

**KERNFORSCHUNGSZENTRUM
KARLSRUHE**

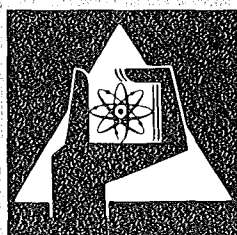
April 1975

KFK 2071

Abteilung Reaktorbetrieb und Technik

**Betriebsbericht für den Forschungsreaktor FR 2
für das Jahr 1973**

I. Möller, W. Steiger



**GESELLSCHAFT
FÜR
KERNFORSCHUNG M.B.H.**

KARLSRUHE

Als Manuskript vervielfältigt

Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.
KARLSRUHE

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

KFK 2071

Abteilung Reaktorbetrieb und Technik

Betriebsbericht für den Forschungsreaktor FR2
für das Jahr 1973

von

I. Möller und W. Steiger

mit Beiträgen

von

H.-A. Ammermann, J. Blümle, H. Christoph, W. Demant, E. Geiser,
W. Holub, H. Kapulla, R. Kettner, A. Ketzscher, G. Kimmig,
R. Missberger, B. Strehlau

Frau U.Hartmann und Herrn G.Felleisen sind wir für die Mithilfe bei der Erstellung des Berichtes zu Dank verpflichtet.

Zusammenfassung

Betriebsbericht über den Forschungsreaktor FR2 für das Jahr 1973

Der vorliegende Betriebsbericht ist an mehreren mit [17] gekennzeichneten Stellen bewußt kurz gehalten. Zum besseren Verständnis sollte hier der Betriebsbericht (KFK 1956) des Jahres 1972 zusätzlich herangezogen werden.

Im letzteren wurde aufgrund des 10-jährigen Leistungsbetriebes ausführlich auf Einzelheiten des Reaktorsbetriebes eingegangen.

Der schwerwassermoderierte Forschungs- und Prüfreaktor FR2 wurde auch im Jahre 1973 mit 44 MW Nennleistung planmäßig betrieben. Die Verfügbarkeit dieser Anlage konnte nochmals leicht verbessert werden.

Die experimentelle Nutzung durch instrumentierte Bestrahlungskapseln hat gegenüber dem Vorjahr stark zugenommen. Es waren bis zu 16 Kapselversuchseinsätze gleichzeitig im Reaktor.

Im Bereich der Strahlrohrexperimente wurden an den 12 sinnvoll nutzbaren Strahlrohrausgängen bis zu 13 Experimente mit insgesamt 18 Versuchseinrichtungen gleichzeitig betrieben.

Mit 5 Kreislaufexperimenten waren am Jahresbeginn alle zur Verfügung stehenden Positionen belegt. Am 20.01.74 wurde das Experiment FR2/58 mit einem Druckschwerwasserkreislauf planmäßig abgeschlossen.

Die Isotopenproduktion erreichte mit insgesamt 2372 bestrahlten Kapseln (1,3 % mehr als im Vorjahr) ihren bisher höchsten Stand.

Neben einigen kleineren Betriebsunterbrechungen ist die Störung vom 18.07.73 besonders zu erwähnen, bei der der Reaktor durch Schnellabschaltung infolge Teilausfall der 60 V-Gleichstromversorgung aus 44 MW-Leistungsbetrieb abgeschaltet wurde.

Das Versagen einer 50 A-Untersicherung bewirkte im Reaktorschutzsystem die Anregung aller Sicherheitskanäle. Der Spannungsausfall betraf besonders die Programmsteuerungen im Schwerwasser-, Helium, Leichtwasser- und Luftkreislauf. Die Kühlung des Reaktors war jedoch zu keiner Zeit gefährdet. Die Auswirkungen nach außen blieben deutlich unter den im Abluftplan festgesetzten Grenzwerten.

Das Jahr 1973 war durch einige bemerkenswerte Zahlen gekennzeichnet:

Am 16.08.73 wurden 10 Jahre Vollastbetrieb bei einer Nennleistung von 12 bzw. 44 MW erreicht. Am 24.07.73 konnte die 50.000. Isotopenbestrahlung aus dem Reaktor entnommen werden, und am 26.12.73 wurde eine Gesamtenergieabgabe von 100.000 MWd registriert. Außerdem konnte am 06.12.73 der 125.000 Reaktorbesucher im FR2-Bereich begrüßt werden.

Besonderer Dank gebührt allen Mitarbeitern und Beteiligten, die durch ihren persönlichen Einsatz und durch ihre enge Verbundenheit mit der Reaktoranlage diesen Erfolg ermöglicht haben.

Summary

Report on the Operation in 1973 of the FR2 Research Reactor

This operating report has intentionally made short at several points marked /1/. For better understanding, the reader is referred to the operating report of 1972 (KFK 1956).

On the occasion of ten years of power operation, details of reactor operation had been given in the latter report.

Also in 1973, the heavy-water moderated research and testing reactor FR2 was operated to schedule at 44 MW nominal power. Again, the availability of the plant was slightly improved.

Experimental utilization through instrumented irradiation capsules strongly increased as compared to the previous year. Up to 16 capsule test rigs at a time were inserted in the reactor.

As to the beam tube experiments, up to 13 experiments covering a total of 18 test rigs were conducted simultaneously at the 12 reasonably usable beam holes.

At the beginning of the year all of the positions available were occupied by 5 loop experiments. On January 20, 1974, the experiment FR2/58 with a pressurized heavy water loop was terminated according to schedule.

Isotope production reached its highest value with a total of 2,372 irradiated capsules (1.3% more than the year before).

In addition to some minor interruptions in operation, the incident should be mentioned which took place on July 18, 1973 when the reactor was scrammed from 44 MW power operation as a result of partial failure of the 60 V dc power supply. Failure of a 50 A secondary fuse caused the excitation of all safety channels in the reactor containment. The voltage drop affected especially the program controls in the heavy water, helium, light water, and air circuits. However, at no time reactor cooling had been endangered. The consequences to the environment remained clearly below the limits defined in the scheme on permissible gaseous effluents.

Some remarkable figures characterized the year 1973:

On August 16, 1973 ten years of full power operation at a nominal power of 12 and 44 MW, respectively, had been reached. On July 24, 1973 the 50,000th isotope irradiation was performed in the reactor and on December 26, 1973 a total energy release of 100,000 MWd was recorded. Moreover, the 125,000th visitor of the reactor was welcomed on December 6, 1973.

Particular thanks are due to all of the staff and to collaborators who brought about this success by personal efforts and close connections with the reactor plant.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Zusammenfassung	I
Inhaltsverzeichnis	V
Abschnitt 1: Einleitung	1
Abschnitt 2: Experimentelle Nutzung des Reaktors	5
1. Einleitung	5
2. Isotopenproduktion	5
3. Kreislaufexperimente	14
4. Strahlrohrexperimente	32
5. Kapselexperimente	38
6. Sonstige Experimentiereinsätze	44
7. γ -Bestrahlungseinrichtung	47
Abschnitt 3: Betrieb des Reaktors	48
1. Einleitung	48
2. Betriebszeiten	48
3. Reaktorleistung und Energieabgabe	50
4. Nutzung und Verfügbarkeit	52
5. Beladungszustände	55
6. Reaktivitätsverhalten (Abschalt- und Trimm/Regelelemente)	57
7. Leistungsverteilung und Neutronen- flußdichte	61
8. Abbrand	61
9. Allgemeine Störungen und besondere Vorkommnisse	63

	Seite
Abschnitt 4: Betrieb der Reaktorhilfseinrichtungen	65
1. Einleitung	65
2. Reaktorschutzsystem	65
3. Regel- und Abschaltelemente	66
4. Brennelementüberwachung	68
5. Schwerwasserkreislauf	71
6. Heliumkreislauf	74
7. Leichtwassersysteme	75
8. Lüftungssysteme	78
9. Elektrische Energieversorgungsanlagen	80
10. Sonstige Reaktorhilfseinrichtungen	82
Abschnitt 5: Eigenüberwachung am FR2	83
Abschnitt 6: Personal	93
1. Einleitung	93
2. Zusammensetzung	93
3. Strahlenbelastung der Mitarbeiter	97
4. Schulung	97
5. FR2-Besucher	98
Abschnitt 7: Ausblick	99
Abschnitt 8: Literaturverzeichnis	100
Abschnitt 9: Tabellen und Diagramme	101

ABSCHNITT 1: EINLEITUNG

Der schwerwassermoderierte Prüf- und Forschungsreaktor wurde erstmals in nur noch 7 Betriebszyklen mit einer Nennleistung von 44 MW betrieben.

Die Betriebsweise war im voraus in einem Terminleitplan (Abb. 1.1) festgelegt worden. Dieser konnte, bis auf eine Verlängerung der Betriebsphase G um eine Woche, recht gut eingehalten werden. Den nach den tatsächlichen Gegebenheiten überarbeiteten Terminleitplan zeigt Abb. 1.2.

Durch die Verlängerung der Betriebszyklen konnten wesentliche Betriebsziele, lange Betriebszeiten bei hoher konstanter Leistung und bessere Nutzungsmöglichkeiten durch Experimente, erreicht werden.

Damit waren alle Voraussetzungen für eine gute experimentelle Nutzung des Reaktors gegeben. Sie war geprägt durch:

die Inbetriebnahme von

3 neuen Kapselexperimenten zur Abbrandbestimmung von Mischoxiden (Exp. FR2/99) und Schwellratenbestimmung von Brennstoffen (Exp. FR2/100 und FR2/103),

1 Versuchseinsatz zur Erprobung von Incore-Spaltkammern (Exp. FR2/105) und

1 weiteren Strahlrohrexperiment für Strukturuntersuchungen (Exp. FR2/101) sowie

den Abschluß von

1 Kapselexperiment zur Untersuchung des Brennstoffkriechverhaltens (Exp. FR2/73b),

2 Experimenten mit Versuchseinsätzen zur Untersuchung des Brennstoffkriechens (Exp. FR2/73a) und zur Erzeugung von Pu-238 (Exp. FR2/97) und



Lfd. Nr.	Monat	Woche	Jan.				Febr.				März				April				Mai				Juni				Juli				Aug.				Sept.				Okt.				Nov.				Dez.				Jan. 1974					
			53	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1
1	Betriebsphase		H (72)				A				A				B				C				C				D				D				E				E				F				F				G					
2	Reaktorbetrieb 44 MW		[Solid black bar]																																																					
3	Funktions- u. Wiederholungsprüfungen	1)	[Hatched bars]																																																					
4	Wartungsarbeiten u. Montagen	1)	[Hatched bars]																																																					
5	Brennelementwechsel		[Solid black bar]																																																					
6	Probenbestrahlungen (12 Iso - Kanäle, Rohrpost, Therm. Säule)	Anzahl	250				267				339				449				293				390				320				283																									
7	Kapselbestrahlungen (Abbrand, Brennstoffkriechen, Brennstoffschwellen)	Anzahl	7				9				12				14				16				16				13				14																									
8	18 Strahlrohrexperimente an 13 Kanälen		[Solid black bar]																																																					
9	P 2: Tieftemperaturbestrahlungsanlage i. B. betriebsbereit		[Solid black bar]																																																					
10	Anzahl der bestrahlten Proben. Experimentier - Betrieb		4				5				5				6				2				7				4				7																									
11	P 16: Kalte Neutronenquelle i. B. betriebsbereit		[Solid black bar]																																																					
12	Experimentier - Betrieb		[Solid black bar]																																																					
13	P 26: He-Druckgaskreislauf i. B. Gas - Reinigungskreislauf i. B.		[Solid black bar]																																																					
14	Bestrahlungen N ₂ - Verflüssigungs - Kreislauf i. B.		[Solid black bar]																																																					
15	P 55a: Heißdampf - Kontaminationskreislauf i. B.	Prüfling Nr.	[Solid black bar]																																																					
16	P 58: D ₂ O - Druckwasserkreislauf i. B.		[Solid black bar]																																																					
17	Einsatz-Bestrahlung Nr.		[Solid black bar]																																																					
18	P 73a 16: Kriechkapselbestrahlung		[Solid black bar]																																																					
19	P 76-2: Thermionischer - Wandler		[Solid black bar]																																																					
20	P 95: Brennstoffplattenbestrahl. (lfd. Nr.)		[Solid black bar]																																																					
21	P 97: Neptunium - Bestrahlung (lfd. Nr.)		7+8								9+10				11+12				13+14				15+16																																	
22	P 40: γ - Bestrahl. - Einrichtung (lfd. Nr.)		[Solid black bar]																																																					
23	Ferien, Feiertage (Baden - Württemberg)		[Hatched bars]																																																					

Bemerkungen: Arbeitswoche = Montag 0 Uhr bis Sonntag 24 Uhr
Reaktorabschaltung: montags, 8 Uhr

1) [Solid black square] vorrangig gegenüber [Hatched square]

Abb. 1.2

1 Kreislaufexperiment, dem Druckschwerwasserkreislauf (Exp. FR2/58), nach Erreichen des Versuchszieles bei der Bestrahlung von Dispersionsbrennstoffplatten.

Im Bereich der Reaktorhilfseinrichtungen wurden keine wesentlichen Anlagenänderungen vorgenommen.

Die Betriebsmannschaft des FR2 konnte, trotz beginnender Personalreduzierung, die Reaktor- und Experimentieranlagen im Jahre 1973 erfolgreich betreiben.

ABSCHNITT 2: EXPERIMENTELLE NUTZUNG DES REAKTORS

1. Einleitung

Die experimentelle Nutzung des FR2 war mit

- 3 Anlagen zur Isotopenproduktion
- 5 Kreislaufexperimenten
- 14 Strahlrohrexperimenten, mit z.T. mehreren Versuchsanordnungen
- 7 Kapselexperimenten, mit verschiedenen instrumentierten Kapseln
- 6 sonstigen Experimentiereinsätzen und
- 1 γ -Bestrahlungseinrichtung außerhalb des Reaktors

weiterhin gut. Nahezu alle Experimentiermöglichkeiten waren belegt. Insbesondere auf dem Gebiet der Kapselexperimente war eine erhebliche Steigerung des Bestrahlungsaufkommens zu verzeichnen.

Der Betrieb der Experimente konnte ohne große Störungen abgewickelt werden. Die Anzahl der störungsbedingten Reaktorschnellabschaltungen (RSA) ging auf 12 zurück. 1 mal mußte der Reaktor für den Einbau eines Einsatzes von Hand außer Betrieb genommen werden. Nähere Angaben über den Betrieb beeinträchtigende Störungen finden sich in den folgenden Kapiteln 2 bis 6.

2. Isotopenproduktion

Die Herstellung radioaktiver Isotopen erfolgte in drei Einrichtungen.

a) Experiment FR2/1:

11 luftgekühlte Zwischengitterpositionen mit normalerweise je 29 übereinander angeordneten 1/1 Harwell-Kapseln von 25 mm \emptyset und 70 mm Länge (Sonderlängen sind möglich).

b) Experiment_FR2/38:

Verschiedene Kanäle in der Thermischen Säule für Probengrößen bis 180 mm \emptyset und 1000 mm Länge.

c) Experiment_FR2/44:

Isotopenrohrpostanlage für Kurzzeitbestrahlungen, Probengröße bis 35 mm \emptyset und 100 mm Länge.

Die Isotopenproduktion stieg gegenüber dem Vorjahr um 1,5 % auf 2383 bestrahlte Kapseln an und erreichte damit ihren Höchststand.

Abb. 2.2 gibt eine Übersicht über die Isotopenproduktion seit 1963 mit den obengenannten Bestrahlungseinrichtungen.

Am 24.7.1973 konnte die 50.000 Kapsel bestrahlt werden (Abb. 2.1).



Abb. 2.1:

Auslieferung der 50.000.
bestrahlten Kapsel

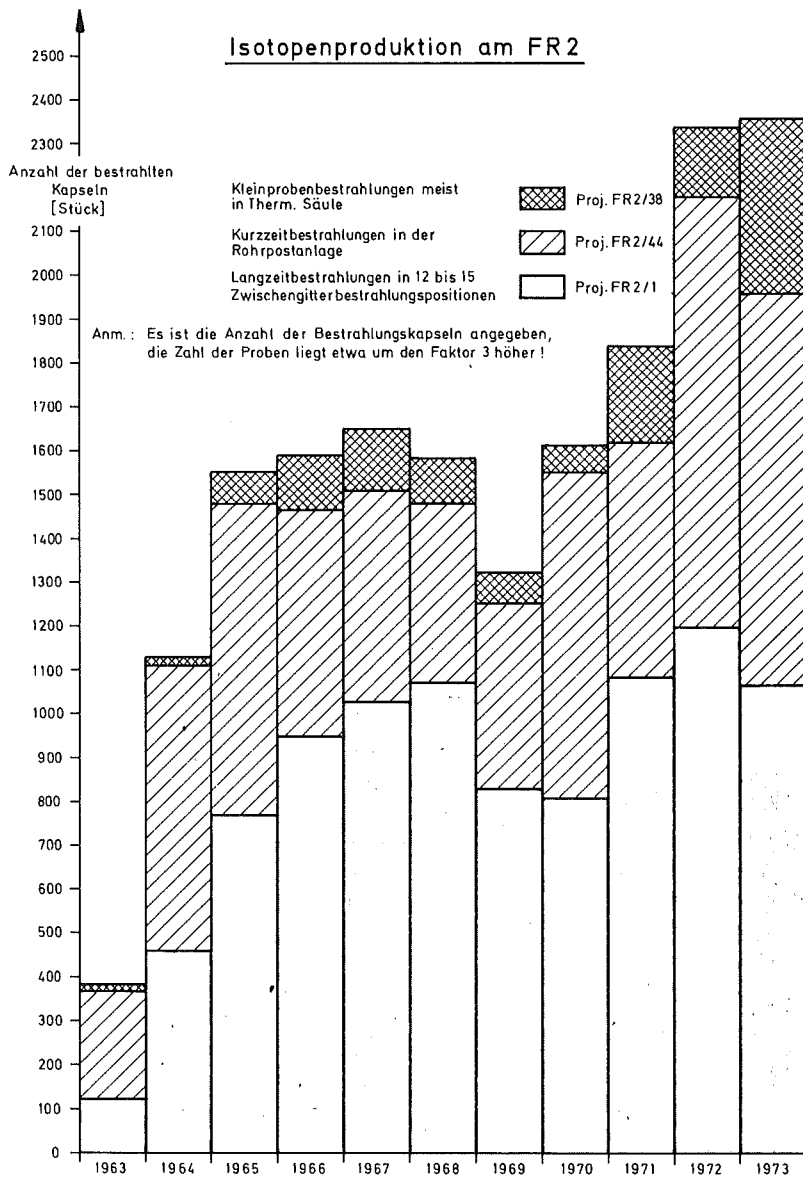


Abb. 2.2

60 % der Bestrahlungen wurden für 36 auswärtige Auftraggeber (Industrieunternehmen, Forschungsinstitute, Hochschulen, Kliniken) durchgeführt.

40 % der Bestrahlungen entfielen auf Institute und Abteilungen der GfK, wobei ein großer Teil aufgrund von Industrieaufträgen erforderlich wurde.

In [1] ist der bisherige Hauptzweck der Bestrahlungen festgehalten. Hinzu kamen Bestrahlungen für Arbeiten auf dem Gebiet des Umweltschutzes und von Mondgestein zur Altersbestimmung.

Tabelle 2.1: Aktivitätsmengen der 1973 im FR2 hergestellten Radionuklide (nach Bericht IRCh-Isotopenstelle)

Nuklide	Aktivitäten (Ci)	Nuklide	Aktivitäten (Ci)		
Antimon	124	270,3	Arsen	76	0,5
Brom	82	0,3	Calcium	45	0,7
Cer	141	3,1	Chrom	51	2,2
Dysprosium	159	0,2	Eisen	59	1,3
Erbium	196	0,1	Europium	156	1,7
Gadolinium	159	0,3	Gallium	72	14,4
Gold	198	5495,8	Hafnium	175	2,6
Hafnium	181	26,4	Holmium	166	1,9
Indium	114 m	4,2	Iridium	192	17,0
Jod	131	2,3	Kalium	42	7,9
Kobalt	58	0,2	Kobalt	60	7,7
Lutetium	176	20,2	Lutetium	177	16,5
Mangan	56	0,4	Molybdän	99	0,8
Natrium	24	537,7	Neodym	151	0,2
Neptunium	238	0,6	Neptunium	239	0,2
Osmium	193	0,8	Palladium	103	0,43
Palladium	109	26,2	Phosphor	32	0,16
Platin	191	0,9	Platin	193	0,17
Platin	195 m	0,9	Platin	197	2,2
Praseodym	142	0,04	Promethium-Isot.		0,02
Quecksilber	197/197 m	758,5	Rhenium	186	56,0
Quecksilber	203	23,3	Rhenium	188	3,6
Ruthenium	103	6,0	Samarium	153	67,4
Schwefel	35	0,04	Silber	110 m	0,4
Spaltprodukte		4,8	Tantal	182	0,9
Tantal	183	4,1	Tellur-Isotope		0,2
Thulium	170	2,2	Wolfram-Isotopen		3,2
Xenon-Isot.		0,1	Ytterbium	169	57,8
Ytterbium	175	484,5	Zink	65	0,2
Zinn-Isotope		0,2	Zirkonium	97	0,01

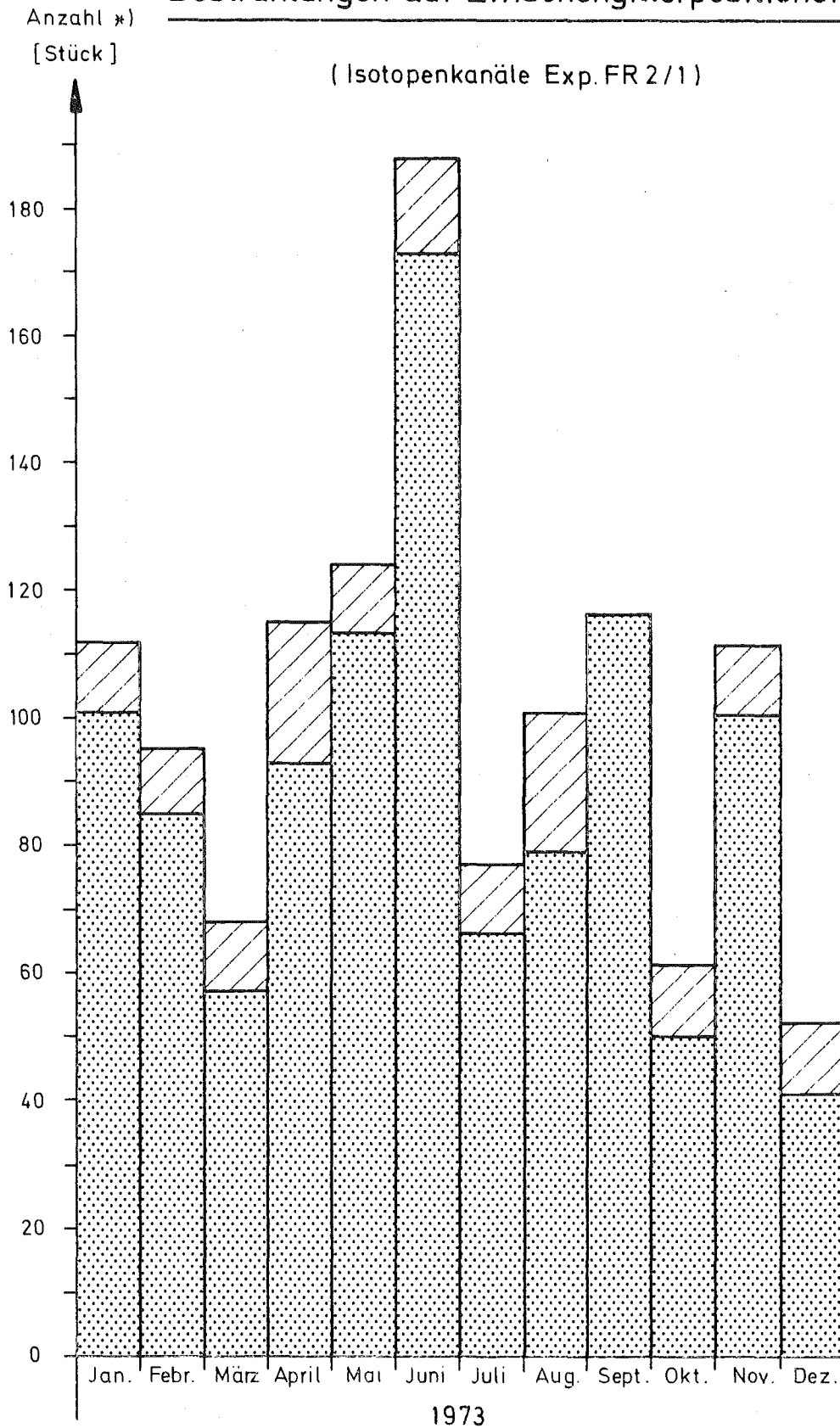
Aktivitäten unter 0,01 Ci wurden nicht aufgeführt, ebenfalls keine "Nebenaktivitäten", die bei der Erzeugung der vom Kunden gewünschten Aktivität mitentstehen, z.B. Fe-55, Au-199, Sb-122, deren Störaktivität z.T. sehr hoch ist.

2.1 Bestrahlungen auf Zwischengitterpositionen (Experiment FR2/1)

Es war weiterhin Beladeplan Iso/11 (siehe Anhang) mit 11 beladbaren Bestrahlungskanälen auf Zwischengitterpositionen gültig.

Insgesamt wurden 1085 bestrahlte Kapseln ausgeliefert.

Bestrahlungen auf Zwischengitterpositionen



Anm.: *) Bei der Isotopenproduktion ist die Anzahl der Bestrahlungskapseln angegeben.

Bei Flußmessungen mit Detektoren war jeweils 1 Detektor im Kanal.



Isotopenproduktion



Flußmessungen

Abb. 2.3

Tabelle 2.2: Isotopenproduktion auf Zwischengitterpositionen im Jahre 1973

Zwischengitter-Positionen	Beladeoperationen	Anzahl der bewegten Kapseln	Anzahl der ausgeladenen bestrahlten Kapseln	Flußmessungen mit Co-Detektor
37/15	13	26	23	13
41/05	18	53	53	17
41/09	28	105	95	13
41/15	12	53	18	13
41/33 *)	-	-	-	-
45/15	142	1057	587	15
49/15	49	248	131	13
49/31	1	2	2	13
53/07	6	36	36	13
53/15	25	147	43	17
57/15	16	67	65	12
61/17	5	27	30	13
Gesamt:	315	1821	1085	152

*) Pos. 41/33 wegen Rohrleitungsabstützungen von Exp. FR2/58 nicht zugänglich.

Bestrahlungsaufträge wurden erteilt zu:

72 % von auswärtigen Kunden und
28 % von Instituten und Abteilungen der GfK.

Die monatliche Nutzung der Bestrahlungseinrichtung zeigt Abb. 2.3.

Störungen traten bei der Bestrahlungsabwicklung nicht auf.

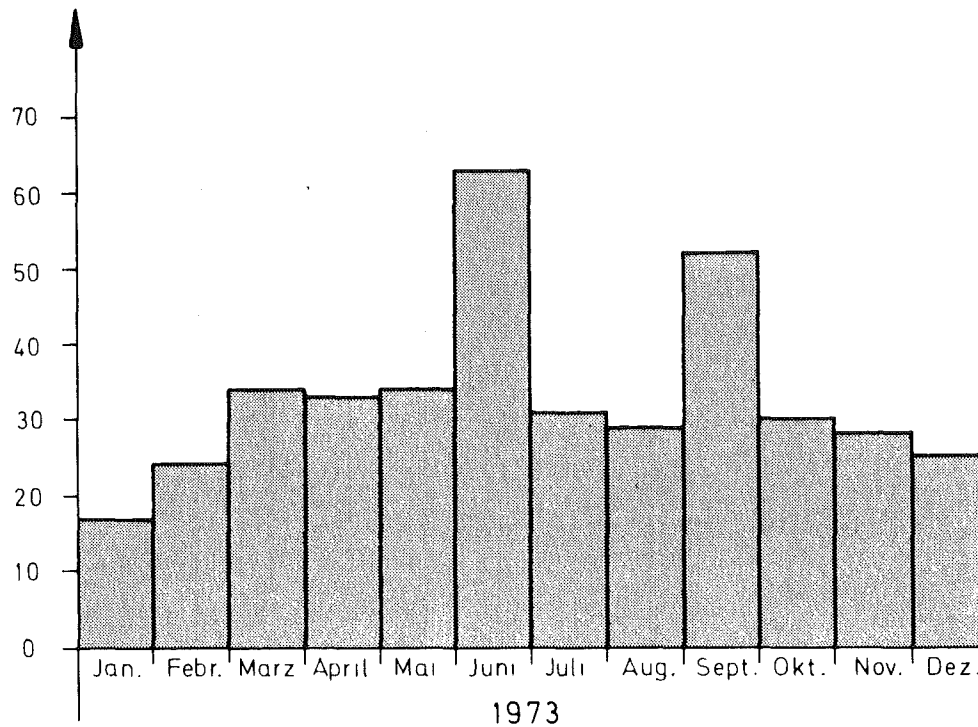
2.2 Bestrahlungen in der Thermischen Säule

(Experiment FR2/38)

Mit 400 bestrahlten Kapseln wurde das bisher höchste Jahres-Bestrahlungsaufkommen erreicht. Die Bestrahlungszeiten lagen zwischen 1 min und 26 d. 29 Bestrahlungen wurden als "Drehtellerbestrahlungen" ausgeführt [17].

Bestrahlungen in der Therm. Säule

Anzahl der
bestrahlten
Kapseln



Anm.  Isotopenproduktion

Abb. 2.4

Bestrahlungsaufträge wurden erteilt zu:

- 15 % von auswärtigen Kunden und
- 85 % von Instituten und Abteilungen der GfK.

2.3 Bestrahlungen in der Isotopenrohrpostanlage (Experiment FR2/44)

In der Isotopenrohrpostanlage wurden 898 Bestrahlungsfahrten mit Bestrahlungszeiten zwischen 1s und 59 h durchgeführt.

Abb. 2.5 gibt einen Überblick über die Bestrahlungsfahrten und -zeiten im Jahre 1973.

Bestrahlungen in d. Isotopenrohrpostanlage

(Kurzzeitbestrahlungen /Exp. FR2/44)

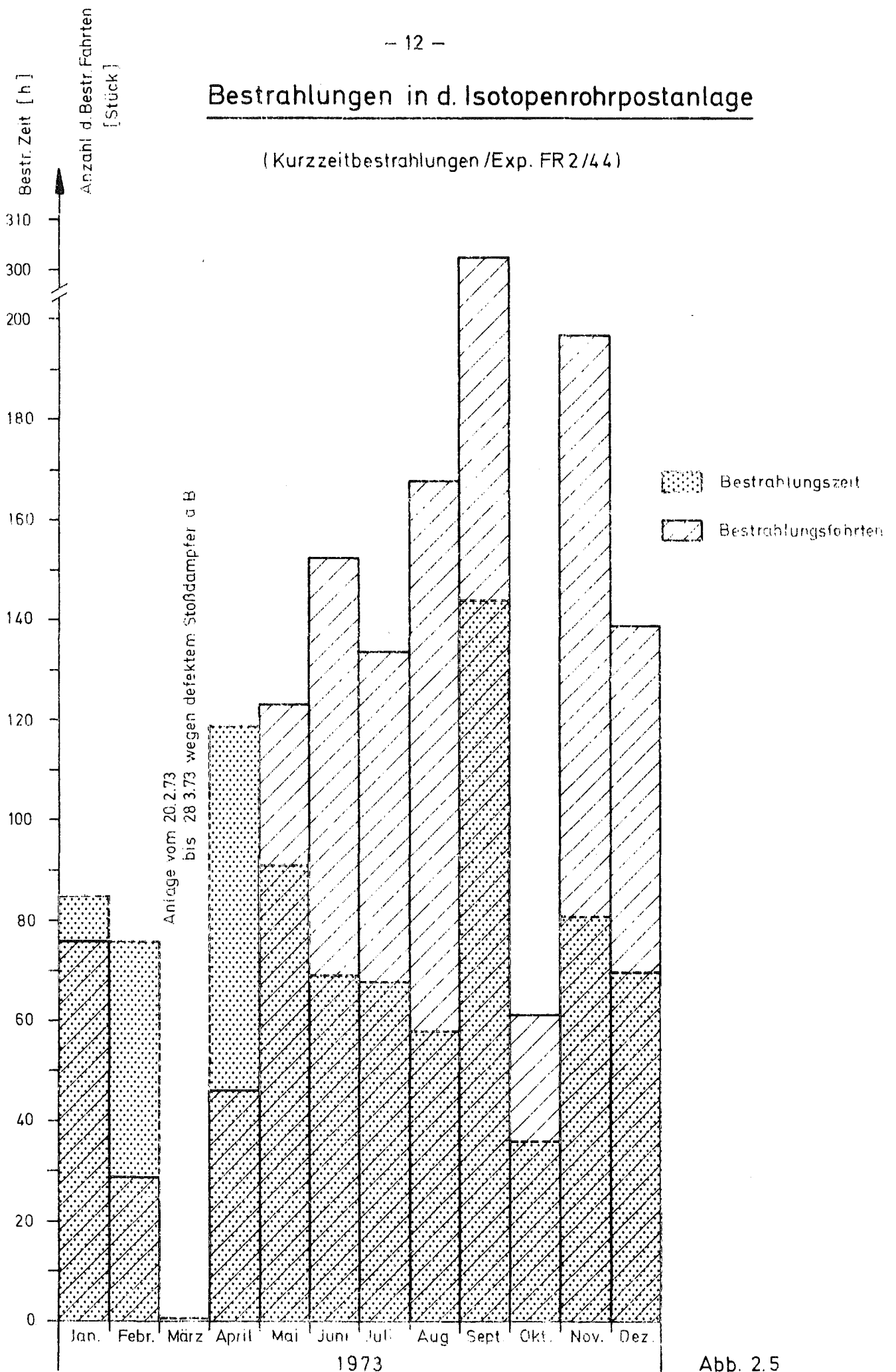


Abb. 2.5

Ausschnitt aus Rohrpost-
fahrstrecke (Prinzipplan)

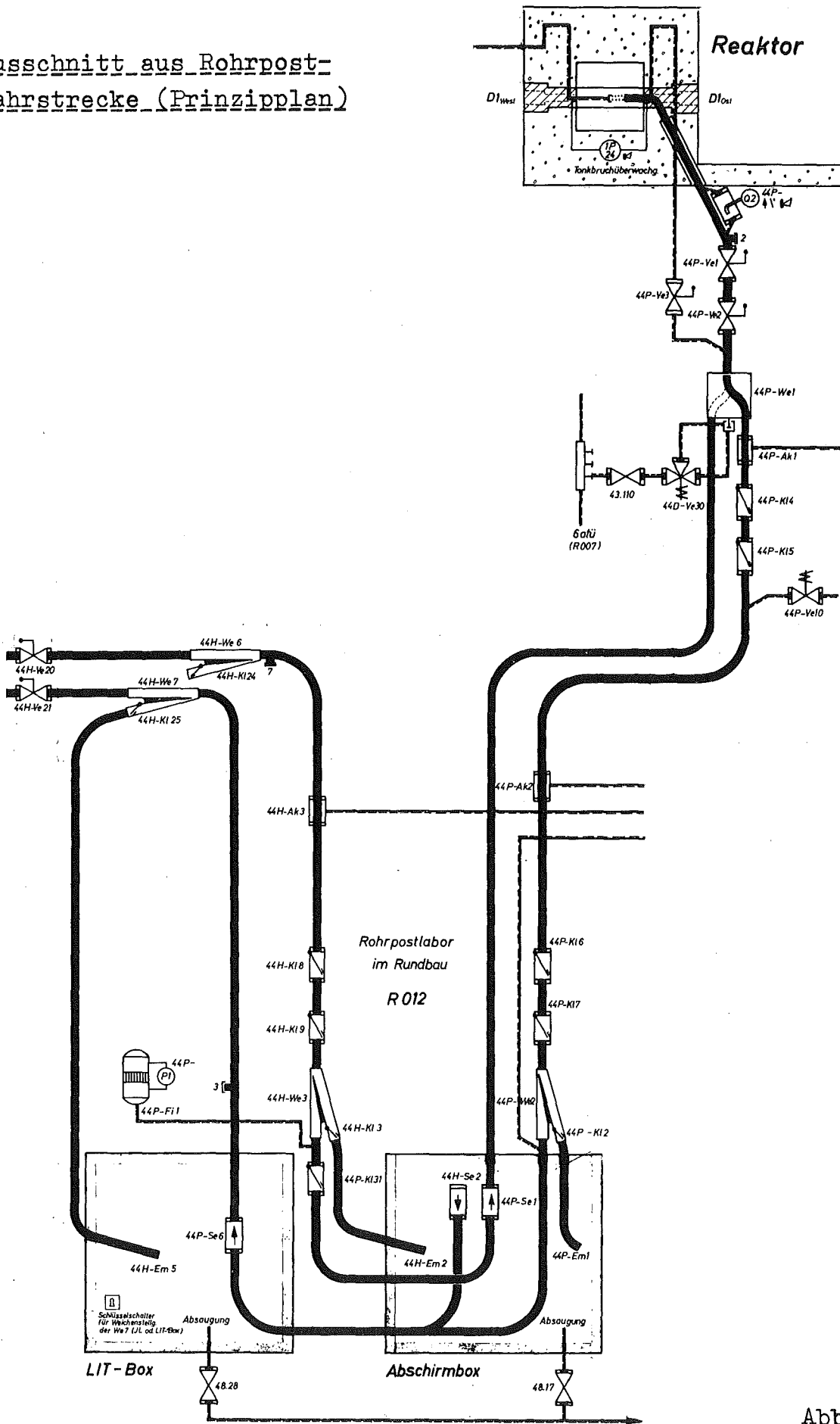


Abb. 2.6

Bestrahlungsaufträge wurden erteilt zu:

43 % von auswärtigen Kunden und

57 % von Instituten und Abteilungen der GfK.

Die Anlage konnte fünf Wochen wegen eines Stoßdämpferdefektes nicht betrieben werden. Sie verursachte 1 RSA, die einen Ausfall an Reaktorvollastbetriebszeit von 3,35 h zur Folge hatte.

Störungen und besondere Vorkommnisse

20.02.73: Rohrpostkapsel blieb bei Ausfahrt in LIT-Box oberhalb Klappe 44P-KL6 hängen. Nach Umstellen der Weiche 44P-We2 und nochmaligem Fahrbehl gelang die Ausfahrt in die Rohrpost-Abschirmbox. (Prinzipielle Anordnung der Fahrstrecke siehe Abb. 2.6). Bei der Ausfahrt wurde ein Teilstück der Stoßdämpferfeder mit ausgefahren. Als ungefähre Lage der Bruchstelle konnte das untere Drittel des Federumfanges lokalisiert werden, außerdem wurde eine starke Durchbiegung der Feder nach unten festgestellt.

Metallografische Untersuchungen durch RBT/NZ ergaben, daß der verwendete Federwerkstoff nicht den Spezifikationen für nichtrostenden Federstahl nach DIN 17224 entsprach.

Ein Federwechsel erfolgte in der Abschaltphase B' mit gleichzeitiger Inspektion des Fahrrohres. Die von der Bewegung des vorderen Tragsterns herrührenden Riefen haben sich nicht verstärkt.

23.05.73: RSA durch falsch eingestellten Temperaturgrenzwert der Meßstelle 44P-T1 (Temperatur hinter Rohrpostgebläse 1). Grenzwerteinstellung wurde korrigiert.

22.06.73: Hängenbleiben einer Rohrpostkapsel in Klappe 44P-K17 durch losgerissene Klappenzunge von 44P-K16 (Anordnung siehe Abb. 2.6). Die Bergung der Kapsel erfolgte am 28.06.73, die Reparatur der Klappe in Abschaltphase D'.

3. Kreislaufexperimente

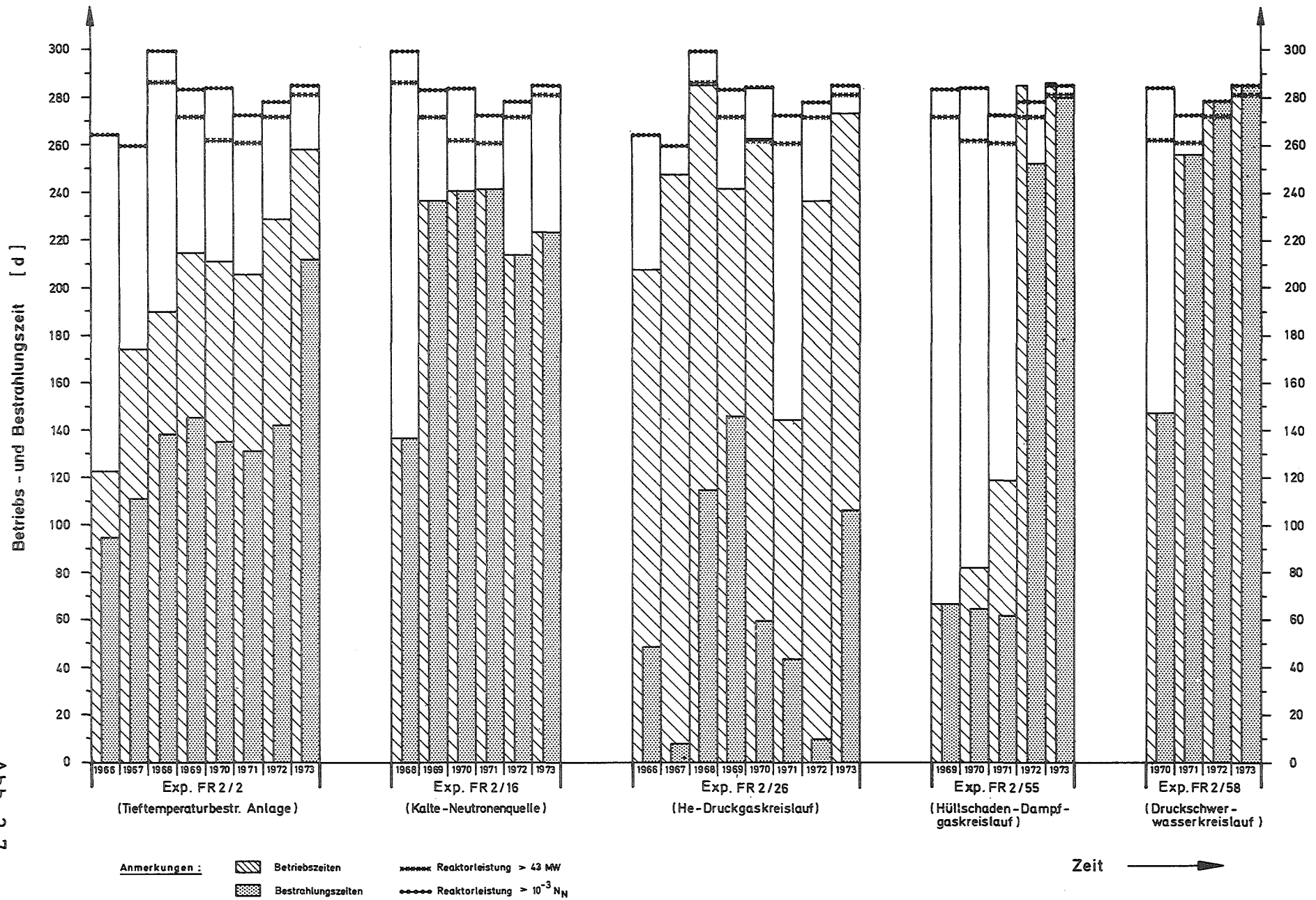
Im Berichtszeitraum wurden, wie im Vorjahr [1] die Kreislaufexperimente

Experiment FR2/2:	Tieftemperaturbestrahlungsanlage
Experiment FR2/16:	Kalte Neutronenquelle
Experiment FR2/26:	Helium-Druckgaskreislauf
Experiment FR2/55a:	Heißdampf-Kontaminationskreislauf
Experiment FR2/58:	Druckschwerwasserkreislauf

betrieben.

Abb. 2.7 gibt Aufschluß über die Betriebs- und Bestrahlungszeiten der einzelnen Experimente.

Betriebs- u. Bestrahlungszeiten der FR 2 Kreisläufeexperimente



3.1 Tieftemperaturbestrahlungsanlage (Experiment_FR2/2)

Das Experiment wurde auf Reaktorposition 54/26 zur Untersuchung metallischer Proben bei tiefen Temperaturen, für das MPI - Stuttgart, Institut für Werkstoffwissenschaften, betrieben.

Es wurden 42 Proben, hauptsächlich Cu, Al und Fe, bestrahlt und ausgemessen. Einzelheiten können Tabelle 2.3 entnommen werden.

Die Experimentierbereitschaft der Anlage innerhalb der planmäßigen Betriebszeit betrug

97 %.

Die einzelnen Betriebszeiten und Nutzungen sind in Abb. 2.8 enthalten.

An Betriebsmitteln wurden verbraucht:

Helium:	191 Nm ³
Kühlwasser:	67508 m ³
N ₂ -flüssig:	13235 l
elektrische Energie:	788653 kWh

Das Kreislaufhelium hatte eine mittlere β -Aktivität von 2,6 $\mu\text{Ci}/\text{m}^3$.

Die Anlage wurde 4 mal außerplanmäßig außer Betrieb genommen. 2 Abschaltungen erfolgten automatisch und 2 von Hand. Sie verursachten je eine RSA und Reaktorleistungsrücknahme mit einer Gesamtausfallzeit an Reaktor-Vollastbetriebszeit von 6,46 h.

Tabelle 2.3: Probenbestrahlungen und Messungen im Jahre 1973

Proben- nummer	Versuchszeitraum Proben-		Versuchs- dauer $\overline{[h]}$	Bestrahlung bei		Eich- messung
	Einbau	Ausbau		200 K	20 K	
BS2	22.12.72	09.01.73	220,75 (ab 1.1.73)		X	
Me1	9.1.	10.1.	20,63		X	
DB61	12.1.	19.1.	165,95	X		
DB75	19.1.	26.1.	168,25	X		
Eichmessung im ASK	26.1.	26.1.	5,75		X	X
DB90	9.2.	16.2.	166,25	X		
VA1	16.2.	16.2.	1,25		X	X
TK14	16.2.	2.3.	332,25		X	
Me2	2.3.	5.3.	75,25		X	
TK15	7.3.	16.3.	219,75		X	
DB38	2.4.	10.4.	190,75	X		
DB77	10.4.	17.4.	164,25		X	
VA1	17.4.	17.4.	4,75		X	X
TK16	18.4.	26.4.	196,41		X	
TK17	26.4.	4.5.	186,00		X	
DB85	18.5.	26.5.	198,25	X		
VA1	28.5.	28.5.	4,75		X	X
TK18	29.5.	8.6.	239,00		X	
TK19	8.6.	15.6.	166,50		X	
VA1	15.6.	15.6.	3,25		X	X
DB41	15.6.	22.6.	164,92		X	
Flußmessungen im VE	12.7.	12.7.	1,00			X
TK20	23.7.	27.7.	94,25		X	
BS3	1.8.	9.8.	181,33		X	
DB79	28.8.	4.9.	172,50	X		
DB71	4.9.	13.9.	210,00		X	
TK21	13.9.	17.9.	101,92		X	
TK22	18.9.	24.9.	147,50		X	
TK23	26.9.	1.10.	129,00		X	
Me1002	1.10.	2.10.	20,42		X	
Me1001	2.10.	2.10.	6,58		X	
DB40	18.10.	26.10.	188,75	X		
DB87	26.10.	2.11.	166,25		X	
TK24	6.11.	16.11.	241,92		X	
TK25	20.11.	23.11.	73,50		X	
DB98	10.12.	11.12.	23,00	X		
DB99	11.12.	13.12.	40,50	X		
DB73	13.12.	13.12.	8,00		X	
DB69	13.12.	14.12.	22,75		X	
DB43	14.12.	17.12.	71,50		X	
DB44	17.12.	18.12.	23,25		X	
GM1	20.12.	4.1.	277,50 (bis 31.12.73)		X	
Gesamt:			5.078,24 h	9	32	6

Betriebsdiagramm des Experimentes FR2/2 im Jahre 1973

Monat	Jan.				Febr.				März				April				Mai				Juni				Juli				Aug.				Sept.				Okt.				Nov.				Dez.				Gesamtzeit																
Woche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	[h]											
Betriebsphase	H (72)				A'				A				B'				B				C'				C				D'				D				E'				E				F'				F				G'				G				8760,00				
Reaktor-Vollastbetrieb u. TB-Anlagenbetrieb n. Plan	Reaktor								Reaktor								Reaktor								Reaktor								Reaktor								Reaktor								Reaktor								Reaktor								6744,00
Reaktor-Vollastbetr. N ≥ 43MW	TB-Anlage								TB-Anlage								TB-Anlage								TB-Anlage								TB-Anlage								TB-Anlage								TB-Anlage								6382,00								
Reaktor-Vollastbetr. N ≥ 43MW	LR 1								RSA								LR								RSA								RSA								RSA								RSA								6235,46								
Betriebsbereitsch. d. TB-Anlage																																																									6295,32								
Ausfallzeit durch Anlagenschaden													P-Gb 1/2																																												86,68								
TB-Anlage in Betrieb (Exp.- Maschine)	a.B von H. zum Anwärmen für 200K Betrieb												Prog A durch Netzausfall > 1sec												Probetr												1. a.B. v.H. wegen F-02 2. Proj. A durch P-P16 3. a.B. v.H. weg He-Leck and Meßkapillare																				6189,90								
Experimentierbereitschaft der TB-Anlage (Reaktor ≥ 43MW u. TB-Anlage betriebsbereit)	< 20K				200K				< 20K				200K				< 20K				200K				< 20K				200K				< 20K				200K				< 20K				200K				< 20K				200K				< 20K				6186,15				
Proben Nr. Experimentierzeit	BS 2 DB 61 DB 75 Leckmessung				DB 90 VA 1 TK 14 ME 2 TK 15				DB 38 DB 77 VA 1 TK 16 TK 17				DB 85 VA 1 TK 18 TK 19 VA 1 DB 41				Flußmessung TK 20 BS 3				DB 79 DB 71 TK 21 TK 22 TK 23 Me 1001 Me 1002				DB 40 DB 87 TK 24 TK 25				DB 98 DB 99 DB 73 DB 69 GM 1 bis J1278																5088,24																				
Funktionsprüfungen	MET				PHB FR2/2-1												PHB FR2/2-1								PHB FR2/2-1												TÜV Wiederholungsprüfung C-Bh 1, H-Bh 2, P-WT 2, C-Ve 31, H-Ve 26.1 u. 26.2								PHB FR2/2-1												17 Mann-tage								

Alle Angaben der Zeilen 3,4,5,7 u.8 beziehen sich auf den Zeitraum der planmäßigen Betriebszeit der TB-Anlage

Betriebszeiten

Planmäßige Betriebszeit	6382,00 h		
Betriebsbereitschaft	6295,32 h,	entsprechend	99 % der planmäßigen Betriebszeit
Experimentierbereitschaft	6186,15 h,	entsprechend	97 % " " "
Experimentierzeit	5088,24 h,	entsprechend	82 % der Experimentierbereitschaft

Ausfall an Reaktor - Betriebszeit durch Exp. FR2/2 :	6,46 h
Ausfall an Experimentierbereitschaft durch Reaktor-Abschaltungen :	109,17 h
Ausfall an Experimentierbereitschaft durch Exp. - Abschaltungen :	86,68 h

Störungen und besondere Vorkommnisse

03.05.73: Anlagenausfall durch Netzausfall > 1s.

