

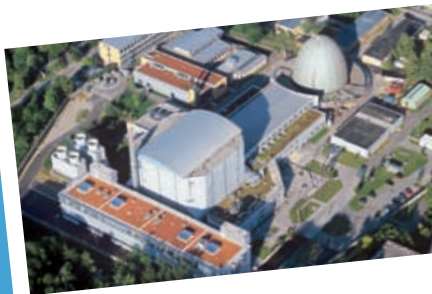
Sehr geehrte
Bürgerinnen und Bürger,
liebe Mitarbeiter auf dem Campus,
liebe Studierende,

die Vorgaben für den
Katastrophenschutz
in der Umgebung
kerntechnischer
Anlagen in Deutsch-
land werden derzeit
von den zuständigen
Behörden überar-
beitet. Die Ihnen hier
vorliegende Broschüre
„Rundherum sicher!“
nach § 53 Strahlen-
schutzverordnung
(Stand: 2008) ist nach
wie vor der aktuell gültige
Stand. In Abstimmung
mit den zuständigen
Behörden wurde ent-
schieden, eine Neuauflage zu
veröffentlichen, sobald
eine aktualisierte behörd-
liche Maßnahmenplanung
vorliegt.

Als Betreiber der For-
schungs-Neutronenquelle
Heinz Maier-Leibnitz (FRM II)
werden wir der Bevölke-
rung in der Umgebun-
g des FRM II gemäß § 53 Strahlen-
schutzverordnung eine neue
Broschüre mit den für Sie
wichtigen Notfallmaßnahmen
und Hinweisen für das richtige
Verhalten zuleiten, sobald die
überarbeitete behördliche Maß-
nahmenplanung vorliegt.

Technische Universität München,
Forschungs-Neutronenquelle
Heinz Maier-Leibnitz (FRM II),
Juli 2013

Technische Universität München 



Rundherum sicher!

Forschungs-Neutronenquelle
Heinz Maier-Leibnitz (FRM II)
Standort: TUM-Campus Garching

Information für die Bevölkerung
nach § 53 Strahlenschutzverordnung



Forschungs-Neutronenquelle
Heinz Maier-Leibnitz (FRM II)



Rundherum sicher!

Forschungs-Neutronenquelle
Heinz Maier-Leibnitz (FRM II)
Standort: TUM-Campus Garching

Information für die Bevölkerung
nach § 53 Strahlenschutzverordnung



Forschungs-Neutronenquelle
Heinz Maier-Leibnitz (FRM II)



Impressum

Herausgeber:
Technische Universität
München

Forschungs-Neutronenquelle
Heinz Maier-Leibnitz (FRM II)

Lichtenbergstr. 1
85747 Garching

Tel.: ++49(0)89-289-14606
Internet: www.frm2.tum.de
E-Mail: frm2@frm2.tum.de

Redaktion:
Gert von Hassel, Geretsried

Fotonachweis:
SZ, TUM

Gestaltung:
Bernd R. Maier
Konzept & Design

Satz:
Britta Eriskat, München

Druck:
creo Druck und Medien-
service, Bamberg

Gedruckt auf chlorfrei
gebleichtem Papier

Stand: Juli 2008



Liebe Mitbürgerinnen und Mitbürger,

auf alles vorbereitet und gut gerüstet – das ist die Grundlage der Sicherheitsphilosophie für die Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) in Garching.

Wie sein Vorgänger, das mittlerweile legendäre „Atom-Ei“, das fast fünfzig Jahre unfallfrei ohne Gefährdung von Personen und Umwelt in Betrieb war, verfügt der

FRM II über ein ausgeklügeltes, redundantes und durch das Vorhandensein mehrerer, voneinander unabhängiger Komponenten gekennzeichnetes Sicherheitssystem. Der Aufbau der Anlage macht sich darüber hinaus konsequent die physikalischen Gesetze zunutze, so dass alle anzunehmenden Störfälle beherrschbar sind,

ohne Auswirkungen auf die Beschäftigten am Campus Garching, auf die Studenten oder gar die umliegenden Anwohner zu haben.



Dennoch haben die Technische Universität München, das Landratsamt und die Regierung von Oberbayern einen detaillierten und ständig aktualisierten Katastrophenschutzplan entwickelt, um auch in einem hypothetischen



1	Vorwort	1
2	Der Campus Garching – ein idealer Standort	2
3	Die Neutronenquelle FRM II – ein einzigartiges Mikroskop	3
4	Konzeption der Anlage – Sicherheit an erster Stelle	6
5	Inhärente Sicherheit	10
6	Umfassend geprüft	11
7	Der FRM II – eine sichere Forschungsanlage	12
8	Sicherheit wird groß geschrieben	12
9	Katastrophenschutz	13
9a	Alarmierung	15
9b	Einsatzleitung	15
9c	Messorganisation	15



9d	Unterrichtung der Bevölkerung	15
9e	Verkehrslenkung	18
9f	Aufenthaltsempfehlungen	18
9g	Ausgabe und Einnahme von Jodtabletten	18
9h	Evakuierung	19
9i	Kindergarten und Schule	19
9j	Zusammenarbeit mit zuständigen Behörden und Stellen	20
10	FRM II für Besucher offen	20
11	Fachausdrücke und ihre Bedeutung	21
12	Nachgefragt	25
13	Impressum	28



Extremfall schnell, effektiv und zielgerichtet agieren zu können.

Dies geschieht aus unserer Verantwortung für Sie, die näheren und ferneren Nachbarn des Campus Garching, die Studierenden und Mitarbeiter, die zahlreichen Besucher, die jedes Jahr die Faszination der Forschung mit Neutronen unmittelbar erleben wollen, sowie die externen Nutzer aus Wissenschaft und Industrie, die für ihre Forschungen und Anwendungen auf eine leistungsstarke Neutronenquelle angewiesen sind. Denn längst ist der FRM II über eine reine Forschungseinrichtung hinausgewachsen und ein echter Standortfaktor für die Region München, ja für ganz Bayern geworden.

Zur Information für Anlieger und Interessierte, zur Stärkung des mittlerweile gewachsenen Vertrauens, aber auch um unserer gesetzlichen Verpflichtung nach § 53 Strahlenschutzverordnung nachzukommen, legen die TU München und die Regierung von Oberbayern diese Broschüre auf, die über die Funktionsweise des FRM II, die Arbeit mit Neutronen und das ausgeklügelte Sicherheitskonzept unterrichtet.

Wir danken allen an der Erstellung dieser Schrift Beteiligten und hoffen sehr, damit einen fundierten Beitrag für Ihre persönliche Information zu liefern.

München/Garching, im Juli 2008

Albert Berger
TUM-Kanzler

Christoph Hillenbrand
Regierungspräsident
Oberbayern



2

Der Campus Garching – ein idealer Standort

Der Forschungs-Campus in der Universitätsstadt Garching nördlich von München gehört zu den bedeutendsten und modernsten Forschungs- und Ausbildungsstätten Europas. Alles begann 1957 mit einer Forschungs-Neutronenquelle, dem wegen seiner markanten Form so genannten „Atom-Ei“. Es ist längst zum Wahrzeichen Garchings und seines Forschungsgeländes geworden. Um diese Neutronenquelle entstanden im Laufe von über fünf Jahrzehnten eine Vielzahl von Instituten. Heute ist hier der natur- und ingenieurwissenschaftliche Standort der Technischen Universität München (TUM) mit den Fakultäten für Physik, Chemie, Maschinenwesen, Mathematik und Informatik. In unmittelbarer Nachbarschaft finden sich vier Institute der Max-Planck-Gesellschaft, Institute der Ludwig-Maximilians-Universität München, der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, das Hauptquartier der Europäischen Organisation für astronomische Forschung in der südlichen Hemisphäre (ESO), das europäische Forschungszentrum von General Electrics und weitere Forschungseinrichtungen. Mit der U-Bahn

im Herzen des Campus kann das Zentrum Münchens im 10-Minuten-Takt erreicht werden. Die Perspektiven sind gut: Der Campus Garching wächst weiter.

