Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 104 (1986)
Heft: 20

Artikel: Reaktorunfall in Tschernobyl: radioaktive Wolke über Europa
Autor: BP
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-76159

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: 05.02.2026

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

Wettbewerbe

Turnhalle und Gemeindebauten in Dintikon AG

In diesem Projektwettbewerb auf Einladung für eine Turnhalle und Gemeindebauten wurden sechs Entwürfe eingereicht und beurteilt. Ergebnis:

1. Rang (4500 Fr. mit Antrag zur Weiterbearbeitung): Viktor Landenegger, Muri

2. Rang (3500 Fr. mit Antrag zur Weiterbearbeitung: Zimmerli + Blattner AG, Lenzburg

3. Rang (2000 Fr.): Burgherr + Wälti, Lenzburg, Mitarbeiter: Denise Baumann und Andrea Hauser

Fachpreisrichter waren Robert Frey, Kirchdorf, Georg Schmid, Zürich, Franz Gerber, Aarau. Die Ausstellung ist geschlossen.

Reaktorunfall in Tschernobyl

Radioaktive Wolke über Europa

Der Reaktorunfall vom 26. April 1986 in Tschernobyl ist der grösste und folgenschwerste Unfall in der Geschichte der friedlichen Nutzung der Kernenergie.
Das offiziell vermeldete «menschliche Versagen» mag – sekundär – vielleicht bei einer Bedienungsmannschaft liegen. Primär wird aber die Ursache dort zu suchen sein, wo Entscheidungen das Risiko unabsehbarer Auswirkungen überhaupt zuliessen – bewusst oder unachtsam. Die Frage der Risikobeurteilung stellt sich nach «Tschernobyl» allen Ingenieuren und Entscheidungsträgern weltweit noch dringlicher.

Dürftige Information

Am 28. April stellten Messstationen in Schweden und in Finnland ein Ansteigen der Radioaktivität fest, die bald das 100fache bis 150fache der normalen Werte erreichte. Bei der sofortigen Überprüfung der Kernkraftwerke, auch in Forsmark, wo die Belegschaft vorübergehend nach Hause geschickt wurde, liess sich jedoch kein Radioaktivitätsaustritt feststellen.

Erst nachdem genauere Analysen auf die Herkunft der radioaktiven Stoffe aus einem Kernkraftwerke deuteten und Satellitenaufnahmen Tschernobyl in der Ukraine als Unfallort festgestellt hatten, bequemte sich die Regierung der UdSSR am 30. April nach wiederholten dringlichen Anfragen verschiedener Länder zur dürftigen Meldung, der Reaktor Tschernobyl 4 sei am 26. April von einem Unfall betroffen worden, der zwei Menschenleben gefordert habe. Später kam die Meldung, 197 Verletzte, davon 18 Schwerverletzte, befänden sich in Spitalpflege; das Feuer sei gelöscht. Die Medien in der UdSSR brachten ebenso späte und noch knappere Meldungen.

Hilfeangebote westlicher Länder wies die Regierung der UdSSR am 1. Mai zurück, doch am 2. Mai holte Moskau Rat und Hilfe einzelner Experten in den USA ein, wie der Reaktorbrand zu löschen sei; Spezialisten für Knochenmarktransplantation erhielten die Einreiseerlaubnis.

Am 4. Mai bestätigte der Parteichef in Moskau, dass 49 000 Einwohner im Umkreis von 30 km um den Reaktor evakuiert worden seien. Als Ursache des Unfalls nannte er menschliches Versagen; das Ausbauprogramm erfahre keine Änderungen.

Von Helikoptern aus wird mit dem Abwurf von Sand, Blei und Bor versucht, den Brand zu löschen und die Kettenreaktion zu stoppen. Inzwischen scheinen erste Dekontaminationsarbeiten in Gang gekommen zu sein. Insbesondere soll das Trinkwasser noch zu hohe Radioaktivität aufweisen; in Kiew soll schon am 29. April vor dem Gebrauch des Trinkwassers gewarnt worden sein.

Bei der wiederholt genannten Strahlungsintensität von 200 r/h (Röntgen pro Stunde) dürfte eine Verwechslung mit mrem oder urem bzw. µrem (Milli- oder Mikro-Röntgen Equvalent Men) pro Stunde oder pro Tag vorliegen; andernfalls müsste die Zahl der Toten und schwer Geschädigten wesentlich höher liegen, was sich nicht lange verbergen liesse. Die Angaben über die Strahlenbelastung in der eigentlichen Sperrzone von wahrscheinlich 10 km Umkreis sind zumindest fragwürdig.

Das erste Bild des beschädigten Reaktorgebäudes, das am 2. Mai kurz am Fernsehen gezeigt wurde, wies darauf hin, dass ein Brand und eine Explosion stattgefunden hatten.