27.08.73: Anlagenabschaltung wegen Kühlwasserleck an Kühlwasserdurchflußwächter F-Q2.

08.09.73: Anlagenausfall und RSA durch unbeabsichtigtes Verstellen der Saugdruckregelung.

17.09.73: Abschaltung der Expansionsmaschine von Hand wegen He-Leck an der Kapillare-Durchführung des Versuchseinsatzes. Zum Ausbau der Meßkapillare wurde Reaktorleistung auf $N < 10^{-3} N_N$ reduziert.

Größere Wartungs-, Reparatur- und Umbauarbeiten

a) Expansionsmaschine P-Mo 8/9

Betriebsphase D: Erneuerung der Kolbenstangen, Ein- und Auslaßventil, Ventilstangen, aller Dichtungen und Stopfbuchsen im Rahmen der jährlichen Überholungs- und Wartungsarbeiten.

Abschaltphase G': Erneuerung der Dichtungen an Montageplattendurchführungen wegen eines am 08.11.73 aufgetretenen He-Lecks am Eingangventil von P-Mo8 zum Vakuumraum.

b) He-Hochdruckkompressor P-Gb 1/2

Abschaltphase C': Überprüfung der Kolbenspiele und Ventile nach Wartungsplan und Erneuerung der Stopfbuchsen und Ölabbstreifringe.

c) Vakuumpumpen und -ventile

Abschaltphase B': Ausbau der Diffusionspumpe V-Gb9 wegen Leck im Kühlwassermantel.

Betriebsphase D: Austausch der Vorpumpen V-Gb5 und 6 gegen Pumpen anderen Typs.
Überprüfung der Ventile V-Ve 144, 147, 148 und 174 und Erneuerung aller Dichtungen.

d) Instrumentierung

Betriebsphase D: Reparatur der Meßleitung von P-T27.2 und Erneuerung des Gasdruckthermometers P-T11 an der Expansionsmaschine.

Einbau eines 12-Punkte-Druckers, zur Überwachung und Registrierung der Temperaturen an der Expansionsmaschine, im Experiment-Leitstand.

Erweiterung des Experimentleitstandes um Feld 7 und Einbau der Vakuumanzeigergeräte von Meßstelle V-P41 bis 47 in dieses Feld.

Alle anderen Anlagenteile wurden nach Betriebs- und Wartungsplan gewartet.

Funktionsprüfungen

06.02., 15.05., 04.07. und 30.11.73:

Vierteljährliche Prüfung der Grenzwerteinstellungen und Funktionen zur Auslösung der RSA nach PHB FR2/2-1.

03.07., 04.07., 17.07. und 18.07.73:

Jährliche Prüfung der Grenzwerte, Steuerprogramme und Verriegelungen nach PHB FR2/2-2.

05.10. und 09.10.73:

Wiederholungsprüfung durch den TÜV an den Behältern C-Bh 1 und H-Bh 2 sowie an Wärmetauscher P-Wt 2 und den Sicherheitsventilen V-Ve 31, H-Ve 26.1 und 26.2.

Alle Prüfungen verliefen ohne nennenswerte Beanstandungen.

3.2 Kalte Neutronenquelle (Experiment FR2/16)

Die Anlage wurde von verschiedenen Experimentatoren des IAK und des I. Physikalischen Instituts Heidelberg genutzt. Sie stand zu

81 %

der Reaktorvollastbetriebszeit für den Experimentierbetrieb zur Verfügung. Die einzelnen Betriebs-, Ausfall- und Experimentierzeiten können Abb. 2.9 entnommen werden.

Ende des Jahres erreichte die Kalte Quelle mit dem ersten Stopfen eine Gesamtbetriebszeit von

30 737 h = 1 280,7 d

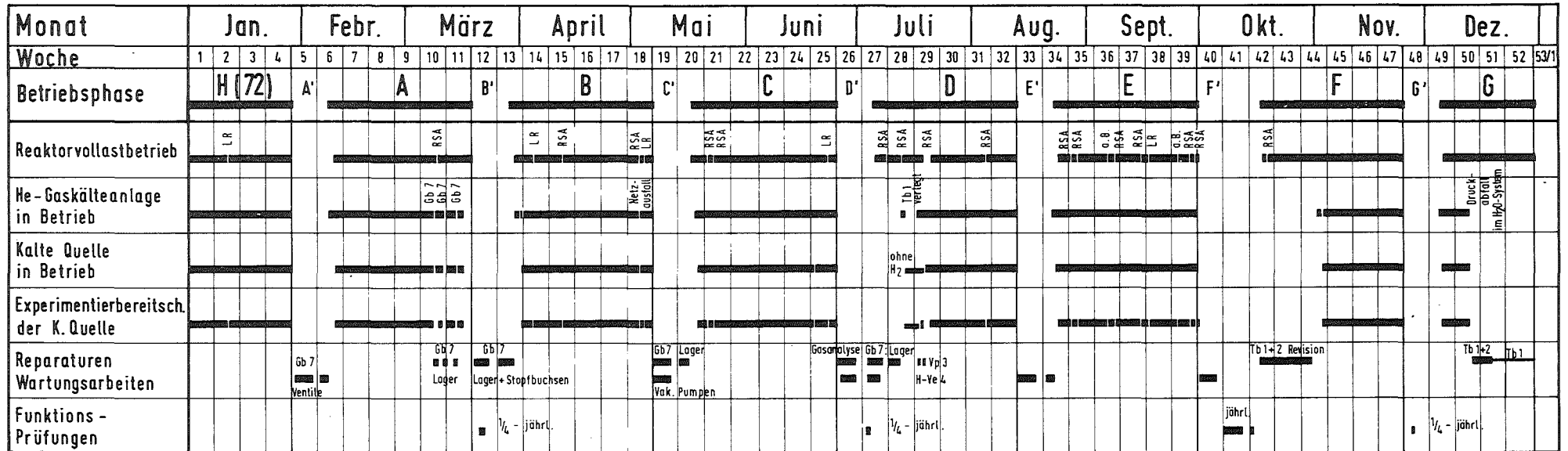
mit flüssig-H₂ in der Moderatorkammer. Das kleine H₂-Leck machte sich 12 mal durch Vakuumverschlechterungen von 60s-Dauer bemerkbar. Das Betriebsvakuum betrug im Mittel $2 \cdot 10^{-5}$ Torr, die integrale Leckrate rd. $5 \cdot 10^{-4}$ Torr.l.s⁻¹.

An Betriebsmitteln wurden verbraucht:

nachgereinigter Wasserstoff:	27 Nm ³
Helium:	372 Nm ³
Stickstoff:	17 650 Nm ³
Kühlwasser:	77 210 m ³
elektrische Energie:	894 611 kWh

Die mittlere β -Aktivität des Kreislaufheliums betrug $1 \mu\text{Ci}/\text{m}^3$.

Betriebsdiagramm des Experimentes FR 2/16 im Jahre 1973



Betriebszeiten

Planmäßige Betriebszeit	6744 h					
Betriebsbereitschaft	5468 h, entsprechend	81 %	der planmäßigen Betriebszeit			
Experimentierbereitschaft	5361 h, entsprechend	80 %	" " "			
Experimentierzeit	5361 h, entsprechend	100 %	der Experimentierbereitschaft			

Ausfall an Reaktor-Betriebszeit durch Exp. FR 2/16 : 0 h
 Ausfall an Experimentierbereitschaft durch Reaktor-Abschaltungen : 107 h
 Ausfall an Experimentierbereitschaft durch Exp.-Abschaltungen : 1276 h

Gegenüber dem Vorjahr hat die Anzahl der Störungen an der H_2 -Anlage ab- und an der He-Gaskälteanlage zugenommen. Störungen die den Reaktorbetrieb beeinflussten traten jedoch nicht auf.

Störungen und besondere Vorkommnisse

14 Störfälle führten zur Abschaltung der H_2 -Anlage mit Evakuierung und anschließender He-Flutung der Moderatorokammer. Die Störungen traten an folgenden Tagen auf:

- 08.03.73: Ölstand im Getrieberaum des Trockenlaufkompressors zu niedrig, Anlagenabschaltung von Hand.
Ursache: Leckgasmengen aus der Stopfbuchse der Stufe III rissen größere Ölmengen in den Gasometer mit.
- 11.03.73: Grenzwert PK-P63 (Öldruck Gb 7) Pleuellagerschaden.
- 14.03.73: Grenzwert PK-P63.
- 16.03.73: Messungen an der Kalten Quelle beendet. Experiment von Hand zur Reparatur abgeschaltet.
- 31.03.73: Grenzwert PK-P62 (Saugdruck Gb 7 zu niedrig), Anlagenausfall während des Kaltfahrens; Fehlbedienung.
- 04.04.73: Helium im H_2 -System durch Fehlbedienung beim Anfahren, Abschaltung der H_2 -Anlage von Hand.
- 03.05.73: Netzausfall > 1 sec, Experimentausfall.
- 18.06.73: Grenzwert H-G1 (H_2 im Spülluftsystem des H_2 -Schranks), Programm H_2 -Evakuierung.
Ursache: Mechanische Erschütterung.
- 13.07.73: Expansionsturbine 2 verlegt. Experimentabschaltung von Hand.
- 17.07.73: Berstscheibe H-Ve 4 undicht, Anfahrvorbereitungen abgebrochen.
- 18.07.73: Grenzwert H-T5/6 (Druckrohrtemperatur zu hoch), Programm H_2 -Evakuierung Sicherheitsfall in 60 V - GS - Versorgung des Reaktors verursachte u.a. Ausfall der Kühlung der horizontalen Exp.Kanäle.
- 03.11.73: Grenzwert PK-P62 (Saugdruck Gb 7 zu niedrig), Anlagenabschaltung.
Ursache: PK-Ve 178 zu schnell geschlossen.
- 13.12.73: Grenzwert PK-Q9 (Kühlwassermenge am Gb 7 zu gering), Anlagenabschaltung.
Ursache: Druckabsenkung im Frischwasserkreislauf der Experimente.
- 22.12.73: Kälteleistung zu gering, Kaltfahren der Anlagen abgebrochen.

Größere Wartungs-, Reparatur- und Umbauarbeiten

a) Trockenlaufkompressor Gb7

Abschaltphase A': Erneuerung der Saug- und Druckventile. Mängel die über üblichen Verschleiß hinausgingen nicht feststellbar.

Abschaltphase B': Stopfbuchsenpackungen in Stufe I und II überholt und in Stufe III erneuert. Einbau neuer Pleuellagerschalen, nach Ausfall des Kompressors am 11.03.73, durch Werksmonteur. Dieselben Schäden traten 2 mal nach rd. 900 Betriebsstunden nochmals auf.

b) Expansionsturbine Tbl und Tb2

Abschalt- und Betriebsphase F: Auswechseln des Lagergasfilters PK-Fi28 wegen Verlegung mit CuO₂ Revision der Tbl und 2 (Betriebsstunden seit letzter Revision 16 175 h).

13.12.73: Feuchtigkeit in den Gaslagern Tbl und 2 nach Ausfall He-Gaskälteanlage. Kälteteil der He-Gaskälteanlage zur Reinigung und Trocknung bis 02.01.74 evakuiert.

c) Instrumentierung

Installation eines 12-Punkte-Druckers im Leitstand Feld 2 zur besseren Feststellung von Störungsursachen und eines 12-Punkte-Druckers der Gasfeuchteanlage für die Experimente am FR2.

Einbau der Gasanalyse-Abfrageeinrichtung in SF₄ des H₂-Schrankes.

Alle anderen Wartungsarbeiten wurden nach Betriebs- und Wartungsplan durchgeführt.

Funktionsprüfungen

Abschaltphase B', D' und G':

Vierteljährliche Prüfung der Sicherheitsschaltungen und Aufschaltungen auf das Reaktorschutzsystem PHB FR2/16-1.

Abschaltphase F':

Jährliche Überprüfung der Grenzwerteinstellungen, Funktionen und Verriegelungen nach PHB FR2/16-2.

Wesentliche Mängel wurden bei den Prüfungen nicht festgestellt.

3.3 Helium-Druckgaskreislauf (Experiment FR2/26)

In der Kurzzeitbestrahlungseinrichtung wurden sieben Einsätze der Versuchsgruppe 5 mit je zwei Prüflingen bestrahlt.

Tabelle 2.4: Bestrahlungen im He-Druckgaskreislauf

Einsatz Nr.	Prüfling Nr.	Brennstoff	Bestrahlungszeit [h]	spez. Stabileistung W/cm
5-L	19 und 21	Mischoxyd UO_2 / PuO_2	452,5	480 - 505
5-B	2 und 6	"	17,5	477
5-C	3 und 7	"	17,2	480
5-M	20 und 22	"	801,3	400 - 473
5-P	26 und 28	"	20,5	217
5-R	24 und 40	"	264,5	357 - 552
5 - S	43 und 44	"	967,8	350 - 505

Einsatz 5-B und 5-C:

Bestrahlungen nach rd. 17 h wegen Hüllschäden abgebrochen.

Einsatz 5-P:

Bestrahlung nach rd. 20 h abgebrochen, da Prüfling geforderte Leistung nicht erreichte (zu starke Cadmiumschicht).

Einsatz 5-R:

Einsatz blieb beim Vermessen am 23.10.73 in Meßvorrichtung hängen und wurde durch Bleischieber der Wechselmaschine beschädigt.

Einsatz 5-S:

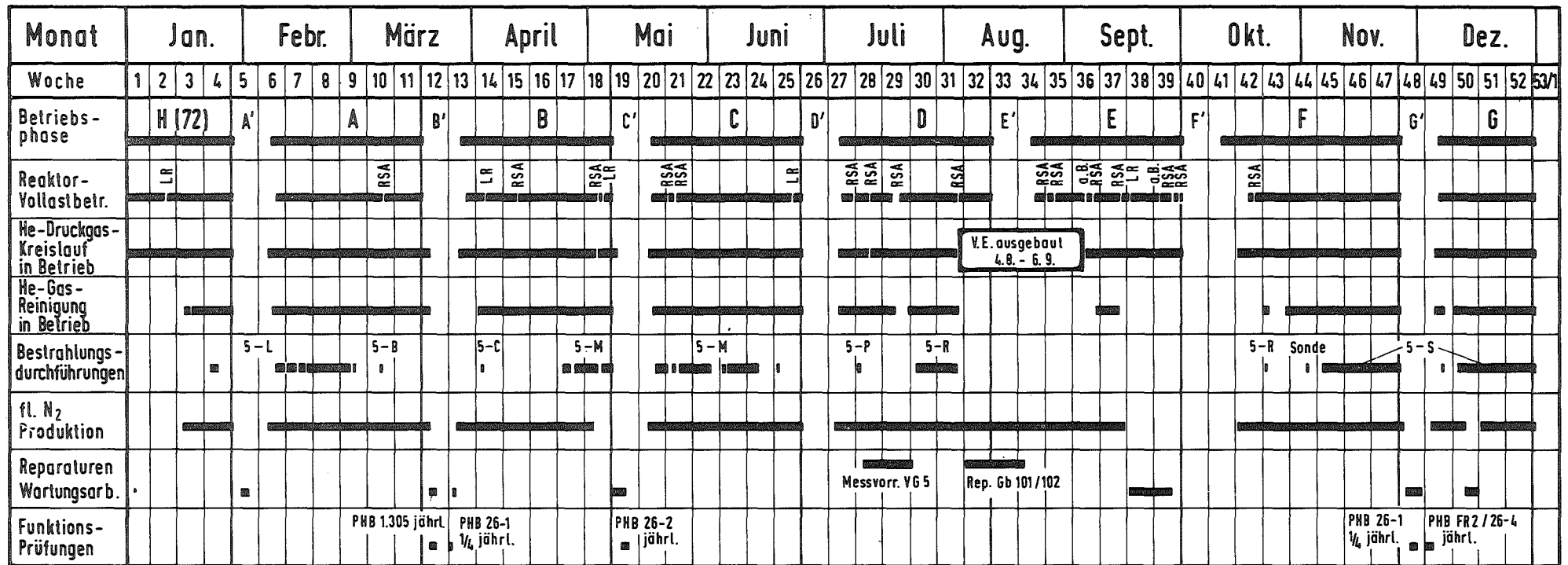
Am Einsatz wurde erstmals ein Schwellen des Prüflings festgestellt. Aus diesem Grunde hat sich das Ziel der Versuchsgruppe 5 von der Untersuchung des Aufkriechens der Hülle auf den Brennstoff bei äußerem Überdruck auf Untersuchungen der mechanischen Wechselwirkung zwischen Brennstoff und Hülle bei instationärem Betrieb verlagert. Die Bestrahlung des Einsatzes wird im Jahre 1974 fortgesetzt.

Der He-Druckgaskreislauf wurde 6 560 h betrieben, davon 2 550 h mit Bestrahlungseinsätzen. Die Betriebszeiten und Nutzungen können Abb. 2.10 entnommen werden.

An Betriebsmitteln wurden verbraucht:

Helium:	48 m ³
fl. Stickstoff:	130 302 l
(davon Fremdbezug):	(7 106 l)
Kühlwasser:	175 940 m ³
elektrische Energie:	1 115 750 kWh

Betriebsdiagramm des Experimentes FR 2/26 im Jahre 1973



Betriebszeiten

Planmäßige Betriebszeit	6744	h	
Betriebsbereitschaft	6178	h, entsprechend	91,6 % der planmäßigen Betriebszeit
Experimentierbereitschaft	6067	h, entsprechend	89,9 % " " "
Experimentierzeit	4913	h, entsprechend	80,9 % der Experimentierbereitschaft

Ausfall an Reaktor-Betriebszeit durch Exp. FR 2/26 :	16,85	h
Ausfall an Experimentierbereitschaft durch Reaktor-Abschaltungen :	111,32	h
Ausfall an Experimentierbereitschaft durch Exp. - Abschaltungen :	806,43	h

Die Flüssigstickstoffherstellungsanlage konnte störungsfrei mit folgenden Betriebszeiten bzw. Produktionsdaten betrieben werden:

fl. N ₂ -Erzeugungsanlage:	7 252 h
fl. N ₂ -Produktion:	6 594 h
fl. N ₂ -Erzeugung:	244 407 l

Der He-Druckgaskreislauf verursachte drei Störungen die RSA zur Folge hatten.

Störungen und besondere Vorkommnisse

- 09.03.73: RSA nach Auslösung des Reinigungsprogramms durch die Meßstellen A101 bis A103.
Ursache der Störung: Hüllschaden am Prüfling 2 des Einsatzes 5-B.
- 04.04.73: Hüllschaden am Prüfling 3 des Einsatzes 5-C.
- 03.05.73: Anlagenausfall durch Netzausfall >1s.
- 11.07.73: RSA und Anlagenausfall über Differenzdruckmeßstelle 26H-P102.
Ursache der Störung: Unterbrechung der Phase T am Stelltrafo für die Erregerspannung des Frequenzumformers.
- 12.07.73: Beschädigung der Tastfingerlagerung an der Meßvorrichtung der Versuchsgruppe 5, bei der Vermessung des Prüflings 24 (Einsatz 5-R), durch eine vorstehende Schraube.
- 04.08.73: RSA durch die Temperatur-Meßstellen T107-109 (Temperatur-Überwachung des Prüflings).
Ursache der Störung: Windungsschluß in einem Transformator für die Spannungsversorgung der Meßstelle P802. Dieser verursachte einen Sicherheitsfall, als dessen Folge Ventil Ve803 umgesteuert und das Kreislauf-Helium über die Vakuumpumpen Gb 800/801 abgesaugt wurde. Die Temperaturen am Prüfling stiegen über den Grenzwert an und brachten RSA.

Nach dem Wiederauffüllen des Kreislaufs ließen sich die He-Gebläse Gb 101/102 nicht mehr anfahren. Ursache waren abgeschmorte Klemmen im Inneren der Gebläse.

Größere Wartungs-, Reparatur- und Umbauarbeiten

28. bis 30. Woche: Erneuerung der Tastfinger-Lager, Justierung und Kalibrierung an der Meßvorrichtung der Versuchsgruppe 5.
31. bis 34. Woche: Ausbau des Versuchseinsatzes aus dem Reaktor wegen Störungen an den Verdichter-gebläsen Gb 101 und 102.
Einbau eines Austauschgebläses in Pos. Gb 101 und Überbrückung Pos. Gb 102 mit Verbindungsrohr.
36. Woche: Einbau des Versuchseinsatzes in den Reaktor. Dabei wurden Conoseal-Dichtung und O-Ring erneuert.

41. Woche: Einbau eines reparierten Gebläses in Pos. Gb 102.
Bei den Gebläsen wurden die Wicklungen total erneuert und die Kabelanschlüsse so ausgeführt, daß im Innenraum des Gebläses keine Klemmstellen mehr erforderlich wurden.

26.03., 29.11., 30.11.73:

Vierteljährliche Prüfung der Grenzwerteinstellungen, Funktionsabläufe und Aufschaltungen auf das Reaktorschutzsystem nach PHB FR2/26-1.

09.05. bis 11.05.73:

Jährliche Prüfung der Steuerprogramme, Verriegelungen und Grenzwerte nach PHB FR2/26-2.

30.11. bis 02.12.73:

Aufnahme der Kennlinien aller GM-Zählrohre und Ionisationskammern nach PHB FR2/26-4.

21. und 22.12.73:

Jährliche Prüfung der vertikalen Wechselmaschine in Raum R111 nach PHB 1.305.

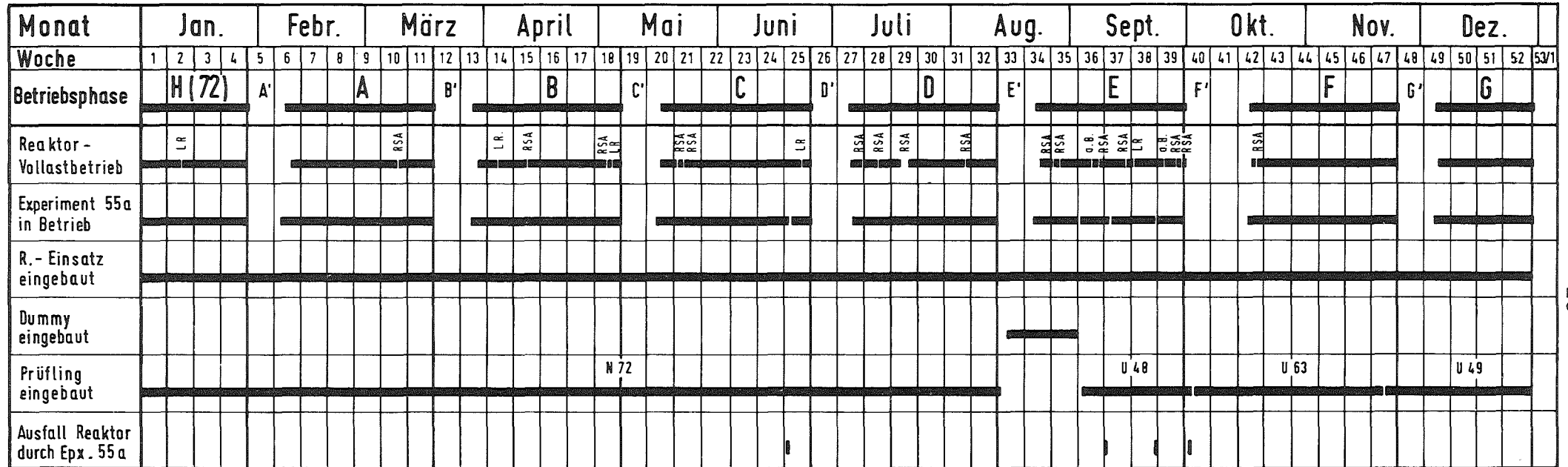
Bei den Prüfungen wurden keine sicherheitstechnischen Mängel festgestellt.

3.4 Heißdampf-Kontaminationskreislauf (Experiment FR2/55a)

Das Experiment wurde mit dem gleichen Versuchsziel [1] wie im Vorjahr betrieben. Es stand in allen Betriebsphasen des Jahres 1973 für den Experimentierbetrieb zur Verfügung. Abb. 2.11 gibt Aufschluß über die Betriebszeiten und Nutzung der Experimentiereinrichtung.

Es wurden ein Natururanprüfling und drei auf 35 % U235-angereicherte Brennstäbe bestrahlt, die mit künstlichen Leckflächen von 1 - 90 mm² versehen waren. Außerdem wurden mit einer besonders instrumentierten Prüflingsattrappe PX8/72 erste Vorversuche für das Experiment FR2/102, in pile-Versuche zum Brennstabversagen, durchgeführt.

Betriebsdiagramm des Experimentes FR 2/55a im Jahre 1973



Betriebszeiten

Planmäßige Betriebszeit	6744 h	
Betriebsbereitschaft	6695 h,	entsprechend 99,3 % der planmäßigen Betriebszeit
Experimentierbereitschaft	6695 h,	entsprechend 99,3 % " " "
Experimentierzeit	6695 h,	entsprechend 100 % der Experimentierbereitschaft

Ausfall an Reaktor - Betriebszeit durch Exp. FR 2/55 a :	66,2 h
Ausfall an Experimentierbereitschaft durch Reaktor-Abschaltungen :	78,4 h
Ausfall an Experimentierbereitschaft durch Exp. - Abschaltungen :	22,1 h

Tabelle 2.5: Prüflingsbestrahlungen im Heißdampfkontaminations-Kreislauf

Prüfling Nr.	Brennstoff	Hüllschaden	Einbau	Ausbau	spezif. Stableistung [W/cm]
N72	U _{nat} ⁰ ₂	90 mm ² (verteilt auf den Umfang)	20.12.72	15.08.73	41
Attr. PX8/72	-	-	15.08.73	06.09.73	-
U48	UO ₂ 35 % anger.	1 mm ² in Plenumhöhe	06.09.73	04.10.73	275
U63	UO ₂ 35 % anger.	1 mm ² in Brennstoffmitte	04.10.73	27.11.73	275
U49	UO ₂ 35 % anger.	15 mm ² in Brennstoffmitte	27.11.73	20.01.74	275

In den Probenhaltern waren 477 Kontaminationsproben eingesetzt, außerdem war die Chemie- und Jodbox, sowie die Hochdruck Probenahmestation in Betrieb.

Betriebsdaten des Reaktoreinsatzes am Ende der Betriebsphase G/73:

Gesamt-Einbauzeit: 28 037 h
 Einbauzeit bei N > 43 MW: 20 717 h
 Lastwechsel: 263

An Betriebsmitteln wurden 1973 verbraucht:

Helium für Prüfungen: 130 Nm³
 Kühlwasser: 79 160 m³
 elektrische Energie: 697 920 kWh

Nach mehreren durchgeführten Verbesserungen befindet sich die Anlage nun in einem sehr betriebssicheren Zustand und zeigt nur noch geringe Störanfälligkeit.

Im Berichtszeitraum erfolgten durch Experiment FR2/55a insgesamt nur drei RSA und Anlagenabschaltungen, zwei davon durch Fehlbedienung. Eine Reaktorabschaltung von Hand wurde zum Einbau des Prüflings U48 erforderlich.

Die Verfügbarkeit der Anlage bezogen auf die Betriebszeit des Reaktors mit >43 MW war deshalb mit 99,5 % ungewöhnlich hoch.

Störungen und besondere Vorkommnisse

22.05.: Anlagenabschaltung und RSA durch Undichtheit des Folien-Sicherheitsventils am Verdampfer.

18.07.: Startverzögerung nach RSA wegen Ausfall der 60V-Steuerspannung Schaltwartennetz.

Durch den Ausfall der 60V-Steuerspannung wurde am Experiment FR2/55a programmgemäß die Kühlung eines Kondensators im Niederdruckteil der Anlage abgestellt. Dies hatte einen Druckaufbau zur Folge, durch den in der Probenahmestation das Meßrohr eines Schwebekörper-Durchflußmessers aus seiner Halterung gedrückt, der Kreislauf geöffnet und als weitere Folge rd. 80 Liter kontaminiertes Wasser in die umliegenden Räume gepumpt wurde.

15.09.: Anlagenabschaltung und RSA durch Fehlbedienung.

28.09.: Anlagenabschaltung und RSA durch Fehlbedienung.

Größere Wartungs-, Reparatur- und Umbauarbeiten

Folgende Anlagenteile verursachten am häufigsten außerplanmäßige Wartungs- und Reparaturarbeiten:

- Speisepumpe P-Pul:	3x	}	Nach Einbau einer Kondensatschleife vor dem Sicherheitsventil P-Vel02 in Abschaltphase D' störungsfrei.
- Speisepumpe P-Pu2:	4x		
- Sicherheitsventil P-Vel02:	3x		
- Berstscheibe P-Vel03:	3x		

Sicherheitsventil P-Vel02 am Verdampfer

- in die Verbindungsleitung zum Verdampfer wurde eine Kondensatschleife eingebaut, so daß das Ventil kalt bleibt und die Kondensationsschläge in der Rohrleitung zum Sicherheitsventil unterbunden werden. Damit hörten die bis dahin häufigen Störungen an der Abdichtfolie des Sicherheitsventils und an den Membranen und Ventilen der Speisepumpen schlagartig auf.

An allen übrigen Anlagenteilen wurden nur routinemäßige Wartungs- und Reparaturarbeiten durchgeführt, wie Beseitigung von Undichtheiten an den Stopfbuchsen der Ventile, Auswechseln von Filtern und dergleichen.

Funktionsprüfungen

Abschaltphase B', D' und G':

Vierteljährliche Prüfung der Aufschaltung der Anlage auf das Reaktorschutzsystem nach PHB FR2/55-1.

Abschaltphase E' und F':

Jährliche Prüfung des Signal- und Meldesystems einschließlich Folgeschaltungen, Blockierungen und Verriegelungen nach PHB FR2/55-2.

Abschaltphase D':

Prüfung Sicherheitsventil P-Ve 102, nach Einbau der Kondensatschleife, durch den TÜV - Mannheim.

Abschaltphase E':

Prüfung Meßstelle X-Q21 der Hochdruck-Probenahmestation, nach konstruktiver Änderung, durch den TÜV - Mannheim.

Die Prüfungen konnten ohne nennenswerte Beanstandungen durchgeführt werden.

3.5 Druckschwerwasserkreislauf (Experiment FR2/58)

Der Experimentierbetrieb wurde mit dem Ende der Betriebsphase G/73 (Anfang 1974) abgeschlossen und die Anlage stillgesetzt. Eine weitere Nutzung des Druckschwerwasserkreislaufs ist z.Zt. nicht vorgesehen.

Der Kreislauf wurde zu

100 %

der Reaktorvollastbetriebszeit ($N > 43$ MW) genutzt.

Tabelle 2.6: Bestrahlungsdaten der Loopeinsätze (Le) im Jahre 1973

Loopeinsatz Nr.	Einbautag	Ausbautag	Gesamt-Bestrahlungszeit			
			bei $N > 10^{-3} N$		bei > 43 MW	
			[h]	[d]	[h]	[d]
Le 10	04.05.71	31.01.73	11 522,20	480,09	11 176,57	465,69
Le 11	14.06.72	21.02.74	11 103,02	462,63	10 919,28	454,97

Die mittleren Einsatzleistungen betragen beim

Le 10: 28,3 kW zu Beginn des Jahres und 25,6 kW zum Ausbaupunkt

Le 11: 90,4 kW zu Beginn des Jahres und 34,9 kW zum Ausbaupunkt

Durch Störungen am Experiment wurden drei RSA ausgelöst.

Störungen und besondere Vorkommnisse

12.04.73: RSA über Bodennaßfühler Raum R209 durch auslaufendes Wasser aus Kühlwasserführung für die Pumpenmantelkühlung der Pumpe Pu 103. Pumpe wurde ohne Mantelkühlung als Reservepumpe, für max. 15 min Betriebszeit, freigegeben.

18.07.73: Ausfall 60V-GS in Schaltwarte, dadurch Ausfall der Hauptkühlumpen des D_2O - und Experimentkreislaufs. Kühlung des Le war zu keinem Zeitpunkt unterbrochen, da durch Spannungsausfall D_2O -Notkühlprogramm eingeschaltet wurde.

30.09.73: RSA über Bodennaßfühler Raum R209 aus durchkorrodiertem Kühlwassermantel Pumpe Pu 103. Siehe auch am 12.04.73 aufgetretene Störung.

19.10.73: RSA durch Pumpenausfall wegen Ansprechen des Druckgrenzwertes auf der Pumpensaugseite. Die Ursache der Störung konnte nicht geklärt werden.

Größere Wartungs-, Reparatur- und Umbauarbeiten

Abschaltphase A'/73:

Ausbau Le 10 und Teilentwässerung des Kreislaufs. Ausbau der defekten Pumpe Pu 101 [1] aus Raum R 209 (Reparatur vorerst nicht vorgesehen).

Abschaltphase C'/73:

Ausbau Pumpe Pu 103 und Reparatur der am 12.04.73 aufgetretenen Lecks an den Anschlüssen der H₂O-Mantelkühlung. Nach Dichtheitsprüfung Wiedereinbau.

Abschalt- und Betriebsphase F/73:

Nochmaliger Ausbau Pumpe Pu 103 nach erneutem Leck des Kühlwassermantels am 30.09.73 und Reparatur der durchkorrodierten Stellen.

Funktionsprüfungen

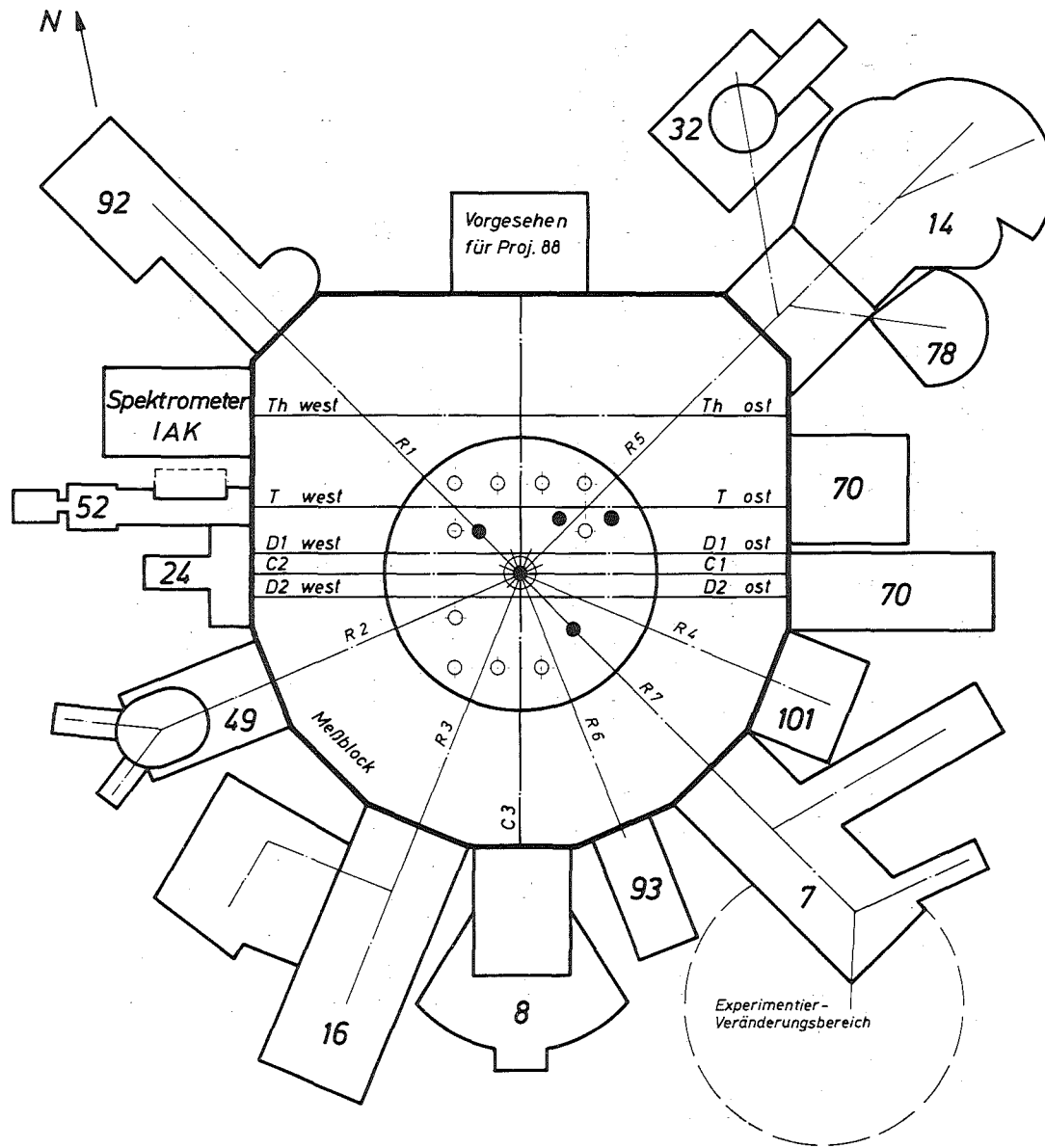
Die Aufschaltungen des Experimentes auf das Reaktorschutzsystem wurden in jeder Abschaltphase vor dem Reaktorstart geprüft. Beanstandungen ergaben sich nicht.

4. Strahlrohrexperimente

Im Berichtszeitraum waren alle 12 sinnvoll nutzbaren Strahlrohrausgänge mit bis zu 18 Versuchsanordnungen gleichzeitig belegt. Eine Übersicht über die Anordnung der Experimente gibt Abb. 2.12.

Die Hauptversuchsziele der Experimente und Aufbau der Strahlrohre sind in [1] und [2] beschrieben.

Der für den R1-Strahlrohrkanal konstruierte Stopfen mit doppelter Strahlführung wurde fertiggestellt und im Kanal eingesetzt. Vor dem Th_{west}-Strahlrohrkanal wurde ein Spektrometer zur Justierung und Voruntersuchung von Kristallen,



Strahlrohrexperimente am
Forschungsreaktor FR 2
Stand: Dezember 1973

Abb. 2.12

die für andere Experimente bestimmt sind, aufgebaut. Die Anlage steht verschiedenen Experimentiergruppen zur Verfügung. Vor dem R4-Kanal wurde der Aufbau eines neuen Spektrometers abgeschlossen.

Im einzelnen wurden folgende Strahlrohrexperimente betrieben:

4.1 Experiment FR2/7 (Experimentator: IAK)

Betrieb von drei getrennten Spektrometern vor dem R7-Kanal zur Untersuchung von A15-Verbindungen [3] und Messung der Phononendispersionen und -zustandsdichten in Flüssigkeiten und Festkörpern [4], [5], [6], [7].

4.2 Experiment FR2/8 (Experimentator: IAK)

Betrieb eines Dreiachsenspektrometers vor dem C3-Kanal zur Bestimmung von Phononendispersionen in Einkristallen und Magnonendispersionen in Ni-Mg-Legierungen.

4.3 Experiment FR2/14 (Experimentatoren: MPI - Stuttgart, Uni Frankfurt, Uni Tübingen)

Betrieb einer Neutronenbeugungsanlage vor dem R5-Kanal für externe Benutzer zur Strukturuntersuchung von Einkristallen und Schmelzen.

4.4 Experiment FR2/16 "Kalte Neutronenquelle" (Experimentatoren: IAK, I. Phys. Inst. Heidelberg)

Betrieb von drei Experimentieranlagen vor dem R3-Kanal zur Untersuchung der Dynamik von Festkörpern und Flüssigkeiten, Bestimmung von Phononzustandsdichten in verschiedenen Materialien und Untersuchung von Hyperfeinwechselwirkungen an Kernen mit subthermischen Neutronen.

4.5 Experiment FR2/24 (Experimentator: IAK)

Betrieb des Multidetektorexperimentes CONCA (Combined Neutron Capture Apparatus) vor dem C2-Kanal für kernphysikalische Untersuchungen mit langsamen Neutronen.

4.6 Experiment FR2/32 (Experimentatoren: Uni Frankfurt, Uni Tübingen)

Betrieb einer zweiten Neutronenbeugungsanlage vor dem R5-Kanal für externe Benutzer zur Strukturbestimmung an Einkristallen und kristallinen Substanzen.

4.7 Experiment FR2/49 (Experimentator: TH - Darmstadt)

Betrieb eines Zweikreis- und Vierkreisdiffraktometers vor dem R2-Kanal für externe Benutzer zu festkörperphysikalischen Untersuchungen an Einkristallen und Pulvern.

4.8 Experiment FR2/52 (Experimentator: IAK)

Betrieb des (n, γ)-Fission-Experimentes vor dem C2-Kanal für Kernstrukturuntersuchungen mit langsamen Neutronen.

4.9 Experiment FR2/70 (Experimentator: IAK)

Betrieb je eines Experimentes im Rahmen des Projektes Spaltstoffflußkontrolle [8] vor dem D₂ost-Kanal. Die Untersuchungen zur Anwendung der Neutroneneinfangmethode auf die quantitative Bestimmung von Spaltstoff wurden weitgehend abgeschlossen.

4.10 Experiment FR2/78 (Experimentator: Uni Frankfurt)

Betrieb eines Pulverdiffraktometers als dritte Anlage vor dem R5-Kanal. Die Anlage wurde von externen Benutzern für Strukturbestimmungen und Untersuchungen von Temperaturfaktoren von verschiedenen Materialien betrieben.

4.11 Experiment FR2/92 (Experimentator: IAK)

Betrieb eines Strukturspektrometers vor dem R1-Kanal zur Bestimmung von Phononenzustandsdichten in intermetallischen Verbindungen mit A15-Struktur und Hartstoffen.

4.12 Experiment FR2/93 (Experimentator: IAK)

Betrieb eines Dreiachsenspektrometers vor dem R6-Kanal zur Bestimmung der Phononen- und Magnonendispersion in Festkörpern.

4.13 Experiment FR2/101 (Experimentator: IAK)

Der Aufbau eines neuen Spektrometers vor dem R4-Kanal wurde in der Betriebsphase E abgeschlossen. Nach einem umfangreichen Erprobungsbetrieb konnte ab Betriebsphase F mit dem Experimentierbetrieb begonnen werden. Es wurden mit Hilfe eines Flugzeitexperimentes am Beispiel einer Ni-Mn-Legierung experimentelle Ergebnisse für die inelastischen Beiträge zum gemessenen Strukturquerschnitt gewonnen.

Die Strahlrohrexperimente verursachten keine Störungen des Reaktorbetriebes. Ihre Nutzung ist aus folgender Tabelle ersichtlich. Die Belegung durch die Experimentatoren hat sich gegenüber dem Vorjahr nicht geändert.

Tabelle 2.7: Belegung der Strahlrohre und Nutzung durch Experimente im Jahre 1973

Kanal	Exp. Nr.	Experimentierzeit $\overline{[d]}$	rel.Nutzung bezogen auf Leist.Betr. $N > 43$ MW $\overline{[h]}$	Bemerkungen Experimentbezeichnungen	Haupt-Experimentatoren
C1	-	-	-	ehem.Coretankleck, Kanal nicht nutzbar	
C2	24	150	53,2	Multidetektorexperimente	IAK
C3	8	252	89,5	Dreiachsenspektrometer	IAK
R1	92	191	67,9	Strukturspektrometer	IAK
R2	49	279	98,9	Neutronenbeugungsanlage	TH - Darmstadt
R3	16	238	84,6	Kalte Neutronenquelle	IAK I. Phys. Institut Heidelberg
R4	101	29	10,2	Spektrometer f. diffuse Neutronenstreuung	IAK
R5	14	270	95,9	Neutronenbeugungsanlage	MPI - Stuttgart Uni - Tübingen Uni - Frankfurt
	32	273	96,8	Neutronenbeugungsanlage	Uni - Tübingen Uni - Frankfurt
	78	280	99,6	Pulverdiffraktometer	Uni - Frankfurt
R6	93	54	19,1	Dreiachsenspektrometer	IAK
R7	7	279	99,0	Drehkristallspektrometer, Flugzeitspektrometer und Zweiachsenspektrometer	IAK
D1	44	-	-	siehe Rohrpost, Exp. FR2/44	div.
D ₂ ost	70	158	56,0	Spaltstoffflußkontrolle	IAK
T _{ost}	70	151	53,7	Spaltstoffflußkontrolle	IAK
T _{west}	52	48	17,0	(n,γ)-Fission-Experiment	IAK
Th _{west}	-	-	-	z.Zt. nicht experimentell genutzt	

5. Kapselexperimente

Im Bereich der Kapselexperimente kamen zu den in [17] beschriebenen Experimenten noch Kapselversuchseinsätze (KVE) der Experimente FR2/99, FR2/100 und FR2/103 hinzu.

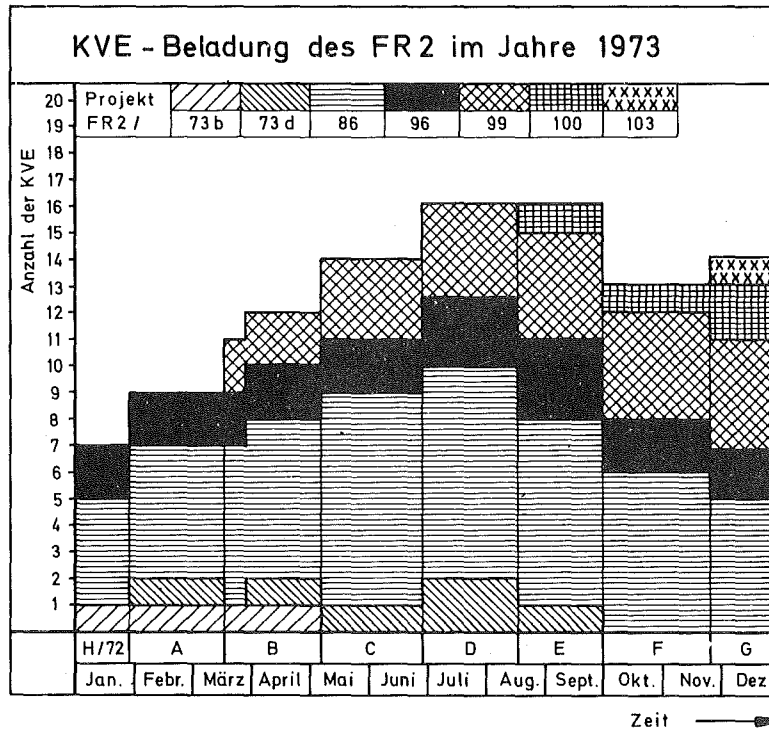
Eine Übersicht über die Einteilung der Kapselexperimente und die Bestrahlungszeiten gibt folgende Tabelle.

