

# 30 JAHRE FORSCHUNGS- UND SACHVERSTÄNDIGEN- TÄTIGKEIT

INTERDISZIPLINÄRES WISSEN  
FORTSCHRITTLICHE METHODEN  
QUALIFIZIERTE DATEN



IMPRESSUM:

*Herausgeber:*

Gesellschaft für Anlagen-  
und Reaktorsicherheit (GRS) mbH  
Stabsabteilung Kommunikation  
Ltg.: Dr. Heinz-Peter Butz

*Redaktion:*

Dr. Heinz-Peter Butz,  
Dipl.-Geol. Gabriele Berberich,  
Erfstadt-Gymnich

*Gestaltung:*

Lengowski und Partner, Köln

*Bildverzeichnis:*

GRS-Archiv,  
Dr. Heinz-Peter Butz (GRS),  
Horst May (GRS),  
Stefan Weber (GRS),  
Dipl.-Geol. Gabriele Berberich,  
Erfstadt-Gymnich

*Druck:*

Moeker-Merkur GmbH,  
Köln

Nachdruck, auch auszugsweise,  
nur mit Genehmigung der  
Gesellschaft für Anlagen- und  
Reaktorsicherheit (GRS) mbH,  
Schwertnergasse 1,  
50667 Köln

Köln, Juni 2007



Grußwort	4
<b>Einführung</b>	<b>6</b>
<b>1977 – 2007: Die Meilensteine</b>	<b>8</b>
<b>Die GRS heute</b>	<b>30</b>
Auftraggeber	30
Standorte, Mitarbeiter und Infrastruktur	30
GRS-Tochtergesellschaften	31
Partnerorganisationen	31
<b>Arbeitsfelder</b>	<b>32</b>
Reaktorsicherheitsanalysen	32
Reaktorsicherheitsforschung	38
Entsorgung	42
Endlagersicherheitsforschung	44
Forschungsbetreuung/Projekträgerschaft	48
Globale Partnerschaft gegen die Verbreitung von Massenvernichtungswaffen und -materialien (G8GP)	50
Technik und Recht	51
Kommunikation	52
Wissensmanagement und Kompetenzerhaltung	54
<b>Die GRS im Spiegel der Zeit</b>	

# GRUSSWORT

Nicht nur als Vorsitzender des Aufsichtsrats der GRS, sondern auch als Repräsentant des größten Auftraggebers, des BMU, ist es mir eine besondere Freude, der GRS zu ihrem 30. Geburtstag zu gratulieren. Ich überbringe auch die besten Wünsche von Minister Gabriel, der bedauerlicherweise an dieser Festveranstaltung nicht teilnehmen kann.

Die GRS hat über die vielen Jahre einen Weg genommen, der von wissenschaftlicher Solidität, technischem Sachverstand und Zuverlässigkeit geprägt ist. Dies zeichnet sie besonders aus, denn die wissenschaftliche Beratung der Politik ist eine besondere Herausforderung, unterliegt man doch leicht dem Versuch, politische Erwartungen zu erfüllen. Politik braucht Wissenschaftler, die ihre Analysen auf wissenschaftlichem Fundament transparent und nachvollziehbar durchführen und dokumentieren. Die GRS erfüllt diese Forderung in hervorragender Weise und dafür spreche ich ihr meinen besonderen Dank aus.

Die GRS liefert uns wissenschaftlich fundierte Ergebnisse, die für die politischen Entscheidungen von größter Bedeutung sind. Als hervorragendes Beispiel nenne ich die schwierige Aufgabe, die sie bei der Überarbeitung und Aktualisierung des deutschen kerntechnischen Regelwerks gemeistert hat. Auch die immer sehr zeitnahen und umfassenden Informationen an unsere atomrechtliche Aufsicht über Vorkommnisse in deutschen wie in ausländischen Anlagen ist ein wertvoller Beitrag für unsere politische Arbeit.

Insbesondere die Aufklärung der technisch-wissenschaftlichen Sachverhalte bei deutschen wie ausländischen Störfällen aufzuklären, hilft unseren Blick auf die Sicherheit zu schärfen und erkannte technische Defizite in unserem Land weiter abzubauen. Letztlich ist es aber die Politik, die eine besondere Verantwortung hat, dem berechtigten Anspruch der Bürger nach größtmöglicher Sicherheit gerecht zu werden. Deshalb brauchen wir Sie.

Auch bei der nach wie vor ungelösten Frage der Entsorgung leistet die GRS wertvolle Hilfe. Wir nutzen ihren international anerkannten Sachverstand, um in dieser Frage weiterzukommen. Gerade für die sicherheitstechnische Abwägung unterschiedlicher Wirtsgesteine für eine geplante tiefengeologische Lagerstätte befruchtet die neue Dimension der politischen Debatte über die Entsorgungsfrage.

Ich beobachte mit großer Zufriedenheit, dass die GRS auch international sehr gut aufgestellt ist. Sie arbeitet an entscheidender Stelle in hochkarätigen wissenschaftlichen Gremien mit und bringt deutsches Know-how in die internationale Diskussion ein. Gerade in Osteuropa haben Sie einen guten Ruf.

Die GRS bleibt für das BMU eine unverzichtbare Einrichtung. Ich wünsche ihr, dass sie ihre Arbeit weiterhin in hervorragender Weise angeht. Ich denke, dass die GRS eine gute Zukunft hat. Dazu gehört auch, dass Sie in Europa noch mehr Fuß fassen.

Schließlich möchte ich der Geschäftsführung, Herrn Lothar Hahn und Herrn Hans Steinhauer, meinen Dank und meine Anerkennung aussprechen. Sie waren immer überzeugende Ansprechpartner mit durchdachten Konzepten.

Für Sie ist es eine besondere Herausforderung, die fachliche Kompetenz der GRS zu erhalten, damit auch beim Ausstieg aus der Kernenergie die Reaktoren auf höchstem Sicherheitsniveau betrieben werden können.

Ich bin sicher, dass die Geschäftsführung zusammen mit den Mitarbeitern weiterhin dafür sorgt, dass die GRS auch in Zukunft ein zuverlässiger und aktueller Partner bleibt.

Ich sehe, dass Sie in einem gemeinsamen Teamgeist die GRS in eine sichere Zukunft führen wollen. Dafür haben Sie meine volle Unterstützung.



*- Michael Müller -  
Vorsitzender des Aufsichtsrats der GRS  
und Parlamentarischer Staatssekretär im  
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit*

# EINFÜHRUNG

Der 30. Geburtstag der GRS bietet einen willkommenen Anlass, einen Moment innezuhalten, zurückzuschauen und einen Blick nach vorne zu werfen.

Bevor die GRS ihre Geschäftstätigkeit am 1.1.1977 aufnahm, hatten sich Anfang der 60er Jahre zwei Vorgängerinstitutionen etabliert, das Institut für Reaktorsicherheit der Technischen Überwachungs-Vereine (IRS) e.V. in Köln und das Laboratorium für Reaktorregelung und Anlagensicherung (LRA) in Garching, die sich im Auftrag von Bund und Land wissenschaftlich unabhängig mit zentralen Fragen der Reaktorsicherheit auseinander setzten.

1976 haben der Bund, die Länder Nordrhein-Westfalen und Bayern, die Technischen Überwachungs-Vereine und der Germanische Lloyd beschlossen, IRS und LRA in der GRS zusammenzuführen. Durch die Zusammenführung wurden die dort vorhandenen technisch-wissenschaftlichen Ressourcen gebündelt. Es folgte ein stetiger Aufbau des Personals und eine systematische Erweiterung der technischen Ausstattung. Vor allem die neuen Bürogebäude in Garching, der Umzug der Kölner unter ein gemeinsames Dach, die Übernahme eines Forschungsteils der GSF in Braunschweig und die Eröffnung unseres Standortes in Berlin sind Meilensteine in der Unternehmensentwicklung. Heute sind wir an dem Punkt angekommen, wo es heißt, nicht nur die wissenschaftliche Kompetenz der GRS zu erhalten, sondern auch die GRS in eine sichere Zukunft zu leiten. Wir sind überzeugt, dass uns das zusammen mit der Belegschaft gelingt.

Die GRS hat neben ihrem wissenschaftlichen Anspruch auch eine gesellschaftliche Bedeutung. Diese ergibt sich aus ihrer Aufgabe, als technisch-wissenschaftliche Forschungs- und Sachverständigenorganisation nicht nur durch interdisziplinäres Wissen, fortschrittliche Methoden und qualifizierte Daten

die Sicherheit technischer Anlagen zu bewerten und zu verbessern, sondern auch den Schutz von Mensch und Umwelt vor Gefahren und Risiken solcher Anlagen weiterzuentwickeln. Die GRS erhält ihre Aufträge allen voran vom Bund sowie von den Ländern, der EU und anderen ausländischen Behörden.

Die GRS hat in ihrer dreißigjährigen Geschichte immer den Anspruch verfolgt, ihre Aufgaben unabhängig von politischen Konstellationen in Bund und Land, nur wissenschaftlichen Kriterien entsprechend, zu meistern. Es soll jedoch nicht verschwiegen werden, dass die GRS wiederholt öffentlicher Kritik ausgesetzt war und im öffentlichen „Expertenstreit“ ihre Positionen wiederholt verteidigen musste. Die „Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke“ ist hierfür ein Beispiel. Im Nachhinein können wir resümieren, dass diese Art der Auseinandersetzung durchaus einen Lernprozess ausgelöst hat, nicht nur bei der GRS, sondern auch bei den „kritischen“ Wissenschaftlern. Er führte dazu, eigene Positionen zu überdenken und vor allem, sich gegenseitigen Respekt abzuverlangen. Unabhängig von der persönlichen Einstellung zur Nutzung der Kernenergie, die jedem unbenommen ist, ist es für einen Sachverständigen unabdingbar, kritische Distanz zu dem Objekt zu halten, das er analysiert und bewertet, will er denn als unabhängig und „letzte wissenschaftliche Instanz“ akzeptiert werden. Mit diesem Selbstverständnis wird die GRS weiter ihren Weg gehen.

Die Aufgabe der GRS hat eine starke internationale Komponente. Diese ergibt sich aus zwei Gründen: zum einen aus dem wissenschaftlichen Anspruch, den Stand von Wissenschaft und Technik mit zu gestalten, zum anderen aus dem „Objekt“ ihrer Analysen, dessen Risikoreichweite grenzüberschreitend ist. Tschernobyl hat dies verdeutlicht.

Für die GRS waren internationale Beziehungen zu anderen gleichgerichteten Organisationen von Anfang an ein wichtiger Bestandteil ihrer Arbeit. Der zunächst auf die westliche Welt ausgerichtete Blick öffnete sich nach dem Fall des „Eisernen Vorhangs“ auch nach Osten. Im Laufe der Jahre haben sich so Partnerschaften entwickelt, die mit dem Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN), unserem französischen Pendant, zu einer engen Kooperation und zu dem gemeinsamen Unternehmen RISKAUDIT führte. Heute hat die GRS mit vielen Kernenergie nutzenden Ländern Kooperationsverträge oder pflegt mit ihnen einen intensiven Erfahrungs- und Wissensaustausch. Eine wesentliche Rolle spielt dabei die Mitarbeit in wissenschaftlich hochkarätig besetzten Expertengruppen z. B. der IAEO, der OECD/NEA, der EU. Diese Präsenz erweitert nicht nur unser Wissen, sondern ermöglicht es auch, eigene Positionen in die internationale Diskussion einzubringen. Letztlich geht es darum, ein gemeinsames Verständnis für die Fragen der Sicherheit zu entwickeln. Dies ist eine Voraussetzung, auch international ein möglichst hohes Sicherheitsniveau zu erreichen.

Politische und gesellschaftliche Prozesse und vor allem technisch-wissenschaftliche Entwicklungen haben in den 30 Jahren zu Veränderungen geführt, denen sich auch die GRS stellen musste. Den sich hieraus ergebenden Anforderungen hat sich die GRS immer angepasst und die wissenschaftlichen Herausforderungen angenommen, auch in Zusammenarbeit mit internationalen Partnern. Dabei hat die GRS Maßstäbe gesetzt. Heute ist z. B. ihre 1980 veröffentlichte Risikostudie eine Referenz für probabilistische Sicherheitsbewertungen. Sie lieferte die Basis für die Einführung der „Probabilistischen Sicherheitsüberprüfung“, eine heute etablierte und wichtige Methode, Schwachstellen und Verbesserungsmöglichkeiten aufzuzeigen.



Über die Jahre hinweg blieb die Auswertung der Betriebserfahrungen, national wie international, eine Schwerpunktaufgabe der GRS. Sie ist der Schlüssel, gemeinsam mit den Ergebnissen aus der Sicherheitsforschung, neue Möglichkeiten aufzuzeigen, die Sicherheit weiter zu verbessern. In diesem Sinne ist Sicherheit keine statische Größe, sondern folgt der wissenschaftlichen und technischen Dynamik.

Obwohl die terroristischen Angriffe am 11. September 2001 nicht unmittelbar auf eine Nuklearanlage gerichtet waren, warfen sie doch neue Fragen an die Reaktorsicherheit auf. Zur Beantwortung dieser Fragen hat die GRS ihre Forschungsinstrumente weiterentwickelt und für das BMU eine wissenschaftliche Analyse erarbeitet, die aus naheliegenden Gründen unveröffentlicht bleibt.

In den letzten Jahren rückten Fragen nach einer sicheren Entsorgung in den Fokus der politischen und öffentlichen Diskussion. Mit der Überleitung des mit der Entsorgung befassten Forschungsteils der GSF in die GRS erweiterte sich unser vorhandenes Kompetenzprofil durch die Forschungslabors. Heute geht es darum, wissenschaftlich fundierte Aussagen darüber zu treffen, wie und wo Endlager in tiefen geologischen Formationen sicher errichtet und langfristig sicher betrieben werden können.

Die internationale Zusammenarbeit mit untertägigen Labors in der Schweiz, Frankreich und Schweden dient dazu, aktuelle Erkenntnisse über die Eigenschaften verschiedener Gesteinsformationen zu gewinnen. Aufgabe der GRS ist es, für eine höchstmögliche Sicherheit die relevanten Parameter aufzuzeigen, zu untersuchen und zu bewerten. In diesem Sinne liefert die GRS wertvolle Informationen für politische Entscheidungen.

Die GRS verfolgt das Ziel, in Deutschland die zentrale Fachinstitution auf ihrem Gebiet zu bleiben. Darüber hinaus will sie auch in einem zusammenwachsenden Europa ihren maßgeblichen Einfluss auf die kerntechnische Sicherheit weiter festigen und eine führende Rolle einnehmen. Dies geht natürlich nur im Verbund mit anderen Sicherheitsorganisationen.

- Lothar Hahn -  
Technisch-wissenschaftlicher Geschäftsführer

Unsere erste jährlich stattfindende internationale Tagung EUROSAFE – Forum für nukleare Sicherheit, eine Fortentwicklung unseres „Fachgesprächs“, war der Auftakt für eine Intensivierung dieser Anstrengung. Wir haben heute mit IRSN und AVN zwei starke Partner, die mit uns die Idee verfolgen, in Europa eine Harmonisierung der nationalen Sicherheitspraktiken herbeizuführen. Wir haben mit ihnen ein Netzwerk der Technischen Sicherheitsorganisationen (TSO) gegründet, um die Arbeiten auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheit international besser koordinieren und abstimmen zu können und gemeinsame Forschungen zu initiieren. Wir haben andere TSO eingeladen, sich daran zu beteiligen.

Wir werden weiter daran arbeiten, dieses Ziel Wirklichkeit werden zu lassen.

Köln, den 5. Juni 2007

- Hans J. Steinhilber -  
Kaufmännisch-juristischer Geschäftsführer

# 1977 – 2007

## DIE MEILENSTEINE

Die GRS sieht seit 30 Jahren ihre wesentlichen Aufgaben darin, Erkenntnisse und Methoden, die dem Schutz von Mensch und Umwelt vor Gefahren und Risiken technischer Anlagen dienen, bereitzustellen und weiterzuentwickeln. Ihre Arbeit konzentriert sich insbesondere auf die kerntechnische Sicherheit und die nukleare Entsorgung. Die Wurzeln der GRS reichen zurück in die frühen 60er Jahre.



Prof. Ludwig Merz – Gründer des LRA

### 1963

Das „Laboratorium für Reaktorregelung und Anlagensicherung (LRA)“ wird an der TU München eingerichtet, um in der Anfangsphase der Kernenergieentwicklung in der Bundesrepublik die im Ausland erzielten Ergebnisse in der Reaktorsicherheitsforschung auszuwerten und durch eigene Aktivitäten zu ergänzen.

Die Hauptarbeitsfelder des LRA sind: Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten auf den Gebieten der Reaktor- und Anlagendynamik, der Notkühlung und des Containmentabschlusses, der System- und Zuverlässigkeitsanalyse, der Diagnose zur Früherkennung von Schäden und des Einsatzes der elektronischen Datenverarbeitung. Das LRA wächst schnell auf zuletzt 130 Mitarbeiter.

### 1965

Das „Institut für Reaktorsicherheit der Technischen Überwachungs-Vereine e. V. (IRS)“ wird von den 11 Technischen Überwachungs-Vereinen und dem Germanischen Lloyd gegründet.

Eine 1960 von der Vereinigung der Technischen Überwachungs-Vereine (VdTÜV) gebildete Arbeitsgruppe für Reaktorsicherheit wird zu einem eigenständigen Institut, dem IRS.

Die zentralen Aufgaben des IRS sind:

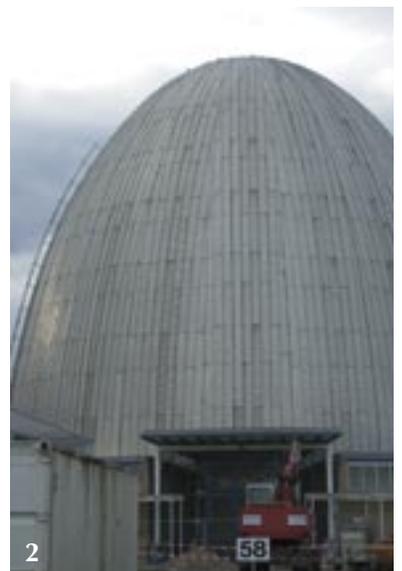
- Gutachten und sicherheitstechnische Beratung für Bundes- und Landesbehörden,
- Übernahme der Geschäftsstellen des Kerntechnischen Ausschusses (KTA), der Reaktorsicherheitskommission (RSK) und der Strahlenschutzkommission (SSK),
- Fachliche Betreuung der Forschungsvorhaben des Bundes auf dem Gebiet der Reaktorsicherheit,
- Erstellung von Regeln und Richtlinien sowie
- Information der Öffentlichkeit über Fragen der Kernenergie für den Bundesminister des Inneren (BMI).

LRA und IRS ergänzen sich in ihren Aufgaben: hier Forschung und Entwicklung, dort praktische Erfahrung als Gutachter in atomrechtlichen Genehmigungsfragen.

(1) Im Garching LRA im Gespräch die Herren (v. l.): Prof. Birkhofer, Dr. Groos, Prof. Wengler (1. RSK-Vorsitzender), Mau und Kellermann  
(2) Der ehemalige Forschungsreaktor der TU München – das „Atom-Ei“



1



2

## 1976/77

Die GRS entsteht. Bund, Länder und die Technischen Überwachungs-Vereine führen LRA und IRS auf der Gesellschafterversammlung am 26. Mai 1976 zu der neuen „Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH“ zusammen. Die GRS bekommt zwei Standorte: Köln und Garching bei München. Sie zählt zusammen etwa 400 Mitarbeiter, davon über 300 technisch-wissenschaftliche. Gesellschafter sind die Bundesrepublik Deutschland (46 %), die Technischen Überwachungs-Vereine (TÜVe) und der Germanische Lloyd (zusammen 46 %) sowie als Sitzländer der Freistaat Bayern und das Land Nordrhein-Westfalen (je 4 %). Die GRS beginnt im Januar 1977 ihren Geschäftsbetrieb.

Die in den USA veröffentlichte „Rasmussen-Studie“ löst auch in Deutschland eine intensive Diskussion über die Kernenergie aus. Das Forschungsministerium gibt der GRS den Auftrag, eine vergleichbare Studie über deutsche Kernkraftwerke zu erarbeiten.

(1) Standort Köln: Die Büros in Köln waren lange in drei Gebäuden – in der Glockengasse, der Schwertnergasse (Foto) und der Hohe Straße – untergebracht. Der Ausbau der Ladenstadt/Schwertnergasse für die Zusammenführung der GRS-Mitarbeiter beginnt 1980

(2) Standort Garching: Inmitten des Garchinger Forschungsgeländes der TU München liegen die GRS-Büros

## 1978

Das Jahr ist durch die Energiedebatte im Bundestag und in der breiten Öffentlichkeit geprägt. – Die GRS beteiligt sich aktiv an der öffentlichen Diskussion.

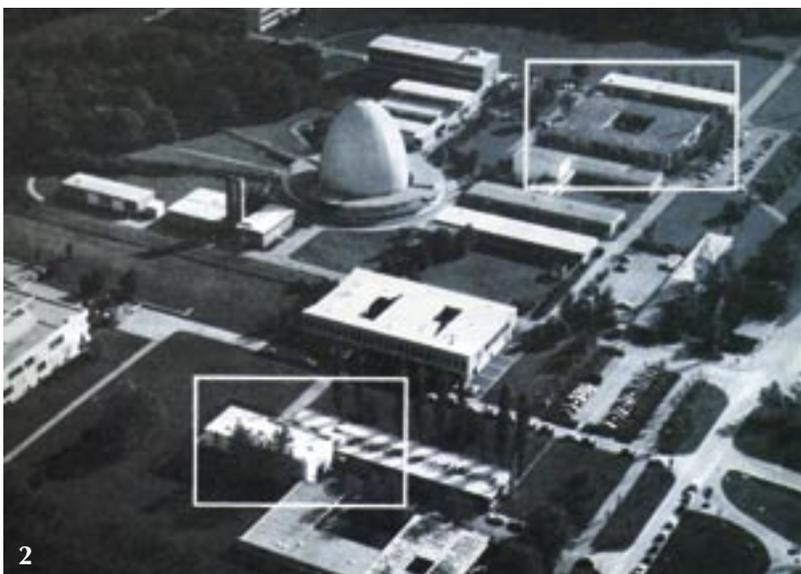
Die GRS als unabhängige wissenschaftliche und dem Gemeinwohl verpflichtete Organisation bündelt international verfügbare Fakten zur Reaktorsicherheit und Sicherheitsforschung, führt eigene Analysen durch, arbeitet mit an der Erstellung von Sicherheitskriterien und -anforderungen und initiiert eigene Forschungsprojekte. Durch Informationsbroschüren, Vorträge und Fachveranstaltungen erläutert sie der interessierten Öffentlichkeit Sicherheitsfragen zur Kerntechnik. Sie gibt regelmäßig aktuelle Informationen über die weltweite Entwicklung der Kernenergie heraus.



Die GRS erarbeitet federführend die „Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke (Phase A)“. Mit dieser bahnbrechenden Studie führt die GRS die probabilistische Sicherheitsanalyse als neues Instrumentarium für die Sicherheitsbeurteilung von komplexen technischen Systemen in Deutschland ein. Die GRS übernimmt für alle kerntechnischen Anlagen die Begutachtung der Anlagensicherung (Einwirkungen Dritter).



Die GRS wird wiederholt als Gutachter in Verwaltungsgerichtsverfahren gehört.



Einfahren des Sicherheitsbehälters in das Reaktorgebäude

## 1979

Das Atomgesetz wird 20 Jahre alt. – Beim Störfall im amerikanischen Kernkraftwerk Three Mile Island (TMI 2) am 28. März kommt es zu partiellem Kernschmelzen. Der Sicherheitsbehälter funktioniert. Die öffentliche Diskussion um die friedliche Nutzung der Kernenergie wird neu entfacht.

Der TMI-Unfall gibt weltweit Anlass, die bisherigen Reaktorkonzepte und Sicherheitsmaßnahmen zu überprüfen. Die GRS beschafft detaillierte Informationen und analysiert den Störfallablauf. Sie führt einen Vergleich zur deutschen Sicherheitstechnik durch und regt an, die deutschen Forschungsprojekte den neuen Fragestellungen und Erkenntnissen anzupassen.

Dies führt u. a. konkret zu Untersuchungen über die Phänomene bei Stör- und Unfällen, zur verstärkten Entwicklung eines Störfallanalyserechners und zu detaillierten Untersuchungen des Zusammenwirkens von Mensch und Maschine. Anlagenspezifisch prüft die GRS, inwieweit durch gezielte Sicherheitsprozeduren (so genannte „Accident Management“-Maßnahmen) zusätzlich Sicherheitspotenzial genutzt werden kann.

### Gespräche anlässlich einer Jubiläumsveranstaltung auf der Godesburg in Bonn:

(1) MD Dr. Hans-Peter Bochmann (BMI), Prof. Dr. Karl-Heinz Lindackers (Chef der Kerntechnik des TÜV Rheinland), Otto Kellermann (GRS)

(2) Dr. Walter Hohlefeldler (BMI), MD Dr. Hans-Peter Bochmann (BMI) und Prof. Adolf Birkhofer

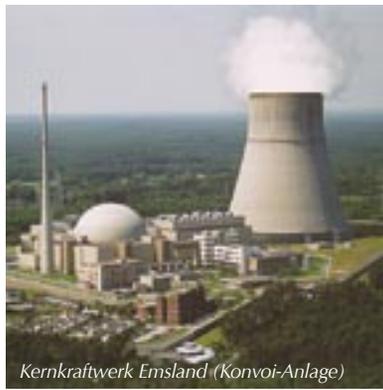
(3) Theodor Himmel (BMI), Dr. Heinz-Peter Butz (GRS)

(4) Armin Jahns (GRS), Prof. Wagner (Genehmigungsbehörde Hessen)

(5) Dr. Dieter Wach (GRS, links hinten), Karl-Heinz Krewer (BMFT, 2.v.l.), Dr. Werner Bastl (GRS, im Hintergrund rechts)

(6) Prof. Dr. Hubertus Nickel (KfA Jülich, l.) und Prof. Dr. Rolf Theenhaus (KfA Jülich, r.)





Kernkraftwerk Emsland (Konvoi-Anlage)

## 1980

Die neu gefassten Grundsätze zur Entsorgungsvorsorge für Kernkraftwerke werden von der Bundesregierung verabschiedet. Die Enquête-Kommission „Zukünftige Kernenergie-Politik“ des 8. Deutschen Bundestages legt ihren Bericht mit einer Reihe energiepolitischer Handlungsempfehlungen vor. Nach diesen Empfehlungen ist ein bedarfsgerechter Ausbau der Kernenergie bis etwa 1990 erforderlich.

Die GRS erstellt Gutachten zur Radioökologie. Sie bewertet die aus Betrieb und Störfall resultierende Strahlenexposition.

Für die neueren Kernkraftwerke führt sie umfassende Störfallanalysen durch. Insbesondere ermittelt sie die Wirksamkeit der Notkühlsysteme.

