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: 87 (1996)

Heft: 8

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: 17.07.2025

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

Technik und Wissenschaft
Technique et sciences

Einige Kernaussagen zum 10. Jahrestag des Tschernobyl-Unfalls

Von Prof. Dr. Adolf Birkhofer, Geschäftsführer der Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS), vorgetragen anlässlich der Wissenschafts-Pressekonferenz am 16. Januar 1996 in Bonn (Auszug aus SVA Bulletin)

Stand des Wissens zum Hergang und den Ursachen des Unfalls

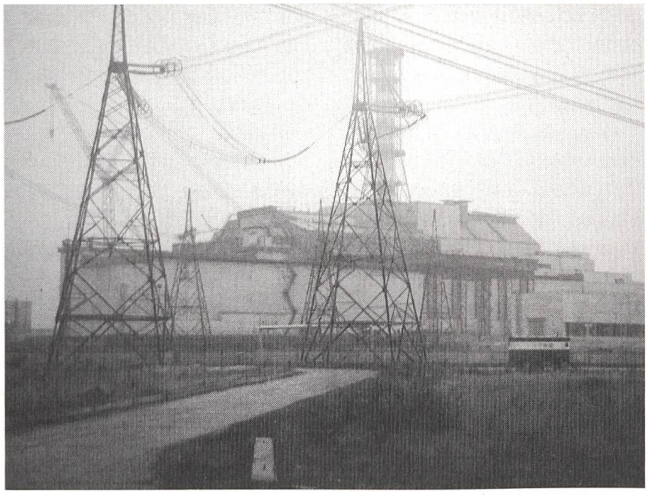
Hergang und Ursachen des Unfalls am 26. April 1986 in Block 4 des Kernkraftwerks Tschernobyl wurden in den 10 Jahren weitgehend aufgeklärt. In der ersten Zeit stellte die Sowjetunion Fehlhandlungen und das Versagen des Personals in den Vordergrund. Sie spielte auch mit Fehlinformationen die technischen Mängel der Konstruktion des in Tschernobyl eingesetzten Reaktortyps «RBMK» herunter. Mit den genaueren Informationen, die der Westen dann im Rahmen von Kooperationen mit Osteuropa erhielt, traten die technischen Mängel der RBMK-Konstruktion sowie organisatorische Defizite immer stärker in den Vordergrund. Dies führte zu einer Relativierung der individuellen Schuld des Reaktorpersonals.

Hauptursachen des Unfalls

Heute können die Unfallursachen und die wesentlichen Aspekte des Unfallablaufs als geklärt gelten. Hauptursachen des Unfalls waren:

- gravierende Mängel der reaktorphysikalischen Auslegung sowie
- Defizite in Auslegung und Betriebspraxis, die dem Personal folgenschwere Verletzungen der Betriebsvorschriften verhältnismässig leicht machten.

Die technischen Mängel blieben über Jahrzehnte der RBMK-Entwicklung bestehen, obwohl sie einzelnen Fachleuten der Sowjetunion durchaus bekannt waren. Die Gründe liegen in organisatorischen Defiziten in der früheren Sowjetunion, die sich mit einem Mangel an Sicherheitskultur umschreiben lassen.



Block 4 des Kernkraftwerks Tschernobyl: gravierende technische Mängel und folgenschwere Verletzungen der Betriebsvorschriften.

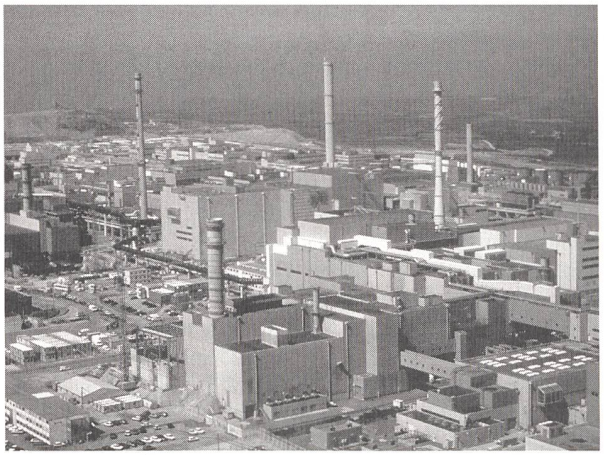
Verbesserungsmassnahmen

Bei allen RBMK-Anlagen wurden inzwischen Verbesserungen der reaktorphysikalischen Auslegung, der Abschalteinrichtungen und der Betriebsvorschriften vorgenommen. Eine Wiederholung des damaligen explosionsartigen Unfallverlaufs erscheint dadurch heute kaum noch möglich. Dies geht aus russischen Untersuchungen hervor, die durch Analysen der GRS im Grundsatz bestätigt werden. Allerdings besteht hier in einer Reihe von Detailfragen noch Untersuchungsbedarf, zumal der sichere Betrieb immer noch stark von der Einhaltung von Betriebsvorschriften abhängt.