Tabelle 2.8: Übersicht Kapselexperimente im FR2

Exp.Nr.	KVE-Nr.	Bestrahlung		Ausbau		Brennstoff	Versuchsaufgabe
		vom	bis	nach Plan	unplanmäßig		
73b	97	26.01.72	15.05.73	X		UN	qualitatives Kriechen
73d	112	02.02.73	27.03.73		X	UN-UO ₂	qualitatives Kriechen
	113	28.03.73	22.08.73		X	UO ₂ -PuO ₂	qualitatives Kriechen
	119	03.07.73	09.10.73		X	UO ₂ -PuO ₂	qualitatives Kriechen
86	102	13.06.72	21.08.73	X		UC-PuC	Abbrandtest
	103	13.06.72	09.10.73	X		UC-PuC	Abbrandtest
	104	15.05.73				UC-PuC	Abbrandtest
	108	25.10.72				UC-PuC	Abbrandtest
	110	15.12.72				UC-PuC	Abbrandtest
	111	02.02.73				UC-PuC	Abbrandtest
	114	28.03.73	05.12.73	X		UC-PuC	Abbrandtest
	115	15.05.73				UC-PuC	Abbrandtest
96	106	01.08.72	09.10.73	X		UN-UO ₂	Brennstoffschwellen
	109	21.11.72				UO ₂	Brennstoffschwellen
	120	03.07.73				UO ₂	Brennstoffschwellen
99	59	22.08.73				UO ₂ -PuO ₂	IHCh-Bestrahlung für Milli-Test
	116	28.03.73				UO ₂ -PuO ₂	"
	117	28.03.73				UO ₂ -PuO ₂	"
	118	16.05.73				UO ₂ -PuO ₂	"
100	121	22.08.73				UO ₂	freies Brennstoffschwellen
	122	05.12.73				UO ₂	freies Brennstoffschwellen
103	123	05.12.73				UO ₂	Druckschwellkapsel
Gesamt: 15 Zuladungen 8 Ausladungen							

Zu Jahresbeginn befanden sich 7 KVE und am Jahresende 14 KVE im Reaktor. Eine Übersicht über die gleichzeitig im Reaktor bestrahlten KVE gibt Abb. 2.13, die Zu-, Ausladungen und Bestrahlungsdaten sind in Tabelle 2.9 enthalten.

Abb. 2.13: KVE-Beladung des FR2 im Jahre 1973



Die KVE verursachten nur zwei Störungen des Reaktorbetriebs durch je eine Startverzögerung und Reaktorleistungsreduzierung. Ein Ausfall an Reaktorvollastbetriebszeit entstand dadurch nicht.

Die KVE der Experimente FR2/73b, FR2/86 und FR2/99 waren auf das Reaktorschutzsystem aufgeschaltet. Bei den vierteljährlichen bzw. der jährlichen Prüfung dieser Aufschaltungen ergaben sich keine Beanstandungen.

Tabelle 2.9: Zuladungen und Ausladungen von Kapselversuchseinsätzen im Jahre 1973

Betr.-Phase	Zuladungen						Brennstoff	Ausladungen						Abbrand [Mwd/tu]	Grund	
	Tag	KVE Nr.	Exp. Nr. FR2/...	Versuchsgruppe	Kapsel-typ	Anzahl Prüfl.		Tag	KVE Nr.	Exp. Nr. FR2/...	Versuchsgruppe	Kapsel-Typ	Bestrahlungszeit $N > 10^{-3} N_N$ [h]			Zyklen
A	02.02.73	111	86	PSP/6E	7	1	UC, PuC UO ₂ , PuO ₂									
	02.02.73	112	73d	IMF/F	8	2										
B	29.03.73	113	73d	IMF/E	8	2	UO ₂ , PuO ₂	27.03.73	112	73d	IMF/E	8	952,2	1	9.000	unplanmäßig (Wegaufnehmer defekt)
	28.03.73	114	86	PSB/6E	7	1	UC, PuC									
	28.03.73	116	99	IHCh	4a	3	UO ₂ , PuO ₂									
	28.03.73	117	99	IHCh	4a	4	UO ₂ , PuO ₂									
C	15.05.73	104	86	PSB/6C	7	1	UC, PuC	15.05.73	97	73d	IMF/D	6a	8.863,1	10	53.000	planmäßig
	15.05.73	115	86	PSB/6C	7	1	UC, PuC									
	16.05.73	118	99	IHCh	4a	4	UO ₂ , PuO ₂									
D	03.07.73	119	73d	IMF/E	8	2	UO ₂ , PuO ₂									
	03.07.73	120	96	IMF	9	3	UO ₂ , UN ₂									
E	22.08.73	59	99	DK-Vorbestrahlung	4a	3	UO ₂ , PuO ₂	21.08.73	102	86	PSB/6A	7	8.145,8	9	51.000	planmäßig
	22.08.73	121	100	IMF	G	4	UO ₂	22.08.73	113	73d	IMF/E	8	2.735,5	3	22.000	unplanmäßig (Wegaufnehmer defekt)
F								09.10.73	119	73d	IMF	8	1.782,5	2	13.000	unplanmäßig (Wegaufnehmer defekt)
								09.10.73	103	86	PSB/6A	7	9.044,5	10	49.000	planmäßig
								09.10.73	106	96	IMF	9/1	8.125,7	9	42.000	planmäßig
G	05.12.73	122	100	IMF	G	4	UO ₂	05.12.73	114	86	PSB/6C	7	4.591,7	5	25.000	planmäßig
	05.12.73	123	103	IMF	9a	2										

1
4
1

Im Jahre 1973 betriebene Kapselexperimente:

5.1 Experiment FR2/73b

Bestrahlung eines KVE mit UN-Kriechkapseln. Abschluß dieses Bestrahlungsexperimentes mit planmäßigem Ausbau des KVE lfd.Nr. 97 am 15.5.1973. Keine Störungen des Reaktorbetriebes.

5.2 Experiment FR2/73d

Bestrahlung von drei KVE mit instrumentierten Kriechkapseln /9/. Unplanmäßiger Ausbau aller KVE dieses Experimentes wegen defekter Wegaufnehmer. KVE lfd.Nr. 113 verursachte zu Beginn Betriebsphase B eine Startverzögerung wegen zu später Fertigstellung des Einsatzes und am Anfang Betriebsphase D eine kurzzeitige Reaktor-Leistungsrücknahme von 35 MW auf 30 MW wegen zu hoher Prüflingstemperatur. Nach Trimm-Abschaltstab-Trimmung lagen Prüflingstemperaturen in den zulässigen Grenzen.

5.3 Experiment FR2/86

Bestrahlung von 8 KVE mit Mischkarbidkapseln /10/. Keine Störung des Reaktorbetriebes.

5.4 Experiment FR2/96

Bestrahlung von 3 KVE mit Brennstoffkapseln. Keine Störung des Reaktorbetriebes.

5.5 Experiment FR2/99

Abbrandbestrahlungen von UO_2 - PuO_2 in 4 KVE für Auflöserversuche in der Milli-Anlage des IHCh.

Aufbau der Einsätze wie Experiment FR2/36 [27].
Schematischer Aufbau siehe Abb. 2.14

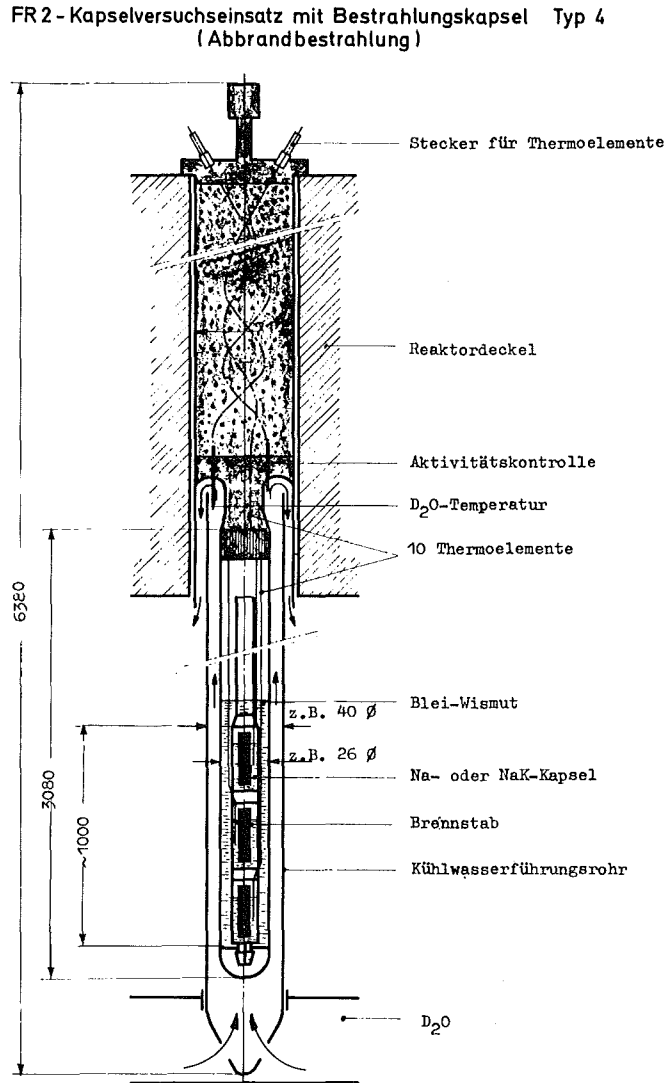


Abb. 2.14

Das Experiment verursachte keine Störungen des Reaktorbetriebes.

5.6 Experiment FR2/100

Bestrahlung von UO_2 -Schwellprobenkapseln in 2 KVE für das IMF zur Bestimmung der freien Schwellraten und deren Temperaturabhängigkeit. Bestimmung des Schwellbetrages erfolgte nach Bestrahlung mittels Dichtebestimmung.
Schematischer Aufbau der Kapsel siehe Abb. 2.15.

Bestrahlungskapsel Typ G (Schwellproben)

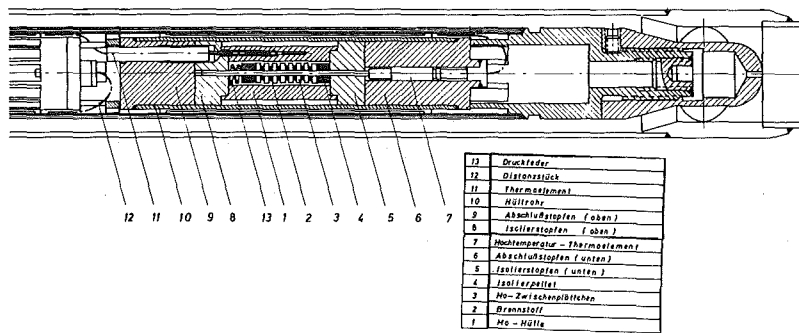


Abb. 2.15

Erster Einsatz eines KVE mit Bestrahlungskapseln Typ G in Betriebsphase E. Keine Störungen des Reaktorbetriebes.

5.7 Experiment FR2/103

Bestrahlung eines KVE mit Druckschwellkapseln Typ 9a (siehe Abb. 2.16) für das IMF.

Bestrahlungskapsel Typ 9a (Druckschwellen, quantitativ)

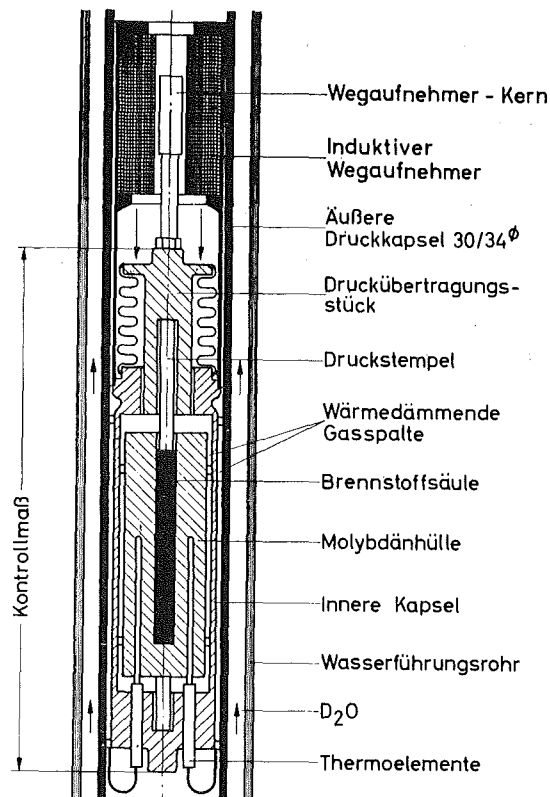


Abb. 2.16

Bestimmung der UO_2 -Schwelldaten durch kontinuierliche Messung des Schwellbetrages über eingebaute elektromagnetische Wegaufnehmer. Erster Einbau in Betriebsphase G. Keine Störung des Reaktorbetriebes.

6. Sonstige Experimentiereinsätze

Die Versuchsziele dieser Experimentiereinsätze sind in [1] und [2] beschrieben. Neu hinzu kam Experiment FR2/105. Im einzelnen wurden folgende Experimentiereinsätze bestrahlt:

6.1 Experiment FR2/73a

Bestrahlung des Kriechkapsелеinsatzes Nr. 16.

Tabelle 2.9 : Bestrahlungsdaten des Kriechkapsелеinsatzes

Exp.Nr. FR2/....	Einbau		Ausbau		Brennstoff	Betriebszeiten bei	
	Tag	Pos.	Tag	Pos.		$N > 10^{-3} N_N$ [h]	$N > 43 \text{ MW}$ [h]
73a-16	28.03.73	37/23	15.05.73	37/23	UO_2	931,45	917,98

6.2 Experiment FR2/76-2

Betrieb eines Thermionischen Wandlers der Fa. BBC, Mannheim

Tabelle 2.10 : Betriebsdaten des Thermionischen Wandlers

Zeitraum	Einsatzzeit bei		Leistungsbetrieb (Stromabgabe $> 120 \text{ A}$) [h]	mittlere Stromabgabe [A]	mittlere Diodentemp. [v]	automatische Einsatzaus- fahrten
	$N > 10^{-3} N_N$ [h]	$N > 43 \text{ MW}$ [h]				
1973	6838	6752	5626	200	0,35	16
seit Einbau im Reaktor	11241	11060	9477	200	0,35	32

Die automatischen Ausfahrten des Einsatzes in die obere Endstellung erfolgten bei Reaktorabschaltungen bzw. -leistungsreduzierungen. Eine Ausfahrt wurde durch Netzausfall < 1s verursacht. Der Reaktorbetrieb wurde nicht gestört.

6.3 Experiment FR2/79

Betrieb des Siedesimulators /11/ und Messung über MeEinsatz (Me) 5.

Tabelle 2.11: Betriebsdaten des Siedesimulators (SiSi)

Tag	Einbau-Zeit	Ausbau-Zeit	SiSi Pos.	Me5 Pos.	Reaktorleistung / MW /
23.10.73	10 ³⁷			37/15	44
23.10.73		16 ⁰⁴		Trockenlager	44
29.10.73	11 ⁰⁸			37/15	44
29.10.73	11 ⁴⁸		37/25		44
31.10.73		18 ⁰⁰		Trockenlager	44
05.12.73	15 ⁵¹			37/15	0
05.12.73		15 ⁵⁵		Trockenlager	0

Keine Störungen des Reaktorbetriebes.

6.4 Experiment FR2/95

Bestrahlung von Brennstoffplatten zur Erzeugung von Mo-99 für das IHCh. Zum Einbau der Einsätze mußte die Reaktorleistung von 44 MW auf $N < 10^{-3} N_N$ zurückgenommen werden. Dadurch Ausfall an Reaktor-Vollastbetriebszeit von 4,07 h.

Tabelle 2.12: Bestrahlungsdaten der Brennstoffplatten

Einsatz Nr.	Platten Nr.	Einbau		Core-Pos.	Ausbau		Bestrahlungen bei	
		Tag	Zeit		Tag	Zeit	$N > 10^{-3} N_N$ $\overline{[h]}$	$N > 43 \text{ MW}$ $\overline{[h]}$
95-6	15	04.05.73	12 ²⁷	49/15	08.05.73	06 ¹⁰	67,27	65,95
95-7	16	22.06.73	06 ⁵⁰	49/05	26.06.73	08 ¹⁹	72,92	71,78

6.5 Experiment_FR2/97

Die Bestrahlungen von Np-237-Proben zur Erzeugung von Pu-238 im Rahmen des PACT wurde abgeschlossen.

Tabelle 2.13: Betriebsdaten der Np-Bestrahlungen

Einsatz Nr.	Kapsel-Nr.	Probeneinbau	Bestr.Pos.	Bestrahlungszeit bei		Probenausbau
				$N > 10^{-3} N_N$ $\overline{[h]}$	$N > 43 \text{ MW}$ $\overline{[h]}$	
97-7	21, 22, 32, 33	18.12.72	58/28	939,93	912,99	02.02.73
97-8	34, 36, 37, 38	18.12.72	36/18	939,93	912,99	02.02.73
97-9	40, 41, 46, 47	21.03.73	49/33	931,45	917,98	16.05.73
97-10	48, 49, 50, 51	27.03.73	45/07	931,45	917,98	16.05.73
97-11	59, 60, 61, 62	16.05.73	49/23	920,29	910,07	04.07.73
97-12	64, 65, 66, 67	16.05.73	45/07	920,29	910,07	04.07.73
97-13	53, 58, 68, 69	04.07.73	49/33	883,71	862,37	22.08.73
97-14	70, 71, 72, 73	04.07.73	45/07	883,71	862,37	22.08.73
97-15	74, 75, 76, 77	22.08.73	37/25	898,75	875,00	10.10.73
97-16	78, 79, 80, 81	22.08.73	37/23	898,75	875,00	10.10.73

Keine Störung des Reaktorbetriebes.

6.6 Experiment FR2/105

Erprobung von Incore-Spaltkammern im V2-Kanal der Thermischen Säule und Untersuchung ihrer Eignung für statische und dynamische Flußmessungen bei niedrigen Temperaturen und bei 550°C in einem beheizten Versuchseinsatz.

Die Spaltkammern sollen im Core des KNK I eingesetzt werden.

Tabelle 2.14: Bestrahlungsdaten der Spaltkammern

lfd.Nr.	Einbau		Einbau		Bestrahl.- Zeit bei N = 44 MW $\overline{[h]}$	Bemerkungen
	Tag	Zeit	Tag	Zeit		
1	10.12.73	10 ³⁰	10.12.73	11 ³⁰	1,00	Flußmessung mit Au-Sonde
2	10.12.73	17 ⁰⁶	13.12.73	9 ⁴⁰	52,57	Kanal-Temperatur
3	13.12.73	9 ⁴⁰	13.12.73	14 ¹²	4,53	550°C

Die Erprobungen werden weitergeführt.

7. γ-Bestrahlungseinrichtung (Experiment FR2/40)

Der Aufbau der γ-Bestrahlungseinrichtung ist in $\overline{[1]}$ beschrieben.

Tabelle 2.15: Bestrahlungen in der γ-Bestrahlungseinrichtung

Exp.Nr.	Bestrahlungsobjekt	Teilbestr. Nr.	Ges-Bestr. Zeit $\overline{[h]}$	Empf. Dosis $\overline{[R]}$
40-28	Harzproben mit verdünnter Schwefelsäure	1	168	$1,3 \times 10^7$
		2	240	$4,5 \times 10^7$
		3	168	$2,7 \times 10^7$
		4	144	$2,1 \times 10^7$
		5	888	1×10^8
40-29	Acryl und Plexi-Glasproben	1	144	$1,3 \times 10^6$
		2		$1,53 \times 10^7$
		3		$4,8 \times 10^7$
40-30	Neutronenfluß-Detektoren		12	$2,0 \times 10^5$
40-31	Harzproben mit verdünnter Schwefelsäure		1152	$1,6 \times 10^8$
40-32	Keramikproben			Bestrahlung am Jahresende noch nicht abgeschlossen

ABSCHNITT 3: BETRIEB DES REAKTORS

1. Einleitung

Der Betrieb des FR2 erfolgte im Jahre 1973 erstmals in

7 Betriebszyklen,

die sich in fünf 7-Wochen- und zwei 8-Wochenzyklen aufteilten. Die im Vorjahr eingeführten längeren "Fahrzeiten" haben sich so gut bewährt, daß sie auch 1973 beibehalten wurden, wobei der Betriebszyklus G sogar eine von normalerweise 5 1/2 auf 6 1/2 Wochen verlängerte Betriebsphase aufwies.

Mit Ausnahme der um 1 Woche verlängerten Abschaltphase F' waren alle anderen Abschaltphasen auf 10 Tage beschränkt. Die Verlängerung der Abschaltphase F' war für Funktionsprüfungen, die eine längere Abschaltzeit des Reaktors voraussetzten, erforderlich. In den Abschaltphasen erfolgten die planmäßigen Aus-, Um- und Einladungen von Brennelementen und Experimentiereinsätzen, Reparatur- und Wartungsarbeiten an bei Reaktorbetrieb nicht zugänglichen Einrichtungen und Prüfungen gemäß FR2-Prüfplan (vgl. Abschnitt 5). Eine Übersicht über den Betriebsverlauf gibt das "Betriebsdiagramm des FR2 im Jahre 1973" (Abb. 3.1).

2. Betriebszeiten

Die Betriebszeit umfaßt den Zeitraum des Kalenderjahres 1973.

Tabelle 3.1: Soll- und Istbetriebszeiten des FR2

Betriebszeit	Soll nach Terminleitplan $\overline{[d]}$	Ist nach Betriebsaufzeichnungen $\overline{[d]}$
Gesamt- (Reaktor kritisch)	---	291,07
Leistungs- ($N > 10^{-3} N_N$)	288	284,93
Vollast- ($N > 43 \text{ MW}$)	281	281,31

Betriebsdiagramm des FR2 im Jahre 1973 (Übersicht)

Reaktornennleistung 44 MW

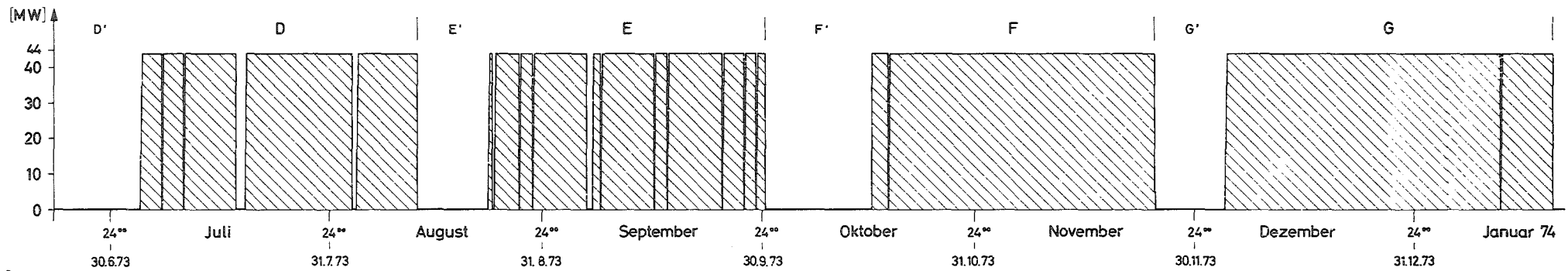
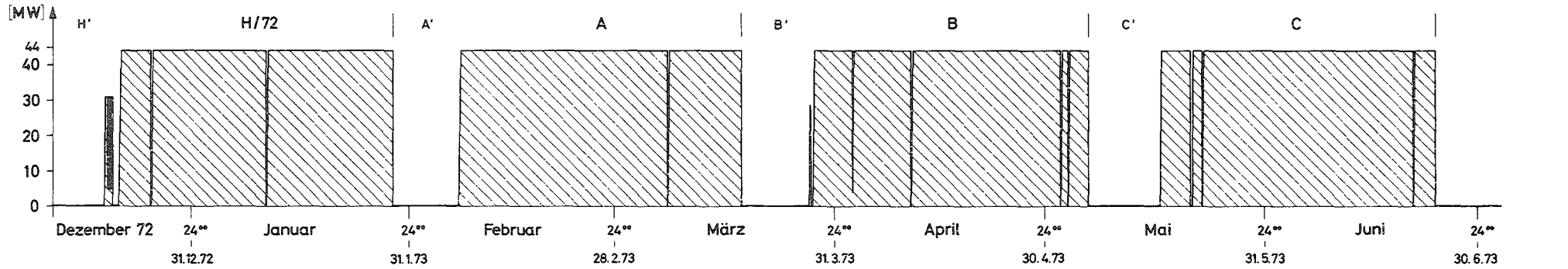


Abb. 3.1

Die Einteilung nach Betriebsphasen A - G entspricht dem FR2 - Terminleitplan 1973
 Ausgabe : 1-041272

Die Erfassung der Gesamtbetriebszeit beginnt mit dem Ziehen der Trimmabschaltstäbe (TA-Stäbe) und endet, wenn diese wieder in ihrer unteren Endlage sind. Die Zeiten für den Reaktorstart sind damit in der Gesamtbetriebszeit enthalten.

Am 16.08.73 wurden

10 Jahre Vollastbetrieb

bei Nennleistungen von 12 bzw. 44 MW erreicht.

3. Reaktorleistung und Energieabgabe

Die Gesamtenergieabgabe seit Inbetriebnahme des FR2 über-
schritt am 26.12.1973

100.000 MWd.

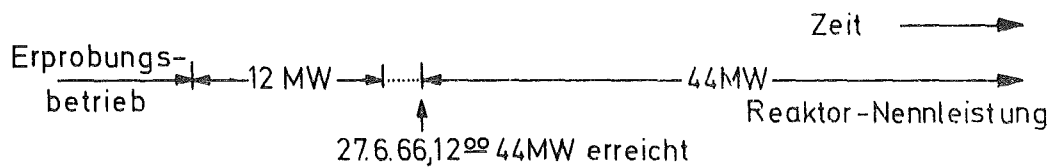
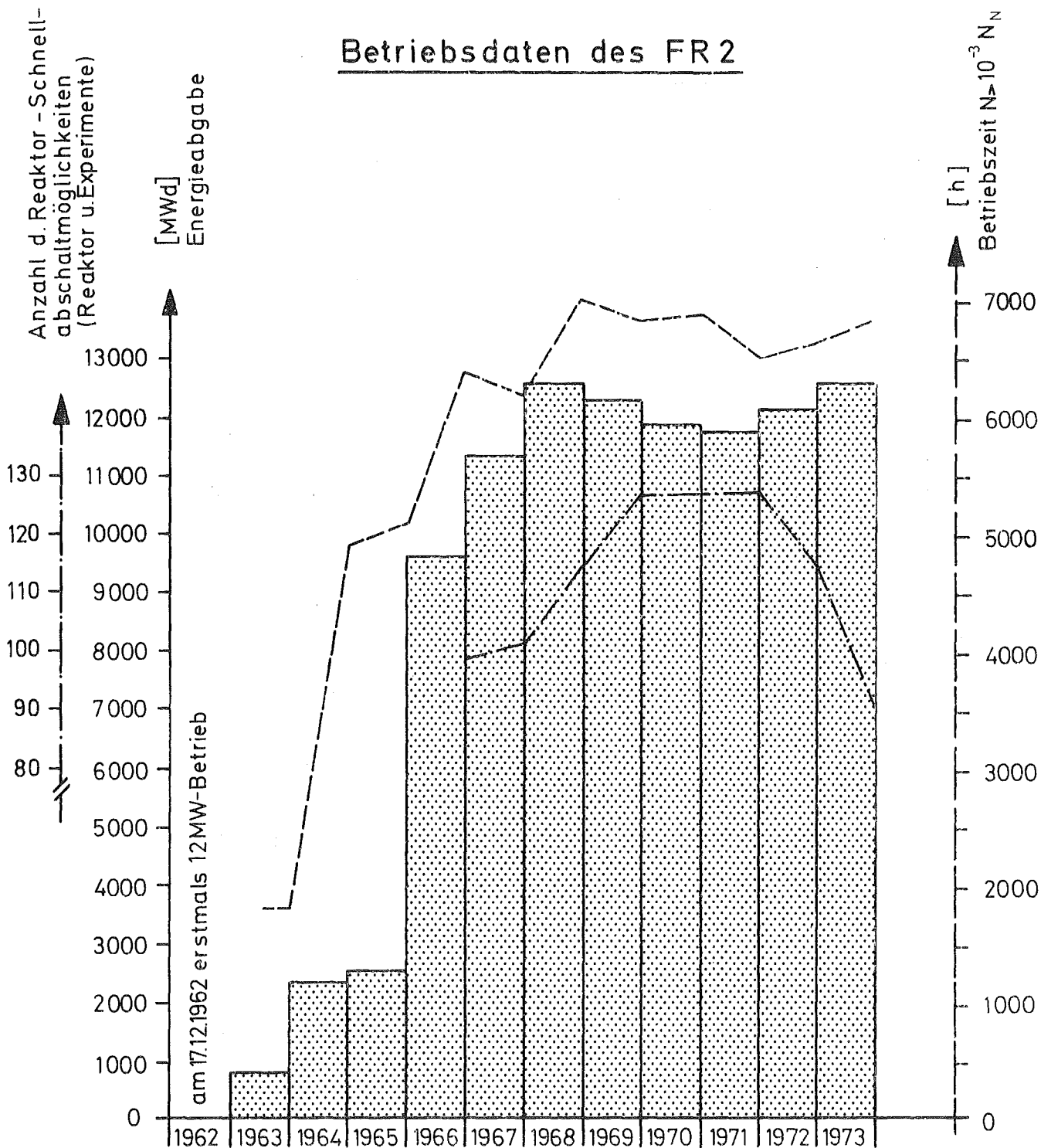
Dieses Ergebnis wurde durch die guten Betriebsdaten des
Jahres 1973 beschleunigt.

Tabelle 3.2: Reaktorleistung und Energieabgabe im
Jahre 1973

	Soll nach Terminleitplan	Ist nach Betriebsaufzeichnung
Gesamtenergieabgabe [MWd]	12.364	12.522,69
mittlere Reaktorleistung [MW]	44	43,95

Das Soll der Gesamtenergieabgabe wurde durch vorgezogene Reaktorstarts bzw. -leistungserhöhungen, innerhalb der Zeit für Leistungserhöhungen (Abb. 3.3), um rd. 169 MWd überschritten. Dadurch lag die Gesamtenergieabgabe um 2,4 % über der des Vorjahres. Abb. 3.2 gibt einen Überblick über die Betriebszeit bei $N > 10^{-3} N_N$ und Energieabgabe der letzten Jahre.

Betriebsdaten des FR 2



- Energieabgabe [MWd]
- Betriebszeit $N > 10^3 N_N$ [h]
- Anzahl d. Reaktor - Schnellabschaltmöglichkeiten

4. Nutzung und Verfügbarkeit

Die Nutzung und Verfügbarkeit des FR2 wurde aus Abb. 3.3 für die einzelnen Betriebszyklen ermittelt. In [1] wurden die wesentlichen Abschnitte eines Betriebszyklus beschrieben. Änderungen gegenüber dem Vorjahr ergaben sich lediglich im Wegfall der 6-Wochen-Betriebszyklen und der Einführung eines 8-Wochen-Betriebszyklus, mit um eine Woche verlängerter Abschaltphase.

Tabelle 3.3: Verfügbarkeitszahlen (zeitliche Nutzung)

Verfügbarkeit	Soll	Ist
Vollastverfügbarkeit ($N > 43 \text{ MW}$)	77 %	77 %
Leistungsverfügbarkeit ($N > 10^{-3} N_N$)	79 %	78 %
Leistungsverfügbarkeit innerhalb der planmäßigen Betriebszeit ($N > 10^{-3} N_N$)	100 %	99 %

Die Reaktorabschaltungen während der planmäßigen Reaktorbetriebszeit von 30 im Vorjahr gingen auf 23 zurück. Sie verursachten einen Ausfall an Reaktorvollastbetriebszeit von 137,1 h, der aber aus den in Abschnitt 3, Kapitel 3 genannten Gründen ohne nennenswerten Einfluß auf die Verfügbarkeit blieb.

Im einzelnen können die Reaktorabschaltungen des Jahres 1973 nach Tabelle 3.4 und 3.5 aufgegliedert werden.

Festlegung für die Ermittlung der Betriebszeiten und Nutzungsfaktoren

Ausgabe : 2 - 190173

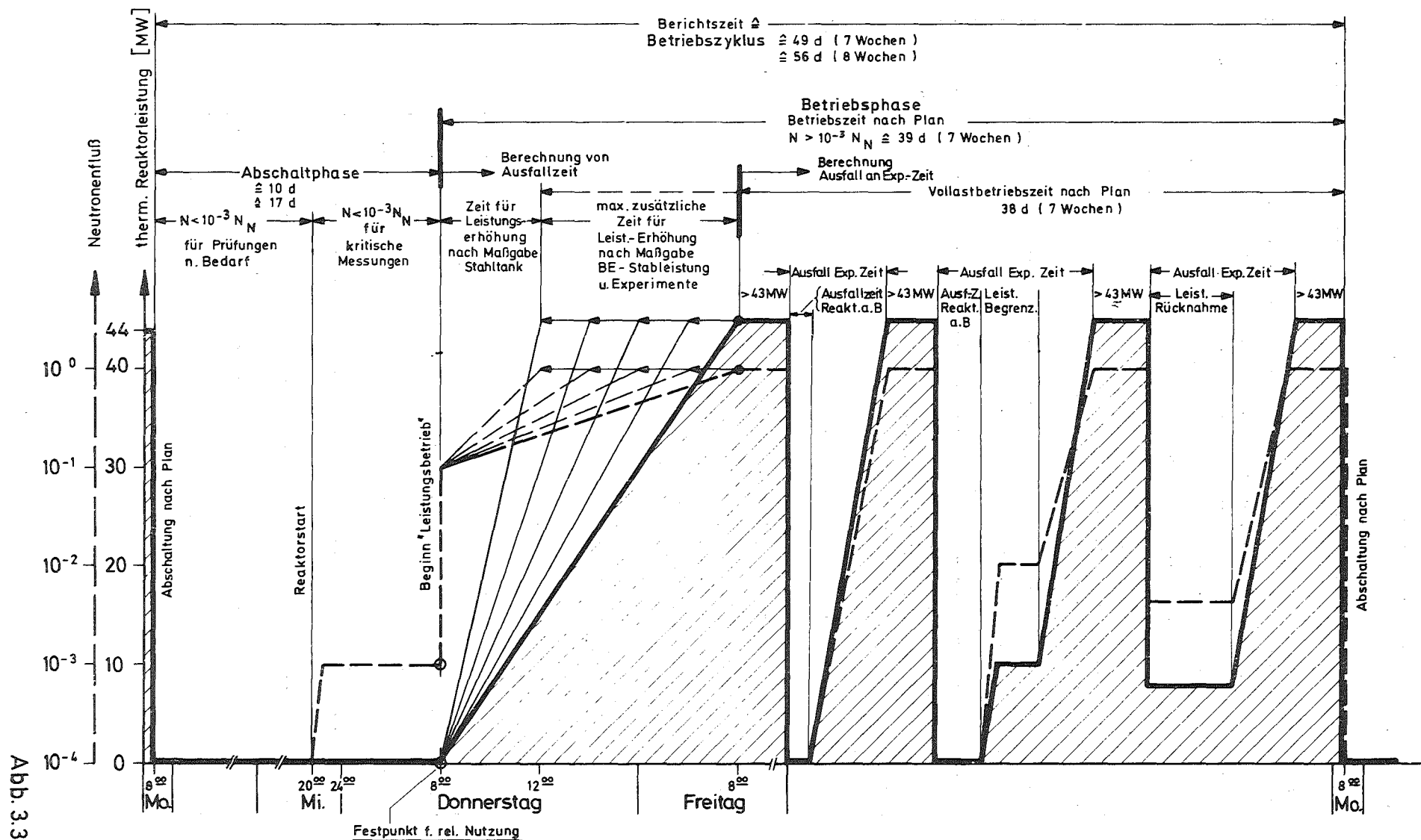


Tabelle 3.4: Reaktorabschaltungen

Lfd. Nr.		Anzahl
1	störungsbedingte RSA (innerhalb planm. Reaktorbetriebszeit)	17
2	störungsbedingte Reaktorabschaltung von Hand (innerhalb planm. Reaktorbetriebszeit)	4
3	planmäßige Reaktorabschaltung (innerhalb planm. Reaktorbetriebszeit)	1
4	störungsbedingte RSA (außerhalb planm. Reaktorbetriebszeit)	1
5	störungsbedingte Reaktorabschaltung von Hand (außerhalb planm. Reaktorbetriebszeit)	0
6	planmäßige Reaktorabschaltungen (außerhalb planm. Reaktorbetriebszeit)	24
7	Σ	47

Die Abschaltgründe der 47 Reaktorabschaltungen teilen sich auf in:

Tabelle 3.5: Abschaltgründe

Jahr	1971	1972	1973
echte Grenzwerte	7	7	6
Gerätefehler	14	12	10
Fehlbedienungen	7	7	6
Prüfungen	31	40	25
Σ	59	66	47

Als Vergleich sind die Zahlen der Jahre 1971 und 1972 in der Tabelle eingetragen. Einzelheiten über die "Reaktorabschaltungen im Jahre 1973" sind in Tabelle 9.3 im Anhang enthalten.

Im Verlaufe des Jahres erfolgten

- 4 Reaktor-Startverzögerungen (SV)
- 10 Reaktor-Leistungsrücknahmen (LR) und
- 1 Reaktor-Leistungsbegrenzung (LB),

die einen Ausfall an Reaktorvollastbetriebszeit von 50,9 h zur Folge hatten. Näheres siehe Tabelle 9.2 "Betriebsunterbrechungen, Leistungsrücknahmen und Leistungsbegrenzungen innerhalb der planmäßigen Reaktorbetriebszeit 1973" im Anhang.

5. Beladungszustände

Die Beladung des Reaktors während der Betriebsphase A bis G ist aus dem im Anhang befindlichen Beladungs- und Belegungsplänen (Formblatt Nr. 9/4) ersichtlich. Eine Zusammenfassung hieraus ist in Tabelle 3.6 und Abbildung 3.4 enthalten.

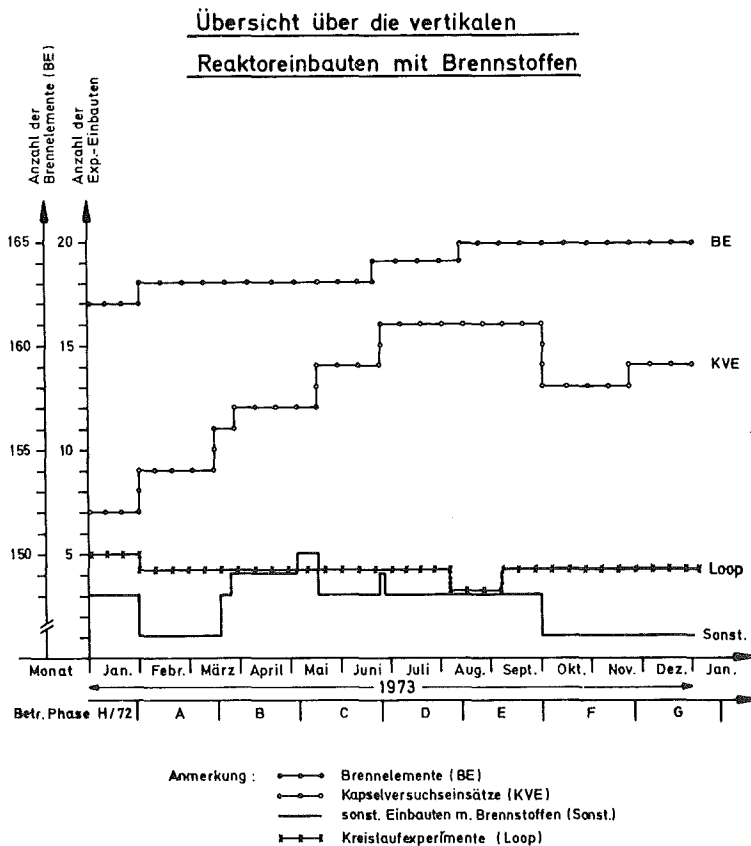


Abb. 3.4

Tabelle 3.6: Beladungszustände des FR2 im Jahre 1973

Betr. Zyklus	Bel. Plan Nr.	Veränderungen z. Beginn d. Beladeplanes												Bestand im Reaktor				Summe gesamt im Reaktor	Summe der bestrahlten Positionen mit Kühlung v. Reaktorkreislauf		
		Zuladungen				Ausladungen				Umsetzungen				BE-Typ	KVE	Sonst. Proj.	Kreisl. Exp.		auf Gitterpositionen	auf Zwischengitterpositionen	
		BE-Typ 8	KVE	Sonst. Proj.	Kreisl. Exp.	BE-Typ 8	9	KVE	Sonst. Proj.	Kreisl. Exp.	BE-Typ 8	9	KVE								Kreisl. Exp.
H/72	300													160	2	7	3	5	177	166	5
A/73	301	9	2			8		2	1	39		2		161	2	9	1	4	177	166	6
	302													161	2	9	1	4	177	166	6
	304													161	2	9	1	4	177	166	6
	305													161	2	9	1	4	177	166	6
B/73	306	8	3	2		8		1		38		1		161	2	11	3	4	181	166	10
	307		1	1										161	2	12	4	4	183	167	10
	308													161	2	12	4	4	183	167	10
	309			1										161	2	12	5	4	184	167	11
C/73	310			1					1					161	2	12	5	4	184	167	11
	311													161	2	12	5	4	184	167	11
	312	9	3	2		9		1	4	43		4		161	2	14	3	4	184	166	13
	313			1										161	2	14	4	4	185	166	14
D/73	314	10	2	2		9			3	49		2	1	162	2	16	3	4	187	167	15
	315													162	2	16	3	4	187	167	15
	316											1		162	2	16	3	3	186	167	15
E/73	317	11	2	2		9	1x	2	2	46	1	3		164	1	16	3	3	187	167	16
	318													164	1	16	3	3	187	167	16
	319				1									164	1	16	3	4	188	167	16
	320													164	1	16	3	4	188	167	16
	321	1				1*				2				164	1	16	3	4	188	167	16
F/73	322	9				8	1x	3	2	41		4		165	0	13	1	4	183	167	11
G/73	323	11	2			11		1		54		1		165	0	14	1	4	184	167	12
Ges.:	24	68	15	12	1	63	2	8	14	2	312	1	17	1	Anmerkung: * Ausbau wegen Hülschaden + Langzeitbestrahlungen						

150

Es waren fast alle Reaktorpositionen, mit für den Experimentierbetrieb ausreichenden Neutronenflußdichten, belegt. Sie teilen sich auf in:

Tabelle 3.7: Belegung der Reaktorpositionen

Positionsart	Belegung	Jahresanfang 1973		Jahresende 1973	
		Anzahl	%	Anzahl	%
Gitterpositionen	mit Brennelementen	162	82,5	165	86,8
	mit Versuchseinsätzen	6	3,2	4	2,1
	nicht besetzt (Randpositionen)	22	11,6	21	11,1
	Gesamt	190	100	190	100
Zwischengitterpositionen	mit Steuer- und Trimm/Abschaltstäbe	17	29,3	17	29,3
	mit Isotopenbestrahlungseinsätzen	12	20,7	12	20,7
	mit Versuchseinsätzen	7	12,1	13	22,4
	nicht besetzt (größtenteils Randpositionen)	22	37,9	16	27,6
	Gesamt	58	100	58	100

6. Reaktivitätsverhalten

Das Zeitverhalten der Reaktivität des FR2 ist aus den Formblättern 183c/66 bis 183d/72 im Anhang ersichtlich.

Die Reaktivitätsbilanz wurde nach Abb. 3.5, welche die kritische Trimmstabstellung für 2 charakteristische Reaktorzustände β^{-1} mit den zugehörigen Moderatortemperaturen enthält, aufgestellt.