Bei der vertieften Auswertung der Betriebserfahrung konzentrieren sich die Untersuchungen der GRS auf die wiederkehrenden Prüfungen.

hohes Sicherheitsniveau in allen Bereichen der Kerntechnik zu erreichen.

Das technische Regelwerk, an dem die GRS in den letzten Jahren kontinuierlich mitgearbeitet hat, wird erheblich erweitert und verbessert. Dabei liegen die Schwerpunkte auf der Komponentensicherheit und dem Sicherheitssystem.

Die GRS leistet umfangreiche Vorarbeiten für die dritte Ausgabe der



Kernkraftwerk Isar 2 (Konvoi-Anlage)

Die Bayerische Staatsregierung schließt das Raumordnungsverfahren für die geplante Wiederaufarbeitungsanlage in Wackersdorf ab und leitet das atomrechtliche Genehmigungsverfahren ein. Zur sicherheitstechnischen Begutachtung bilden der TÜV Bayern, die Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung (GSF) und die GRS die „Arbeitsgemeinschaft Wiederaufarbeitungsanlage Bayern“. Damit bekommen für die GRS die Arbeitsfelder Wiederaufarbeitung und Entsorgung einen neuen Stellenwert.

Ein wachsendes Aufgabenfeld ist die Erfassung und Auswertung der besonderen Vorkommnisse in Kernkraftwerken. In einem speziellen Projekt ermittelt die GRS durch gezielte Betriebsauswertungen Zuverlässigkeitskenngrößen für Komponenten und Systeme.

In Garching wird eine leistungsfähigere und schnellere Großrechneranlage (AMDAHL 470 V/5) installiert.

Durch die Aufstockung der „Kölner Ladenstadt“ können die Kölner Mitarbeiter endlich in ein gemeinsames Gebäude in der Schwertnergasse umziehen.

## 1981

Die dritte Fortschreibung des Energieprogramms der Bundesregierung weist der Kernenergie einen festen Platz in der Stromversorgung für die kommenden Jahrzehnte zu. – Der Bundestag sieht mehrheitlich die Notwendigkeit zum Bau neuer Kernkraftwerke.

Die Mitarbeiterzahl ist auf nahezu 500 angewachsen. Die GRS bezieht auf dem Forschungsgelände in Garching bei München ihr erstes eigenes Bürogebäude.

Die GRS setzt sich dafür ein, dass die Sicherheit in der Kerntechnik ständig weiterentwickelt und verbessert wird. Ihre Schwerpunkte sind Thermohydraulik, Strukturmechanik, Zuverlässigkeit, Mensch/Maschine-Kommunikation, Betriebserfahrung und Radioökologie. Diese fachliche Ausrichtung wird durch ihr Bemühen ergänzt, ein gleichmäßig

„Leitlinien für Druckwasserreaktoren“, die am 14. Oktober von der Reaktorsicherheits-Kommission (RSK) verabschiedet werden. Es sind sicherheitstechnische Grundanforderungen an die geplanten so genannten „Konvoi-Anlagen“.

## 1982

Der Chicago Pile 1, in dem die erste kontrollierte Kettenreaktion stattfand, wird vor 40 Jahren, der Forschungsreaktor München – das „Atom-Ei“ – wird vor 25 Jahren erstmals kritisch.

Auf Empfehlung der Enquête-Kommission des Bundestages „Zukünftige Kernenergie-Politik“ beauftragt der Forschungsminister die GRS mit der „Risikoorientierten Analyse des Schnellen Brütters bei Kalkar (SNR-300)“. Die Ergebnisse zeigen, dass das Risiko des SNR-300 im Rahmen der Analysegenauigkeit dem eines Druckwasserreaktors entspricht.

Standort Köln:  
Im Herzen von Köln,  
in der Nähe des Doms,  
befindet sich der  
Hauptsitz der GRS.



## 1983

Das Bundesministerium des Inneren gibt im Oktober die „Störfall-Leitlinien“ heraus. Der Innenausschuss des Bundestages begrüßt diese als einen wichtigen Beitrag zur kerntechnischen Sicherheit und zur Rechtsvereinheitlichung.

Die Reaktorsicherheitsforschung erhält durch das internationale Großprojekt UPTF (Upper Plenum Test Facility) eine neue Dimension. Dieses amerikanisch-japanisch-deutsche Forschungsprojekt mit einer 2D/3D-Versuchsanlage im Großkraftwerk Mannheim wird realisiert. Im Rahmen dieses Projektes wird auch in Japan eine Versuchsanlage errichtet. Die internationale Zusammenarbeit und der Erfahrungsaustausch erhalten dadurch einen starken Schub.

*Die UPTF-Versuchsanlage auf dem Gelände des Großkraftwerks in Mannheim*



## 1984

Das achte „GRS-Fachgespräch“ hat erstmals die sichere Entsorgung radioaktiver Abfälle zum zentralen Thema. Die Presse diagnostiziert: „Über dem Atom-Müll brüten die Experten“.

Schwerpunkte in diesem Jahr sind Sicherheitsanalysen für das Endlager Konrad und die Erarbeitung von Sicherheitsanforderungen für Endlager in oberflächennahen und tiefergeologischen Formationen.



*Fördererturm der Schachtanlage Konrad*

Das Konzeptgutachten für die Wiederaufbereitungsanlage Wackersdorf wird abgeschlossen.

Die internationale Diskussion über die Beherrschung schwerer Störfälle in Kernkraftwerken führt zur verstärkten Einbeziehung anlageninterner Notfall-schutzmaßnahmen in die Sicherheitsbewertung. In diesem Zusammenhang wird der Erfahrungsaustausch mit Fachleuten aus Frankreich und den USA intensiviert.

*Verabschiedung von Herrn Otto Kellermann auf der Godesburg (v.l. Otto Kellermann, Prof. Birkhofer, Dr. Bochmann, Dr. Hohlefelder)*



## 1985

Ende 1985 sind 19 Kernkraftwerke, davon zwei Versuchsanlagen, mit einer elektrischen Leistung von über 17000 Megawatt in Betrieb. Damit produziert die Kernenergie mehr als ein Drittel des Stroms in der Bundesrepublik.

Die GRS beginnt unter Einbeziehung anlageninterner Notfallschutzmaßnahmen sowie einer verbesserten Datenbasis und neuer F&E-Ergebnisse mit der „Deutschen Risikostudie Kernkraftwerke, Phase B“.

Die GRS erweitert ihre Auslandsaktivitäten auf nuklearem und nicht nuklearem Gebiet. Sie beteiligt sich an einer risikoorientierten Analyse für das Kernkraftwerk Qinshan/China, führt Transientenanalysen für den ersten Druckwasserreaktor in Großbritannien (Sizewell B) durch, erstellt eine Sicherheitsbewertung für das 1000 MWe-3-Loop Konzept der KWU (Kraftwerks-Union) für die Türkei und analysiert die Sicherheit kleiner Heizreaktoren verschiedener Hersteller. Sie beteiligt sich an den EU-Programmen ESPRIT (European Strategic Programme for Research and Development in Information Technologies) und BRITE (Basic Research in Industrial Technologies in Europe) im Themenbereich „Wissensgestützte Diagnose“.

Otto Kellermann, der gemeinsam mit Prof. Adolf Birkhofer die GRS als Geschäftsführer seit ihrer Gründung leitete, tritt in den Ruhestand. Sein Nachfolger wird Dr. Walter Hohlefelder.

## 1986

Der Reaktorunfall im Block 4 des Kernkraftwerks Tschernobyl am 26. April erschüttert die Welt. – Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) wird geschaffen. Die Abteilung „Reaktorsicherheit“ wechselt aus dem Bundesinnenministerium ins BMU.

Analyse und Bewertung des Unfalls in Tschernobyl bestimmen wesentlich die Arbeiten. Dem enormen öffentlichen Interesse kommt die GRS mit einer frühzeitigen Publikation nach, deren Auflagenhöhe auf über 50000 Exemplare steigt. Die GRS informiert weltweit als Erste wissenschaftlich fundiert über Ursachen, Ablauf und Auswirkungen.

Durch umfassende Fördermittel des Bundesforschungsministeriums kann die Entwicklung der Codesysteme zur Beschreibung von Störfallabläufen sowie des System- und Komponentenverhaltens unter extremen Belastungen deutlich vorangetrieben werden. Diese Codes werden experimentell verifiziert. Für die Auswahl der Experimente wird eine spezielle Versuchsmatrix für das 2D/3D-Projekt abgestimmt. Durch Standardproblem-Rechnungen beweisen die Codes ihre Qualität im internationalen Expertenvergleich.

*Informationszentrum  
des Kernkraftwerks Tschernobyl:  
Modell des zerstörten Reaktors im  
Inneren des Sarkophags*



## 1987

Die GRS richtet eine Testwarte zur Simulation von Störereignissen in Kernkraftwerken ein.

Zur Simulation von Störfällen sowie der Wirksamkeit von Maßnahmen und Prozeduren gegen auslegungüberschreitende Ereignisabläufe beginnt die GRS mit der Installation einer Testwarte an ihrem Standort Garching. Das Codesystem ATHLET bildet das Software-Paket für die Simulation in der Testwarte. Als Anlagenmodell dient ein 1300 MWe-Druckwasserreaktor.

Schwerpunkte der Betriebsauswertung sind Ermüdungsanalysen für Kühlmittelpumpen und Untersuchungen zur Erosionskorrosion in Rohrleitungen sowie die Weiterentwicklung des Diagnosesystems COMOS zur Schwingungsüberwachung von Kühlmittelpumpen. Der kaufmännisch-juristische Geschäftsführer Dr. Walter Hohlefelder verlässt bereits im September 1986 die GRS. Er wird Leiter der Abteilung „Reaktorsicherheit und Strahlenschutz“ im BMU. Gerald Hennenhöfer tritt ab Juli 1987 seine Nachfolge an.

*GRS-Analysezentrum in Garching*



## 1988

Die Bundesregierung beschließt die Einrichtung des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) in Salzgitter.

Für die GRS bedeutet dieser Schritt einen Haltepunkt und eine Neuorientierung, da staatsnahe Aufgaben, die die GRS bisher wahrgenommen hat, in das Bundesamt verlagert werden. Die GRS konzentriert ihre Tätigkeit auf die Weiterentwicklung sicherheitstechnischer Grundlagen und die Beantwortung generischer Fragen.

Die GRS schließt die „Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke (Phase B)“ ab. In dieser Studie werden die aktuellen F&E-Ergebnisse zur Reaktorsicherheit, umfassende Auswertungen von Betriebserfahrungen von Kernkraftwerken und neuere Untersuchungen zum anlageninternen Notfallschutz für eine integrale Sicherheitsbewertung gebündelt.

Im Auftrag der UdSSR führt die GRS eine Analyse von Störfallabläufen für das russische Reaktorkonzept WWER-1000/88 durch und startet im Rahmen des Abkommens über Wissenschaftlich-Technische Zusammenarbeit mit der Sowjetunion einen umfangreichen Informationsaustausch.

*Bundesforschungsminister Prof. H. Riesenhuber stellt zusammen mit Prof. A. Birkhofer auf einer Pressekonferenz im Juni 1989 die „Deutsche Risikostudie, Phase B“ vor.*



## 1989

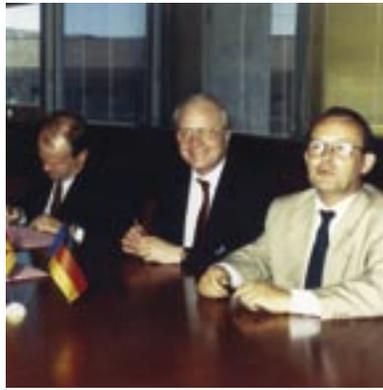
Die politische Wende und der Niedergang des kommunistischen Systems in Ostdeutschland mit Öffnung der Mauer am 9. November bringen für die Bundesregierung eine neue Verantwortung und für die GRS neue fachliche Herausforderungen.

Unter Einbeziehung ihres Erfahrungsaustauschs mit osteuropäischen Fachleuten über russische Kernkraftwerke unterbreitet die GRS der Bundesregierung einen Arbeitsvorschlag zur sicherheitstechnischen Bewertung der kerntechnischen Anlagen in Greifswald. Die vom Bundesumweltminister mit dem Staatlichen Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz (SAAS) der DDR eingerichtete gemeinsame Kommission erarbeitet, unter Federführung der GRS, eine erste Stellungnahme.

*GRS-Fachleute besuchen gemeinsam mit Fachleuten des SAAS das Kernkraftwerk Greifswald*



Auf dem deutsch-französischen Gipfel am 20. April wird die Zusammenarbeit beider Staaten im Bereich der friedlichen Nutzung der Kernenergie vereinbart. Auf dieser Grundlage unterzeichnen GRS und IPSN (Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire) am 19. Juli eine Vereinbarung zur Zusammenarbeit in sicherheitstechnischen Fragen.



*G. Hennenhöfer, Prof. A. Birkhofer und F. Cogné, Direktor des IPSN unterzeichnen die Vereinbarung zur GRS-IPSN-Zusammenarbeit*



*Im Oktober 1989 wird der zweite GRS-eigene Neubau auf dem Forschungsgelände Garching fertiggestellt*

## 1990

Im Zuge der deutschen Wiedervereinigung am 3. Oktober übernimmt die Bundesrepublik die Verantwortung über die Aufsicht der kerntechnischen Anlagen auf dem Gebiet der ehemaligen DDR.

Die GRS erhält vom BMU den Auftrag, die Sicherheit der in Greifswald stehenden Kernkraftwerke russischer Bauart WWER-440/230, Blöcke 1-4, zu analysieren. Die politische und öffentliche Erwartungshaltung stellt an die GRS hohe wissenschaftliche und organisatorische Ansprüche. Sie zieht die verantwortliche Genehmigungsstelle in Ostdeutschland, das SAAS sowie ihre französischen Kollegen aus dem IPSN hinzu. Den ersten Zwischenbericht stellt das BMU im März auf einer Bundespressekonferenz vor. Im Juni wird ein weiterer Zwischenbericht fertig gestellt, der die Abschaltung der Blöcke 2 und 3 empfiehlt. Im zweiten Halbjahr analysiert die GRS gemeinsam mit dem SAAS den Block 5 (WWER-440/W213) in Greifswald. Anschließend werden die Sicherheitsanalysen für das Kernkraftwerk Stendal mit den Reaktoren vom Typ WWER-1000 begonnen. Die von der GRS erstellten sicherheitstechnischen Bewertungen werden ergänzend mit russischen Fachleuten diskutiert und von diesen akzeptiert.

Die GRS übernimmt im Herbst etwa 40 Wissenschaftler aus dem in Auflösung befindlichen SAAS und bietet ihnen in ihrem im Oktober eröffneten Büro in Berlin neue Arbeitsplätze. Dies bedeutet für die GRS eine substantielle Verbesserung der fachlichen Basis für die Bewertung der Kernkraftwerke russischer Bauart.

*Standort Berlin: Im Oktober 1990 eröffnet die GRS in Berlin einen weiteren Betriebsteil.*



## 1991

Das BMU beschließt ein Rahmenprogramm zur Lösung der sicherheitstechnischen Fragen in Ostdeutschland und Osteuropa. – Die GRS erweitert ihr Tätigkeitsfeld.

Zur fachlichen Ausfüllung des Rahmenprogramms werden weitere Sicherheitsuntersuchungen an folgenden Anlagen spezifiziert: WWER-440/230 (Greifswald, Blöcke 1-4), WWER-440/213 (Greifswald, Block 5), WWER-1000 (Stendal), Endlager Morsleben (ERAM), Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente in Greifswald (ZAB), bergbauliche Hinterlassenschaften der Wismut AG in der Südregion der ehemaligen DDR.

Fast fertiggestelltes zylindrisches Containment mit dem umgebenden Reaktorgebäude des Kernkraftwerks Stendal Anfang 1991



Die GRS übernimmt Projekte im nicht nuklearen Bereich wie die Sicherheitsanalyse für eine Müllverbrennungsanlage, den Aufbau einer Datenbank für meldepflichtige, umweltrelevante Ereignisse, die Brandanalyse für eine Chlorleitung sowie den Aufbau der Geschäftsstelle der beiden neuen Beratungsgremien des BMU: den Technischen Ausschuss für Anlagensicherheit (TAA) und die Störfallkommission (SFK).

Die seit geraumer Zeit laufenden Bestrebungen für anwendungsorientierte Entwicklungen, z. B. Fehlerfrüherkennungsmethoden und Reststoffentsorgung, führen am 1. Januar zur Gründung des „Instituts für Sicherheitstechnologie GmbH (ISTec)“. Etwa 30 von der GRS abgestellte Mitarbeiter nehmen am 1. Mai ihre Tätigkeit in der neuen Tochter auf.

ISTec hat Betriebsteile in Garching und Köln

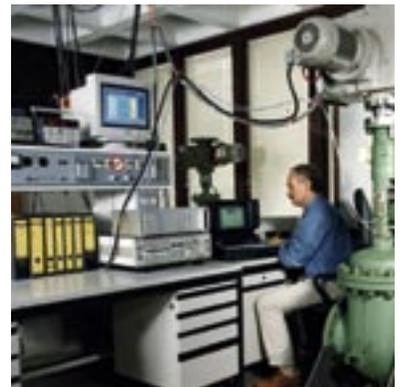


Die Gesellschafter der GRS stimmen am 6. Juli einer Erweiterung des Tätigkeitsfeldes sowie der Namensänderung in „Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH“ zu. Damit signalisiert die GRS, sicherheitstechnische Aufgaben auch auf nicht nuklearem Gebiet wahrzunehmen.

## 1992

Die GRS gründet die Tochterunternehmen ISTec und RISKAUDIT.

Im August gründen GRS und IPSN die gemeinsame Organisation RISKAUDIT in Form einer Europäischen Wirtschaftlichen Interessenvereinigung (EWIV).



Fässer mit radioaktivem Abfall im Endlager Morsleben

Armaturenprüfstand im ISTec-Labor zur Untersuchung von Diagnoseverfahren

Darüber hinaus initiiert das Bundesforschungsministerium eine Vielzahl von Forschungsvorhaben mit dem Ziel, die westlichen Analysecodes an osteuropäische Kernkraftwerke anzupassen und den Erfahrungsaustausch mit osteuropäischen Experten, insbesondere des Moskauer Kurtschatow-Instituts, zu fördern.



Unterzeichnung der Gründungsvereinbarung für RISKAUDIT: (v.l.) Ph. Vesseron, Prof. A. Birkhofer, G. Hennenhöfer

Im Rahmen der Betriebsauswertung baut die GRS eine „Technische Dokumentation (TECDO)“ auf. Ziel ist, für eine schnelle Auswertung von Vorkommnissen in kerntechnischen Anlagen DV-gestützt Texte, Bilder und Daten verfügbar zu halten.

## 1993

Die westlichen Sicherheitsorganisationen schließen sich zu einer gemeinsamen Gruppe (TSOG) zusammen. Die EU verstärkt ihre Unterstützung der osteuropäischen Genehmigungsbehörden durch die Programme Phare und Tacis.

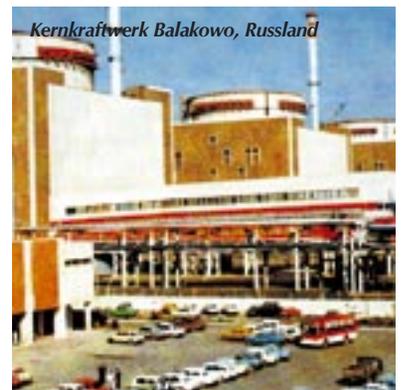
Die GRS schließt ihre „Probabilistische Sicherheitsanalyse“ für einen Siedewasserreaktor (SWR) ab. Gemeinsam mit IPSN wird das Projekt „Sicherheitsanforderungen an neue Reaktorkonzepte“ begonnen. Schwerpunkt bei der Untersuchung der besonderen Vorkommnisse ist die Analyse der Rissbefunde austenitischer Rohrleitungen sowie die Bewertung von Schäden an Frischdampf-Isolationsventilen in SWR-Anlagen.

Sicherheitsstudie  
SWR, Teil 1 und 2

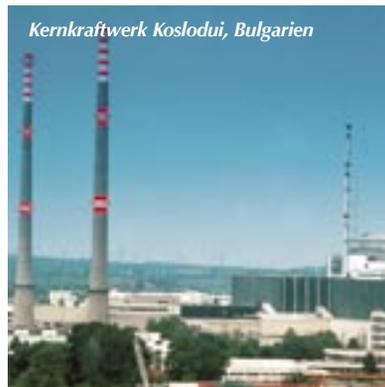


Die TSOG beginnt innerhalb des Phare-Sofortprogrammes mit der sicherheitstechnischen Bewertung des Kernkraftwerks Koslodui/Bulgarien. In verschiedenen Einzelprojekten der Bundesregierung und der Tacis- und Phare-Programme wird der Transfer von Rechenprogrammen zur Sicherheitsbewertung der WWER- und RBMK-Reaktoren intensiviert. Gemeinsam mit osteuropäischen Fachleuten werden Sicherheitsbewertungen zu folgenden Kernkraftwerken begonnen: Temelin, Koslodui, Rowno, Balakowo, Ignalina, Smolensk, Mochowce, Saporoschje, Tschernobyl.

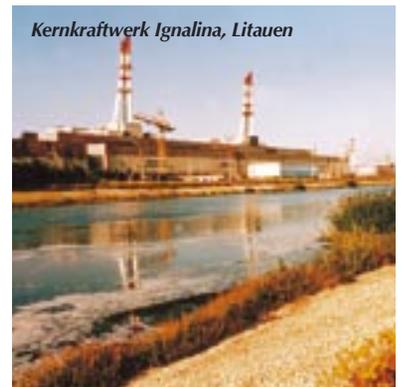
Ziele sind: Transfer von Methoden zur Sicherheitsbewertung, Unterstützung beim Aufbau von Genehmigungsbehörden, gemeinsame Sicherheitsbewertung, Bewertung der betrieblichen Abläufe und besonderen Vorkommnisse, Unterstützung bei der Erstellung von Betriebshandbüchern, Wissenstransfer sowie Verhinderung von Nuklearschmuggel (physischer Schutz).



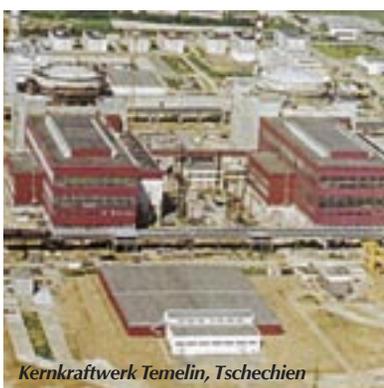
Kernkraftwerk Balakowo, Russland



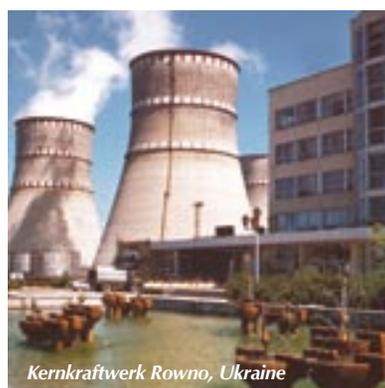
Kernkraftwerk Koslodui, Bulgarien



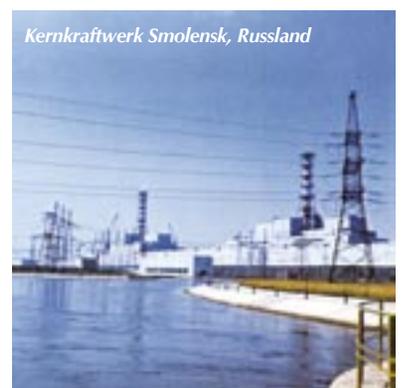
Kernkraftwerk Ignalina, Litauen



Kernkraftwerk Temelin, Tschechien



Kernkraftwerk Rowno, Ukraine



Kernkraftwerk Smolensk, Russland



**Kernkraftwerk Saporoschje, Ukraine**



Die dritte Phase der Untersuchungen bergbaulicher Altlasten der Wismut wird abgeschlossen. Von den 34 Verdachtsflächen werden rund 85 % als unbedenklich eingestuft.

*Im Rahmen der Untersuchung bergbaulicher Altlasten in der ehemaligen DDR legen GRS-Mitarbeiter die Bohransatzpunkte für die Entnahme von Materialproben mit Hilfe topografischer und thematischer Karten fest*

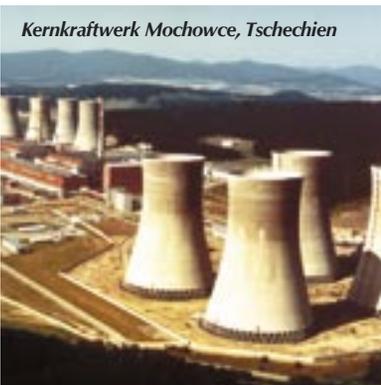
GRS und IPSN richten in Moskau und Kiew technische Büros ein. Die Leitung wird RISKAUDIT übertragen.

**Kernkraftwerk Tschernobyl, Ukraine**



*Die Büros in Kiew (rechts) und Moskau*

**Kernkraftwerk Mochowce, Tschechien**



## 1994

Die internationalen Staatengemeinschaften G7 und G24 ringen um ein Unterstützungsprogramm für die osteuropäische Wirtschaft. – Das Atomgesetz wird novelliert. Ziel ist, durch eine innovative Konstruktion selbst bei einem hypothetischen Unfall mit Kernschmelzen die radiologischen Auswirkungen auf das Kernkraftwerk zu beschränken.

Das BMU initiiert für Russland und die Ukraine sicherheitstechnische Investitionsprogramme für die Kernkraftwerke Balakowo/Russland und Rowno/Ukraine als Pilotprojekte. Die GRS wirkt bei der Spezifizierung und technischen Umsetzung entscheidend mit.

Im Auftrag des Auswärtigen Amtes arbeitet die GRS gemeinsam mit der russischen Behörde MINATOM und Siemens an einer Machbarkeitsstudie zur Überführung von Waffen-Plutonium in Mischoxidbrennelemente (MOX-Elemente).

Die UPTF-Versuchsanlage („Upper Plenum Test Facility“) in Mannheim wird für das neue Versuchsprogramm TRAM umgebaut und für den experimentellen Nachweis zur Wirksamkeit von „Accident Management“-Maßnahmen genutzt.

Für die laufenden Kernkraftwerke wird eine „Periodische Sicherheitsüberprüfung (PSÜ)“ als ganzheitliche Sicherheitsvorsorge empfohlen. Diese soll sich an dem von der GRS entwickelten „Gestapelten Schutzzielkonzept“ orientieren.

Im Auftrag der IAEA und der OECD/NEA überarbeitet eine internationale Expertengruppe mit Beteiligung der GRS die „International Nuclear Event Scale (INES)“.



Gemeinsam mit IPSN arbeitet die GRS weiter an der Sicherheit zukünftiger Reaktorkonzepte.

Im nicht nuklearen Bereich erweitert die GRS ihr Aufgabenfeld durch die Einrichtung der Geschäftsstelle für die Sachverständigenkommission zum Umweltgesetzbuch (UGB).