Ausser den für den Unfall in Tschernobyl massgeblichen Schwächen weisen RBMK-Anlagen eine Reihe weiterer Sicherheitsdefizite auf, die zu ernsten Stör- und Unfällen führen könnten. Dies betrifft unter anderem den Brandschutz, die Zuverlässigkeit der Leittechnik und die Vorkehrungen zum Schutz gegen Leitungsbrüche. Beispielsweise fehlt den alten RBMK-Anlagen ein Notkühlsystem und ein Sicherheitsbehälter. Solche Defizite wurden bisher nur teilweise und nur in wenigen Anlagen abgebaut. Daher bedürfen RBMK-Anlagen nach wie vor sicherheitstechnischer Verbesserungen, deren Dringlichkeit allerdings von der Anlagengeneration und von den bisherigen Nachrüstungen abhängt.

La Hague erreicht Nennleistung

(sva) Im Jahre 1995 haben die beiden Wiederaufarbeitungsanlagen der Cogema in La Hague (F) bis auf wenige Tonnen genau die kumulierte, der Auslegung zugrunde liegende Leistung von 1600 t Uran in verbrauchten Leichtwasserreaktor-Brennelementen erreicht. Die für ausländische Kunden eingesetzte Anlage UP 3 setzte genau 800 t U durch, während in der Anlage UP 2-800 insgesamt 758 t U verarbeitet wurden.



Brennstoff-Wiederaufarbeitungsanlagen in La Hague (F).

Du nucléaire au mazout

(ep) Destiné initialement à accueillir les deux premiers grands réacteurs du pays, le site de Montalto di Castro, dans la province italienne de Viterbe, abrite désormais une centrale thermique. Son exploitant vient de mettre en route le premier de quatre groupes de production, qui brûlera alternativement du gaz et du mazout.

Superkondensatoren für Elektroloks

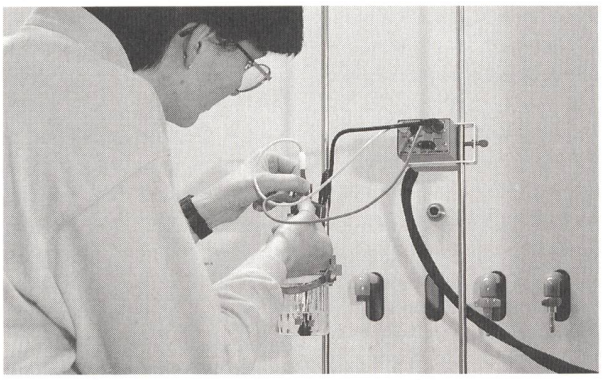
(psi) Eine sehr konkrete Anwendung der Elektrochemie-Forschung am Paul-Scherrer-Institut (PSI) ist die Entwicklung von Superkondensatoren: in enger Zusammenarbeit mit der Industrie im Schwerpunktsprogramm Werkstoff-Forschung des ETH-Rates suchen die Wissenschafter nach der besten Lösung, Superkondensatoren in Lokomotiven einzusetzen und sind dabei bereits einen guten Schritt vorangekommen.

Auf Lokomotiven wie zum Beispiel der Lok 2000 ist in grossen und schweren Kondensatoren viel elektrische Energie gespeichert. Wodurch könnten diese Ungetüme von mehreren Tonnen ersetzt werden? Vielversprechend sind dafür neuartige Energiespeicher, die für zahlreiche Anwendungen zunehmende Beachtung finden: die Superkondensatoren. Sie sind attraktiv wegen der, verglichen mit konventionellen Kondensatoren, viel höheren Energiedichte, der gleichzeitig grossen Leistungsdichte und den geringen Verlusten auch bei hohen Frequenzen. Das würde für die Lok-Kondensatoren heissen, sie könnten fünf- bis zehnmal leichter sein und gespeicherte elektrische Energie doch in Millisekunden einspeisen.