Eintauchtiefe aller 16 Trimmstäbe für verschiedene Reaktorzustände

(Feinregelstab Nr.1 Stellung 400 mm)
Nr.102 ab 28.3.73

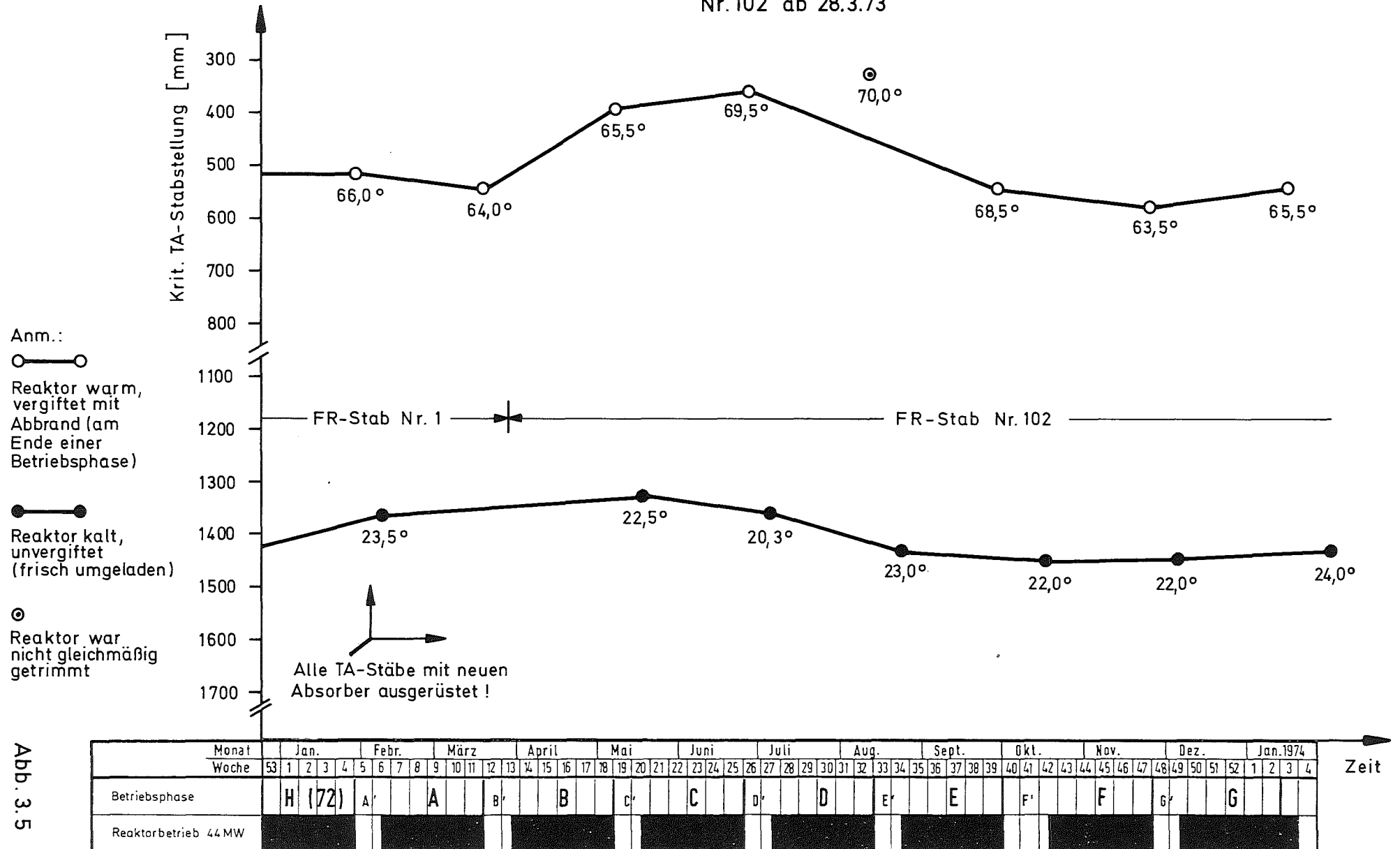
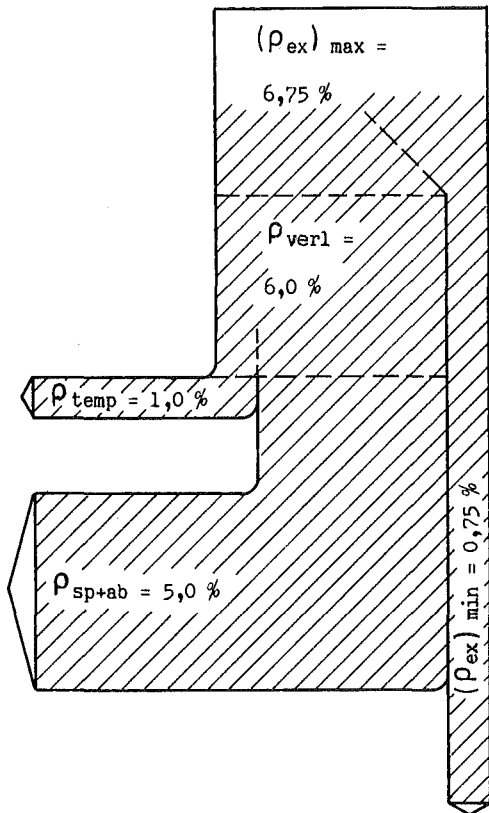


Abb. 3.5

Abb. 3.6: Reaktivitätsbilanzen des Jahres 1973

a) Überschußaktivität



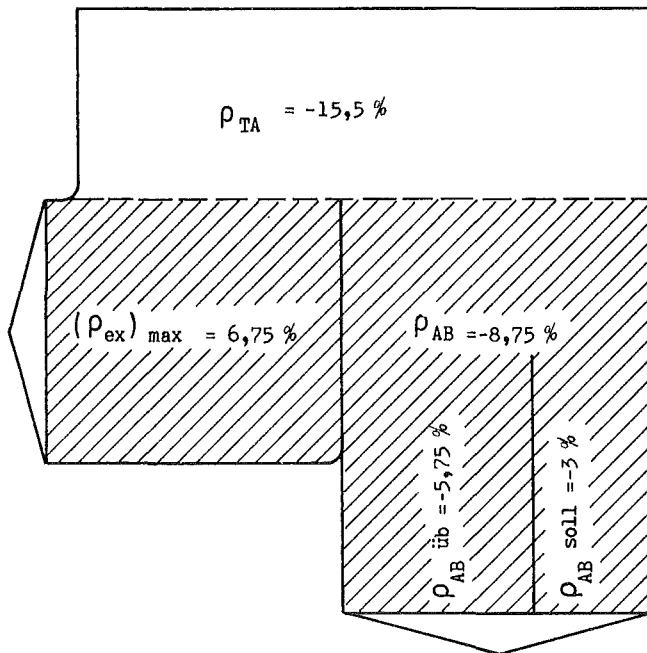
Regelreserve am
Ende der Betriebsphase

$(\rho_{ex})_{max}$ = mittlere Überschussreaktivität aus
Abb. 3.4 untere Kurve
Reaktor kalt, unvergiftet
(TA = 1400 mm)
(FR = 400 mm)

$(\rho_{ex})_{min}$ = mittlere Überschussreaktivität aus
Abb. 3.4 obere Kurve
Reaktor warm, vergiftet am
Ende der Betriebsphase
(TA = 495 mm)
(FR = 400 mm)

$\rho_{verl} = (\rho_{ex})_{max} - (\rho_{ex})_{min}$:
Reaktivitätsverlust durch
 ρ_{temp} : Temperatureinfluß ($\Delta t = 40^\circ C$)
 ρ_{sp+ab} : Spaltproduktvergiftung
und Abbrand

b) Abschaltreaktivität



Abschaltreaktivität zu
Beginn der Betriebsphase

ρ_{TA} : Abschaltreaktivität von
15 der 16 TA-Stäbe
 $(\rho_{ex})_{max}$: mittlere Überschussreaktivität
Reaktor kalt, unvergiftet
 ρ_{AB} : Gesamtabschaltreaktivität zu
Beginn der Betriebsphasen
 $\rho_{AB\ \text{soll}}$: Mindestabschaltreaktivität
 $\rho_{AB\ \text{üb}}$: Abschaltreaktivitäts-Überschuß

Abbildung FR-Stab gegen TA-Stäbe
 FR-Stab gegen TA-Stab Pos. 1, 2, 5, 6
 TA-Stab Pos. 1, 2, 5, 6 gegen restl. TA-Stäbe

bei Nulleistungsbetrieb
 (nach Umladung, Reaktor
 kalt u. unvergiftet)

Anmerkung :

●—●
 TA-Stab Pos. 1, 2, 5, 6
 gegen restl. TA-Stäbe
 (FR-Stab-Stellung 400 mm)

×—×
 FR-Stab gegen TA-Stab
 Pos. 1, 2, 5, 6
 Die Zahl zeigt dabei die
 Stellung der restl. TA-Stäbe

○—○
 FR-Stab gegen TA-Stäbe

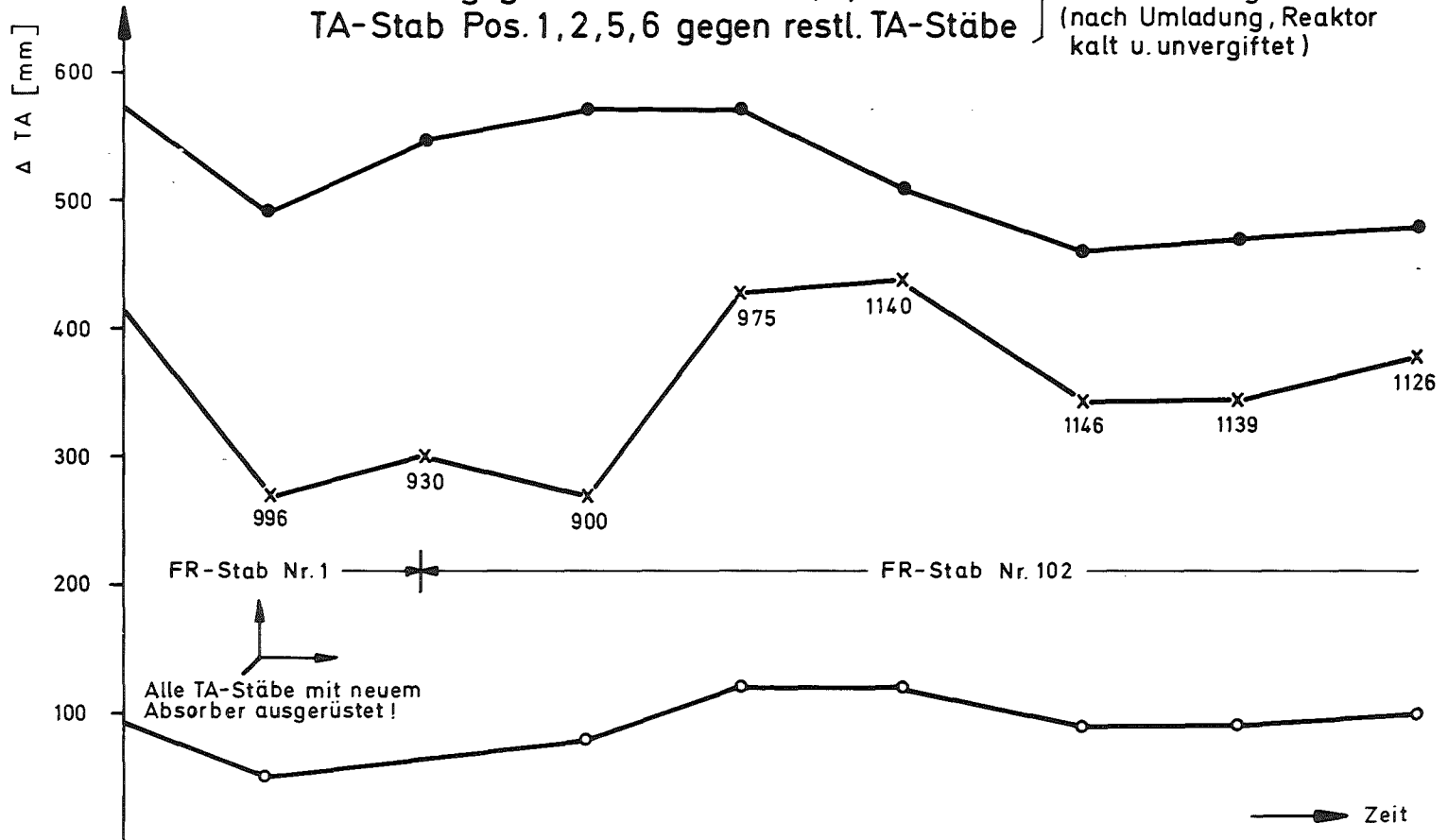


Abb. 3.7

Monat	Jan.					Febr.					März					April					Mai					Juni					Juli					Aug.					Sept.					Okt.					Nov.					Dez.					Jan. 1974									
Woche	53	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5												
Betriebsphase	H (72)					A					A					B					C					C					D					D					E					E					F					F					G					G				
Reaktorbetrieb 44 MW	■					■					■					■					■					■					■					■					■					■					■					■					■									
Brennelementwechsel	■					■					■					■					■					■					■					■					■					■					■					■					■									

Zur Feststellung der Abschaltreaktivität und des Cd-Abbrandes der TA-Stäbe wurden zu Beginn jeder Betriebsphase "Abbildungen" wie in [2] beschrieben durchgeführt, deren Ergebnisse in Abb. 3.7 festgehalten sind.

7. Leistungsverteilung und Neutronenflußdichte

Die Leistungsverteilung auf die einzelnen Brennelemente ist in den Formblättern 203f "BE-Kühlmittelaufheizspanne bei 44 MW-Reaktorleistung" enthalten.

Daraus ergibt sich im Jahre 1973:

min. BE-Einzelleistung:	168 kW
max. BE-Einzelleistung:	370 kW
mittlere BE-Einzelleistung:	265 kW

Typische Verläufe des schnellen und thermischen Neutronenflusses in Isotopenkanal-Tauchrohren sind in [1] wiedergegeben. Die maximalen Neutronenflußdichten im Moderator betragen bei einer Reaktorleistung von 44 MW.

$$\phi_{th} \approx 1,0 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$$
$$\phi_s \approx 0,6 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1} \quad (E = 0,1 - 10,5 \text{ MeV})$$

8. Abbrand

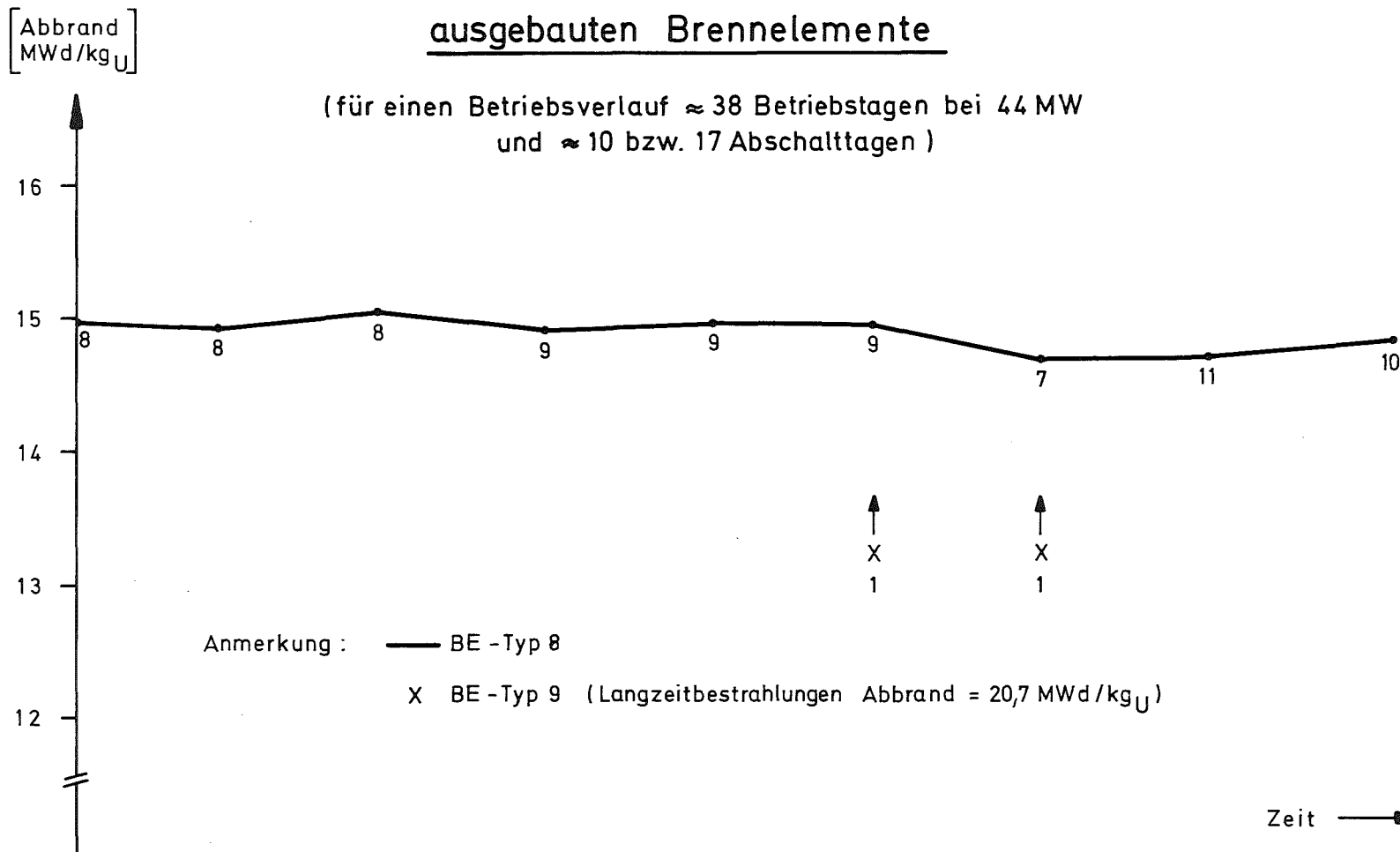
Der mittlere Abbrand der Brennstoffbeladung des FR2-Gleichgewichtskerns hat sich gegenüber dem Vorjahr nur geringfügig geändert und liegt bei rd. 8 MWd/kg Uran. Auch der mittlere Abbrand der planmäßig ausgebauten 61 BE des Typs 8 beträgt weiterhin

$$\underline{14,9 \text{ MWd/kg Uran}}$$

wie Abb. 3.8 zeigt.

Mittl. Abbrand und Anzahl der planmäßig ausgebauten Brennelemente

(für einen Betriebsverlauf ≈ 38 Betriebstagen bei 44 MW
und ≈ 10 bzw. 17 Abschalttagen)



	Jan.				Febr.				März				April				Mai				Juni				Juli				Aug.				Sept.				Okt.				Nov.				Dez.				Jan. 1974																														
	53	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5																					
Betriebsphase	H (72)					A'				A				B'				B				c'				C				D'				D				E'				E				F'				F				G'				G																					
Reaktorbetrieb 44 MW	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■																		
Brennelementwechsel																																																																															

Abb. 3.8

Die Langzeitbestrahlungen von BE des Typs 9 [siehe 12] wurden mit dem Ausbau der letzten 2 BE, mit einem Abbrand von je 20,7 MWd/kg Uran, vorerst abgeschlossen. Besichtigungen in der Heißen Zelle des FR2 ergaben keine Beanstandungen. Weitere Untersuchungen sind in den Heißen Zellen vorgesehen.

9. Allgemeine Störungen und besondere Vorkommnisse

In diesem Kapitel werden nur Störungen und besondere Vorkommnisse beschrieben, die den Experimenten bzw. Reaktorhilfseinrichtungen nicht direkt zuzuordnen sind.

26.04.73: Probealarm im FR2-Bezirk

Unter Annahme des Austritts größerer Mengen D_2O in Raum R009 (Hüllschadenüberwachungsanlage) Auslösung Gebäudealarm mit Alarmstufe II. Signalisierung des Störfalles durch Kurzschließen einiger Feuchtefühlerstecker, künstliche Beaufschlagung der Tritiumüberwachungsanlage mit Tritium und Verschütten einiger Liter H_2O in R009. Gebäuderäumung erfolgte von

16 Personen innerhalb 0,5 - 1 min
5 Personen innerhalb 2,5 - 3 min
1 Person nach 4 min.

Alle Personen verhielten sich korrekt und benutzten nach dem Verlassen des Gebäudes Strahlungsüberwachungsmonitore bzw. legten zur Vermeidung von Kontaminationsverschleppungen Schutzüberschuhe an.

18.07.73: Gebäudealarm mit Alarmstufe I

Räumung des Reaktorgebäudes (Reaktorhalle, Experimentier- und Kreislaufräume) wegen Ansprechen eines He-Sicherheitsventils (siehe Abschn. 4, Kap. 6 und 9) und Austritt von schwerwasserbefeuchteten und damit tritiumhaltigem Helium in die Gebäudeluft, Ausscheidungs- und Inkorporationsmessungen bei 16, zur Zeit der Störung im Reaktorgebäude befindlichen Personen blieben ohne Befund.

16.10.73: Gebäudealarm mit Alarmstufe I

Räumung der Reaktorhalle unterhalb Höhengcote 9,25 m wegen Tritiumaktivität durch Austritt von D_2O in Raum R009 beim Fluten der Hülschadenüberwachungsanlage (siehe Abschn. 4, Kap. 5). Räumung erfolgte ohne Beanstandungen.

ABSCHNITT 4: BETRIEB DER REAKTORHILFSEINRICHTUNGEN

1. Einleitung

Die Reaktorhilfseinrichtungen [1] verursachten

5	Reaktorschnellabschaltungen	(RSA)
4	Reaktorabschaltungen von Hand	(AB)
4	Reaktorleistungsrücknahmen	(LR)
1	Reaktorleistungsbegrenzung	(LB) und
2	Startverzögerungen	(SV)

Trotz dieser Störungen muß der Betrieb der Anlagen, die einen erheblichen Umfang besitzen, als gut angesehen werden.

Wesentliche Anlagenänderungen wurden im Bereich der Reaktorhilfseinrichtungen nicht durchgeführt.

Den größten Wartungs- und Reparaturaufwand erforderten die Ventile des Schwerwasserkreislaufs und die Sofortbereitschaftsaggregate in der Elektrozentrale.

2. Reaktorschutzsystem

Das Reaktorschutzsystem arbeitete störungsfrei. Bei allen 47 Reaktorschnellabschaltungen liefen die Schaltfunktionen ordnungsgemäß ab. Notwendige Wartungsarbeiten wurden in den Abschaltphasen durchgeführt.

Störungen und besondere Vorkommnisse

15.05.73: (Abschaltphase C') Sicherheitskanal 9:

Auslösung des D O-Programms "q" obwohl durch Umlegen von 2 Störschaltern blockiert. Störungsauslösung durch ²Montagearbeiten im FR2-Geräteraum. Steuerbefehle ohne Folgen, da von diesem Programm gesteuerte Ventile in Abschaltphasen zusätzlich mechanisch blockiert sind.

06.09.73: Sicherheitskanal 2b Strang I und III: Auslösung RSA bei Reaktor-Leistungserhöhung auf 0,1 ϕ_N durch Fehlbedienung beim Einschalten der Regelung.

Größere Reparatur-, Wartungs- und Umbauarbeiten

Abschaltphase A'

Sicherheitskanal 9 Strang I: Verstärker Meßstelle 1P7 wegen Defekts gewechselt und Grenzwert-Einstellung überprüft.

Abschaltphase C'

Sicherheitskanal 7 Strang III: Meßwertumformer Meßstelle 1P12 wegen Nullpunktabweichung gewechselt.

Sicherheitskanal 8: Umrüstung der störungsanfälligen röhrenbestückten Meßstellen 4A14 - 4A16 auf transistorisierte Verstärker, wie in Sicherheitskanal 10 erprobt und Einbau eines gemeinsamen schlüsselverriegelten Meßbereichsumschalter für alle drei Stränge.

Sicherheitskanal 9: Umrüstung der Meßstellen 1P7 - 1P9 auf Meßwertumformer mit Bartonzellen zur Erhöhung der Meßgenauigkeit.

Funktionsprüfungen

Die Funktion der Sicherheitskanäle wird, bei Reaktorbetrieb, täglich überprüft.

Abschaltphase C':

Außerplanmäßige Prüfung der Funktion, Grenzwertaufschaltung und Anzeigegenauigkeit der Sicherheitskanäle 8 und 9, nach Umrüstung der Meßstellen.

Abschaltphase F':

Jährliche Prüfung des Reaktorschutzsystems nach PHB 1.105.

Sicherheitstechnische Mängel wurden bei den Prüfungen nicht festgestellt.

3. Regel- und Abschaltlemente

Die Umrüstung der Trimmabschaltstäbe (TA-Stäbe) auf neue Absorber $\sphericalangle 1 \sphericalangle$ wurde in Abschaltphase A' abgeschlossen.

Wegen zu hohem Abbrand mußten die Absorber der FR-Stäbe 1 und 2 ebenfalls erneuert werden. Dabei wurde, wie bei den TA-Stäben, die Cd-Wandstärke von 1 mm auf 3 mm verstärkt. In einem Meßprogramm wurden die Abbrände der FR-Stäbe ermittelt, deren Betriebsdaten bis zur Umrüstung in folgender Tabelle festgehalten sind.

Tabelle 4.1: Betriebsdaten der abgebrannten FR-Stab-Absorber

Absorber Nr.	Einbau	Ausbau	Ausbau des FR2-Stabes wegen	Betriebszeit des Absorbers bei $N > 10^{-3} N_N$		Cd-Abbrand $\overline{[mm]}$
				$\overline{[h]}$	$\overline{[d]}$	
1	30.08.62	21.04.66	schwergängig	13.491,75	562,15	-
	29.04.66	23.07.69	hoher Abbrand	21.497,36	895,72	-
	25.11.69	16.03.70	hoher Abbrand	2.197,82	91,58	-
	22.09.70	13.11.70	hoher Abbrand	711,13	29,63	-
	21.06.71	19.07.71	Absorberausgleich f. FR2/55	634,28	26,43	-
	21.11.72	19.12.72	Absorberausgleich f. FR2/55	459,55	19,15	-
	Gesamt:			38.991,89	1.624,66	375
2	21.04.66	29.04.66	schwergängig	112,07	4,67	-
	23.07.69	25.11.69	schwergängig	2.305,78	96,07	-
	16.03.70	22.09.70	schwergängig	3.607,37	150,31	-
	13.11.70	28.03.73	hoher Abbrand	15.760,99	656,71	-
	Gesamt:			21.786,21	907,76	650

Mit der Umrüstung wurden gleichzeitig die FR-Stab-Kennzeichnungen geändert.

alte Bezeichnung	FR-Stab 1	FR-Stab 2
neue Bezeichnung	FR-Stab 101	FR-Stab 102
Umrüstdatum	25.05.73	28.03.73

Die Funktionsfähigkeit der TA-Stäbe ist aus Tabelle 9.3, Spalte 17 im Anhang ersichtlich. Bei 47 registrierten Funktionsabläufen wurden 33 mal Teilstörungen in den automatischen Funktionen dokumentiert. Dabei wurden alle Stäbe ordnungsgemäß abgeworfen, die Ankunfts meldung jedoch kam verzögert oder war wegen Defekt gedrückt $\overline{[1]}$.

4 weitere Störungen wurden gezielt zur Funktionsprüfung des Moderatorablasses im Rahmen der vierteljährlichen Prüfung der D₂O-Kreislauf-Steuerung eingeleitet. Moderatorablaß wird bei Versagen eines der 16 TA-Stäbe ausgelöst durch Grenzwerte aus den nuklearen Kanälen des Reaktorschutzsystems. Diese 2. Abschaltvorrichtung mußte bei Reaktorbetrieb nie ausgelöst werden.

Der Reaktorbetrieb wurde durch die Abschalt- und Regelelemente 3 mal gestört. Siehe Tabelle 9.2 im Anhang.

Störungen und besondere Vorkommnisse

- 19.07.73: Reaktorstartverzögerung da TA-Stab-Absorbers Pos. 12 nicht haftete, TA-Stab gewechselt.
Störungsursache: Verschmutzung zwischen E-Magnet und Anker.
- 23.08.73: Reaktorabschaltung von Hand wegen Abfall TA-Stab-Absorber Pos. 1, TA-Stab gewechselt.
Störungsursache: Wicklungsunterbrechung im E-Magnet.
- 06.09.73: Reaktorabschaltung von Hand wegen Abfall TA-Stab-Absorber Pos. 9, TA-Stab gewechselt.
Störungsursache: Windungsschluß im E-Magnet.

Funktionsprüfungen

Die vierteljährlichen und jährlichen Prüfungen nach PHB 1.324, 1.338 und 2.101 bis 2.104 konnten planmäßig durchgeführt werden. Sicherheitstechnische Mängel wurden nicht festgestellt.

Vor jedem Einbau in den Reaktor werden die TA- und FR-Stäbe außerdem auf dem Prüfstand unter betriebsähnlichen Bedingungen getestet.

4. Brennelementüberwachung

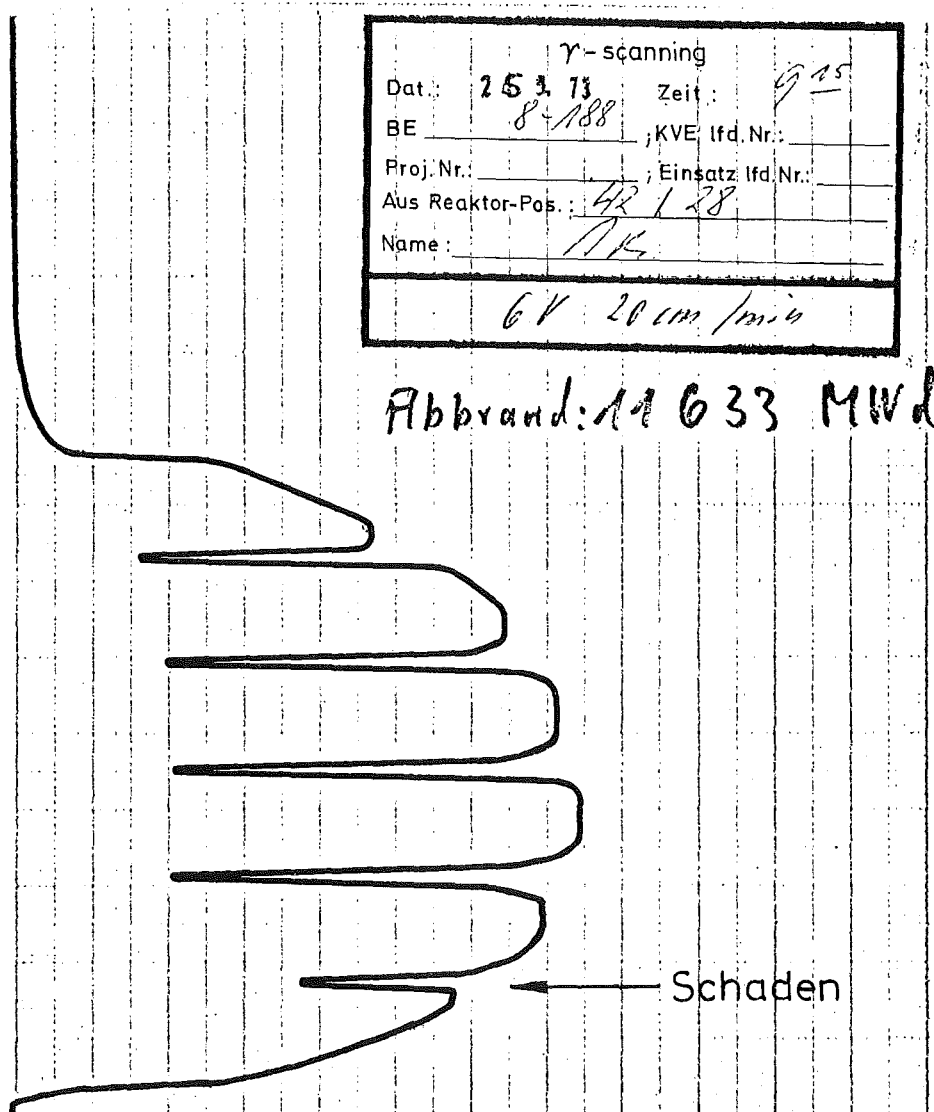
Die Hülschadenüberwachungsanlage überwachte alle Brennelemente, Kapselexperimente und einige Experimentiereinsätze. Während des Berichtszeitraums wurde ein Hülschaden detektiert.

Die um- und ausgeladenen Brennelemente wurden zusätzlich durch Aufnahme von "γ-scans" überwacht.

Störungen und besondere Vorkommnisse

16.09.73: Brennelementschaden BE8-188 über Hüllschadenüberwachungsanlage auf Reaktor-Pos. 42/28 festgestellt. Aktivitätsfreisetzung bis 17.09.73 konstant, danach allmählicher Anstieg der Anzeige der Überwachungsanlagen von 500 I/s auf 5000 I/s. 25.09.73 Reaktorabschaltung von Hand und Ausbau des defekten Brennelements. Dabei aufgenommenes "γ-scan" zeigte Unregelmäßigkeiten zwischen den unteren Brennstabbündeln (Abb. 4.1).

Abb.: 4.1: γ-scan BE8-188 vom 25.09.1973



Betriebswerte BE8-188

Einbau:	11.10.1971
Ausbau:	25.09.1973
Betriebsstunden bei $N > 10^{-3} N$:	13366 h
Abbrand:	11632 MWd/t
Schnellabschaltungen:	69 Stück ^u

Die Demontage in der Heißen Zelle des FR2 bestätigte den Verdacht auf Schaden der unteren Brennstabbündel. Die Stäbe beider Bündel hatten sich gelöst und lagen mit verschiedenen Beschädigungen im Wasserführungsrohr. (Abb. 4.2.1 bis 4.2.4).

Abb.: 4.2.1 bis 4.2.4: Brennstäbe des 5. und 6. Bündels, z.T. mit Hüllschaden

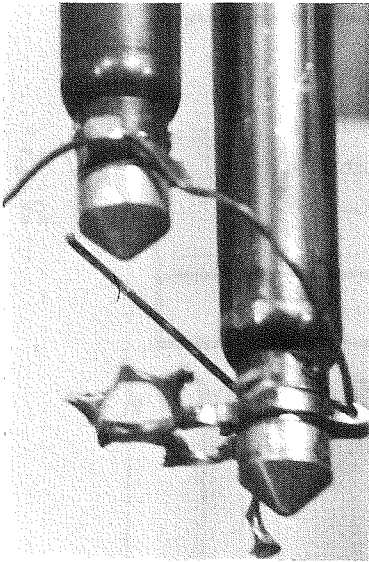


Abb. 4.2.1



Abb. 4.2.2

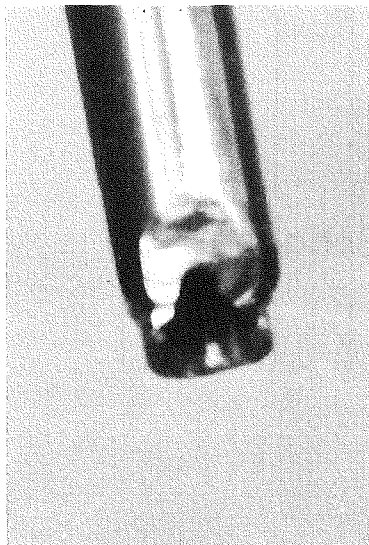


Abb. 4.2.3

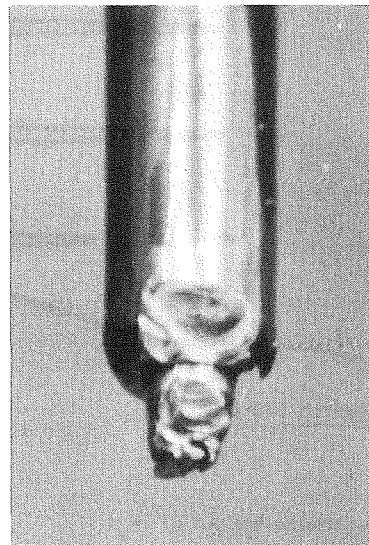


Abb. 4.2.4

5. Schwerwasserkreislauf

Das Betriebsverhalten des Schwerwasserkreislaufs (D_2O -Kreislauf) war gut. Durch ihn wurde nur eine RSA ausgelöst und eine Leistungsbegrenzung erforderlich. Ein Ausfall an Reaktorvollastbetriebszeit entstand dadurch nicht. Alle anderen Störungen konnten während des Reaktorbetriebs und in Abschaltphasen behoben werden.

Folgende Tabellen geben einen Überblick über den Bestand an D_2O und dessen Betriebsdaten.

Tabelle 4.2: D_2O -Bilanz für das Jahr 1973

D ₂ O-Bestand im FR2 am 1.1.1973			38.083,84 kg
Eingefüllte D ₂ O-Mengen von Reaktorqualität (RQ) = 99.800 Mol %:			
Tag	Menge	Bemerkungen	
2.2.	259,90	in 5 m ³ -Behälter eingefüllt	
20.9.	451,70	in 5 m ³ -Behälter eingefüllt	
1.1. bis 31.12.	21,20	für Sperrflüssigkeiten	
1.1. bis 31.12.	9,28	für Perlwasser in Gasanalyse	
	742,08		+ 742,08 kg
Entnahmen für Proben, Analysen und Leckwasser:			
1.1. bis 31.12.	422,92		- 422,92 kg
Entnahmen bei Deuterierung und Entdeuterierung der Mischbett-Filterharze (MiFi 4)			
3./4.10:		Deuterierung	
26. bis 28.11.	351,52	Entdeuterierung	- 351,52 kg
Unwiederbringliche Verluste bei Montagearbeiten, Prüfungen, Störungen und kontinuierliche Verluste:			
1.1. bis 31.12.	rd. 15,5	bei Montagearbeiten im D ₂ O-Kreislauf	
1.1. bis 31.12.	rd. 32	Aus-, Umbau von Reaktoreinbauten wie BE, KVE und Exp. durch Verdampfen	
1.1. bis 31.12.	rd. 28	kontinuierliche Verluste (ermittelt aus den H ³ -Abgaben im Kamin) *)	
18.7.	rd. 4	Sicherheitsventil 27.11 infolge Teilausfall der 60 V-Gleichstromversorgung angesprochen	
20.8.	rd. 0,5	Bei Prüfung nach PHB 1.307 (Ventil 19.15 im Durchgang undicht)	
	rd. 80		- 80,00 kg
D ₂ O-Bestand im FR2 am 31.12.1973			37.971,48 kg
<u>Anmerkung:</u> Bei Reaktorbetrieb ergeben sich rd. 96 g/d an kontinuierlichen *) D ₂ O-Verluste.			

Tabelle 4.3: Betriebsdaten des D₂O

	Jahres		Bemerkungen
	Anfang	Ende	
Isotopenreinheit Mol %	99,621	99,611	Abreicherung kontinuierlich 0,008 Mol % wegen Aus-, Ein- und Umsetzungen von vertikalen Core-Einbauten
Tritiumkonzentration µCi/ml	5600	6500	Kontinuierlich steigend, Sättigungsaktivität noch nicht erreicht
Leitfähigkeit (Gesamt D ₂ O) µS/cm	0,29	0,13	Am 21.05.73 wurde bei 0,36 µS/cm auf Reserve-mischbettfilter umgeschaltet
spezif. γ-Aktivität µCi/ml	Jahresmittel		nach 12 Stunden Abklingzeit
	1 · 10 ⁻²		
spezif. α-Aktivität pCi/ml	5 · 10 ⁻³		Nachweisgrenze: 2 · 10 ⁻³ pCi/ml

Das Schwerwasser zeigte keine Trübung.

Störungen und besondere Vorkommnisse

- 04.04.73: Außerbetriebnahme D₂O-Hauptpumpe Pos. 1.3 und Inbetriebnahme Pumpe und Wärmetauscher Pos. 1.5 wegen Störung H₂O-Kreislauf, siehe Abschn. 4, Kap. 7.
- 17.05.73: Reaktorstartverzögerung wegen Störung in der elektrischen Steuerung D₂O-Hauptpumpe Pos. 1.2. Zwei Hilfsschutz-Spulen und Einschaltspule von Hauptschalter durchgebrannt. Spulen gewechselt und Schaltung geprüft.
- 27.08.73: RSA durch Sicherheitskanal 7. Kurzschluß im Klemmkasten D₂O-Hauptpumpe Pos. 1.2 und Pumpenausfall. Blockierung des Pumpen-Hauptschalters und Inbetriebnahme D₂O-Hauptpumpe Pos. 1.5.
- 16.10.73: Membranbruch D₂O-Ventil 15.42 beim Fluten Hüllschadenüberwachungsanlage. Austritt von rd. 250 g D₂O über Feuchtefühlerbohrung in Raum RO09 (Hüllschadenüberwachungsanlage). Auslösung Gebäudealarm I, siehe Abschn. 2, Kap. 9. Membranwechsel durchgeführt.
- 11.12.73: Eintritt von D₂O in 23 m³-Behälter (betriebsmäßig leer) über im Durchgang undichtetes D₂O-Ventil 17.04. D₂O-Ansammlung im Behälter bis 18.12.1973 rd. 90 l. Ve 17.04 in Zu-Stellung blockiert, danach kein D₂O-Anfall mehr.

Größere Reparatur-, Wartungs- und Umbauarbeiten

19.03.73: D₂O-Spiegelkonstanthaltungspumpe Pos. 1.9 wegen erreichter Laufzeit gewechselt.

03.10.73: D₂O-Hauptpumpe Pos. 1.2 wegen Kurzschluß im Klemmkasten aus- und Reservepumpe eingebaut.

Die routinemäßigen und störungsbedingten Membranwechsel an D₂O-Ventilen sind in folgender Aufstellung enthalten.

Tag	Membran/ Ve-Nr.	Bemerkungen
21.02.73	13.07	Routinewechsel
21.02.73	13.09	undicht
21.02.73	13.10	}
19.03.73	12.02	
19.03.73	12.04	
20.03.73	10.02	} Routinewechsel
20.03.73	13.07	
20.03.73	13.10	
20.03.73	13.09	undicht
07.05.73	13.06	}
07.05.73	13.11	
07.05.73	13.17	
07.05.73	13.18	
08.05.73	13.13	
08.05.73	13.39	
08.05.73	13.40	
25.06.73	13.12	
25.06.73	13.21	
25.06.73	13.22	
25.06.73	13.37	} Routinewechsel
25.06.73	13.38	
26.06.73	13.02	
27.06.73	13.01	}
13.08.73	12.01	
13.08.73	12.03	
14.08.73	10.04	an Einspannung undicht
15.08.73	13.01	an Einspannung undicht ca. 0,75 l D ₂ O-Verlust
08.10.73	19.15	Routinewechsel
10.10.73	16.04	}
11.10.73	10.12	
16.10.73	15.42	gerissen (250 g D ₂ O-Verlust)
18.10.73	17.04	}
19.10.73	12.08	
27.11.73	12.08	}
27.11.73	17.04	
05.12.73	13.01	an der Einspeisung undicht

Funktionsprüfungen

Abschaltphase B', D' und G': Vierteljährliche Prüfung D₂O-Kreislauf nach PHB 1.103.

Abschaltphase F': Jährliche Prüfung D₂O-Kreislauf nach PHB 1.104. Die jährliche Prüfung schließt die vierteljährliche ein.

Bei den Prüfungen wurden keine nennenswerten Mängel festgestellt.

6. Heliumkreislauf

Der Helium-Hauptkreislauf und Helium-Steuerdruckkreislauf konnte nahezu störungsfrei betrieben werden.

Tabelle 4.4: Betriebsdaten des Kreislaufheliums

		Bemerkungen
mittl. N ₂ -Gehalt	1,3 %	durch Lufteinbrüche
mittl. O ₂ -Gehalt	0,5 %	Konstanthaltung durch gezielte Zudosierung
He-Verlust	120 m ³	vor allem bedingt durch Störung vom 18.07.1973
He-Reinigungen	6	flüssiger Stickstoff: rd. 5500 Nm ³ ausgereinigte Luft: rd. 15 m ³

Störungen und besondere Vorkommnisse

18.07.73: Ansprechen Sicherheitsventil 27.11 infolge Ausfall 60 V-Gleichspannungsversorgung Schaltwartenetz.

He-Verlust: rd. 26 m³
D₂O-Verlust: rd. 4 kg.

18.10.73: Lufteinbruch über D₂O-Ventil 12.08 (Core-Spiegelkonstanthaltung) in den 5 m³-D₂O-Behälter über Feuchtefühlerbohrung und defekte Ventilmembrane. Leckdetektion über He-Gasanalyse. Feuchtefühlerbohrung bis zum Membranwechsel mit Stahlstopfen verschlossen.

Größere Reparatur-, Wartungs- und Umbauarbeiten wurden im Helium-Kreislauf nicht durchgeführt.

Funktionsprüfungen

3., 17., 31. und 46. Woche 1973: Vierteljährliche Funktionsprüfung des He-Kreislaufs nach PHB 1.107.

25. und 26. Woche 1973: Jährliche Prüfung der Sicherheitsventile nach PHB 1.315 mit gleichzeitiger TÜV-Abnahme des Sicherheitsventils 26.33.

Die Prüfungen ergaben keine sicherheitstechnischen Beanstandungen.

7. Leichtwassersysteme

In den Leichtwassersystemen [2] traten zwei, den Reaktor beeinträchtigende, Störungen auf. Der Betriebsverlauf der Anlagen war zufriedenstellend.

Tabelle 4.5: Wasserverbrauch und Erzeugung vollentsalzten Wassers

Verbrauch/Erzeugung		Bemerkungen
Rohwasserverbrauch	685.559 m ³	Gesamt-FR2-Bezirk
Erzeugung vollentsalzten Wassers	341.706 m ³	
Anzahl der Regenerationen	620	mittl. Durchsatz 567 m ³
Verbrauch an Regenerationsmitteln:		
Natronlauge	148 t	50 % Konz.
Salzsäure	426 t	30 % Konz.

Tabelle 4.6: Abwasser im FR2-Bezirk

Abwasserart/Abwassersystem	Abwassermenge [m ³]	Bemerkungen
Regenwassernetz	290.527	hauptsächlich Kühlwasser für Experimente und Kältemaschinen
Chemieabwasser	55.195	hauptsächlich aus Wasseraufbereitungsanlage
radioaktives Abwasser	261	---
häusliches Abwasser	6.000	---
Σ	351.983	---

Über die Kühltürme wurden 333.576 m³ entsprechend der Energieabgabe des Reaktors verdampft.

Aufgrund einer erweiterten Sicherheitsbetrachtung für das Behältergebäude des FR2 und einer gutachtlichen Stellungnahme des TÜV-Mannheim (Techn. Bericht Nr. 116-501-6.1-1) konnte dem Bereich ADB ein weiterer 300 m³-Behälter (Beh. 9.9) und somit 50 % der Lagerkapazität für die Zwischenlagerung schwachaktiver Abwässer zur Verfügung gestellt werden. Dem FR2 verbleibt somit noch ein Lagervolumen von rd. 500 m³.

Tabelle 4.7: Einlagerung schwachradioaktiver Abwässer im Behältergebäude des FR2

Zugang		Abgang		lfd. Gesamtlagerung	
Datum	Menge [m ³]	Datum	Menge [m ³]	Beh. 9.9 [m ³]	Beh. 9.10 [m ³]
Übertrag:	-	-	-	0	0
01.02.73	150	-	-	0	150
-	-	08.02.73	55	0	95
-	-	15.03.73	95	0	0
17.05.73	35	-	-	0	35
18.05.73	25	-	-	0	60
20.05.73	10	-	-	0	70
25.05.73	230	-	-	0	300
28.05.73	100	-	-	100	300
29.05.73	40	-	-	140	300
30.05.73	40	-	-	180	300
01.06.73	40	-	-	220	300
04.06.73	55	-	-	275	300
-	-	07.07.73	125	275	175
-	-	08.07.73	90	275	85
-	-	10.07.73	85	275	0
-	-	10.07.73	53	222	0
-	-	16.07.73	130	92	0
-	-	22.07.73	92	0	0
01.08.73	115	-	-	0	115
-	-	02.08.73	60	0	55
10.08.73	120	-	-	120	55
-	-	28.08.73	110	10	55
04.09.73	150	-	-	85	130
08.09.73	150	-	-	235	130
-	-	14.09.73	140	95	130
-	-	20.09.73	150	20	55
27.09.73	150	-	-	20	205
28.09.73	150	-	-	70	305
-	-	01.10.73	150	70	155
-	-	04.10.73	150	70	5
-	-	09.10.73	70	0	5
12.12.73	150	-	-	0	155
Σ	1710	-	1555	-	-

Behälter 9.9 wurde in Abschaltphase F' dekontaminiert.

Störungen und besondere Vorkommnisse

- 21.03.73: Überlaufen des 40 m^3 -H₂O-Hochbehälters im Zwischengebäude (Höhencote +23 m) bei Arbeiten am Druckluftverteiler 4P53. Rohwasser-Zulaufventil 35.05 wurde nach Druckluftentlastung vom Rohwasserdruck aufgedrückt. Es entstand geringer Wasserschaden. Zur Vermeidung solcher Störungen wurde ein Überlaufsignal zur Schaltwarte durchgeschaltet.
- 04.04.73: Reaktor-Leistungsrücknahme wegen durchgerostetem Ventilunterteil Ve 30.23 im H₂O-Hauptkreislauf vor Wärmetauscher Pos. 2.3. Umschaltung D₂O-Kreislauf auf Pumpe und Wärmetauscher Pos. 1.5 (H₂O-Seite Wt. Pos. 2.5). Ventilreparatur am 28.05.73 und 27.06.73 (Abschaltphase C' und D').
- 29.08.73: RSA durch Fehlbedienung beim Einbau eines Hilfsrelais in E-Verteilung 6a für H₂O-Sumpfpumpe Pos. 2.11. Dabei versehentliche Unterbrechung der Steuerspannung für Kühlpumpe Pos. 2.17 und 2.18 Thermischer Schildkühlkreislauf und Ausfall der Pumpen mit RSA über u.GW. Meßstelle 2Q23.
- 15.10.73: Wasseraustritt aus Ventil 31.03 Thermischer Schildkühlkreislauf am Reaktorumfang beim Auffüllen 5 m^3 -H₂O-Behälter im Zwischengebäude obwohl zwischen beiden Kreisläufen keine betriebsmäßige Verbindung vorhanden. Wegen Wartungsarbeiten am Druckluftverteiler war Zulaufventil 31.45 für Pufferbehälter Thermischer-Schildkühlkreislauf druckluftentlastet und wurde beim Öffnen der gemeinsamen Behälterfülleitung aufgedrückt. Austritt von rd. 100 l kontaminationsfreiem H₂O aus gerissener Membrane Ve 31.03.
- 01.11.73: Außerbetriebnahme H₂O-Hauptpumpe Pos. 2.1 wegen Lagerschaden und Inbetriebnahme Pumpe 2.4. Lagerwechsel erfolgte am 19.11.73.

Größere Reparatur-, Wartungs- und Umbauarbeiten

- 26.11.73: Überprüfung der Ventilmembranen von Ve 31.01, 31.06, 31.11, 31.39 und 31.41 im Thermischen-Schildkühlkreislauf infolge der am 15.10.73 aufgetretenen Störung. Alle überprüften Membranen porös, daraufhin Wechsel sämtlicher Ventilmembranen (29 Stück) dieses Kreislaufs.

Funktionsprüfungen

- Abschaltphase C': Jährliche Prüfung des H₂O-Kreislaufs nach PHB 1.106 ohne Beanstandungen.
- Abschaltphase F': TÜV-Prüfung Pufferbehältersicherheitsventil 31.47 im Thermischen-Schildkühlkreislauf.

8. Lüftungssysteme

Die Lüftungssysteme des FR2 [2] verursachten keine Störungen des Reaktorbetriebs.

In Abschaltphase G' wurde parallel zum Kohlefilter der Abluftanlage für halogenhaltige Abgase eine Kontrollfilteranlage eingebaut. Die Anlage besteht aus zwei Einzelfiltern, die eine Kohlefüllung entsprechend der Kohlebeladung des Betriebsfilters aufweisen. Die Länge der Kohlefüllung entspricht mit 50 cm der Filterbettiefe des Betriebsfilters. Dadurch ergeben sich ungefähr gleiche Filterdifferenzdrücke von Kontrollfilter und Betriebsfilter.

Die Kontrollfilteranlage dient der Vereinfachung und Kostensenkung der jährlichen Prüfung der Kohle des Jodfilters. Nach Ablauf eines Jahres wird ein Kontrollfilter, zur Überprüfung des Abscheidegrades auf Jod, ausgebaut. Das zweite Kontrollfilter bleibt ein weiteres Jahr in Betrieb, wenn die Prüfung einen ausreichenden Abscheidegrad ergibt. Entsprechend wird mit dem zweiten Kontrollfilter verfahren. Nach max. 3 Jahren wird ein Kohlewechsel der Betriebsfilter durchgeführt.

Zur besseren Raumluchtüberwachung im Lüfterbau, insbesondere auf Ar-41 und einer dadurch möglichen schnelleren Detektion von Luftlecks auf der Druckseite von Abluftgebläsen aus dem Reaktorblock und zur Überwachung der angesaugten Frischluft im Vorfilterraum des Lüfterbaues wurde je eine β - γ -empfindliche Meßstelle (4A50 und 4A52) neu installiert.

Die im Abluftplan für den FR2 zulässigen Werte wurden nicht überschritten [13].

Tabelle 4.8: Ableitung radioaktiver Stoffe über FR2-Abluftschornstein im Jahre 1973

Monat	Tritium (H-3) [Ci]	Argon (Ar-41) [Ci]
nach Abluftplan zulässiger <u>Monatswert</u>	120,00	30.000
Januar	18,21	14.974
Februar	53,40	11.257
März	59,20	10.662
April	12,40	15.773
Mai	51,30	10.600
Juni	15,30	12.800
Juli	65,70	13.182
August	62,70	10.450
September	16,00	15.610
Oktober	50,20	7.813
November	18,10	13.400
Dezember	60,70	13.487
Gesamt:	483,21	150.008
nach Abluftplan zulässiger <u>Jahreswert</u>	1.000,00	220.000

Störungen und besondere Vorkommnisse

- 04.04.73: Frigenverlust aus Kältekreislauf durch Öffnen eines falschen Dichtflansches bei Reparaturarbeiten. Dadurch Frigen-Ansaugung in die Luftkreisläufe und Aktivierung in den Reaktorkühlkanälen. Aktivitätsausstoß über Abluftschornstein rd. 3 Ci Cl-38.
- 12.06.73: Außerbetriebnahme Druckluftkompressor 4.1 wegen starker Laufgeräusche. Inspektion ergab Laufspuren an den Zylinderbuchsen.
- 15.06.73: Gebläse 4.2 (Abluft horizontale Experimentierkanäle) außer Betrieb genommen. Lager-schaden.

Größere Wartungs-, Reparatur- und Umbauarbeiten

23. Woche 1973:

Generalüberholung Druckluftkompressor 4.3. Erneuerung der Zylinderbuchsen, Kolben- und Dichtringe.

30. und 31. Woche 1973:

Überholung Druckluftkompressor 4.1 nach Störung vom 12.06.73. Erneuerung der Kolbenstange, Stopfbuchse, Kolben- und Dichtringe sowie Nacharbeitung der Zylinderbuchsen.

