



**TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN**

Fakultät Maschinenwesen Institut für Energietechnik



# **AUSBILDUNGSKERNREAKTOR AKR-2**

## **BAU UND INBETRIEBNAHME**

## VORWORT

Am 1. Juli 2005 erfolgt die wissenschaftliche Inbetriebnahme des Ausbildungskernreaktors AKR-2.

Mit dem Neubau des AKR-2 steht den Wissenschaftlern und Studenten an der TU Dresden der modernste Ausbildungskernreaktor Deutschlands zur Verfügung. Er dient in erster Linie der kern- und reaktortechnischen Grundlagenausbildung für Studenten und wird darüber hinaus für Forschungsprojekte genutzt. Weiterhin bildet der Reaktor mit seinen Nebenanlagen ein kerntechnisches Informationszentrum für Besucher aus der Öffentlichkeit und erfüllt damit eine wichtige bildungspolitische Aufgabe.

Die neue Anlage löst den AKR-1 ab, der von Juli 1978 bis März 2004 mit einer sehr erfolgreichen Bilanz in Betrieb war. Die Erneuerung war nur möglich dank der großzügigen Unterstützung der TU Dresden durch den Freistaat Sachsen und der engagierten Arbeit der am Umbau beteiligten Institutionen. Die Finanzierung erfolgte aus Mitteln des Bundes und des Landes.

Mit dieser kleinen Broschüre wollen wir an die Vorgeschichte des Neubaus und das atomrechtliche Genehmigungsverfahren sowie die Errichtung des AKR-2 und seine Inbetriebnahme erinnern.

Über viele Einzelleistungen, die von den Betroffenen weit mehr als die routinemäßige Erfüllung ihrer Aufgaben abverlangten, wäre zu berichten. Das aber würde den Umfang dieser Broschüre sprengen. Wir haben auch bewusst darauf verzichtet, Namen zu nennen. Namen zu nennen bedeutet, Prioritäten zu setzen und zu werten. Doch für die Entstehung der neuen Anlage waren letztlich alle und alles erforderlich und wichtig.

Viele Personen haben mit ihrer fachlichen Kompetenz, mit ihren Entscheidungen und mit hohem persönlichen Engagement dazu beigetragen, dass die neue Anlage selbst unter schwierigen Rahmenbedingungen entstehen konnte. Dafür gebührt ihnen der Dank und die Anerkennung derer, die in Lehre und Forschung von dieser Anlage profitieren werden.

Dresden, Juli 2005

Für das Team des AKR-2



Jürgen Knorr

## 1. Situation der Unterrichtsreaktoren in Deutschland

An deutschen Universitäten und Hochschulen wurden insgesamt 14 Unterrichtsreaktoren kleiner Leistung (bis 10 W) für Ausbildung und im Rahmen ihrer physikalischen Möglichkeiten für Forschungsaufgaben betrieben (vgl. Tab. 1), d.h. 12 SIEMENS-Unterrichtsreaktoren (SUR) mit homogener Spaltzone und einer Maximalleistung von 100 mW, der bauähnliche Ausbildungskernreaktor AKR mit 2 W Leistung und als einziger Unterrichtsreaktor mit heterogener Spaltzone der Zittauer Lehr- und Forschungsreaktor (ZLFR) mit einer projektierten Leistung von 10 W (betrieben bis 1 W). 9 Anlagen sind noch betriebsfähig, werden aber mit sehr unterschiedlicher Intensität genutzt. Die Zahl wird sich drastisch verringern, wenn der vorgesehene Konditionierungsprozess für SUR-Spaltzonen umgesetzt wird, der, weitgehend vom Bundesforschungsministerium finanziert, den Hochschulen die Möglichkeit eröffnet, den Kernbrennstoff kostengünstig aus ihrer Verantwortung abzugeben. Auch der ZLFR wird mit Auslaufen seiner bisherigen Betriebsgenehmigung auf Grund § 57a AtG am 30.06.2005 stillgelegt. Somit konzentrieren sich die Möglichkeiten der experimentellen Ausbildung kompetenten Nachwuchses für Forschung, Kerntechnik, Strahlenschutz, Behörden, Gutachter usw. auf wenige verbleibende Anlagen. Forschungsreaktoren wie der FRM-II können dabei die Unterrichtsreaktoren nicht ersetzen. Kerntechnische Ausbildung und Ausbildungsreaktoren gehören zusammen, beide werden gebraucht - auch in Deutschland.

