Zeitschrift: Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie suisse des sciences médicales = Bollettino dell' Accademia svizzera delle scienze mediche

Herausgeber: Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften

Band: 12 (1956)

Heft: 5

Artikel: Strahlenschutzmassnahmen bei der Reaktor AG

Autor: Hunzinger, W.A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-307271

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: 09.12.2025

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

D.K.: 614.8:539.16:613.6

Reaktor A.G., Würenlingen (Aargau)

Strahlenschutzmaßnahmen bei der Reaktor AG[1]

Von **W. A. Hunzinger**

Ein Reaktor stellt während des Betriebes eine äußerst intensive Quelle für γ-Strahlen und Neutronen dar. Zudem bleiben nach Abstoppen des Reaktors die Spaltstoffelemente durch Entstehen von radioaktiven Spaltprodukten in erheblichem Maße radioaktiv. Ein Kernreaktor, der mit einer Leistung von 1000 kW – was unserem Swimmingpool Reactor entspricht – betrieben wird, liefert pro Tag 1 g Spaltprodukte. Dieses Gramm stellt nach einjähriger Lagerung noch eine Strahlenquelle in der Stärke von 500 Curie dar. Für das Personal kann ein Reaktor somit eine direkte Gefahrenquelle bedeuten, die in seiner unmittelbaren Nähe entsprechende Schutzmaßnahmen erfordert. Darüber hinaus kann die weitere Umgebung eines Reaktors zur Gefahrenzone werden, wenn nämlich die radioaktiven Spaltprodukte auf irgendeine Weise aus dem Reaktor herauskommen und dabei ein solches Gebiet radioaktiv verseuchen. Zu einer potentiellen Verseuchungsgefahr werden auch radioaktive Abfälle, die bei der Herstellung radioaktiver Isotope entstehen.

Es empfiehlt sich eine Unterteilung in

1. ein «direktes» Reaktorsicherheitsproblem,
2. ein Sicherheitsproblem für die weitere Reaktorumgebung.

Das «direkte» Sicherheitsproblem bei den Würenlinger Reaktoren besteht darin, die an der Außenwand des Reaktors auftretende Strahlenintensität von 10^{12} mrem/Woche auf einen Betrag unterhalb der Toleranzdosis von 300 mrem/Woche für das Reaktorpersonal zu reduzieren, d. h. γ-Strahlen- und Neutronen-Intensität müssen auf den rund milliardsten Teil heruntergebracht werden. Dieses geschieht durch Distanz der Arbeitsräume vom Reaktor und durch Abschirmungen. Die Abschirmung beim Swimmingpool Reactor besteht aus einer 2 m dicken Wand aus Spezialbeton gegen den Experimentierraum und 6 m Wasser gegen die Reaktorhalle. Während des Betriebes wird an einigen Punkten die Radioaktivität der Luft laufend kontrolliert.

[1] Vortrag, gehalten an der Sitzung der Isotopenkommission der Schweiz. Akademie der Medizinischen Wissenschaften, Zürich, 7. Juli 1956.

Zur Messung der vom Personal während der Arbeit erhaltenen Strahlendosis stehen photographische Filme, Taschenionisationskammern mit direkter und solche mit indirekter Ablesung zur Verfügung. Zur Überwachung der Manipulationen mit radioaktiven Stoffen verwenden wir batteriebetriebene Geräte mit direkter Ablesung der Dosisleistung in mr/h.

Eine Gefahrenquelle anderer Art für das Personal besteht in der Inkorporation radioaktiver Stoffe. Man sucht ihr durch gutes Lüftungssystem, Abzüge für chemische Arbeiten, sogenannte «glove-boxes», usw. zu begegnen. Es ist vorgesehen, durch wiederholte Urinanalysen des Personals, welches erhöhter Gefahr der Inhalation radioaktiver Stoffe ausgesetzt ist, periodisch zu kontrollieren. Urinanalysen geben zwar nur einen nachträglichen Hinweis auf eine interne Verseuchung, liefern aber doch einen nützlichen Anhaltspunkt über die Zweckmäßigkeit und Wirksamkeit der durchgeführten Schutzmaßnahmen und Arbeitsmethoden.