Im Berichtszeitraum wurden alle Meßstellen zur γ -Strahlungsraumüberwachung mit transistorisierten Ratenometern, neuer Grenzwertsignalisierung und Fernanzeige zur Schaltwarte ausgerüstet. Die störungsanfälligen Röhrengeräte sind damit entfallen.

Funktionsprüfungen

Abschaltphase B', E' und G':

Vierteljährliche Prüfung der Luftkreisläufe nach 1.109.

Abschaltphase C':

Jährliche Prüfung der Luftkreisläufe nach PHB 1.110. Die jährliche Prüfung schließt die vierteljährliche ein.

Bei den Prüfungen festgestellte Mängel wurden umgehend beseitigt.

14.11.1973: TÜV-Prüfung 10 m³-Druckluftanlage und Druckluft-Trocknungsanlage. Keine Beanstandungen.

9. Elektrische Energieversorgungsanlagen

Die elektrischen Energieversorgungsanlagen arbeiteten zuverlässig. Nur die Sofortbereitschaftsaggregate (SBA) verursachten einen größeren Wartungs- und Reparaturaufwand.

Den Reaktor und dessen Experimente beeinträchtigende Störungen erfolgten durch zwei Ereignisse außerhalb des FR2-Bereichs und einmal durch Anlagenfehler.

Der Verbrauch an elektrischer Energie lag mit

rd. 18 Mio kWh

in der Größenordnung des Vorjahres.

Störungen und besondere Vorkommnisse

Tabelle 4.9: Netzausfälle im Jahre 1973

Datum	Dauer	Folgen auf Reaktorbetrieb	Ursache
03.05.73	> 1s	RSA	Ausfall Hochspannungsversorgung KFZK
28.05.73	< 1s	Störung Exp. FR2/14 Exp. FR2/16 Exp. FR2/26 Exp. FR2/32 Exp. FR2/55a Exp. FR2/76 Exp. FR2/78 Notausfahrt Rohrpostkapsel	Kurzschluß im 110 kV-Netz des EVU Badenwerk, außerhalb KFZK

18.07.73: RSA durch teilweisen Ausfall der 60 V-Gleichstromversorgung.
Ursache: Durchschmelzen einer 50 A-Löschbandsicherung, wahrscheinlich aus Altersgründen (Einsatzdauer 10 Jahre). Andere Ursachen aus Schreibernaufzeichnungen und Messungen nicht erkennbar.

Auswirkungen: RSA über Reaktorschutzsystem, D₂O-Moderatorablaß und Rieselkühlung der Brennelemente, Ausfall der Reaktor-Lüftungsanlagen und des H₂O-Hauptkreislaufs.

Die Kühlung des Reaktors war zu keinem Zeitpunkt gefährdet, da alle wesentlichen Ventile auslegungsgemäß eine für die Aufrechterhaltung der Kühlung sichere Stellung einnahmen. Die D₂O-Hauptpumpe Pos. 1.1 und D₂O-Notkühlpumpe Pos. 1.6 wurden vom Reaktoroperator sofort über Notschalter von Hand zugeschaltet.

Durch 60 V-Ausfall wurde Rieselkühlbehälter ganz entleert, da erstes vorgeschaltetes Ventil 15.80 nicht automatisch schließen konnte und Schließen des zweiten motorbetriebenen Auslaufventils von Hand unterblieb. Das in diesem Behälter befindliche Helium (Energiespeicher für Rieselkühlung) entspannte in He- und D₂O-Kreislauf und brachte Sicherheitsventil 27.11 zum Ansprechen. Rd. 26 m³ schwerwasserbefeuchtetes He gelangten in das Reaktorgebäude. Wegen möglicher Kontamination der Luft wurde Reaktorgebäude mit Gebäudealarm I, siehe Abschn. 2, Kap. 9, geräumt.

Folgeschäden, insbesondere an Brennelementen und Versuchseinsätzen, sind nicht aufgetreten.

Der Störfall wurde in den wöchentlichen Unterrichten für das Betriebspersonal durchgesprochen, wobei auf die bei Steuerspannungsausfall zu treffenden Maßnahmen besonders hingewiesen wurde.

08.11.73: Kurzschluß an Schleifdrähten Lagerbeckenhallenkran bei Montagearbeiten durch Berührung mit 4 m langem Werkzeug. Kein Personenschaden, Ersatz der Schleifdrähte durch Schleppkabel.

16.11.73: Feststellung eines leichten Lagerschadens an SBA 3 mit Hilfe von Schwingungsmessungen. Außerbetriebnahme am 22.11.73 wegen stärker werdender Laufgeräusche

Größere Wartungs-, Reparatur- und Umbauarbeiten

a) Sofortbereitschaftsaggregate (SBA)

SBA 1: 19.02. - 19.03.73: Generalüberholung, sämtliche Lager gewechselt (Laufzeit 6800 h).

24.05.73: Inspektion Dieselmotor mit Besichtigungen eines Zylinders, ohne Befund.

SBA 2: 13.06.73: Inspektion Dieselmotor

09.10. - 24.10.73: Starker Abgasqualm, Zylinder 5
Wasserschaden, Zylinderbuchse und Kolben gewechselt.

SBA 3: 14.06.73: Inspektion Dieselmotor

22.11. - 12.02.73: Reparatur der am 16.11.73 aufgetretenen Störung. Induktionskupplung zeigte wieder große Risse zwischen Kurzschlußstäben und -ringen, da Reparatur im Vorjahr 1 durch Hersteller nicht ordnungsgemäß durchgeführt wurde. Reparatur der Kupplung durch eigene Instandsetzungsabteilung mit Röntgenuntersuchung der Schweißnähte und Wechsel des Käfig- und Kupplungslagers.

SBA 4: 09.04. - 19.04.73: Generalüberholung, sämtliche Lager gewechselt.

16.07.73: Inspektion Dieselmotor

b) Schaltanlage

31.01.73: Überholung der Leistungsschalter im GS-Schrank durch Hersteller.

26.06. - 28.06.73: Überholung der Leistungsschalter in NS-Verteilung durch Hersteller.

Funktionsprüfungen

Die Prüfungen der elektrischen Energieversorgungsanlagen wurden nach Prüfplan durchgeführt. Die Funktionsabläufe waren in Ordnung. Festgestellte Anlagenmängel wurden sofort behoben.

10. Sonstige Reaktorhilfseinrichtungen

Schleusenüberwachungsanlage

Wegen Reduzierung des Wachpersonals am FR2 mußten die Überwachungseinrichtungen der Reaktorzugänge verbessert werden. Dazu wurden an der Hauptpersonen- und Heiße-Zellenschleuse Fernsehkameras mit Blickrichtung auf die Schleusen und die dazugehörigen Sichtgeräte in der Schaltwarte FR2 installiert. Außerdem wurden Bedienungstasten für Schaltwarten-, Hauptpersonen- und Heiße-Zellenschleuse sowie Schleusenstellungsmelder für alle Schleusen im Steuerpult FR2 eingebaut.

Die zentrale Überwachung der Schleusen mußte als zusätzliche Aufgabe von der Bedienungsmannschaft übernommen werden.

ABSCHNITT 5: EIGENÜBERWACHUNG AM FR2

Der Prüfplan für die Funktionsprüfungen (Abb. 5.1.1 bis 5.1.6) konnte eingehalten und alle Prüfungen durchgeführt werden. Hierfür wurden

rd. 4840 h $\hat{=}$ 2,6 Mannjahre

bei durchschnittlich 219 Arbeitstagen pro Jahr und 42 Wochenarbeitsstunden, benötigt.

Die kurzfristig wiederkehrenden Prüfungen (Abb. 5.2) verlangten nochmals einen Personenaufwand von

rd. 820 h $\hat{=}$ 0,5 Mannjahre.

In diesen Zeiten sind Prüfungen und Kontrollen, die vor jedem Reaktorstart gefordert werden und Prüfungen aufgrund der Unfallverhütungsvorschriften nicht enthalten.

Tabelle 5.1: Prüfungen aufgrund von Unfallverhütungsvorschriften im Jahre 1973

1. Durch den TÜV nach VBG 17 Druckbehälter	24, Abs. 1:	
- regelmäßige äußere Prüfung -		
1.1 He-D ₂ O-Kreislauf		
Rieselkühlbehälter	Pos. 4.1.9/6	14.11.73
1.2 Kühlkreislauf Thermischer Schild		
Druckbehälter	Pos. 4.2.18/2	09.10.73
1.3 Druckluft		
Druckluftbehälter	Pos. 4.4.16/8a	05.03.73
Druckluftbehälter	Pos. 4.4.16/8b	05.03.73
Druckluftbehälter	Pos. 4.4.16/8c	05.03.73
Druckluftbehälter	Pos. 4.4.16/8d	05.03.73
Druckluftbehälter	Pos. 4.4.16/9	09.02.73 + 14.11.73
Adsorber A	Pos. 4.4.16/6a	09.02.73 + 14.11.73
Adsorber B	Pos. 4.4.16/6b	14.11.73
Druckluftfilter	Pos. 4.4.16/7	09.02.73 + 14.11.73
Druckluftbehälter	Keller Technikumshalle	09.02.73

1.4 FR2/2 Tieftemperatur Bestrahlungsanlage

Wärmetauscher	Pos. 2P - Wt 1/2	09.10.73
Speicherbehälter	Pos. 2C - Bh 1	09.10.73
Speicherbehälter	Pos. 2H - Bh 2	09.02.73 + 09.10.73

1.5 FR2/16 Kalte Neutronenquelle

Helium-Pufferbehälter	Pos. PK - Bh 50	06.11.73
Helium-Pufferbehälter	Pos. PK - Bh 51	06.11.73
Druckgaskühler	Pos. PK - Wt 7	06.11.73
Druckgaskühler	Pos. PK - Wt 8	06.11.73
Ring-Gegenströmer	Pos. PK - Wt 9	06.11.73
Helium-Reiniger I	Pos. PR - Wt 3	
	Pos. PR - Bh 38	06.11.73
Helium-Reiniger II	Pos. PR - Wt 4	
	Pos. PR - Bh 39	06.11.73

1.6 FR2/26 Heliumloop

Druckrohrunterteil	Pos. H - Le 101	04.12.73
Staubfilter	Pos. H - Fi 105	28.11.73
Halogenfilter	Pos. H - Fi 101	28.11.73
Wasserkühler	Pos. H - Wt 101	28.11.73
Halogen-Adsorber	Pos. H - Fi 102	28.11.73
Staubfilter	Pos. H - Fi 103	28.11.73
Wärmetauscher	Pos. R - Wt 201	28.11.73
Erhitzer	Pos. R - Hz 201	28.11.73
Cu-O-Kontakt	Pos. R - Fi 201	28.11.73
Gegenstrom-Wärmeaust.	Pos. R - Wt 203	28.11.73
Tieftemp. Adsorber	Pos. R - Fi 202	28.11.73
Auffangtank	Pos. S - Bh 401	28.11.73
Regenerator	Pos. 26 K - Rg 1	04.12.73
Regenerator	Pos. 26 K - Rg 2	04.12.73
N ₂ -Wärmeaustauscher	Pos. 26 K - Wt 7	
	Pos. 26 K - Wt 8	04.12.73
N ₂ -Standtank		12.12.73

1.7 FR2/55a Dampfkontaminationsloop

Reaktoreinsatz		27.03.73
Vorwärmer	Pos. P - Hz 1	
Verdampfer	Pos. P - Hz 2	
Überhitzer	Pos. P - Hz 3	12.12.73
Enthitzer	Pos. P - Eh 1	

2. Durch den TÜV nach VGB 17 Druckbehälter 22, Abs. 1:

- regelmäßige innere Prüfung -

2.1 He-D₂O-Kreislauf

Rieselkühlbehälter Pos. 4.1.9/6 14.11.73

2.2 Druckluft

Druckluftbehälter Pos. 4.4.16/9 14.11.73

Adsorber A Pos. 4.4.16/6a 14.11.73

Adsorber B Pos. 4.4.16/6b 14.11.73

Druckluftfilter Pos. 4.4.16/7 14.11.73

Druckluftbehälter Keller Technikumschalle 05.10.73

2.3 FR2/2 Tieftemperatur Bestrahlungsanlage

Wärmetauscher Pos. 2P - Wt 1/2 5.10. + 09.10.73

Speicherbehälter Pos. 2C - Bh 1 5.10. + 09.10.73

Speicherbehälter Pos. 2H - Bh 2 09.10.73

3. Durch den TÜV nach VGB 17 Druckbehälter 22, Abs. 2:

- regelmäßige Druckprüfungen -

3.1 Druckluftbehälter

Keller Technikumschalle 05.10.73

4. Selbstfahraufzüge

durch den TÜV nach der Aufzugsverordnung:

Diese Prüfungen werden durch Abteilung Ekf/FK veranlaßt und mit dem TÜV durchgeführt.

5. Nach VGB 6 Hebezeuge 94, Abs. 2 wurden sämtliche Krane und Hebezeuge in Eigenverantwortung durch Sachkundige im Jahre 1973 überprüft.

6. Nach UVV 10 Flurförderfahrzeuge § 20 wird der 2,5 t-Gabelstapler Fabrik-Nr. 30 626 durch Wartungsvertrag mit Lieferer überprüft.

Die übrigen Flurförderzeuge wartet RBT/FR2.



FR 2 PHB	Prüfung: Reaktorbetrieb Woche	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53																																																				Bemerkungen
1.101 147	Sicherheitssystem (täglich)	siehe kurzfristig wiederkehrende Prüfungen																																																				
1.102 216	Meßwertverarbeitung, Temp. (jährlich)	X																																																				5h 2
1.103 189	D ₂ O-Kreislauf (Vierteljährlich)	X																																																				2h 4
1.104 190	D ₂ O-Kreislauf (jährlich)	X																																																				2d 3
1.105 312	Sicherheitssystem (jährlich) K 1-10 und aufgesch. Signale	K K 9 8																																																				3d 4
1.106 79	H ₂ O-Kreislauf (jährlich)	X																																																				3d 3
1.107 44	He-Kreislauf (Vierteljährlich)	X																																																				2h 2
1.108 242	Dichtheit Gebäude (jährlich)	X																																																				1d 6
1.109 150	Luftkreislauf (Vierteljährlich)	X																																																				3h 3
1.110 191	Luftkreislauf (jährlich)	X																																																				1d 4
1.111 160- 164	Überprüfung Strahlendosimeter (monatlich)	siehe kurzfristig wiederkehrende Prüfungen																																																				
1.112 89	γ-Strahlungs-Raumüberwachung (Vierteljährlich)	X X																																																				2d 2
1.113 259	γ-Strahlungs-Kreislaufüberwachung D ₂ O, H ₂ O (jährlich)	X																																																				
1.114 259	β-γ-Strahlungs-Raum- bzw. Abluftüberwachung (jährlich)	Kehnlinienaufnahme X X																																																				
1.115 259	α-β-γ-Strahlungsüberwachung in Räumen und Kreisläufen (jährlich)	X X																																																				
1.116 259	R-Strahlungsraumüberwachung (jährlich)	Kehnlinienaufnahme X																																																				
1.117 259	γ-Strahlungs-Müllschadenüberwachung (jährlich)	Kehnlinienaufnahme X X																																																				
1.118 196	Isotopenkanalüberwachung (jährlich)	X X																																																				1d 3
1.119 24	Netzausfall-Schaltwarte (Vierteljährlich)	X																																																				3h 2
1.120 26	Netzausfall-Schaltwarte (jährlich)	X																																																				3h 3
1.121 240	Gebäudealarm (wöchentlich)	siehe kurzfristig wiederkehrende Prüfungen																																																				
1.122 108	Zusatzbeleuchtung (wöchentlich)	siehe kurzfristig wiederkehrende Prüfungen																																																				

Zeichenerläuterung: Reaktor a.B. (erforderlich für Prüfung):

2h → Zeitdauer der Prüfung
3 → notwendige Anzahl der Mitarbeiter

Freigabe: *Philipp*

Abb. 5.1.1
Formbl. Nr. 297/1



Gesellschaft für Kerntforschung m b H
 Karlsruhe
 Abteilung Reaktorbetrieb

Funktionsprüfungen 1973

Eigenüberwachung
FR 2

Ausgabe: 0-151272
Blatt: 2 von 6

FR 2 PH 6	Prüfung : Reaktorbetrieb Woche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	Bemerkungen				
1-123 119	Sicherheitsbeleuchtung (halbjährlich)											X																																											2d 3	1 Woche vor Abschaltung			
1-124 122	Gegensprechanlage (jährlich)												X	X																																										5d 2			
1-125 97	Eichung Meßstelle für "therm. Reaktor- leistung" (jährlich)																																																							2d 4			
1-126 31	Grenzkontakte, Einstellung (2-jährlich)																																																							10d 2	O ₂ -He, H ₂ O und Luft-Kreisläufe		
1-127 25	Strahlensübergeräte (vierteljährlich)																																																							1d 2	Letzte Prüfung nach PHB 1-116 4A8-16, M12-15		
1-128 291	Signalisierung, Müllschadenüberwachung (jährlich)																																																							5h 2	im gleichen Zeitraum wie PHB 1-117		
1-129 239	4 ² -Rieselkühlungsbehälter, Auslaufkennlinie (jährlich)																																																								zusammen mit PHB 1-104		
1-130 128	Sicherheitssystem, Grenzwerteinstellungen (monatlich)	← siehe kurzfristig wiederkehrende Prüfungen →																																																									
1-131 310	Fernsehanlage (1 x je Phase)	← siehe kurzfristig wiederkehrende Prüfungen →																																																									
1-132 344	Aktivblutlanlage 1000 m ³ /h (jährlich)																																																							1d 3	zusammen mit PHB 1-110 gleichzeitig Wartung Kluppe 47.01		
1-133 300	Aktivblutlanlage 4/8000 m ³ /h (jährlich)																																																							1d 3	zusammen mit PHB 1-110 gleichzeitig Wartung Kluppe 48.01		
1-134	Wirkleistungsrelais (jährlich)																																																								2d 2		
1-201 23	Netzausfall-EVS (vierteljährlich)																																																								3h 3	36 h nach Ende Vollbetrieb zusammen mit PHB 1-110	
1-202 25	Netzausfall-EVS (jährlich)																																																								6h 4	zusammen mit PHB 1-120 am Ende einer längeren Abschaltphase	
1-203 75	Energieversorgung SW in 0003 (vierteljährlich)																																																									3h 3	
1-204 76	Energieversorgung SW in 0003 (jährlich)																																																									1d 3	
1-205	Sofortbereitschafts- und Notstrom- aggregat (wöchentlich)	← →																																																									
1-206 98	Signal- und Meldeanlagen in E-Zentrale (jährlich)																																																									9d 3	
1-207 200	Batterien E-Zentrale (jährlich und vierteljährlich)																																																								2d 1	Starkladung 3x, [1/4] (jährlich)	
1-208 263	Batterien 0004 (jährlich und vierteljährlich)																																																									2d 1	Starkladung 3x
1-209 F	Überprüfung Erdung (2-jährlich)	← wird von RB/E festgelegt →																																																									

Formbl. Nr. 292 / 1
Abb. 5.1.2

Zeichenerklärung: Reaktor a. B. (erforderlich für Prüfung);

2 h → Zeitdauer der Prüfung
3 → notwendige Anzahl der Mitarbeiter

Freigabe: *Philipp*



Funktionsprüfungen 1973

Eigenüberwachung
 FR 2

Ausgabe: 0-151272
 Blatt: 3 von 6

FR 2 PHB	Prüfung: Reaktorbetrieb Woche	Tage																																																					Bemerkungen
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	
1.210 F	Blitzschutzanlage (2-jährlich)	wird von RB/E festgelegt																																																					
1.211 261	Fahrbares 60 KVA-Hotstromaggregat (monatlich)				X				X										X									X												X									X						
1.212 262	Lastbetrieb der SBA (monatlich)				X																								X																										
1.213 E	Starterbatterien (jährlich)																												X	X																									
1.214 E	Batterien E-Zentrale 1a (jährlich und vierteljährlich)												X																	X																	X								
1.301 132	Aufzüge	entspr. VVV bzw. § 24 Gewerbeordnung																																																					
1.302 181	Greifer BE-Flasche (wöchentlich)	[Empty]																																																					
1.303 29	Sprinkleranlage (vierteljährlich)				X																										X																		X						
1.304 30	Sprinkleranlage (jährlich)																																																						
1.305 41	Wechselmaschine in R110 (jährlich)																																																						
1.306 42	Horizontalflasche und äußerer Strahlenschieber (jährlich)	vor jeden Einsatz																																																					
1.307 51	D ₂ O-Sumpf (jährlich)																																																						
1.308 58	40 m ³ - und 5 m ³ -Behälter (vierteljährlich)				X																									X																		X							
1.309 67	Schleusen (vierteljährlich)																																																						
1.310 68	Schleusen (jährlich)																																																						
1.311 73	Absenkschacht (jährlich)																																																						
1.312 78	BE-Flasche (vierteljährlich)																																																						
1.313 77	BE-Flasche (jährlich)																																																						
1.314 81	Behälterbau (vierteljährlich)																																																						
1.315 90	He-Kreislauf, Sicherheitsventile (jährlich)																																																						
1.316 316	Druckluftanlage, Analyse der Betriebsstunden (vierteljährlich)												X																																										

Formblatt Nr. 294/1

Abb. 5.1.3

Zeichenerklärung | Reaktor a. B. (erforderlich für Prüfung);

2h → Zeitdauer der Prüfung
 3 → notwendige Anzahl der Mitarbeiter

Freigabe: *Philipp*



FR 2 PHB	Prüfung: Reaktorbetrieb Woche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	Bemerkungen												
1-317 95	Druckluftanlage, Dichtheit und Sicherheitsventile (jährlich)					X	X																																															2d 4													
1-318 94	Dichtheit Absolutfilter (jährlich)																																																										5d 2								
1-319 346	Luftkreislauf, Druck- und Durchflussmessungen (jährlich)																																																											4d 2	Hallen- und Raumunterdruck, Luftverteilung Experimentier- und Kreislauffräume						
1-320 96	Luftklappen (jährlich)																																																											3d 5	vor PHB 1-110						
1-321 242	Abwassersammelstation (jährlich)																																																												Innere Inspektion Tanks 4-jährlich (nächste 1977)						
1-322 92	Kühlturnlüfter (jährlich)																																																											3d 3							
1-323 227	Looprohrabschirmbehälter (jährlich)																																																												4h 3						
1-324 313	TA-Stäbe (jährlich)																																																												4h 1	pro Stück, 4 Stück nach Anfall					
1-325 286	BE-Trockenofen II (jährlich)	X																																																										1d 2							
1-326 95	Krananlage Absolutfilterraum (jährlich)																																																													1d 2					
1-327 215	Rohrpost (jährlich)																																																														2d 4	zusammen mit PHB 1-339			
1-328 E -	Isotopenwechsellmaschine (jährlich)																																																																		
1-329 E -	Drehdeckel (jährlich)																																																															Bei Ausbau des Drehdeckels			
1-330 321	Feuchtefühler (jährlich)																																																															2d 2			
1-331 E	Maßfühler (jährlich)																																																																2d 2		
1-332 F	Begehung der Reaktoranlage (vierteljährlich)																																																																4h 2		
1-333 F	Begehung der Reaktorgebäude (jährlich)																																																																	4h 3	
1-334 169 171	Ne-Kreislaufgasanalyse (vierteljährlich)																																																																	2d 4	
1-335 E	4A4, Dichtheit-Steuerventile (jährlich)																																																																	vor PHB 1-115	
1-336 326	C1-Kanal (2-jährlich)																																																																		nächste Prüfung 1974
1-337 319	Dichtheit Schleusen (jährlich)																																																																5d 2	vor PHB 1-106	
1-338 201	TA-Stab, elektrische Prüfungen (vierteljährlich)																																																																3h 2	vor PHB 2-102	

Formbl. Nr. 294/1
Abb. 5.1.4

Zeichenerläuterung: Reaktor a. B. (erforderlich für Prüfung);

2 h → Zeitdauer der Prüfung
3 → notwendige Anzahl der Mitarbeiter

Freigabe: *Thillig*



Funktionsprüfungen 1973

Eigenüberwachung
 FR 2

Ausgabe: 0-151272
 Blatt: 5 von 6

FR 2 PHB	Prüfung: Reaktorbetrieb Woche	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	Bemerkungen		
1.339 338	Rohrpost (vierteljährlich)					X																X																														3h 2					
2.101 186	Magnetsteuergeräte (vierteljährlich)					X									X																					X																	1d 1	vor PHB 2.102			
2.102 186	TA-Stäbe in Core (vierteljährlich)					X									X																			X																			2d 1	nach PHB 1.338			
2.103 195	FR-Stab in Core (vierteljährlich)					X									X																			X																			2h 1	zusammen mit PHB 2.102			
2.104 308	TA-Stab-Ankunftsmeldung (jährlich)																																	X																		1d 3					
2.105 233	Nachweis der notwendigen Abschaltreaktivität																																																						nach jeder Core-Beladungsänderung		
2.106 E	Sicherheitssystem, Totzeiten (4-jährlich)																																																						nächste Prüfung 1975		
2.301 129	Horizontale Experimentierkanäle, Einzelfunktionen (vierteljährlich)					X									X																																							3h 1			
2.302 189	Horizontale Experimentierkanäle, Tankspalt, MDR- und Thermo-Säule, Grenzwerteinstellung (vierteljährlich)					X									X																																								4h 2		
2.303 182	TA-Stab im Prüfstand																																																								
2.304 50	FR-Stab im Prüfstand																																																								
2.305 217	Thermische Säule (2-jährlich)																																																							3d 3	
2.306 85	Rotunde, 60/St Rundlaufkranschiene (4-jährlich)																																																							nächste Prüfung 1974	
2.307 E	Rotunde, Beulstelle (4-jährlich)																																																							nächste Prüfung 1974	
2.308 -																																																									
2.309 -																																																									
2.310 F	Untersuchung repräsentativer Stellen auf Korrosion (4-jährlich)																																																						2d 4	0 ₂ -Kreislauf, Tankspalt,	
2.311 F	Seelenrohre (wenn möglich)																																																						bei geplanten Systemöffnungen durch RA/W		
2.312	BE-Adapter für Isotopenposition																																																							bei Skopfenwechsel	
2.313 E	ISO-Kapselträgerrohre, Korrosion (jährlich)															X																																						2d 2			
2.314 E	BE Y-scanning (bei Umladung)																																																							nach jedem Einbau	

Formbl. Nr. 294/1

Abb. 5.1.5

Zeichenerläuterung: Reaktor a. B. (erforderlich für Prüfung);

2h → Zeitdauer der Prüfung
 3 → notwendige Anzahl der Mitarbeiter

Freigabe: *Philipp*

ABSCHNITT 6: PERSONAL

1. Einleitung

Die Betriebsmannschaft des FR2 hat im Gegensatz zu anderen Forschungsreaktoren nicht nur den Betrieb des Reaktors einschließlich Wartungsarbeiten, Funktionsprüfungen und Erstellung von Prüf- und Betriebshandbüchern sondern auch den Betrieb, die Wartung und die Überprüfung der Experimentieranlagen als Aufgabe. Außerdem ist der diensthabende Schichtleiter des FR2 gleichzeitig Einsatzleiter vom Dienst (EvD) für das gesamte Kernforschungszentrum. Insgesamt waren 144 EvD-Einsätze zu verzeichnen (Tabelle 6.1).

Die Betriebsmannschaft betreut und betreibt außerdem seit dem Vorjahr den "Schnell-Thermischen Argonaut-Reaktor Karlsruhe" (STARK).

Reparaturen, Um- und Neubauten werden dagegen von der Gruppe "Betriebsinstandhaltung", unter teilweiser Mithilfe der Betriebsmannschaft, durchgeführt.

Durch Personalreduzierungen (Abgänge von Mitarbeitern nicht ersetzt und Delegationen zu anderen Bereichen) nahm die Betriebsmannschaft um rd. 8 % ab. Dieses führte teilweise zu erheblichen Mehrbelastungen einzelner Mitarbeiter.

2. Zusammensetzung

Die Zusammensetzung der Betriebsmannschaft des FR2 nach dem Ausbildungsstand ist in folgender Tabelle enthalten. Zum Vergleich sind die Mitarbeiterzahlen des Vorjahres angegeben. Es handelt sich jeweils um den Personalstand zum Jahresende.

Tabelle 6.1: Aufgliederung der EvD-Einsätze

Monat	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Summe
EvD-Einsätze	8	11	25	10	13	12	9	7	14	17	5	13	144
Außerhalb der regulären Arbeitszeit	4	7	20	6	7	10	6	5	10	15	4	7	101
Während der regulären Arbeitszeit	4	4	5	4	6	2	3	2	4	2	1	6	43
Feuer - Alarm	-	1	4	-	-	1	1	-	3	4	1	2	15
Feuer - Fehlalarm	3	4	3	4	6	-	3	1	3	3	2	5	37
Wasser - Störung	-	3	2	3	2	4	4	2	4	1	-	1	26
Aktivitäts - Alarm	3	1	11	-	4	5	1	4	1	7	-	3	40
Techn. Hilfeleistung	2	2	5	3	1	2	-	-	3	4	2	2	26
Alarm - Übungen	-	3 GfK WAK	1 KNK	-	-	-	-	-	-	2 KNK IRCh	-	-	6

Tabelle 6.2: Personalzusammensetzung nach Ausbildung

Ausbildung	1972	1973
Akademiker	5	3 (4) **
Ingenieure (grad.)	16	13
Reaktorbetriebsingenieure	8	7 (8) ***
Sachbearbeiter	9	9
1. Operateure	10	10
2. Operateure	22 (23)*	21
3. Operateure	7	6
Hilfsarbeiter	6	7
Sekretärin	1	1
Gesamt:	84 (85)*	77 (79) ** ***

Anmerkung zur Tabelle:

- * Klammerwert 1972: 2. Operateur bei Bundeswehr
- ** " 1973: Akademiker delegiert Interatom Bensberg
- *** " 1973: Betriebsingenieur delegiert IASR-SpFK

Die Zusammensetzung der 5 Schichtgruppen mußte 1973 beibehalten werden [1], da alle personalintensiven Experimente (insbesondere Kreislaufexperimente) betrieben wurden. Die Bereitstellung einer vollständigen Reserveschichtgruppe [1] war wegen der Personalreduzierung nicht mehr möglich, so daß für Urlaubs- und Krankheitsvertretungen zunehmend Mitarbeiter des Tagesdienstes eingesetzt werden mußten.

Das Durchschnittsalter der Angestellten betrug 38 das der Arbeiter 49 Jahre. Mit 4,0 % lag die relative Krankheitszahl der Betriebsmannschaft erheblich unter der des Kernforschungszentrums (KFZK = 5,1 %), obwohl der größte Teil der Betriebsmannschaft ständig oder zeitweilig im Schichtdienst eingesetzt war.

Strahlenbelastung der Betriebsmannschaft FR2
im Jahre 1973

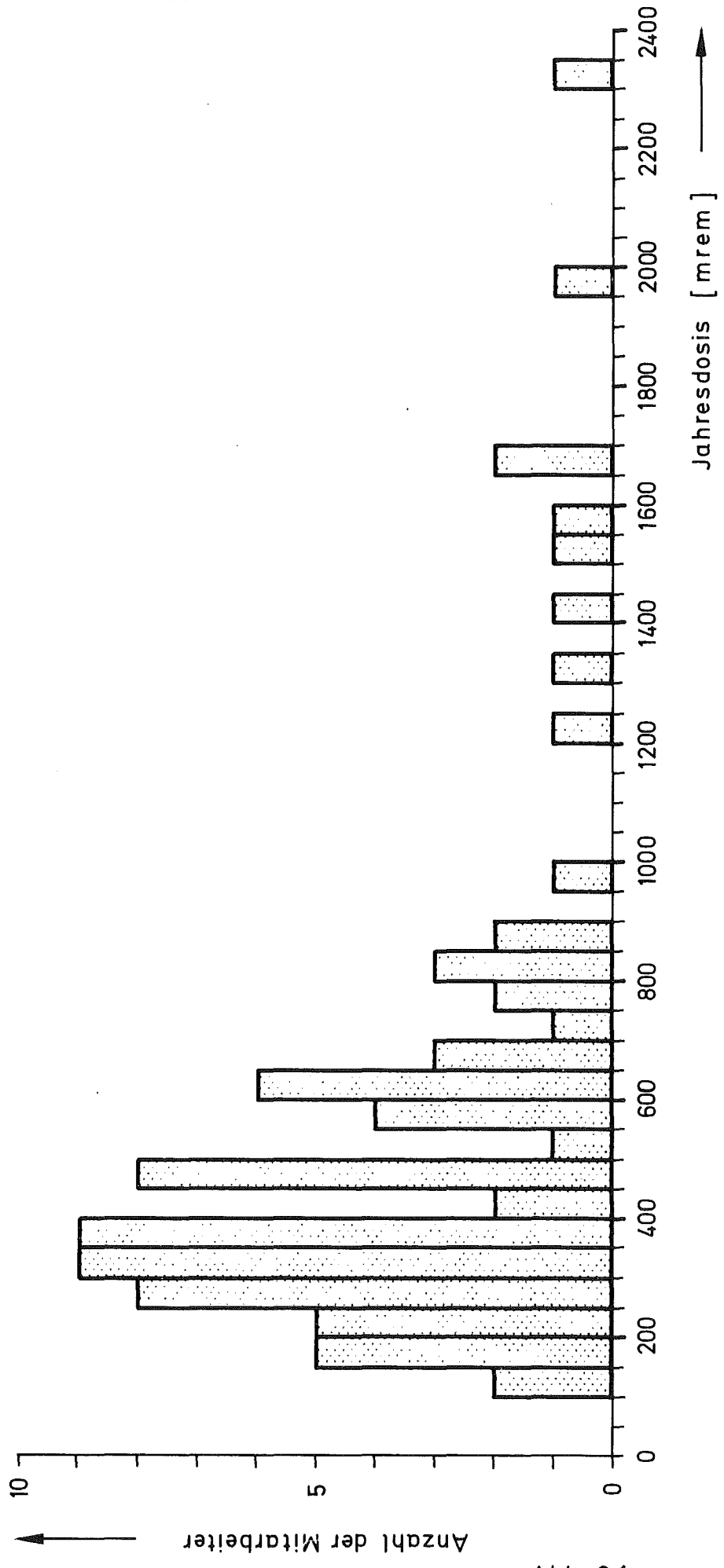


Abb. 6.1

3. Strahlenbelastung der Mitarbeiter

Die Strahlenbelastung der im Jahre 1973 bei der Betriebsabwicklung tätigen Mitarbeiter blieb deutlich unter der I. Strahlenschutzverordnung zugelassenen Höchstgrenze und betrug im Jahresmittel 580 mrem. Strahlenbelastung der Betriebsmannschaft siehe Abb. 6.1.

4. Schulung

Die Schulung des Betriebspersonals wurde, soweit es die Besetzung der Reaktor-Betriebsmannschaft zuließ, weiterbetrieben.

Tabelle 6.3: Ausbildung von Betriebspersonal des FR2

Lehrgang	berufliche Qualifikation	Mitarbeiterzahl	Ausbildungsstätte
15-Wochen-Lehrgang für Reaktorbetriebsingenieure	Ingenieur	3	Schule für Kerntechnik (SKT)
5-Wochen-Lehrgang für Reaktor-Operateure	1. Operateur	5	SKT
Kurs Reaktortechnik	Ingenieur	1	SKT
Kurs Hochvakuumtechnik	Ingenieur	1	SKT
APL - Kurs	Ingenieur	1	SKT
Management - Seminar	Akademiker	1	
Kurs Katastrophenschutz	Ingenieur	1	Katastrophenschutzschule des Bundes, Ahrweiler

Für die Operateure wurden im Rahmen der betrieblichen Ausbildung 18 betriebsbezogene Einzelvorträge von rd. 1,5 Stunden Dauer gehalten. An diesen Vorträgen nahmen durchschnittlich 19 Mitarbeiter teil.

Die Ausbildungs- und Wiederholungslehrgänge in "Schwerem Atemschutz" wurden für fast alle RBT/FR2-Mitarbeiter weitergeführt.

5. FR2-Besucher

Im Rahmen von Besichtigungen des Kernforschungszentrums (KFZK) wurden insgesamt 7555 Besucher auf dem Besucherumgang des FR2 über Aufbau und Aufgabe des Forschungsreaktors informiert. Am 06.12.1973 konnte der 125.000 Reaktorbesucher im FR2-Bereich begrüßt werden.

ABSCHNITT 7: AUSBLICK

Für das Jahr 1974 sind erstmals 5 Reaktorzyklen von 8 Wochen und 1 Zyklus von 9 Wochen Dauer vorgesehen. Die Abschaltphasen sollen, bis auf eine 5 1/2 Wochen lange Abschaltphase, weiterhin 10 Tage betragen.

Als Reaktorleistung ist für alle Betriebsphasen 44 MW vorgesehen.

Die lange Abschaltphase, während der Haupturlaubszeit, ist für größere Umbau- und Erweiterungsarbeiten zur Rationalisierung der H₂O-Vollentsalzungsanlage vorgesehen. Die Anlagenänderung wird von der Gruppe "Betriebsinstandhaltung" und einem Teil der Betriebsmannschaft durchgeführt. Dazu ist eine Reduzierung der Schichten auf eine Minimalstärke erforderlich. Von der "Restmannschaft" sollen in der Abschaltzeit ein großer Teil der Funktionsprüfungen durchgeführt werden.

Im Bereich der Kapselexperimente wird mit einem erhöhten Bestrahlungsaufkommen gerechnet.

Die Möglichkeiten der Isotopenproduktion werden durch Erstellung einer Gas-Aktivierungseinrichtung (Experiment FR2/104) und von Silizium-Bestrahlungseinrichtungen (Experiment FR2/108) erheblich erweitert. In diesem Bereich sind außerdem Seesandbestrahlungen in einer speziellen Bestrahlungseinrichtung (Experiment FR2/107) vorgesehen.

Das Kreislaufexperiment FR2/58 (Uran-Aluminid-Brennstoffplatte in einem Druckschwerwasserkreislauf) läuft zu Jahresbeginn nach Erreichen des Versuchszieles aus, während das Kreislaufexperiment FR2/55a (Heißdampfkontaminationskreislauf) vorübergehend stillgelegt wird und zu einem Experiment zur Untersuchung des Brennstabversagens (Experiment FR2/102) im Rahmen des PNS umgebaut wird.

Die Nutzung des Reaktors durch Strahlrohrexperimente bleibt unverändert hoch, es werden weiterhin alle sinnvoll nutzbaren Strahlrohrausgänge belegt sein.

ABSCHNITT 8: LITERATURVERZEICHNIS

- [1] I. Möller "Betriebsbericht für den Forschungsreaktor FR2 für das Jahr 1972"
W. Steiger KFK-Bericht Nr. 1956
- [2] W. Steiger "Betriebsbericht für den Forschungsreaktor FR2 für das Jahr 1971"
I. Möller KFK-Bericht 1705
- [3] F. Gompf "Messungen der Phononenzustandsdichte einiger Hartstoffe mit Na-Cl-
J. Salgado Struktur"
W. Reichardt Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Reihe 6,
W. Glaser Bd. 8 (1973) S. 519
- [4] W. Reichardt "Bestimmung von supraleitenden Eigenschaften aus Phononendaten für
Indium"
Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Reihe 6,
Bd. 8 (1973) S. 518
- [5] W. Reichardt "Gitterdynamik von hexagonalem Thellium"
K.B. Renker Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Reihe 6,
L. Pintschovius Bd. 8 (1973) S. 518
- [6] J. Salgado "Phononenzustandsdichte von Wismuth"
F. Gompf Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Reihe 6,
W. Reichardt Bd. 8 (1973) S. 373
- [7] W. Gläser "Unelastische Streuung langsamer Neutronen an Festkörpern"
F. Gompf KFK-Nachrichten, 5 (1973) Nr. 2, S. 19 - 26
W. Reichardt
- [8] Gesellschaft für "Projekt Spaltstoffflußkontrolle, Jahresbericht 1972"
Kernforschung mbH KFK-Bericht Nr. 1852
- [9] D. Brucklacher "Kriechverhalten von oxidischen Kenbrennstoffen unter Neutronenbe-
W. Dienst strahlung"
F. Thümmeler Kerntechnische Gesellschaft im Deutschen Atomforum e.V. Leopoldshafen
ZAED S. 413 - 416
- [10] H. Häfner "Bestrahlungskapsel zur Untersuchung des Brennstoffschwellens"
Atomwirtschaft-Atomtechnik, 18 (1973) S. 76
- [11] M. Edelmann "Experiments for development of Methods and Systems to Detect Sodium
J. Ehrhardt Boiling in an LMFBR
H. Mossier Krippner, M. [Hrsg.]: Nuclear Power Plant Control and Instrumentation
K. Vogel 1973
Proc. of a Symp. on Pragne, 22 - 26 Jan. 1973
Vienne: IAEA 1973, S. 571 - 586
IAEA - 168/E-3
- [12] W. Steiger "Betriebsbericht über den Forschungsreaktor FR2 für das Jahr 1969"
D. Wildberg KFK-Bericht 746
- [13] H. Kiefer "Abteilung Strahlenschutz und Sicherheit Jahresbericht 1973"
KFK-Bericht Nr. 1973

ABSCHNITT 9: TABELLEN UND DIAGRAMME

Tabelle 9.1	Betriebsdaten des FR2 im Jahre 1973
Tabelle 9.2	Betriebsunterbrechungen, Leistungsrücknahmen und Leistungsbegrenzungen innerhalb der plan- mäßigen Reaktorbetriebszeit 1973
Tabelle 9.3	Reaktorabschaltungen im Jahre 1973
Formblätter Nr. 148/74- 148a/80	Reaktorleistung in Betriebsphase A/73 bis G/73
Formblätter Nr. 9/4	FR2-Beladungs- und Belegungspläne Betriebsphase A/73 bis G/73
Formblatt Nr. 9c	Isotopen-Bestrahlungspositionen Beladung Nr. 11
Formblätter Nr. 203f	BE-Kühlmittelaufheizspanne bei 44 MW Reaktorleistung, Betriebsphase A/73 bis G/73
Formblätter Nr. 183c/66- 183d/72	Kritische Trimmstabstellung in Betriebsphase A/73 bis G/73

Tabelle 9.1: Betriebsdaten des FR2 im Jahre 1973

Zeit	Betr.- Phase	Woche Nr.	Energieabgabe		Betriebsstunden								Reaktor a.B.		Verminderte Reaktorleistung <43 MW bis 43 MW	
					$N < 10^{-3} N_N$		$N > 10^{-3} N_N$		> 43 MW		Gesamt					
					(MWh)	(Mwd)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)				
01.01. 00 ⁰⁰	H/72	1.	7453,10		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		2.	7445,80		0,05		167,95		167,46		168,00		0,00		1,02	
		3.	7462,50		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		4.	7450,60		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		29.01. 8 ⁰⁰	5.	355,00		0,00		8,00		8,00		8,00		0,00		0,00
			30167,00	1256,96		0,05		679,95		679,46		680,00		0,00		1,02
29.01. 8 ⁰⁰	A/73	5.	0,00		16,43		0,00		0,00		16,43		0,00		0,00	
		6.	4658,40		22,88		106,78		101,83		129,66		0,00		0,00	
		7.	7459,50		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		8.	7462,70		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		9.	7464,20		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		10.	7337,90		0,47		165,43		164,65		165,90		2,10		3,90	
19.03. 8 ⁰⁰		11.	7468,00		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		12.	355,20		0,00		8,01		8,02		8,01		0,00		0,00	
			42205,90	1758,58		39,78		952,22		946,50		992,00		2,10		3,90
19.03. 8 ⁰⁰	B/73	12.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		13.	3647,00		12,34		86,76		80,09		99,10		2,73		0,00	
		14.	7401,30		0,00		168,00		166,34		168,00		0,00		2,12	
		15.	7349,70		1,01		166,33		165,66		167,34		0,66		2,74	
		16.	7424,80		0,00		168,00		168,47		168,00		0,00		0,00	
		17.	7419,60		0,00		168,00		168,52		168,00		0,00		0,00	
		18.	7197,70		0,93		166,32		160,90		167,25		0,75		7,57	
		07.05. 8 ⁰⁰	19.	355,20		0,00		8,04		8,00		8,02		0,00		0,00
			40795,30	1699,80		14,28		931,45		917,98		945,71		4,14		12,43

Tabelle 9.1: Betriebsdaten des FR2 im Jahre 1973

2v4

Zeit	Betr.- Phase	Woche Nr.	Energieabgabe		Betriebsstunden						Reaktor a.B.		Verminderte Reaktorleistung < 43 MW bis 43 MW			
					$N < 10^{-3} N_N$		$N > 10^{-3} N_N$		> 43 MW						Gesamt	
					(MWh)	(MWd)	(h)	(h)	(h)	(h)					(h)	(h)
07.05. 8 ⁰⁰	C/73	19.	0,00		7,55		0,00		0,00		7,57		0,00		0,00	
		20.	3587,50		8,87		83,13		78,19		92,00		4,50		0,00	
		21.	6904,50		6,65		157,96		151,00		164,61		3,39		14,27	
		22.	7411,40		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		23.	7407,10		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		24.	7410,10		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		25.	7348,00		0,81		167,19		165,88		168,00		0,00		2,12	
25.06. 8 ⁰⁰		26.	352,50		0,00		8,00		8,00		8,00		0,00		0,00	
			40421,10	1684,21		23,88		920,29		910,07		944,17		7,89		16,39
25.06. 8 ⁰⁰	D/73	26.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		27.	3692,30		10,59		85,68		78,80		96,27		1,13		3,20	
		28.	7190,60		2,53		163,85		161,00		166,38		1,62		6,99	
		29.	5961,00		0,47		137,98		132,34		138,45		29,55		35,66	
		30.	7405,50		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		31.	6578,40		2,86		152,01		146,23		154,87		13,13		21,78	
		32.	7405,20		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
13.08. 11 ⁰⁷		33.	357,60		2,92		8,20		8,00		11,12		0,00		0,00	
			38590,60	1607,94		19,38		883,71		862,37		903,09		45,43		67,63

Tabelle 9.1: Betriebsdaten des FR2 im Jahre 1973

3v4

Zeit	Betr.-Phase	Woche Nr.	Energieabgabe		Betriebsstunden								Reaktor a.B.		Verminderte Reaktorleistung < 43 MW bis 43 MW	
					$N < 10^{-3} N_N$		$N > 10^{-3} N_N$		> 43 MW		Gesamt		(h)	(h)	(h)	(h)
					(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)				
13.08. 11 ⁰⁷	E/73	33.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		34.	3587,30		11,63		84,29		75,09		95,92		4,24		0,00	
		35.	7220,60		0,95		164,70		161,34		165,65		2,35		6,10	
		36.	6399,70		5,12		146,63		141,94		151,75		16,25		26,10	
		37.	7282,70		0,61		165,85		164,74		166,46		1,54		3,95	
		38.	7343,70		0,83		167,17		166,36		168,00		0,00		2,35	
		39.	7055,20		1,96		161,78		157,36		163,74		4,24		11,29	
01.10. 14 ⁰⁸		40.	363,60		5,80		8,33		8,17		14,13		0,00		0,00	
			39252,80	1635,53		26,90		898,75		875,00		925,65		28,62		49,79
01.10. 14 ⁰⁸	F/73	40.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		41.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		42.	4718,50		10,16		108,97		102,40		119,13		0,60		3,15	
		43.	7380,90		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		44.	7406,50		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		45.	7406,00		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		46.	7410,10		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
26.11. 8 ³⁵		47.	7408,30		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		48.	356,70		0,00		8,57		8,02		8,57		0,00		0,00	
			42087,00	1753,63		10,16		957,54		950,42		967,70		0,60		3,15

Tabelle 9.1: Betriebsdaten des FR2 im Jahre 1973

Zeit	Betr.- Phase	Woche Nr.	Energieabgabe		Betriebsstunden								Reaktor a.B.		Verminderte Reaktorleistung < 43 MW bis 43 MW	
					$N < 10^{-3} N_N$		$N > 10^{-3} N_N$		> 43 MW		Gesamt					
					(MWh)	(MWd)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)				
26.11. 8 ³⁵	G/73	48.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		49.	3740,80		12,89		86,45		81,72		99,34		0,00		0,00	
		50.	7412,20		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		51.	7408,80		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		52.	7406,30		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
31.12. 24 ⁰⁰		53.	1056,90		0,00		24,00		24,00		24,00		0,00		0,00	
			27025,00	1126,04		12,89		514,45		609,72		627,34		0,00		0,00
01.01.1973, 0 ⁰⁰ bis 31.12.1973, 24 ⁰⁰			300544,70	12522,69		147,32		6838,36		6751,52		6985,66		88,78		154,31
365 [d] ≙ 100 [%]					6,14d		284,93d ≙ 78,06%		281,31d ≙ 77,07%		291,07d ≙ 79,74%		3,69d		6,42d	
Betriebszeit nach Plan bei $N > 10^{-3} N_N$ 288 (d) ≙ 100 (%)							98,93 %									
Betriebszeit nach Plan bei > 43 MW (Vollast) 281 (d) = 100 (%)									100,11 %							
Mittlere Reaktorleistung: 43,95 MW																

Tabelle 9.2: Betriebsunterbrechungen, Leistungsrücknahmen und Leistungsbegrenzungen innerhalb der planmäßigen Reaktorbetriebszeit 1973