Standort	Einrichtung	Typ	Leistung	Kritikalität	Status
Aachen	RWTH	SUR100	100 mW	22.09.1965	
Berlin	TU	"	"	26.07.1963	Betrieb letztmals 2000
Bremen	HS	"	"	10.10.1967	Abschaltung 17.06.1993
Darmstadt	TH	"	"	23.09.1963	Abschaltung 22.02.1985
Dresden	TU	AKR-1	2 W	28.07.1978	Neubau AKR-2 2004
Furtwangen	FH	SUR100	100 mW	28.06.1973	
Hamburg	FH	"	"	15.01.1965	Abschaltung 1997
Hannover	Uni	"	"	09.12.1971	
Karlsruhe	FZ (FBZ)	"	"	07.03.1966	Abschaltung 9/1996
Kiel	FH	"	"	29.03.1966	Betrieb letztmals 1997
München	TU	"	"	28.02.1962	Abschaltung 10.08.1981
Stuttgart	Uni	"	"	24.08.1964	
Ulm	FH	"	"	01.12.1965	
Zittau	HS	ZLFR	1(10) W	25.05.1979	Betrieb letztmals 24.03.2005

Tab.1, Unterrichtsreaktoren in Deutschland

## 2. Vorgeschichte des Neubaus des AKR-2

1975 wurde mit der Entwicklung und Errichtung eines Kernreaktors, des Ausbildungs- und Forschungskernreaktors (Abkürzung AKR-1) am Standort der TU Dresden begonnen. Dabei handelte es sich um einen homogenen, thermischen Nullleistungsreaktor mit maximal 2 Watt genehmigter Dauerleistung, der in Anlehnung an das technische Konzept des SIEMENS-Unterrichtsreaktors SUR-100 entwickelt und gebaut wurde. Der Reaktor wurde 1978 in Betrieb genommen und seitdem für Lehre, Forschung und als Demonstrationsobjekt für Interessenten aus der Öffentlichkeit im Lehrstuhl für Kernenergietechnik genutzt.

Durch die mit dem Einigungsvertrag geschaffene Überleitungsregelung für kerntechnische Anlagen der ehemaligen DDR (§ 57a des Atomgesetzes (AtG) in seiner gegenwärtigen Fassung) wird die bestehende Betriebsgenehmigung mit Ablauf des 30. Juni 2005 unwirksam. Ein Weiterbetrieb des Reaktors ist danach nur möglich, wenn zu diesem Zeitpunkt eine Genehmigung auf Grundlage des §7 Abs. 1 AtG vorliegt.

Vom Sächsischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (SMWK) wurde daraufhin eine Experten-Arbeitsgruppe "Ausbildungskernreaktoren" einberufen, um Empfehlungen für die Perspektive der beiden sächsischen Unterrichtsreaktoren (AKR-1 der TU Dresden und ZLFR der HS Zittau/Görlitz) zu erarbeiten. Anlässlich eines Ortstermins der Arbeitsgruppe am AKR-1 am 19.12.96 erklärte die TU Dresden den festen Willen, den Weiterbetrieb des AKR durch Erlangung einer neuen Betriebsgenehmigung zu erreichen und die dafür notwendigen Voraussetzungen zu schaffen.

Mit Schreiben vom 08.01.1998 wurde der TU Dresden vom SMWK mitgeteilt, dass *"auf Grundlage des Berichtes der Arbeitsgruppe "Ausbildungskernreaktoren" ... und stattgefundener Beratungen im SMWK der Herr Staatsminister entschieden hat, dass der zeitlich unbegrenzte Weiterbetrieb des Ausbildungskernreaktors der TU Dresden ... angestrebt werden soll"*. Die TU Dresden wurde gebeten, die dafür notwendigen Schritte einzuleiten.

## 3. Genehmigungsverfahren

Die TU Dresden erstellte die nach Atomrechtlicher Verfahrensverordnung (AtVfV) erforderlichen Antragsunterlagen zur Erlangung der neuen atomrechtlichen Betriebsgenehmigung auf Grundlage des § 7 Abs. 1 AtG und reichte diese beim Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) als zuständige Aufsichts- und Genehmigungsbehörde im September 1998 ein.