Tschernobyl

Bei Tschernobyl, 104 km nördlich von Kiew, in der Nähe des Pripjet, einem Nebenfluss des Dnjepr gelegen, ist seit 1971 eine grosse Kernkraftanlage entstanden, die heute neben zwei Druckwasserreaktoren zwei in einem Gebäude untergebrachte Reaktoren des Typs RBMK 1000 mit je 1000-MW_e Leistung umfasst. Der betroffene Reaktor Tschernobyl 4 stand seit 1983 in Betrieb.

Die Erweiterungspläne sehen die Inbetriebnahme weiterer vier Reaktoreinheiten des Typs RBMK 1000 in Abständen von je zwei Jahren vor. Der im Bau stehende Reaktor Tschernobyl 5 hätte 1986 in Betrieb kommen sollen. Wie kürzlich ein Bericht in der Zeitschrift Literturna Ukraina in Kiew kritisierte, sind jedoch wegen quantitativ und qualitativ ungenügender Materiallieferungen, vor allem von Beton und Stahl, bei den Bauarbeiten enorme Schwierigkeiten aufgetreten. Vor Jahresfrist veranlassten unzufriedene Berichte über die im Vergleich zum Westen etwa zehnfach höhere Strahlenbelastungen in der Umgebung der Kernkraftwerke die lokalen Behörden zu beschwichtigenden Erklärungen.

Die Einwohnerzahl von Tschernobyl in dieser zuvor reinen Landwirtschaftsgegend ohne wesentliche Industrie hat seit dem Bau der Kernkraftwerke von 10 000 auf etwa 35 000 zugenommen. Kiew als Hauptstadt der Ukraine zählt rund 2,5 Mio. Einwohner.

RBMK-Reaktoren

Weltweit stehen gegen 400 Kernkraftreaktoren in Betrieb (Stand Mitte 1985), davon rund 100 in den USA. Die UdSSR steht nach Frankreich an dritter Stelle mit 51 Reaktoren. Davon sind 27 graphitmoderierte Leichtwassser-Reaktoren des RBMK-Typs, 18 Druckwasserreaktoren, 4 Schnelle Brüter und 2 Sondertypen älterer Bauart.

Bild 1 zeigt schematisch den Aufbau des Reaktortyps RBMK 1000. Graphitblöcke bilden den Moderator des 8 m hohen Kerns (1) von 15 m Durchmesser. Der Kern enthält etwa 2000 t reines Graphit. Die rund 1900 vertikalen Bohrungen in den Graphitblökken sind mit Zirkon-Druckrohren ausgekleidet, in welche die Brennstoffelemente – etwa 100 t mit fissilem ^{235}U angereichertes ^{238}U – mittels der Brennstoff-Wechselmaschine eingesetzt werden. Der Reaktorkern ist von einem Stahlbetonmantel umgeben. Die Abschirmung des Reaktors (12) verhindert den Zutritt von Luftsauerstoff zum Graphitkern, der unter Stickstoff oder einem ähnlich inerten Gas steht. Als Kühlmittel bzw. Wärmetransportmedium dient Leichtwasser; zentrale Speisepumpen (7) pressen 37 000 t/h Wasser durch die Kanäle des Kerns. Nach den Verteilerbatterien (8) bildet jeder Kernkanal mit seinem Speiserohr (9) ein eigenes Drucksystem. Daher lassen sich abgebrannte Brennstoffelemente ohne Unterbruch des Reaktorbetriebs einzeln auswechseln und im Abklingbecken (14) unterbringen.

Die Anlage produziert 5400 t/h Dampf von 69 b und 284 °C; höhere Dampftemperaturen von z. B. 500 °C lassen sich erreichen, wenn der Dampf zur Überhitzung durch einzelne Kanäle ohne Kühlwasser an die Brennstoffelemente geleitet wird. Der gewonnene Dampf wird über die Dampfleitungen (3), Separatoren (4) und Sammelleitungen (5) den nicht dargestellten Turbinengruppen zugeführt. Zur Kondensatorkühlung dient Flusswasser. Für eine Leistung von 1000 MW_e produziert der Reaktor 3140 MW_{th}.

Die Bauart der RBMK-Reaktoren geht auf den ersten in der UdSSR von Prof. *Nikolai Dollezhal* entwickelten und 1954 gebauten Leistungsreaktor von 5000 kW_e zurück. In Troitsk, Sibirien, stehen sechs kleinere, 1958 bis 1962 erbaute Einheiten mit je 100 MW_e-Leistung in Betrieb.

Seit 1977 äusserte Prof. Dollezhal selbst wiederholt ernste Bedenken gegen die grossen Einheiten dieses Reaktortyps und vor allem gegen deren Aufstellung in der Nähe grösserer Ballungszentren.

