

Betrieb des Forschungsreaktors TRIGA Mainz

G. Hampel

Institut für Kernchemie, Universität Mainz

Der Forschungsreaktor TRIGA Mark II wurde im Jahre 2012 überwiegend im Dauerbetrieb mit 100 kW Leistung betrieben. Die Betriebsdaten des Reaktors sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Gegenüber 2011 hat die Zahl der Betriebstage und der Betriebsstunden leicht zugenommen. Die Impulsbestrahlungen haben gegenüber 2011 ebenfalls zugenommen. Dies ist darin begründet, dass am Strahlrohr D ultrakalten Neutronen für den Testbetrieb produziert wurden. Die freigesetzte Energie und der Spaltstoffverbrauch sind etwa zurückgegangen, welches durch die höhere Pulszahl und Reaktorbetrieb bei geringeren Leistungen für Bestrahlungen in der thermischen Säule begründen lässt. Seit Inbetriebnahme des TRIGA Mainz im August 1965 sind 191,25 g U-235 abgebrannt worden. In 2012 war der Kern des TRIGA Mainzer mit 75 Brennelementen beladen.

In Tabelle 2 ist die Zahl der Bestrahlungen in den verschiedenen Bestrahlungspositionen aufgeführt. Am häufigsten wurde, wie in den Vorjahren, das Bestrahlungskarussell genutzt, allerdings mit einer zum Vorjahr reduzierten Anzahl von Bestrahlungen. Die Anzahl der Bestrahlungen in den Rohrpostanlagen und im Zentralen Bestrahlungsrohr haben ebenfalls abgenommen. Die Anzahl der Bestrahlungen in der Thermischen Säule sind haben sich dagegen mehr als verdoppelt. Ebenso haben Bestrahlungen unter Nutzung der Strahlrohre wieder auf ein Niveau von 2010 gestiegen. Dies ist im Wesentlichen damit begründet, dass die Firma AREVA NP in 2012 wieder Detektorkalibrierungen am Strahlrohr A durchgeführt hat.

Das Anwendungsspektrum am TRIGA Mainz ist im Vergleich zu den Vorjahren konstant geblieben. Am Strahlrohr A wurden Experimente mit Spaltprodukten zur Entwicklung schneller und noch effizienter Trennverfahren zur Untersuchung der chemischen Eigenschaften der schwersten Elemente durchgeführt. Verfahren zum Transport von Spaltprodukten mittels eines Gasjet-Transportsystems wurden untersucht.

Am Strahlrohr B befindet sich in Zusammenarbeit mit dem MPI für Kernphysik in Heidelberg, der Universität Heidelberg sowie der Helmholtz-Nachwuchsgruppe im Institut für Kernchemie eine Anlage in Betrieb, bei der mittels Penningfallen-Massenspektrometrie und kollinearer Laserspektroskopie die Grundzustandseigenschaften neutronenreicher Kerne mit höchster Präzision ermittelt werden sollen.

An Strahlrohr D wurde in Kooperation mit dem Institut für Physik der Universität Mainz die UCN-Quelle an Strahlrohr D im Testbetrieb eingesetzt, um die Parameter der neuen UCN-Quelle zu bestimmen.

In Kooperation mit der Universitätsmedizin und dem Institut für Pharmazie der Universität Mainz wurde in 2012 die Thermische Säule in Forschungsprojekten zur Behandlung von Lebermetastasen, Gehirntumoren und Hals-Kopftumoren mittels Bor-Neutronen-Einfangtherapie eingesetzt. Zur Bestimmung der Borkonzentrationen in borhaltigen Gewebeschnitten wurden Autoradiographien durchgeführt. Bestrahlungen von Zellkulturen lieferten Informationen der biologischen Wirkung der Neutronenstrahlen auf die Zellen. Außerdem wurden Neutronendosimeter auf Basis von Alanine entwickelt und ihre Funktion in der Thermischen Säule getestet.

Die Neutronenaktivierungsanalyse wurde in 2012 in verschiedenen Projekten eingesetzt, beispielsweise für die Entwicklung von Solarzellen zusammen mit dem Fraunhofer Institut für Solarforschung in Freiburg, die Provenienzbestimmung von römischen Kalksteinen zusammen mit dem Institut für Vor- und Frühgeschichte der Universität Mainz und dem Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (INRAP) in Metz, Frankreich, sowie auf dem Gebiet der Erforschung extremer klimatischer Ereignisse zusammen mit der Tektonophysik-Gruppe im Institut für Geowissenschaften der Universität Mainz.

Wie Tabellen 2 und 3 zeigen, hat die Gesamtzahl der Bestrahlungen am TRIGA Mainz in 2012 gegenüber dem Jahr 2011 um etwa 100 zugenommen, wobei die Bestrahlungen für das eigene Haus abgenommen haben. Dafür wurden wieder Bestrahlungen für AREVA NP durchgeführt.

Im Jahre 2012 besichtigten ca. 630 Personen den Reaktor (Tabelle 4), wobei etwa 100 Personenstunden für Führungen und Erläuterungen der Forschungsarbeiten am hiesigen Institut aufgewandt wurden.