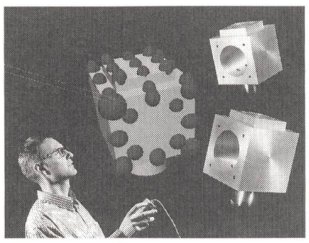
Bis es allerdings soweit ist, braucht es noch viel Forschung und Entwicklung. Daher haben sich Wissenschaft und Industrie zusammengetan. Im Rahmen eines Projekts des Schwerpunktsprogramms Werkstoff-Forschung arbeiten das PSI mit seinen Erfahrungen in Elektrochemie, die ABB und die Firma Leclanché gemeinsam an der Realisierung eines Superkondensators für Lokomotiven.

Die Wissenschafterinnen und Wissenschafter des PSI suchen nach geeigneten Materialien, denn Superkondensatoren beruhen auf der Ladungsspeicherung in einer elektrochemischen Doppelschicht. Für jede Anwendung sind die Eigenschaften individuell zu optimieren. Und bereits liegen erste Ergebnisse vor: auf Glaskohlenstoff basierende Superkondensatoren sind für die Anwendung in Elektroloks vielversprechend. Messungen der Kapazität, des Widerstands und des Frequenzverhaltens zeigten die Möglichkeit, einen Superkondensator aus Glaskohlenstoff mit der notwendigen Leistungsdichte zu bauen.

Die Bedeutung von Superkondensatoren ist aber viel genereller, denn ihre Anwendungsmöglichkeiten sind sehr vielfältig und beschränken sich nicht auf die kurzzeitige Spitzenleistung bei Lokomotiven. Sie könnten zum Beispiel auch dem Lastausgleich bei Elektrofahrzeugen, der Netzstabilisierung oder der digitalen Kommunikation dienen. Je nachdem, wie rasch die gespeicherte Energie abgegeben werden muss, ist für jede Anwendung eine gezielte Entwicklung notwendig und auch möglich. Superkondensatoren werden also zur effizienteren Nutzung der elektrischen Energie beitragen.



Erfolgreiche Forschung für Superkondensatoren (Photo A. Müller, PSI).



Messroboter lernen von erfahrenen Fachleuten.

Schweizer Computerprogramm ermöglicht optimale Plazierung von Messsensoren

(nfp) Die hohen Anforderungen an die Qualitätssicherung in industriellen Fertigungsprozessen erfordern den Einsatz hochpräziser Verfahren, um Werkstücke berührungslos, schnell, kostengünstig und mit grosser Genauigkeit zu vermessen. Besondere Fachkenntnisse und grosse Erfahrung sind erforderlich, um unter den unendlich vielen, möglichen Standorten für die Videosensoren jene herauszufinden, die optimale Messresultate gewährleisten. Diese Aufgabe ist so komplex, dass sie weder durch Ausprobieren noch mit einem genau festgelegten schrittweisen Vorgehen zu lösen ist. Einer Forschergruppe am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich gelang es im Rahmen des Nationalen Forschungsprogrammes «Künstliche Intelligenz und Robotik» des Schweizerischen Nationalfonds einem Messroboter dieses Wissen beizubringen. Grundlage bildete eine international angelegte Befragung sogenannter Photogrammetrie-Spezialisten. Das gesammelte Wissen wurde elektronisch gespeichert und kann nun von einem speziellen Computerprogramm, einem sogenannten Expertensystem, für die Bestimmung von Zahl und Position der Kamerastandorte genutzt werden. Damit gelang es dem Forscherteam weltweit erstmals, Messanordnungen mit mehr als einem Kamerastandort automatisch zu entwerfen.

Dampf in Gasturbine

(zk) Etwa 86% Gesamtwirkungsgrad soll eine neue Gasturbinenanlage im Kombibetrieb erreichen: Im neuen Heizkraftwerk Merzdorf (D) der Stadtwerke Riesa GmbH arbeitet seit kurzem eine Gasturbine im Cheng-Cycle-Verfahren (Elin) mit Abhitzekessel. Benannt ist dieser Turbinentyp nach dem kalifornischen Professor Dah Yu Cheng. In die Brennkammer der 4-MW_e-Maschine injiziert man unterschiedliche Dampfmengen und erreicht damit eine bis zu 50% höhere Stromausbeute als bei üblichem Erdgasbetrieb – und zwar durch den veränderten Massendurchsatz. Mit dem Cheng-Verfahren kann man Strom- und Wärmeproduktion weitgehend entkoppeln.

