg zu einer kostengünstigen, raum- und gewichtsparenden Zelle

freundlich, leicht und leise. Ein für Elektroautos besonders geeigneter Brennstoffzellen-Typ enthält als zentrales, heute noch relativ teures Element eine dünne Kunststoff-Membran. Darauf konzentriert sich eine Forschungsgruppe am PSI, und sie kann auf dem Weg zu einer Membran, die besser und billiger sein wird als die bisherigen, schon heute Erfolge vorweisen.

Brennstoffzellen wandeln die chemische Energie eines Brennstoffs (z.B. des Wasserstoffs) durch Reaktion mit Sauerstoff (Luftbestandteil) direkt und emissionsfrei in Strom um. Weil sie direkt, das heisst ohne Umweg über Wärmeerzeugung arbeiten, nutzen sie die Energie des Brennstoffs viel effizienter. Eine Brennstoffzelle, kombiniert mit einem Elektromotor, holt heute zum Beispiel aus Wasserstoff bis zu doppelt so viel Energie heraus wie ein Verbrennungsmotor.

Hoher Wirkungsgrad und hohe Leistungsdichte, kein langwieriges Aufladen und keine Abgase (das Reaktionsprodukt ist Wasser): das sind ideale Voraussetzungen für die mobile Antriebstechnik, zum Beispiel für Elektroautos.

Im Rahmen des EU-Programms «Billige Brennstoff-

zelle für mobile Anwendungen» und unterstützt durch das BEW, befasst sich eine PSI-Forschungsgruppe mit der sogenannten Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzelle. Sie gilt zur Zeit als der vielversprechendste Typ für den Einsatz im Verkehr. Ihr zentrales Element ist eine etwa 100 Mikrometer dünne Kunststoff-Membran, die gleichzeitig als Trennwand (zwischen Wasserstoff- und Sauerstoffmolekülen) und als Stromleiter (für die Protonen) wirkt. Die heute auf dem Markt erhältliche Membran ist zwar äusserst beständig, aber relativ teuer und nicht sehr effizient. Die PSI-Gruppe arbeitet daher an einer billigeren und besseren Membran. Und das mit Erfolg: die PSI-Membran weist heute eine nahezu doppelt so hohe Leistungsdichte auf wie die käufliche.

Grosse Windenergieanlage im Berner Jura?

(d) Im Berner Jura soll nach der Pilotanlage für Sonnenenergie auf dem Mont-Soleil auch die Windenergie zum Zuge kommen. Eine amerikanische Firma hat am 25. März das

Projekt für eine Anlage auf den Anhöhen des Mont Crosin und des Mont Sujet vorgestellt, welches die Versorgung von rund 20000 Haushalten sicherstellen könnte (40–80 MW). Eine solche Anlage mit 80–160 Windrotoren würde 80–160 Mio. Franken kosten.

Frankreich: Fortschritte für künftige Reaktortypen

(sva) Unter der Bezeichnung REP 2000 (Réacteur à Eau

Pressurisé) hat die Electricité de France (EDF) ihr Programm zur Evaluation der Reaktorgeneration des nächsten Jahrhunderts im letzten Jahr kräftig vorangetrieben. Das Programm REP 2000 kennt heute drei Stossrichtungen:

- Erstellen eines Anforderungsprofils für zukünftige Reaktoren zusammen mit europäischen Elektrizitätsversorgungsunternehmen (European Utility Requirements, EUR).
- Entwicklung des gemeinsamen deutsch-französischen

Energiespeicherung am Grunde tiefer Alpenseen durch Druckluftspeicher zur Deckung des elektrischen Spitzenbedarfs

Während die Grundlastversorgung in vielen Ländern durch den Ausbau der Kernenergie fortschreitet, ist in der Schweiz nicht nur der Bau weiterer Kernkraftwerke blockiert, sondern auch der Bau von Wasserkraftwerken sehr erschwert. Das gilt auch für viele projektierte Pumpspeicherwerke als Lieferanten von Spitzenenergie. Der Verfasser schlägt deshalb ein anderes Medium für diese Aufgabe vor: die Speicherung von *Druckluft* in tiefen Alpenseen, mit denen die Schweiz reich gesegnet ist. Die Form solcher Druckluftspeicher ähnelt einem umgedrehten Schiffsrumpf, und die Statik folgt einem Zelt, dessen Stoff durch eine dünne Blechhaube ersetzt wird. Diese ist unten offen, wo das Seewasser den Abschluss der Druckluftblase übernimmt. Da sich der Druck der gespeicherten Luft dem Wasserdruck in der Tiefe anpasst, wirken auf die Blechhaube nur sehr geringe Druckdifferenzen.