Das atomrechtliche Genehmigungsverfahren für den Nachfolgereaktor AKR-2 begann mit der Eröffnungskonferenz am 28.10.1998. Die Genehmigungsbehörde stellte von Beginn an klar, dass keinerlei Bestandsschutz geltend gemacht werden kann, sondern an den AKR-2 die gleichen Anforderungen nach Stand von Wissenschaft und Technik zu stellen sind, wie bei einer beliebigen anderen neu errichteten Anlage. Auf Grund pflichtgemäßen Ermessens der Genehmigungsbehörde wurde allerdings von der Durchführung der Öffentlichkeitsbeteiligung nach § 4 Abs. 1 AtVfV abgesehen, eine Öffentlichkeitsinformation erfolgte durch den Antragsteller auf freiwilliger Basis. Auch eine Umweltverträglichkeitsprüfung konnte entfallen, u.a. weil nach der Richtlinie der Europäischen Gemeinschaft 97/11/EG Kernreaktoren in Forschungseinrichtungen, deren Höchstleistung unter 1 kW liegt, keiner Umweltverträglichkeitsprüfung zu unterziehen sind. Weitere beteiligte Behörden im Genehmigungsverfahren waren die Landeshauptstadt Dresden, das Regierungspräsidium Dresden, das Sächsische Staatsministerium des Innern, das Staatliche Gewerbeaufsichtsamt Dresden und das Staatliche Umweltfachamt Radebeul.

Um die Finanzierung der notwendigen technischen Erneuerung der Reaktoranlage zu sichern, wurde das Vorhaben nach Hochschulbau-Förderungsgesetz (HBFG) angemeldet und in den 29. Rahmenplan in Kategorie I eingeordnet. Die weitere Umsetzung des Verfahrens

ging damit von der TU Dresden als Antragsteller auf das Sächsische Staatshochbauamt (jetzt: Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement GmbH) als Bauherren über, das für die Erstellung der Planungsstufen Grundlagenermittlung und Vorplanung, Genehmigungsplanung, Entwurfsplanung und Ausführungsplanung sowie für die spätere Bauüberwachung die RWE NUKEM GmbH, Standort Dresden, unter Einbeziehung weiterer Partner beauftragte. Im Mai 2003 legten die TÜV Sachsen GmbH und die TÜV Süddeutschland Bau und Betrieb GmbH ihr "Gutachten über die Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen für das Genehmigungsverfahren nach § 7 Abs. 1 und 2 AtG zur Errichtung und zum Betrieb des Ausbildungskernreaktors AKR-2" vor. Mit der Revision der Planungsunterlagen und des Sicherheitsberichtes sowie der Erstellung von Betriebs- und Prüfhandbuch wurden die letzten Voraussetzung für eine Genehmigungserteilung geschaffen.

Am 22.03.2004 erteilte das SMUL der TU Dresden die Genehmigung zu Errichtung und Betrieb des Ausbildungskernreaktors AKR-2 unter Anordnung des Sofortvollzuges. Darin wird die Verwahrung radioaktiver Stoffe aus dem Betrieb des AKR-1, die Errichtung des AKR-2 sowie Inbetriebsetzung und Dauerbetrieb des AKR-2 in einem einzigen Verwaltungsakt beschlossen, was für die TU Dresden den Vorteil erheblicher Planungssicherheit beinhaltet.

Die vorgeschriebene Amtliche Bekanntmachung der Genehmigungserteilung in der Tagespresse sowie in entsprechenden Hinweisen im Sächsischen Amtsblatt und im Bundesanzeiger sowie die 14-tägige öffentliche Auslegung ergaben keine Einwendungen von Dritten.

Der Betrieb des AKR-2 wird genehmigt zur:

- nuklearen Funktionsprüfung,
- Ermittlung reaktorphysikalischer und dosimetrischer Kenngrößen,
- Vorbereitung von Demonstrationsexperimenten und Experimenten für die studentische Ausbildung,
- kern- und reaktorphysikalischen sowie reaktortechnischen Grundlagenausbildung von Studenten,
- Forschung in kerntechnischen Projekten oder mit kerntechnischen Verfahren,
- Unterstützung der physikalischen Ausbildung der gymnasialen Klassenstufen 11 und 12,
- Demonstration eines Reaktors für die gesteuerte Kernspaltung im Sinne eines kerntechnischen Informationszentrums für interessierte Teile der Öffentlichkeit.

Vfg.



SÄCHSISCHES  
STAATSMINISTERIUM  
FÜR UMWELT UND  
LANDWIRTSCHAFT

SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM  
FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT  
Postanschrift: 01075 Dresden  
I.