Kraftwerke auf der Schiene

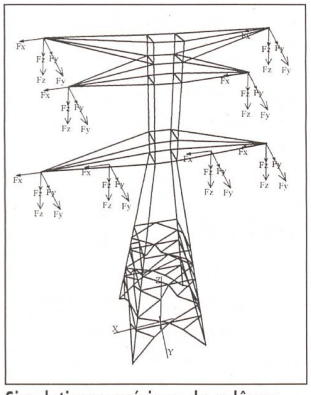
(m) Bezüglich Wirkungsgrad gehören die Nutzstrombremsen der neuen SBB-Lokomotiven Re 460 (Lok 2000) zur Weltspitze. Beim Bremsen wandeln sich diese zu fahrenden Kraftwerken. So können zum Beispiel zwei talwärts fahrende

«Lok 2000»: fahrende Kraftwerke.

Züge eine gleichschwere Komposition bergwärts «ziehen». Die Nutzstrombremsen (Rekuperationsbremsen) machen dann den Elektromotor zum Generator und geben den Strom direkt an die Fahrleitung weiter. Diese Vorrichtung ist in 95% der Triebfahrzeuge der SBB eingebaut. Ein Eurocity-Zug von Zürich nach Chiasso bezieht zum Beispiel 4620 kWh aus der Fahrleitung und liefert 1842 kWh Bremsenergie zurück. Diese Technologie funktioniert auch im Flachland, wo die Bremsmanöver einen Beitrag an die Stromversorgung geben und so Belastungsspitzen abbauen.

Tests numériques de pylônes treillis

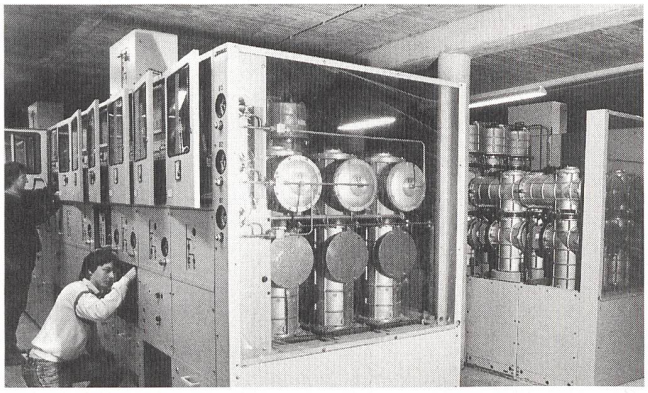
(edf) Le passage à la simulation numérique de la tenue mécanique des pylônes treillis, présente pour EDF plusieurs intérêts. Tout d'abord, la modélisation fine employée, permet une meilleure compréhension du fonctionnement de ce type de structure, qui va se répercuter de façon naturelle sur la conception. La simulation permet d'étudier toutes les variantes d'un même pylône et d'en estimer la résistance mécanique sans obligation de réaliser des essais à l'échelle unité. L'utilisation d'un outil de conception assistée par ordinateur couplé avec la simulation numérique va compléter la démarche et produire une approche industrielle viable.



Simulation numérique de pylônes treillis.

Grösste Schaltanlage der Welt

(tic) Auf dem Flughafen München II im Erdinger Moos funktioniert die weltweit grösste Mittelspannungs-Schaltanlage. Sie kostete rund 5 Mio. DM und dient der Hauptversorgung des gesamten Flughafens. Die 20-kV-Hauptschaltanlage (80 MVA) erhält ihren Strom aus dem Netz der Isar-Amper-Werke über zwei 32-/40-MVA-Umspanner mit 110/20 kV. Ursprünglich verfügt die Anlage über 58 Felder, ist aber noch um 10 weitere ausbaufähig. 46 Felder sind an einer Einfach- und 12 an einer Doppel-Sammelschiene angeschlossen. Die grosse Anzahl der Schaltfelder garantiert ein grosses Mass an Stromkapazität. Die Antriebe der Schaltgeräte sind gefahrlos von aussen zugänglich. Indem die Ringkern-Stromwandler ausserhalb der geerdeten Kapselung angeordnet wurden, treten keine dielektrischen Beanspruchungen durch Hochspannung auf.