Die fachliche Vielfalt sowie die Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen macht die wissenschaftliche Kompetenz des Forschungsgeländes aus. Die Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) hat hier den idealen Standort. Seit 2005 wird sie von einer Vielzahl von Disziplinen für die wissenschaftliche Forschung genutzt. Physiker, Chemiker, Ingenieure, Mediziner, Biologen und Wissenschaftler anderer Fachbereiche arbeiten hier interdisziplinär zusammen. Als Zentrale Wissenschaftliche Einrichtung der Technischen Universität dient sie der Spitzenausbildung der Studenten. Die Wechselwirkung mit benachbarten naturwissenschaftlichen Instituten auf dem Campus, in München und Freising-Weihenstephan befruchtet Forschung und Lehre außerordentlich. Für deutsche und ausländische Wissenschaftler bietet der FRM II eine leistungsstarke moderne Neutronenquelle mit ausgezeichnetem Forschungspotenzial. Durch seine international einmalige Anwendungsorientierung ist der FRM II Anziehungs- und Kristallisationspunkt für die Ansiedlung einer Reihe von High-Tech-Unternehmen.



3

Die Neutronenquelle FRM II – ein einzigartiges Mikroskop


Die Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) ist kein Kernkraftwerk. Sie dient, wie das alte „Atom-Ei“, nicht der Erzeugung von elektrischer Energie, sondern ausschließlich als Neutronenquelle für wissenschaftliche Untersuchungen und Bestrahlungen. Die Neutronen, die beim Spaltprozess im Reaktor vom Atomkern gelöst werden, dienen als einzigartige Sonden. Mit dem FRM II steht Wissenschaftlern ein einmaliges Werkzeug für moderne Materialwissenschaften und Grundlagenforschung zur Verfügung. Wegen des hohen Neutronenflusses der Quelle, den sehr brillanten Neutronenstrahlen und der modernen Instrumentierung ist der FRM II in sehr unterschiedlichen Forschungsgebieten einsetzbar. Einige der Anwendungen sind nur in Garching möglich, viele der Experimentiereinrichtungen sind weltweit die leistungsstärksten ihrer Art. Die Arbeiten reichen von der reinen Grundlagenforschung und gehen über anwendungsnahe Untersuchungen, die Produktion von Halbleitermaterialien oder Pharmaka bis hin zur Be-

handlung von Krebspatienten. Etwa 30 Prozent der Nutzung dienen industriellen und medizinischen Anwendungen.

Ähnlich wie Licht haben Neutronen Welleneigenschaften. In einem Streuexperiment treffen sie auf eine zu untersuchende Probe und werden an deren Atomen abgelenkt. Die räumliche Verteilung der gestreuten Neutronen sowie deren aufgetretene Geschwindigkeitsänderung geben Auskunft über die atomare Struktur und Dynamik in der Probe. Mit diesen Informationen können beispielsweise Spannungszustände in einem Bauteil und die Ursachen von Materialermüdung sichtbar gemacht werden.

Zielgerichtet gelenkte Neutronenstrahlen durchdringen mühelos massive metallische Werkstücke. Somit kann die Neutronentomographie das Innere komplexer Werkstücke sichtbar machen. Dies dient dem Nachweis von Korrosionsprodukten, Rissbildungen oder Material-Inhomogenität an technischen Proben. Radiographien in Millisekunden-schritten machen schnell ablaufende Prozesse sichtbar. Hiermit gibt man der Industrie eine zerstörungsfreie Werkstückprüfung an die Hand.

Außerdem können die Strukturen neuer Materialien aufgeklärt oder Eigenschaften wie



**Forschungs-
Neutronenquelle
Heinz Maier-Leibnitz
(FRM II)**





Supraleitung untersucht werden. Wegen ihrer besonderen Wechselwirkung mit Wasserstoff sind Neutronen ebenfalls zur Untersuchung biologischer Proben ideal geeignet.

Durch Neutronen können Elemente umgewandelt werden. Das lässt sich zur Herstellung von Radiopharmaka, extrem homogen dotiertem Silizium als Hochleistungsmaterial für die Halbleiterindustrie oder zum Nachweis von Spurenelementen mittels der so genannten Neutronen-Aktivierungsanalyse nutzen.

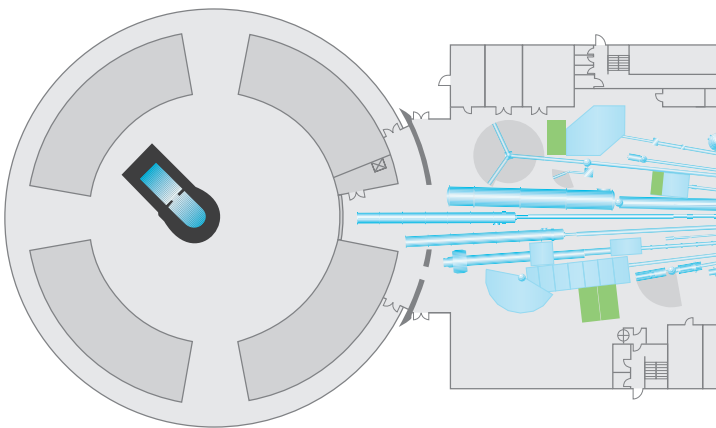
Um weitere Anwendungsgebiete zu erschließen und die Arbeit mit ihnen zu optimieren, sind natürlich auch die Neutronen selbst Gegenstand moderner Grundlagenforschung.

Ein wichtiges Arbeitsgebiet am FRM II bildet die Bestrahlung von oberflächennahen Tumoren mit schnellen Neutronen im Rahmen der Krebstherapie. Sie war bereits seit 1985 am „Atom-Ei“ sehr erfolgreich und wird am FRM II unter wesentlich verbesserten Bedingungen fortgesetzt.