Betr.-Phase	Woche Nr.	Tag	Zeit		Vorgang	Bemerkungen	Ausfallzeiten			
			von	bis			Reaktor abgesch.	verminderte Reaktor-Leistung		
						[h]	$N < 10^{-3} N_N$ [h]	$< 43MW \pm 43MW$ [h]	Leist.-Begr. [h]	
H/72	2.	11.01.73	14 ⁰⁰	15 ⁰¹	LR	n. Plan für Exp. FR2/2 (TT-Anlage anwärmen)	-	0,05	1,02	-
A/73	10.	09.03.73	1 ³⁹	3 ⁴⁵	RSA	Exp. FR2/26 (oGW A101, 102 u. 103 beim Ausfahren des Prüf- lings 5-B)	2,10	0,47	3,90	-
B/73	13.	29.03.73	8 ⁰⁰	10 ⁴⁴	SV	wegen Einbau Exp. FR2/73d (KVE 113, verspätete Fertig- stellung)	2,73	-	-	-
	14.	04.04.73	3 ³⁵	5 ⁴²	LR	auf 4 MW wegen undichtem Ve 30.23 Umschaltung von Wt 2.3 auf Wt 2.5	-	-	2,12	-
	15.	12.04.73	8 ⁰⁶	8 ⁴⁶	RSA	Exp. FR2/58 (Kühlwassermantel Pumpe 103 defekt)	0,66	1,01	2,74	-
	18.	03.05.73	10 ⁴⁵	11 ³⁰	RSA	durch Netzausfall KFZK	0,75	0,45	5,62	-
		04.05.73	12 ⁰⁶	14 ⁰³	LR	nach Plan für Einbau Exp. FR2/95-6	-	0,48	1,95	-
C/73	20.	17.05.73	8 ⁰⁸	12 ³⁸	AB	wegen Pumpe 1.2 (Relais d1 durch- gebrannt)	4,50	-	-	-
	21.	21.05.73	18 ³⁸	20 ⁵⁸	RSA	Exp. FR2/55a (Sicherheitsventil 102 undicht)	2,34	5,81	10,92	-
		23.05.73	10 ²⁸	11 ³¹	RSA	Exp. FR2/44 (Fehlbedienung, GW zu tief eingestellt)	1,05	0,84	3,35	-
	25.	22.06.73	6 ⁰⁶	8 ¹³	LR	nach Plan für Einbau Exp. FR2/95-7	-	0,81	2,12	-
D/73	27.	05.07.73	10 ⁴³	11 ⁵⁷	LR	wegen Exp. FR2/73d (KVE 113 zu heiß)	-	-	-	-
		08.07.73	6 ¹⁸	7 ²⁶	RSA	Sicherungsfall (a280, d.Auf- schalteinheit Proj. FR2/36)	1,13	0,42	3,20	-
	28.	11.07.73	8 ²⁰	9 ⁵⁷	RSA	Exp. FR2/26 (Gerätefehler)	1,62	2,53	6,99	-
	29.	18.07.73	17 ⁰²	8 ⁰⁰	RSA	} durch Teilausfall der 60 V- Gleichstromversorgung wegen Exp. FR2/55a (P-Ve 103 defekt	14,97	0,47	35,66	-
		19.07.73	8 ⁰⁰	13 ²⁰						
				13 ²⁰	22 ³⁵	SV	wegen TA-Stab-Wechsel Pos. 12	5,33		
			3 ¹⁰	16 ¹⁸	RSA	Exp. FR2/26 (oGW T107, 108, 109)	9,25			
	31.	04.08.73	3 ¹⁰	16 ¹⁸	RSA	Exp. FR2/26 (oGW T107, 108, 109)	13,13	2,86	21,78	-
E/73	34.	23.08.73	21 ²⁴	23 ⁰⁴	LR	TA-Stab Pos. 1 (Nr. 112) abge- fallen	-	-	-	-
			23 ⁰⁴	23 ¹⁴	LR	für TA-Stab-Wechsel	-	0,02	-	-
			23 ¹⁴		AB	TA-Stab-Wechsel Pos. 1 (E-Magnet defekt)	4,24	0,38	-	-
		24.08.73		3 ²⁸						
	35.	27.08.73	18 ³⁶	19 ⁵⁹	RSA	Kanal 7 wegen Pumpenausfall (Kurzschluß im Klemmkasten Pu1.2)	1,37	0,43	3,20	-
		29.08.73	14 ³⁴	15 ³³	RSA	durch Stahltank (Pu 2.17 und 2.18 ausgefallen, Arbeiten in Vert. 6a Fehlbedienung)	0,98	0,52	2,90	-
	36.	06.09.73	4 ⁰⁰	6 ¹⁰	LR	nach Plan für Exp. FR2/55a	-	2,03	2,16	-
			6 ¹⁰	17 ⁴²	AB	nach Plan für Einbau Prüfling U48 Exp. FR2/55a	11,53	1,42	12,95	-
		19 ⁰⁷	19 ⁴⁵	RSA	Kanal 2b (Fehlbedienung)	0,63	0,63	1,26	-	
		20 ²³	23 ²⁹	AB	für TA-Stab-Wechsel Pos. 9 (E-Magnet defekt)	3,10	0,45	6,64	-	
	08.09.73	4 ⁴⁹	5 ⁴⁸	RSA	Exp. FR2/2 (Fehlbedienung)	0,98	0,58	3,09	-	

Tabelle 9.2: Betriebsunterbrechungen, Leistungsrücknahmen und Leistungsbegrenzungen innerhalb der planmäßigen Reaktorbetriebszeit 1973

Betr.-Phase	Woche Nr.	Tag	Zeit		Vorgang	Bemerkungen	Ausfallzeiten			
			von	bis			Reaktor abgesch.	verminderte Reaktor-Leistung		Leist.-Begr.
							$N < 10^{-3} N_N$	$< 43 MW \neq 43 MW$		
						[h]	[h]	[h]	[h]	
E/73	37.	15.09.73	18 ⁰²	19 ³⁵	RSA	Exp. FR2/55a (Abschaltursache ungeklärt)	1,54	0,61	3,95	-
	38.	17.09.73	13 ⁴⁹	16 ¹⁰	LR	wegen Exp. FR2/2 (Leckage an Meßkapillare)	-	0,83	2,35	-
	39.	25.09.73	7 ⁰⁰	7 ²³	LR	wegen Hüllschaden BE8-188 für Brennelementwechsel	-	0,25	0,38	-
		28.09.73	7 ²³	9 ³⁵	AB		2,20	0,48	4,62	-
	30.09.73	30.09.73	8 ³³	9 ⁰⁸	RSA	Exp. FR2/55a (Fehlbedienung)	0,58	-	0,58	-
9 ⁰⁸			9 ⁵⁶	SV	wegen defektem TA-Stab Pos. 15 (Nr. 108)	0,78	0,47	3,13	-	
			1 ⁰⁵	1 ⁴⁶	RSA	Exp. FR2/58 (Kühlwassermantel Pu 103 defekt)	0,68	0,77	2,58	-
F/73	42.	19.10.73	22 ⁴⁶	23 ²²	RSA	durch Exp. FR2/58 (Pumpenausfall)	0,60	0,33	3,15	-
G/73	49.	06.12.73	8 ⁰⁰	9 ³³	LB	Störung in D ₂ O-Pumpensteuerung Pos. 1.4	-	-	-	1,55
Summe:					37		88,78 h △ 3,69 d	26,40 h △ 1,10 d	154,31 h △ 6,43 d	1,55 h = 0,06 d

Anmerkung: LB = Leistungsbegrenzung = 1
 LR = Leistungsrücknahme = 10
 AB = Reaktorabschaltung von Hand = 4
 RSA = Reaktor-Schnellabschaltung (autom.) = 17
 SV = Startverzögerung = 5

Anzahl im Jahre 1973

Tabella 9.3: Reaktorabschaltungen im Jahre 1973

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17 *)	18	19	20	21
Id.Nr.	Datum	Zeit	Abschaltart			Abschaltgrund	Schnellabschaltungs- auslösung	Störungsart	Ausfallzeiten (falls plann. Reaktorbetr.)				Bemerkungen							
			Hand über Reaktorschutzsystem	<1 MW autom.	>1 MW durch PSA				Plan	Störung	Reaktor Si-Kanal Meßstelle bzw. Reaktorhilfsan- richtung	Experiment Nr./ Meßstelle		schlechter Grenzwert Geräte od. Anlagenfehler	Fehlbedienung	Prüfung	Wertungsschaltung der Auslösesignale	Funktion der Abschaltstäbe	Reaktor außer Betrieb	Reaktorleistung <10 ⁻³ MW
1	29.01.	8 ⁰⁰	x			x	K5/I u. K6/III						x	2v3	TA6,10,14					Ende Betriebsphase H/1972, Ankunfts meldung TA-Pos. 6 1 min verzögert
2	03.02.	4 ⁴⁵	x			x	K8/I+II						x	2v3	TA6,10,14					TA-Stab-Meßprogramm
3	04.02.	3 ¹⁵	x			x	K2b/I+II						x	2v3	TA6,14					TA-Stab-Meßprogramm
4	05.02.	3 ⁰⁰	x			x	K3b/I+II						x	2v3	TA6,14					TA-Stab-Meßprogramm
5	06.02.	3 ²⁰	x			x	K4/I+K5/II						x	2v3	i.0.					TA-Stab-Meßprogramm
6	07.02.	8 ²⁴	x			x	Pult/SW						x	1v1	i.0.					Ende Bestimmung krit. TA-Stabstellung
7	09.03.	1 ³⁹			x	x		26/A101-103			x			2v3	TA6,13	2,10	0,47	3,90		Hüllschaden Prüfl. 5-B
8	19.03.	8 ⁰⁰	x			x	Pult/SW						x	1v1	TA6,13					Ende Betriebsphase A/1973
9	27.03.	21 ⁰⁷	x			x	K3a/I+III						x	2v3	i.0.					FR-Stab-Meßprogramm
10	28.03.	11 ⁴³	x			x	K4/I+K5/II						x	2v3	i.0.					FR-Stab-Meßprogramm
11	28.03.	23 ³²		x		x	K7/I,II,III					x		2v3	i.0.					Fehlbedienung, beim Überfahren von 10 ⁻³ MW war Pumpe 1.3 u. 1.4 nicht freigegeben
12	29.03.	0 ²⁴	x			x	Pult/SW						x	1v1	i.0.					Flußmessungen in V-Kanälen Thermo. Säule
13	29.03.	1 ¹³	x			x	Pult/SW						x	1v1	i.0.					Flußmessungen in V-Kanälen Thermo. Säule
14	29.03.	1 ⁵⁴	x			x	Pult/SW						x	1v1	i.0.					Flußmessungen in V-Kanälen Thermo. Säule
15	29.03.	2 ⁴⁰	x			x	Pult/SW						x	1v1	i.0.					Flußmessungen in V-Kanälen Thermo. Säule
16	29.03.	4 ¹⁶	x			x	Pult/SW						x	1v1	i.0.					Flußmessungen in V-Kanälen Thermo. Säule
17	29.03.	6 ⁰⁰	x			x	Pult/SW						x	1v1	i.0.					Flußmessungen in V-Kanälen Thermo. Säule
18	12.04.	8 ⁰⁶			x	x		58/1F24a-c			x			2v3	TA5,6	0,66	1,01	2,74		Kühlwassermantel der Pumpe 103 (Exp. 58) defekt
19	03.05.	10 ⁴⁵			x	x	Energieausfall							1v1	TA5,6	0,75	0,45	5,62		Spannungsausfall Hochspannung KFZK
20	07.05.	8 ⁰⁰	x			x		26/Hand					x	1v1	TA5,6					Ende Betriebsphase B/1973
21	11.05.	2 ¹¹	x			x	K4/II+III						x	2v3	TA5					TA-Stab-Meßprogramm
22	11.05.	23 ⁵⁵	x			x	He-Stauerdruck 1F23						x	1v1	TA5,12					TA-Stab-Meßprogramm
23	17.05.	8 ⁰⁸	x			x	K7/I+III					x		2v3	TA5,12	4,50	-	-		Relais dl der Pumpe 1.2 durchgebrannt
24	21.05.	18 ³⁸			x	x		55a/ve 102				x		1v1	TA5,12	2,34	5,81	10,02		Sicherheitsventil ve 102 Exp. 55a undicht
25	23.05.	10 ²⁸			x	x		44/P-Gb1				x		1v1	TA5,12	1,05	0,84	3,35		Temperatur-Grenzwert zu tief eingestellt
26	25.06.	8 ⁰⁰	x			x	Stahltankkühlung 2Q23						x	1v1	TA5,12					Ende Betriebsphase C/1973
27	05.07.	4 ⁴⁷	x			x	K3a/I+III						x	2v3	TA12					Ausbildungsbetrieb
28	08.07.	6 ¹⁸			x	x		KVE-Schrank				x		1v1	TA12	1,13	0,42	3,20		Sicherungsfall d. Aufschalteinheit KVE-Schrank
29	11.07.	8 ²⁰			x	x		26				x		1v1	TA12	1,62	2,53	6,99		Gebälseausfall wegen fehlender Phase
30	18.07.	17 ⁰²			x	x	alle Si-Kanäle					x		2v3	TA12	14,97	0,47	35,66		Teilausfall der 60 V-Gleichspannungsversorgung
Erläuterungen siehe Blatt 3																				

Tabelle 9-3: Reaktorabschaltungen im Jahre 1973

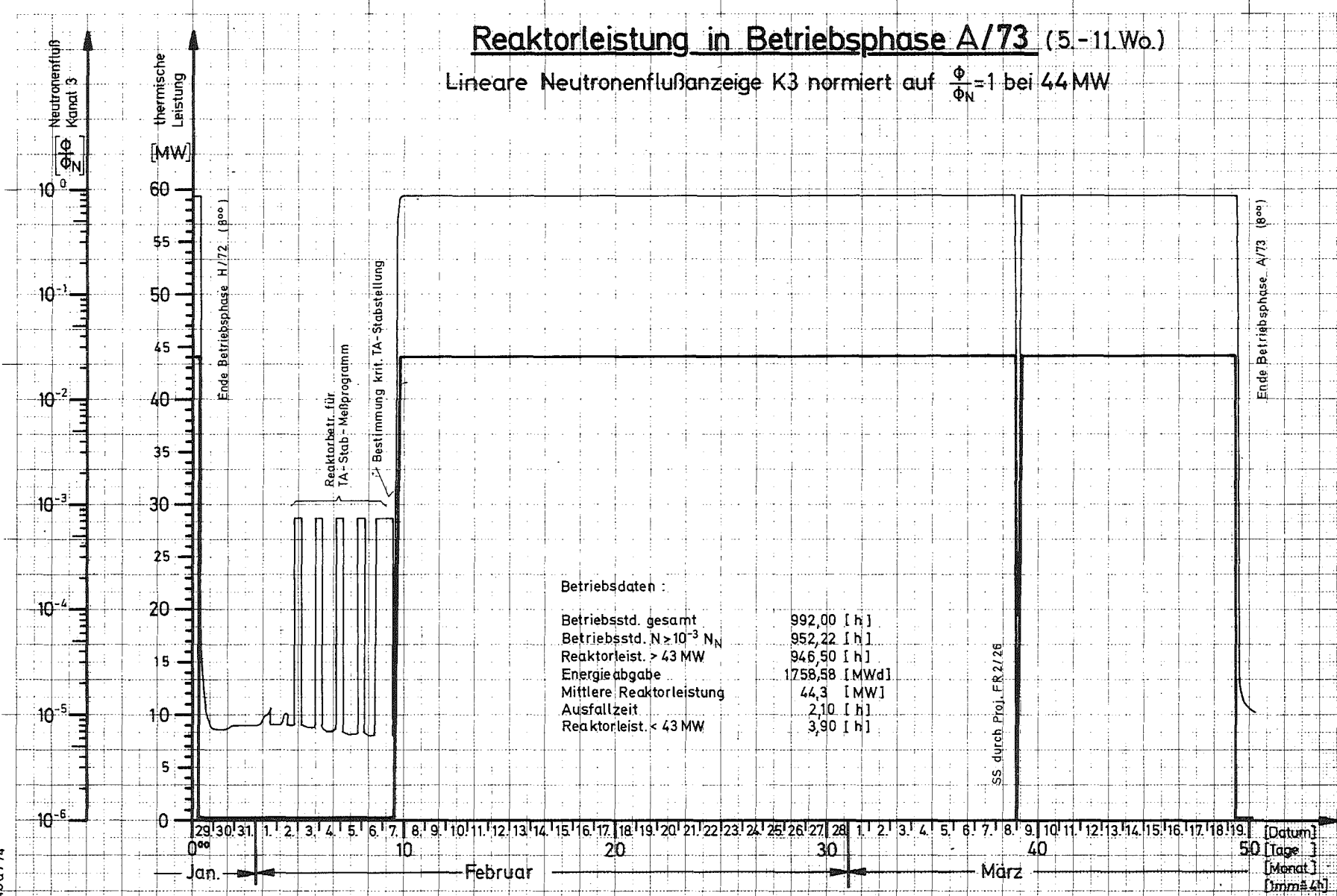
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17 *)	18	19	20	21
Id.Nr.	Datum	Zeit	Abschaltart				Abschaltgrund		Schnellabschaltungs-auslösung			Störungsart				Ausfallzeiten (falls plann. Reaktorbetr.)				Bemerkungen
			Hand	Hand über Reaktorschutzsystem	< 1 MW autosc.	> 1 MW durch RSA	Plan	Störung	Reaktor Si-Kanal Modstelle bzw. Reaktorhilfseinrichtung	Experiment Nr./Modstelle	echter Grenzwert	Geräte od. Anlagenehler	Fehlbedienung	Prüfung	Wertungsschaltung der Ausschaltstäbe	Funktion der Abschaltstäbe	Reaktor außer Betrieb	Reaktorleistung < 10 ³ MW	Reaktorleistung H > 43 MW	
31	04.08.	5 ¹⁰				x	x			26/T107-108	x				2v3	TA12	13,13	2,86	21,78	Druckabfall He-Kreislauf, Fehler in elektrischer Steuerung
32	13.08.	11 ⁰⁷		x			x	K5/I+II						x	2v3	TA12				Ende Betriebsphase D/1973
33	23.08.	23 ¹⁴	x				x	Pult/SW				x			1v1		4,24	0,38	-	TA-Stab-Wechsel Pos. 1 (E-Magnet defekt)
34	27.08.	18 ³⁶				x	x	K7/I,II,III			x				1v3		1,37	0,45	3,20	Pumpenausfall (Kurzschluß i. Klemmkasten Pu 1.2)
35	29.08.	14 ³⁴				x	x	Stahl-tankkühlung					x		1v1	TA2,4	0,98	0,52	0,92	Pumpenausfall (Arbeiten in E-Vert. 6a)
36	06.09.	6 ¹⁰		x			x	K4/II+III	(P55a)				x	2v3	TA2,4		11,53	1,42	12,95	Einbau Prüfling U48 Exp. 55a
37	06.09.	19 ⁰⁷			x		x	K26/I+III					x	2v3	TA2,4		0,63	0,63	1,26	Bei Umschaltung auf log.-Regler wurde Stellglied FR nicht auf TA umgeschaltet
38	06.09.	20 ²³	x				x	Pult/SW				x			1v1	TA2,4	3,10	0,45	6,64	TA-Stab-Wechsel Pos. 9 (Magnet defekt)
39	08.09.	4 ⁴⁹				x	x			2/2P16			x		1v1	TA2,4	0,98	0,58	3,09	Beim Registrierpapier-Wechsel am Exp. 2 Saugdruckregelung verstellt
40	15.09.	18 ⁰²				x	x			55a			x		1v1	TA2,4	1,54	0,61	3,95	Abschaltungsursache ungeklärt
41	25.09.	7 ²³	x				x	Pult/SW					x		1v1	TA2,4	2,20	0,48	4,62	Brennelementwechsel v. Hüllschaden, BEB-188
42	28.09.	8 ³³				x	x			55a/Q10+11			x		1v1	TA2,4,5	0,58	-	0,58	Bei Zustandsänderung Grenzwert nicht eingestellt
43	30.09.	1 ⁰⁵				x	x			58/1P24e-c	x			2v3	TA2,4,5		0,68	0,77	2,58	Kühlwasserramtel der Pumpe 103 (Exp. 58) defekt
44	01.10.	14 ⁰⁸	x				x	Pult/SW					x	1v1	TA2,4,5					Ende Betriebsphase E/1973, Ankunftsmeldung TA2,4,5 gebrückt
45	05.10.	16 ⁴⁶		x			x	Energieausfall					x	1v1						Prüfung Netzausfall PHB 1.120 (jährlich)
46	19.10.	22 ⁴⁶				x	x			58/P-Ve 205	x			1v1	TA2,5,14		0,60	0,33	3,15	Pumpenausfall durch Druckgrenzwert auf Saugseite
47	26.11.	8 ³⁵		x			x	K8/II+III						x	2v3	TA2,5,14				Ende Betriebsphase F/1973
Abschaltungen			15	14	2	16	25	22	34	13	6	10	6	25			70,68	21,46	137,10	Erläuterungen siehe Blatt 3

Anmerkungen zu Tabelle 9.3:

1. Die Schnellabschaltungsursachen sind unterteilt in die Gebiete Reaktor und Experimente.
2. Die "Störungsarten" sind in folgende Gruppen eingeteilt:
 - 2.1 Ein "echter Grenzwert" liegt vor, wenn vorgegebene Grenzwerte tatsächlich erreicht wurden und eine Abschaltung des Reaktors aus Sicherheitsgründen erforderlich wurde.
 - 2.2 Ein "Gerätefehler" liegt vor, wenn bei Störungen an Meßgeräten der Sicherheitseinrichtungen wegen des Prinzips "fail-to-safe" Reaktorabschaltung erfolgte.
 - 2.3 Bei "Fehlbedienungen" handelt es sich um Reaktorabschaltungen, die infolge von Bedienungsfehlern sowohl bei der Durchführung von Betriebsoperationen als auch zur Überprüfung einzelner Signale und ihre Folgefunktionen.
 - 2.4 Bei "Prüfung" handelt es sich um Schnellabschaltungen zu Prüfzwecken sowohl im Rahmen der periodischen Funktionsprüfungen (Eigenüberwachung) als auch zur Überprüfung einzelner Signale und ihre Folgefunktionen.
- *) In Spalte 17 genannte TA-Stab-Pos. bedeuten: Abschaltfunktion in Ordnung, jedoch Ankunfts-
meldung gebrückt.

Reaktorleistung in Betriebsphase A/73 (5.-11.Wo.)

Lineare Neutronenflußanzeige K3 normiert auf $\frac{\phi}{\phi_N} = 1$ bei 44 MW



Betriebsdaten :

Betriebsstd. gesamt	992,00 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	952,22 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	946,50 [h]
Energieabgabe	1758,58 [MWd]
Mittlere Reaktorleistung	44,3 [MW]
Ausfallzeit	2,10 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	3,90 [h]

SS durch Proj. FR 2/26

Formblatt: 148a/74

Anmerkung:

- Neutr.-fluß
- therm. Leist.
- SV=Startverschiebung
- LR=Leistungsrücknahme
- LB=Leistungsbegrenzung
- AB=Außerbetriebnahme von Hand
- SS=Schnellabschaltung

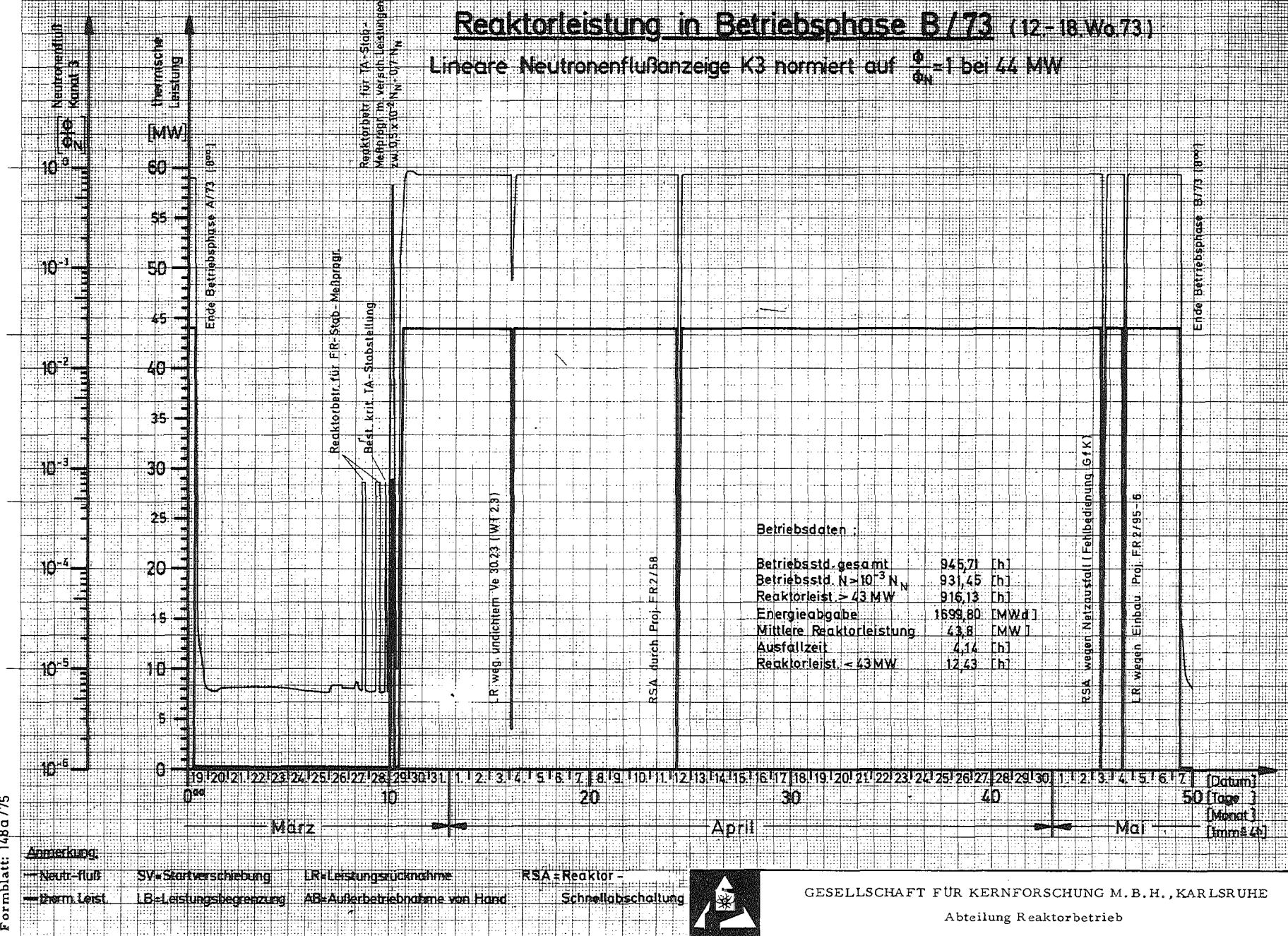


GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H., KARLSRUHE

Abteilung Reaktorbetrieb

Reaktorleistung in Betriebsphase B/73 (12.-18. Wo. 73)

Lineare Neutronenflußanzeige K3 normiert auf $\frac{\phi}{\phi_N} = 1$ bei 44 MW



Formblatt: 148 a / 75

Anmerkung:

- Neutr.-fluß SV = Startverschiebung LR = Leistungsrücknahme RSA = Reaktor -
- Therm. Leist. LB = Leistungsbegrenzung AB = Außerbetriebnahme von Hand Schnellabschaltung

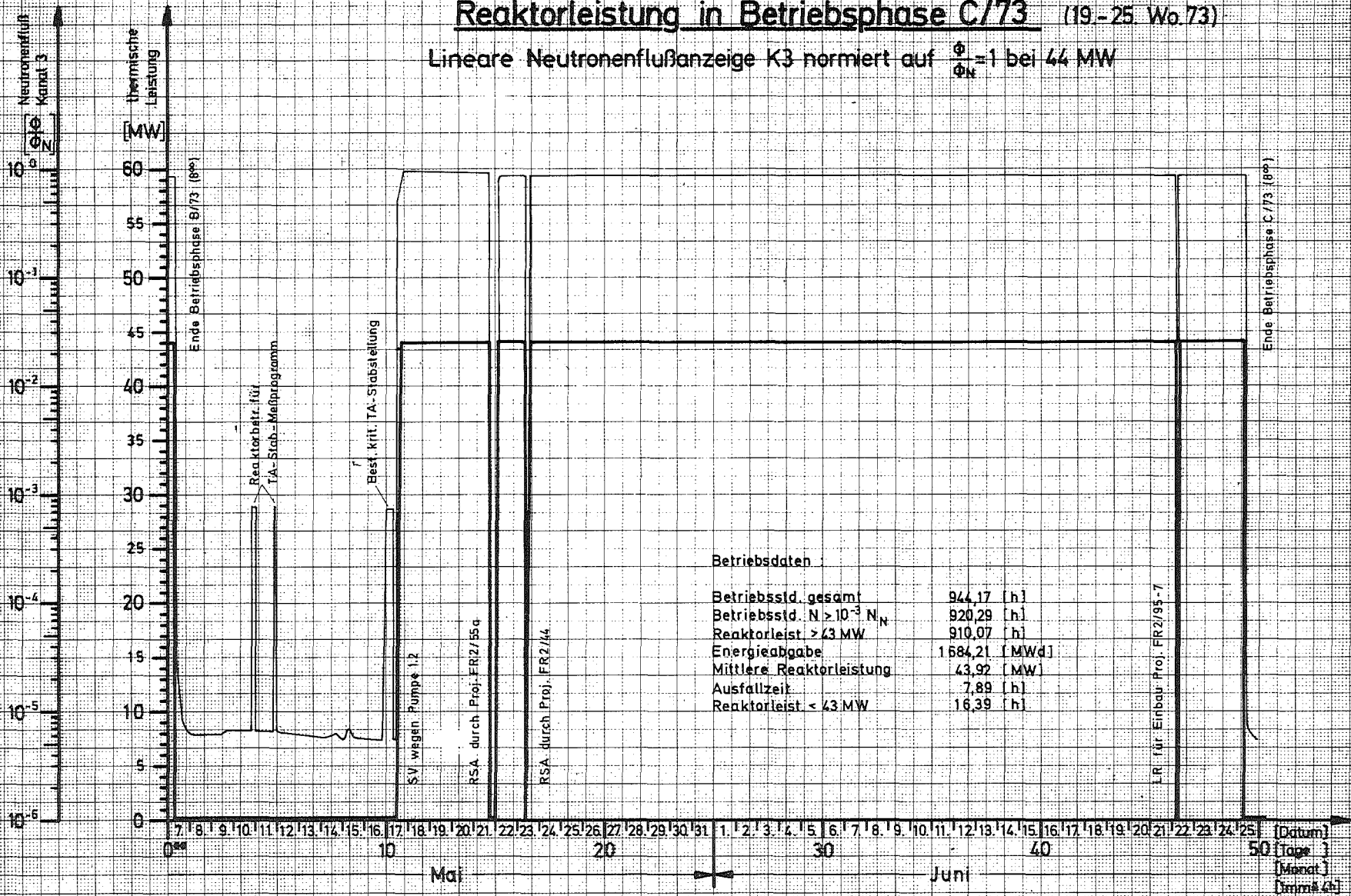


GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H., KARLSRUHE

Abteilung Reaktorbetrieb

Reaktorleistung in Betriebsphase C/73 (19.-25. Wo. 73)

Lineare Neutronenflußanzeige K3 normiert auf $\frac{\phi}{\phi_N} = 1$ bei 44 MW



Formblatt: 1/8 a / 76

Anmerkung:

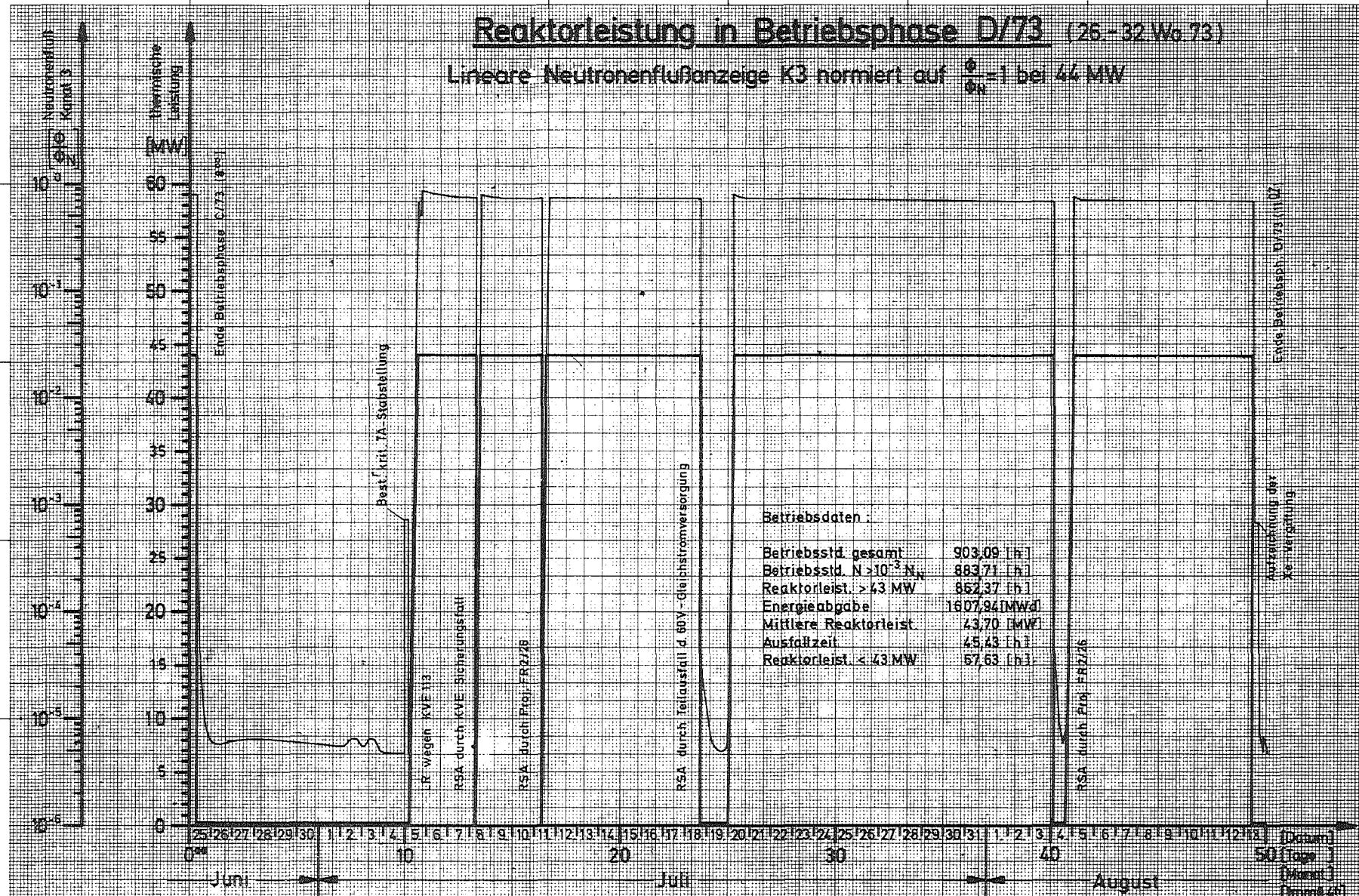
- Neutr.-fluß
- Therm. Leist.
- SV = Startverschiebung
- LB = Leistungsbegrenzung
- LR = Leistungsrücknahme
- AB = Außerbetriebnahme von Hand
- RSA = Reaktor-Schnellabschaltung



GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H., KARLSRUHE
Abteilung Reaktorbetrieb

Reaktorleistung in Betriebsphase D/73 (26.-32. Wo. 73)

Lineare Neutronenflußanzeige K3 normiert auf $\frac{\phi}{\phi_0} = 1$ bei 44 MW



Betriebsdaten:

Betriebsstd. gesamt	903,09 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_0$	883,71 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	862,37 [h]
Energieabgabe	1607,94 [MWd]
Mittlere Reaktorleist.	43,70 [MW]
Ausfallzeit	45,43 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	67,63 [h]

Formblatt: 148a/77

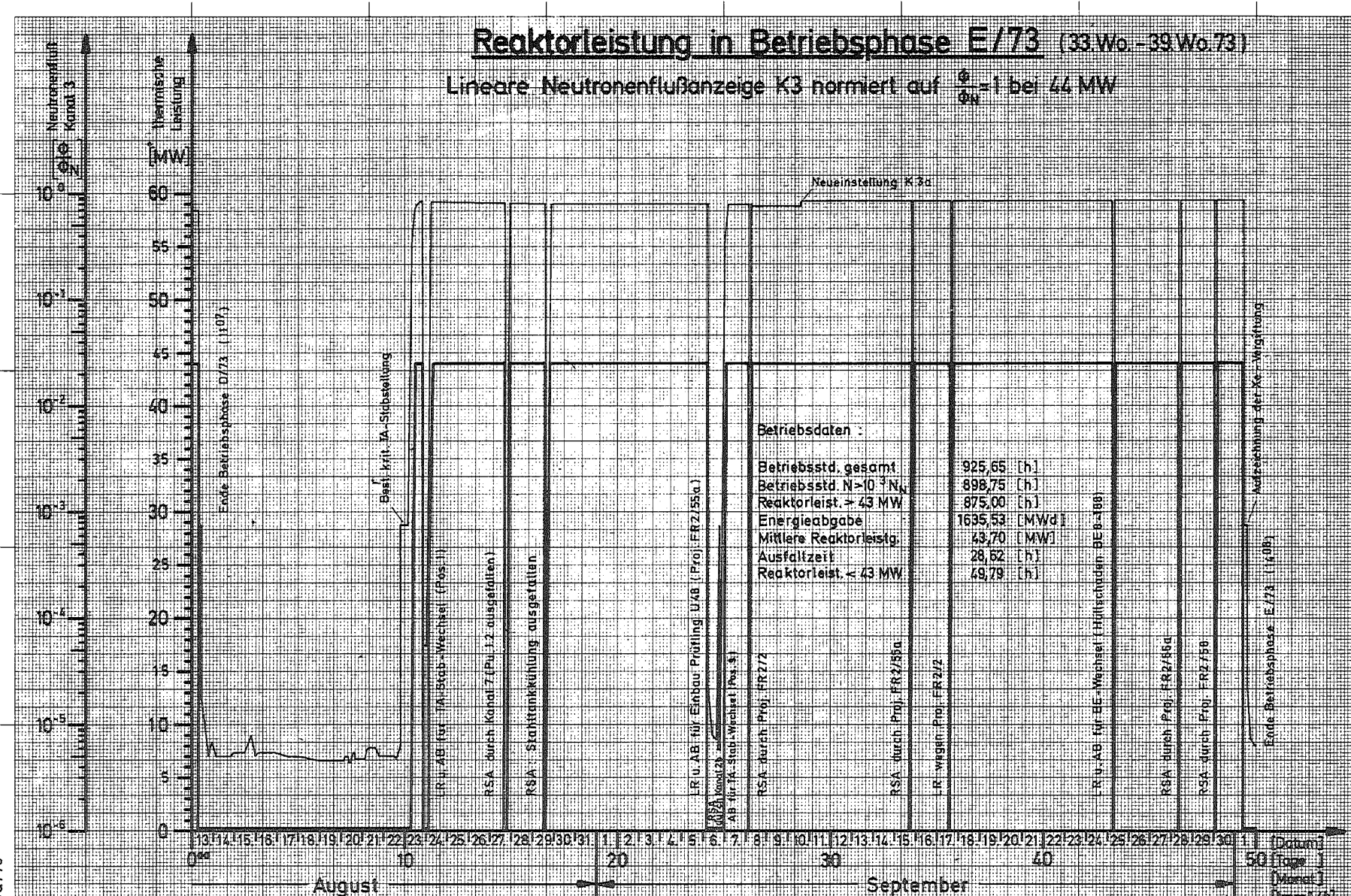
- Anmerkung:
- Neut.-Fluß
 - Kern Leist.
 - SV = Startverschiebung
 - LB = Leistungsbegrenzung
 - LR = Leistungsrücknahme
 - AO = Außerbetriebnahme von Hand
 - RSA = Reaktor -
 - Schnellabschaltung



GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H., KARLSRUHE
Abteilung Reaktorbetrieb

Reaktorleistung in Betriebsphase E/73 (33. Wo. - 39. Wo. 73)

Lineare Neutronenflußanzeige K3 normiert auf $\frac{\phi}{\phi_{0N}} = 1$ bei 44 MW



Betriebsdaten :

Betriebsstd. gesamt	925,65 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-4} N_N$	898,75 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	875,00 [h]
Energieabgabe	1695,53 [MWd]
Mittlere Reaktorleistg.	43,70 [MW]
Ausfallzeit	28,62 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	49,79 [h]

Formblatt: 148a/78

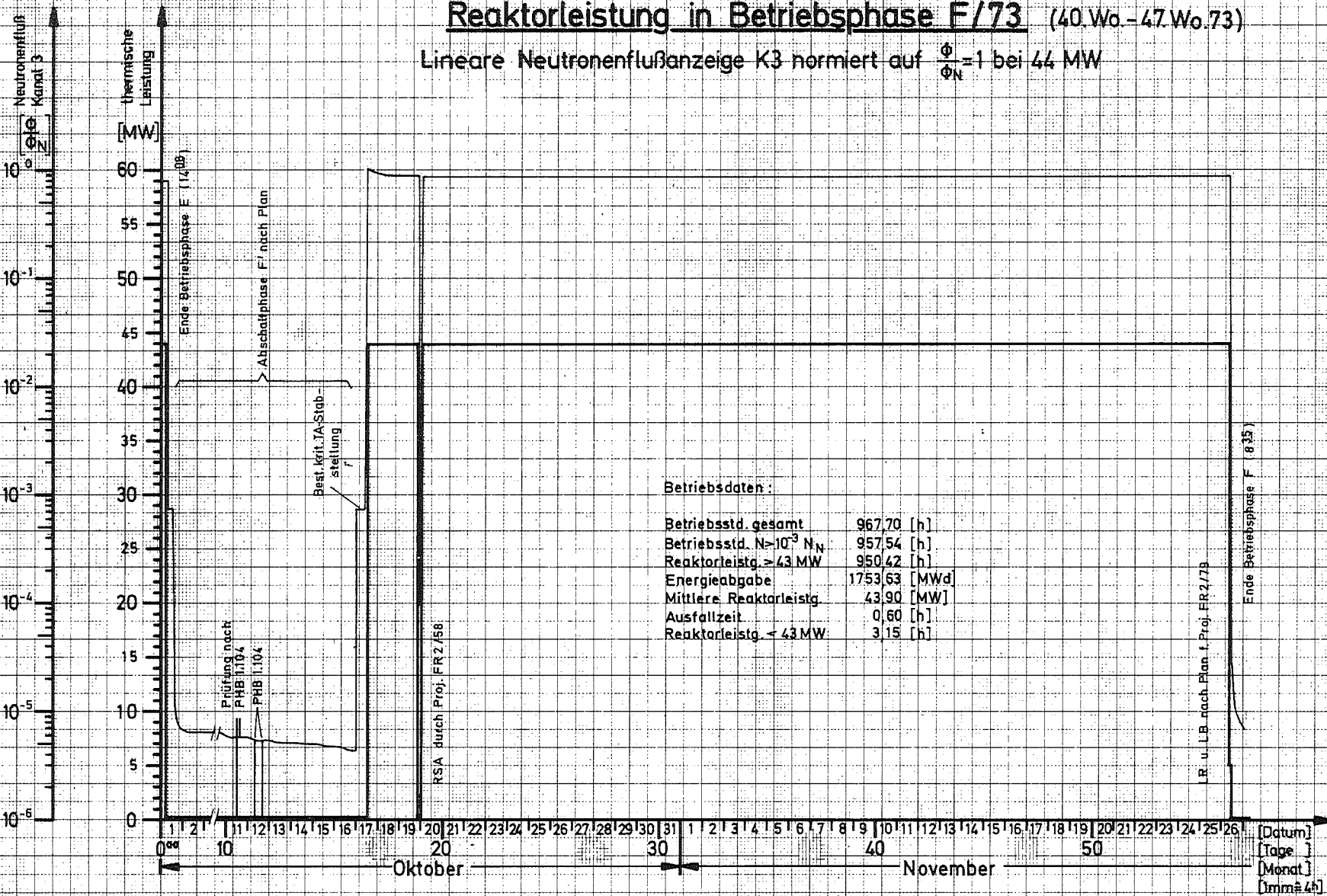
Anmerkung:
 — Neutr.-fluß SV: Startverschiebung LR: Leistungsrücknahme RSA: Reaktor -
 — therm. Leist. LB: Leistungsbegrenzung AB: Außerbetriebnahme von Hand Schnellabschaltung



GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M.B.H., KARLSRUHE
 Abteilung Reaktorbetrieb

Reaktorleistung in Betriebsphase F/73 (40.Wo.-47.Wo.73)

Lineare Neutronenflußanzeige K3 normiert auf $\frac{\phi}{\phi_N} = 1$ bei 44 MW



Formblatt: 148a / 79

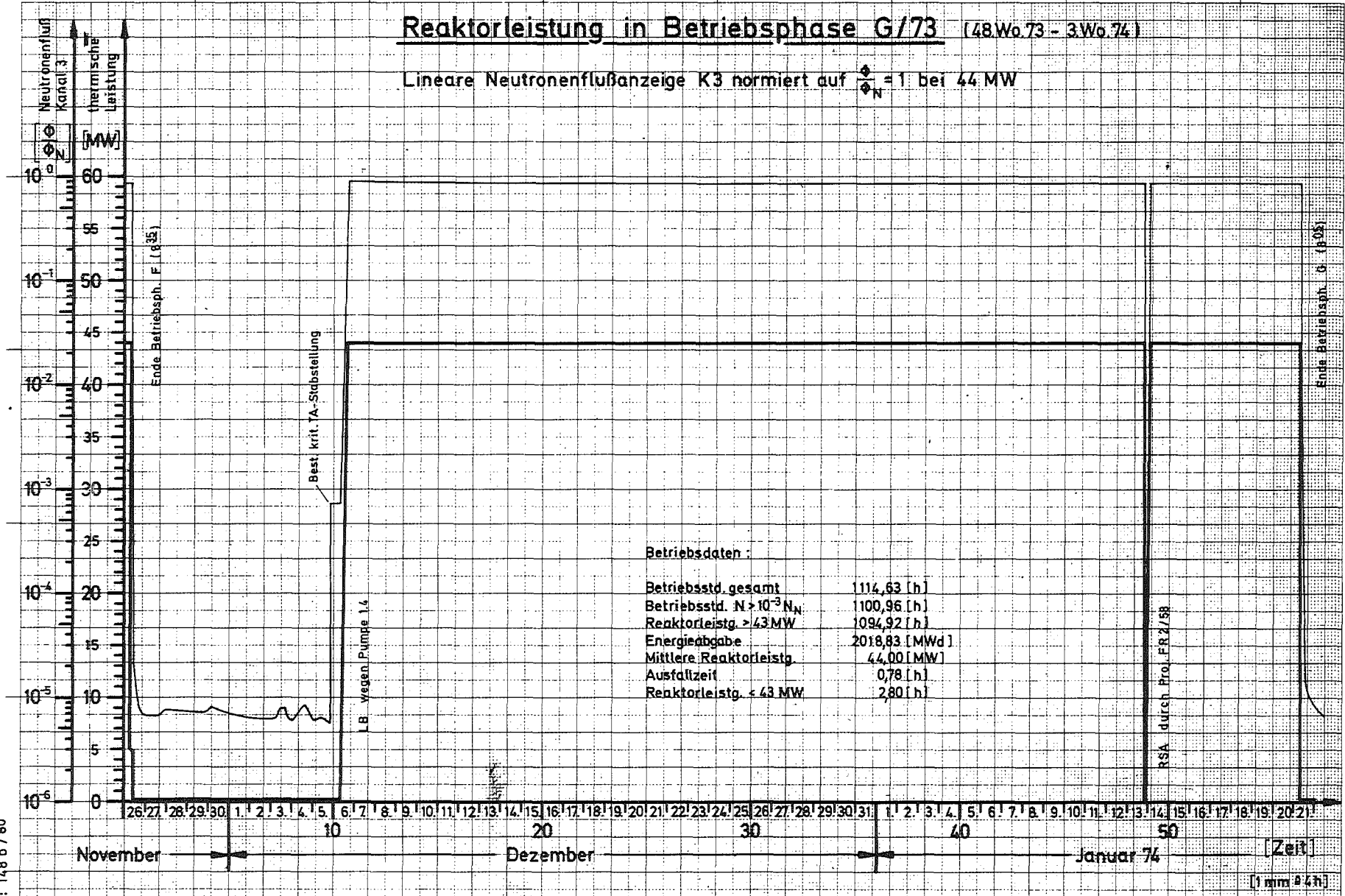
Anmerkung:
 — Neutr-fluß SV=Startverschiebung LR=Leistungsrücknahme RSA=Reaktor -
 — Therm Leist LB=Leistungsbegrenzung AB=Außerbetriebnahme von Hand Schnellabschaltung



GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M.B.H., KARLSRUHE
 Abteilung Reaktorbetrieb

Reaktorleistung in Betriebsphase G/73 (48Wo.73 - 3Wo.74)

Lineare Neutronenflußanzeige K3 normiert auf $\frac{\Phi}{\Phi_N} = 1$ bei 44 MW



Betriebsdaten :

Betriebsstd. gesamt	1114,63 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	1100,96 [h]
Reaktorleistg. $> 43 \text{ MW}$	1094,92 [h]
Energieabgabe	2018,83 [MWd]
Mittlere Reaktorleistg.	44,00 [MW]
Ausfallzeit	0,78 [h]
Reaktorleistg. $< 43 \text{ MW}$	2,80 [h]

Formblatt: 148 b / 80

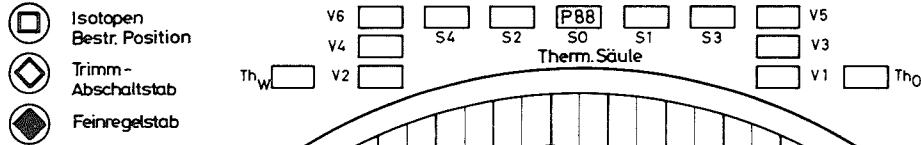
Anmerkung :

- Neutr.-fluß SV = Startverschiebung LR = Leistungsrücknahme RSA = Reaktorschnell-
- therm. Leist. LB = Leistungsbegrenzung AB = Außerbetriebnahme von Hand abschaltung

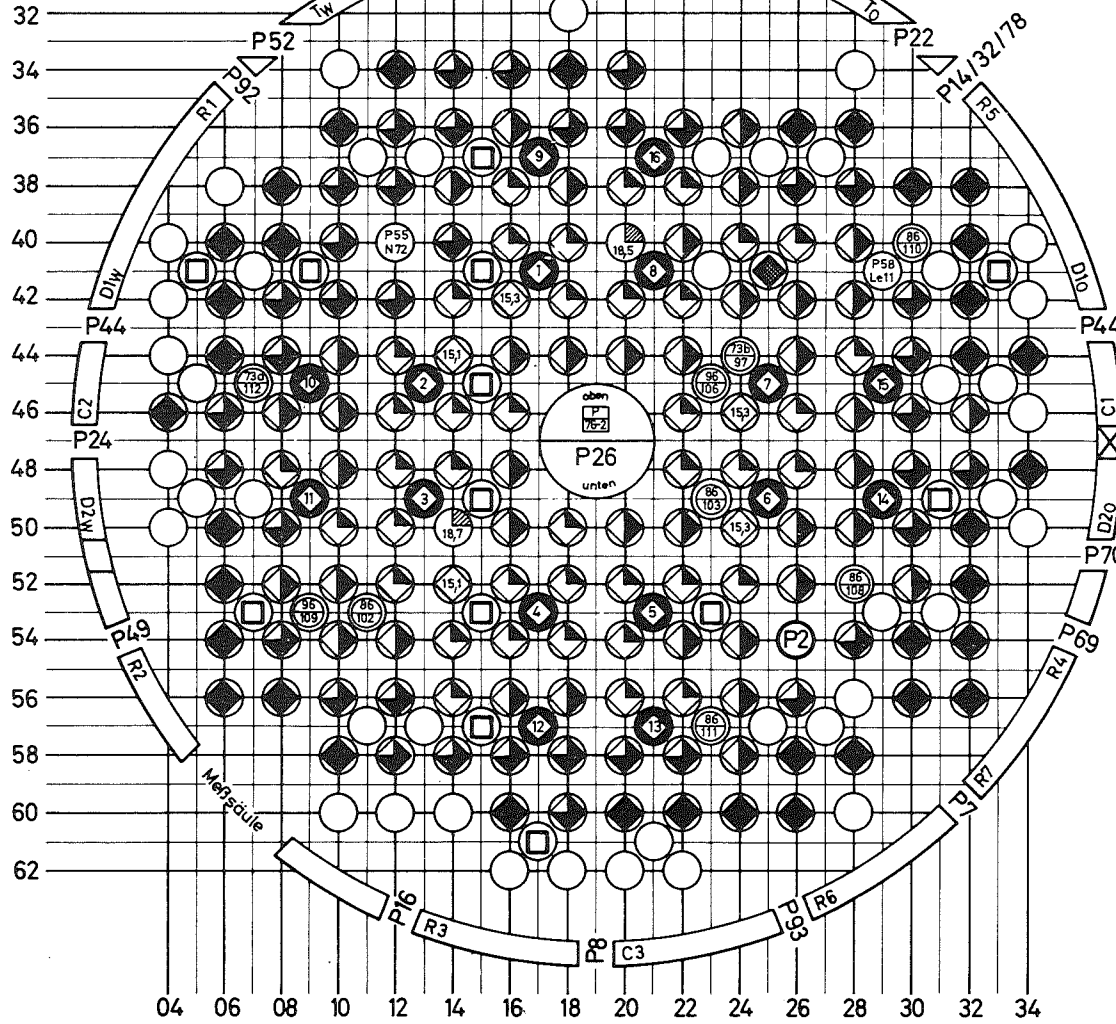


GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H. , KARLSRUHE

Abteilung Reaktorbetrieb



Anm.: Ab 6.2.73 sind alle TA-Stäbe mit neuen Absorbern ausgerüstet!