Bei der Betrachtung des Sicherheitsproblems für die weitere Reaktorumgebung unterscheiden wir zweckmäßigerweise drei Fälle: Normalbetrieb, Betriebsstörung, Havarie des Reaktors.

Im *Normalbetrieb* des Swimmingpool Reactor können keine radioaktiven Stoffe durch das Kühlwasser- und Ventilationssystem den Reaktor verlassen. Das Kühlwasser aus der Aare steht in keiner direkten Verbindung mit den Spaltstoffelementen. Ventilationsluft tritt nur durch Spezialfilter in die freie Atmosphäre.

Der Schwerwasser-Reaktor besitzt drei verschiedene Kühlsysteme: einen geschlossenen Kreislauf mit schwerem Wasser zur Kühlung der Spaltstoffelemente, einen geschlossenen Kreislauf mit gewöhnlichem Wasser zur Kühlung der Abschirmung und ein Ventilationssystem zur Kühlung des Reflektors und zur Lüftung der Reaktorhalle. Die beiden erstgenannten Kreisläufe werden durch Aarewasser gekühlt. Angesaugte Ventilationsluft wird durch Grob- und Feinfilter gereinigt, gelangt nach Lüftung der Reaktorhalle bzw. Kühlung des Reflektors durch einen Abluftfeinfilter in einen 70 m hohen Kamin. Diese Abluft ist unvermeidlicherweise radioaktiv, insbesondere durch das entstehende Isotop A^{41}.

Die Verteilung der durch den Hochkamin abgelassenen Radioaktivität läßt sich nach der Sutton-Theorie berechnen, und es ergibt sich, daß beim Würenlinger Reaktor die Aktivität bei weitem nicht ausreicht, die nähere oder weitere Umgebung des Reaktors, auch unter der Annahme ungünstiger meteorologischer Bedingungen, zu gefährden.

Ein weiteres Sicherheitsproblem stellen die Abwässer der Laboratorien dar. Für diese ist folgende Anordnung getroffen worden. Jedes Laboratorium besitzt zwei getrennte Kanalisationssysteme, die in zwei Tanks münden. Der eine, kleinere Tank ist für die radioaktiven Ab-

wässer vorgesehen, der andere, größere Tank für die übrigen Abwässer, welche normalerweise keine radioaktiven Substanzen enthalten. Beide Tanks können nur durch Pumpen und nach vorheriger Kontrolle der Radioaktivität entleert werden. Eine immerhin mögliche geringe Radioaktivität aus dem großen Tank wird in kleinen Portionen der Aare beigemischt werden in der Weise, daß deren Aktivität höchstens einen Bruchteil der Trinkwassertoleranzdosis, berechnet für die minimalste Wasserführung, betragen wird. Die größeren Aktivitäten aus dem andern Auffangtank werden entweder durch Verdünnen unter die Trinkwassertoleranzdosis oder durch Überführen in feste Stoffe mit Hilfe von Ausflockungen, Ionenaustauschern usw. entfernt. Die Rückstände werden mit übrigen festen radioaktiven Abfallprodukten deponiert. Diese Prinzipien des Auffangens sämtlicher Laborabwässer und deren Kontrolle und Aufarbeitung vor dem Entleeren entsprechen den kantonal aargauischen Vorschriften, deren Behörden gegenüber die Reaktor AG auch zur Protokollführung verpflichtet ist.