4

Konzeption der Anlage – Sicherheit an erster Stelle

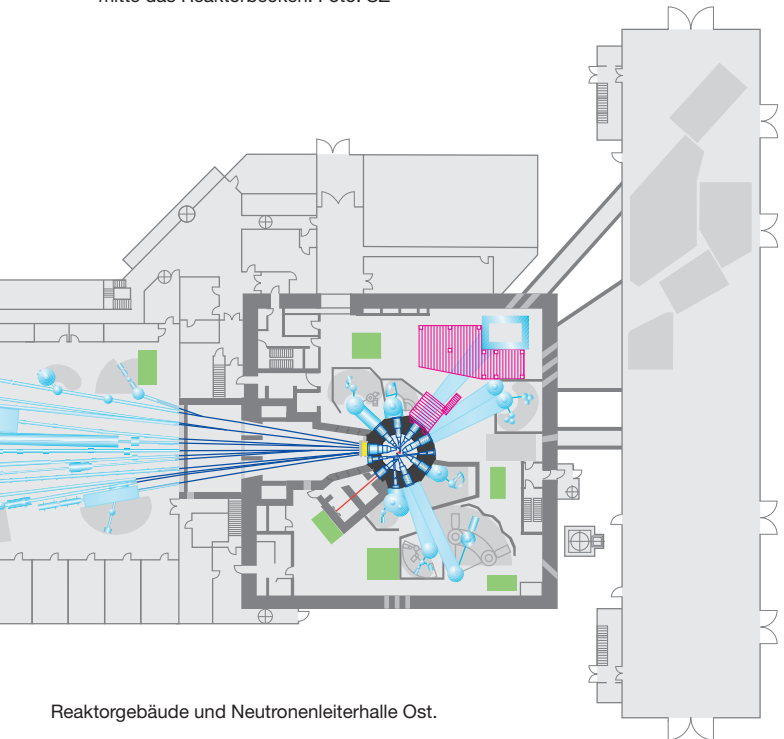
Der FRM II ist ausschließlich als Neutronenquelle für wissenschaftliche Experimente und Anwendungen ausgelegt und kann nicht zur Erzeugung elektrischer Energie eingesetzt werden (siehe Seite 11). Sein modernes Konzept be-



Grundrissplan (von links): Atom-Ei, Neutronenleiterhalle West,



Blick auf die Experimentierebene
im Reaktorgebäude. In der Bild-
mitte das Reaktorbecken. Foto: SZ



Reaktorgebäude und Neutronenleiterhalle Ost.

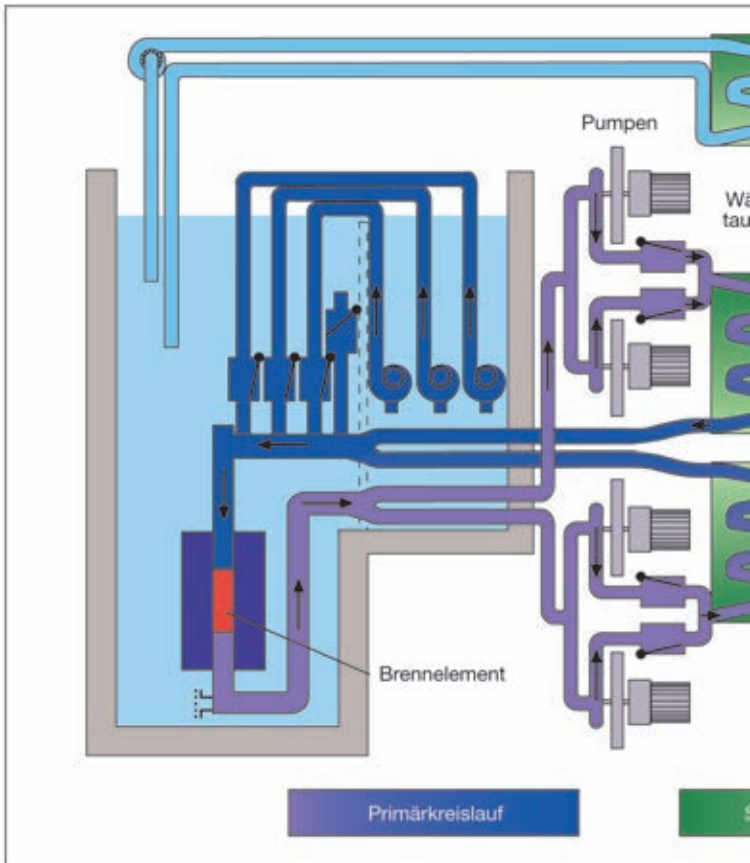


ruht auf der Verwendung eines sog. Kompaktkerns.

Zum Einsatz kommt jeweils für 60 Tage ein einziges, zylinderförmiges 130 cm hohes Brennelement mit einem Außendurchmesser von 24 cm. Die Brennstoffzone ist etwa 70 cm hoch und enthält ca. 7,6 kg spaltbares Uran. Dieses Brennelement ist im Zentrum eines mit Schwerwasser gefüllten Moderator tanks ein-

gebaut. Das ganze befindet sich im Reaktorbecken, das mit 700 Kubikmeter hochreinem Wasser gefüllt ist.

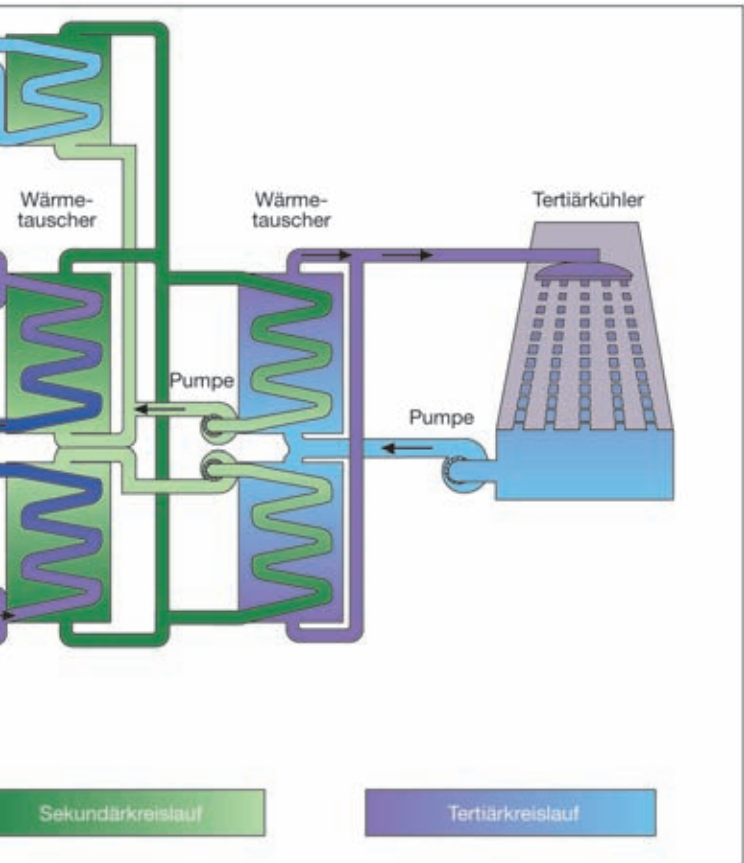
Das Brennelement des FRM II wird im Zentralkanal des Moderator tanks von Kühlwasser aus dem Reaktorbecken durchströmt, welches sich dabei auf etwa 53 °C erwärmt. Insgesamt sorgen drei gestaffelte Kühlkreisläufe dafür, dass einerseits die im





Leistungsbetrieb durch die Kernspaltung entstehende Wärme sicher abgeführt wird und andererseits eine doppelte, überwachte Aktivitätsbarriere hin zum Kühlturm besteht. Die Reaktorleistung wird über den zentralen Regelstab im Innern des Brennelementes geregelt. Neben seiner Aufgabe zur Leistungsregelung kann der Regelstab allein schon die Kettenreaktion durch Einfall in das Brenn-

element zuverlässig stoppen und den Reaktor damit abschalten. Zusätzlich ist zur Abschaltung ein unabhängiges, diversitäres System aus fünf Abschaltstäben im Moderator tank vorhanden. Die Abschaltstäbe sind so wirksam, dass eine zuverlässige Abschaltung des Reaktors selbst dann sichergestellt wäre, wenn der wirksamste der fünf Abschaltstäbe nicht zur Verfügung stünde.