Unter den fünf ähnlichen Eigenschaften von Pumpspeichersee und Druckluftspeicher sei ihre Leistungsbegrenzung durch die zulässige Änderung des (unteren) Seespiegels erwähnt. Dieser *erhöht* sich bei Stromlieferung durch den Pumpspeichersee, *vermindert* sich aber durch Energieabgabe des Druckluftspeichers. Wenn beide Speichersysteme im selben See im «Gegentakt» arbeiten, würde sich ihre Leistung beträchtlich erhöhen, der Seespiegel aber weniger (oder gar nicht) ändern. Zum Beispiel könnte man ein Pumpspeicherwerk mit 700 MW Leistung durch einen Druckluftspeicher mit 700 MW ergänzen, ohne den Seespiegel zu beeinflussen.

Während ein Pumpspeicherwerk nur 70% der aufgenommenen Energie wieder abgeben kann, lässt sich ein Druckluftspeicher durch eine Gasturbine als Wärmekraftwerk betreiben und damit – vor allem im Winter – Nettoenergie gewinnen. So könnte die Schweiz zum wichtigsten Lieferanten von Spitzenenergie für Europa werden.

Dr. Ing. H. de Witt, Meggen

(Anmerkung der Redaktion: Der Autor unterbreitet uns einige Ideen zu seinen Studien über Druckluftspeicherung in Alpenseen als Diskussionsbeitrag. Er möchte damit die Fachleute «neugierig machen». Das Thema bringt einige interessante Gedankenspiele, dürfte aber neben technischen und betrieblichen Schwierigkeiten auch Probleme bei der Bewirtschaftung, den Kosten und der Akzeptanz [UVP] bringen.)

Druckwasserreaktors (European Pressurized Water Reactor, EPR) mit den Herstellern Siemens und Framatome.

- Mitwirkung an den entsprechenden amerikanischen und japanischen Programmen.

Im Bereich EUR ist 1993 ein erster wichtiger Schritt abgeschlossen worden: Die fünf Länder, welche dieses Projekt vorantreiben (Deutschland, Grossbritannien, Spanien, Belgien und Frankreich), haben eine erste Version der allgemeinen, herstellerunabhängigen Anforderungen an zukünftige Reaktoren vom Typ «evolutionärer» Druckwasserreaktor erarbeitet. Das Dokument soll dieses Jahr anderen europäischen Elektrizitätsversorgungsunternehmen sowie interessierten Herstellern zur Vernehmlassung vorgelegt werden.

Im Bereich des gemeinsamen deutsch-französischen Druckwasserreaktors EPR haben sich die beteiligten Partner auf das eigentliche Reaktor-konzept geeinigt.

Sonnenkollektoren und Solarzellen in der Schweiz

Die neueste Markterhebung 1993 des Sonnenenergie-Fachverbands Schweiz (SOFAS) stützt sich auf das Gerüst der seit 1984 durchgeführten m²-Umfrage. Die bisherige Erhebung wies jedoch einige Mängel auf, sie war beispielsweise

Gelungene Restrukturierung im britischen Nuklearbereich

(aw) Alle Kernkraftwerke in England und Wales wurden 1989 in die neu gegründete (staatliche) Nuclear Electric (NE) eingebracht. Zudem beschloss die Regierung, vorläufig keine weiteren Kernkraftwerke mehr zu bauen, lediglich Sizewell B sollte fertiggestellt werden. Zu Beginn des Jahres 1994 stellt sich nun die kern-technische Zukunft Grossbritanniens in einem weit positiven Licht dar als 1989. Die britische Regierung stattete NE bei Gründung mit einem Startkapital aus und richtete eine Steuer auf fossile Energieträger ein. Diese Erlöse dienen NE als Ausgleich für alte Verbindlichkeiten. Sie werden jährlich reduziert und 1998, wenn insgesamt 9,1 Mrd. £ aufgebracht sein werden, auslaufen. Zum völligen Ausgleich dieser Verbindlichkeiten muss NE aus