Der kaufmännisch-juristische Geschäftsführer Gerald Hennenhöfer wird in das BMU als neuer Leiter für die Abteilung „Sicherheit kerntechnischer Anlagen und Strahlenschutz“ berufen. Er verlässt die GRS am 30. September.



Prof. A. Birkhofer erhält im Februar 1994 in der „Residenz“/München das Bundesverdienstkreuz am Bande. Bundesumweltminister Prof. Klaus Töpfer (r.), Staatssekretär Clemens Stroetmann (m.).

## 1995

Die GRS erhält einen weiteren Standort in Braunschweig durch die Überleitung des Forschungsteils des Instituts für Tief Lagerung der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung (GSF).

Durch die Überleitung des Forschungsteils des Instituts für Tief Lagerung der GSF entsteht ein neuer Fachbereich in der GRS. Die GRS übernimmt 69 Mitarbeiter, davon etwa 50 Wissenschaftler. Der neue Bereich ist mit zwei Labors für Geotechnik und Geochemie ausgestattet. Durch eigene Forschungsarbeiten lassen sich die Sicherheitsbewertungen der GRS kompetent absichern. Gleichzeitig wird eine experimentelle und analytische Basis für die Bewertung der Endlagerung chemisch-toxischer Abfälle geschaffen.



Reaktordruckbehälter und vier Dampferzeuger der UPTF



Standort Braunschweig

Der Forschungsreaktor (FRM-II) der Technischen Universität München in Garching löst eine internationale Diskussion über die geplante Verwendung von hoch angereichertem Brennstoff aus. Ein Vergleich, den die GRS im Auftrag der bayerischen Landesregierung erstellt, zeigt, dass weltweit in den meisten leistungsstarken Neutronenquellen hoch angereichertes Uran eingesetzt wird.

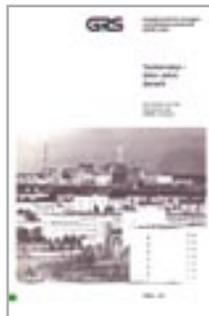


Der Forschungsreaktor (FRM-II) der TU München in Garching

## 1996

Der Bundestag stimmt dem internationalen Übereinkommen über nukleare Sicherheit (Nukleare Sicherheitskonvention) zu. Dieses wurde maßgeblich von Deutschland initiiert und entwickelt. Es schafft erstmals rechtlich verbindliche Grundlagen für einheitliche Sicherheitsstandards bei Kernkraftwerken. Die Vertragsstaaten verpflichten sich zur Einhaltung dieser Sicherheitsprinzipien.

Der zehnte Jahrestag des Unfalls in Tschernobyl intensiviert die internationale Diskussion über die Reaktorsicherheit. Die GRS erstellt den Bericht „Tschernobyl - Zehn Jahre danach“.



GRS-Broschüre „Tschernobyl – Zehn Jahre danach“

Mitarbeiter reisen mit einer Journalistengruppe in die Ukraine und nach Weißrussland, um vor Ort authentische Informationen zu vermitteln.



Rund 20 Journalisten nutzen die Gelegenheit, sich auf der Wissenschaftspressekonferenz der GRS zusammen mit russischen und ukrainischen Experten im Januar 1996 in Bonn über den Unfallhergang und die Situation des Reaktors in Tschernobyl zu informieren.

Auf Einladung des BMU fand im Dezember 1996 in der GRS Köln anlässlich des 20-jährigen Bestehens der GRS eine Fachtagung für Journalisten statt, die Bundesumweltministerin Dr. A. Merkel mit einer Pressekonferenz eröffnete.



Dr. jur. Walter Leder übernimmt am 1. März 1996 die Stelle des kaufmännisch-juristischen Geschäftsführers.

Auf der 10-Jahresfeier des BMU konnte die GRS Bundesumweltministerin Dr. A. Merkel ihren Analysesimulator vorstellen. Der Simulator zeigt, wie Sicherheitssysteme in einem Kernkraftwerk automatisch reagieren, wenn Fehlfunktionen auftreten oder Komponenten versagen.

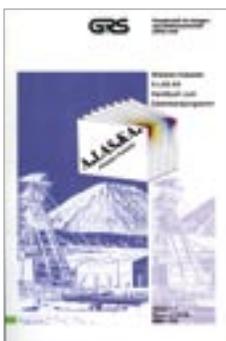


## 1997

Am Beispiel eines Siedewasserreaktors führt die GRS eine probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA) zum Ablauf schwerer Störfälle mit Kernzerstörung durch.

Die GRS bringt ein Konzept für ein Alterungsmanagement bei Kernkraftwerken in die internationale Diskussion ein. Arbeiten der GRS zum Abbau von Plutonium und höheren Aktiniden in Druckwasserreaktoren zeigen, dass ein ausschließlich mit MOX-Brennelementen beschickter Reaktor günstigere reaktorphysikalische Eigenschaften aufweist und im Unterschied zu einem Standard-Druckwasserreaktor einen Nettoverbrauch von Plutonium bewirkt.

Die GRS führt mit ausländischen Partnern eine Sicherheitsanalyse zum Transport von Versandstücken mit radioaktiven Stoffen sowie eine Risikoanalyse zum Rücktransport hochaktiver verglaster Abfälle nach Deutschland durch. Das Projekt „Radiologische Erfassung, Untersuchung und Bewertung bergbaulicher Altlasten“ (Altlastenkataster) wird mit dem Messprogramm für die Verdachtsflächen abgeschlossen. Das dabei aufgebaute Geo-Informationssystem enthält digitalisierte topografische und radiologische Informationen.



Mit Hilfe des von der GRS entwickelten Datenbankprogramms A.L.A.S.K.A. (Altlastenkataster) erfasste die GRS die bergbaulichen Altlasten der Wismut AG.



In der Endlagersicherheitsforschung werden die Untersuchungen im Granit mit der Bestimmung sicherheitsrelevanter Parameter für die Einlagerung radioaktiver Abfälle – weitgehend in internationaler Kooperation – immer mehr zu einem Schwerpunkt der GRS-Tätigkeit.

Arbeiten zur Übertragung der Methodik von Langzeitsicherheitsanalysen für Endlager mit radioaktiven Abfällen auf Untertagedeponien für konventionelle Schadstoffe werden abgeschlossen. Damit lassen sich die Auswirkungen von Versatz- oder Abfallstoffen auf die Biosphäre bestimmen.

Die GRS wird nach DIN EN ISO 9001 erstmals zertifiziert.

Im März wird in Garching ein weiterer Neubau bezogen.

*Prof. Bruno O. Braun (r.) überreicht den Geschäftsführern der GRS Prof. Adolf Birkhofer (l.) und Dr. Walter Leder (m.) die Urkunde zur Zertifizierung der GRS nach DIN EN ISO 9001*

*Geoelektrische Messungen im Hard Rock Laboratory ÄSPÖ in Schweden*



## 1998

Die Globalisierung verstärkt die Konkurrenz in der Stromwirtschaft und führt dort zu tief greifenden Umstrukturierungen. Es ergeben sich zusätzliche Herausforderungen an die Reaktorsicherheit. Im Mai setzt das BMU alle Transporte mit bestrahlten Brennelementen aus deutschen Kernkraftwerken und die Transporte zur Rückführung von hoch aktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung in Frankreich aus Sicherheitsgründen aus. Grund waren radioaktive Kontaminationen an den Außenflächen der Behälter und Transportmittel.

Die GRS erhält vom BMU den Auftrag, die Ursachen der aufgetretenen Kontaminationen bei den Transporten zu klären und die vorgeschlagenen Abhilfemaßnahmen zu bewerten.

Mit IPSN startet eine gemeinsame Auswertung der Betriebserfahrung mit Kernkraftwerken. Ein weiteres gemeinsames Projekt ist die Entwicklung des Rechen-codes ASTEC, der das „Gesamtsystem“ aus Reaktor mit Kühlmittelschleifen und Sicherheitsbehälter während des Ablaufs eines schweren Unfalls mit hoher Rechengeschwindigkeit simulieren soll. Die Validierung einer ersten Version anhand von Experimenten im In- und Ausland startet und bringt gute Ergebnisse.

Die GRS beginnt die erste probabilistische Sicherheitsstudie einer Konvoi-Anlage.

Das modulare Programm „Endlager-bezogene Modellierung von Szenarien (EMOS)“ wird weiterentwickelt. Bei der Modellierung von dichtegetriebenen Grundwasserströmungen werden mit der Entwicklung und Erprobung des Rechenprogramms d3f erhebliche Fortschritte erzielt. Mit diesem Werkzeug können erstmals komplexe dreidimensionale geologische Systeme auch unter Berücksichtigung stofflicher Veränderungen mit der notwendigen Diskretisierung abgebildet werden. Bei der Untersuchung von Endlagerformationen (Granit, Ton) beteiligt sich die GRS an internationalen Projekten in europäischen Untertage-labors.

*Unten v.r.n.l.: MD Gerald Hennenhöfer (BMU), Dr. Walter Leder (GRS), Michel Livolant (IPSN), Bundesumweltministerin Dr. Angela Merkel, Prof. Adolf Birkhofer (GRS) und MinDirig Hubert Steinkemper (BMU) auf dem 21. GRS-Fachgespräch im Bayerischem Hof, München*



Bei der Zusammenarbeit mit Osteuropa gewinnen Entsorgungs- und Sanierungsfragen zunehmende Bedeutung.

Nachdem sich IPSN bereits 1997 am GRS-Fachgespräch beteiligt hatte, findet das letzte Fachgespräch vom 9. bis 10. November als gemeinsame Veranstaltung in Berlin statt. 1999 wird es mit einem neuen Erscheinungsbild unter dem Titel „EUROSAFE – Forum für nukleare Sicherheit“ in Paris fortgesetzt.



*Prof. A. Birkhofer (2.v.l.) im Gespräch mit Prof. Bulat I. Nigmatulin, stellvertretender Minister des Minatom, Sam Thompson, stellvertretender Generaldirektor des OECD/NEA und Vladimir Asmolow, Kurtschatow-Institut (v.l.n.r.) während des 22. Fachgesprächs im November 1998 in Berlin*

Bundesumweltministerin Dr. A. Merkel, MinDir C. Hennenhöfer (BMU) und Dr. F. Lange (GRS) präsentieren vor der Presse den „GRS-Bericht „Gutachterliche Stellungnahme zu aufgetretenen Kontaminationen bei der Beförderung von Behältern mit abgebrannten Brennelementen aus deutschen Kernkraftwerken“



## 1999

Die Umorientierung der deutschen Kernenergiepolitik bedeutet für die GRS eine neue Herausforderung. Das Engagement für die Sicherheit kerntechnischer Anlagen bleibt auch beim schrittweisen Kernenergieausstieg eine zentrale Aufgabe.

In Abstimmung mit den Aufsichtsgremien wird ein Konzept für eine Neuausrichtung der GRS entwickelt. Ziel ist, die GRS in die Lage zu versetzen, sich an den Wandel der nuklearen Aufgaben anzupassen, in allen wesentlichen Fragestellungen der nuklearen Sicherheit aussagefähig zu bleiben und trotz der schwierigen Nachwuchssituation in den Ingenieur- und Naturwissenschaften eine qualifizierte Belegschaft zu erhalten.

Hauptaufgaben der GRS bleiben Sicherheitsanalysen und -bewertungen auf den Gebieten Reaktorsicherheit, Brennstoffversorgung, Brennstoffentsorgung und Endlagerung sowie die Reaktorsicherheits- und die Endlagersicherheitsforschung.

Das Tätigkeitsspektrum soll jedoch gezielt erweitert werden, indem das Know-how zunehmend auch für die Sicherheit anderer technischer Systeme mit besonderen Risiken für Mensch und Umwelt genutzt wird.

Die GRS hat die Entwicklung einer Methode zu einer Bewertung der Sicherheitsmerkmale unterschiedlicher Anlagen nach einheitlichen Maßstäben auf der Grundlage des gestaffelten Sicherheitskonzepts abgeschlossen. Die Kriterien sind grundsätzlich deterministisch, beinhalten aber auch probabilistische Elemente.

Im Zusammenhang mit den kontaminierten Brennelementtransporten stellt die GRS mehrere Stellungnahmen zu den vorgesehenen Verbesserungsmaßnahmen fertig. Sie entwickelt Methoden zur Prüfung und Bewertung von Sanierungsproblemen im Uranbergbau in Thüringen und Sachsen. Für die Modellierung eines Endlagers für radioaktive Abfälle werden geostatistische Methoden eingeführt.

In der Reaktorsicherheitsforschung sind die Aktivitäten der GRS weiter durch die weltweite Entwicklung leistungsfähigerer Methoden zur Störfallsimulation bestimmt. Themen für die GRS sind bruchmechanische Analysen zur Bewertung der Integrität des Reaktor-druckbehälters, die gekoppelte Simulation unterschiedlicher Bereiche eines Kernkraftwerks, z. B. die Kopplung der Fluidmechanik mit der Neutronik, die mehrdimensionale Simulation sowie



HE-D-Testfeld im Untertagelabor Mont Terri/Schweiz: Blick auf die GRS-Messeinrichtungen

das Zusammenwachsen von mechanischer und probabilistischer Simulation. Auf dem zuletzt genannten Gebiet entwickelt die GRS u. a. neue Methoden zur Bewertung von Brandereignissen.

TN-Transportbehälter



Auf dem Gebiet der Endlagersicherheitsforschung hat die GRS bereits in früheren Jahren neben Steinsalz auch – in begrenztem Umfang – andere Gesteinsformationen als mögliche Wirtsgesteine für die Endlagerung in ihre Überlegungen einbezogen. Nachdem die Endlagerfrage in Deutschland in einem weiteren Kontext diskutiert wird, gewinnen Kooperationen mit dem Ausland zunehmende Bedeutung.

Die GRS entwickelt die Kooperation mit IPSN kontinuierlich weiter. Themen sind: Fragen der betrieblichen Sicherheit und Sicherheitsforschung. Die GRS führt mit IPSN eine Reihe von Arbeiten zur Verbesserung der nuklearen Sicherheit in Osteuropa durch, z. B. die Überprüfung ausgewählter Sicherheitsfragen des slowakischen Kernkraftwerks Mochowce. Das gemeinsame Produkt ASTEC wird in ein europäisches Validierungsverfahren eingebracht.

In Zusammenarbeit mit Organisationen der Russischen Föderation beginnen Arbeiten zur Verfolgung von Emission und Ausbreitung von Umweltschadstoffen.

Erstmals veranstaltet die GRS in Paris gemeinsam mit IPSN das Internationale Forum für nukleare Sicherheit „EUROSAFE“, eine Fortentwicklung des GRS-Fachgesprächs.



## 2000

Analysen und Bewertungen auf dem Gebiet der Reaktorsicherheit stehen im Vordergrund. Sicherheitsfragen im Zusammenhang mit einem langjährigen Betrieb der bestehenden Kernkraftwerke gewinnen mehr und mehr an Bedeutung. Neue Herausforderungen ergeben sich aus dem Übergang von einem regulierten zu einem liberalisierten Strommarkt.

Bundesregierung und Energieversorgungsunternehmen vereinbaren, unbeschadet ihrer unterschiedlichen Haltung zur Kernenergie, die künftige Nutzung der vorhandenen Kernkraftwerke zu befristen. Dabei soll das hohe Sicherheitsniveau für die verbleibende Nutzungsdauer erhalten bleiben.

Die von der GRS auf der Grundlage des gestaffelten Sicherheitskonzepts entwickelte Bewertungsmethode, Sicherheitsmerkmale unterschiedlicher Anlagen und die Relevanz besonderer Vorkommnisse nach einheitlichen Maßstäben zu bewerten, kommt zunehmend zur Anwendung.

Die GRS befasst sich verstärkt mit dem Sicherheitsmanagement in Kernkraftwerken.

Die GRS führt eine Bestandsaufnahme der in Deutschland vorhandenen radioaktiven Abfälle und Reststoffe im Zuge der Entwicklung eines nationalen Entsorgungsplans durch, ermittelt den künftigen Entsorgungsbedarf und untersucht die Kritikalitätssicherheit in der Nachbetriebsphase eines Endlagers.

Im Einklang mit internationalen Entwicklungen konzentriert sich die Reaktorsicherheitsforschung auf eine leistungsfähigere Störfallsimulation, um pessimistische Annahmen systematischer und vollständiger durch realistische Analysen der Gesamtanlage zu ersetzen und Sicherheitsmargen zu quantifizieren. Die GRS hat hierfür mehrdimensionale Fluidodynamikmodelle erfolgreich in ihren Systemcode ATHLET integriert und verifiziert diese Modelle erfolgreich in Experimenten. Die Entwicklung des deutsch-französischen Integralcodes ASTEC macht weitere Fortschritte.



Am 5. Juli 2000 findet die 2. Tschernobyl Geberkonferenz in Berlin statt, für die die GRS organisatorische und administrative Vorbereitung getroffen hat. Den Vorsitz führten Vizekanzler Joschka Fischer (3.v.r.) und der Ministerpräsident der Ukraine Viktor Juschtschenko (3.v.l.). Weiterhin im Panel Bundesumweltminister Jürgen Trittin (2.v.r.), Hans Blix, Vorsitzender der Chornobyl Shelter Fund Gebersammlung (1.v.r.), Charles Frank, Präsident der Europäischen Bank für Wiederaufbau und Entwicklung (1.v.l.) und neben ihm Iwan Sajetz, Minister für Ökologie und Natursressourcen der Ukraine.



## 2001

Der 11. September löst eine neue Sicherheitsdiskussion über den Schutz kerntechnischer Anlagen gegen terroristische Anschläge aus. Die „Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen vom 14. Juni 2000“ tritt in Kraft.

Der Terroranschlag auf das World Trade Center löst bei der GRS eine Flut von Anfragen aus der Öffentlichkeit aus. Die zentrale Frage ist: „Was wären die Folgen eines solchen Anschlags auf ein deutsches Kernkraftwerk?“ Das BMU beauftragt die GRS mit einer entsprechenden Untersuchung.

Für das Gebiet der Endlagersicherheitsforschung hat die Entscheidung der Bundesregierung, die Auswahl eines geeigneten Standorts für die Endlagerung aller Arten radioaktiver Abfälle neu zu überdenken und hierfür Kriterien zu formulieren, wichtige neue Akzente gesetzt. Die Erforschung von Alternativen zum Salzgestein, wie beispielsweise die in Deutschland weiter vertretenen Tonformationen oder auch Granit, hat dadurch größere Bedeutung erhalten. Die GRS engagiert sich hier weiterhin intensiv. Sie wirkt an einer Reihe ausländischer Forschungsvorhaben mit: In-situ-Untersuchungen in der „Tournemire Test Site“/Frankreich, der „Mont Terri Test Site“/Schweiz, im Untertagelabor Hades/Belgien und im Untertagelabor Bure/Frankreich.



Die GRS wirkt an der Erstellung des nationalen Berichts zur nuklearen Sicherheitskonvention für die zweite Überprüfungskonferenz bei der IAEO mit. Die deutsch-französische Initiative zu Tschernobyl, an der die GRS maßgeblich beteiligt ist, erzielt zu den Themen „Sicherheitszustand des Sarkophags“, „Radiologische Folgen des Unfalls“ und „Gesundheitliche Auswirkungen“ gute fachliche Ergebnisse.



Der Bereich Datenverarbeitung wird Ende des Jahres in die „T-Systems Solutions für Research GmbH“ ausgelagert.

## 2002

Das Atomgesetz wird geändert. Lothar Hahn folgt Prof. Adolf Birkhofer als technisch-wissenschaftlicher Geschäftsführer.

Lothar Hahn wird auf der Sitzung des Aufsichtsrats am 20. Dezember 2001 zum neuen technisch-wissenschaftlichen Geschäftsführer der GRS bestellt und nimmt am 1. Januar seine Tätigkeit auf.

Am 22. Februar wird IPSN (Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire) in IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire) umbenannt.

Die GRS unternimmt erhebliche Anstrengungen, den drohenden Kompetenzverlust infolge des altersbedingten Weggangs von Know-how-Trägern zu stoppen und durch Neueinstellungen zu kompensieren. Ziel ist, die einzelnen Kompetenzfelder im Hinblick auf ihre Zukunftsfähigkeit neu zu definieren und die fachübergreifende Zusammenarbeit zu stärken. Die Geschäftsführung legt ihr Konzept zur „Kompetenzerhaltung und Zukunftssicherung“ vor.



Die als Folge des 11. September in Auftrag gegebene Untersuchung zu den Auswirkungen eines terroristischen Anschlags auf Kernkraftwerke wird dem BMU übergeben. Sie wird aus nahe liegenden Gründen nicht veröffentlicht.

Installation von Geoelektrik-Testketten im Untertagelabor MontTerri

## 2003

Die Maßnahmen zur Zukunftssicherung der GRS stehen im Mittelpunkt.

Die GRS setzt neue Software-Tools ein, um das Auftragsvolumen und die sachliche Steuerung von Einzelvorhaben in den GRS-Kompetenzfeldern unternehmensstrategisch noch besser koordinieren zu können.

Das Projekt „Wissensmanagement“ wird gestartet und soll die Know-how-Erhaltung der GRS sichern. Die GRS stellt über 20 neue Mitarbeiter ein. Aus diesem Grund wird das Aus- und Weiterbildungskonzept neu erarbeitet.

Das Qualitätsmanagementsystem der GRS wird weiter entwickelt. Ende 2003 erhält die GRS die Zertifizierung nach ISO-9001/2000.

Die GRS schließt die Entwicklung von Methoden für die Ermittlung der Auswirkungen gezielter Angriffe von außen auf kerntechnische Einrichtungen und möglicher Maßnahmen zur Schadensbegrenzung ab.

Bei der Validierung ihrer Codes steht der internationale Vergleich im Rahmen von Benchmarks und Standardproblemen im Vordergrund. Wesentliche Fortschritte werden auch bei der Entwicklung von Methoden und Modellen zur dynamischen probabilistischen Sicherheitsanalyse bzw. zur probabilistischen Strukturanalyse erzielt.



*Tag der offenen Tür in Garching: Reinhold Sunder (im Vordergrund rechts an einem Original ICE-3 Fahrgestell) und Kurt Kieninger (2. von links, beide ISTec) informierten die Besucher u. a., wie Schwingungsanalysen aus der Kerntechnik auf die konventionelle Hightech von ICE-Hochgeschwindigkeitszügen übertragen werden können.*

Lothar Hahn wird vom Vorstand des Forschungszentrums Karlsruhe (FZK) in den neu zu bildenden Programmbeirat NUKLEAR berufen. Laut FZK stellt der Beirat „ein wesentliches Gremium in der Programm orientierten Förderung der Helmholtz Gemeinschaft“ dar und soll „die strategische Entwicklung der F&E-Arbeiten im Programm NUKLEAR unterstützen“.

Das Moskauer GRS/IRSN/RISKAUDIT-Büro feiert am 23. Juni sein zehnjähriges Bestehen.

## 2004

Die Deutsch-Französische Initiative für Tschernobyl wird abgeschlossen. Das „Severe Accident Research Network of Excellence“ (SARNET) im 6. Forschungsrahmenprogramm der EU entsteht.

Im April 2004 wird mit maßgeblicher Beteiligung der GRS das „Severe Accident Research Network of Excellence“ (SARNET) mit Unterstützung der EU im 6. Forschungsrahmenprogramm aus der Taufe gehoben. Dem Konsortium unter Leitung des IRSN, Frankreich, gehören 49 Organisationen aus ganz Europa an, die wesentliche Teile ihrer Forschung zu schweren Störfällen in das Netzwerk einbringen und ihre Aktivitäten auf diesem Gebiet in Zukunft abstimmen und zunehmend integrieren wollen. Kernstück der gemeinsamen Aktivität ist der von GRS und IRSN gemeinsam entwickelte Integralcode ASTEC.

Die GRS unterzeichnet im Mai 2004 – zusammen mit weiteren 12 Organisationen aus neun westeuropäischen Ländern – ein Übereinkommen mit der Europäischen Kommission zur Zusammenarbeit bei Forschung und Entwicklung zur geologischen Lagerung hochaktiver Abfälle. Das Projekt ESDRED – „Engineering Studies and Demonstrations of Repository Design“ verfolgt das Ziel, unter Verwendung großtechnischer Prototypen die Durchführbarkeit verschiedener Aktivitäten im Zusammenhang mit dem Bau, dem Betrieb und der Stilllegung eines Endlagers im tiefen geologischen Untergrund nachzuweisen.

Auf dem EUROSAFE-Workshop zum Wissensmanagement in Köln im Juni wird wieder einmal deutlich: Wissensmanagement ist ein immer wichtiger werdender Bestandteil des Know-how-Erhalts und der Zukunftssicherung.

Im Auftrag des Auswärtigen Amtes veranstaltet die GRS vom 31. August bis zum 3. September das erste Seminar zur Sicherungstechnik im Rahmen des Programmes G8GP (Global Partnership) Physischer Schutz. Es sollte russischen Partnerunternehmen und interessierten Unternehmen aus der EU Gelegenheit bieten, Kontakte aufzunehmen und den russischen Partnerunternehmen einen Überblick über die in Deutschland und der EU verfügbare Technik und potenzielle Lieferanten verschaffen. Ziel ist, die Sicherungstechnik aus der EU bereits frühzeitig in die Planung der einzelnen Teilprojekte des Vorhabens einzubeziehen.



Teilnehmer des 1. SARNET Governing Board Meetings bei der GRS in Garching



Blick in das Auditorium des gut besuchten G8GP-Seminars

## 2005

Am 26. April unterzeichnen Lothar Hahn und Dr. Gerd Eisenbeiß (FZJ) einen Vertrag auf dem Gebiet der Endlagerforschung, in dem sich beide Einrichtungen verpflichten, gemeinsame Impulse für neue Forschungsprojekte zu geben.

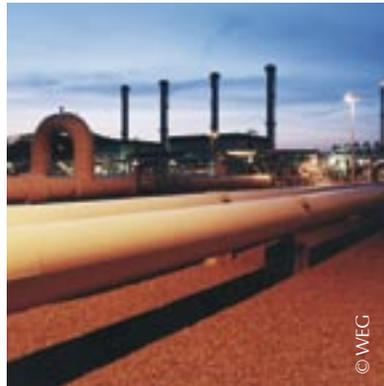
Zusammenarbeitsvertrag zwischen der GRS und dem Forschungszentrum Jülich (FZJ):

Die Vertragspartner (von links): Dr. H.-J. Herbert, Prof. Dr. W. Brewitz, L. Hahn, (alle GRS), Prof. Dr. R. Odoj, Dr. G. Eisenbeiß, Dr. H. Curtius (alle FZJ)

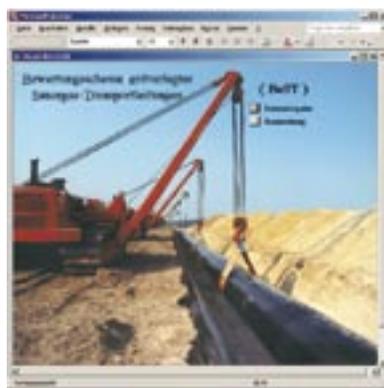


Im März 2005 findet das vierte Treffen des IRSN/GRS „Junior Staff Programme“ (JSP) auf dem CEA-Forschungsgelände in Cadarache statt, das von IRSN und GRS 2003 ins Leben gerufen wurde. Jüngere Mitarbeiter beider Organisationen treffen sich in unregelmäßigen Abständen, um Initiativen zur Förderung der Kooperation zu entwickeln.

