

Betrieb des Forschungsreaktors TRIGA Mainz

G. Hampel

Institut für Kernchemie, Universität Mainz

Der Forschungsreaktor TRIGA Mark II wurde im Jahre 2011 überwiegend im Dauerbetrieb mit 100 kW Leistung betrieben. Die Betriebsdaten des Reaktors sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Gegenüber 2010 hat die Zahl der Betriebstage und der Betriebsstunden leicht abgenommen. Die Impulsbestrahlungen haben gegenüber 2010 um etwa 36% abgenommen, sind aber noch deutlich höher als 2008 und 2009. Die Ursache hierfür liegt darin, dass das Experiment mit ultrakalten Neutronen am Strahlrohr C nur bis etwa Mitte des Jahres eingesetzt werden konnte. Die freigesetzte Energie und der Spaltstoffverbrauch sind etwa auf die Werte von 2009 zurückgegangen. Seit Inbetriebnahme des TRIGA Mainz im August 1965 sind 188,15 g U-235 abgebrannt worden. Wie im Vorjahr ist 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. Dagegen hat sich die Anzahl der Bestrahlungen in den Rohrpostanlagen mehr als verdoppelt und im Zentralen Bestrahlungsrohr leicht zugenommen. Die Anzahl der Bestrahlungen in der Thermischen Säule sind auf den Stand von 2008 zurückgegangen und die Anzahl der Strahlrohrexperimente hat sich auf 78 reduziert. Dies ist im Wesentlichen damit begründet, dass die Firma AREVA NP in 2011 keine 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.

Die Testquelle zur Erzeugung von ultrakalten Neutronen (UCN) am Strahlrohr C wurde in der zweiten Jahreshälfte für grundlegende Überholungsarbeiten

abgebaut. Dafür wurde Ende des Jahres 2011 in Kooperation mit dem Institut für Physik der Universität Mainz die leistungsstärkere UCN-Quelle an Strahlrohr D in Betrieb genommen und befindet sich jetzt in dem Testbetrieb.

Die Thermische Säule wurde in 2011 im Rahmen des Projektes zur Behandlung von Lebermetastasen mittels Bor-Neutronen-Einfang-Therapie zur Bestrahlung von borhaltigen Gewebeschnitten eingesetzt, mit dem Ziel, radiographisch die Borkonzentration in den Proben zu bestimmen. Zusätzlich wurden Bestrahlungen von Zellkulturen durchgeführt, um die biologische Wirkung der Neutronenstrahlen auf die Zellen zu untersuchen.

Die Neutronenaktivierungsanalyse wurde in 2011 in verschiedenen Projekten intensiv genutzt, 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 Tabelle 3 zeigt, hat die Gesamtzahl der Bestrahlungen am TRIGA Mainz in 2011 gegenüber dem Jahr 2010 um etwa 500 abgenommen, wobei die Bestrahlungen für das eigene Haus zugenommen haben. Der Hauptgrund für die Abnahme liegt in der geringeren Nachfrage von Bestrahlungen durch externe Anwender, hier im Wesentlichen durch das Curt-Engelhorn-Zentrum sowie durch AREVA NP.

Im Jahre 2011 besichtigten ca. 750 Personen den Reaktor (Tabelle 4), wobei etwa 65 Personenstunden für Führungen und Erläuterungen der Forschungsarbeiten am hiesigen Institut aufgewandt wurden.

Als Folge des Unfalls von Fukushima-Daiichi, Japan, im März 2011 hat sich das Personal des TRIGA Mainz intensiv an der Öffentlichkeitsarbeit beteiligt. Mit Beschluss des Bundesrates von Juni 2011 wurde die 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. Damit hat sich auch der TRIGA Mainz in 2011 einem Stresstest unterzogen. Das Ergebnis wird im Laufe des Jahres 2012 erwartet.