Bei der Spaltung des Urans werden Neutronen freigesetzt. Die kompakte Bauweise des FRM II Brennelements führt dazu, dass mehr als 70 Prozent der Neutronen die Uranzone verlassen und außerhalb des Brennelements im Moderator eine sehr hohe Neutronenflussdichte ausbilden ($8 \cdot 10^{14}$ Neutronen $\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$, das sind 800 Billionen Neutronen pro Sekunde und Quadratzentimeter). In dieses dichte Neutronenfeld ragen zehn horizontale und zwei schräge Strahlrohre sowie diverse vertikal angeordnete Bestrahlungskanäle hinein. Die vertikalen Bestrahlungskanäle dienen der Bestrahlung von Proben.

Die eigentlichen Experimentierplätze befinden sich außerhalb des Reaktorbeckens in Verlängerung der Strahlrohre in der Experimentierhalle des Reaktorgebäudes sowie entlang der Neutronenleiter in der Neutronenleiterhalle. Letztere liegt zwischen dem FRM II-Gebäude und dem alten „Atom-Ei“. Die neu errichtete Halle Ost wird, sobald sie entsprechend ausgerüstet ist, ebenfalls für Experimente genutzt werden.

5

Inhärente Sicherheit

Das Sicherheitskonzept des FRM II beruht auf dem Grundgedanken der Redundanz. In keiner Phase hängt die Sicherheit von einem Faktor ab – immer springt eine andere Komponente ein, falls es an einer Stelle zum Versagen käme. So beinhaltet die äußerst kompakte Bauweise des FRM II-Brennelementes eine inhärente Sicherheit. Das bedeutet, dass die Anlage bei Eintreten einer Störung aufgrund physikalischer Gesetzmäßigkeiten von selbst in einen sicheren und stabilen Betriebszustand übergeht.

Das Brennelement des FRM II funktioniert aufgrund der kleinen Abmessung nur in seiner vorgesehenen Umgebung: Es benötigt leichtes Wasser zwischen den Brennstoffplatten und schweres Wasser im umgebenden Moderator tank. Wenn eine Komponente fehlt oder verändert wird, beispielsweise bei einer starken Durchmischung von schwerem und leichtem Wasser, erlischt automatisch die Kettenreaktion.

Der FRM II ist eine Anlage zur Gewinnung von Neutronen und unterscheidet sich somit deutlich von einem Leistungs-Kernkraftwerk zur Stromerzeugung. Seine thermische



Leistung, also seine erzeugte maximale Wärmemenge beträgt 20 Megawatt (20 MW), ein Kernkraftwerk erzeugt bis zu 200 mal soviel Leistung, also ~ 4000 MW. Diese gravierenden Leistungsunterschiede ermöglichen völlig andere Alternativen zur Abführung der sogenannten Nachzerfallsleistung nach einer Reaktorabschaltung. Nur eine Sekunde nach Abschaltung des FRM II beträgt die abzuführende Wärmeleistung nur noch ca. 1,2 MW, bei einem Kernkraftwerk dagegen bis zu 220 MW.

Daher benötigt der FRM II zur Abführung der Nachzerfallswärme nach der Abschaltung weder elektrische Energie von außen noch die Verfügbarkeit der selbstverständlich vorhandenen Notstromaggregate. Die anfallende Wärmeleistung wird in diesem Fall durch mehrfach vorhandene Pumpen, welche ihren Strombedarf aus Batterien im gesicherten Reaktorgebäude beziehen, abgeführt. Nach drei Stunden ist die Nachzerfallsleistung so gering, dass auf Pumpen ganz verzichtet werden kann. Die dann noch anfallende Wärme wird durch Naturkonvektion in das Beckenwasser abgegeben, welches mit seinen 700 cbm Wassermenge für beliebig lange Zeit Speicherkapazität vorhält.

Die Abgaben von radioaktiven Stoffen (Emissionen) in Form von gasförmigen oder flüssigen Nukliden über die Fortluft (Kamin) oder das Abwasser sind äußerst gering, vor allem bezüglich der radiologisch bedeutsamen Nuklidgruppen wie radioaktive Aerosole und Jod. Die Emissionen bewegen sich sehr weit unterhalb der als unbedenklich geltenden gesetzlichen Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung. Eine radiologische Belastung, auch der näheren Umgebung, ist im Routinebetrieb ausgeschlossen.

6

Umfassend geprüft

In den ausführlichen Beratungen von Strahlenschutzkommission (SSK) und Reaktorsicherheitskommission (RSK) als unabhängige Beratungsgremien des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und von weiteren Gutachtern wurden alle nur denkbaren Störfälle betrachtet. Einbezogen in die Untersuchungen wurden unter anderem die Auswirkungen von Hochwasser, komplettem Stromausfall, Erdbeben, Flugzeugabstürzen – nach den terroristischen Anschlägen in New York vom 11. September 2001 insbesondere von großen Verkehrsmaschinen – sowie von unterstellten Störfällen wie dem



hypothetischen Fall einer partiellen oder kompletten Kernschmelze. Nach dem Stand von Wissenschaft und Technik wurde beim FRM II umfassende Vorsorge gegen etwaige Schäden getroffen.

Das wurde der TU München eindeutig durch das BMU und das damalige Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU) im Rahmen der Begutachtung und Erteilung der Betriebsgenehmigung bestätigt.

7

Der FRM II - eine sichere Forschungsanlage

Der FRM II ist eine äußerst sichere kerntechnische Anlage für wissenschaftliche Zwecke. Dass jemand aus der Bevölkerung direkt oder indirekt durch den FRM II geschädigt wird, ist sehr unwahrscheinlich und kann praktisch ausgeschlossen werden. Dennoch sind im Falle eines Unfalls alle Vorkehrungen zum Schutz der Bevölkerung getroffen. Dem Schutz der Bevölkerung und des Personals wird höchste Priorität eingeräumt.

Auch im Alltagsbetrieb werden die notwendigen Vorkehrungen zum Schutz der Mitarbeiter und Besucher getroffen, um Gesundheitsgefahren oder das Risiko von Verschleppung von Radioaktivität auszuschließen. Durch Überschuhe und Laborkittel und den Einsatz von Kontaminations-Monitoren ist sichergestellt, dass in keinem Fall radioaktives Inventar den Kontrollbereich verlässt.

Alle Personen, die sich im FRM II aufhalten und dort tätig werden, werden streng auf ihre Zuverlässigkeit überprüft. Konsequentes Mitführen eines Dosimeters stellt sicher, dass die Dosisgrenzwerte für Mitarbeiter und Besucher eingehalten werden.

8

Sicherheit wird groß geschrieben

Kerntechnische Anlagen weisen in Deutschland generell einen außerordentlich hohen Sicherheitsstandard auf. Die bestehenden Gesetze, Verordnungen und Richtlinien fordern dies. Die Qualität und Funktionstüchtigkeit der technischen Ausrüstung sowie die Fachkunde des Personals am FRM II werden von der Aufsichtsbehörde – in Bayern dem Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Ver-



braucherschutz – permanent überwacht. Dieses schaltet hierzu unabhängige Sachverständige ein. Der Bestand an Kernbrennstoffen in der Forschungs-Neutronenquelle wird durch Inspektoren der Europäischen Gemeinschaft (Euratom) und der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) kontinuierlich in der Anlage überprüft.