Die GRS erhält erneut einen Auftrag des Wirtschaftsverbandes Erdöl- und Erdgasgewinnung e.V. (WEG). Die Abteilungen „Barrierenwirksamkeit“ und „Anlagentechnik“ der GRS kooperieren in diesem sechs Monate dauernden Projekt. In den letzten zwei Jahren entwickelt die GRS für den WEG eine Methode, mit der die Integrität erdverlegter Sauergasrohrleitungen, d. h. mit toxisch wirkendem Schwefelwasserstoff versetzte Erdgasleitungen, erfasst und bewertet werden kann. Sie erarbeitet das Datenbankprogramm BeST (Bewertungsschema erdverlegter Sauergas-Transportleitungen) und erprobt es erfolgreich.



Größter europäischer Erdgasspeicher „Rehden“



Eingangsbildschirm nach Start der von der GRS entwickelten Datenbank BeST

Der technisch-wissenschaftliche Geschäftsführer Lothar Hahn wird im April Mitglied im „Scientific and Technical Committee“ (STC) des belgischen Partners „Association Vinçotte Nucléaire“ (AVN). Das seit 1991 bestehende STC diskutiert den Jahresbericht von AVN und spricht der Leitung von AVN Empfehlungen aus.

In Anlehnung an den „Joint Safety Research Index“ (JSRI) entwickelt die Forschungsbetreuung im Rahmen eines BMWi-Auftrags ein webbasiertes Informationssystem ([www.grs-fbw.de](http://www.grs-fbw.de)), das eine zeitnahe und umfassende Information der interessierten Öffentlichkeit zu Ergebnissen und Daten über Forschungsvorhaben bietet.

Am 8. November 2005 verlängern in Brüssel Frantisek Pazdera (l.), Generaldirektor des NRI REZ, und die beiden GRS-Geschäftsführer den Vertrag über „Co-operation Agreement in the Field of Nuclear Safety and Protection“



Am 8. November verlängern Frantisek Pazdera, Generaldirektor des tschechischen Kernforschungszentrums in Rez (NRI Rez), und die beiden GRS-Geschäftsführer am Rande des EUROSAFE-Forums den Vertrag über „Co-operation Agreement in the Field of Nuclear Safety and Protection“ für weitere fünf Jahre.

Am 15. Dezember wird Lothar Hahn in Paris zum Vorsitzenden des „Committee on the Safety of Nuclear Installations“ (CSNI) der OECD „Nuclear Energy Agency“ (NEA) gewählt. CSNI, 1973 ins Leben gerufen, ist ein mit hochrangigen Wissenschaftlern und Ingenieuren besetztes internationales Komitee. CSNI soll die Aktivitäten der NEA in Bezug auf die technischen und wissenschaftlichen Aspekte bei der Auslegung, der Konstruktion und beim Betrieb von nuklearen Anlagen entwickeln und koordinieren soweit sie die Sicherheit derartiger Anlagen berühren. Die Intention des Komitees ist, die internationale Kooperation unter den OECD-Mitgliedsstaaten bei der nuklearen Sicherheit zu fördern.

Zum 31. Dezember scheidet Dr. Walter Leder als kaufmännisch-juristischer Geschäftsführer der GRS aus.

## 2006

Der Unfall von Tschernobyl jährt sich zum 20. Mal. IRSN, AVN und GRS gründen das „EUROSAFE TSO-Netzwerk“. Hans Steinhauer wird neuer kaufmännisch-juristischer Geschäftsführer der GRS.

Im März wird Braunschweig, Standort des Bereichs „Endlagersicherheitsforschung“, zur „Stadt der Wissenschaft 2007“ ausgewählt. Die GRS ist an der Vorbereitung der Bewerbung maßgeblich beteiligt.

Am 26. April jährt sich der Unfall von Tschernobyl zum 20. Mal. Das Medieninteresse ist noch stärker als vor 10 Jahren. Energiewirtschaftliche, sicherheitsrelevante, gesundheitliche, gesellschaftliche und politische Fragen werden an die GRS gerichtet. Um den Anfragen bereits im Vorfeld des Jahrestages zu begegnen, veranstaltet die GRS zusammen mit dem „GSF – Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit“ eine Informationsreise für rund 15 meinungsführende Wissenschaftsjournalisten nach Weißrussland und in die Ukraine, um ihnen authentische Informationen zu vermitteln und um zu zeigen, welche Anstrengungen zur Beseitigung der Unfallfolgen unternommen wurden. Weiterhin veranstaltet sie zu Tschernobyl am 22. April eine Wissenschaftspressekonferenz in Bonn. Darüber hinaus ist die GRS an vielen weiteren Veranstaltungen beteiligt, z. B. an einer Reise von Bundestagsabgeordneten nach Tschernobyl und den großen internationalen Konferenzen in Kiew.



Vom 15. bis 24. Mai findet bei der IAEA in Wien die zweite Überprüfungs-konferenz zum Gemeinsamen Übereinkommen über die Sicherheit der Behandlung abgebrannter Brennelemente und radioaktiver Abfälle (Joint Convention) statt. Deutschland gehört zusammen mit derzeit 40 weiteren Ländern zu den Unterzeichnerstaaten. Die GRS unterstützt das BMU bei der Erstellung des deutschen Berichts, der Auswertung der ausländischen Berichte, der Vorbereitung der deutschen Präsentation und bei der Konferenzteilnahme.



(1) *Journalistenreise nach Tschernobyl: Die Reise startet in Minsk, der Hauptstadt von Weißrussland, Gomel und Bragin. Im Vordergrund stehen Präsentationen der finanziellen Aufwendungen und Maßnahmen zur Bewältigung der Unfallfolgen und der gesundheitlichen Probleme.*

(2) *Der Kommunikationschef von Tschernobyl, Shtein, erläutert an einem Modell den vor dem Unfall geplanten Ausbau der Tschernobyl-Anlage.*

(3) *Dr. Gunter Pretzsch, GRS (1.v.r), erläutert die Sicherheit des Sarkophags während der gut besuchten Wissenschaftspressekonferenz am 22. April im Wissenschaftszentrum in Bonn.*

*Zweite Überprüfungs-konferenz zur Joint Convention: Bei der Eröffnungs- und Abschluss-sitzung sprach auch der Chef des IAEA Department of Nuclear Safety and Security, T. Taniguchi, zu den Teilnehmern.*



Nach der Unterzeichnung des Memorandum of Understanding (MoU) am 29. Mai 2006 in Köln, (v. l.): Lothar Hahn, GRS, Jean-Jacques Van Binnebeek, Direktor AVN, Ulrich Erven, GRS. (Jacques Repussard, Direktor des IRSN, hatte das MoU bereits in Paris unterschrieben.)

Im Mai unterzeichnen die Direktoren von IRSN und AVN sowie der Geschäftsführer der GRS Lothar Hahn ein Memorandum of Understanding (MoU) über das EUROSAFE Netzwerk der Technischen Sicherheitsorganisationen (TSO).

Am 1. August folgt Hans Steinhauer Dr. Walter Leder in der Position des kaufmännisch-juristischen Geschäftsführers der GRS.

Impressionen verschiedener EUROSAFE-Veranstaltungen in Berlin, Köln, Paris und Brüssel



Im Rahmen des „12. International Symposium on Solubility Phenomena“ (ISSP) in Freiberg (Sachsen) gibt am 24. Juli RD Dr. Siegfried Köster (BMW i) den offiziellen Startschuss für THEREDA. Das Projekt hat eine hohe Bedeutung für die deutsche Endlagersicherheitsforschung. THEREDA ist ein Verbundprojekt der auf dem Gebiet der Endlagersicherheitsforschung tätigen Institutionen. Ziel von THEREDA ist es, eine in sich konsistente, qualitätsgesicherte thermodynamische Referenzdatenbasis zur Beschreibung der Lösungseigenschaften von Radionukliden und anderen toxischen Metallen zu erstellen. Wohl einmalig für die deutsche Forschungspolitik wird das Projekt von allen drei zuständigen Ministerien (BMBF, BMW i, BMU) gleichermaßen unterstützt. Mit der frühzeitigen Einbindung des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) als Aufsichtsbehörde wird zudem der Referenzcharakter von THEREDA für zukünftige Endlagerprojekte sichergestellt.

Der Störfall im schwedischen Kernkraftwerk Forsmark-1 am 25. Juli hat eine große öffentliche Resonanz. Die GRS analysiert für das BMU den Störfall und die mögliche Übertragbarkeit auf deutsche Anlagen.

Mit dem „Kick-off“ Meeting am 12. und 13. Oktober in Brüssel startet das im 6. Rahmenprogramm der EU angesiedelte integrierte Projekt PAMINA (Performance Assessment Methodologies in Application to Guide the Development of the Safety Case). PAMINA vereint 25 Institutionen aus zehn europäischen Ländern und ein „EC Joint Research Centre“ mit dem Ziel, Methoden und Rechenprogramme zum Nachweis der sicheren Endlagerung von langlebigen radioaktiven Abfällen und bestrahlten Brennelementen in tiefen geologischen Formationen zu verbessern und zu harmonisieren.

Teilnehmer des Kick-off Meetings für das Projekt PAMINA in Brüssel



Beim Tag der offenen Tür des Forschungszentrums Garching am 15. Oktober öffnet auch die GRS zusammen mit ISTec ihre Türen. Rund 150 Besucher verfolgen aufmerksam die Beherrschung von schwerwiegenden Systemausfällen in einem Kernkraftwerk und den Bericht über die Journalistenreise nach Tschernobyl anlässlich des 20. Jahrestages des Unfalls.



Tag der offenen Tür in Garching: Dr. Heinz-Peter Butz (r.), GRS, schildert den interessierten Besuchern anhand einer Diashow seine Erlebnisse bei der Journalistenreise nach Tschernobyl anlässlich des 20. Jahrestages am 26. April 2006

Tag der offenen Tür in Garching: Kurt Kieninger erklärt die zahlreichen ISTec Exponate



# DIE GRS HEUTE

Die GRS – Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit mbH – ist eine technisch-wissenschaftliche Forschungs- und Sachverständigenorganisation. Sie stellt interdisziplinäres Wissen, fortschrittliche Methoden und qualifizierte Daten zur Verfügung, um die Sicherheit technischer Anlagen zu bewerten und zu verbessern und den Schutz von Mensch und Umwelt vor Gefahren und Risiken solcher Anlagen weiterzuentwickeln.

Der Schwerpunkt ihrer Arbeiten liegt auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheit und Entsorgung. Hier ist die GRS Deutschlands zentrale Fachinstitution.

Die GRS ist gemeinnützig. Ihre Aussagen sind allein technisch-wissenschaftlichen Grundsätzen verpflichtet. Sie stützen sich maßgeblich auf Wissen und Erfahrung aus eigenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, vertieften Sicherheitsanalysen mit Prototypcharakter, umfangreichen Auswertungen von Betriebserfahrungen sowie aus langjährigen internationalen Kooperationen.

## Auftraggeber

Die GRS finanziert sich über Forschungsvorhaben, Aufträge und Gutachten. Das jährliche Auftragsvolumen liegt derzeit bei etwa 50 Millionen Euro.

Hauptauftraggeber sind

- das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU),
- das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi),
- das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) sowie
- das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

Weiterhin erhält die GRS Aufträge

- von Landesbehörden,
- vom Umweltbundesamt und
- vom Auswärtigen Amt.

Wichtigster internationaler Auftraggeber ist die Europäische Kommission.

## Standorte, Mitarbeiter und Infrastruktur

Die GRS hat ihren Sitz in Köln und weitere Standorte in Garching bei München, in Braunschweig und in Berlin.

Für den wissenschaftlichen Dialog und Informationsaustausch sind die Standorte mit einem Hochgeschwindigkeits-Netz verknüpft.

Die GRS unterhält Labore in Braunschweig für die geochemische und geotechnische Untersuchung chemischer, physikalischer und geologischer Parameter und bei ISTec in Garching für Diagnoseverfahren.

Das Kapital der GRS sind ihre hochqualifizierten Mitarbeiter. Sie repräsentieren über 30 Jahre Erfahrung und Wissen auf den Gebieten Reaktorsicherheit, Entsorgung und Umweltschutz. Die GRS beschäftigt etwa 400 Mitarbeiter, davon rund 300 hoch qualifizierte technisch-wissenschaftliche Mitarbeiter aus verschiedenen Fachrichtungen des Ingenieurwesens, der Physik, Chemie, Geochemie, Geologie, Geoökologie, Geophysik, Mathematik, Informatik, Biologie, Meteorologie und Rechtswissenschaft. In wechselnden Teams und in kollegialer Zusammenarbeit gilt es, Antworten auf komplexe sicherheitstechnische Fragen zu finden.

## Tochtergesellschaften

**Das Institut für Sicherheitstechnologie (ISTec)** ist eine Tochter der GRS mit Sitz in Garching bei München. Es wurde 1992 gegründet und hat die bis dahin in der GRS durchgeführten anwendungsorientierten Beratungs-, Forschungs- und Entwicklungsaufgaben auf den Gebieten der digitalen Sicherheitstechnik in Kernkraftwerken, zu Fragen der Endlagersicherheit und zur Entwicklung von Systemen zur Kontrolle und Verfolgung von Reststoffen bei der Stilllegung kerntechnischer Anlagen übernommen.

Die Europäische Wirtschaftliche Interessenvereinigung (EWIV) **RISKAUDIT IRSN/GRS International** ist eine gemeinsame Gründung der GRS und ihres französischen Partners IRSN mit Sitz in Paris. Darüber hinaus ist RISKAUDIT mit technischen Büros in Moskau und Kiew vertreten. Aufgabe von RISKAUDIT als eine Schnittstelle für gemeinsame Auftraggeber ist es, die wissenschaftlich-technische Kompetenz von GRS und IRSN in gemeinsame europäische Projekte, vor allem in Mittel- und Osteuropa, einzubringen.

## Internationale Kooperationen

Die wichtigsten Ziele internationaler Zusammenarbeit der GRS sind, die Sicherheit der Kernkraftwerke zu erhöhen, die jeweiligen Sicherheitsanforderungen dem erforderlichen Stand anzupassen, die beste Sicherheitspraxis zu übernehmen und, in den osteuropäischen Ländern, die Kompetenz und Unabhängigkeit der Sicherheitsbehörden zu stärken. Schwerpunkte der Aktivitäten sind:

- gemeinsame Sicherheitsanalysen und -bewertungen,
- Erfahrungsaustausch und Wissenstransfer,
- Formulierung und Umsetzung gemeinsam getragener Sicherheitsanforderungen und
- international abgestimmte Sicherheitsforschung.

Die GRS unterhält vielfältige internationale Kooperationen und hat enge Beziehungen zu verschiedenen ausländischen Organisationen. Dieses Engagement schlägt sich in zahlreichen bilateralen Kooperationsabkommen sowie in der Mitwirkung an einer Vielzahl von Aktivitäten der Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), der Internationalen Atomenergie-Organisation (IAEO) und der Europäischen Union (EU) nieder. Zu den internationalen Beziehungen zählt insbesondere die Partnerschaft mit dem französischen Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (IRSN).

Kooperationsabkommen bestehen mit

- Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN), Argentinien
- National Commission for Nuclear Activities Control (CNCAN), Rumänien
- Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), Brasilien
- Consejo de Seguridad Nuclear (CSN), Spanien
- Department of Energy, Carlsbad Area Office (DOE-CAO), USA
- Health and Safety Executive (HSE), Großbritannien
- Fortum Engineering Ltd. (FORTUM), Finnland
- Japan Nuclear Energy Safety Organization (JNES), Japan
- Korea Atomic Research Institute (KAERI), Korea
- Korea Institute for Nuclear Safety (KINS), Korea
- Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Kernfysische Dienst (KFD), Niederlande
- Ministry of Economy, Trade and Industry (METI), Japan
- National Nuclear Safety Administration (NNSA), Volksrepublik China
- Nuclear Power Engineering Center (NUPEC), Japan
- Russian Research Centre "Kurchatov Institute" (RRC KI), Russische Föderation
- Turkish Atomic Energy Authority (TAEK), Türkei
- United States Nuclear Regulatory Commission (USNRC), USA

## REAKTORSICHERHEITSANALYSEN

Die GRS verfügt – als einzige Institution in Deutschland – über den für interdisziplinäre Analysen erforderlichen Sachverstand in der Reaktorsicherheit. Sie hat jahrzehntelange, fundierte Erfahrungen und erprobte Instrumentarien, um auf alle wichtigen anlagenspezifischen und anlagenübergreifenden Fragestellungen kurzfristig reagieren zu können. Darüber hinaus zeichnet sich die GRS dadurch aus, dass sie für ihre Reaktorsicherheitsanalysen systematisch nationale und internationale Entwicklungstendenzen, Betriebserfahrungen und den sich daraus ergebenden Erfahrungsrückfluss nutzt.

Sie führt eigene analytische Untersuchungen zu aktuellen sicherheitstechnischen Fragestellungen, zum Verhalten der Anlage oder ihrer technischen Systeme im Kraftwerksbetrieb oder bei aufgetretenen oder theoretisch angenommenen sicherheitsrelevanten Ereignissen durch. Analyseinstrumente wie z. B. der Analysesimulator oder anerkannte ingenieurtechnische Methoden stehen für diese Untersuchungen zur Verfügung. Zunehmend an Bedeutung gewinnen dabei Untersuchungen, die sich nicht nur auf technische Sachverhalte konzentrieren, sondern menschliche und organisatorische Sicherheitsaspekte sowie das Zusammenwirken von Mensch, Technik und Organisation einbeziehen.

Das Geschäftsfeld Reaktorsicherheit ist in die Fachbereiche Reaktorsicherheitsforschung und Reaktorsicherheitsanalysen aufgeteilt, um die Arbeitsschwerpunkte kundenorientiert zu bearbeiten und die Zuständigkeiten für Forschung und Entwicklung sowie für die Fachberatung bei Aufsicht und Genehmigung klarer zu strukturieren. Trotz dieser Aufteilung sind die Aufgaben der Reaktorsicherheitsforschung und der Bewertung sicherheitstechnischer Fragestellungen einschließlich der langjährigen Praxis der Auswertung von Betriebserfahrungen eng verzahnt. Dadurch kann die GRS Synergien der jeweiligen Fachkompetenzen nutzen und den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik erfassen sowie bei dessen Entwicklung mitwirken. Aus den anwendungsbezogenen Analysen lassen sich wiederum wichtige Hinweise auf notwendige Entwicklungen in der Forschung ableiten. Die enge, praktische Verzahnung wird nicht nur durch vorhandene Steuerinstrumente erreicht, sondern auch durch eine enge Kommunikation der wissenschaftlichen Mitarbeiter. Dadurch ergibt sich der besondere Vorteil in der Fachkompetenz der GRS.

Ihre interdisziplinären Analysen, die sie in ihren Arbeitsbereichen Anlagentechnik, Anlagenzuverlässigkeit und Anlagenverhalten konzentriert, haben sich als wirksames Instrument herausgestellt, um sicherheitstechnische Schwachstellen aufzuzeigen und das Sicherheitsniveau der in Betrieb befindlichen deutschen Kernkraftwerke zu erhalten und zu verbessern.

### **Probabilistische Sicherheitsanalysen**

Probabilistische Sicherheitsanalysen (PSA) sind Standard bei der Beurteilung der Sicherheit von Kernkraftwerken. Sie ergänzen die deterministische Vorgehensweise und finden weltweit immer breitere Anwendung. Ziel der Forschung in der GRS ist die Entwicklung von Methoden zur Quantifizierung von Phänomenen und Effekten, die für eine fortschrittliche probabilistische Sicherheitsanalyse von Bedeutung sind, d. h. für Untersuchungen vom auslösenden Ereignis bis hin zur Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung.

Die GRS hat sich seit ihrem Bestehen intensiv mit PSA befasst, wobei die Entwicklung und Erprobung von PSA-Methoden einen Schwerpunkt der zurückliegenden und derzeitigen Arbeiten darstellen. So erarbeitete die GRS federführend die „Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke, Phase A“, die 1979 abgeschlossen wurde. Mit dieser Studie führte die GRS die PSA als neues Instrumentarium für die Sicherheitsbeurteilung von komplexen technischen Systemen in Deutschland ein. 1988 schloss die GRS die „Phase B“ der Deutschen Risikostudie Kernkraftwerke ab, die auf eine verbesserte Datenbasis, neuere F&E-Ergebnisse zurückgriff und anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen einbezog. Diese Arbeiten führten zu erheblichen sicherheitstechnischen Verbesserungen in den Anlagen, z. B. zu einem systematischen Konzept für den anlageninternen Notfallschutz. 1995 folgte die Sicherheitsanalyse für Siedewasserreaktoren, die Ereignisse aus dem Leistungsbetrieb untersuchte und ebenfalls zu wesentlichen Verbesserungen der Anlagentechnik und der Prozeduren zur Störfallbeherrschung führte.

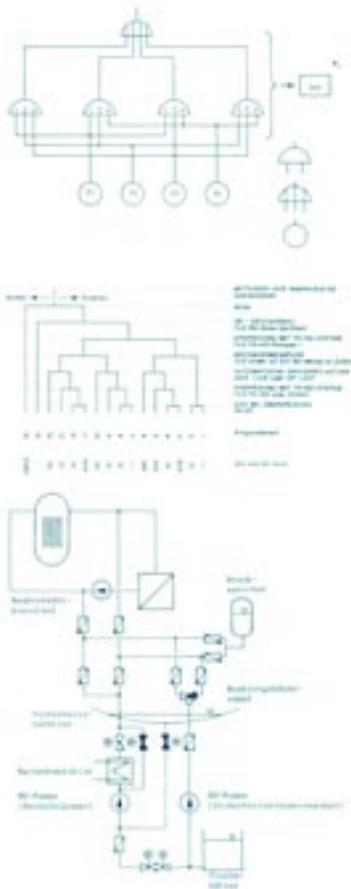


Referenzanlage der 1995 von der GRS erstellten Sicherheitsanalyse für Siedewasserreaktoren war das Kernkraftwerk Gundremmingen.

1999 präsentierte die GRS ihre SWR-Sicherheitsanalyse für den Nicht-Leistungsbetrieb. Diese Analysen, bei denen vor allem methodische Aspekte im Vordergrund standen, zeigten aber auch, dass auf einigen Gebieten, insbesondere bei der Bewertung von Personalhandlungen, noch Entwicklungsbedarf besteht.

Mit der 2001 fertig gestellten „Bewertung des Unfallrisikos fortschrittlicher Druckwasserreaktoren in Deutschland“ wurde erstmals in Deutschland eine umfassende PSA durchgeführt, bei der die auslösenden Ereignisse aus dem Leistungsbetrieb durchgängig über die Stufen 1 und 2 analysiert wurden. Die Untersuchungen zur „Erprobung und Bewertung der Methoden einer PSA für SWR-Anlagen der Baulinie 69 nach Stand von Wissenschaft und Technik (PSA SWR 69)“ wurden kürzlich abgeschlossen, in der zusätzlich zur konventionellen Leittechnik implementierte digitale Leittechnik bewertet und die in der GRS entwickelte Methode zur Bewertung schädlicher Personalhandlungen angewandt und erprobt wurden.

Der Einsatz neuer Technologien, veränderte Betriebsweisen und neue Erkenntnisse aus der Betriebserfahrung führen zu neuen Anforderungen an die PSA-Methodik, die über das bisher erreichte hinausgehen. Als Kompetenzträger für die PSA in Deutschland stellt sich die GRS diesen neuen Anforderungen durch umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die im Auftrag des BMWi durchgeführt werden.



Typische technische und mathematische Methoden, die im Rahmen von PSA verwendet werden.

Mit der Neufassung des Atomgesetzes vom Juli 2002 wurde die PSA für alle deutschen Kernkraftwerke obligatorischer Bestandteil der Sicherheitsüberprüfung. Die GRS formulierte – aufgrund ihrer langjährigen Erfahrungen – Anforderungen, auf deren Grundlage eine durchgängige PSA bis zur Stufe 2 für den Leistungsbetrieb und für Stufe 1 für den Nicht-Leistungsbetrieb nach dem Stand von Wissenschaft und Technik durchgeführt werden kann. Diese Arbeiten haben maßgeblich zur Fortschreibung der technischen Fachbände des PSA-Leitfadens – Methoden und Daten zur PSA für Kernkraftwerke – beigetragen.



An der Topical Conference „Improving Nuclear Safety through Operating Experience Feedback – Present Challenges and Future Solutions“ – von der IAEA, der OECD/NEA und WANO veranstaltet und von der GRS mit Unterstützung der VGB PowerTech organisiert – diskutierten etwa 100 Teilnehmer dabei vielfältige Aspekte des Rückflusses von Betriebserfahrungen aus Kernkraftwerken.

## Auswertung von Betriebserfahrungen

Seit 30 Jahren wertet die GRS Ereignisse aus deutschen Kernkraftwerken, die von den Betreibern auf Grundlage der Atomrechtlichen Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung (AtSMV) von den Kernkraftwerksbetreibern an die Aufsichtsbehörden gemeldet werden, hinsichtlich ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung und der Übertragbarkeit auf andere Anlagen aus. Dabei kommen schwerpunktmäßig ingenieurtechnische und bei den vertieften Untersuchungen analytische Methoden zur Anwendung.

Ergeben sich aus der Ereignisanalyse generische Erkenntnisse zur Verbesserung des Sicherheitsniveaus oder liegt ein sicherheitstechnisch bedeutsames Ereignis vor, wird dieses vertieft untersucht. Daraus resultierende Empfehlungen und Erkenntnisse werden in Form einer Weiterleitungsnachricht – hier ist der Betreiber verpflichtet, Übertragbarkeit des Ereignisses auf die eigene Anlage zu überprüfen und ggf. die Empfehlungen umzusetzen – oder generischen Auswertung weitergegeben.

Besondere Kompetenz hat die GRS bei der Anwendung von sogenannten „Precursor-Analysen“. Ab 1993 adaptierte die GRS dieses wichtige Instrumentarium systematisch auf die deutsche Anlagensituation und entwickelte es kontinuierlich weiter. Heute hält sie für die Auswertung potenziell gravierender Ereignisse ein leistungsfähiges Analyseinstrument vor, mit dessen Hilfe die Wahrscheinlichkeit für einen möglichen Schaden am Reaktorkern bei diesem Ereignis ermittelt und seine sicherheitstechnische Bedeutung quantitativ bestimmt werden kann.