1. Brennelemente:

Abbrand: <25 25-50 50-75 >75 [%] 100% Δ 15 MWd/kg_U
 37 \bullet 39 \bullet 40 \bullet 45 \bullet - 161 BE 8 (2% anger.)
 - \bullet - \bullet - \bullet 2 \bullet - 2 BE 9 (1,86% anger.)
 Summe BE im Core - 163

2. Kapselversuchseinsätze:

\ominus Proj.Nr. - 9
fd. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen:

\oplus Proj.Nr. - 1
fd. Nr.

4. Kreislaufexperimente:

- 4.1 Proj. FR2/2 (He-Tiefemperaturbestrahlungseinrichtung) Position 54/26
- 4.2 Proj. FR2/26 (Brennstoffbestr.-He-Druckgaskreislauf) Position 47/19

Prüf. Nr.	Einbau		Ausbau	
	Tag	Zeit	Tag	Zeit
5 - L	23.1.73	9 ²⁸	1.3.73	13 ⁴⁷
5 - B	8.3.73	8 ¹⁰	9.3.73	1 ³⁹

- 4.3 Proj. FR2/55 (Hüllschadendampfkreislauf) Position 40/12 Prüfl. N72
- 4.4 Proj. FR2/58 (Brennstoffplattenbestr.-Druckwasserkreislauf) Position 41/29 Einsatz Le11

5. Summe d. besetzten Reaktorpos. m. Kühlg. v. Reaktor-Kreislauf:

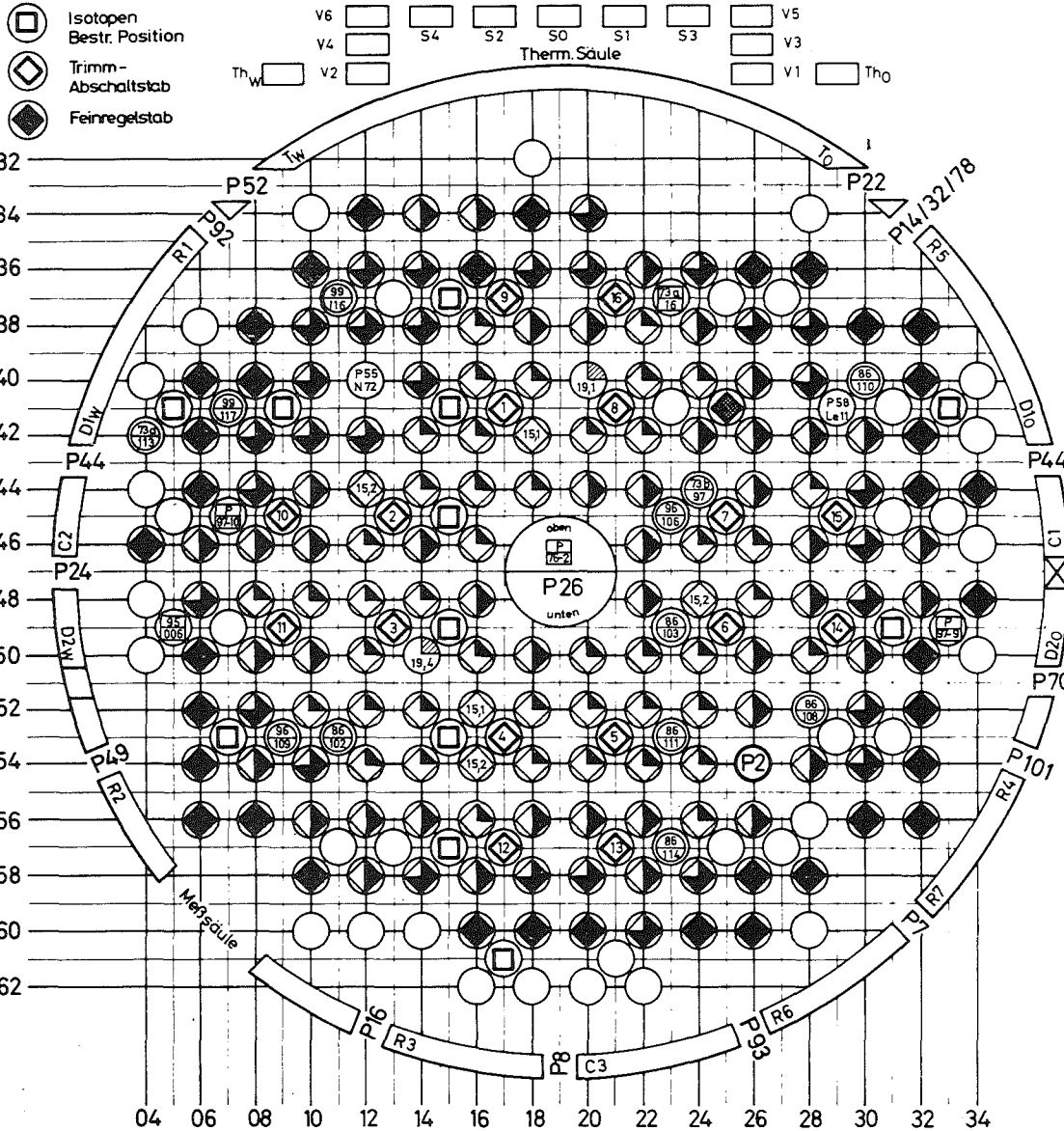
166 auf Gitterpositionen 6 auf Zwischengitterpositionen

6. Bemerkungen:

- \bullet BE 8 am - neu einges. - \bullet BE9am - neu einges.

TA-Stab-Absorberwechsel:	Ausbau	Tag	Pos.	Einbau	Tag	Pos.
(neue Absorber: \bullet)	TA-15	6.2.73	37/21	TA-106	6.2.73	37/21

Falls Abbrand > 15 MWd/kg_U, Angabe in Zahlenwerten.



1. Brennelemente:

Abbrand <25 25-50 50-75 >75 [%] 100% Δ 15 MWd/kg_U

37 ● 31 ● 44 ● 49 ● - 161 BE 8 (2% anger.)
- - - 2 ● - 2 BE 9 (1,86% anger.)

Summe BE im Core - 163

2. Kapselversuchseinsätze:

⊖ Proj. Nr. - 12
Ird. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen:

⊖ Proj. Nr. - 5
Ird. Nr.

4. Kreislaufexperimente:

- 4.1 Proj. FR2/2 (He-Tiefemperaturbestrahlungseinrichtung) Position 54/26
- 4.2 Proj. FR2/26 (Brennstoffbestr.-He-Druckgaskreislauf) Position 47/19

Prüf. Nr.	Einbau		Ausbau	
	Tag	Zeit	Tag	Zeit
-	-	-	-	-

- 4.3 Proj. FR2/55 (Hüllschadendampfkreislauf) Position 40/12 Prüfling N72
- 4.4 Proj. FR2/58 (Brennstoffplattenbestr.-Druckwasserkreislauf) Position 41/29 Einsatz Le 11

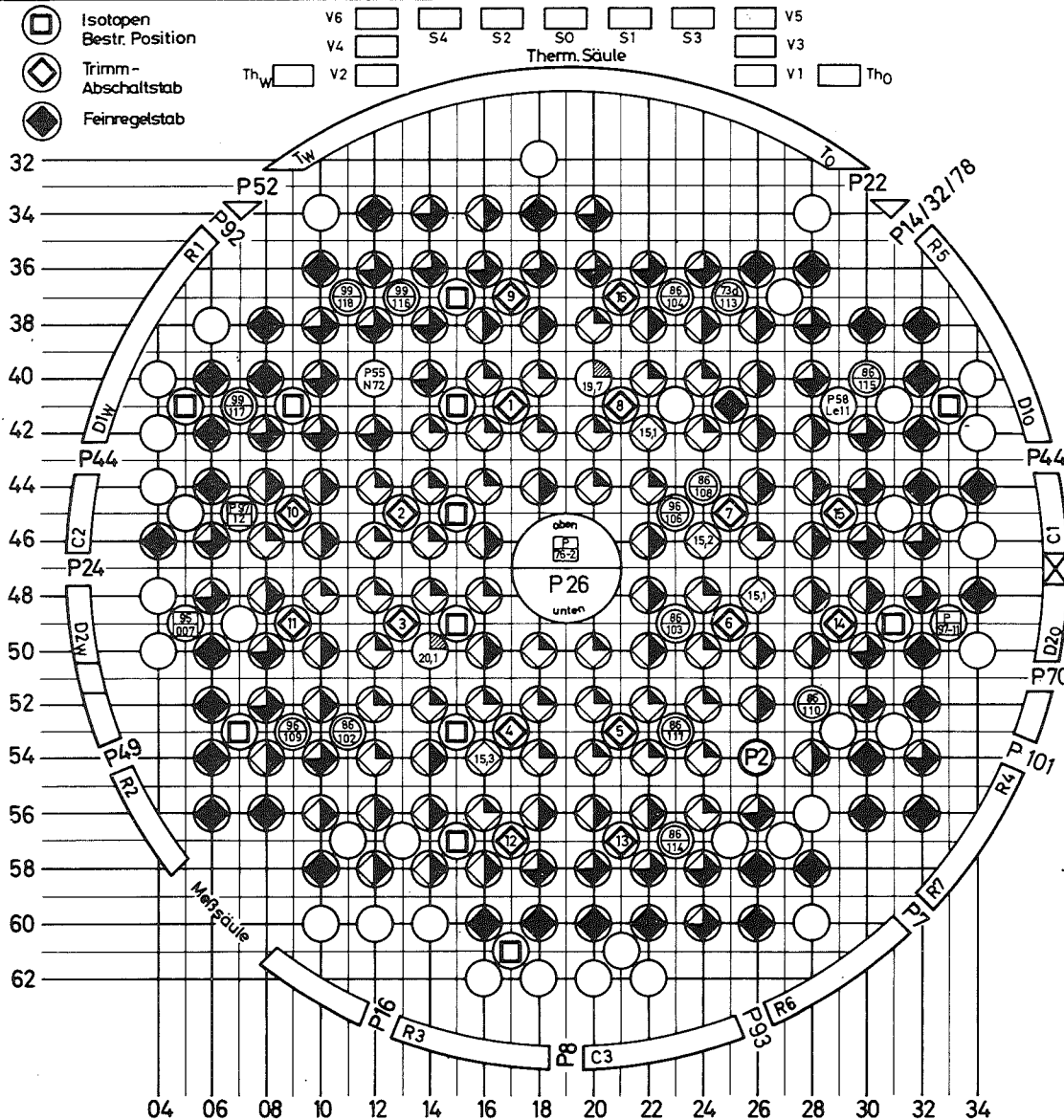
5. Summe d. besetzten Reaktorpos. m. Kühlg. v. Reaktor-Kreislauf:

167 auf Gitterpositionen 11 auf Zwischengitterpositionen

6. Bemerkungen:

● BE 8 am - neu einges. - ● BE 9 am - neu einges.

Falls Abbrand > 15 MWd/kg_U, Angabe in Zahlenwerten.



1. Brennelemente:

Abbrand: <25 25-50 50-75 >75 [%] 100%^Δ 15 MWd/kg_U

36 ● 38 ● 41 ● 46 ● - 161 BE 8 (2% anger.)

- ● - ● - ● 2 ● - 2 BE 9 (1.86% anger.)

Summe BE im Core - 163

2. Kapselversuchseinsätze:

⊖ Proj.Nr. - 14
Ifd. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen:

⊖ Proj.Nr. - 4
Ifd. Nr.

4. Kreislaufexperimente:

4.1 Proj. FR2/2 (He-Tiefemperaturbestrahlungseinrichtung)
Position 54/26

4.2 Proj. FR2/26 (Brennstoffbestr.-He-Druckgaskreislauf)
Position 47/19

Prüf. Nr.	Einbau		Ausbau	
	Tag	Zeit	Tag	Zeit

4.3 Proj. FR2/55 (Hüllschadendampfkreislauf)
Position 40/12 Prüfling N72

4.4 Proj. FR2/58 (Brennstoffplattenbestr.-Druckwasserkreislauf)
Position 41/29 Einsatz Le11

5. Summe d. besetzten Reaktorpos. m. Kühlg. v. Reaktor-Kreislauf:

166 auf Gitterpositionen 14 auf Zwischengitterpositionen

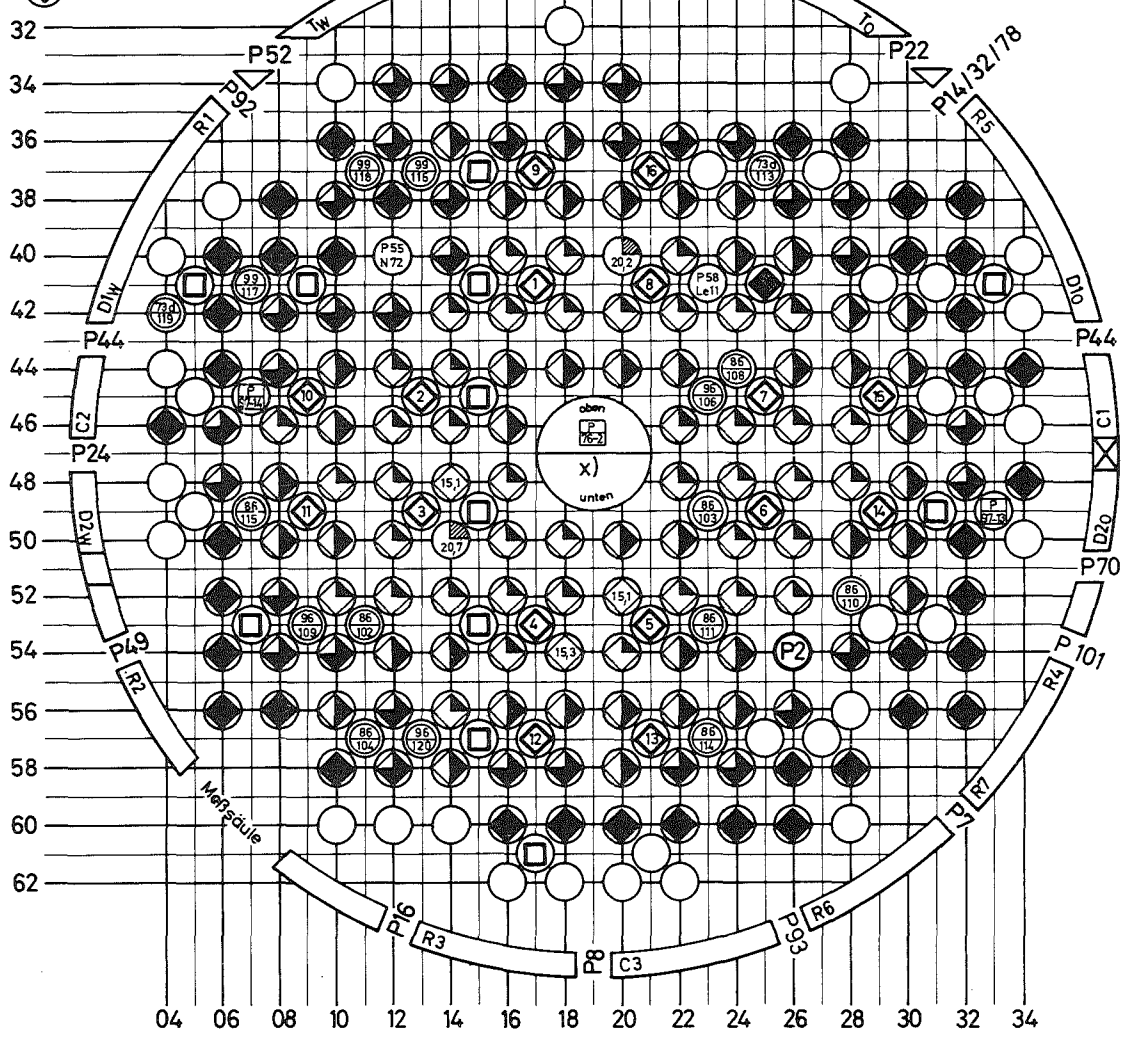
6. Bemerkungen:

- ● BE 8 am - neu einges. - ● BE 9 am - neu einges.

Falls Abbrand > 15 MWd/kg_U, Angabe in Zahlenwerten.

- Isotopen
Bestr. Position
- ◇ Trimm-
Abschaltstab
- Feinregelstab

V6 V5
 V4 S4 S2 S0 S1 S3 V3
 Therm.Säule
 Th_w V2 V1 Th_o



1. Brennelemente :

Abbrand: <25 25-50 50-75 >75 [%] 100% Δ 15 MWd/kg_U
 40 ● 34 ● 43 ● 45 ● - 162 BE 8 (2% anger.)
 - ● - ● - ● 2 ● - 2 BE 9 (1,86% anger.)
 Summe BE im Core - 164

2. Kapselversuchseinsätze :

○ Proj.Nr. - 16
 ffd. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen :

⊖ Proj.Nr. - 3
 ffd. Nr.

4. Kreislaufexperimente :

- 4.1 Proj. FR2/2 (He-Tiefemperaturbestrahlungseinrichtung)
Position 54/26
- X) 4.2 Proj. FR2/26 (Brennstoffbestr.-He-Druckgaskreislauf)
Position 47/19
Versuchseinbau am 4.8.73, 13.8.73 aus- und Druckrohrstopfen eingebaut
- 4.3 Proj. FR2/55 (Hüllschadendampfkreislauf)
Position 40/12 Prüfling N72
- 4.4 Proj. FR2/58 (Brennstoffplattenbestr.-Druckwasserkreislauf)
Position 41/23 Einsatz Le 11

Prüfl. Nr.	Einbau		Ausbau	
	Tag	Zeit	Tag	Zeit

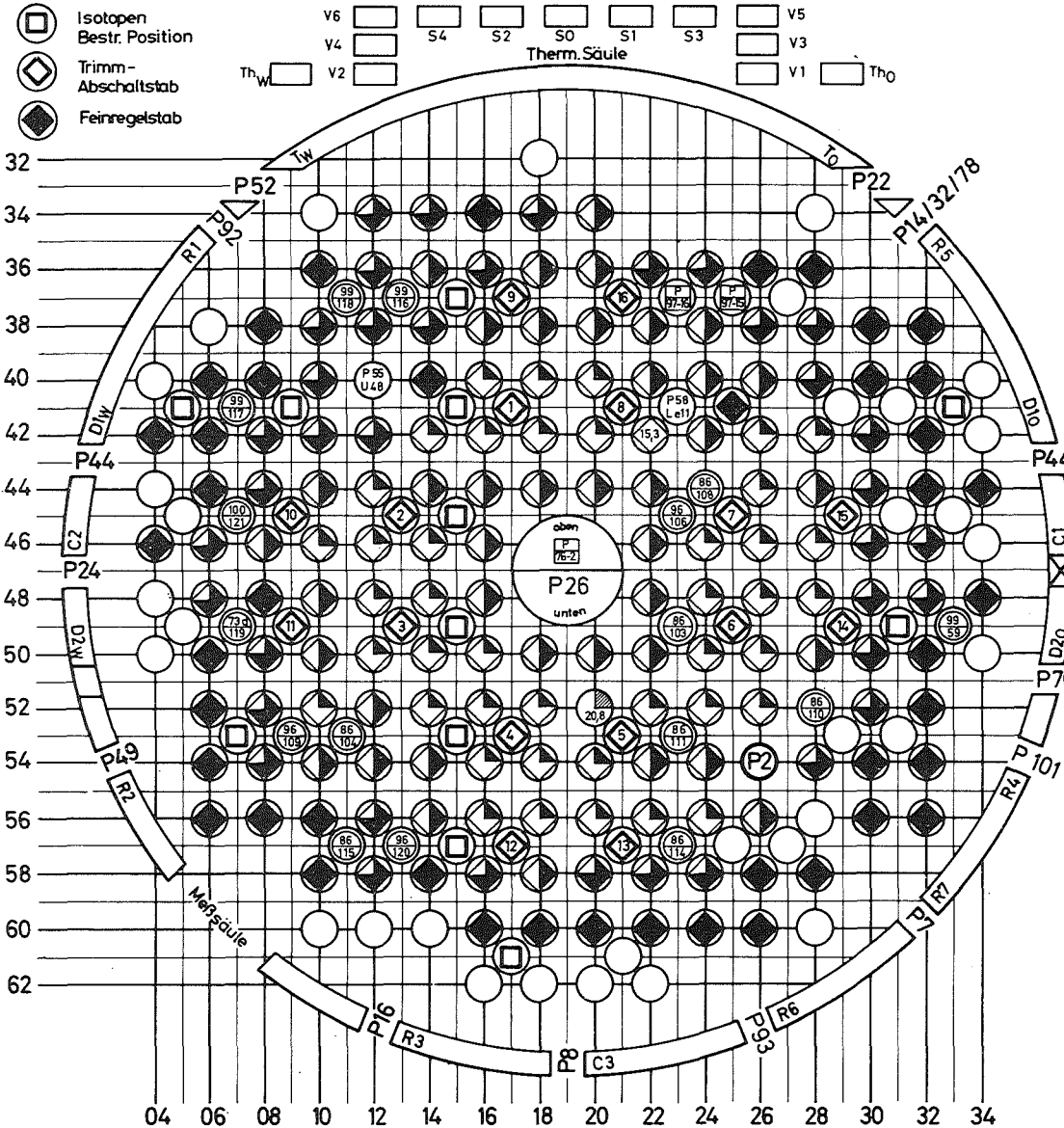
5. Summe d. besetzten Reaktorpos. m. Kühlung v. Reaktor-Kreislauf:

167 auf Gitterpositionen 15 auf Zwischengitterpositionen

6. Bemerkungen :

● BE 8 am - neu einges. - ● BE 9 am - neu einges.

Falls Abbrand > 15 MWd/kg_U, Angabe in Zahlenwerten.



1. Brennelemente:

Abbrand: <25 25-50 50-75 >75 [%] 100% Δ 15 MWd/kg_U
 43 ● 38 ● 40 ● 43 ● - 164 BE 8 (2% anger.)
 - ● - ● - ● 1 ● - 1 BE 9 (1,86% anger.)
 Summe BE im Core - 165

2. Kapselversuchseinsätze:

⊖ Proj.Nr. - 16
Ifd. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen:

⊖ Proj.Nr. - 3
Ifd. Nr.

4. Kreislaufexperimente:

- 4.1 Proj. FR2/2 (He-Tiefemperaturbestrahlungseinrichtung) Position 54/26
- 4.2 Proj. FR2/26 (Brennstoffbestr.-He-Druckgaskreislauf) Position 47/19

Prüf. Nr.	Einbau		Ausbau	
	Tag	Zeit	Tag	Zeit
5-R	→		→	

- 4.3 Proj. FR2/55 (Hüllschadendampfkreislauf) Position 40/12 (Prüfling U 48)
- 4.4 Proj. FR 2/58 (Brennstoffplattenbestr.-Druckwasserkreislauf) Position 41/23 Einsatz Le 11

5. Summe d. besetzten Reaktorpos. m. Kühlg.v.Reaktor-Kreislauf:

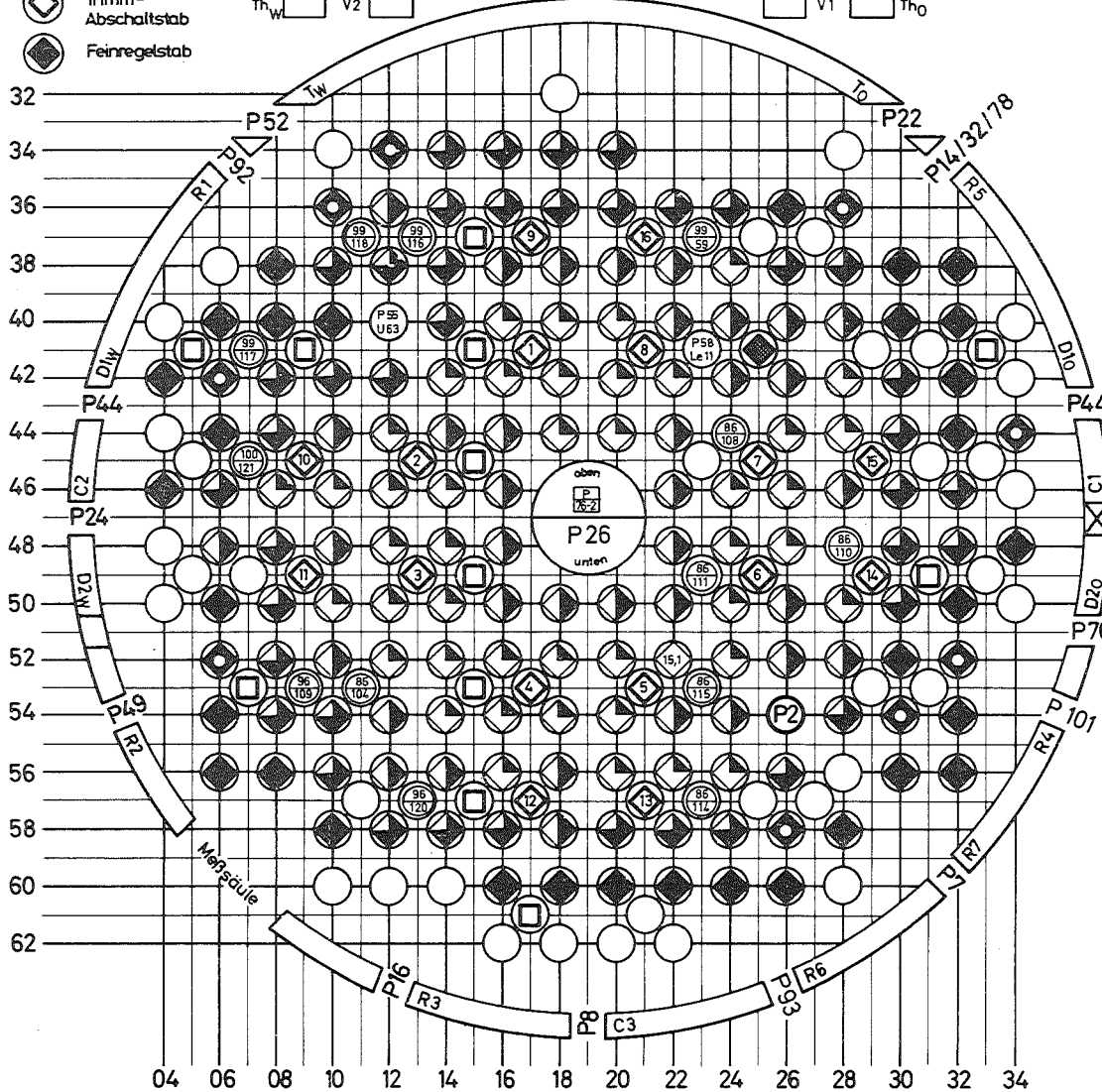
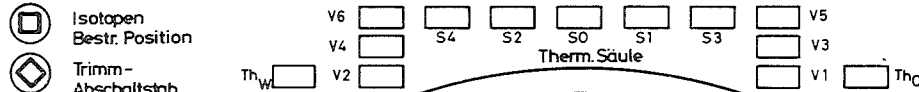
167 auf Gitterpositionen 16 auf Zwischengitterpositionen

6. Bemerkungen:

- ● BE 8 am - neu einges. - ● BE 9 am - neu einges.

BE 8-188 am 25.9.73 aus Pos. 42/28 wegen Hüllschaden ausgebaut.

Falls Abbrand > 15 MWd/kg_U, Angabe in Zahlenwerten.



1. Brennelemente:

Abbrand: <math>\begin{matrix} $-25 & 25-50 & 50-75 & >75 & [\%] & 100\% \Delta & 15 \text{ MWd/kgU} \end{matrix}$
 41 ● 42 ● 37 ● 45 ● -165 BE 8 (2% anger.)
 - ● - ● - ● - ● - 0 BE 9 (1,86% anger.)
 Summe BE im Core - 165

2. Kapselversuchseinsätze:

○ Proj. Nr. - 13
 ifd. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen:

⊖ Proj. Nr. - 1
 ifd. Nr.

4. Kreislaufexperimente:

- 4.1 Proj. FR2/2 (He-Tiefemperaturbestrahlungseinrichtung) Position 54/26
- 4.2 Proj. FR2/26 (Brennstoffbestr.-He-Druckgaskreislauf) Position 47/19

Prüfl. Nr.	Einbau		Ausbau	
	Tag	Zeit	Tag	Zeit
5 - R	→		22.10.73	17 ⁵⁰
5 - S	→	6.11.73 15 ³⁵	→	

- 4.3 Proj. FR2/55 (Hüllschadendampfkreislauf) Position 40/12 Prüfling U48 am 4.10.73 aus- und U63 eingebaut
- 4.4 Proj. FR2/58 (Brennstoffplattenbestr.-Druckwasserkreislauf) Position 41/23 Einsatz Le11

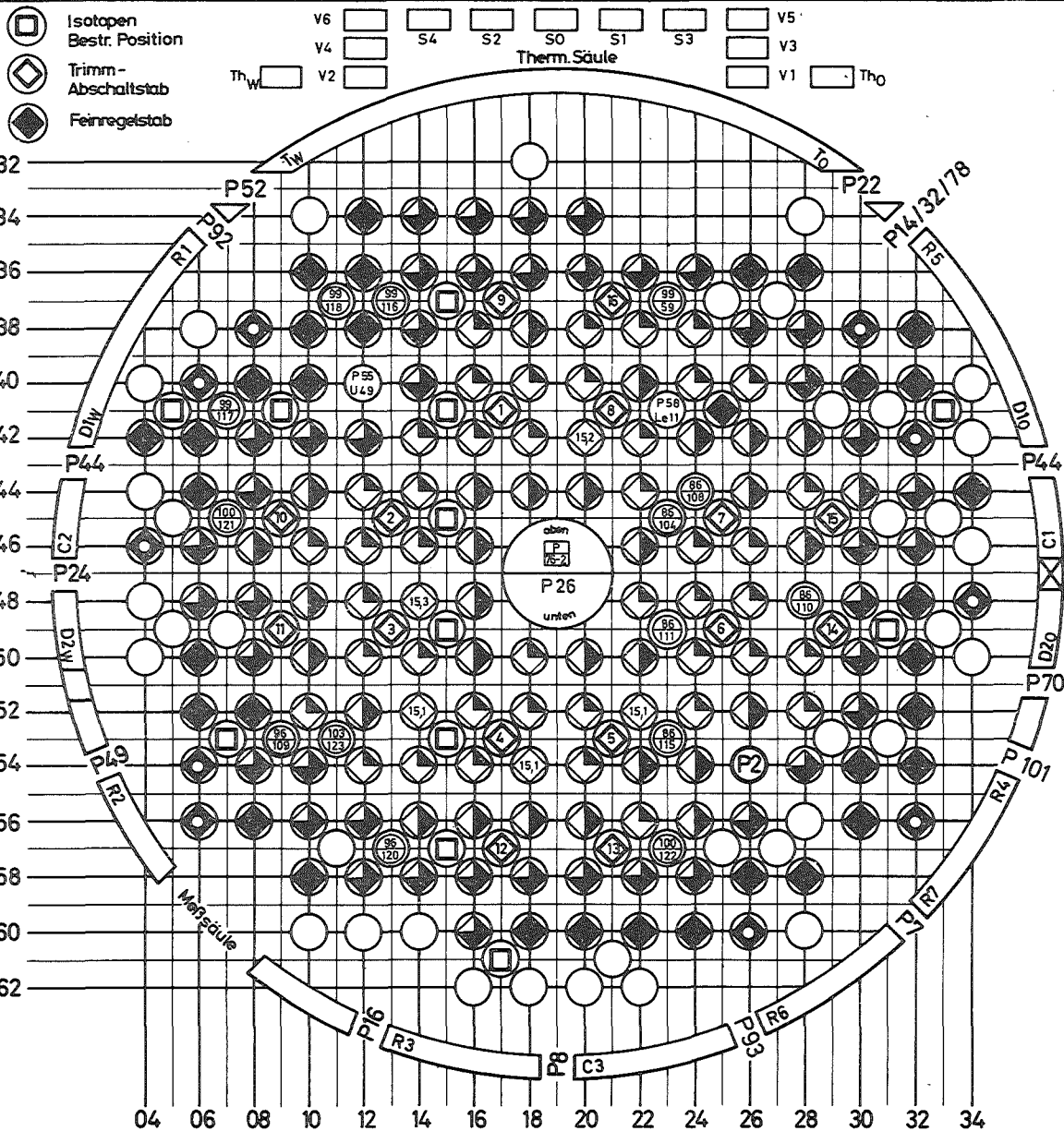
5. Summe d. besetzten Reaktorpos. m. Kühlg.v.Reaktor-Kreislauf:

167 auf Gitterpositionen 11 auf Zwischengitterpositionen

6. Bemerkungen:

9 ● BE 8 am 8./9.10.73 neu einges. - ● BE9 am - neu einges.

Falls Abbrand > 15 MWd/kgU, Angabe in Zahlenwerten.



1. Brennelemente:

Abbrand: $\begin{matrix} < 25 & 25-50 & 50-75 & > 75 & [\%] & 100\% \Delta & 15 \text{ MWd/kgU} \end{matrix}$
 43 ● 44 ● 30 ● 48 ● - 165 BE 8 (2% anger.)
 - ● - ● - ● - ● - 0 BE 9 (186% anger.)
 Summe BE im Core - 165

2. Kapselversuchseinsätze:

⊖ Proj.Nr. - 14
Wd. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen:

⊖ Proj.Nr. - 1
Wd. Nr.

4. Kreislaufexperimente:

- 4.1 Proj. FR2/2 (He-Tiefemperaturbestrahlungseinrichtung)
Position 54/26
- 4.2 Proj. FR2/26 (Brennstoffbestr.-He-Druckgaskreislauf)
Position 47/19

Prüf. Nr.	Einbau		Ausbau	
	Tag	Zeit	Tag	Zeit
5-S	→		→	

- 4.3 Proj. FR2/55 (Hüllschadendampfkreislauf)
Position 40/12 Prüfling U63 am 27.11.73 aus- u. U49 eingebaut.
- 4.4 Proj. FR2/58 (Brennstoffplattenbestr.-Druckwasserkreislauf)
Position 41/23 Einsatz Le 11

5. Summe d. besetzten Reaktorpos. m. Kühlg. v. Reaktor-Kreislauf:

167 auf Gitterpositionen 12 auf Zwischengitterpositionen

6. Bemerkungen:

10 ● BE 8 am 3./12.73 neu einges. - ● BE 9 am - neu einges.

Falls Abbrand > 15 MWd/kgU, Angabe in Zahlenwerten.

Isotopen - Bestrahlungspositionen

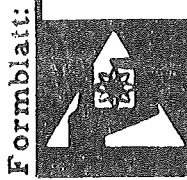
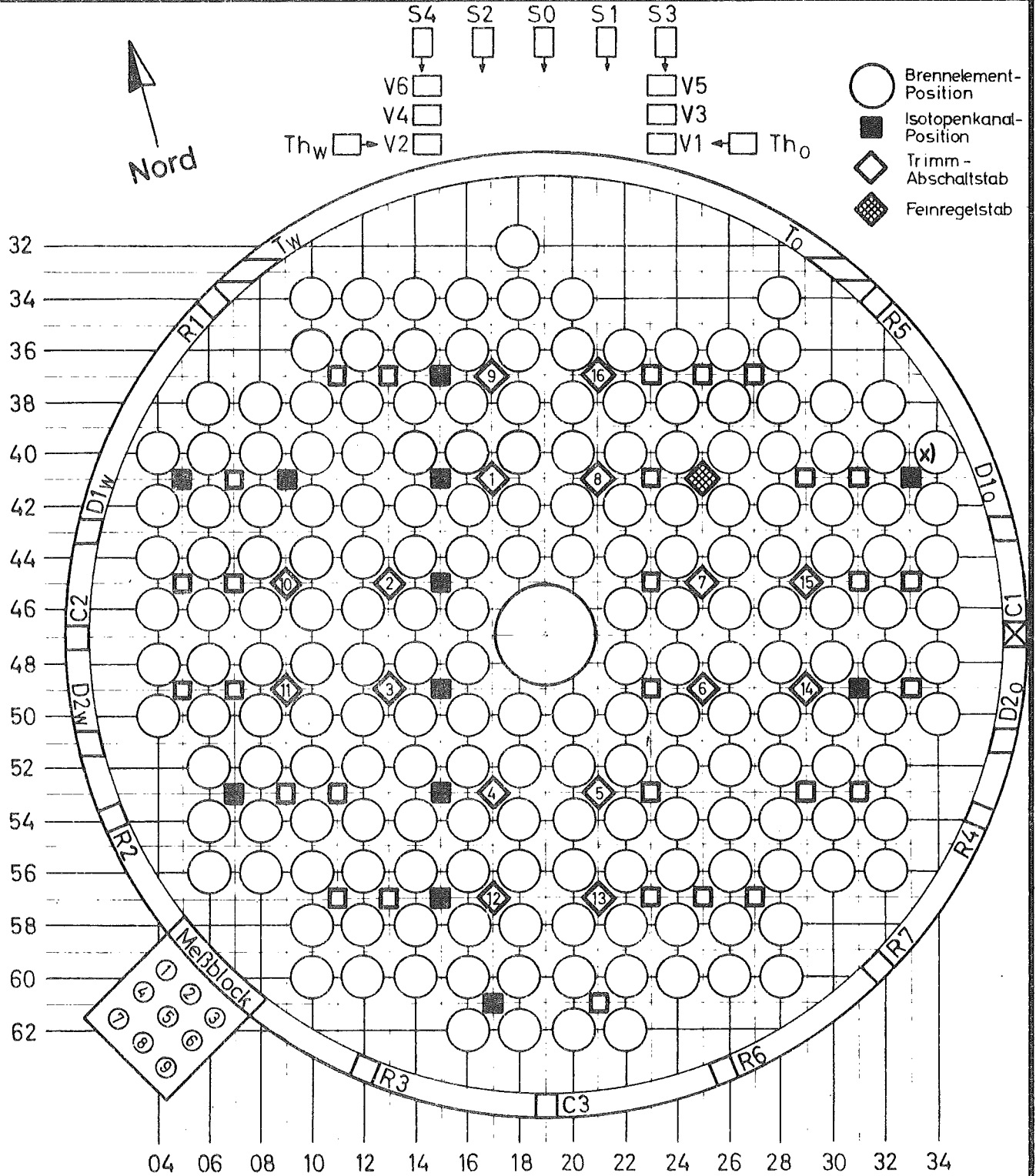
Beladung Nr.: 11

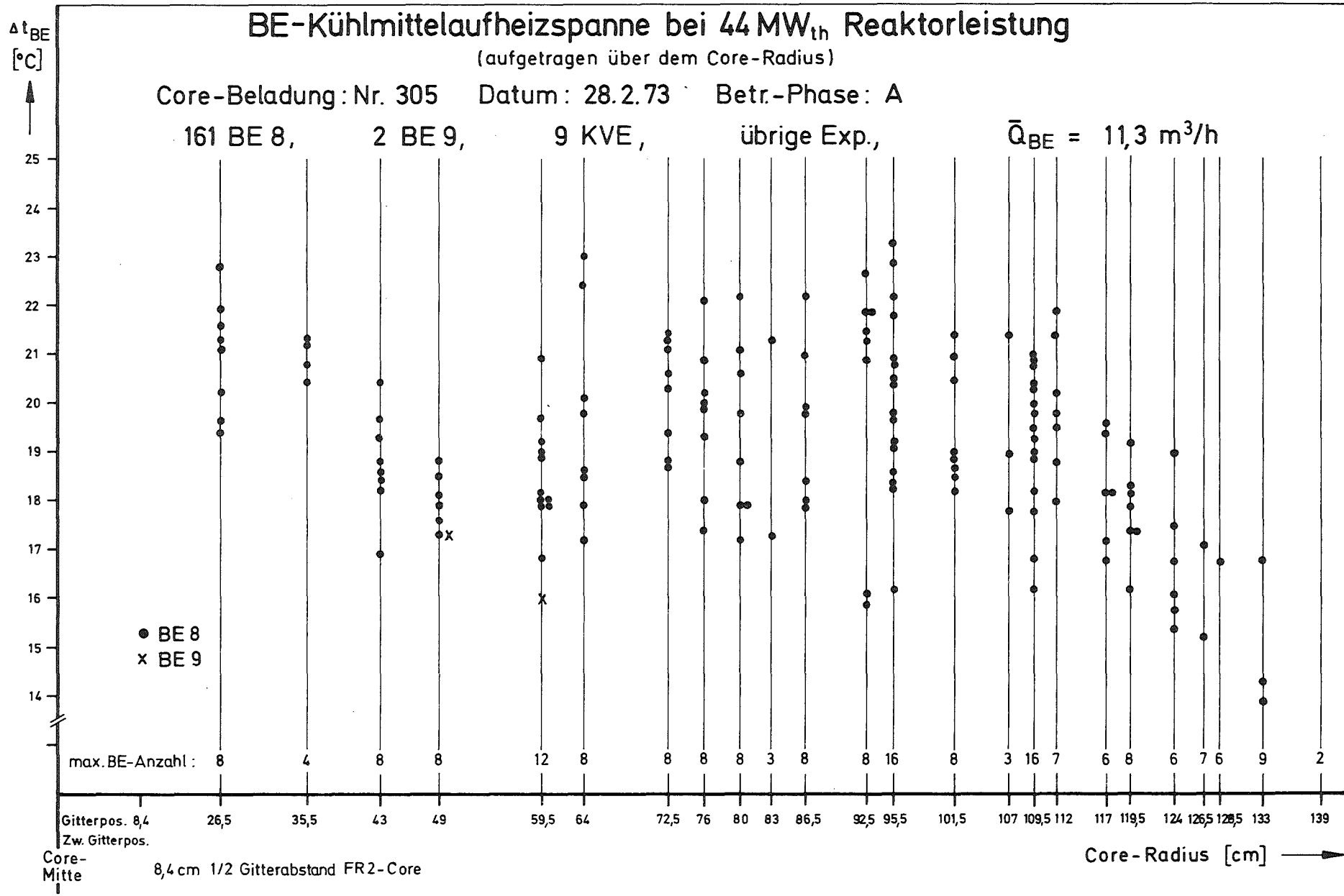
Standardbel. Nr. 11 mit 12 Isotopentauchrohren einschließlich leeren Kapselträgerrohren.

vom 20.2.72

bis 24.1.74

x) Pos. 41/33 wegen Rohrleitungsabstützung von Exp. FR 2/58 nicht beladbar.