Aufgaben und Organisation des Strahlenschutzes sind im Betriebshandbuch geregelt. Hauptaufgaben des Strahlenschutzes sind der Schutz der Bevölkerung, des Personals und der Umwelt. Er sorgt dafür, dass bei allen notwendigen Arbeiten die Menge von radioaktiven Stoffen, die über Fortluft und Abwasser in die Umgebung gelangen, nach Stand von Wissenschaft und Technik so gering wie möglich gehalten wird und keine Gefahr für Mensch und Umwelt entsteht. Für die Strahlung, der die am Reaktor tätigen Personen ausgesetzt sind, gilt ebenso das Minimierungsgebot. Im Rahmen ihrer Tätigkeit kontrollieren die Mitarbeiter des Strahlenschutzes streng die Einhaltung der vom Gesetzgeber vorgegebenen radiologischen Grenzwerte innerhalb der Anlage und in der Umgebung. Durch kontinuierliche behördliche Aufsichtsmaßnahmen und Messungen wird dies überprüft.

9

Katastrophenschutz

Die Verantwortung gegenüber den Nachbarn, Mitarbeitern und Studierenden erfordert auch eine detaillierte Planung für den Katastrophenfall. Für die Planung des Katastrophenschutzes wird der unwahrscheinliche gravierendste Fall, einer vollständigen Kernschmelze, als Hypothese zugrunde gelegt. Selbst in diesem unrealistischen Fall wäre das Reaktorgebäude ein wirksamer radiologischer Schutz. Die 1,80 Meter dicken Außenwände des Reaktorgebäudes schützen zuverlässig gegen Direktstrahlung.

Darüber hinaus kann das Reaktorgebäude nahezu luftdicht abgeschlossen werden. Berechnungen belegen, dass die Filteranlagen der Lüftung imstande sind, die Spaltprodukte auch im hypothetischen Fall vollständiger Kernschmelze hinreichend zurückzuhalten. Demnach würde die maximale effektive Dosis infolge von Direktstrahlung und Abgabe über den Kamin in der bewohnten Umgebung etwa 6,5 mSv (Millisievert) für eine erwachsene Person betragen; das sind 13 Prozent des Wertes, den der Gesetzgeber als Planungswert bei einem Störfall zulässt.



Noch nicht einmal auf dem Betriebsgelände wäre eine Evakuierung erforderlich, geschweige in der Stadt Garching, den umliegenden Ortschaften oder gar in München.

Die Technische Universität München als Betreiberin der Forschungs-Neutronenquelle und das Landratsamt München als zuständige Katastrophenschutzbehörde haben neben der Vorsorge zum Schutz der Bediensteten auf dem Forschungsgelände, auch Vorkehrungen für alle anderen Personen in der Umgebung getroffen.

Für das Gelände des FRM II wurde ein innerbetrieblicher Alarmplan aufgestellt, in dem alle Sofort- und Hilfsmaßnahmen aufgezeigt sind. Dieser Plan wird ständig auf dem aktuellen Stand gehalten und dient auch als Grundlage für Katastrophenschutzübungen.

Das Landratsamt München hat aufbauend auf dem innerbetrieblichen Alarmplan des FRM II in seiner Katastrophenschutzplanung ein Einsatzkonzept entwickelt. Es koordiniert in einer Notfallsituation alle nötigen Schutz- und Hilfsmaßnahmen für die Menschen, die sich in der Umgebung des Reaktor-geländes aufhalten. Grundlage hierfür sind die von Bund und Ländern gemeinsam er-

arbeiteten „Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen“, die in Bayern durch die „Leitsätze für die Erstellung objektbezogener Alarm- und Einsatzpläne sowie für Maßnahmen des Katastrophenschutzes bei kerntechnischen Unfällen“ noch konkretisiert wurden.

Die Katastrophenschutzbehörden sind auf die Einleitung der folgenden Maßnahmen vorbereitet:

-
- Alarmierung
-
- Bildung der Führungsgruppe Katastrophenschutz
-
- Organisation von radiologischen Messungen
-
- Unterrichtung der Bevölkerung
-
- Verkehrslenkung
-
- Aufenthaltsempfehlungen und andere mögliche Maßnahmen
-
- Zusammenarbeit mit zuständigen Behörden und Stellen
-

**9a**

Alarmierung

Bei einem Stör- oder Unfall wird der Betreiber des FRM II unverzüglich nach einem detailliert festgelegten Meldeschema die zuständigen Behörden und Stellen informieren. Die Alarm- und Meldewege sowie die Funktionsfähigkeit der hierfür vorgesehenen geschützten Leitungen werden von der Polizei zusammen mit dem Betreiber des FRM II fortlaufend überprüft.

9b

Einsatzleitung

Nach einem Störfall mit möglichen Auswirkungen auf die Umgebung wird das Landratsamt München die Einsatzleitung übernehmen und – falls notwendig – die Katastrophenschutzmaßnahmen einleiten und koordinieren.

9c

Messorganisation

Zur Überwachung der Umgebung kerntechnischer Anlagen führen die Behörden in Bayern ständig Messungen durch. Ergänzt werden diese Messnetze durch die Messeinrichtungen des FRM II und nach einem Störfall zusätzlich durch den verstärkten Einsatz mobiler Messtrupps. Diese

Messtrupps führen Messaufgaben und Probenentnahmen in der Umgebung des Forschungsgeländes durch und teilen die Ergebnisse dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz mit, das auf der Grundlage der Daten das Landratsamt München berät und die erforderlichen Maßnahmen vorschlägt.

In Deutschland wird die Umweltradioaktivität laufend flächendeckend u. a. durch automatische Stationen überwacht. Aktuelle Messdaten für Bayern und zusätzliche Informationen sind allen Bürgerinnen und Bürgern im Internet fortlaufend zugänglich unter: <http://www.lfu.bayern.de/strahlung/daten/index.htm>

9d

Unterrichtung der Bevölkerung

Die Bevölkerung wird auf folgenden Wegen verständigt und informiert:

- Durchsagen über Lautsprecherwagen von Polizei, Feuerwehr und Katastrophenschutz und
- Informationen über den Rundfunk



92

E45

9

Unter-schleiß-heim

Eching

Ober-schleißheim

Lustheim

Hochbrück

M.-Neu-herberg

AB-Kr. M.-Nord

Neu-herberg

Fröttmaning-Nord

Allianz-Arema

Hasenberg

Lerchenau

Fröttmaning-Süd

Freimann

Milbertshofen

M.-Frankfurter Ring

M.-Freimann

16

13

11

M.-Schwabing

U6

U6

U6

S1

Hollern

Lohhof

Lohhof

Eching

Garching Nord

Garchinger See

Garching-Süd

Dirn-isman

Ne bei

Forsch 9

U fö

Neufahrn bei Freising



Dietersheim

11

U6 Garching-
Forschungs-
zentrum

Forschungs-
gelände

Technische
Universität

500m

2 km

388

Garching
b. München

Schörgenbach

388

an-
maning

471

Ismaning

Speichersee

99

E45

E52

Unter-
föhring

Feringasee

Aschheim/
Ismaning

17
Hausen

Kirchheim



Die Rundfunkdurchsagen erfolgen über die Sender, auf denen Sie auch Verkehrsdurchsagen empfangen können (z. B. Bayern 3, Antenne Bayern und einige weitere Privatsender). Die Durchsagen werden der aktuellen Situation angepasst und regelmäßig gesendet. Lassen Sie Ihr Radio deshalb in einem solchen Fall auf Empfang.