Tabelle 1: Betriebsdaten des Reaktors

Betriebsdaten	von 1965	2006	2007	2008	2009	2010	2011	insgesamt
	bis 2005							
Betriebstage	7762	205	191	202	194	195	181	8930
Betriebsstunden	39030	944	924	970	805	808	776	44257
Impulse	15198	746	593	237	138	551	353	17816
davon Reaktivität bis 1,25 \$	339	6	26	13	4	13	8	409
1,50 \$	11976	673	446	157	81	72	162	13567
1,75 \$	253	6	8	6	4	6	8	291
2,00 \$	2613	61	113	61	49	460	175	3532
Freigesetzte Energie (MWh)	3182,9	66,9	74,2	83,4	65,62	70,33	64,23	3543,35
davon im Dauerbetrieb	3147,2	65,7	73,1	82,9	65,33	68,91	63,52	3566,66
im Impulsbetrieb	35,6	1,2	1,1	0,5	0,29	1,42	0,71	40,82
Spaltstoffverbrauch[g U-235]	165,8	3,5	3,9	4,4	3,5	3,75	3,3	188,15

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

Bestrahlungsposition	von 1965	2006	2007	2008	2009	2010	2011	insgesamt
	bis 2005							
Bestrahlungskarussell	58093	1460	1947	2044	1488	1504	1127	67663
Rohrpost 1, 2 und 3	63130	364	520	597	375	239	492	65717
Schnelle Rohrpostanlage	145390	0	0	0	0	0	0	145390
Strahlrohre	11023	1139	853	293	136	357	78	13879
Zentrales Bestrahlungsrohr	2815	53	83	119	59	33	39	3201
Reaktortank (auf dem Kern)	1240	0	0	0	0	0	0	1240
Thermische Säule	563	53	69	171	529	309	162	1856
alle Bestrahlungspositionen	282317	3069	3472	3224	2587	2442	1898	299009

Tabelle 3: Benutzer des Reaktors in den Jahren 2010 und 2011

	Zahl der Bestrahlungen	
	2010	2011
Universität Mainz		
Institut für Kernchemie	1216	1396
Externe Bestrahler		
BASF Ludwigshafen	1	4
Curt-Engelhorn-Zentrum Mannheim	961	468
Arotrop food & environment GmbH	7	30
Insgesamt:	2442	1898

Tabelle 4: Besucher des Reaktors im Jahre 2011

Datum:	Besucher:	Anzahl
18.01.2011	StrSchutz-Kurs / Feuerwehr	9
02.02.2011	Inst. Für Zoologie FB 10	50
03.02.2011	Tag der offenen Tür	45
09.02.2011	Privatgymnasium Marienstatt	37
22.02.2011	Str.Schutzkurs / Lehrkräfte	45
23.02.2011	Gymnasium Saarburg	34
23.02.2011	Hildegardisschule Bingen	19
23.02.2011	Karlsruher Institut für Technologie	24
28.02.2011	KCI Praktikum	27
16.03.2011	Operateure	10
23.03.2011	Gymnasium / Göteborg - Schweden	27
09.04.2011	Bundeskongress MWU	27
18.05.2011	Eichendorf-Gymnasium Koblenz	11
06.06.2011	Stadt der Wissenschaft	8
07.06.2011	Wissenschaftsmarkt	10
08.06.2011	Wissenschaftsmarkt	8
08.06.2011	Uni Marburg	42
21.06.2011	Ricarda-Huch-Schule, Dreieich	15
21.06.2011	Gymnasium am Stefansberg, Merzig	12
29.06.2011	TU Darmstadt	13
08.07.2011	Kernchemie - Vorlesung	9
18:07.2011	Uni Mainz / Phys. Chemie	14
27.07.2011	GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung / Material- forschung	18
08.08.2011	KCI Praktikum	30
15.08.2011	Praktikum Fa. Schott, Mainz	10
13.09.2011	BKA	17
10.10.2012	Praktikum Chemilaboranten	10
19.11.2011	Elternalarm	49
19.11.2011	Elternalarm	25
19.11.2011	Elternalarm	54
30.11.2011	Geschwister Scholl Gymnasium, Mainz	21
12.12.2011	Evang. Gemeinde Mz-Lerchenberg	21
	insgesamt	751