Technische Universität Dresden  
- Dem Kanzler -  
Helmholtzstraße 10

01069 Dresden

Dresden, den 22.03.2004  
Tel.: (03 51) 5 64-2247  
Fax: (03 51) 5 64-2069

Bearbeiter: Herr Philipp  
E-Mail: thomas.philipp@smul.sachsen.de  
Aktenzeichen: 55-4654.10 AKR2 - 01  
(Bitte bei Antwort angeben)

**Mit Postzustellungsurkunde**

**I.**

1. Das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) erteilt gemäß § 7 Abs. 1 des Gesetzes über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz - AtG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), zuletzt geändert durch Artikel 70 des 3. Gesetzes zur Änderung verfahrensrechtlicher Vorschriften vom 21. August 2002 (BGBl. I S. 3322) der Antragstellerin

Technische Universität Dresden  
Helmholtzstraße 10

01069 Dresden

die

**Genehmigung 4654.10 AKR2 - 01**

zur Errichtung und zum Betrieb des Ausbildungskernreaktors AKR-2.

2. Die sofortige Vollziehung dieses Bescheides wird angeordnet.

Telefon 0351 564-0      Telefax 0351 564-2239      Gemeinsame Postfiliale      Stralbenhütten 1, 7, 8  
Webadresse Wilhelm-Buck-Str. 2      E-Mail Poststelle@smul.sachsen.de      Archivstr. 1      (Carveplatz)  
01097 Dresden      Internet <http://www.smul.sachsen.de>

Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische Dokumente.

#### 4. Errichtung des AKR-2

In Vorbereitung des Baus wurde der Reaktorbereich des AKR-1 von allen radioaktiven Stoffen beräumt, d.h. der Kernbrennstoff aus dem Reaktor entladen und ebenso wie die sonstigen radioaktiven Stoffen innerhalb des eigenen, von den Umbauarbeiten nicht betroffenen Reaktorbereiches umgelagert. Aktivierungen der Reaktoreinbauten sind auf Grund der niedrigen Reaktorleistung vernachlässigbar, Kontaminationen im Reaktorbereich unwahrscheinlich. Beides wurde in einem mit der Behörde abgestimmten Messprogramm für ein Netz ausgewählter Messpunkte nachgewiesen und durch die Erste Landesmessstelle der Staatlichen Umweltbetriebsgesellschaft verifiziert. Im Ergebnis wurde der Kontrollbereich des Reaktors für den Zeitraum der Bauarbeiten als Überwachungsbereich eingestuft, verblieb damit aber im Geltungsbereich der Strahlenschutzverordnung.

Die Erneuerung des AKR umfasste im wesentlichen den Baukörper, den völligen Neubau der Personenschleuse, die komplette elektro- und raumluftechnische Installation, Brandschutz, Strahlenschutzmesstechnik, Sicherungstechnik und die Krananlage, während die mechanischen Komponenten des Reaktors selbst weitgehend unverändert blieben.









Einen besonderen Schwerpunkt bildete der Austausch der betrieblichen und Sicherheitsleittechnik. Installiert wurde digitale Sicherheitsleittechnik des Systems TELEPERM XS, wie sie auch am FRM-II und in modernen Kernkraftwerken im Einsatz ist. Steuerung und Anzeige der Reaktorparameter erfolgen am Steuerpult über drei Bildschirme und ein zusätzliches konventionelles Meldetableau. Die zugehörige Software ist in WinCC speziell für den AKR-2 generiert worden.

Die nuklearen Signale werden in drei unabhängigen digitalen Neutronenfluss-Messkanälen aus dem System TK 250 erfasst. Diese sind nach den Anforderungen der Regel KTA 3501 aufgebaut und qualifiziert und werden im SUS-System hinsichtlich ihrer Sicherheitsfunktionen 1v3 miteinander verknüpft.

- 2 Kanäle für Anfahr-/Mittel-/Leistungsbereich: DAK 250-i, Impulskanal mit Spaltkammer,
- 1 Kanal für Leistungsbereich: DAK 250-g, linearer Gleichstromkanal mit  $\gamma$ -kompensierter Ionisationskammer



Die Errichtung des AKR-2 fand von April bis Dezember 2004 statt. In den Monaten Januar bis März 2005 erfolgten Vorbereitungen zur Inbetriebnahme. Dazu wurden Restarbeiten durchgeführt, das Betriebshandbuch und das Prüfhandbuch der Reaktoranlage erstellt und ein Inbetriebnahmeprogramm erarbeitet.