Von den bei einem Kernreaktor möglichen *Betriebsstörungen* seien hier diejenigen kurz gestreift, welche zu einer Verseuchung der Abwässer und der Atmosphäre führen könnten. Wir behandeln Swimmingpool und Schwerwasser-Reaktor getrennt. Durch Korrosion der Aluminiumhülle, in welche der Spaltstoff eingebettet ist, könnte das Poolwasser radioaktiv verseucht werden. Hat gleichzeitig auch der Wärmeaustauscher ein Leck, so könnte die Kontamination bis ins Aarekühlwasser durchbrechen. Drei unabhängige Kontrolleinrichtungen sorgen aber dafür, daß beim ersten Auftreten der kleinsten Korrosionserscheinung Reaktor und Kühlwasser automatisch abgestellt werden. Die Kontrolleinrichtungen bestehen aus einem Leitfähigkeitsmesser und einem Geiger-Müller-Zählrohr im Kreislauf des Poolwassers und eines Zählrohres im zweiten Kreislauf des Aarewassers. Mit diesem Dispositiv radioaktive Spaltprodukte in die Aare zu verlieren, kann füglich als ausgeschlossen betrachtet werden.

Bei den Wasserkühlungen des Schwerwasser-Reaktors liegen die Verhältnisse ganz analog: Es müßten an zwei verschiedenen Orten zwei Lecks gleichzeitig auftreten und zudem drei unabhängige Kontrolleinrichtungen versagen, damit radioaktiv verseuchtes Wasser in die Aare gelangen könnte. Beim Ansprechen einer der Kontrolleinrichtungen wird der Rücklauf des Aarewassers abgetrennt und in ein großes Rückhaltebecken von 3000 m^3 Inhalt geleitet. Die Anlage eines Rückhaltebeckens trägt der Bedingung Rechnung, daß der Schwerwasser-Reaktor – im Gegensatz zum Swimmingpool Reactor – auch nach dem Abstellen noch eine Zeitlang weiter gekühlt werden muß.

Zum Schluß betrachten wir noch die möglichen Verseuchungen der Abwasser und der Luft als Folge einer schweren *Havarie* des Reaktors. Swimmingpool-Reaktoren sind auch durch ein «Durchbrennen» kaum zu zerstören; sie gelten als die betriebssichersten unter den heute bekannten Reaktortypen.

Beim Schwerwasser-Reaktor, der in einem Aluminiumkessel steht, könnte durch Materialfehler oder grob mechanische Beschädigung des Kessels oder auch als Folge eines allerdings praktisch kaum möglichen «Durchbrennens» des Reaktors das radioaktiv gewordene schwere Wasser ausfließen. Ein unterhalb des Reaktors angebrachter Auffangtank kann in diesem Fall die gesamte Menge schweren Wassers aufnehmen. Ist das Leck von solchen Dimensionen, daß die Kühlung der Spaltstoffelemente nicht mehr gewährleistet wird, tritt eine Berieselungsanlage in Funktion, deren Wasser in das früher erwähnte Rückhaltebecken fließen kann. Die Dimensionen des Rückhaltebeckens sind auf diesen schlimmsten Fall zugeschnitten.

Eine weitere Folge einer schweren Reaktorhavarie, die der Erwähnung bedarf, ist der Abgang radioaktiven Staubes durch den Hochkamin in dem Falle, daß gleichzeitig mit der Zerstörung des Reaktors auch die Abluftfilter untauglich werden. Bei dieser Gelegenheit kann die nähere oder weitere Reaktorumgebung – je nach den gerade herrschenden Witterungs- und Windverhältnissen – durch den sich auf das Gelände absetzenden radioaktiven Staub verseucht werden, bis der nächste Regen die Kontamination in den Boden schwemmt. Die im konkreten Fall eintretenden Geländeverseuchungen können nur innerhalb roher Grenzen vorausgesehen werden. Eine Abschätzung unter den ungünstigsten Bedingungen zeigt jedoch, daß in jedem Falle genügend Zeit bleibt, das Ausmaß der Verseuchung zu messen und geeignete Maßnahmen zu treffen. Eine Havarie mit derartigen Folgen verlangt aber so unwahrscheinliche und außerordentliche Vorbedingungen, daß ihr Eintreten nach menschlichem Ermessen als ausgeschlossen gelten darf.