Seit Beginn der 90er werden sicherheitstechnisch bedeutsame Ereignisse in kerntechnischen Einrichtungen durch die „Internationale Bewertungsskala“ (INES) klassifiziert. Die GRS stellt den „INES-Officer“, der die betreiberseitige Einstufung meldepflichtiger Ereignisse in die INES-Skala überprüft und die relevanten deutschen Ereignisse zeitgerecht an die IAEA übermittelt. Über Ereignisse, die in Stufe 2 der Skala und höher eingeordnet sind, gibt die GRS nach Meldungseingang innerhalb von 24 Stunden eine erste Einschätzung der Bedeutung des Ereignisses für deutsche Anlagen ab.

Aber auch internationale Ereignisse fließen in die interdisziplinären Analysen von Betriebserfahrungen ein. So ist die GRS nationaler IRS-Koordinator, der u. a. die Meldung deutscher Ereignisse an das 1993 etablierte „Incident Reporting System“ (IRS) der IAEA und der OECD/NEA koordiniert und für den Empfang eingehender IRS-Meldungen zuständig ist. Weiterhin ist die GRS durch ihre umfangreiche Mitarbeit in internationalen Organisationen in den Informationsfluss eingebunden.

Diese Erkenntnisse aus nationalen und internationalen Betriebserfahrungen tragen wesentlich zum sicheren Betrieb deutscher Kernkraftwerke bei. Dadurch können Schwachstellen im Sicherheitskonzept oder an Einrichtungen entdeckt und behoben und damit das Sicherheitsniveau der Gesamtanlage verbessert werden.

## Strukturzuverlässigkeit

Bei der Überprüfung der Integrität/Zuverlässigkeit druckführender Komponenten stand für die GRS zunächst die Analyse der amerikanischen Anforderungen an druckführende Komponenten für SWR- und DWR-Konzepte im Zentrum, niedergeschrieben in den regulatorischen Vorschriften (10 CFR 50), dem ASME-Code und den ASTM-Standards; später rückte die genauere Beschreibung von mehrdimensionalen Spannungszuständen in den verschiedenen Komponenten unter den Belastungen des Betriebs und bei Störfällen mit Hilfe fortschrittlicher Analysemethoden (Finite-Elemente-Verfahren) in den Vordergrund. Inzwischen hat die GRS durch eigene Analyseketten zur Beschreibung der Komponentenintegrität internationales Niveau erreicht. Erprobt in internationalen Benchmarks entsprechen die GRS-Analyseketten dem Leistungsstand anderer renommierter Organisationen, wie ORNL, CEA, MPA. Gleiches gilt auch für ihre quantitative Sicherheitsanalyse auf der Basis probabilistischer Verfahren, bei der die GRS Modelle zur Einschätzung von Leck- und Bruchhäufigkeiten entwickelt hat. Sie haben ebenfalls internationale Anerkennung gefunden.

Darüber hinaus hat die GRS bereits seit Anfang der 90er Jahre begonnen, die im Laufe von mehreren Jahrzehnten zusammengetragenen Ergebnisse ihrer systematischen und detaillierten Auswertung der Betriebserfahrung zu druckführenden Komponenten aber auch zum Alterungsprozess und zum Alterungsmanagement in praktikable Daten- und Wissensbanken zu überführen, um die Häufigkeit verschiedener Schadensmechanismen und die Zuverlässigkeit der druckführenden Komponenten für alle nationalen kerntechnischen Anlagen einschätzen zu können.

## Komponentenzuverlässigkeit

Auch dadurch ist die GRS ein wichtiger Gesprächspartner für internationale Organisationen, z. B. die OECD/NEA und die IAEO, und bringt ihre Erfahrungen auch in Projekte der Europäischen Union (Nuclear Fission Programmes) ein.

Wie bereits in den 70er- und 80er-Jahren arbeitet die GRS seit September 2003 wiederum an der Modernisierung des kerntechnischen Regelwerks mit. Standen früher die Unterschiede zwischen dem amerikanischen und deutschen Regelwerk im Mittelpunkt der Diskussion, so geht es heute darum, das Regelwerk für den Betrieb von Kernkraftwerken in Deutschland auf den Stand von Wissenschaft und Technik zu bringen.

Darüber hinaus bewertet die GRS schon seit vielen Jahren die Zuverlässigkeit und die Integrität von druckführenden Komponenten, die für die Förderung, den Transport und die Aufbereitung von Gas eingesetzt werden. Dazu gehören deterministische bruchmechanische Analysen ebenso wie probabilistische Einschätzungen der zu erwartenden Häufigkeiten von Lecks und Brüchen als einleitende Ereignisse, die zu Freisetzungen radioaktiver Stoffe führen können.

Seit den 60er Jahren wertet die GRS die nationalen und internationalen Informationen zum Verhalten aktiver Komponenten<sup>1</sup> des Sicherheitssystems von Kernkraftwerken systematisch aus. Hierzu hat sie eigene Module zur Erfassung und Auswertung erstellt, die kontinuierlich weiterentwickelt wurden.

Die Erfahrungen stellen die notwendigen Detailinformationen bei der Auswertung aktueller meldepflichtiger Ereignisse zur Verfügung und finden als Zuverlässigkeitskenngrößen Eingang in die Probabilistischen Sicherheitsanalysen (PSA). Hierzu werden Kenngrößen zur Eintrittswahrscheinlichkeit unabhängiger und abhängiger Ausfälle (GVA<sup>2</sup>) sowie zu Eintrittshäufigkeiten auslösender Ereignisse ermittelt.

Die GRS hat in den 90er Jahren erkannt, dass das Ausfallverhalten der hochredundanten Systeme des Sicherheitssystems im Wesentlichen durch den gemeinsam verursachten Ausfall GVA bestimmt wird. Seitdem bilden die Methodenentwicklung und die Datenerfassung zur Bewertung von GVA einen weiteren Arbeitsschwerpunkt. Da GVA-Ereignisse extrem selten auftreten, war es erforderlich, über die Auswertung anlagenspezifischer Ereignisse hinaus, die gesamten nationalen und internationalen Erfahrungen in die Betrachtungen einzubeziehen. Hierzu wurde auf wesentliche Initiative der GRS 1997 das „International Common-Cause Failure Data Exchange Project“ der NEA/OECD (ICDE Project) gegründet, bei dem die GRS zurzeit den Obmann stellt.

Die von der GRS entwickelte Methodik zur Datenerhebung für PSA und die generischen GVA-Datensätze sind in wesentlichen Teilen in den Veröffentlichungen des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) zum „Leitfaden PSA“ übernommen worden.

Schon vor der Diskussion zum Alterungsmanagement in den 90er Jahren wurden von der GRS bei der Auswertung des Komponentenverhaltens regelmäßig Trendanalysen zu den Störungen und Ausfällen der Komponenten durchgeführt. Mit der hierzu entwickelten Methodik ist man frühzeitig in der Lage, Zeiteinflüsse im Komponentenverhalten und mögliche Ursachen z. B. Alterungseinflüsse oder Änderungen in der Instandhaltungsstrategie von Komponenten zu erkennen.

Seit Mitte der 90er Jahre ist ein zunehmender Einsatz von softwarebasierten, leittechnischen Komponenten in Einrichtungen mit sicherheitstechnischer Bedeutung zu beobachten, deren systematische Auswertung der Betriebserfahrung einen weiteren Arbeitsschwerpunkt darstellt. Zur Verbreiterung der Datenbasis werden neben nationalen auch internationale Erfahrungen mit in die Betrachtungen einbezogen. Daher ist die GRS als Gründungsmitglied seit 1996 in das Projekt „Computer based Systems important to Safety“ der NEA/OECD (COMPSIS - Projekt) eingebunden, in dem Informationen zu computerbasierten Systemen mit sicherheitstechnischer Bedeutung ausgetauscht werden.

<sup>1</sup> Aktive Komponenten benötigen zur Funktion eine aktive Betätigung z. B. mittels elektrischem Strom, Hydraulik oder Pneumatik

<sup>2</sup> Gemeinsam verursachte Ausfälle (GVA) sind gleichzeitig auftretende Ausfälle mehrerer Komponenten aufgrund der gleichen Ursache

## Störfallanalysen

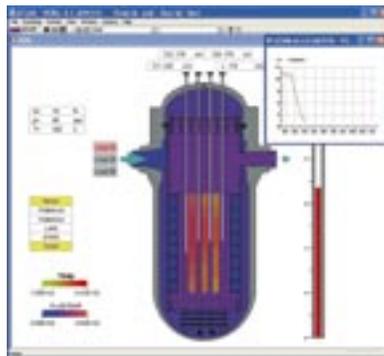
Mit wachsender Komplexität und Simulationstiefe thermohydraulischer Simulationsprogramme entstand der Bedarf an einem komfortablen benutzerorientierten Analysewerkzeug. Darüber hinaus wurden im Rahmen der Reaktorsicherheitsforschung an die Nachbildung der Leittechnik immer höhere Ansprüche gestellt. Die Forderung nach einer einfachen Realisierung von Handeingriffen in den simulierten Prozessablauf trug schließlich zur Entwicklung der Simulationsumgebung ATLAS (ATHLET-Analysesimulator) bei, welche sich zeitgemäßer Simulations- und Visualisierungstechniken bedient.

ATLAS wurde für das GRS-eigene Thermohydraulikprogramm ATHLET (zur Nachbildung des Anlagenverhaltens) entwickelt, aber auch für die Anknüpfung zahlreicher weiterer Simulationsprogramme offen gehalten. ATLAS ermöglicht die Visualisierung von Daten, um Zusammenhänge transparenter zu machen und kann auf interaktiven Oberflächen Systemdarstellungen präsentieren, die den Überblick über den simulierten Prozess verbessern und die Eingabe von Handbefehlen erlauben.

Durch die Kombination der von der GRS entwickelten anlagenspezifischen Datensätze mit der Simulationsumgebung ATLAS entstehen Analyse-simulatoren, mit denen das gesamte Spektrum von anormalen Betriebsfällen bis zu auslegungüberschreitenden Ereignissen für eine konkrete Kraftwerksanlage untersucht werden kann. Die Modellierung der Leittechnik mit einem ebenfalls in der GRS entwickelten Programm ermöglicht dabei eine hohe Realitätsnähe der Simulation.

Die Weiterentwicklung der Rechentechnik erlaubt zunehmend den Einsatz spezialisierter Analysesimulatoren, die z. B. mit dreidimensionalen Modellen für die Neutronenkinetik im Reaktorkern auch den wachsenden Anforderungen an die Nachweisführung Rechnung tragen.

*Reaktorsicherheitsanalyse mit ATLAS im Analysezentrum der GRS*



*Benutzeroberfläche von ATLAS mit Visualisierung von Wassertemperaturen, Steuerabstellungen und Füllstandszeitverlauf im Reaktordruckbehälter*

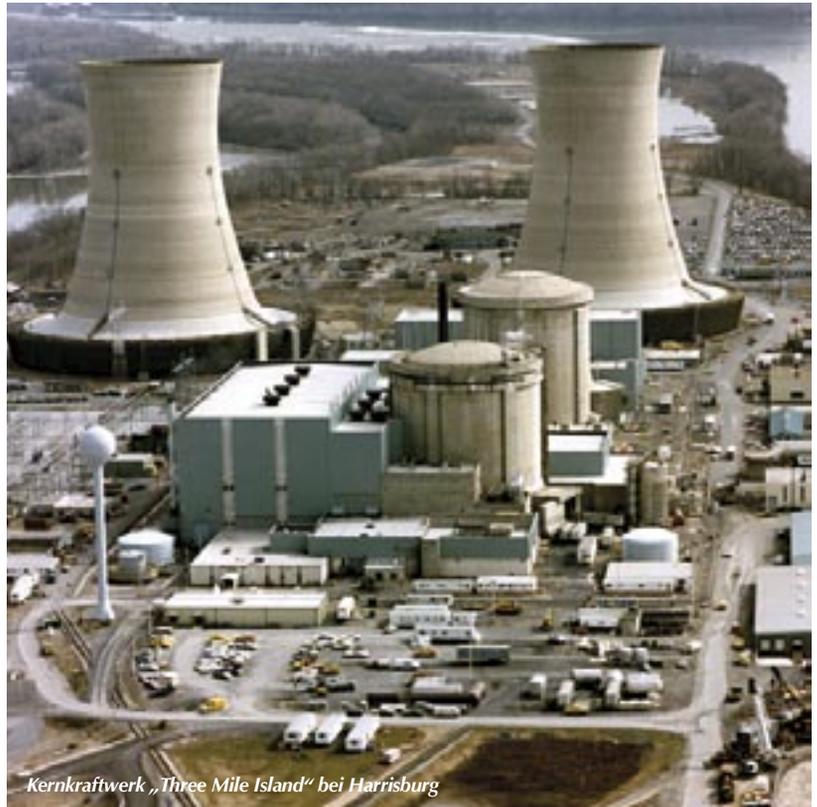
## Sicherheitsmanagement

Die GRS hat durch die Auswertung der Betriebserfahrung deutscher Kernkraftwerke bereits frühzeitig erkannt, dass Betriebsführung und Kraftwerksorganisation von hoher sicherheitstechnischer Bedeutung sind. Darüber hinaus sind einige Ereignisse der letzten Jahre auf Schwachstellen im personell-organisatorischen Bereich zurückzuführen. Daher begann die GRS vor etwa zehn Jahren, Entwicklungen zu Sicherheitsmanagementsystemen in Kernkraftwerken voranzutreiben. Ein Schwerpunkt liegt in der Erarbeitung von Vorgaben und Anforderungen, die an die Entwicklung, Einführung und Überwachung von Sicherheitsmanagementsystemen zu stellen sind. Damit leistet die GRS einen wichtigen Beitrag, bestehende Lücken sowohl im nationalen wie internationalen kerntechnischen Regelwerk zu schließen. Aufgrund ihrer Kompetenz ist die GRS im Auftrag von Landesbehörden in die Begutachtung von Sicherheitsmanagementsystemen der Betreiber eingebunden. Eine wichtige Aufgabe für die Zukunft liegt in der Entwicklung von Methoden und Indikatoren zur Überwachung der Wirksamkeit bestehender Managementsysteme der Betreiber durch Behörden und Gutachter.

## Vertiefte Untersuchungen

Im Rahmen der Unterstützung von Behörden, überwiegend des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), führt die GRS vertiefte interdisziplinäre Untersuchungen und Bewertungen sicherheitstechnisch bedeutsamer in- und ausländischer Ereignisse durch.

Neben den unmittelbar nach Unfällen wie im amerikanischen „Three Mile Island“ (Harrisburg) oder in der ukrainischen Anlage Tschernobyl durchgeführten Erstbewertungen und nachfolgenden umfangreichen Analysen der Unfälle lassen sich auch aus weniger gravierenden Ereignissen oft wesentliche Erkenntnisse von generischer Bedeutung ableiten. Solche Ereignisse können über den Rahmen von Weiterleitungsnachrichten hinausgehende Untersuchungen und Forschungsarbeiten anstoßen, beispielsweise das Ereignis im schwedischen Kernkraftwerk Barsebäck 1992, bei dem die Sumpfsiebe durch Isoliermaterial verstopften. In zahlreichen Ländern wurden dazu umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, die zum Teil noch andauern. Aus den Untersuchungen wurden erhebliche Änderungsmaßnahmen abgeleitet und umgesetzt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen, die als fachliche Grundlage für die behördliche Aufsicht und Genehmigung dienen, werden u. a. in Weiterleitungsnachrichten sowie Gutachten, Stellungnahmen oder generischen Berichten dokumentiert.



*Kernkraftwerk „Three Mile Island“ bei Harrisburg*

Als 2004 im japanischen Kernkraftwerk Mihama 3 aufgrund von Erosionskorrosion ein Leitungsbruch im nicht radioaktiven Speisewasser-Dampfkreislauf auftrat, bei dem mehrere Menschen durch fliegende Bruchstücke und Verbühungen durch heißes Wasser zu Tode kamen, analysierte die GRS auch dieses Ereignis und gab eine Stellungnahme dazu ab.

Einen besonderen Arbeitsschwerpunkt der GRS stellten im Jahr 2006 Recherchen und Untersuchungen zu einem Ereignis in der schwedischen Anlage Forsmark dar. Durch die gewonnenen Erkenntnisse wurden auch für deutsche Anlagen neuere Untersuchungen zu Beeinträchtigungsmöglichkeiten der Notstromversorgung initiiert.

Darüber hinaus unterstützt die GRS das BMU fachlich in nationalen und internationalen Gremien (z. B. WENRA) und beteiligt sich im Auftrag des BMU an der internationalen Zusammenarbeit (z. B. IAEA).

# REAKTORSICHERHEITSFORSCHUNG

Die GRS führt als wichtigster Gutachter und Berater der Bundesregierung in technischen Fragen zur Sicherheit kerntechnischer Anlagen die erforderlichen Sicherheitsbewertungen nach dem Stand von Wissenschaft und Technik durch.

Durch ihre eigenen analytischen Forschungsarbeiten und die Nutzung der experimentell erarbeiteten Ergebnisse anderer deutscher Forschungseinrichtungen und internationaler Partner ist die GRS in der Lage, den Stand von Wissenschaft und Technik mitzugestalten, jederzeit darzustellen, zu interpretieren und für eine effektive und sicherheitsgerichtet agierende Bundesaufsicht operativ nutzbar zu machen. Die GRS vereint systematisch den Kenntnisstand aus eigener Forschungstätigkeit und internationalen Entwicklungen mit ihren Kenntnissen der Anlagentechnik und den langjährigen Betriebserfahrungen deutscher Anlagen, die von ihr zentral und umfassend ausgewertet werden.

Nachdem die Reaktorsicherheitsforschung für zahlreiche Fragestellungen der Vergangenheit inzwischen überzeugende Lösungen gefunden hat, man denke nur an die Großexperimente zur Notkühlung und ihre analytische Umsetzung, stellen sich heute neue Aufgaben für Forschung und Entwicklung. Nachfolgend sind einige der Schwerpunktthemen dargestellt, welche gegenwärtig im Mittelpunkt der GRS-Forschungsaktivitäten stehen.

## **Kernverhalten**

Ausgelöst durch die Anstrengungen, den Nutzwert der bestehenden Anlagen weiter zu verbessern, werden unterschiedliche Maßnahmen geplant: Leistungserhöhungen, Brennelemente mit höherer Anreicherung und korrosionsfesten Hüllrohrwerkstoffen, längere Einsatzzeiten der Brennelemente. Für die GRS ergibt sich hieraus die Aufgabe, die Sicherheitsmargen zu ermitteln und die damit verbundenen Sicherheitsnachweise zu führen.

Die GRS-Arbeiten haben in diesem Zusammenhang zum Ziel, die Rechenmethoden für neue Brennelementauslegungen und neue Kernbeladestrategien zu verbessern und zu validieren, um die Aussagegenauigkeit und -sicherheit der Rechenmethoden zu überprüfen und weiterzuentwickeln.

## **3D-Kernberechnungen**

Das in der GRS entwickelte 3D-Kernmodell QUABOX/CUBBOX, das die Diffusionsgleichungen mit zwei Energiegruppen einschließlich thermohydraulischer Rückwirkungen löst, wird heute für routinemäßige Anwendungsrechnungen eingesetzt. Eine genauere Berechnung der brennstabweisen Leistungsverteilung erfordert den Einsatz der Neutronentransportmodelle und deren Weiterentwicklung für die Anwendungsfälle der Kernauslegung. Hierzu wurden in der Vergangenheit bei mehreren stationären Benchmarkproblemen mit den Codes DORT/TORT von ORNL sowie TWODANT/THREEDANT von LANL sehr gute Ergebnisse erzielt, wie sich im internationalen Vergleich gezeigt hat. Die GRS hat die Programme DORT/TORT für 2D- bzw. 3D-Geometrie auch für zeitabhängige Berechnungen erweitert. Die GRS wird diese Programme durch Einbau thermohydraulischer Rückwirkungsmodelle weiterentwickeln und somit dazu beitragen, eine neue Generation von Simulationsprogrammen für das Kernverhalten zu entwickeln.

In Zusammenarbeit mit dem Kurtschatow-Institut koppelte die GRS ihren Thermohydraulikcode ATHLET mit dem russischen 3D-Neutronenkinetikcode BIPR-VVER, sodass nun das Gesamtverhalten von Kern und Kühlkreislauf des Reaktors mit dem gekoppelten Codesystem ATHLET/BIPR-VVER simuliert werden kann. ATHLET/BIPR-VVER wurde durch die Teilnahme an internationalen Benchmark-Aktivitäten und durch Vergleich mit Messungen an laufenden Anlagen validiert.

## **Reaktivitäts- und Nuklidinventarberechnung**

Zur Reaktivitäts- und Nuklidinventarberechnung koppelte die GRS das Monte Carlo Programm KENO-Va bzw. -VI mit dem Abbrandprogramm OREST zu dem Reaktivitäts- und Nuklidinventarprogramm KENOREST. Das neue Programmpaket – durch mehrere Nachrechnungen von OECD-Benchmarkproblemen und von Nuklidinventarmessungen (z. B. Takahama-3) validiert – ist einsatzbereit. Da für KENOREST die Datenbibliotheken wesentlich erweitert wurden, steht in der GRS nunmehr ein Rechenprogramm zur Verfügung, um Ergebnisse von Standardprogrammen zu überprüfen.

Außenansicht des  
Forschungsreaktors  
Phébus PF  
in Cadarache,  
Frankreich



## Stör- und Unfallabläufe im Reaktorkühlkreislaufsystem

Stör- und Unfallabläufe im Reaktorkühlkreislauf werden mit Hilfe von Rechenprogrammen simuliert, um die Sicherheit von Reaktoranlagen nachzuweisen. Die GRS hat seit drei Jahrzehnten Erfahrungen in der Entwicklung, Validierung und Anwendung dieser Programme.

ATHLET ist und bleibt ein wichtiges Analysewerkzeug zur Berechnung der Stör- und Unfallabläufe im Reaktorkühlkreislauf und damit zur Bewertung der Reaktorsicherheit. ATHLET ist weitgehend entwickelt. Ausnahmen bilden die dreidimensionale Simulation und die dynamische Berechnung der Strömungsregime. Motivation für die Weiterentwicklung ist ein erweitertes Anwendungsspektrum bei Sicherheitsuntersuchungen, z. B. auf Nichtleistungsbetrieb, Notfallschutz, Deborierungstörungen bei bestimmten kleinen Lecks im DWR, Abriss und Wiederaanlaufen des ein- und zweiphasigen Naturumlaufs nach Reflux-Condenser-Betrieb in einzelnen Kreisläufen sowie möglichst realistische Nachweismethoden mit erhöhten Genauigkeitsanforderungen. Notwendige Weiterentwicklungen ergeben sich auch aus den Erfahrungen der Programmvalidierung und -anwendung sowie aus notwendigen Kopplungen mit verschiedenen Rechenprogrammen z. B. TESP (Brennstabverhalten) und COCOSYS (Sicherheitseinschluss).

Das Programm ATHLET-CD (CD = „Core Degradation“) ermöglicht die Fortsetzung der Simulation von Störfällen im auslegungsüberschreitenden Bereich einschließlich der Kernschmelzunfälle. ATHLET bildet das Thermohydraulik-Modul, zu dem in CD weitere Module zum Kernschmelzen, zur Schmelzeverlagerung sowie zum Spaltprodukt- und Aerosolverhalten hinzukommen. Weiterentwicklungen sind noch notwendig, um Unfallabläufe von der frühen bis zur späten Phase der Kernzerstörung berechnen zu können.

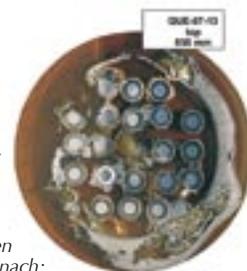
### Validierung der Rechenprogramme ATHLET und ATHLET-CD

Zur Validierung des weiterentwickelten Rechenprogramms ATHLET, das zur Simulation des Kühlkreislaufverhaltens bei Transienten und Störfällen dient, werden Experimente aus verschiedenen Versuchsanlagen nachgerechnet. Bei der Auswahl der nachzurechnenden Versuche steht die Überprüfung der weiterentwickelten und der neuen Modelle und somit das erweiterte Anwendungsspektrum im Mittelpunkt. Dieses Spektrum schließt Ereignisse mit Deborierung im Reaktorkühlkreislauf ein. Störfälle bei Nichtleistungsbetrieb sind ein weiterer Schwerpunkt der ATHLET-Validierung.

Zur Simulation von mehrdimensionalen zweiphasigen Strömungen im Kühlsystem von Leichtwasserreaktoren entwickelt die GRS das Modul FLUBOX 2D/3D, das nach Kopplung mit ATHLET eine genauere räumliche Auflösung und damit erhöhte Genauigkeit bei der Simulation von Transienten und Kühlmittelverluststörfällen ermöglichen soll. Die gekoppelte Programmversion ATHLET/FLUBOX 3D soll zukünftig anhand von Integralexperimenten validiert werden.

Für die Validierung des Rechenprogramms ATHLET-CD steht das erweiterte Anwendungsspektrum hinsichtlich der Unfallabläufe in DWR, WWER und SWR von der frühen bis zur späten Phase der Kernzerstörung im Vordergrund. Dies betrifft die verbesserten Modelle, z. B. zur Oxidation und Wasserstoffherzeugung, zur Schmelzeverlagerung und Schmelzeseebildung im unteren Plenum anhand von Phébus- und neuen Quench-Experimenten.

Zur Validierung von ATHLET-CD rechnet die GRS Experimente zur Zerstörung von Stabbündeln aus drei verschiedenen Versuchsanlagen nach:



Schnitt durch das teilweise zerstörte Stabbündel. Der Absorberstab befand sich im Zentrum des Bündels.

### „Computational Fluid Dynamics“ (CFD) – Rechenprogramme

Zur Simulation von dreidimensionalen Strömungen im Kühlsystem von Leichtwasserreaktoren werden zunehmend sogenannte CFD-Codes eingesetzt.

Damit erreicht man eine genauere räumliche Auflösung und damit erhöhte Genauigkeit bei Vermischungsvorgängen z. B. bei der Sumpfstopfung, Thermoschock und Deborierung sowie die Quantifizierung von Sicherheitsmargen. Diese ursprünglich für einphasige Strömungen entwickelten und eingesetzten Rechenprogramme sollen für zweiphasige mehrdimensionale Strömungen mit Phasenübergängen, wie Verdampfung und Kondensation erweitert und validiert werden. Ziel ist, ATHLET mit CFD-Programmen zu koppeln. Um CFD-Software für diese Anforderungen möglichst effizient, schnell und anwendungsnah zur Verfügung stellen zu können, wurde ein deutscher Verbund aus Forschungsinstituten und Software-Entwicklern etabliert. Innerhalb dieses Verbunds wird das Rechenprogramm CFX weiterentwickelt und validiert.

## Stör- und Unfallabläufe im Sicherheitseinschluss und Gesamtsystemverhalten

Die Vorgänge im Sicherheitseinschluss sind bei einem schweren Störfall äußerst komplex. Ihre modellmäßige Erfassung erfordert nicht nur zwangsläufig für jedes Einzelphänomen eine möglichst detaillierte Beschreibung, sondern vielmehr ist es notwendig, auch alle wichtigen Wechselwirkungen angemessen zu erfassen.