Als Folge des Unfalls von Fukushima-Daiichi, Japan, im März 2011 war mit Beschluss des Bundesrates von Juni 2011 eine zusätzliche Sicherheitsprüfung (bekannt als Stresstest), die bis dahin nur die Kernkraftwerke betrafen, auch auf die Forschungsreaktoren mit einer thermischen Leistung von mehr als 50 kW ausgedehnt worden. Das erste Ergebnis für den TRIGA Mainz wurde Mitte 2012 durch die Reaktorsicherheitskommission veröffentlicht und verursachte - neben einem großen öffentlichen Interesse - die intensive Betrachtung und Begutachtungen zu verschiedenen Ereignissen wie z.B. den Absturz eines Flugzeuges auf den TRIGA Mainz. Die Ergebnisse sind veröffentlicht. Außerdem wurde ein Krisenmanagement aufgebaut, welches künftig eine jährliche Übung erfordert.

Tabelle 1: Betriebsdaten des Reaktors

Betriebsdaten	von 1965 bis 2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	insgesamt
Betriebstage	7967	191	202	194	195	181	190	9120
Betriebsstunden	39974	924	970	805	808	775,5	783,3	45039,8
Impulse	15944	593	237	138	551	353	453	18269
davon Reaktivität bis 1,25 \$	339	26	13	4	13	8	7	410
1,50 \$	12649	446	157	81	72	162	362	13929
1,75 \$	259	8	6	4	6	8	15	306
2,00 \$	2674	113	61	49	460	175	105	3637
Freigesetzte Energie (MWh)	3249,8	74,2	83,4	65,62	70,33	64,23	61,25	3668,83
davon im Dauerbetrieb	3212,9	73,1	82,9	65,33	68,91	63,52	60,36	3627,02
im Impulsbetrieb	36,8	1,1	0,5	0,29	1,42	0,71	0,89	41,71
Spaltstoffverbrauch [g U-235]	169,3	3,9	4,4	3,5	3,75	3,3	3,1	191,25

Tabelle 2: Zahl der Bestrahlungen in den verschiedenen Bestrahlungspositionen des Reaktors

Bestrahlungsposition	von 1965 bis 2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	insgesamt
Bestrahlungskarussell	59553	1947	2044	1488	1504	1127	1027	68690
Rohrpost 1, 2 und 3	63494	520	597	375	239	492	271	65988
Schnelle Rohrpostanlage	145390	0	0	0	--	0	0	145390
Strahlrohre	12162	853	293	136	357	78	324	14203
Zentrales Bestrahlungsrohr	2868	83	119	59	33	39	14	3215
Reaktortank (auf dem Kern)	1240	0	0	0	--	0	0	1240
Thermische Säule	616	69	171	529	309	162	367	2223
alle Bestrahlungspositionen	285386	3472	3224	2587	2442	1898	2003	301012

Tabelle 3: Benutzer des Reaktors in den Jahren 2011 und 2012

	Zahl der Bestrahlungen	
	2011	2012
Universität Mainz		
Institut für Kernchemie	1396	1275
Externe Bestrahler		
AREVA	--	196
Arotrop food & environment GmbH	30	5
BASF Ludwigshafen	4	12
Curt-Engelhorn-Zentrum Mann-heim	468	504
andere	--	11
Insgesamt:	1898	2003

Tabelle 4: Besucher des Reaktors im Jahre 2012

Datum:	Besucher:	Anzahl:
07.02.2012	Tag der offenen Tür	48
14.02.2012	Gymnasium zu St. Katharinen	18
22.02.2012	KIT - Radioisotopenkurs	16
27.02.2012	Rotary - Mainz	34
16.03.2012	Merck	8
19.03.2012	DPG-Tagung	19
20.03.2012	VHS Mainz	15
21.03.2012	DPG-Tagung	47
30.03.2012	KCI - Praktikum	16
24.04.2012	Molekulare Biophysik	27
24.04.2012	Institut für Kernphysik	8
25.04.2012	TU Darmstadt	15
30.04.2012	Helmholz Institut	9
03.05.2012	Rotary - Mainz	19
14.05.2012	Feuerwehr / Mainz	12
21.05.2012	Workshop BMBF	15
26.05.2012	Technikerklasse	4
01.06.2012	Sebastian - Münster - Gymnasium	25
26.06.2012	MTAR - Schule	14
26.06.2012	Theodor - Heuss - Gymnasium	18
10.07.2012	Kath. Erwachs.-Bildungswerk Frankf.	21
13.07.2012	TU München	17
18.07.2012	Lehrstuhl WF	13
19.07.2012	Institut für Physik (JGU)	18
31.07.2012	Institut für Physik (JGU)	14
01.08.2012	Universität des Saarlandes	17
10.08.2012	Jülich / INM-5-Nuklearchemie	10
17.08.2012	KCI - Praktikum	16
24.08.2012	Fraktion die Grünen	22
06.09.2012	FK - Kurs Strahlenschutz	18
13.09.2012	Montagsspaziergang MZ	10
16.09.2012	Personalabteilung Universität	18
29.09.2012	Historikertag	5
01.10.2012	KIT	14
05.10.2012	KCI - Praktikum	10
16.10.2012	AREWA	19
30.10.2012	JGU	14
Summe		633