Zusammenfassung

Zusammenfassend kann man sagen, daß für die geplanten Reaktoren in Würenlingen alle ausdenkbaren Schutz- und Sicherheitsmaßnahmen getroffen sind:

1. Die direkte Strahlung, denen das Personal ausgesetzt sein kann, wird durch mindestens drei unabhängige Arten kontrolliert.

2. Während des Normalbetriebes kann keine Radioaktivität ohne Kontrolle in die Abwasser oder in die Luft gelangen; diese Kontrollen gestatten, die Radioaktivitäten, welche das Reaktorareal verlassen sollen,

unterhalb der vom Eidg. Gesundheitsamt in Richtlinien festgesetzten Toleranzkonzentrationen zu halten.

3. Bei Betriebsstörungen, die an mindestens zwei Orten gleichzeitig auftreten müssen, um zum Austritt von Spaltprodukten zu führen, ist durch mindestens dreifache Sicherungen gesorgt, daß die Radioaktivitäten nicht ins Aarewasser gelangen.

4. Bei schwerer Havarie eines Reaktors treten spezielle Auffangbecken in Funktion, welche ein Ablaufen von unkontrollierten Mengen radioaktiver Substanzen zu verhindern vermögen.

Résumé

Toutes les mesures de précaution immaginables ont été prises pour la construction des réacteurs atomiques prévus à Würenlingen.

L'irradiation directe, à laquelle le personnel peut être exposé, est contrôlée par trois méthodes différentes et indépendantes les unes des autres.

Durant la mise en action normale, aucune substance radioactive ne peut parvenir dans l'air ou dans les eaux d'évacuation sans contrôle; ces contrôles permettent de garder dans les normes de tolérances fixées par l'Office Fédéral d'Hygiène publique la radioactivité de toutes les substances, qui quittent la région du réacteur.

En cas d'accident ou de défaut méchanique, qui doivent survenir en au moins deux endroits pour mettre la mise en liberté de substances radioactives, l'on a pris de triples précautions pour qu'aucune substance radioactive ne puisse se déverser dans les eaux de l'Aar.

En cas d'avarie grave d'un réacteur, des récipients spéciaux prévus se mettent en action et empêchent tout écoulement non contrôlé de substance radioactive.

Riassunto

Per quanto riguarda i progettati reattori di Würenlingen, tutte le possibili misure di protezione e di sicurezza sono state prese:

L'irradiazione diretta cui il personale può essere sottoposto è controllata da almeno tre diversi sistemi tra di loro indipendenti.

Durante la normale attività nessuna radioattività può manifestarsi senza controllo nell'acqua di deflusso o nell'aria. E possibile mediante questi controlli mantenere le radioattività che devono abbandonare la zona del Reattore, nei limiti di tolleranza fissati dalle norme dell'Ufficio federale d'Igiene pubblica.

In caso di guasti che, per poter causare l'uscita di prodotti di disintegrazione devono verificarsi contemporaneamente in almeno due luoghi, è previsto un triplice meccanismo di sicurezza affinchè le radioattività non raggiungano le acque dell'Aar.

In caso di grave guasto di un Reattore entrano in funzione speciali bacini d'intercettamento atti ad impedire il deflusso di quantità incontrollate di sostanze radioattive.

Summary

For the reactors planned for Würenlingen all conceivable measures of precaution have been taken:

The direct radiation to which the personel may be subjected is controlled in at least 3 independant ways.

During normal run, no radioactivity can reach the air or cooling water without control. This control enables the radioactivity which leaves the reactor area to be kept below the concentration tolerated by the laws laid down by the Federal Health Department.

In the case of functional disturbances, which must occur in at least 2 parts at once to lead to the elimination of fission products, there are at least threefold precautions to prevent the radioactivity reaching the water of the river Aare.

In the case of severe damage to a reactor, special receptor tanks come into action which are able to prevent the outflow of uncontrolled amounts of radioactive substances.