Die auftretenden Phänomene lassen sich grob in die drei großen Themenbereiche unterteilen: Thermohydraulik, Quellterm (Spaltprodukt-, Aerosol- und Jodverhalten) und „ex-vessel“-Kernschmelzverhalten.

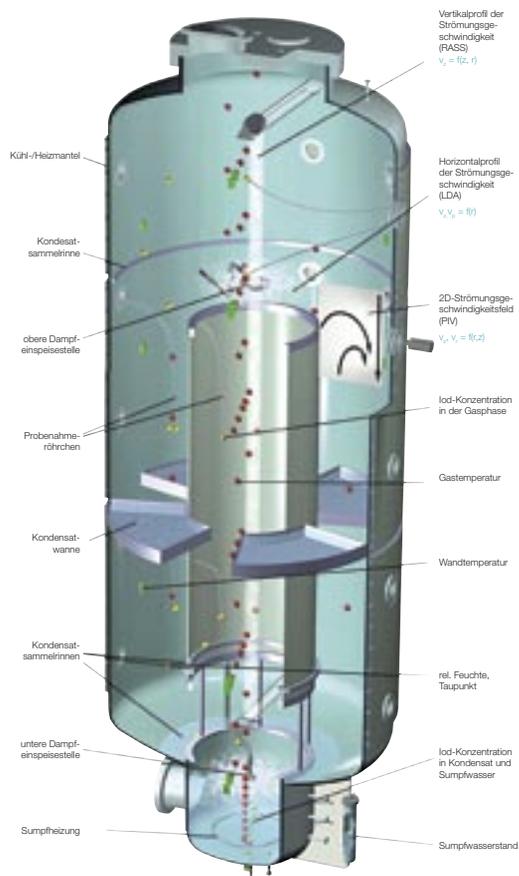
Die Entwicklung der Rechenprogramme COCOSYS und ASTEC zur Thermohydraulik und zum Verhalten von Spaltprodukten im Sicherheitsbehälter haben in F&E einen hohen Stellenwert.



COCOSYS basiert auf weitgehend mechanistischen Modellen und ist wohl derzeit weltweit der einzige in Entwicklung befindliche Code zur umfassenden Simulation aller wesentlichen Vorgänge und Zustände bei schweren Störfällen in Sicherheitsbehältern von Leichtwasser-Reaktoren. Dazu gehört die Simulation aller wichtigen thermohydraulischen Phänomene, der Wasserstoffverteilung

und -verbrennung, des Aerosolverhaltens, der Jodchemie, der Schmelze-Beton-Wechselwirkung sowie der Simulation von Öl- und Kabelbränden. COCOSYS wird von zahlreichen Organisationen im In- und Ausland genutzt.

Gemeinsam mit ihrem französischen Partner IRSN entwickelt die GRS den Integralcode ASTEC zur Simulation des Gesamtablaufs schwerer Störfälle in Reaktorkühlkreislauf (IRSN) und Sicherheitsbehälter (GRS). ASTEC gewährleistet eine GRS/IRSN-Führungsrolle auf dem Gebiet „Sicherheitseinschluss“ im Rahmen der Europäischen F&E-Kooperation (Rahmenprogramme der EU) und ist das verbindende Element im europäischen Netzwerk SARNET (Severe Accident Research Network).



COCOSYS wurde an der 60 m<sup>3</sup> großen ThAI-Versuchsanlage (Thermohydraulik, Aerosole, Iod) von Becker Technologies in Eschborn validiert. ThAI (in der Abbildung mit umfangreicher Instrumentierung) hat einen Innendurchmesser von 3,2 m und eine Höhe von 9,2 m. Durch drei unabhängige Kühl-/Heizmäntel kann die vertikale Behälterwand abschnittsweise geheizt bzw. gekühlt werden.

## Komponentenverhalten und Strukturzuverlässigkeit

Die Versuche zur Validierung zeigen, dass das vorausberechnete Mehrraumverhalten, d. h. die Konzentrationen der relevanten Jodspezies in der Atmosphäre von den thermohydraulischen Bedingungen stark beeinflusst wird, wie auch die Verteilung des molekularen Jods.

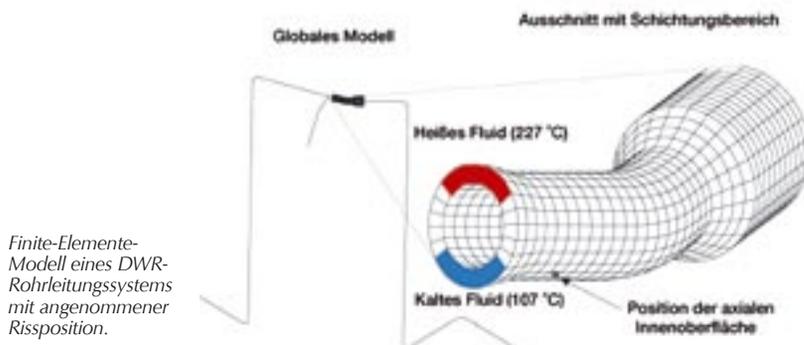
Für die Thermohydraulik im Sicherheits-einschluss sollen zukünftig COCOSYS und ASTEC als Basis weiterhin verwendet jedoch durch CFD-Modelle punktuell abgesichert werden. Zurzeit wird damit begonnen, den CFD-Code CFX beispielhaft zu ertüchtigen. Dabei übernimmt die GRS neben der inhaltlichen Koordination die Qualifizierung von CFX.

Ein Ziel der GRS-Arbeiten zum Forschungsschwerpunkt „Komponentenverhalten und Strukturzuverlässigkeit“ ist, Analysemethoden zur Integritätsbewertung sicherheitstechnisch relevanter Komponenten insbesondere hinsichtlich der Schnittstelle zu thermohydraulischen und systemtechnischen Fragestellungen sowie bezüglich Beiträgen zu probabilistischen Sicherheitsanalysen zu validieren und weiterzuentwickeln. Dadurch sollen strukturelle Analysemethoden für integrale, interdisziplinäre Sicherheitsaussagen bereitgestellt werden, wobei auch der Einfluss von Unsicherheiten in den Rechenmodellen, den Belastungsdaten, den Materialdaten und Randbedingungen auf die sicherheitstechnischen Bewertungen untersucht wird. Dabei soll das Analysewerkzeug PROST (Probabilistische Strukturberechnung), mit dem bisher Leck- und Bruchwahrscheinlichkeiten von Rohrleitungen unter Berücksichtigung der Betriebsdauer bestimmt werden, weiterentwickelt werden, um eine quantitative Abschätzung der Strukturzuverlässigkeit defekter passiver Komponenten zu ermöglichen und eine Methodik zur Quantifizierung technischer Risiken beim Betrieb passiver Komponenten bereitzustellen. Gleichzeitig wird eine methodische Lücke bei der PSA ausgefüllt. Berechnungsgrundlage hierbei ist der Schadensmechanismus „Ermüdung“.

Die Integrität von Schweißnähten zwischen ferritischen und austenitischen Rohrsegmenten im Kühlkreislauf muss zu jeder Zeit gewährleistet sein, um einen sicheren Reaktorbetrieb zu ermöglichen. Dabei ist besonders zu beachten, dass Mischnähte mit ihren verschiedenen Werkstoffen unterschiedliche Eigenschaftsgradienten zwischen ferritischem Grundwerkstoff, Wärmeinflusszone (WEZ), Pufferung, austenitischem Schweißgut und austenitischem Grundwerkstoff aufweisen.

Kürzlich durchgeführte Experimente an unterschiedlich großen Rohrleitungen mit jeweils einer Mischnaht und einem Riss im Bereich der Pufferung parallel zur Materialgrenze WEZ/Pufferung haben zu einer Validierung bruchmechanischer Ansätze geführt.

*Frischdampfleitungen im Containment*



## ENTSORGUNG

Die GRS ist die einzige Institution in Deutschland, die in dem weit gespannten Aufgabenfeld „Entsorgung“ einen umfassenden interdisziplinären Sachverstand vorhält. Sie verfügt über einschlägige Erfahrungen auf den Gebieten des Brennstoffkreislaufs, des Strahlens- und Umweltschutzes, bei der Endlagerung radioaktiver und chemotoxischer Abfälle sowie bei der Analyse und Bewertung sicherheitsbezogener Fragestellungen. In langjährigen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten entwickelte und validierte die GRS die für eine sicherheitsanalytische Bewertung erforderlichen Instrumentarien und Methoden. Die Mitarbeit in Gremien, diverse Kooperationen sowie die Vorstellung der Arbeiten in internationalen wissenschaftlichen Foren sichern den Stand von Wissenschaft und Technik und erhalten die Fachkompetenz in der GRS.

Die GRS unterstützt die Bundesaufsicht und die Landesbehörden, die mit der Entsorgung befassten Bundesbehörden aber auch die Europäische Union mit ihrer Fachkompetenz. In den letzten Jahren ist ein stetig steigender Unterstützungs- und Beratungsbedarf erkennbar, da für laufende oder zu erwartende Genehmigungs-, Aufsichts- und Planfeststellungsverfahren der Stand von Wissenschaft und Technik ständig weiterentwickelt wird. Daher erforscht die GRS die Endlagersicherheit, führt Entwicklungsarbeiten zur Einführung und Absicherung von Nachweismethoden durch und verfolgt und beteiligt sich an internationalen Projekten und Entwicklungen.

### Brennstoffkreislauf

Auf dem Gebiet des Brennstoffkreislaufs bearbeiten die GRS-Experten Mengenbilanzen und -prognosen von Kernbrennstoff, leisten Beiträge zu Brennstoffkreislaufkonzepten und Entsorgungsstrategien, überprüfen die Sicherheit von Anlagen und werten Betriebserfahrungen und besondere Vorkommnisse sowie Störfälle aus. Die Arbeiten zu den Mengenbilanzen umfassen Kernbrennstoff- und Abfallströme, Entsorgungsnachweise und Kreislaufstrategien. Weiterhin untersucht und prognostiziert die GRS die Auswirkungen von Veränderungen und formuliert darauf aufbauend entsprechende Konzepte und Strategien. Themenschwerpunkte der nuklearen Sicherheit von Brennstoffkreislaufanlagen sind Kritikalität und Abbrand von Spaltstoffen, Aktivierung, Abklingen, Strahlungstransport und Abschirmung sowie nukleare Verfahrenstechnik von Anlagen der nuklearen Ver- und Entsorgung, Betriebserfahrungen und Störfälle. Dabei greift die GRS auf Methoden und Rechencodes zurück, die sie als Ergebnis langjähriger Anwendungserfahrung und ständiger Weiterentwicklung erarbeitet hat. Beispielhaft zu nennen ist die verbesserte GRS-Version des Standard-Codes ORIGIN der „Oak Ridge National Laboratories“. Die GRS-Version besitzt zwei zusätzliche Kernreaktionstypen für Zerfall und Aufbau und verwendet Datenbibliotheken, die die GRS seit 1980 ständig modernisiert hat.

Der Code wird auch als Teil der GRS- Codesysteme OREST und KENOREST für die zeitrichtige und räumlich genaue Abbrandberechnung verwendet. Die Ergebnisse sind von großer Bedeutung, da Abbrand- und Inventarberechnungen wichtige Eingangsgrößen von Untersuchungen zur Endlagerung, zur Aktivierung von Reaktordruckbehälter und Einbauten, zur Freigabe bei der Stilllegung, zur Nachzerfallsleistung bei Reaktorstörfällen, bei Abschirmungen und bei Transmutationskonfigurationen usw. sind. Zur Kritikalitätssicherheit hat die GRS 1998 das „Handbuch zur Kritikalität“ erarbeitet, das fortwährend aktualisiert wird.

- (1) Brennelementfabrik: Hier werden die einzelnen Brennstäbe zu Brennelementen zusammgebaut
- (2) Blick in ein Brennelementlagerbecken
- (3) Brennelementtransport
- (4) Transportbehälter für abgebrannte Brennelemente mit Kontaminationsschutzhemd



## Strahlen- und Umweltschutz

Eine grundlegende Aufgabe des Strahlenschutzes ist die Beschreibung der Quellen ionisierender Strahlung, insbesondere des radioaktiven Inventars von bestrahlten Brennelementen, aber auch von aktivierten Strukturen und Abschirmungen oder von radioaktiven Abfällen. Hier bearbeitet die GRS u. a. Strahlenschutzaspekte bei laufenden kerntechnischen Anlagen sowie bei deren Stilllegung. Weiterhin gehören zu ihrem Aufgabenspektrum die Untersuchung der Freigabe radioaktiver Stoffe, der radiologische Notfallschutz und die Klärung radioökologischer Fragen, die sich in der Umgebung kerntechnischer Anlagen, bei Altlasten und kontaminierten Gebieten ergeben. Ebenso zählen radiologische Konsequenzanalysen nach störfallbedingten Freisetzungen einschließlich der Modellierung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre, der Hydrosphäre und in der Biosphäre zu diesem Aufgabenbereich. Das Fachgebiet schließt auch potenzielle Freisetzungen infolge terroristischer Einwirkungen Dritter ein.

Ein Beitrag der GRS zur Verbesserung der Strahlenschutzkontrolle ist beispielsweise das im Auftrag des BMU erstellte Konzept zum Einsatz elektronischer Personendosimeter in der amtlichen Personendosimetrie, das im Frühjahr 2005 vom Fachausschuss Strahlenschutz des Länderausschusses für Atomkernenergie gebilligt wurde. Es ist die Grundlage für ein derzeitiges Forschungsvorhaben, das die pilotartige Umsetzung des Konzeptes in Kernkraftwerken, Großkliniken und Universitäten und in der Industrie unter Federführung der deutschen Messstellen verfolgt. Die GRS überprüft hierbei die Einhaltung des von ihr erstellten Konzeptes. Insgesamt hat die GRS mit diesem Konzept ein national wie auch international stark beachtetes Themenfeld adressiert: Elektronische Personendosimeter werden derzeit nur sehr vereinzelt und

wenn, dann unter sehr speziellen Bedingungen, zur Ermittlung einer „amtlichen“ Personendosis eingesetzt.

In Deutschland werden nach derzeitiger Kenntnis jährlich etwa 750 000 Versandstücke mit radioaktiven Stoffen (radioaktive Gebrauchsgüter ausgenommen) im innerstaatlichen und grenzüberschreitenden Verkehr auf dem Land-, Luft- und Wasserweg befördert. Hierbei handelt es sich um unterschiedlichste radioaktive und spaltbare Materialien für die Forschung, Medizin, Technik, Hydrogeologie etc. und zur nuklearen Energieerzeugung. Die beförderten Aktivitätsmengen pro Versandstück reichen typischerweise von sehr geringen Mengen von einigen 10 000 Bq bis zu sehr großen Aktivitätsmengen von einigen 100 000 TBq in Form von so genannten Großquellen oder hochradioaktiven Rest- und Abfallstoffen (z. B. bestrahlte Brennelemente). Die Untersuchungen der GRS zur Transport-sicherheit radioaktiver Stoffe befassen sich mit Freisetzungsanalysen für Transportunfälle, Expositionsanalysen zur Ermittlung einer potenziellen Strahlenexposition beim Transport sowie probabilistischen Transportrisikoanalysen. Nationale und internationale Transportvorschriften werden weiterentwickelt.

*Experten überprüfen regelmäßig die Umgebung der Kernkraftwerke*



## Abfall und Endlagerung

Auf dem Gebiet Abfall und Endlagerung löst die GRS Fragen zur ganzheitlichen sicherheitstechnischen Bewertung aller Schritte des Abfallmanagements: von der Abfallentstehung und Bewertung des Abfallaufkommens über die Charakterisierung von radioaktiven Abfällen und Altlasten, die Behandlung und Konditionierung von Abfällen bis hin zur Endlagerung. Eng damit verbunden sind die Arbeitsgebiete Transportsicherheit und Zwischenlagerung.

Die GRS aktualisiert und präzisiert im Auftrag des BMU die deutschen Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk. Die Sicherheitskriterien beziehen sich ausschließlich auf die radiologischen Schutzziele und Anforderungen, die das im Atomgesetz enthaltene Gebot der atomrechtlichen Schadensvorsorge konkretisieren. Dabei wurde die internationale Entwicklung der Sicherheitskriterien berücksichtigt. Der Zeitraum, für den ein Langzeitsicherheitsnachweis zu führen ist, soll 1 Million Jahre betragen.

Auch war die GRS an dem europäischen Projekt COMPAS (Comparison of Alternative Waste Management Strategies for Long-Lived Radioactive Waste) beteiligt, das alternative Entsorgungsstrategien für langlebige radioaktive Abfälle auf internationaler Ebene untersucht, die Vor- und Nachteile der verschiedenen Strategien und Alternativen im Hinblick auf verfügbare Technologien und nationale Unterschiede bewertet und die Gründe für regionale Unterschiede der Strategien herausgestellt hat.



## ENDLAGERSICHERHEITSFORSCHUNG

Die Endlagerung Wärme erzeugender hochaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente in tiefen geologischen Formationen erfordert ein fundiertes Systemverständnis, um durch geeignete technische Konzepte und Auslegungsmerkmale mögliche Risiken von vornherein zu vermeiden oder diesen weitgehend entgegenzuwirken.

Mit dem Ziel, den langfristigen Einschluss der radioaktiven Stoffe im Hinblick auf die Sicherheit von Mensch und Umwelt und über geologische Zeiträume bewerten und prognostizieren zu können, entwickelt die GRS analytische Methoden und Instrumentarien zur Durchführung von Sicherheitsanalysen. In der experimentellen Forschung zur Anpassung und Optimierung von Endlagerkonzepten werden sicherheitsrelevante Daten ermittelt, die für die Standortfindung und später bei der Endlagerplanung benötigt werden.

Die Empfehlungen des ehemaligen BMU-Arbeitskreises „Auswahlverfahren Endlagerstandorte“ (AkEnd), an denen die GRS beteiligt war, weisen zusätzlich auf den Forschungsbedarf in nichtsalinaren Gesteinsformationen hin. Daher stehen besonders verfestigte Tonsteine im Fokus der experimentellen Arbeiten und Analysen. Darüber hinaus werden auch Baustoffe für geotechnische Verschlussysteme und geochemische „Buffer“ als Langzeitbarrieren untersucht und qualifiziert.

Weiterhin kann die GRS auf langjährige Forschungsarbeiten in europäischen Untertagelaboren zurückgreifen. Dazu gehören die Bestimmung geologischer und geotechnischer Parameter, die Erprobung spezieller in-situ-Messverfahren, die Demonstration von Endlagertechniken und die Simulationsexperimente zur direkten Endlagerung von bestrahlten Brennelementen im Salinar. Das wärmeabhängige Kompaktionsverhalten von Salzgrusversatz in Einlagerungsstrecken ist ein wesentliches Ergebnis des EU-Projekts BAMBUS und markiert den Stand von Wissenschaft und Technik zum langfristigen thermo-hydro-mechanischen Verhalten von Salzgrus unter Endlagerbedingungen.



1



2

### Langzeitsicherheitsanalysen

Zur Bewertung der Langzeitsicherheit entwickelt die GRS analytische Instrumentarien sowie Modelle und Rechenprogramme, die es ermöglichen, alle wesentlichen sicherheitsrelevanten Prozesse zu beschreiben und darauf aufbauend die Langzeitsicherheit von Endlagerkonzepten und Standorten zu bewerten und Aussagen zum gegebenenfalls noch erforderlichen Forschungsbedarf aufzuzeigen.

Für die drei Teilsysteme (Nahbereich, Fernbereich und Biosphäre) stehen Rechenprogramme für verschiedene Gesteinsformationen und Lagerkonfigurationen zur Verfügung, die modular aufgebaut und über standardisierte Schnittstellen kombinierbar sind. Diese modulare Struktur ermöglicht es, diese Teilsysteme an konzept- bzw. standortspezifische Erfordernisse anzupassen und anwendungsspezifisch zu testen. Beispielhaft sind folgende Rechencodes für Langzeitsicherheitsanalysen zu nennen:

- Das Programmpaket EMOS (Endlagerbezogene Modellierung von Szenarien) ist universell für Endlager mit radioaktiven und chemisch-toxischen Abfällen in Salz-, Granit- und anderen Formationen verwendbar. Es besteht aus jeweils mehreren Rechenprogrammen für das Nahfeld, die Geo- und die Biosphäre. Darüber hinaus existieren Programme für probabilistische Rechnungen zur Berücksichtigung von

(1) Luftdicht verschlossene Prüfkörper aus dem Untertagelabor Bure (Meuse/Haute-Marne) östlich von Paris. Es ist in einer jurassischen Tonsteinformation (Callovo-Oxfordian) innerhalb des Pariser Beckens angelegt.

(2) Technikversuche unter Laborbedingungen im Maßstab 1:1 dienen dazu, die Einbautechnik der Dichtmaterialien und der Instrumentierung vor ihrem Einsatz in Untertagelabors zu erproben. Kompakter Prüfkörper aus selbstverheilendem Salzversatz.

*Geotechnisches Labor:  
Mehrjährige Kriech- und  
Durchflussuntersuchungen an  
Steinsalz- und Tongesteins-  
proben dienen dazu, festzu-  
stellen, inwieweit Steinsalz  
bzw. Tonsteinformationen als  
Endlager für radioaktive Abfälle  
geeignet sein könnten.  
Tilmann Rothfuchs vor einem  
Dauermessstand mit fünf Mess-  
kammern für Langzeitunter-  
suchungen unter klimatisierten  
Umgebungsbedingungen.*



## Geochemie

Datenunsicherheiten sowie für das Prä- und Postprozessing. EMOS hat in der Vergangenheit erfolgreich an mehreren internationalen Studien teilgenommen und wurde außerdem bei den Planfeststellungsverfahren für die Endlager Konrad und Morsleben eingesetzt.

- Ein weiteres Programmpaket zur Modellierung dichteabhängiger Grundwasserströmungen in der Langzeitsicherheitsanalyse ist d<sup>3</sup>f (distributed density driven flow). Unter der GRS-Projektleitung entwickelt, kann d<sup>3</sup>f auf Workstationclustern oder massivparallelen Rechnern in vertretbarer Rechenzeit, die Grundwasserbewegung für große, komplexe hydrogeologische Gebiete unter Berücksichtigung der Salinität dreidimensional simulieren. Mögliche weitere Anwendungen für d<sup>3</sup>f sind z. B. Probleme der Salzwasserintrusion in Küstengebieten, die Bewässerungsproblematik in semiariden Regionen, die Langzeitentwicklung von Bergbaugebieten, die nachhaltige Nutzung tiefer Aquifere und die Einlagerung von Abfällen in tiefen geologischen Formationen.

- Mit dem Transportprogramm r<sup>3</sup>t (radionuclides, reaction, retardation and transport) steht seit Kurzem ein geeignetes Werkzeug bei der GRS zur Verfügung, das für große, heterogen aufgebaute, dreidimensionale Modellgebiete die stoffbezogenen Rückhalteeffekte berücksichtigt. Mit r<sup>3</sup>t lässt sich auf Grundlage eines mit d<sup>3</sup>f berechneten Strömungsfeldes der Transport von Schadstoffen berechnen.

Das methodische Vorgehen bei der Nachweisführung erfüllt neben den wissenschaftlichen auch regulatorische Anforderungen. Weiterhin werden Ergebnisse aus internationalen Forschungsprojekten, an denen die GRS beteiligt ist, berücksichtigt.

Die GRS untersucht das Verhalten von Schadstoffen in ausgewählten Gesteinsformationen sowie geochemische Eigenschaften geologischer und geotechnischer Barrieren.

Als Wirtsformation wurde in der Vergangenheit vornehmlich Salzgestein untersucht. Im Rahmen der Grundlagenforschung für alternative Gesteine werden Tonsteinformationen zunehmend einbezogen. Ziel ist es, die Einschlusswirksamkeit der verschiedenen Endlagersysteme aus geochemischer Sicht zu charakterisieren. Die Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Abfällen und Gebirgslösungen zielt darauf ab, die Abfälle – radioaktive und chemotoxische – durch geeignete Konditionierung und Lagerung geochemisch zu stabilisieren und damit sicher über lange Zeiten von der Biosphäre abzuschließen.

## Geotechnik

Der geologischen Barriere „Gebirge“ kommt im deutschen Endlagerkonzept eine besondere Bedeutung zu. Daher bilden experimentelle Untersuchungen zu den mechanischen und hydraulischen Effekten, die bei der Auffahrung von untertägigen Hohlräumen und durch die Einlagerung von Abfällen in geologischen Formationen ausgelöst werden können und einen Einfluss auf die Langzeitsicherheit eines Endlagerbergwerks haben, den Schwerpunkt der wissenschaftlichen Arbeiten. So können beispielsweise durch angepasste Einlagerungsverfahren die Ausbildung von Auflockerungszonen begrenzt und deren räumliche Ausbreitung durch zerstörungsfreie Überwachungsmethoden (vorzugsweise geophysikalische Verfahren, wie z. B. die Geoelektrik) ermittelt werden.



*Geotechnisches Labor:  
Steuerstand und Messwerterfassung einer  
Triaxialprüfmaschine*

## Geochemisches und geotechnisches Labor

Den Betrieb der beiden Labore in Braunschweig unterstützt die geowissenschaftliche Forschung zur Verbreiterung der geotechnischen und thermodynamischen Datenbasis. Zur Qualifizierung von Baustoffen, Versatz- und Verschlussmaterialien für Endlager werden verschiedenartige Materialproben untersucht.

Die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf reale Endlagerverhältnisse wird mit Versuchen im Technikummaßstab überprüft.

## Internationale Aktivitäten

Die Endlagerforschung der GRS ist eingebunden in die internationale Zusammenarbeit in europäischen Untertagelabors und in internationale Arbeitsgruppen zur Weiterentwicklung des sicherheitsanalytischen Instrumentariums. Die in diesem Rahmen erzielten Ergebnisse liefern Beiträge für die Konkretisierung der jeweiligen nationalen Programme einschließlich Konzeptfindung, Standortqualifizierung und Sicherheitsbewertung.



(1) Blick in das geochemische Labor der GRS-Braunschweig

(2) Auffüllen von Flüssigproben auf exakte Ausgangsvolumina

(3) Entnahme einer Gasprobe

(4) Injektion der Gasprobe in einen Gaschromatografen

(5) Auswertung des Gaschromatogramms

(6) Geotechnisches Labor der GRS-Braunschweig: Tonstein bildet ähnlich wie Salzstein eine sehr dichte natürliche Barriere mit einem großen Isolationspotenzial für den langfristigen Einschluss radioaktiver Abfälle. Deshalb stehen bei der GRS Untersuchungen zur Integrität des Gesteins unter Last und die Quantifizierung von Diffusions- und Migrationsprozessen im Vordergrund. Demonstration, wie eine Deformationssonde, die das Verformungsverhalten des Prüfkörpers während der Triaxiallastversuche registriert, in den zylindrischen Prüfkörper aus Tonstein eingesetzt wird.

Die GRS ist an Forschungsvorhaben in europäischen Untertagelabors, z. B. in Schweden (ÄSPÖ) und der Schweiz (GRIMSEL) sowie in Bure (Frankreich), MontTerri (Schweiz) beteiligt. Vorwiegend werden vorhandene Methoden der Boden- und Felsmechanik angewandt und verbessert.