Der bisher einzige Graphitbrand, der sich 1957 in Windscale in einem graphitmoderierten, gasgekühlten Reaktor ereignete, konnte damals mit Borwasser gelöscht werden. Seither wurden ausserhalb der UdSSR keine Leistungsreaktoren dieser oder ähnlicher Art gebaut, und die UdSSR hat nie diesen Typ, sondern ausschliesslich Druckwasserreaktoren an andere Länder (Ostblock und Finnland, dorthin mit Containment) geliefert. Dies mag damit zusammenhängen, dass sich dieses Reaktorprinzip ohne wesentliche Änderung zur Herstellung von Plutonium verwenden lässt.

Trotz des im Westen als veraltet, unwirtschaftlich und inhärent riskant geltenden Reaktorprinzips sind noch weitere zehn Einheiten des Typs RBMK 1000 im Bau oder geplant. Vom noch grösseren Typ RBMK 1500 mit 1500 MW_e stehen vier Einheiten bei Ignalin (Litauen) im Bau (vgl. auch NZZ, 2.5.1986, Nr. 100, S. 5; Übersichtsartikel von *L. Trueb*).

Sicherheit

Die Sicherheitsauffassungen der UdSSR weichen wesentlich von jenen in westlichen Ländern ab. So sind die Kernreaktoren der UdSSR nicht für ein Überstehen des grössten annehmbaren Unfalls (GAU) ausgelegt. Lokale Überhitzungen werden zwar in Betracht gezogen, nicht aber ein Unfall mit Kernschmelze. Entsprechend ist auch keine Sicherheitshülle vorgesehen, die den Austritt radioaktiver Substanzen verhindert, d. h. kein Containment, wie es 1979 beim Unfall in Harrisburg im Reaktor Three Mile Island den Radioaktivitätsaustritt im wesentlichen verhinderte. Auch ist kein Schutz gegen äussere Einwirkungen, z. B. bei einem Flugzeugabsturz direkt auf den Reaktor vorhanden. Ebenso fehlt ein eigentliches Reaktor-Druckgefäss.

Die elektronische Überwachung und die automatische Computersteuerung scheint nach Angaben von Beobachtern nicht überall dem nach westlicher Beurteilung neuesten Stand der Technik zu entsprechen.

Ziel scheint vielmehr eine möglichst einfache Bauart, Überdimensionierung und lange Lebensdauer der exponierten Komponenten zu sein, die nicht alle redundant ausgelegt sind. Die UdSSR hat damit - nach eigenen Angaben - bisher 2000 Reaktor-Betriebsjahre ohne Personenschaden erreicht.

Für den Bau und den Betrieb von Kernkraftwerken sind 31 Bewilligungen von drei Behörden erforderlich. Für den Strahlenschutz gelten im Prinzip die ICRP-Vorschriften.

Beim RBMK-Reaktortyp bildet die grosse Graphitmenge einen möglichen Brandherd, da sich bei Zutritt von Wasser oder Dampf an überhitzten Stellen ein explosives Gemisch von CO und H_2 bildet. Das stark verzweigte Rohrleistungssystem mit zahllosen Abzweigungen und Schweissstellen dürfte ein heikles Element des Reaktors sein.

Zudem ist bekannt, dass Graphit unter starker Strahlungs- und Hitzeeinwirkung zum Quellen neigt. Sofern diese Verformung nicht rechtzeitig behoben werden kann, besteht die Gefahr einer Beschädigung der Zirkonrohre in den Kernkanälen.