## 5. Inbetriebsetzung

Der erste Start des Reaktors fand am 22.03.2005 statt. Anwesend waren bei diesem Kritischem Experiment neben dem Betriebspersonal Vertreter der Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde, des Technischen Überwachungsvereins und des Herstellers der digitalen Leittechnik.

Am 22.03.2005 um 19:30 Uhr wurde erstmalig der kritische Zustand erreicht. Die Inbetriebnahme wurde darüber hinaus genutzt, um die Überschuss- und Abschaltreaktivität des Reaktors zu bestimmen und es wurden umfangreiche Tests zur Überprüfung der Leittechnik durchgeführt. Dazu gehörte u.a. auch die Optimierung der Leistungsregelung.

Über die erfolgreiche Inbetriebnahme wurde die Öffentlichkeit informiert.







Nach erfolgreicher Durchführung der Inbetriebnahmeexperimente konnte durch den Betreiber der Abschlussbericht zur nuklearen Inbetriebsetzung erstellt werden und am 01.04.2005 der Antrag auf Zustimmung zum Normalbetrieb gestellt werden. Die Zustimmung der Behörde zur Aufnahme des Normalbetriebes erfolgte am 07.04.2005.

Damit konnte der studentische Lehrbetrieb planmäßig mit Beginn des Sommersemesters 2005 wieder aufgenommen werden.



## 6. Zusammenfassung

Nach Errichtung und Inbetriebnahme des AKR-2 verfügt die TU Dresden über den modernsten der wenigen verbleibenden Unterrichtsreaktoren in Deutschland, der langfristig für Ausbildung, geeignete Forschungsaufgaben und Öffentlichkeitsarbeit einem breiten Kreis von Nutzern zur Verfügung steht. Die Ausbildung der Studenten findet an der gleichen nuklearen und konventionellen Instrumentierung statt, wie sie prinzipiell auch am FRM-II oder in modernen Kernkraftwerken zu finden ist. Diese Tatsache und die Möglichkeit, mit der Anlage auf unkomplizierte Weise vielfältige grundlegende Experimente der Reaktorphysik durchführen zu können, könnten den AKR-2 auch für andere Nutzer (z.B. Fortbildung von Reaktorphysikalern) attraktiv machen. Auch der experimentelle reaktorphysikalische Teil der kern- und strahlentechnischen Ausbildung an der HS Zittau/Görlitz soll nach Stilllegung des ZLFR im Rahmen des Kompetenzzentrums Ost für Kerntechnik (FZ Rossendorf, TU Dresden, HS Zittau/Görlitz) am AKR-2 stattfinden. In Zukunft wird der Ausbildungskernreaktor an der TU Dresden Teil eines vorgesehenen "Zentrums für Energietechnik (ZET)" sein.



## 7. Umbau des Ausbildungskernreaktors AKR-2 der TU Dresden

### **Bauherr:**

Staatsbetrieb Sächsisches Immobilien- und Baumanagement, Niederlassung Dresden II

### **Betreiber:**

Technische Universität Dresden, Lehrstuhl für Kernenergietechnik

### **Atomrechtliche Genehmigungsbehörde:**

Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft

### **Gutachter:**

TÜV Sachsen GmbH und TÜV Süddeutschland Bau und Betrieb GmbH

### **Planung und Bauüberwachung:**

RWE NUKEM GmbH, Standort Dresden

Projektleitung  
Elektro- und Kommunikationstechnik  
Medienver- und Medienentsorgung  
Transport- und Lagertechnik

Büro für Baukonstruktionen, Büro Dresden

Objektplanung, Tragwerksplanung,  
Koordinierung Bauabwicklung

GT-Plan GmbH, Berlin

Raumluftechnik, Heizung

### **Bauausführung:**

FRAMATOME ANP, Erlangen

Reaktorinstrumentierung

IKS Baugesellschaft mbH, Dresden

Bauhauptleistungen

Frequenz Elektro GmbH, Radeberg

Starkstrom und Beleuchtung  
Telefon- und Datennetz

Axima GmbH, Dresden

Raumluftechnik

Multi-Tec GmbH, Markkleeberg

Türen und Fenster

Malermeister Korch, Rabitz-Rosenthal

Malerarbeiten und Beschichtungen

Ausbau Großenhain GmbH, Großenhain

Heizung und Sanitär

Schöne und Schreiber GmbH, Radeberg

Strahlenschutzmesstechnik

PMS Sicherheitstechnik+Kommunikation GmbH, Dresden

Brand- und Einbruchmeldeanlage

LHS Fördertechnik GmbH, Strausberg

Krananlage