9e

Verkehrslenkung

Sollte es aufgrund der Messdaten oder der Zufahrt von Hilfskräften erforderlich werden, erfolgt eine Verkehrslenkung. Für sie sind Einsatzkräfte der Polizei und Feuerwehr vorgesehen. Die Hinweise im Radio sind zu beachten.

9f

Aufenthalts-empfehlungen

Sollte es zu einem Unfall kommen, würden freie gesetzte radioaktive Stoffe vor allem über die Luft transportiert. Da der Aufenthalt in Gebäuden einen beträchtlichen Schutz bietet, wird Ihnen die Katastrophenschutzbehörde – falls nötig – empfehlen, im Haus zu bleiben. In diesem Fall schließen Sie bitte Türen und Fenster und schalten Sie Lüftungs- und Klimaanlage

ab. Somit wird der Kontakt mit radioaktiven Stoffen weitgehend vermieden. Die unabhängige Strahlenschutzkommission (SSK) sieht den Aufenthalt in Gebäuden ab einer effektiven Äquivalentdosis von 10 mSv (Millisievert) durch äußere Exposition und Inhalation als sinnvoll an. Beim FRM II wird selbst im hypothetischen Fall einer Kernschmelze eine solche Maßnahme im bewohnten Umkreis nicht erforderlich sein.

9g

Ausgabe und Einnahme von Jodtabletten

Radioaktives Jod gehört zu den Stoffen, die bei einem Unfall in einer kerntechnischen Anlage freigesetzt werden könnten. Durch Einlagerung in der Schilddrüse kann die Strahlung den Körper besonders belasten. Die rechtzeitige Einnahme von Kaliumjodid-Tabletten führt zu einer Sättigung der Schilddrüse mit nichtradioaktivem Jod, so dass radioaktives Jod nur noch sehr begrenzt vom Körper aufgenommen werden kann. In der Nähe von kerntechnischen Anlagen werden deshalb Jodtabletten durch die Behörden – konkret vom Landratsamt München – bereit gehalten. Diese Tabletten,



deren unkontrollierte und unnötige Einnahme gesundheitliche Risiken birgt, sollten erst nach entsprechender behördlicher Aufforderung durch Lautsprecher- und Rundfunkdurchsagen eingenommen werden.

9h

Evakuierung

Evakuierungsmaßnahmen werden laut Empfehlung der Strahlenschutzkommission (SSK) ab einer zu erwartenden Äquivalentdosis von mehr als 100 mSv durch äußere Exposition und Inhalation empfohlen. Solche Werte werden auch bei den schlimmsten denkbaren Unfällen am FRM II nicht auftreten, da die Radioaktivität sicher im Gebäude eingeschlossen bleibt. Dennoch sieht der Katastrophenschutzplan in Fortschreibung des bestehenden Alarm- und Einsatzplans auch für den FRM II Evakuierungsmaßnahmen vor. Sie umfassen als Evakuierungsstufe 1 einen Umkreis von bis zu 500 m um den FRM II, was im wesentlichen das Forschungsgelände selber betrifft. Die Evakuierungsstufe 2 reicht bis zu einem Umkreis von 2 km um den FRM II. Damit könnte ein Teilbereich der Stadt Garching sowie die Ortschaft Dietersheim betroffen sein. Diese Bereiche sind in der

Karte auf Seite 16/17 dargestellt.

Die Katastropheneinsatzleitung legt das genaue Evakuierungsgebiet fest. Sofern Sie betroffen sein sollten, erhalten Sie über Rundfunk oder Lautsprecherdurchsage die notwendigen Informationen über

- Evakuierungswege
- Sammelstellen in der Nähe, an denen Personen ohne Mitfahrgelegenheit in eigenem PKW abgeholt werden
- Ansprechstellen für Personen, die nicht in der Lage sind, in einem PKW mitzufahren oder sich an eine Sammelstelle zu begeben.

9i

Kindergarten und Schule

Die Katastropheneinsatzleitung wird im Bedarfsfall dafür sorgen, dass Kindergärten und Schulen geschlossen bleiben. Bei entsprechendem zeitlichen Verlauf werden die Kinder mit ihren Lehrern und Betreuern in Sicherheit gebracht. An den Aufnahmeorten wird dann dafür gesorgt, dass die Familien wieder zusammengeführt werden.



9j

Zusammenarbeit mit zuständigen Behörden und Stellen

Im Bedarfsfall bildet das Landratsamt München eine Führungsgruppe Katastrophenschutz, die einerseits den Einsatz der Hilfskräfte koordiniert und andererseits mit allen betroffenen Behörden und Stellen Kontakt hält. Herauszuheben ist hierbei besonders die Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz und dem Bayerischen Landesamt für Umwelt.

10

FRM II für Besucher offen

Sind Sie neugierig geworden? Möchten Sie sich aus erster Hand über die Forschungen am FRM II unterrichten lassen? Der FRM II steht nicht nur den Fachleuten, sondern auch der interessierten Öffentlichkeit nach Anmeldung zur Besichtigung offen. Darüber hinaus gibt es einmal jährlich einen Tag der offenen Tür, der üblicherweise im Oktober stattfindet (Termin siehe Tagespresse).

Eine Führung in kleinen Gruppen beinhaltet die Besichtigung von drei Stationen. Von einem Besucherfenster aus kann ein Blick in die Reaktorhalle mit dem Becken, den Einbauten und den Regel- und Steuerelementen geworfen werden.

Daneben zeigt der Rundgang durch die Experimentierhalle die eindrucksvolle Instrumentierung und gibt einen Einblick in die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten der Neutronen.

Den Abschluss bildet ein Blick in die Neutronenleithalle mit ihren sehr spezifischen Instrumenten, insbesondere den Neutronenleitern, welche analog zu Lichtleitern die Neutronen über größere Distanzen den Instrumenten zuführen.

Interessierte Besuchergruppen können sich über den Besucherdienst (besucherdienst@frm2.tum.de) oder telefonisch 089-28912147, informieren oder einen ersten Kontakt über das Internet aufnehmen (www.frm2.tum.de).

Für alle Besucher gilt, dass sie einen gültigen Personalausweis oder Reisepass mitführen und sich aus Sicherheitsgründen einer Personenkontrolle, vergleichbar am Flughafen, unterziehen müssen.



11

Fachausdrücke und ihre Bedeutung

In dieser Broschüre oder in anderen Artikeln, die sich mit dem Strahlenschutz und der Wirkung von Radioaktivität auf Mensch und Umwelt befassen, werden Sie immer wieder auf einige Begriffe stoßen, die im Folgenden erläutert werden:

Aerosole

Kleinste luftgetragene Teilchen (z.B. Staub).

Aktivität

Zahl der in einer radioaktiven Substanz pro Sekunde zerfallenden Atomkerne. Die Einheit der Aktivität ist das Becquerel (Bq). Wird die Aktivität auf andere Größen wie auf die Masse, das Volumen oder die Fläche bezogen, spricht man von spezifischer Aktivität, Aktivitätskonzentration oder Flächenaktivität.

Alpha(α)-Strahlung

Emission von He-Kernen (He-Atom ohne die Elektronenhülle). α -Strahlung lässt sich zumeist bereits mit einem Blatt Papier abschirmen.