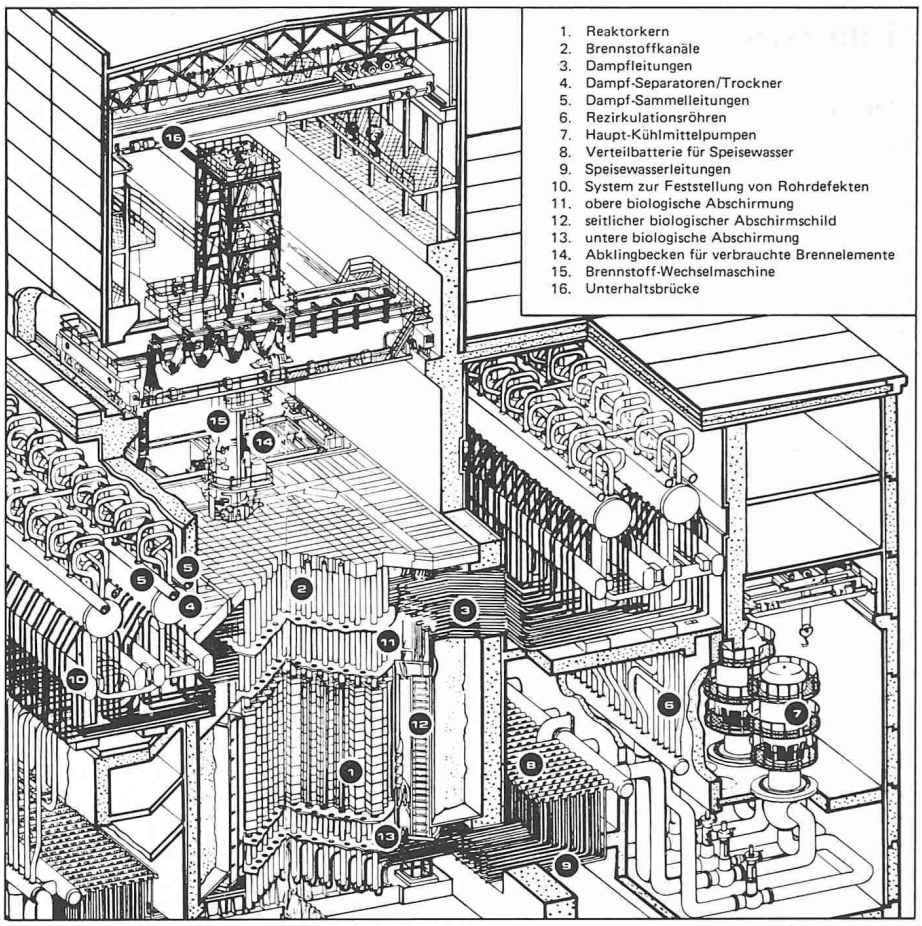

Bild 1. Schema des graphitmoderierten Leichtwasserreaktors, Typ RBMK (Bild IAEO/SVA)

Unfall

Aufgrund aller bisher bekanntgewordenen Indizien ist der Reaktor in Brand geraten, wobei eine heftige Explosion den Reaktor und das Gebäude stark beschädigte. Der im gleichen Gebäudekomplex untergebrachte Reaktor Tschernobyl 3 des gleichen Typs konnte offenbar rechtzeitig abgeschaltet werden und scheint nicht direkt in Mitleidenschaft gezogen zu sein.

Sicher wirkte sich das Fehlen eines Containments verheerend aus: Die Explosion fegte das Dach und teilweise die Seitenwände des Reaktorgebäudes weg. Der Brand im Kern des Reaktors führte zum Bersten der Brennstoffelemente; das austretende radioaktive Material wurde in den Flammen mit der Thermik ungehindert wie durch einen Vulkanschlot hinaufgetragen und verbreitete sich als Wolke feiner, radioaktiver Partikel.

Amerikanische Fachleute nehmen an, dass das Kühlsystem bereits am 25. April versagt hatte, worauf die Überhitzung zur Gasbildung und zur Explosion führte.

Radioaktive Wolke

Mit dem Wechsel der Windrichtungen verlagerte sich die Wolke der ausgeschleuderten radioaktiven Partikel in den Tagen nach dem Unfall nacheinander über die umliegenden und entfernter liegenden Länder Europas. In Skandinavien, Deutschland, Polen, Rumänien, Österreich und der Schweiz wurde ein relativ rascher Anstieg der Radioaktivität gemessen. Mit dem Regen verstärkte sich in verschiedenen Gegenden, vorab in Polen, teilweise auch in Kärnten, die Radioaktivität am Boden und im Wasser, so dass vorsorgliche Massnahmen besonders für Kinder angeordnet bzw. empfohlen wurden.

Besonders in Polen und in Skandinavien, aber auch in den übrigen betroffenen Ländern wurde scharf kritisiert, dass die UdSSR als Verursacher die sofortige Warnung an alle Länder unterlassen hat.

Strahlenmessung in der Schweiz

Mit dem Eintreffen der ersten Meldungen aus Skandinavien intensivierte die Nationale Alarmzentrale (NAZ) als Organ der Eidgenössischen Kommission für AC-Schutz ihre Messtätigkeit. Das Messnetz umfasst gegenwärtig 12 Messstationen, die ihre Messwerte alle 10 Minuten automatisch an das Computer-Auswertungsnetz NADAM melden.

Angeschlossen sind weitere Vertragslabors, z. B. in Freiburg und die EAWAG sowie die KUER im Kanton Zürich, die ein Warnnetz für die 13 im Umkreis von 20 km von Kernkraftwerken liegenden Gemeinden unterhält. Zusätzlich führen mobile Messequipen längs festgelegten Linien in Abständen von 20 km laufend Messungen durch und entnehmen Proben aus der Luft und von frischem Gras sowie von frischer Milch.

Da die Messwerte unter den festgesetzten Grenzwerten blieben und bald keine wesentliche Veränderung mehr zeigten, musste kein Alarm ausgelöst werden. *BP*