BE-Kühlmittelaufheizspanne bei 44 MW_{th} Reaktorleistung

(aufgetragen über dem Core-Radius)

Core-Beladung : Nr. 308

Datum : 18.4.73

Betr.-Phase : B

161 BE 8,

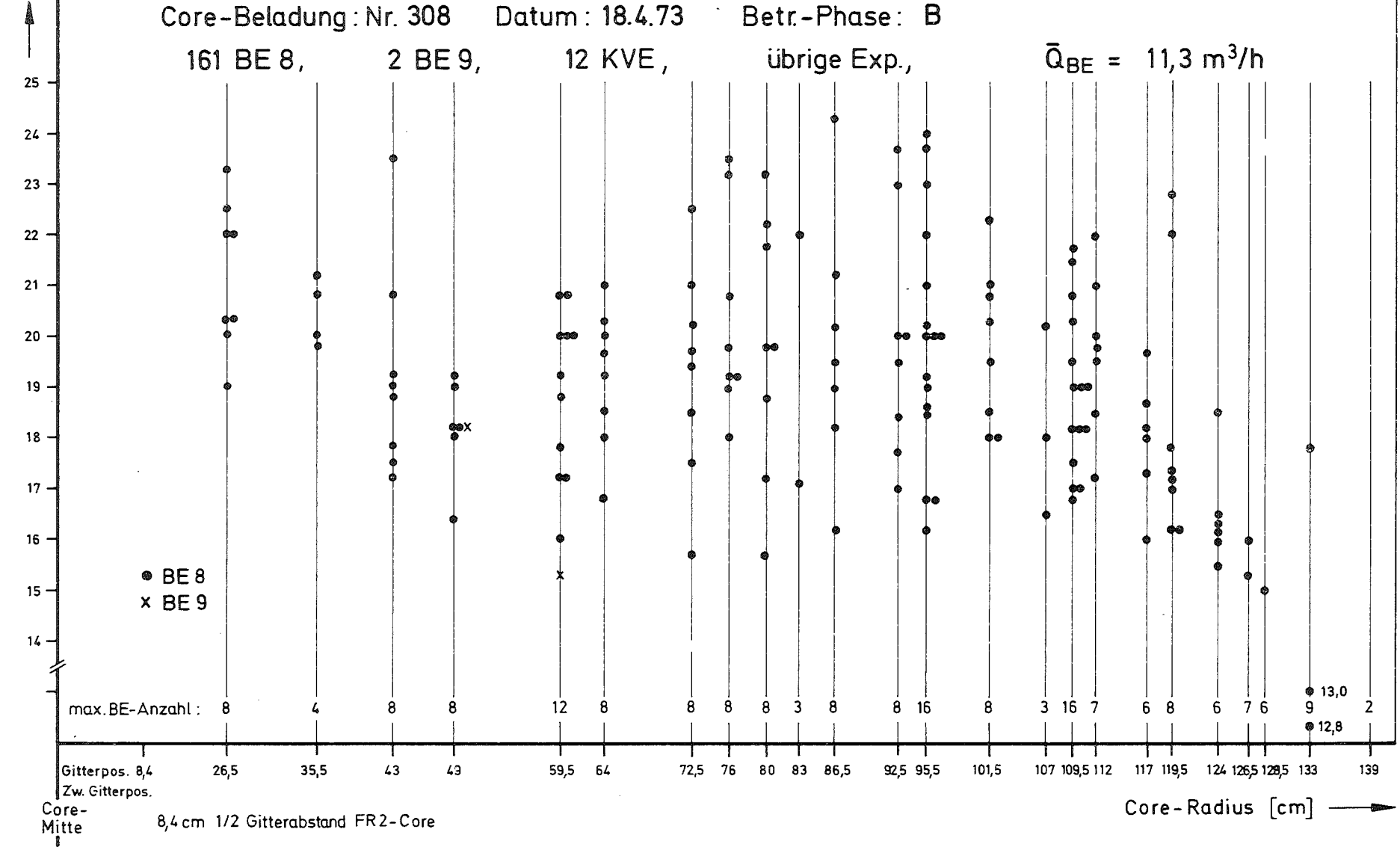
2 BE 9,

12 KVE,

übrige Exp.,

$\bar{Q}_{BE} = 11,3 \text{ m}^3/\text{h}$

Δt_{BE}
[°C]



BE-Kühlmittelaufheizspanne bei 44 MW_{th} Reaktorleistung

(aufgetragen über dem Core-Radius)

Core-Beladung : Nr. 312

Datum : 6.6.73

Betr.-Phase : C

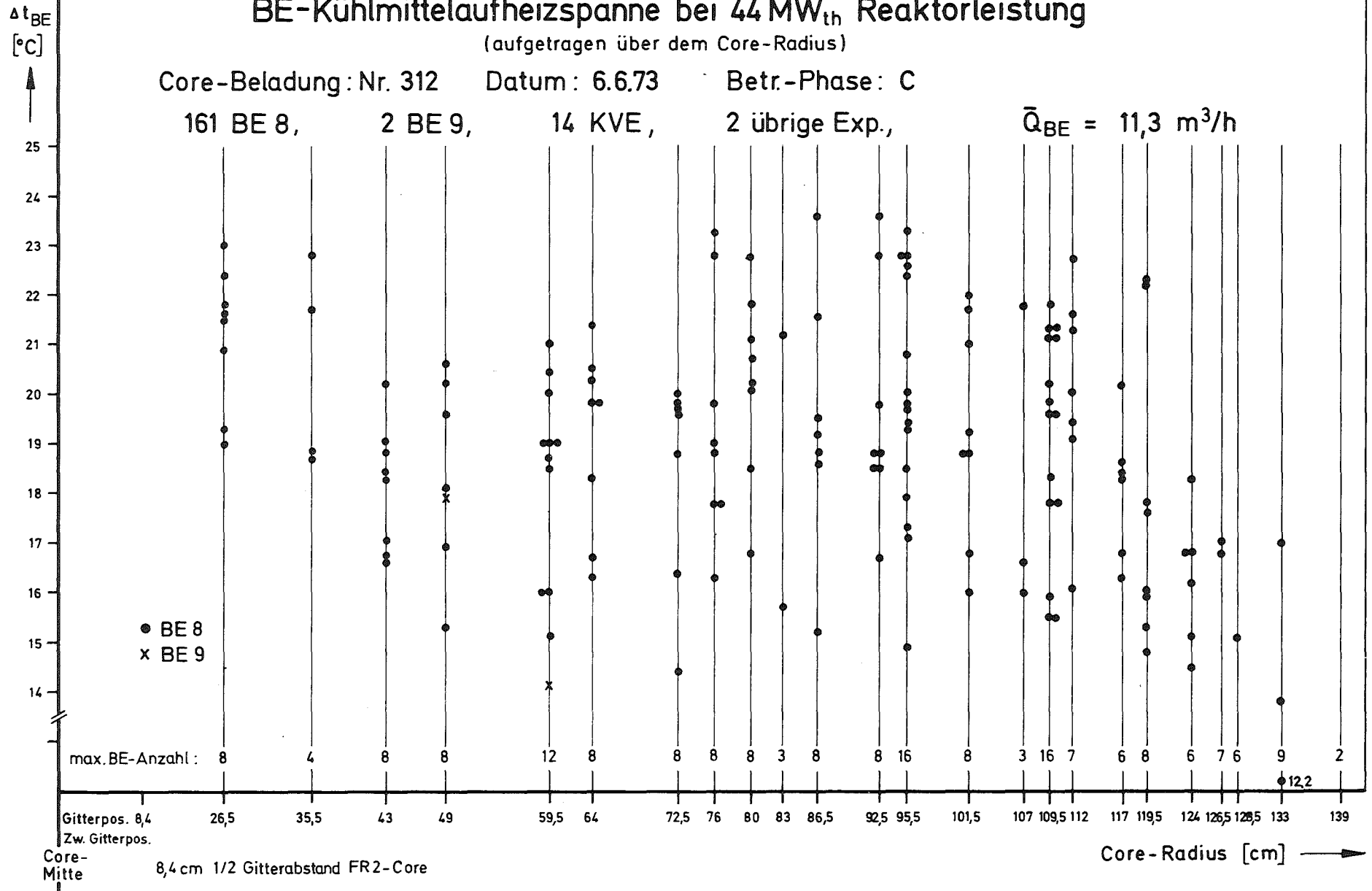
161 BE 8,

2 BE 9,

14 KVE,

2 übrige Exp.,

$\bar{Q}_{BE} = 11,3 \text{ m}^3/\text{h}$



BE-Kühlmittelaufheizspanne bei 44 MW_{th} Reaktorleistung

(aufgetragen über dem Core-Radius)

Core-Beladung: Nr. 315

Datum: 25.7.73

Betr.-Phase: D

162 BE 8,

2 BE 9,

18 KVE,

übrige Exp.,

$\bar{Q}_{BE} = 11,1 \text{ m}^3/\text{h}$

Δt_{BE}
[°C]



25
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14

● BE 8
x BE 9

max. BE-Anzahl:

8 4 8 8 12 8 8 8 8 3 8 8 16 8 3 16 7 6 8 6 6 7 6 9 2

Gitterpos. 8,4
Zw. Gitterpos.

26,5 35,5 43 49 59,5 64 72,5 76 80 83 86,5 92,5 95,5 101,5 107 109,5 112 117 119,5 124 126,5 128,5 133 139

Core-Mitte

8,4 cm 1/2 Gitterabstand FR2-Core

Core-Radius [cm]



BE-Kühlmittelaufheizspanne bei 44 MW_{th} Reaktorleistung

(aufgetragen über dem Core-Radius)

Core-Beladung: Nr. 320

Datum: 13.9.73

Betr.-Phase: E

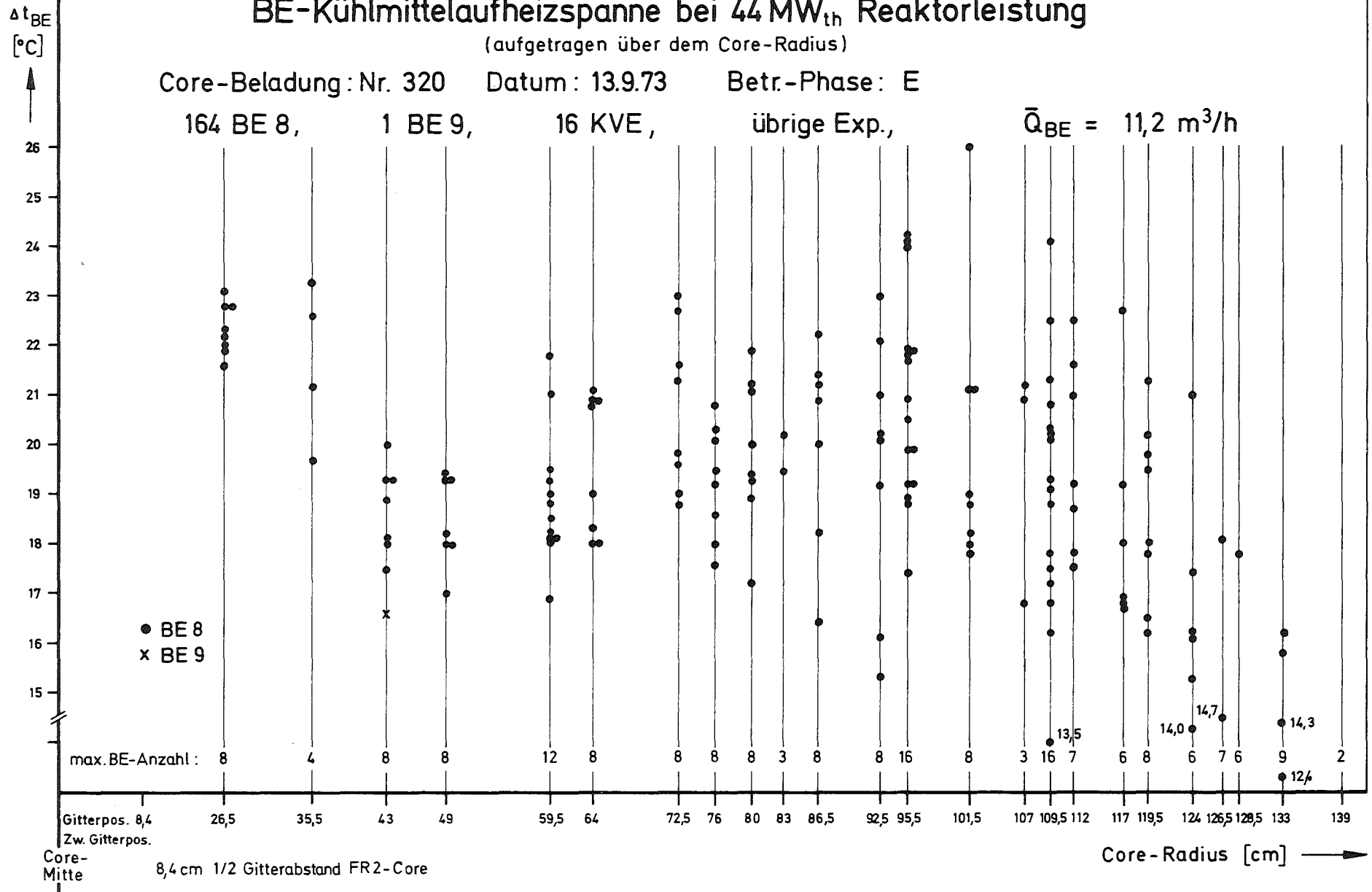
164 BE 8,

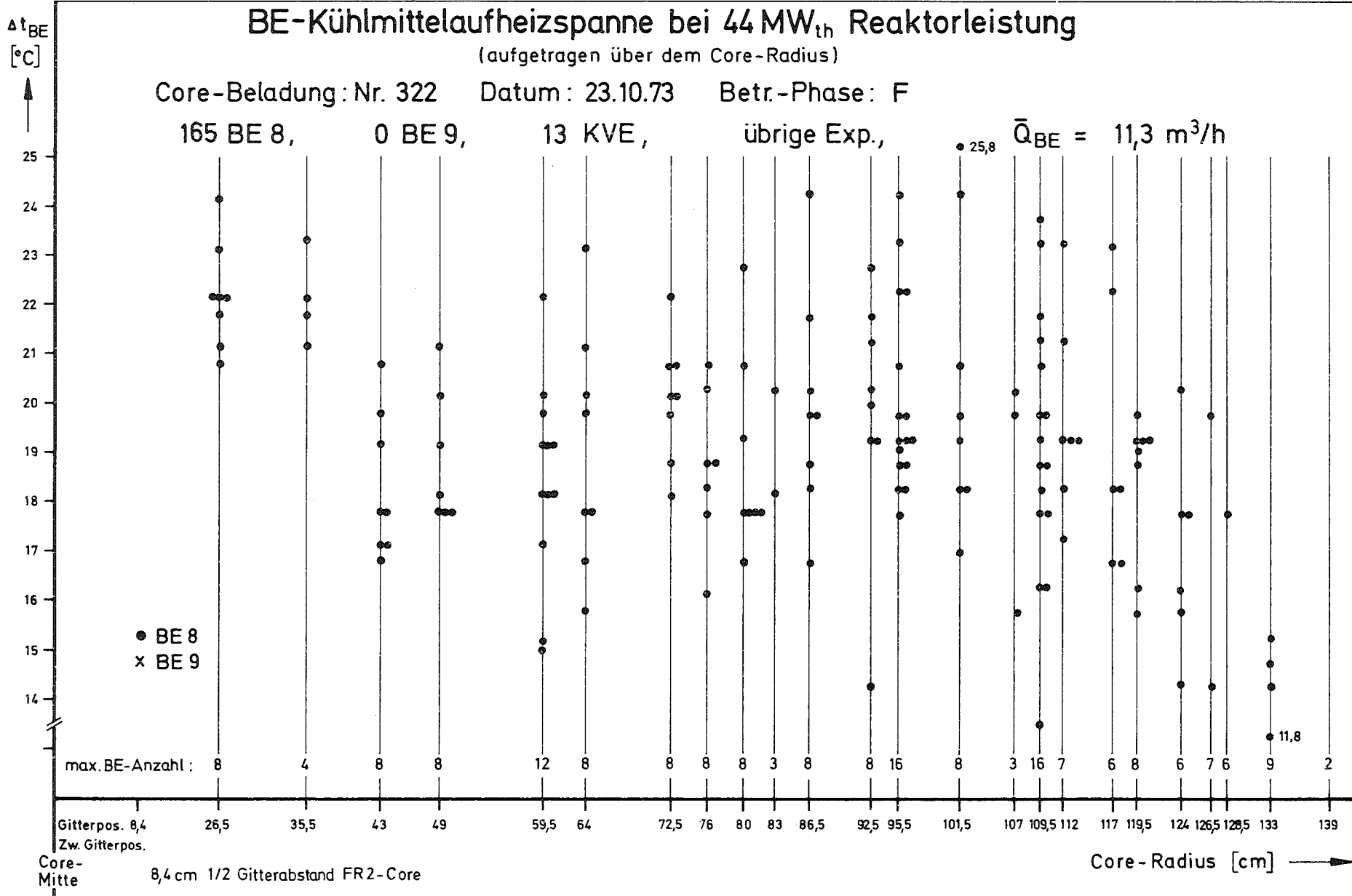
1 BE 9,

16 KVE,

übrige Exp.,

$\bar{Q}_{BE} = 11,2 \text{ m}^3/\text{h}$





BE-Kühlmittelaufheizspanne bei 44 MW_{th} Reaktorleistung

(aufgetragen über dem Core-Radius)

Core-Beladung: Nr. 323

Datum: 30.12.73

Betr.-Phase: G

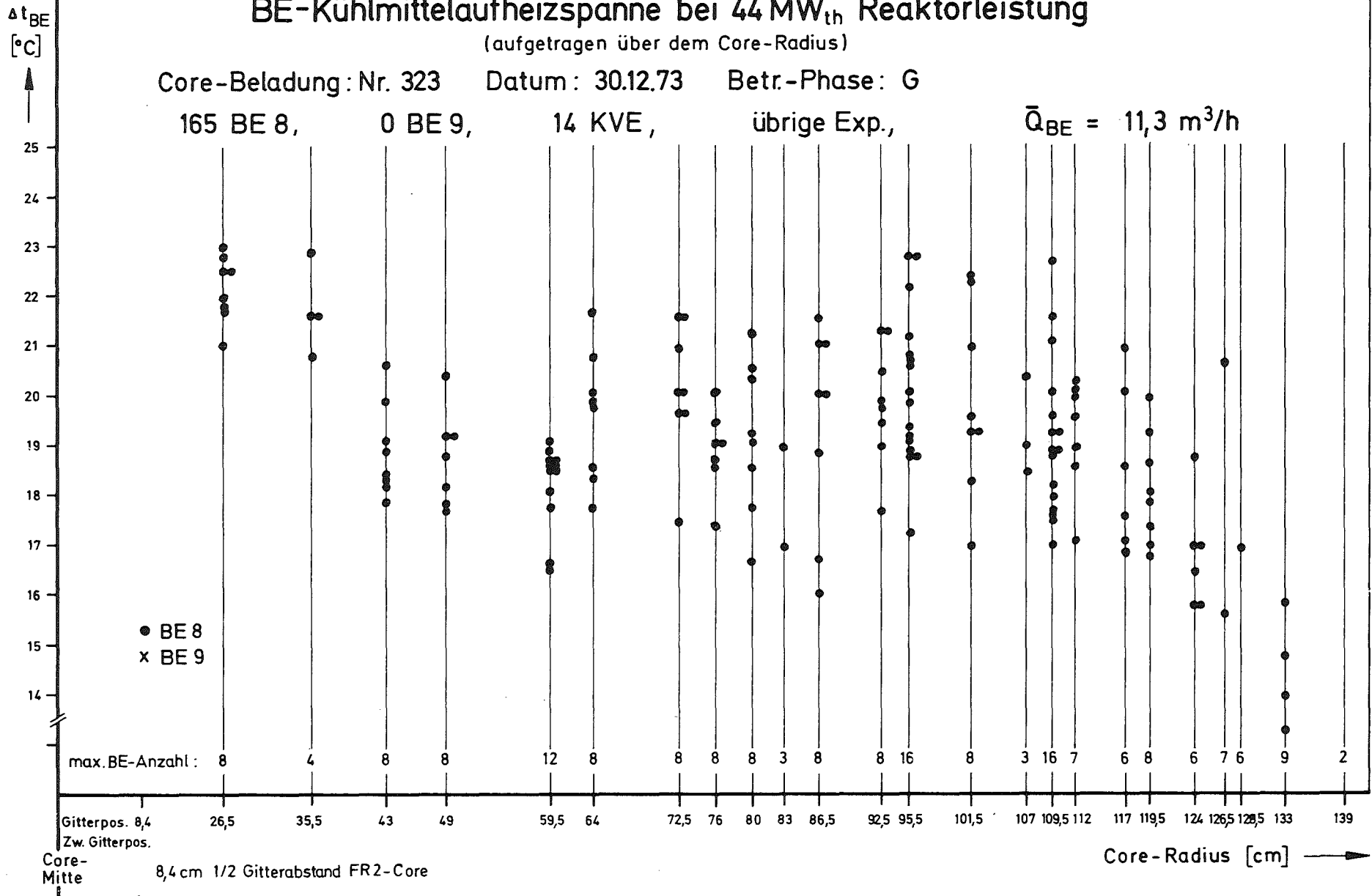
165 BE 8,

0 BE 9,

14 KVE,

übrige Exp.,

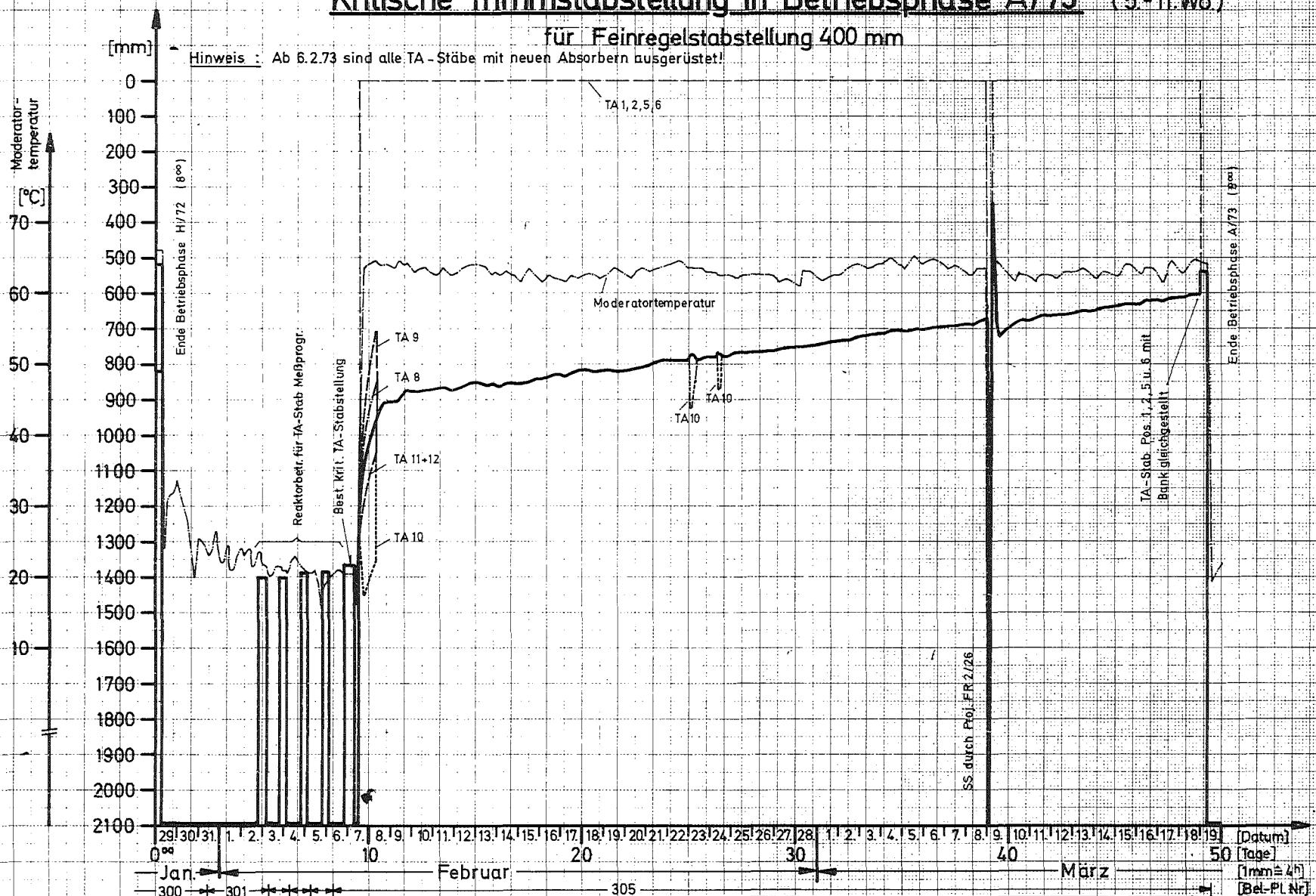
$\bar{Q}_{BE} = 11,3 \text{ m}^3/\text{h}$



Kritische Trimmstabstellung in Betriebsphase A/73 (5.-11.Wo)

für Feinregelstabstellung 400 mm

Hinweis: Ab 6.2.73 sind alle TA-Stäbe mit neuen Absorbern ausgerüstet!



Anmerkung:

SV = Startverschiebung

LR = Leistungsrücknahme

SS = Schnellabschaltung

LB = Leistungsbegrenzung

AB = Außerbetriebnahme von Hand



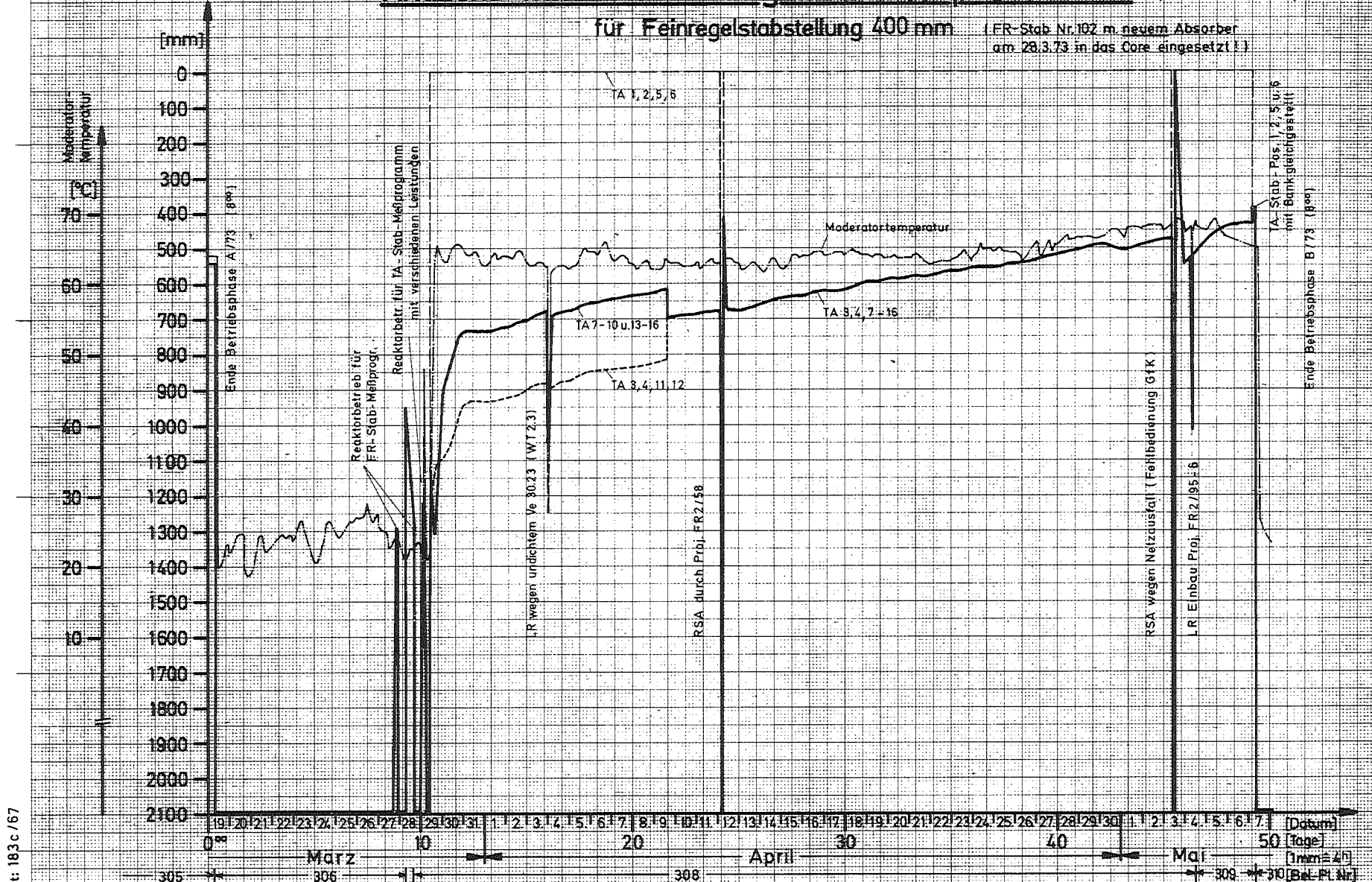
GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H., KARLSRUHE

Abteilung Reaktorbetrieb

Kritische Trimmstababstellung in Betriebsphase B/73 (12.-18. Mo. 73)

für Feinregelstababstellung 400 mm

(FR-Stab Nr. 102 m. neuem Absorber am 28.3.73 in das Core eingesetzt!)



Formblatt: 183c/57

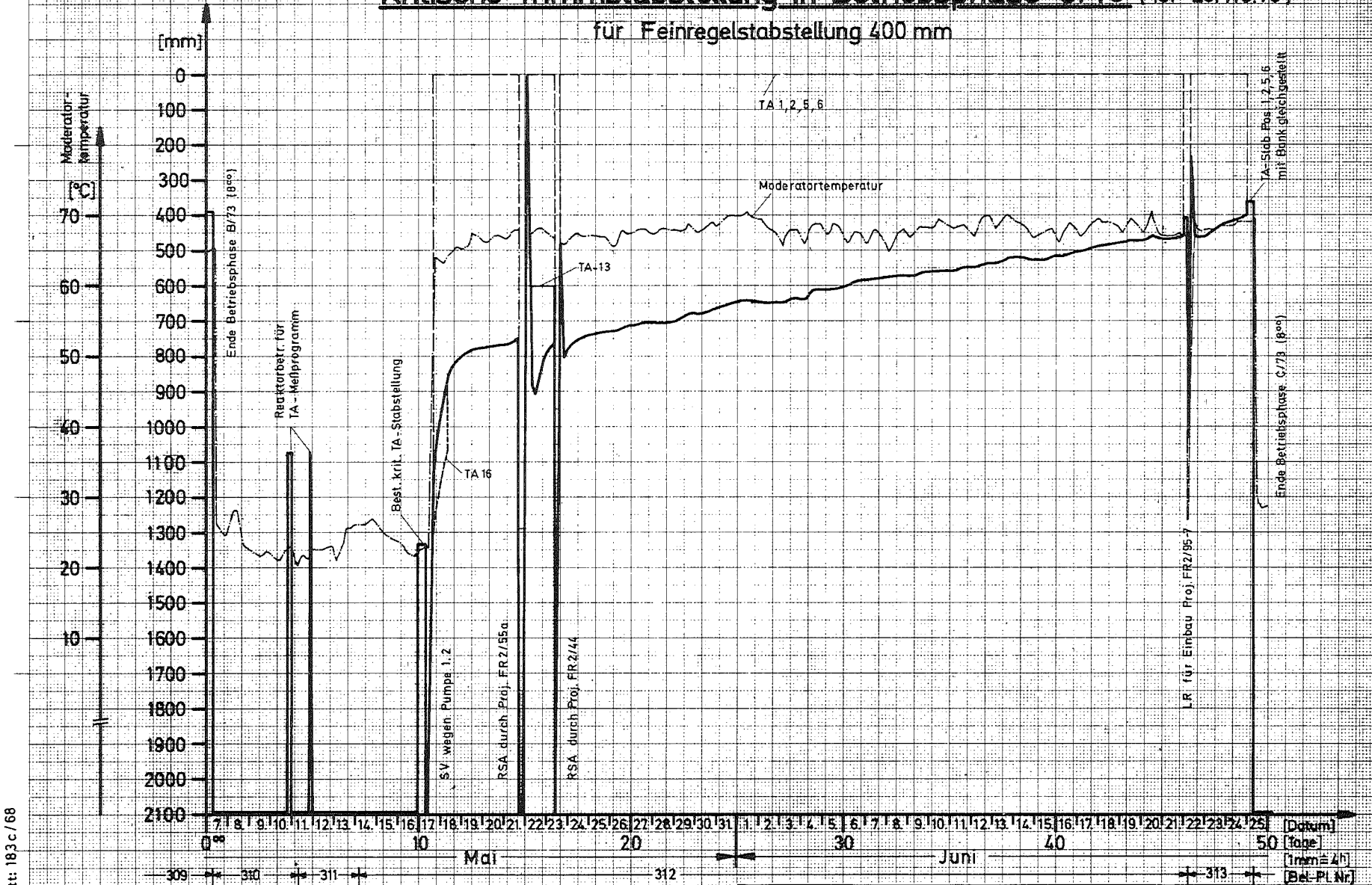
Anmerkung:
 SV = Startverschiebung LR = Leistungsrücknahme RSA = Reaktor -
 LB = Leistungsbegrenzung AB = Außerbetriebnahme von Hand Schnellabschaltung



GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H., KARLSRUHE
 Abteilung Reaktorbetrieb

Kritische Trimmstabstellung in Betriebsphase C/73 (19.-25. Wo. 73)

für Feinregelstabstellung 400 mm



Formblatt: 183c/68

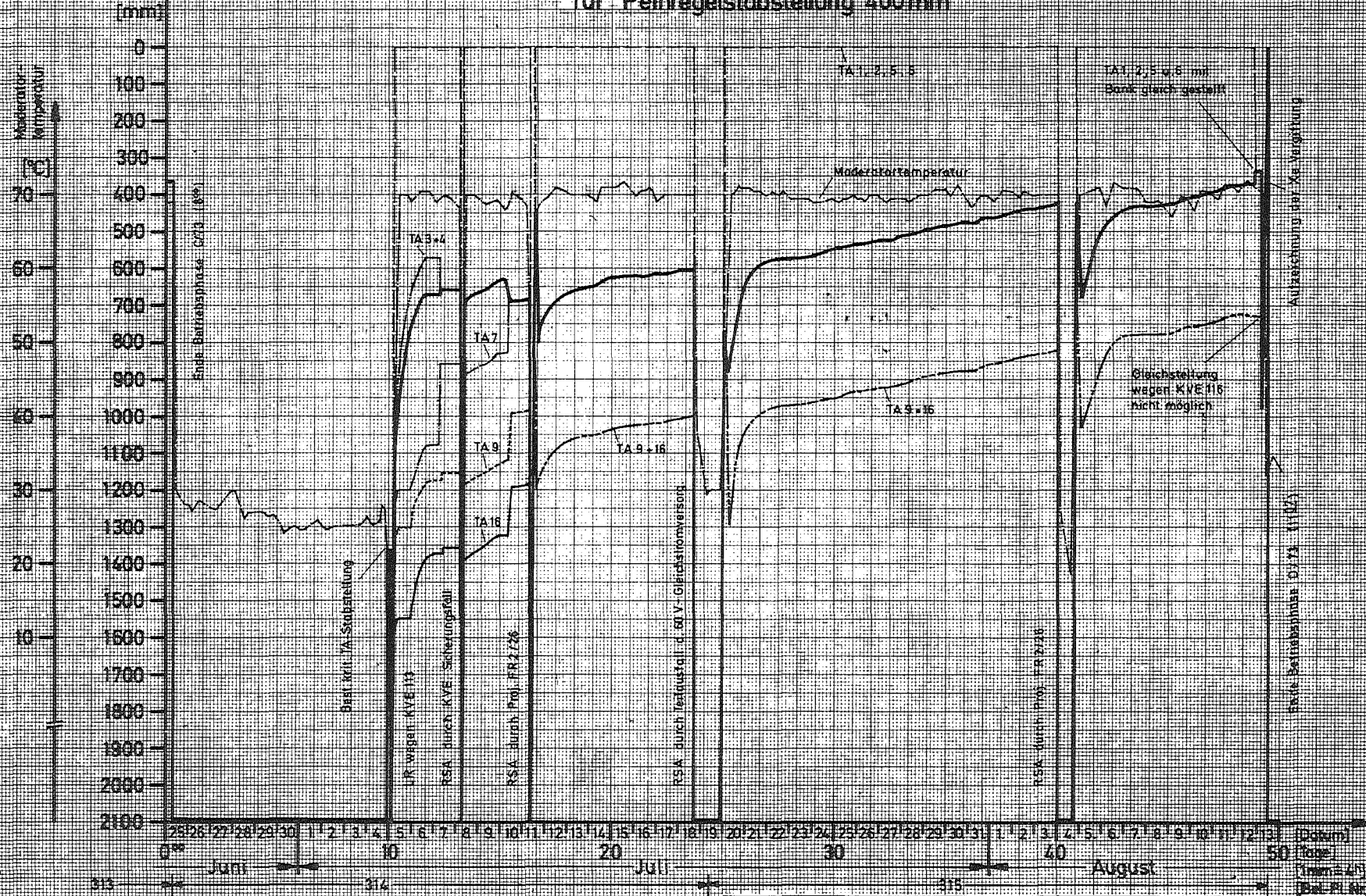
Anmerkung:
 SV = Startverschiebung LR = Leistungsrücknahme RSA = Reaktor -
 LB = Leistungsbegrenzung AB = Außerbetriebnahme von Hand Schnellabschaltung



GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H., KARLSRUHE
 Abteilung Reaktorbetrieb

Kritische Trimmstabstellung in Betriebsphase D/73 (26.-32. Wo. 73)

für Feinregelstabstellung 400mm



Formblatt: 193 c / 69

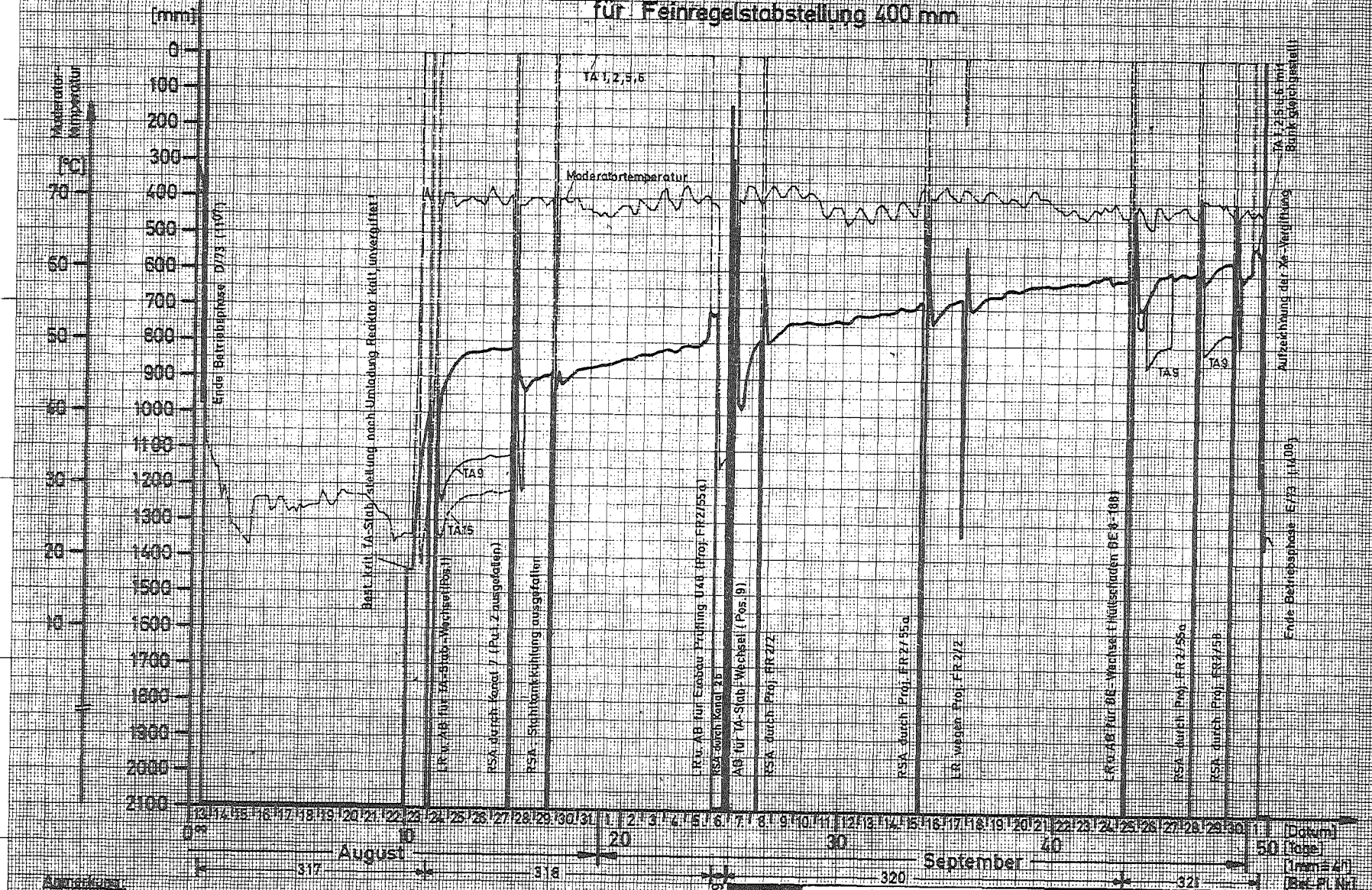
Anmerkung:
 SV = Startverschiebung LR = Leistungsrücknahme RSA = Reaktor-Schnelabschaltung
 LB = Leistungsbegrenzung AB = Außerbetriebnahme von Hand



GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H., KARLSRUHE
 Abteilung Reaktorbetrieb

Kritische Trimmstababstellung in Betriebsphase E/73 (33 Wo. - 39 Wo. 73)

für Feinregelstababstellung 400 mm



Formblatt: 183c/70

Anmerkungen:

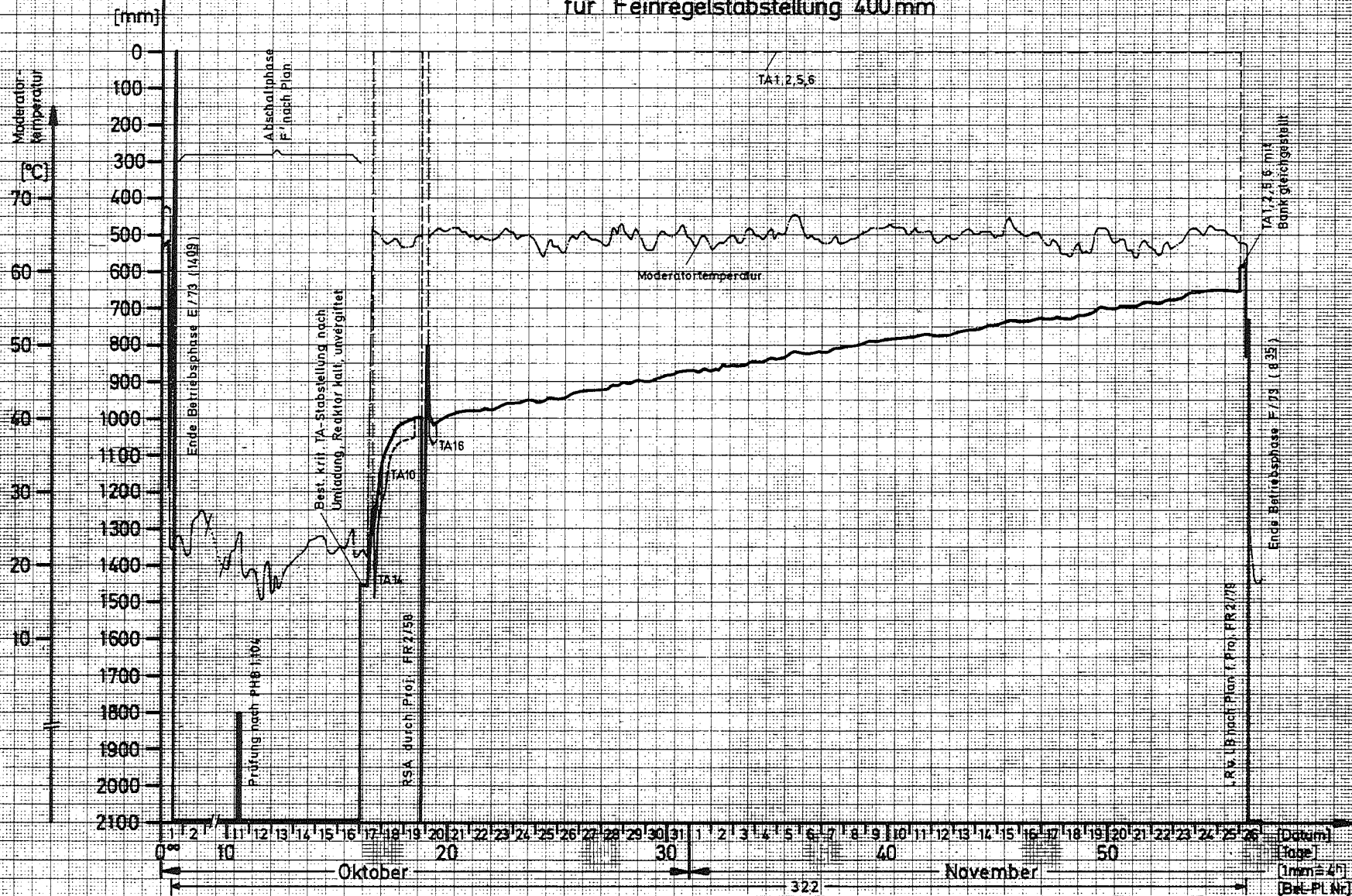
SV = Startverschiebung	LR = Leistungsrücknahme	RStA = Reaktor-Schnellabschaltung
LB = Leistungsbegrenzung	AB = Außerbetriebnahme von Hand	



GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M.B.H., KARLSRUHE
Abteilung Reaktorbetrieb

Kritische Trimmstabstellung in Betriebsphase F/73 (40. Wo. - 47. Wo. 73)

für Feinregelstabstellung 400 mm



Formblatt: 183 c / 71

Anmerkung:

- SV = Startverschiebung
- LR = Leistungsrücknahme
- RSA = Reaktor - Schnelabschaltung
- LB = Leistungsbegrenzung
- AB = Außerbetriebnahme von Hand

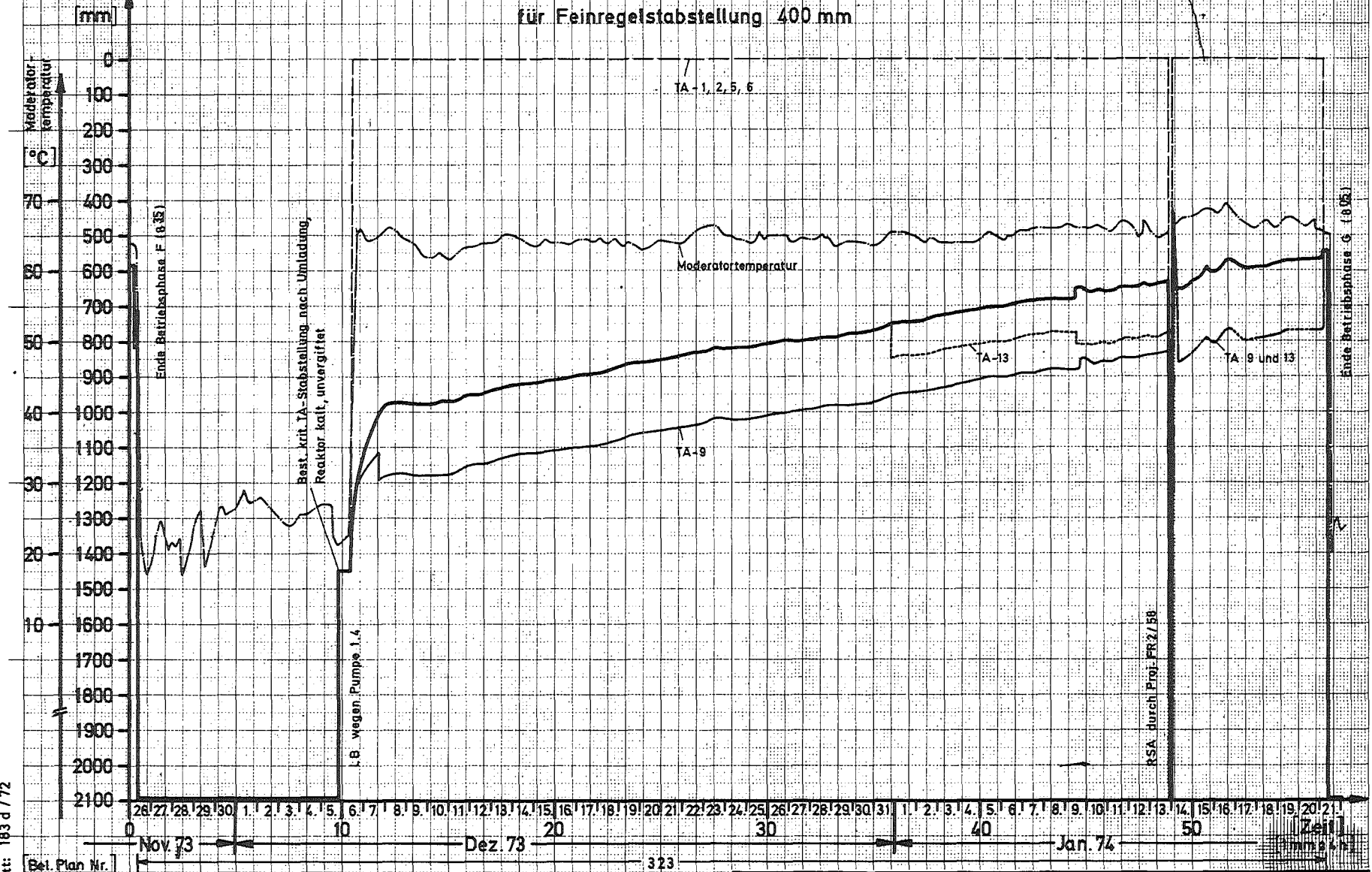


GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H., KARLSRUHE

Abteilung Reaktorbetrieb

Kritische Trimmstabstellung in Betriebsphase G/73 (48.Wo.73 - 3.Wo.74)

für Feinregelstabstellung 400 mm



Formblatt: 183 d / 72

Bel. Plan Nr. _____

Anmerkung:

- SV = Startverschiebung
- LR = Leistungsrücknahme
- L.B = Leistungsbegrenzung
- AB = Außerbetriebnahme von Hand
- RSA = Reaktor-Schnellabschaltung



GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M.B.H., KARLSRUHE
Abteilung Reaktorbetrieb