1



2

(1) Das schweizerische Felslabor Grimsel befindet sich zwischen dem Räterichboden-see und dem lang gestreckten Grimselsee im Berner Oberland. Mit internationaler Beteiligung werden hier auf 1700 m über NN die besonderen Eigenschaften von geklüfteten granitischen Gesteinen erforscht. Im Migrationsversuch werden im 1:1-Maßstab der Radionuklidtransport und die -rückhaltung auf ihre Wechselwirkung mit dem Gebirge untersucht.

(2) Vorbereitungen für die Injektion von radioaktiven Isotopen ins geklüftete Gebirge.

(3) Blick auf den ausgegrabenen Erhitzer in einer TSS - Strecke nach Versuchsende.

Die Bundesregierung und die Europäische Union fördern seit vielen Jahren die anwendungsorientierte Grundlagenforschung, um die Langzeitsicherheit von Endlagerkonzepten nachzuweisen und die Auslegung und den Bau von Endlagern zu optimieren. Von 1990 bis 1999 wurde im Rahmen des BMFT-Projektes „Direkte Endlagerung“ der Simulationsversuch „Thermische Simulation der Streckenlagerung – (TSS-Versuch)“ im Forschungsbergwerk Asse durchgeführt. Im Projekt BAMBUS II (Backfill and Material Behaviour in Underground Salt Repositories) wurden Nachuntersuchungen zur Absicherung der erzielten Messergebnisse vorgenommen. An den abschließenden Arbeiten waren neben der GRS nationale und internationale Institutionen als Projektpartner beteiligt.

Aber auch in internationalen Verbundprojekten (EU) besitzt die GRS eine hohe Fachkompetenz in der angewandten geowissenschaftlichen Forschung und ist ein geschätzter Kooperationspartner. So arbeitete die GRS z. B. im EU-Projekt „Spent Fuel Performance Assessment“ mit fünf weiteren auf dem Gebiet der nuklearen Abfallentsorgung erfahrenen Institutionen aus fünf Mitgliedsstaaten der EU (ENRESA/Spanien, GRS/Deutschland, IRSN/Frankreich, NRG/Niederlande, SCK-CEN/Belgien



3

und VTT/Finnland) zusammen und entwickelte Instrumentarien zur Durchführung einer Langzeitsicherheitsanalyse eines Endlagers für radioaktive Abfälle in Granit.

Seit Anfang 2004 ist die GRS an den integrierten EU-Projekten NF-PRO und ESDRED mit Laufzeiten bis Ende 2007 bzw. 2008 beteiligt. Die Projekte betreffen die Analyse und Bewertung der im Endlager nahfeld vorherrschenden Prozesse sowie der Notwendigkeit ihrer Berücksichtigung in Langzeitsicherheitsanalysen und die ingenieurtechnische Auslegung von Einlagerungs- und Versuchssystemen in Endlagern in den drei Wirtsgesteinsformationen Salz, Ton und Granit.

Im Rahmen des 6. Rahmenprogramms der EU koordiniert die GRS das integrierte Projekt PAMINA (Performance Assessment Methodologies in Application to guide the Development of a Safety Case), an dem 26 Organisationen aus zehn Ländern teilnehmen. Neben der Leitungsfunktion hat die GRS einen großen Anteil an der Bearbeitung der wissenschaftlichen Fragestellungen und gestaltet auf diese Weise den internationalen Stand von Wissenschaft und Technik auf dem Gebiet der Langzeitsicherheitsanalyse aktiv mit.

Die Beteiligung der GRS an internationalen Kooperationen gewährleistet daher, dass der weltweit anerkannte Stand von Wissenschaft und Technik auch für die Konzipierung eines deutschen Endlagers verfügbar ist.

## FORSCHUNGSBETREUUNG/ PROJEKTTRÄGERSCHAFT

Die GRS ist beliebiger Projektträger des BMWi für Reaktorsicherheitsforschung. Sie nimmt innerhalb des Kompetenzfeldes Projektträgerschaft alle Aufgaben der Projektförderung unter Beachtung der Vorgaben des BMWi wahr. Die Aufgaben beinhalten u. a. die Mitwirkung an der Fortschreibung von Förderzielen und -inhalten, eigenverantwortliche Förderentscheidungen, kontinuierliche Kontrolle der bewilligten Vorhaben und deren abschließende fachliche und administrative Bewertung. Über die Förderung von Vorhaben der GRS entscheidet ausschließlich das BMWi; die Forschungsbetreuung (FB) leistet hierzu fachliche Unterstützung als Projektbegleiter.



Die langjährigen Erfahrungen als Projektträger werden auch zur effizienten Umsetzung von neuen Aktivitäten genutzt. Beispielhaft sei die Initiative „Kompetenzerhalt in der Kerntechnik“ (KEK) genannt, mit der jungen Wissenschaftlern die Möglichkeit geboten wird, Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Reaktorsicherheit durchzuführen.

Durch Mitwirkung im Netzwerk der Projektträger Deutschlands hat die Forschungsbetreuung die Möglichkeit, auf Erfahrungen und Sachkenntnisse anderer Projektträger zurückzugreifen und diese in gemeinsam ausgeführten Fördermaßnahmen zu nutzen.

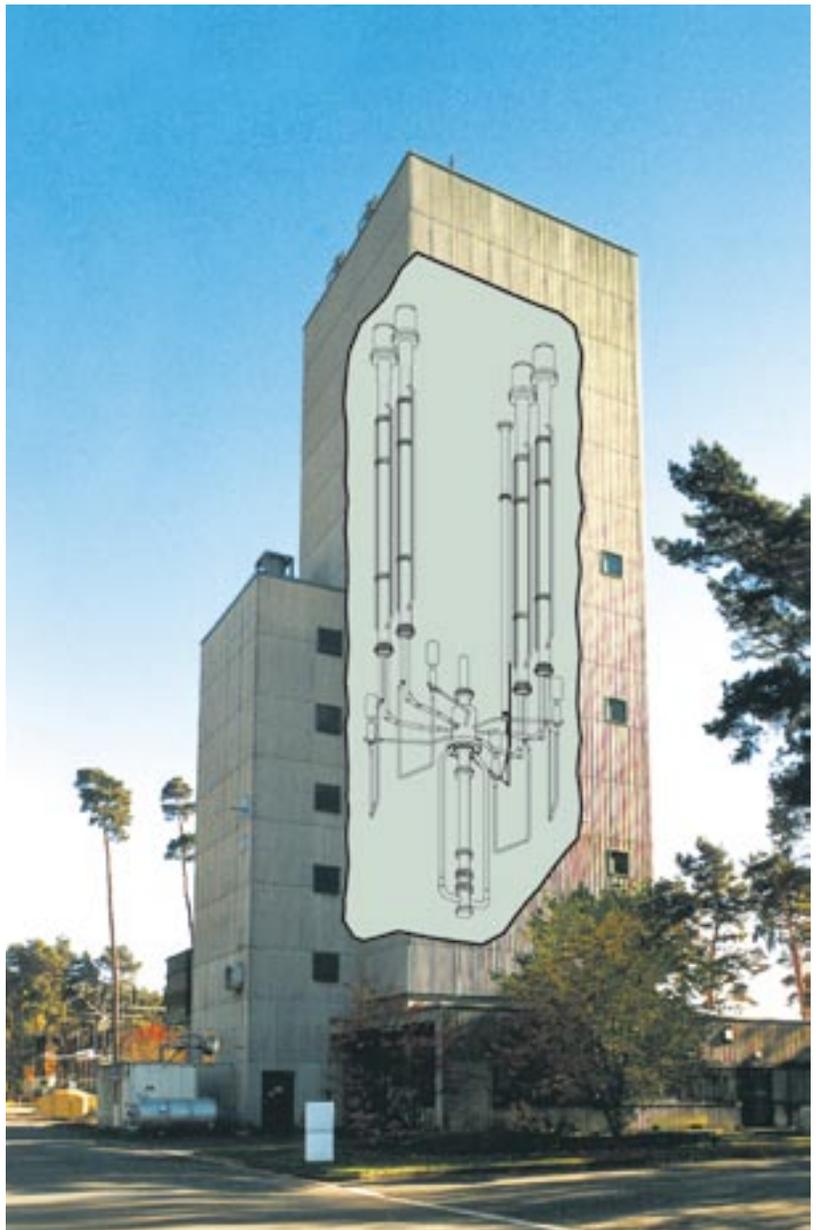
Die Reaktorsicherheitsforschung wurde von Beginn an in enger internationaler Kooperation durchgeführt. Hieraus entwickelte sich das Kompetenzfeld „Internationale Zusammenarbeit des BMWi“ innerhalb der Forschungsbetreuung. Diese Zusammenarbeit hat durch sinkende Forschungshaushalte in den vergangenen Jahren erhebliche Bedeutung erlangt. Die Kompetenz der FB liegt hier in der Unterstützung der jeweils zuständigen Ministerien bei der forschungspolitischen und fachlichen Gestaltung der internationalen Zusammenarbeit. Dazu gehören konkret z. B. die Vorbereitung und Teilnahme an bilateralen Verhandlungen des BMWi mit den USA (z. B. U.S. NRC), Frankreich (CEA), Russland (Rosatom) und die Koordination der Umsetzung der Ergebnisse. Nach wie vor ist die Unterstützung der mittel- und osteuropäischen Staaten durch intensive Zusammenarbeit eine wichtige Aufgabe. Auch bilaterale und multilaterale Verhandlungen von Kooperationsverträgen und Austauschvereinbarungen im Auftrag des Ministeriums (z. B. mit Institutionen in Kanada, Finnland, Großbritannien, Korea) gehören zu den Aufgaben und Erfahrungen der Forschungsbetreuung.

Experimentelle Großprojekte der OECD haben zunehmend an Bedeutung gewonnen, da viele Länder ihre noch verfügbaren experimentellen Ressourcen in gemeinsame Projekte einbringen und sich die Partner an deren Finanzierung und inhaltlichen Gestaltung beteiligen. Im Rahmen der projektgeförderten Reaktorsicherheitsforschung des BMWi beteiligt sich Deutschland an diesen Großprojekten. Im Auftrag des BMWi übernimmt die GRS die Aufgaben als deutscher Signatar der internationalen Verträge. Die Forschungsbetreuung überwacht den Ablauf der Projekte und vertritt die deutschen Interessen in den Lenkungsgruppen.

*Dr. Walter Sandtner (BMWi), Leiter des Referats Kernenergieforschung - Internationale Kernenergiepolitik, begrüßt die Teilnehmer der Auftaktveranstaltung zum neuen NEA-Forschungsprojekt an der PKL-Versuchsanlage.*

Die Forschungsbetreuung ist Nationale Kontaktstelle der Bundesregierung für das Programm EURATOM der Europäischen Kommission im Bereich Reaktorsicherheit.

Im Rahmen des Kompetenzverbundes Kerntechnik zur Steigerung der Effizienz bei der Durchführung der nuklearen Sicherheitsforschung und Sicherung der Kompetenzerhaltung in Deutschland werden durch die Forschungsbetreuung die relevanten Themenbereiche der Reaktorsicherheitsforschung und die geplanten Arbeiten mit allen deutschen Forschungsstellen abgestimmt. Für den Zeitraum 2007 bis 2011 werden diese Themen zurzeit aktualisiert und fortgeschrieben.



*Die Erlanger PKL-Versuchsanlage (Primärkreislauf-Großversuchsanlage) der AREVA ist die einzige in Betrieb befindliche Systemversuchsanlage in Europa, die Druckwasserreaktoren westlicher Bauart im Originalhöhenmaßstab nachbildet. Die GRS war bei einem internationalen Forschungsprojekt der Kernenergieagentur (NEA) der OECD als Signatar des Projekts im „Management Board“ und im Steuerungskomitee vertreten und an der Vorbereitung und Auswertung der Versuche beteiligt.*

## Globale Partnerschaft gegen die Verbreitung von Massenvernichtungswaffen und -materialien (G8GP)

Die ausreichende Sicherung von Kernmaterial und sonstigen radioaktiven Stoffen gegen Entwendung sowie den Schutz vor möglichen radiologischen Konsequenzen durch Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter zu gewährleisten, ist eine typisch interdisziplinäre Herausforderung auf den Kompetenzfeldern Bau-, Verfahrens-, System- und Sicherungstechnik, Brand- und Strahlenschutz, Reaktorsicherheit, Transport, Lagerung und Entsorgung. Die Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden bei der Bewertung von Sicherungsmaßnahmen als Gutachter zu unterstützen und die Anforderungen an die Sicherung als Expertenorganisation weiter zu entwickeln sind ebenso wichtige Aufgaben, z. B. die Entwicklung wissenschaftlicher Grundlagen für die Bewertung extremer Einwirkungen auf kerntechnische Anlagen. Weitere Aufgaben sind die Koordination von Sicherungsvorhaben und die Implementierung des mit hohem Finanzvolumen ausgestatteten deutschen Programms zur Verbesserung des Physischen Schutzes von Kernmaterial gegen terroristische Einwirkungen im Rahmen der „G8 Globale Partnerschaft“.



*Abschlussprotokoll nach der Übergabe von technischen Ausrüstungen*

*Im Rahmen der G8GP leistet Deutschland Hilfe bei der Entsorgung russischer Atom-U-Boote. ISTec entwickelt in einem Konsortium mit der Gesellschaft für Nuklearservice mbH (GNS) ein Dokumentationssystem, um die bei der Verschrottung anfallenden radioaktiven Abfälle und Reststoffe (RAMMSIS – Radioactive Material Management Support and Information System) zu verfolgen.*



## TECHNIK UND RECHT

Das Arbeitsfeld „Technik und Recht“ basiert derzeit auf zwei Säulen. In der GRS stellen sich vielfältige interne Rechtsfragen, deren zeitnahe Klärung für den reibungslosen Ablauf der Unternehmenstätigkeit unverzichtbar ist. Daneben hat das interdisziplinäre Zusammenspiel von juristischem Fachwissen und technisch-fachlichen Aussagen erheblich an Bedeutung gewonnen und sich als eigenständiges Aufgabengebiet etabliert. Dieser Entwicklung hat die GRS mit der Einrichtung der Stabsstelle Technik und Recht im Jahre 2002 auch organisatorisch Rechnung getragen.

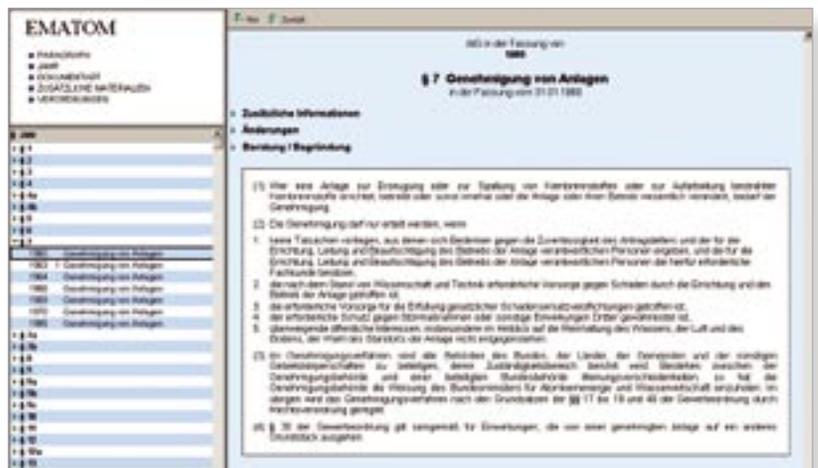
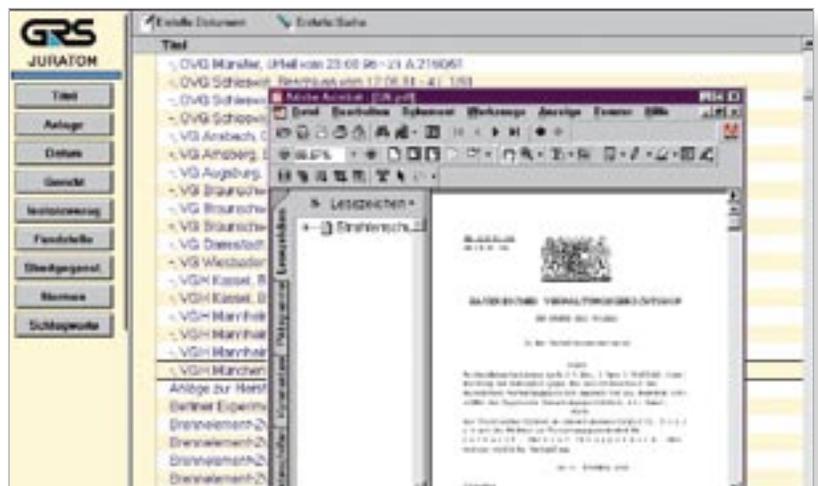
Die Bandbreite der juristischen Tätigkeit umfasst neben der Behandlung allgemeiner Rechtsfragen in erster Linie die Beratung auf den Gebieten des Wirtschafts- und Umweltrechts. Die Stabsstelle steht der Geschäftsführung bei der Bewertung juristischer Entscheidungen auf den Gebieten des Unternehmens-, Steuer-, Vertrags-, Vergabe- und Zivilrechts zur Verfügung. Ferner unterstützt sie die Fachbereiche im Hinblick auf projektbezogene Rechtsprobleme. Zu den Aufgabenschwerpunkten zählt die Entwicklung und Prüfung komplexer Vertragswerke mit unterschiedlichen Vertragspartnern. Darüber hinaus werden allgemeine Rechtsentwicklungen auf nationaler und internationaler Ebene kontinuierlich untersucht und ausgewertet.

Neben dieser Funktion als internes Beratungsorgan widmen sich die Mitarbeiter der Stabsstelle Technik und Recht der eingehenden wissenschaftlichen Beantwortung rechtlicher Fragestellungen. In diesem Zusammenhang bearbeiten sie komplexe, teils interdisziplinäre Projekte auf den Gebieten des Verfassungs-, Verwaltungs-, Umwelt- sowie insbesondere des Atom- und Technikrechts. Im Rahmen der Projektarbeit werden vorrangig rechtswissenschaftliche Gutachten und Vermerke erstellt sowie rechtsvergleichende Untersu-

chungen durchgeführt. Einen weiteren Aufgabenschwerpunkt bildet die Entwicklung und Pflege von juristischen Dokumentensystemen sowie die Organisation und Durchführung juristischer Seminare im In- und Ausland. Im Bedarfsfall werden die Fachbereiche bei der Ausarbeitung von sicherheitstechnischen Regeln und Richtlinien juristisch begleitet. Besonderes Gewicht kommt der nachhaltigen Kooperation mit Universitäten und Rechtsprofessoren zu. Die ausgezeichneten Kontakte, die die Stabsstelle zu Gelehrten verschiedener Disziplinen unterhält, ermöglicht ihr im Rahmen der Projektarbeit die Einrichtung hochqualifizierter Beratergremien.

Mit der fortschreitenden Öffnung des Rechtsberatungsmarkts ist zukünftig die Chance verbunden, das interdisziplinäre Beratungsangebot auch auf nicht-nukleare Bereiche zu erstrecken und dem – mit Blick auf die gesamte GRS-Historie – „jungen“ Arbeitsfeld mit einer weiteren Säule ein breiteres Fundament zu geben.

*Die Datenbank JURATOM (Juristische Datenbank Atomrechtsprechung) enthält sämtliche maßgeblichen Entscheidungen zum Atomrecht, die seit 1966 ergangen sind. Seit 2002 auf dem Markt, wird JURATOM inzwischen – neben den ca. 30 Nutzern im BMU – über Lizenzverträge in mehreren Landesministerien genutzt.*



Die von der GRS entwickelte Datenbank „EMATOM“ stellt alle Atomgesetz-Novellen in elektronischer Form zur Verfügung.

## KOMMUNIKATION

Die GRS hat sich als kompetenter Partner der Öffentlichkeit in Fragen der nuklearen Sicherheit, des Strahlen- und Umweltschutzes positioniert. Zu den Aufgaben der GRS als zentrale technisch-wissenschaftliche Expertenorganisation des Bundes für alle Fragen der nuklearen Sicherheit und Entsorgung in Deutschland gehört es, Fragen von Journalisten als wichtigste Schnittstelle zur Öffentlichkeit angemessen und sachgerecht zu beantworten. Sie wird zu nationalen Geschehnissen ebenso um Information und fachliche Aufklärung gebeten wie zu internationalen Entwicklungen und Ereignissen. Von besonderem Vorteil ist dabei die breit gefächerte wissenschaftlich interdisziplinäre Ausrichtung der GRS. Die externe Kommunikation, d. h. die Bereitschaft, der Öffentlichkeit Informationen sachgerecht und zielgruppengerecht zu vermitteln, hat in der GRS einen hohen Stellenwert.

Die interne Kommunikation, an der sich jeder Mitarbeiter im Rahmen seiner Möglichkeiten aktiv beteiligt, schafft Synergien und erhöht die Effizienz des Unternehmens. Sie ist deshalb eine strategische Führungsaufgabe, der die Geschäftsführung einen hohen Stellenwert einräumt. Angesichts der verschiedenen Standorte in Berlin, Braunschweig, Garching bei München, Köln sowie Kiew, Moskau und Paris und der Vielfalt der Arbeitsfelder hat die interne Kommunikation eine zusätzliche Bedeutung für das Unternehmen. Dabei geht es nicht um reinen Nachrichtentransfer. Insbesondere das Personal mit Führungsverantwortung ist gefordert, den Bedarf an Informationen nicht nur im eigenen Verantwortungsbereich, sondern auch unternehmensweit zu erkennen und entsprechende Angebote zu unterbreiten.

Interne Kommunikation muss letztlich auf einem gemeinsamen Verständnis der Unternehmenskultur aufsetzen mit der Bereitschaft, Wissen zu teilen und Erfahrung weiter zu geben. Die Transparenz der Geschäftsprozesse und ein offener Dialog über alle Hierarchien hinweg sind wesentliche Elemente der Unternehmenskultur.

Die Stabsabteilung Kommunikation versteht sich als interner Dienstleister für alle GRS-Bereiche. Dazu zählen u. a. redaktionelle Arbeiten, die Bereitstellung von Bildmaterial, die Gestaltung von Broschüren und wissenschaftlichen Berichten, das Anfertigen von Falbblättern, Einladungen oder internen Informationsbroschüren.

Die interne Kommunikation hat gerade vor dem Hintergrund der notwendigen Kompetenzerhaltung in der Kerntechnik große Bedeutung. Hier nutzt die GRS die Möglichkeiten der elektronischen Information und Diskussion über ihr Intranet.



Wesentliche Elemente sind darüber hinaus der Nachrichtendienst „GRS-intern“, der zeitnah über neue Entwicklungen im Unternehmen informiert sowie die technischen Seminare, die dazu dienen, Ergebnisse laufender Projekte zu präsentieren.

Die GRS kommuniziert intensiv mit der Fachwelt und steht mit ihr in einem kontinuierlichen Erfahrungsaustausch. Sie unterhält weltweit Kontakte zu den relevanten Expertenorganisationen. GRS-Mitarbeiter nehmen Aufgaben in internationalen Gremien wahr und beteiligten sich an Seminaren, Workshops und Konferenzen anderer Organisationen.

GRS-Publikationen



Die Datenbank InfoBREST enthält Informationen zu technischen, wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Entwicklungen in der Kernenergienutzung.



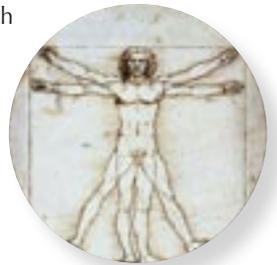
Der hauseigene Nachrichtendienst „GRS-intern“ informiert zeitnah über neue Entwicklungen in der GRS

Außerdem führt die GRS selbst zahlreiche wissenschaftliche Veranstaltungen mit nationaler und internationaler Beteiligung durch. In den letzten Jahren wurden diese Kommunikationsmöglichkeiten immer stärker genutzt. Neben eigenen Veranstaltungen organisiert sie Workshops und Seminare auch im Auftrag des Bundes und internationaler Institutionen.



Die bedeutendste jährlich stattfindende Veranstaltung ist das Forum für nukleare Sicherheit – EUROSAFE, das die GRS gemeinsam mit dem französischen „Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire“ (IRSN) und seit 2005 auch mit der belgischen „Association Vinçotte Nucléaire“ (AVN) ausrichtet. Weitere Partner von EUROSAFE, die im Programmkomitee mitarbeiten, sind die Sicherheitsorganisationen in Spanien (CSN), Großbritannien (HSE), Schweden (SKI) und Finnland (VTT). Das Ziel von EUROSAFE ist, die Annäherung kerntechnischer Sicherheitspraktiken in Europa zu fördern. Zu diesem Zweck wird den Technischen Sicherheitsorganisationen und Forschungseinrichtungen, Sicherheitsbehörden, Energieversorgungsunternehmen, der Industrie, Regierungsbehörden, Nichtregierungsorganisationen aus der Europäischen Union und aus Osteuropa sowie internationalen Organisationen eine Plattform für die Präsentation neuester Analysen und F&E auf dem Gebiet der nuklearen Sicherheit, für den Erfahrungs- und Meinungsaustausch auf technisch-wissenschaftlichem Niveau sowie für die Diskussion von Schlüsselfragen auf den Gebieten Sicherheit und Strahlenschutz bereitgestellt. Die EUROSAFE-Foren finden abwechselnd in Berlin, Paris und Brüssel statt. Das neunte Forum wird am 5./6. November im GRS-Jubiläumjahr in Berlin stattfinden.

Die GRS hat bereits Anfang der 1990er Jahre Künstlern die Möglichkeit geboten, an den Standorten Köln, Berlin und Garching/München ihre Werke zu präsentieren. Im Rahmen des Leitmotivs „Die Wissenschaft zur Kunst – Die Kunst zur Wissenschaft“ haben bisher weit über 60 Ausstellungen stattgefunden. Externe Interessenten haben nach vorheriger Absprache die Gelegenheit, die Vernissagen und die anschließenden Ausstellungen zu besuchen.



Die Werke des ehemaligen GRS-Mitarbeiters Dr. Lothar Sütterlin waren wiederholt in der GRS zu sehen.



Die neue mit einem modernen dezentralen Redaktionssystem ausgestattete Webseite der GRS hat bereits in den ersten Wochen eine breite positive Resonanz erfahren.

# WISSENSMANAGEMENT UND KOMPETENZERHALTUNG

Der Umgang mit Wissen gehört zum Kerngeschäft der GRS. Seit ihrer Gründung kann die GRS daher mit gutem Recht als „wissensorientierte“ Organisation bezeichnet werden, lange bevor sich dieses Attribut als Schlüsselbegriff des modernen Wissensmanagements etabliert hat.