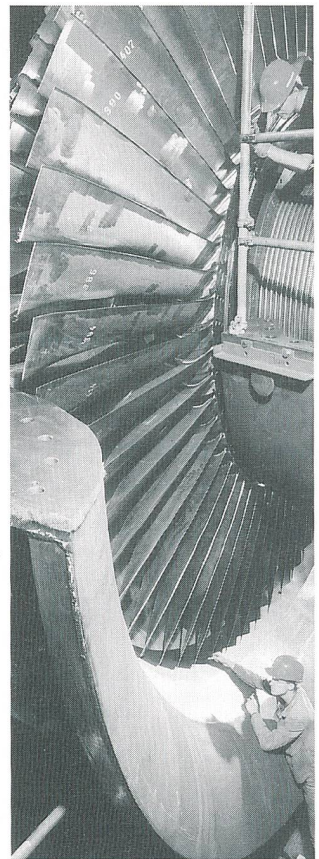
dem operativen Geschäft 1,4 Mrd. £ selbst erwirtschaften und Rückstellungen bilden.

Leistungserhöhung für Kernkraftwerk Isar 2

(si) Das bayrische Kernkraftwerk Isar 2 erhält neuartige Teilturbinen, die die elektrische Leistung der Anlage um mehr als 32 Megawatt erhöhen, ohne dass der Reaktor mehr Energie abgeben muss. Die Mehrleistung entsteht aufgrund einer geänderten Schaufelform und verbesserter Abdichtung der rotierenden Teile gegenüber den feststehenden in der Turbine.

Ausgetauscht werden hauptsächlich Läufer und Innengehäuse mit geänderter Beschau-felung. Die neuen Komponenten aus dem Werk Mülheim des Bereichs Energieerzeugung (KWU) der Siemens AG sind so konstruiert, dass sie gegen die alten in den Niederdruck-turbinen der Kraftwerke ausgetauscht werden können. Der Umbau der drei Niederdruck-turbinen in Isar 2 (Leistung 1410 MW) wird in zwei Schritten 1995 und 1996 durchgeführt.

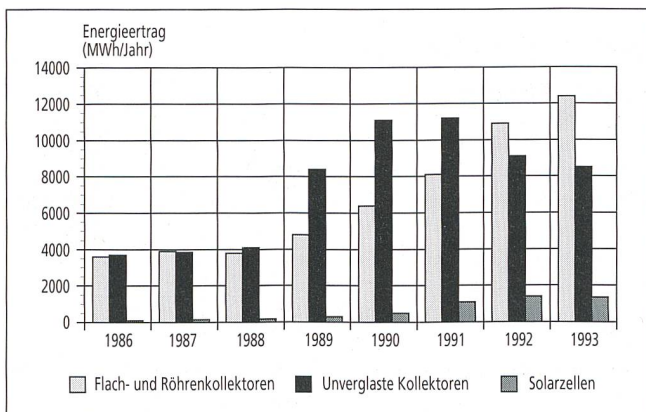
Interessant ist die neuartige Niederdruck-Endstufe mit ra-



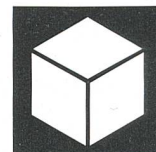
Niederdruck-Dampfturbinen-Lauf-rad wie für das KKW Isar 2 vorgesehen

dial-tangential gebogenen Leit-schau-feln. Hierdurch verteilt sich der Dampfstrom gleich-mässig über die Schaufelhöhe, so dass die Dampfenergie bes-ser genutzt wird.

nicht ertragsorientiert, sondern erfasste lediglich die Verkaufszahlen der solaren Komponenten. Im neuen Konzept wurde die Erhebung um einige Punkte, beispielsweise Standortgeographie oder Art der Standortbauten erweitert. Die erfassten Daten wurden mit Hilfe von Faktoren, die von Experten stammen, umgerechnet und in die Gesamtstatistik integriert.



Jährlicher Energieertragszuwachs verschiedener Technologien zur Nutzung von Sonnenenergie in der Schweiz



Neue Produkte Produits nouveaux

Informationstechnik

Digitale Prozessanzeige

Neu von Druck Ltd. ist eine Familie intelligenter digitaler Prozessanzeigen, welche durch

die anwenderfreundliche und applikationsorientierte Software Lösungsmöglichkeiten für eine Vielzahl von Anwendungen in der Druck-, Kraft- und Temperaturmesstechnik