

KfK 3032 B
August 1980

Betrieb und Nutzung des FR 2 im Jahre 1979

J. Blümle
Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe

Kernforschungszentrum Karlsruhe

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe

KfK 3032 B

Betrieb und Nutzung des FR2

im Jahre 1979

J. Blümle

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

Betriebsbericht über den schwerwassermoderierten

Forschungs- und Prüfreaktor FR2

im Jahre 1979

Der Reaktor FR2 ist ein universeller Forschungsreaktor, der für viele Gebiete der Grundlagenforschung und der anwendungsorientierten Forschung im kernphysikalischen und kerntechnischen Bereich betrieben wird.

Im Jahre 1979 betrug die zeitliche Nutzung des Reaktors bei Vollast bezogen auf den planmäßigen Vollastbetrieb rund 93 %, die Energieabgabe rund 9089 MWd. Am 11.4.79 erreichte der FR2 eine Gesamtbetriebszeit von 100.000 Betriebsstunden seit Aufnahme des Leistungsbetriebes im Jahre 1963. Nennenswerte Störungen mit Auswirkungen auf den Reaktorbetrieb traten nicht auf.

- Die experimentelle Nutzung des FR2 war im Bereich der Strahlrohr- und Kreislaufexperimente sehr gut. Dagegen lagen die Isotopenproduktion und die Bestrahlung von instrumentierten Kapselversuchseinsätzen unter dem Aufkommen des Vorjahres. Hier wirft die geplante Stilllegung des Reaktors zum Ende des Jahres 1981 deutlich ihre Schatten voraus. Die Auftraggeber haben sich offensichtlich bereits nach anderen Neutronenquellen für ihre Bestrahlungsvorhaben umgesehen.

Summary

Report on the Operation in 1979 of the FR2 Heavy Water Moderated

Research and Materials Testing Reactor

The FR2 reactor is an universal research reactor operated for many areas of fundamental research and applied research in nuclear physics and nuclear technology.

In 1979, the full load utilization of the reactor was 93 % of the scheduled period, the energy generation amounted to approx. 9089 MWd. On April 11, 1979 the FR2 reached an aggregate period of operation of 100,000 hours since the beginning of power operation in 1963. There were no major defects affecting reactor operation.

Experimental utilization of the FR2 was excellent in the fields of beamhole and loop experiments. However, isotope production and irradiation of instrumented capsule test rigs fell below the previous year's levels. Obviously, the planned decommissioning of the reactor in late 1981 is noticeable already, some clients having turned to other neutron sources for their in-pile projects.

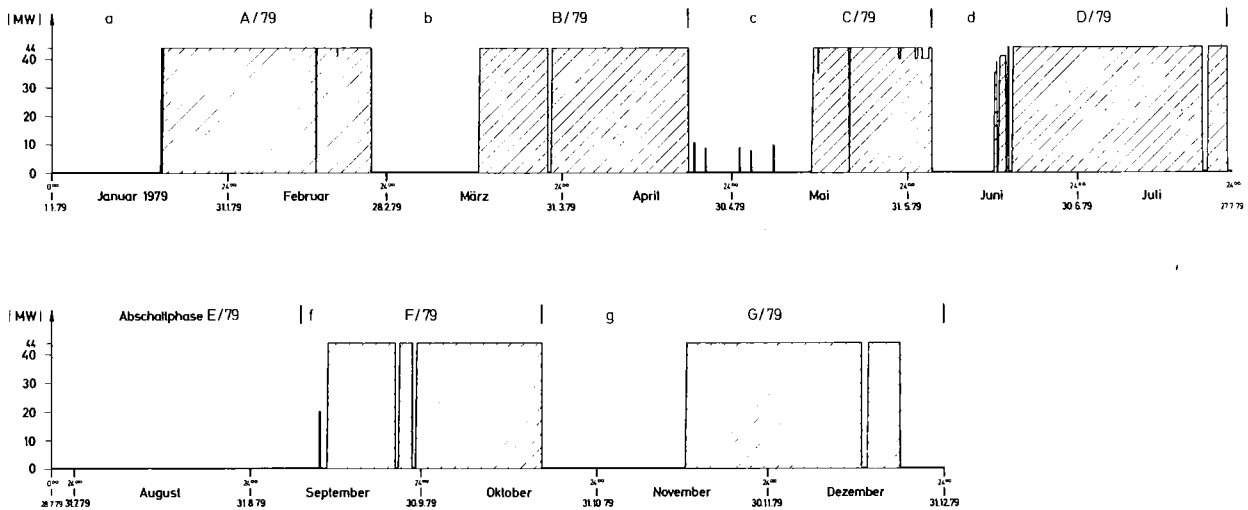
Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung
2. Berichtszeitraum
3. Betriebsdaten des Reaktors FR2
4. Strahlenschutz
5. Abgabe radioaktiver Gase über den FR2-Abluftschornstein
6. Meldepflichtige Störfälle
7. Funktions- und Wiederholungsprüfungen
8. Beladungszustände und Abbrand
9. Reaktivitätsverhalten
10. Leistungsverteilung und Neutronenflußdichte
11. Betrieb der Reaktorhilfseinrichtungen
12. Isotopenproduktion und Probenbestrahlungen
13. Strahlrohrexperimente
14. Neutronenradiographieanlage
15. Kapselversuchseinsätze
16. Kreislaufexperimente
17. Vorbestrahlungen von UO₂-Brennstäben
18. Einsatzleiter vom Dienst für das Kernforschungszentrum Karlsruhe
19. Tabellen und Diagramme