Wissen ist in unserer Informations- und Wissensgesellschaft für viele Unternehmen ein entscheidender Wettbewerbsfaktor. Der Ansatz des Wissensmanagements zur Stärkung dieses Faktors besteht darin, die wissensrelevanten Vorgänge bei der Identifikation, Akquisition, Teilung, Verteilung, Nutzung, Erhaltung und beim Zuwachs von Wissen systematisch zu analysieren und Methoden zu entwickeln, deren Ziel es ist, die Wissensprozesse im Unternehmen besser zu steuern. Mit der fortgeschrittenen Informationstechnologie lassen sich wissensorientierte Methoden (Enabling Technologies) praxisgerecht unterstützen und umsetzen.

Für die Bewertung der Sicherheit in Kernkraftwerken steht der GRS eine Vielzahl von Informationen und Methoden zur Verfügung, die auf den Gebieten der Reaktorsicherheitsanalyse und -forschung seit mehr als 30 Jahren zusammengetragen bzw. entwickelt wurden. Dazu gehören auch themenspezifische Datenbanken beispielsweise für Rohrleitungsschäden (KompPass), Transienten (TRANS) oder besondere Vorkommnisse (VERA), die von der GRS entwickelt wurden.

Darüber hinaus verfügt sie mit ihrer „Technischen Dokumentation (TECDO)“ über ein Informationssystem für kraftwerksspezifische Daten. TECDO ermöglicht es, Vorkommnisse in kerntechnischen Anlagen schneller auszuwerten und DV-gestützt Texte, Bilder und Daten verfügbar zu halten.

Insbesondere bei der Ereignisanalyse zeigt sich immer wieder, dass das Wiederauffinden von entscheidenden Informationen ein zeitaufwändiger und schwieriger Prozess ist. Vor diesem Hintergrund begann die GRS, ein IT-gestütztes Fachdossier zu relevanten Schadensmechanismen zu erstellen, das Datenbanksystem Alma Mater, das einen strukturierten, browserbasierten Zugang zu den entsprechenden Informationen erlaubt. Das System unterstützt damit insbesondere diejenigen, die mit der Bewertung von Schadensfällen beschäftigt sind. Es ist aber auch als Lernprozedur geeignet und ermöglicht Berufsanfängern einen schnellen Einstieg in die Thematik.

Vorführung der technischen Dokumentation (TECDO) auf dem 21. GRS-Fachgespräch in München



Datenbank Alma Mater: Ausgehend von der Übersichtstabelle zu Schadensmechanismen, anfälligen Werkstoffen und betroffenen Komponenten ermöglicht die Navigation den Zugang zu detaillierten mechanismusspezifischen Informationen.

	MECHANISMEN	ANFÄLIGER WERKSTOFF	BETROFFENE KOMPONENTEN
Verpackung	radioaktivität	un- und niedriglegierte Stähle	FDG Kernreaktor Bereich, Apschaltung
	Wasserdruck überlast	Doppel-Strahlrohr, niedriglegierte Stähle	Erdbeben, Leckagen
Wasserdicht	Spalter	Chrom-Nickel-Legierungen	Erdbeben, Vandalentwurf
	Druck	Werkstoffübergangsbereich	Erdbeben, Wasserdruck, Stöße
Kernreaktor	Druck	Chrom-Nickel-Legierungen	Erdbeben
	GRS	un- und niedriglegierte Stähle	Erdbeben, Stößen
	Drucküberlast	un- und niedriglegierte Stähle	Erdbeben des Wasser-Dampf-Kanals
	Drucküberlast	un- und niedriglegierte Stähle	FDG-Doppel-Schrauben
Franking	Leck	un- und legierte Stähle	Erdboden-/Wasser-Druckbelastungen
	Wasserdruck	un- und legierte Stähle	Erdbeben, Stößen, Vollerlasteinwirkungen
		un- und legierte Stähle	Erdbeben, Stößen

Im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Sicherheit von Reaktoranlagen westlicher Bauart entwickelte die GRS die Datenbank „Generische Sicherheitsfragen“ (GESI), in der alle neuen anlagenübergreifenden Sicherheitsfragen erfasst und der Aufsichtsbehörde in aufbereiteter Form zur Verfügung gestellt werden. Damit kann rasch auf aktuelle sicherheitstechnische Entwicklungen reagiert werden. GESI wird kontinuierlich weiterentwickelt. Hierzu wird auch ein Informationsaustausch mit ausländischen Partnern gepflegt.



Bei der Jobbörse zur Förderung des kerntechnischen Nachwuchses standen Fragen nach einem Berufseinstieg im Vordergrund. Dieter Müller-Ecker (GRS, l.) und Dr. Heinz-Peter Butz (GRS, r.) präsentieren gedruckte Informationen und informieren über Chancen für Job, Praktika, Diplom- oder Dissertationsarbeiten.



Darüber hinaus ist die GRS an der OPDE-(OECD „Pipe Failure Data Exchange“) Datenbank der OECD/NEA als nationale Kontaktstelle beteiligt. Die OPDE-Datenbank stellt eine umfangreiche und qualitätsgesicherte Datenbasis für Ereignisse an Rohrleitungen, die seit 1970 weltweit in Kernkraftwerken verschiedener Auslegung aufgetreten sind, kompakt und strukturiert zur Verfügung.



Eingabeformular der GRS-„Fire“-Datenbank für Primärinformationen zu Raumbereichen in einem Kernkraftwerk.

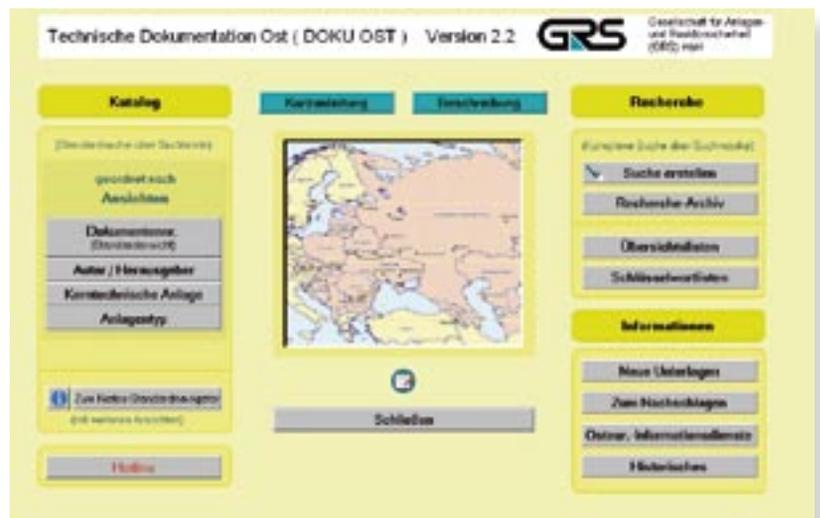
Außerdem hält die GRS weitere Datenbanken vergleichbarer Art u. a. zu computerbasierten Systemen mit sicherheitstechnischer Bedeutung (COMPISIS), zu GVA-Fehlern (International Common-Cause Failure Data Exchange Project – ICDE) und zu Brandereignissen in Kernkraftwerken (Fire-Datenbank) vor.

Die Befürchtung, dass mit dem altersbedingten Rückzug vieler Experten vom Arbeitsleben wichtige Kompetenzen verloren gehen, löste in der GRS eine eingehende Beschäftigung mit dem Wissensmanagement aus. Es soll – neben anderen Maßnahmen – dazu beitragen, ihre Aussagefähigkeit weiterhin auf dem Stand von Wissenschaft und Technik zu halten. Der akute Mangel an Nachwuchs und das finanziell enger werdende Umfeld bestärken die GRS bei diesem Vorhaben.



Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, gleichermaßen von dieser Entwicklung betroffen, beauftragte die GRS mit der Untersuchung, inwieweit Methoden des Wissensmanagements geeignet sind, dem drohenden Kompetenzverlust zu begegnen. In Zusammenarbeit mit

Partnern aus Sachverständigenorganisationen und dem Hochschulbereich hat die GRS die für die Reaktorsicherheit relevanten Methoden und Werkzeuge des Wissensmanagements ermittelt und ein Konzept für ein organisationsübergreifendes Wissensmanagement entwickelt.



Seit 1990 werden in der Datenbank DOKU OST alle verfügbaren Informationen und Unterlagen zur Reaktorsicherheit und zur Sicherheitspraxis in Osteuropa erfasst. Sie beinhaltet derzeit ca. 20 000 Dokumente, von denen über 6 000 Unterlagen direkt über die Datenbank im Volltext verfügbar sind. Die Tochterdatenbank DOCU EAST REG (Technical Documentation – Eastern European Regulations) enthält eine Dokumentation wichtiger kerntechnischer Regeln und Richtlinien Osteuropas.



**22.1.** Unterzeichnung des Vertrages über die deutsch-französische Zusammenarbeit im Elysée-Palast

**8.4.** Vertragsunterzeichnung zur Europäischen Gemeinschaft (EG)

**3.4.** Heisenberg stirbt

**7.4.** Der Starfighter wird – wegen seiner hoher Absturzrate – durch den Tornado abgelöst

**30.10.** Großdemonstration in Brokdorf

**22.2.** Gorleben soll Standort einer zentralen Atommülldeponie werden

**18.10.** GSG9 befreit die Landshut in Mogadischu

**26.8.** DDR-Kosmonaut Sigmund Jähn als erster Deutscher im All

**13.9.** Entdeckung eines großen Waffenlagers der Terrororganisation „Rote Zellen“

**28.3.** Partielles Kernschmelzen in „Three Mile Island“ (TMI 2)

**4.4.** Bundeskabinett beschließt Überprüfung des Sicherheitskonzepts für deutsche Kernkraftwerke

**23.12.** 20 Jahre Atomgesetz

**13.1.** „Die Grünen“ werden Bundespartei.

**6.2.** Die friedliche Nutzung der Kernenergie wird für grundgesetzkonform erklärt

**8.5.** Der jugoslawische Staatspräsident Tito stirbt

**11.7.** Italien schlägt Deutschland und wird Fußballweltmeister

**3.12.** Der Bundestag ebnet den Weg für einen möglichen Betrieb des SNR-300 in Kalkar

**6.3.** „Die Grünen“ sind erstmals im Bundestag mit 5,6 %

**6.6.** Hitlers Tagebücher als Fälschung entlarvt

**7.11.** 1. öffentliche Zapfsäule für bleifreies Benzin

**1.8.** Das Anlegen von Sicherheitsgürtchen wird Pflicht

1963

1965

1976

1977

1978

1979

1980

1981

1982

1983

1984

Das „Institut für Reaktorsicherheit der Technischen Überwachungs-Vereine e. V.“ (IRS) wird von den 11 Technischen Überwachungs-Vereinen und dem Germanischen Lloyd in Köln gegründet.



Die GRS nimmt ihre Arbeit auf.



Das „Laboratorium für Reaktorregelung und Anlagensicherung (LRA)“ wird an der TU München eingerichtet, um in der Anfangsphase der Kernenergieentwicklung in der Bundesrepublik die im Ausland erzielten Ergebnisse in der Reaktorsicherheitsforschung auszuwerten und durch eigene Aktivitäten zu ergänzen.



LRA und IRS ergänzen sich in ihren Aufgaben: hier Forschung und Entwicklung, dort praktische Erfahrung als Gutachter in atomrechtlichen Genehmigungsfragen. Bund, Länder und die Technischen Überwachungs-Vereine führen LRA und IRS auf der Gesellschafterversammlung am 26. Mai zu der neuen „Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH“ zusammen.



Schwertnergasse



Glockengasse



Hohe Strasse

Anfänglich war die GRS in Köln in drei verschiedenen Gebäuden untergebracht.

Die GRS untersucht, inwieweit durch so genannte „Accident Management“-Maßnahmen zusätzlich Sicherheitspotenzial genutzt werden kann.

Die GRS übernimmt für alle kerntechnischen Anlagen die Begutachtung der Anlagensicherung. Die GRS erarbeitet federführend die „Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke (Phase A)“ und führt die PSA zur Sicherheitsbeurteilung von komplexen technischen Systemen ein.



Die neu gefassten Grundsätze zur Entsorgungsvorsorge für Kernkraftwerke werden von der Bundesregierung verabschiedet. Die Enquête-Kommission „Zukünftige Kernenergie-Politik“ des 8. Deutschen Bundestages legt ihren Bericht mit einer Reihe energiepolitischer Handlungsempfehlungen vor.

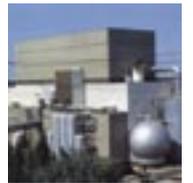
Die GRS hat nahezu 500 Mitarbeiter. Die GRS bezieht auf dem Forschungsgelände in Garching bei München ihr erstes eigenes Bürogebäude.



Die GRS leistet umfangreiche Vorarbeiten für die dritte Ausgabe der „Leitlinien für Druckwasserreaktoren“, sicherheitstechnische Grundanforderungen an die geplanten so genannten „Konvoi-Anlagen“. Sie werden am 14. Oktober von der RSK verabschiedet.



Die Reaktorsicherheitsforschung erhält durch das internationale Großprojekt UPTF eine neue Dimension.



Zur sicherheitstechnischen Begutachtung bilden der TÜV Bayern, die Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung (GSF) und die GRS die „Arbeitsgemeinschaft Wiederaufarbeitungsanlage Bayern“. Für die GRS bekommen die Arbeitsfelder Wiederaufarbeitung und Entsorgung einen neuen Stellenwert. In Garching wird eine leistungsfähigere und schnellere Großrechneranlage (AMDAHL 470V/5) installiert. Durch die Aufstockung der „Kölner Ladenstadt“ können die Kölner Mitarbeiter endlich in ein gemeinsames Gebäude in der Schwertnergasse umziehen.



Die internationale Diskussion über die Beherrschung schwerer Störfälle in Kernkraftwerken führt zur verstärkten Einbeziehung anlageninterner Notfallschutzmaßnahmen in die Sicherheitsbewertung.



**20.1.**  
Bill Clinton wird 42. US-Präsident

**1.7.**  
Das Postleitzahlensystem wird von 4- auf 5-stellig umgestellt

**2.9.**  
Spielberg's Jurassic Park kommt in die Kinos

Das Artikelgesetz Kohle/Kernenergie tritt in Kraft

**20.4.**  
„Nukleargipfel“ in Moskau: Russland, die Ukraine und die G7-Staaten einigen sich auf eine engere Kooperation in der Nuklearsicherheit.

**25.4.**  
1. CASTOR-Transport ins Zwischenlager Gorleben

**3.10.**  
Deutsche Wiedervereinigung. Die Bundesrepublik übernimmt die Verantwortung über die Aufsicht der kerntechnischen Anlagen auf dem Gebiet der ehemaligen DDR.

**21.3.**  
Bundesforschungsminister Riesenhuber verkündet Baustopp für SNR-300

**20.6.**  
Der Bundestag stimmt für Berlin als Hauptstadt

**16.10.**  
Block 3 des Kernkraftwerks Tschernobyl wird wieder in Betrieb genommen

Niedergang des kommunistischen Systems in Ostdeutschland mit Öffnung der Mauer am **9. November 1989**

**14.1.**  
Bundesumweltminister Töpfer entzieht Nukem die Betriebsgenehmigung

**17.12.**  
Hanau-Skandal: Bundesumweltminister Töpfer entzieht Transportgenehmigung

**9.2.**  
Rot-Grüne Koalition in Hessen zerbricht wegen Alkem

**27.9.**  
1. Teilerrichtungsgenehmigung für die WAA Wackersdorf

**12.10.**  
Großdemonstration gegen die WAA Wackersdorf

**26.4.**  
Reaktorunfall im Kernkraftwerk Tschernobyl

**1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996**

Die GRS beginnt unter Einbeziehung anlageninterner Notfallschutzmaßnahmen sowie einer verbesserten Datenbasis und neuer F&E-Ergebnisse mit der „Deutschen Risikostudie Kernkraftwerke, Phase B“.

Die GRS richtet eine Testwarte zur Simulation von Störereignissen in Kernkraftwerken ein.



Das Codesystem ATHLET bildet das Software-Paket für die Simulation in der Testwarte. Als Anlagenmodell dient ein 1300 MWe-Druckwasserreaktor.

Auf dem deutsch-französischen Gipfel am 20. April wird die Zusammenarbeit beider Staaten im Bereich der friedlichen Nutzung der Kernenergie vereinbart. Auf dieser Grundlage unterzeichnen GRS und IPSN am 19. Juli eine Vereinbarung zur Zusammenarbeit in sicherheitstechnischen Fragen.

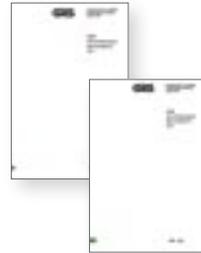


Die Bundesregierung beschließt die Einrichtung des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) in Salzgitter. Da staatsnahe Aufgaben in das BfS verlagert werden, konzentriert die GRS ihre Tätigkeit auf die Weiterentwicklung sicherheitstechnischer Grundlagen und die Beantwortung generischer Fragen. Die GRS schließt die „Deutsche Risikostudie Kernkraftwerke (Phase B)“ ab. In dieser Studie werden die aktuellen F&E-Ergebnisse zur Reaktorsicherheit, umfassende Auswertungen von Betriebserfahrungen von Kernkraftwerken und neuere Untersuchungen zum anlageninternen Notfallschutz für eine integrale Sicherheitsbewertung gebündelt.



Die GRS führt weitere Sicherheitsuntersuchungen an folgenden Anlagen durch: WWER-440/230 (Greifswald, Blöcke 1-4), WWER-440/213 (Greifswald, Block 5), WWER-1000 (Stendal), Endlager Morsleben (ERAM), Zwischenlager für abgebrannte Brennelemente in Greifswald (ZAB), bergbauliche Hinterlassenschaften der Wismut AG in der Südreion der ehemaligen DDR.

Die GRS schließt ihre „Probabilistische Sicherheitsanalyse“ für einen Siedewasserreaktor (SWR) ab. Gemeinsam mit IPSN wird das Projekt „Sicherheitsanforderungen an neue Reaktorkonzepte“ begonnen. Schwerpunkt bei der Untersuchung der besonderen Vorkommnisse ist die Analyse der Rissbefunde austenitischer Rohrleitungen sowie die Bewertung von Schäden an Frischdampf-Isolationsventilen in einer SWR-Anlage



Das BMU entsteht; die Abteilung „Reaktorsicherheit“ wechselt aus dem BMI ins BMU. Analyse und Bewertung des Unfalls in Tschernobyl bestimmen wesentlich die Arbeiten. Die GRS informiert weltweit als Erste wissenschaftlich fundiert über Ursachen, Ablauf und Auswirkungen. Dem enormen öffentlichen Interesse kommt die GRS mit einer frühzeitigen Publikation nach, deren Auflagenhöhe auf über 50 000 Exemplare steigt.

Die GRS erhält vom BMU den Auftrag, die Sicherheit der in Greifswald stehenden Kernkraftwerke russischer Bauart WWER-440/230, Blöcke 1-4, zu analysieren.

Die GRS gründet im Januar die Tochterunternehmen ISTec und im August – gemeinsam mit IPSN – RISKAUDIT.

Die GRS erhält einen weiteren Standort in Braunschweig durch die Überleitung des Forschungssteils des Instituts für Tiefenergie der Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung (GSF). Die GRS übernimmt 69 Mitarbeiter, davon etwa 50 Wissenschaftler. Der neue Bereich ist mit zwei Labors für Geotechnik und Geochemie ausgestattet.



Im UdSSR-Auftrag analysiert die GRS Störfallabläufe für das russische Reaktorkonzept WWER-1000/88 und startet im Rahmen des Abkommens über Wissenschaftlich-Technische Zusammenarbeit mit der Sowjetunion einen umfangreichen Informationsaustausch.

Die GRS übernimmt etwa 40 Wissenschaftler aus der SAAS und erweitert so ihre fachliche Basis für die Bewertung der Kernkraftwerke russischer Bauart.

Die GRS schließt ihre „Probabilistische Sicherheitsanalyse“ für einen Siedewasserreaktor ab. Gemeinsam mit IPSN wird das Projekt „Sicherheitsanforderungen an neue Reaktorkonzepte“ begonnen. GRS und IPSN richten in Moskau und Kiew technische Büros ein. Die Leitung wird RISKAUDIT übertragen.



25.2. Protest gegen Atommüll-Transport; sechs Zugstrecken lahmgelegt

1.7. Hongkong geht nach 156 Jahren an China

23.7. Bruch des ersten Deichs durch das Oder-Hochwasser

31.8. Prinzessin Diana verunglückt tödlich

20.5. Das BMU setzt alle Transporte mit bestrahlten Brennelementen aus Sicherheitsgründen aus

27.10. Die Rot-Grüne Bundesregierung nimmt ihre Arbeit auf

26.1. Die Bundesregierung und die Stromwirtschaft beginnen Konsensgespräche zur künftigen Nutzung der vorhandenen Kernkraftwerke

30.9. Schwerer Störfall in der japanischen Wiederaufarbeitungsanlage Tokaimura

15.6. Vereinbarung zwischen Bundesregierung und Energieversorgungsunternehmen zur Befristung der künftigen Nutzung der vorhandenen Kernkraftwerke

5.12. Tschernobyl wird endgültig stillgelegt

11.9. Terroranschlag auf das World Trade Center

1.2. Der Bundesrat beschließt den Ausstieg aus der Atomenergie. Das Atomgesetz wird dazu geändert.

4.11. Nach fast 32 Jahren Betriebszeit wird am 4.11. das niedersächsische Kernkraftwerk Stade als Folge des Atomkonsens stillgelegt

1.7. Dr. Horst Köhler wird Bundespräsident  
26.12. Verheerender Tsunami im pazifisch-asiatischen Raum

19.9. Grundsteinlegung für den weltweit ersten Atomreaktor des neuen Druckwassertyps EPR in Finnland

26.4. 20. Jahrestag des Reaktorunfalls von Tschernobyl  
25.7. Störfall im schwedischen Kernkraftwerk Forsmark-1

11.4. Die Französische Regierung gibt die Zustimmung für den Bau des ersten Europäischen Druckwasserreaktor (EPR) am Standort Flamanville am Ärmelkanal

1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007

GRS und IPSN entwickeln den Rechencode ASTEC, der das „Gesamtsystem“ aus Reaktor mit Kühlmittelschleifen und Sicherheitsbehälter während des Ablaufs eines schweren Unfalls mit hoher Rechengeschwindigkeit simulieren soll. Die GRS beginnt die erste probabilistische Sicherheitsstudie einer Konvoi-Anlage.

Neue Herausforderungen ergeben sich für die GRS aus dem Übergang von einem regulierten zu einem liberalisierten Strommarkt.



Die GRS befasst sich verstärkt mit dem Sicherheitsmanagement in Kernkraftwerken.

Die Maßnahmen zur Zukunftssicherung der GRS stehen im Mittelpunkt. Das Projekt „Wissensmanagement“ wird gestartet und soll die Know-how-Erhaltung der GRS sichern. Die GRS stellt über 20 neue Mitarbeiter ein. Aus diesem Grund wird das Aus- und Weiterbildungskonzept neu erarbeitet.

GRS und FZJ schließen am 26. April einen Zusammenarbeitsvertrag auf dem Gebiet der Endlagerforschung. Am 8. November verlängern das tschechische Kernforschungszentrum in Rez (NRI REZ) und die GRS den Vertrag über „Co-operation Agreement in the Field of Nuclear Safety and Protection“. Lothar Hahn wird am 15. Dezember in Paris zum Vorsitzenden des „Committee on the Safety of Nuclear Installations“ (CSNI) der OECD „Nuclear Energy Agency“ (NEA) gewählt.



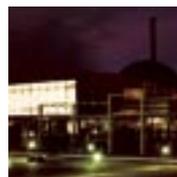
Die GRS feiert ihr 30-jähriges Bestehen.



Am Beispiel eines Siedewasserreaktors führt die GRS eine probabilistische Sicherheitsanalyse (PSA) zum Ablauf schwerer Störfälle mit Kernzerstörung durch. Das Projekt „Radiologische Erfassung, Untersuchung und Bewertung bergbaulicher Altlasten“ (Altlastenkataster) wird mit dem Messprogramm für die Verdachtsflächen abgeschlossen. Das dabei aufgebaute Geo-Informationssystem gibt Zugang zu digitalisierten topografischen und radiologischen Informationen. Die GRS wird nach DIN EN ISO 9001 erstmals zertifiziert.

Das Engagement der GRS für die Sicherheit kerntechnischer Anlagen bleibt auch beim schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie die zentrale Aufgabe. Neuausrichtung der GRS: Ziel ist, die GRS in die Lage zu versetzen, in allen wesentlichen Fragestellungen der nuklearen Sicherheit aussagefähig zu bleiben und trotz der schwierigen Nachwuchssituation in den Ingenieur- und Naturwissenschaften eine qualifizierte Belegschaft zu erhalten. Erstmals veranstalten GRS und IPSN in Paris gemeinsam das europäische Sicherheitsforum „EUROSAFE“, eine Fortentwicklung des GRS-Fachgesprächs.

Neue Sicherheitsdiskussion über den Schutz kerntechnischer Anlagen gegen terroristische Anschläge. Das BMU beauftragt die GRS mit einer entsprechenden Untersuchung.



Das Qualitätsmanagementsystem der GRS wird weiterentwickelt. Ende 2003 erhält die GRS die Zertifizierung nach ISO-9001/2000.

IRSN, AVN und GRS gründen das EUROSAFE TSO Netzwerk. Die GRS ist an vielen weiteren Veranstaltungen zum 20. Jahrestag von Tschernobyl beteiligt und veranstaltet eine Informationsreise für Journalisten nach Tschernobyl sowie eine Pressekonferenz.



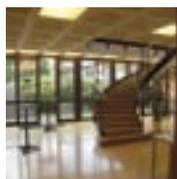
Die GRS analysiert den Störfall im schwedischen Kernkraftwerk Forsmark-1 und die mögliche Übertragbarkeit auf deutsche Anlagen für den BMU. Am 12. und 13. Oktober startet in Brüssel das im 6. Rahmenprogramm der EU angesiedelte integrierte Projekt PAMINA (Performance Assessment Methodologies in Application to Guide the Development of the Safety Case). Das Projekt hat ein Gesamtbudget von 7,6 Mio. € und wird von der GRS koordiniert.

Die „Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen vom 14. Juni 2000“ tritt in Kraft.

Der Bereich Datenverarbeitung wird Ende des Jahres in die „T-Systems Solutions für Research GmbH“ ausgelagert.

Die GRS unternimmt erhebliche Anstrengungen, den drohenden Kompetenzverlust infolge des altersbedingten Weggangs von Know-how-Trägern zu stoppen und durch Neueinstellungen zu kompensieren.

Die Deutsch-Französische Initiative für Tschernobyl wird abgeschlossen. Das „Severe Accident Research Network of Excellence“ (SARNET) im 6. Forschungsrahmenprogramm der EU entsteht. Im Auftrag des Auswärtigen Amtes veranstaltete die GRS vom 31. August bis zum 3. September das erste Seminar zur Sicherheitstechnik im Rahmen des Programmes G8GP (Global Partnership) Physischer Schutz.



Die GRS übergibt ihre Untersuchung zu den Auswirkungen eines terroristischen Anschlags auf Kernkraftwerke dem BMU. Sie wird aus nahe liegenden Gründen nicht veröffentlicht.