Äquivalentdosis

Messgröße, mit deren Hilfe die biologische Strahlenwirkung auf den Menschen beschrieben wird. Die Einheit

der Äquivalentdosis ist das Sievert (Sv). Kleine Dosen werden häufig in Tausendstel Sievert (Millisievert, mSv) oder in Millionstel Sievert (Mikrosievert, μ Sv) angegeben.

⇒ **Strahlung, ionisierende** können biologisches Gewebe schädigen, indem Zellen zerstört oder verändert werden. Der Grad der Schädigung hängt von der Art und der Menge der aufgenommenen Strahlung ab. Bei Angabe der Äquivalentdosis ist die unterschiedliche biologische Wirksamkeit der verschiedenen Strahlenarten (Alpha-, Beta-, Gamma-Strahlung oder Neutronenstrahlung) berücksichtigt.

Atom

Kleinstes Teilchen eines chemischen Elements. Atome haben einen Kern, der aus Protonen und Neutronen besteht, sowie eine Hülle aus Elektronen. Einzelne Neutronen sind 10.000 mal kleiner als der Atomdurchmesser.

Becquerel (Bq)

Einheit der Aktivität. Die Aktivität 1 Bq liegt vor, wenn ein Atomkern je Sekunde zerfällt.

Beta(β)-Strahlung:

Emission von Elektronen (β^-) oder Positronen (β^+). β -Strahlung lässt sich zumeist durch einen wenige Millimeter dicken Kunststoff abschirmen.



Dekontamination

Beseitigung oder Verminderung von oberflächlichen radioaktiven Verunreinigungen, im einfachsten Falle durch Abwaschen.

Dosis

Maß für eine im weiteren näher definierte Strahlenwirkung auf Materie (siehe z.B. Äquivalentdosis).

Dosis, effektive

Kurzbezeichnung für effektive \Rightarrow Äquivalentdosis. Es wird dabei berücksichtigt, dass die verschiedenen Organe des menschlichen Körpers unterschiedlich empfindlich auf radioaktive Strahlung reagieren.

Dosisleistung

Pro Zeiteinheit auftretende Strahlendosis. Die Einheit der Äquivalent-Dosisleistung wird in Sievert pro Stunde (Sv/h) angegeben.

Emission

Abgabe von gasförmigen, flüssigen oder festen Stoffen an die Atmosphäre oder in Gewässer.

Fortluft:

Bezeichnung bei Nuklearanlagen für die über den Fortluftkamin abgegebene gefilterte Luft.

Gamma(γ)-Strahlung

Emission von hochenergetischen elektromagnetischen Wellen. γ -Strahlung lässt sich

effizient nur durch Schwermetalle wie Blei abschirmen. Je nach Energie werden hierzu typisch wenige Millimeter bis einige 10 cm Blei benötigt.

Halbwertszeit, biologische

Zeitspanne, in der eine vom Körper aufgenommene Anfangsmenge von Radionukliden durch natürliche Ausscheidung um die Hälfte abnimmt.

Halbwertszeit, effektive

Zeitspanne, in der im menschlichen Körper die Menge eines Radionuklides durch das Zusammenwirken von radioaktivem Zerfall und biologischer Ausscheidung um die Hälfte abnimmt.

Halbwertszeit, physikalische

Zeitspanne, in der sich die Anfangsmenge eines Radionuklides und damit auch dessen Aktivität um die Hälfte reduziert. Die Halbwertszeit ist für jedes Radionuklid charakteristisch.

Immission

Einwirkung von radioaktiven Stoffen auf Menschen, Tiere und Vegetation.

Inkorporation

Aufnahme bestimmter Produkte, z. B. radioaktiver Stoffe in den Körper. Die wichtigsten Inkorporationspfade sind Einatmen (Inhalation) oder Verschlucken (Ingestion).



Isotope

Atome eines Elementes, die sich in der Zahl der Neutronen im Kern unterscheiden. Die chemischen Eigenschaften aller Isotope eines bestimmten Elementes sind gleich (⇒ **Nuklid**).

Kontamination

Verunreinigung von Gegenständen, Personen oder der Umwelt durch bestimmte Stoffe, z. B. durch radioaktive Substanzen (⇒ **Dekontamination**).

Kontaminations-Monitor

Messgerät, welches Kontaminationen durch radioaktive Substanzen an Personen und Gegenständen aufspürt und anzeigt.

Naturkonvektion

Umwälzung von Wasser im Reaktorbecken durch temperaturbedingte unterschiedliche Dichten (warmes Wasser steigt nach oben).

Nuklid

Atomart, die durch bestimmte Protonen- und Neutronenzahl und einen bestimmten Energiezustand bestimmt ist (⇒ **Isotop**).

Radioaktivität

Eigenschaft bestimmter Atome, γ -Quanten abzustrahlen oder sich nach einer gewissen Zeit ohne äußere Einwirkung in andere Atomkerne umzuwandeln (zu zerfallen)

und dabei ebenfalls eine charakteristische, energiereiche Strahlung auszusenden. Das entstehende Atom kann stabil oder wiederum radioaktiv sein.

Radionuklide, Radioisotop

Instabile ⇒ **Nuklide**, Isotope, die spontan unter Strahlenemission zerfallen.

Radiopharmaka

Medikament, dessen Wirkung auf der Strahlung eines Radioisotops beruht. Radiopharmaka werden sowohl für Diagnose als auch Therapie eingesetzt.

Spaltprodukte, radioaktive

Radionuklide, die bei der Spaltung von Kernbrennstoffen entstehen. Wichtige Spaltprodukte sind Strontium-90, Jod-131 und Cäsium-137.

Strahlenexposition

Vorgang, bei dem Menschen oder Gegenstände radioaktiver Strahlung ausgesetzt werden. Es ist zwischen äußerer und innerer Exposition zu unterscheiden. Einer äußeren Exposition sind Menschen ausgesetzt, die sich in der Nähe von einer Strahlenquelle befinden. Im Gegensatz dazu entsteht eine innere Exposition, wenn radioaktive Stoffe in den Körper aufgenommen wurden (⇒ **Inkorporation**).

Strahlenschäden, akute

Durch die Einwirkung einer hohen Dosis einer ⇒ **ionisie-**



renden Strahlung hervorgerufenen Krankheitsbild, das innerhalb kurzer Zeit nach der Exposition auftritt. Der Schweregrad akuter Strahlenschäden hängt von der Dosis ab. Allerdings gibt es eine Schwellendosis, unterhalb derer keine akuten Gesundheitsschäden auftreten.

Strahlenschäden, stochastische

Durch die Einwirkung ionisierender Strahlung hervorgerufene Spätschäden, die als Schädigung des Erbgutes oder als Krebserkrankung auch erst Jahre nach der Exposition auftreten können. Bei den stochastischen Strahlenschäden hängt nicht die Schwere der Erkrankung, sondern die Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens von der Dosis ab.