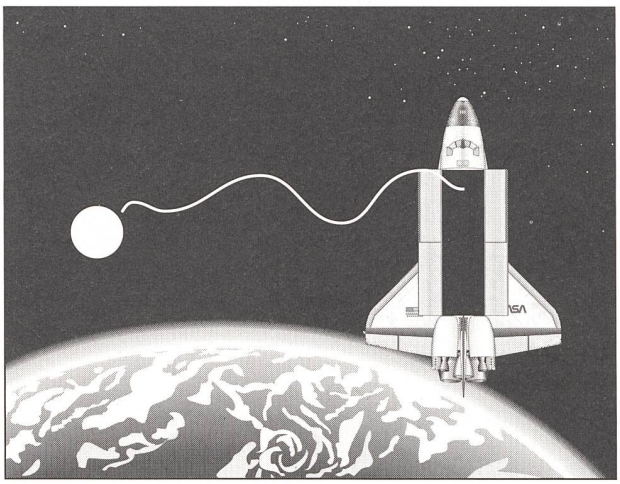
Das Besondere der grössten Mittelspannungs-Schaltanlage der Welt ist die einpolige Kapselung der Sammelschienen und Vakuumröhren.

Erste Erkenntnisse zum Natriumleck in Monju

(sva) Nach Feststellung des Unfallablaufs beim Schnellbrüter-Kernkraftwerk Monju (Japan), bei dem im Dezember 1995 grössere Mengen Natrium aus einem der drei Sekundärkreisläufe ausgetreten waren, haben nun die Untersuchungen der Unfallursache begonnen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass das Versagen eines Temperaturfühlers das Leck ausgelöst hat. Dabei ist wahrscheinlich der Endverschluss der Umhüllung, mit dem der Temperaturfühler in die Kühlmittelleitung eingeführt wird, abgebrochen. Dies wiederum könnte durch Resonanzschwingungen verursacht worden sein.

Jeder der drei sekundären Natrium-Kühlkreisläufe ist mit 16 Temperaturfühlern bestückt, über deren Schicksal erst nach Vorliegen der Untersuchungsergebnisse entschieden werden kann.



Die Besatzung der Raumfähre Columbia konnte am 26. Februar 19 Kilometer Kabel ausrollen.

Kraftwerk im Weltall

(m) Es geschah um 2 Uhr 30 in der Nacht auf den 26. Februar, 300 Kilometer über der Erde. Das neueste NASA-Weltraumexperiment zur Stromgewinnung aus dem All fand ein abruptes Ende, als das 2,5 Millimeter dünne Kabel mit der 500 Kilogramm schweren Satellitenkugel abriss und aus dem Blickfeld der Astronauten entschwand. Mit dem Experiment «Theter Satellite System» sollte ein neues Stromgeneratorsystem für die Raumfahrt erprobt werde. Das Prinzip dazu ist ganz irdisch: Ein ausgerolltes Kabel von 20 Kilometer Länge durchsticht das Magnetfeld der Erde und gerät dadurch in Spannung. Die am einem Ende befestigte Metallkugel zieht die Elektronen an und leitet sie durch das Kabel zur Weltraumfähre «Space Shuttle». Von dort werden sie über ein «Elektronengewehr» zurück in die Ionosphäre gebracht, womit der Stromkreislauf geschlossen wird. Das Experiment, an dem der Schweizer Astronaut Claude Nicollier massgeblich beteiligt war, ist somit zum zweitenmal, diesmal teilweise, gescheitert. 1992 verklemmte sich das Kabel schon nach 260 Metern. Dennoch, der Funktionsnachweis ist gelungen: nach rund 5 Stunden konnten 19 Kilometer Kabel abgespult werden und erste Messungen ergaben eine Spannung von bis zu 3500 V bei rund 0,5 Ampère.

Uranpreis steigt wieder

(m/sva) Nachdem sich der Uranpreis jahrelang zurückgebildet hat, ist er wieder im Steigen begriffen. Der Preis am sogenannten begrenzten Spotmarkt (restricted market) lag Ende Dezember 1995 bei US$ 12,25 pro Pfund U_3O_8. Er ist damit im Laufe eines Jahres um 28% gestiegen. Noch stärker ist der Preisanstieg für Uran aus den GUS-Ländern am Spotmarkt, nämlich 43%. Ende Dezember 1995 betrug dieser Preis US$ 10,30 pro Pfund U_3O_8. Für das Jahr 1996 werden weitere ähnliche Preisanstiege erwartet, so dass die Preise am Spotmarkt zu Ende des Jahres bei US$ 15,00 pro Pfund U_3O_8 liegen könnten.