Strahlung, ionisierende

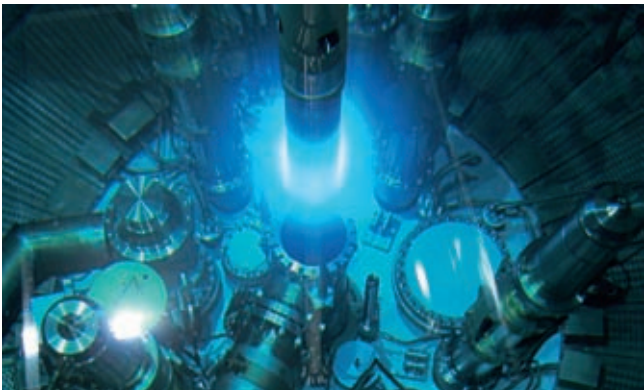
Sammelbegriff für alle Strahlenarten, die geladene Atom- und Molekülbausteine (Ionen)

erzeugen können. Beim radioaktiven Zerfall wird von Atomkernen ionisierende Strahlung ausgesandt, deren Art und Energie charakteristisch für das Radionuklid ist. Man unterscheidet zwischen Alpha(α)-Strahlung aus Helium-Atomkernen, Beta(β)-Strahlung aus negativ geladenen Elektronen oder positiv geladenen Positronen und elektromagnetischer Gamma(γ)-Strahlung. Die γ -Strahlung tritt im allgemeinen auch als Begleiterscheinung der α -Strahlung und der β -Strahlung auf.

Tscherenkow Licht

Tiefblaues Licht, abgestrahlt vom Wasser, welches das Brennelement umgibt. Es entsteht durch die Wechselwir-

Blick in das nach oben offene Reaktorbecken beim Wechsel des Brennelementes. Deutlich ist das Tscherenkow Leuchten des Wassers in der Nähe des Brennelementes zu sehen.





kung von hochenergetischen Elektronen mit den Wassermolekülen. Die Elektronen müssen sich schneller bewegen als die Lichtgeschwindigkeit im Wasser.

12

Nachgefragt

Welche natürliche Strahlenexposition gibt es in der Umgebung des FRM II?

Jeder Mensch ist ständig einer natürlichen Strahlenexposition ausgesetzt. Sie schwankt sehr stark von Ort zu Ort und hängt zum Beispiel von der Höhe über dem Meeresspiegel ab. Im Raum München beträgt die effektive Dosis im Freien knapp 1000 Mikrosievert/Jahr resultierend aus Höhen- und Bodenstrahlung, hinzukommen noch die Belastungen durch Inkorporation von natürlichen radioaktiven Stoffen und vor allem durch Inhalation von Radon mit seinen radioaktiven Zerfallsprodukten, so dass sich insgesamt eine Strahlenexposition im Mittel von 2500 Mikrosievert/Jahr im Raum München ergibt.

Wie hoch ist die effektive Dosis, die Personen in der Umgebung des FRM II zusätzlich infolge der betrieblichen Abgabe von Radionukliden über die Fortluft erhalten?

Wie vom Gesetzgeber gefordert, haben unabhängige Gutachter dies im Zuge des Genehmigungsverfahrens für eine fiktive „Referenzperson“ berechnet, die sich im Jahr dauernd (365 Tage á 24 Stunden) am Zaun des FRM II aufhält und ausschließlich von Produkten ernährt, die dort wachsen. Im Vergleich zur natürlichen Strahlenexposition im Freien (s. o.) ist diese Dosis weniger als ein Hundertstel: Bei voller Ausschöpfung der Genehmigungswerte des FRM II für die Abgabe radioaktiver Stoffe beträgt die effektive Dosis für eine erwachsene Referenzperson nur 18 Mikrosievert/Jahr.

Die bisherigen Betriebserfahrungen seit den ersten vom FRM II erzeugten Neutronen im März 2004 bis Mitte 2008 haben gezeigt, dass selbst für diese „Referenzperson“ die Berechnungen der Strahlenexposition, basierend auf realen Abgabewerten von radioaktiven Stoffen, noch weit unter den hypothetischen Annahmen liegen. Für die erwachsene „Referenzperson“ betrug die effektive Dosis le-



diglich ca. 0,2 Mikrosievert/Jahr, für das Kleinkind lediglich ca. 0,3 Mikrosievert/Jahr. Zudem wird keine reale erwachsene Person, und ein Kleinkind schon gar nicht, sich ständig in der unmittelbaren Nähe des Zauns aufhalten und sich von dort angebotenen Nahrungsmitteln ernähren.

Für die nächste bewohnte Umgebung des FRM II liegen die Dosiswerte mindestens noch einmal um das 10-fache darunter, also für Erwachsene höchstens 0,02 Mikrosievert/Jahr und für das Kleinkind höchstens 0,03 Mikrosievert/Jahr.

Welche Dosis resultiert aus der Abgabe von Radioaktivität in die Isar?

Zyklotron, Radiochemie und FRM II der TU München in Garching geben zusammen so wenig Radioaktivität über den Wasserpfad ab, dass die Aktivität an der maximal belasteten Stelle, nämlich der Einleitstelle in die Isar, im Jahresmittel weit unter dem Promillebereich liegt, also weniger als ein Tausendstel, der vorhandenen natürlichen Radioaktivität des Flusses.

Auch bei der Abgabe von schwach radioaktiven Abwässern aus dem FRM II wurde im Zuge des Genehmigungsverfahrens von dem

Gutachter für eine fiktive „Referenzperson“ auf Grund der Einleitungen der FRM II-Abwässer bei voller Ausschöpfung der beantragten Genehmigungswerte die maximale effektive Dosis berechnet. Sie beträgt für eine erwachsene Referenzperson bei sehr konservativer Betrachtung 3,2 Mikrosievert/Jahr.

Die tatsächlichen radioaktiven Abgaben, resultierend aus dem bisherigen Betrieb, führten bisher zu Dosisbelastungen, die weit weniger als ein Hundertstel dieses Wertes betragen.

Die konservativen Berechnungen nach den gesetzlichen Vorgaben auf Grund der tatsächlich erfolgten Abgaben von Abwässern aus dem FRM II führten bei den erwachsenen „Referenz-Personen“ maximal zu einer Dosis von weniger als 0,01 Mikrosievert/Jahr im Nahbereich der Einleitstelle. Für das Kleinkind ergeben sich rein rechnerisch ca. 0,04 Mikrosievert/Jahr, wobei anzuführen ist, dass hier der dominante, aber gesetzlich zu berücksichtigende sog. „Muttermilchpfad“ überhaupt nicht zum Tragen kommt.

Fazit:

Die gesetzlich vorgegebenen, als unbedenklich zu bewertenden Grenzwerte für die



jährliche Dosisbelastung der Bevölkerung auf Grund der Abgabe von radioaktiven Stoffen über die Fortluft oder das Abwasser einer Anlage, die mit radioaktiven Stoffen umgeht, sind jeweils auf 300 Mikrosievert/Jahr festgeschrieben.

Die konservativ berechneten, auf tatsächlichen Abgaben beruhenden Dosen - sowohl für erwachsene Personen wie auch für Kleinkinder - auf Grund der Emissionen des FRM II über Abwasser und Fortluft betragen etwa ein Tausendstel der gesetzlichen Vorgaben.

Die Dosisbelastungen sowohl für Erwachsene als auch für Kleinkinder sind somit so minimal, dass sie völlig vernachlässigt werden können. Die zusätzlichen Dosen liegen somit weit innerhalb der Schwankungsbreite der natürlichen Strahlenbelastung, der jeder Mensch, ob Erwachsener oder Kleinkind, sowieso ausgesetzt ist.

Die Ergebnisse der jährlichen Berechnungen der Strahlenexpositionen der Bevölkerung in der Umgebung des FRM II, ermittelt vom Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU), sind im Internet unter <http://www.lfu.bayern.de/strahlung/daten/index.htm> veröffentlicht.