1. Zusammenfassung

1.1 Betrieb des Reaktors

Die für den Reaktor FR2 gemäß Terminleitplan vorgesehenen 6 Betriebszyklen mit einer großen Abschaltphase während der Sommer-Schulferien konnten im wesentlichen eingehalten werden. Eine Übersicht über den Betriebsverlauf gibt Abbildung 1.1.



Die Einteilung nach Betriebsphasen A - G entspricht dem FR2 - Terminleitplan 1979
Ausgabe : 1-0512/78

Abb. 1.1: Betriebsdiagramm des FR2 im Jahre 1979

Während der planmäßigen Betriebszeit ergaben sich, wie Tabelle 1 zeigt, folgende Betriebsunterbrechungen mit einem Ausfall von rd. 19 Volllastbetriebsstagen.

Tabelle 1: Betriebsunterbrechungen im Jahre 1979
(in Klammern die Zahlen des Vorjahres)

Betriebsunterbrechungen	Anzahl gesamt	plan- mäßig	störun- gs- bedingt	durch Fehl- bedienung
Leistungsbe- grenzungen	2 (3)	0	2	0
Leistungsrück- nahmen	6 (5)	2	4	0
Abschaltungen von Hand	7 (9)	0	7	0
Automatische Abschaltungen	7 (11)	0	4	3
Startver- zögerungen	2 (4)	1	1	0

Es wurden 44 frische Brennelemente ein- und 36 abgebrannte Brennelemente (mittl. Abbrand 16,3 MWD/kgU) ausgeladen.

Zur Erreichung eines gleichmäßigen Abbrandes wurden 253 Brennelemente innerhalb des Reaktorkerns umgesetzt.

Aus dem Abschirmbeton und aus dem Verteilerboden des Reaktortanks wurden mit Spezialwerkzeugen Proben zu Material- und Aktivitätsanalysen genommen, die den Kenntnisstand für die Endbeseitigung des Reaktorblocks verbessern sollen.

Ungeachtet der beabsichtigten Stilllegung des Reaktors galt eine besondere Aufmerksamkeit der Ertüchtigung von Komponenten und Systemen.

1.2 Experimentelle Nutzung

In den Isotopen-Bestrahlungseinrichtungen wurden insgesamt 1708 Kapseln mit zum Teil mehreren Proben im Auftrag von Industrie, von internen und externen Forschungsinstituten sowie von Hochschulen bestrahlt.

Die Dotierungsbestrahlungen von Reinstsilizium für Industriefirmen sind weiterhin auf 4 Ladeoperationen zurückgegangen.

Zur Erzeugung von Spaltmolybdän aus U-235 zur Technetium- 99^m -Gewinnung für medizinische Zwecke sind insgesamt 53 Brennstoffplatten (pro Platte 1,4 g U-235) bestrahlt worden.

Für die Massenstrommessungen nach dem Radio-Tracer-Verfahren im Rahmen von blow-down-Versuchen am HDR-Karlstein wurden 7 Argon-Proben aus der Gas-Aktivierungsanlage gezogen und ausgeliefert.

Die γ -Bestrahlungseinrichtung war mit 37 Bestrahlungen zur Untersuchung der Strahlenresistenz verschiedenartiger Materialien gut genutzt.

Die Neutronenradiographieanlage lieferte 169 Aufnahmen von bestrahlten und unbestrahlten Prüflingen aus den Transientenversuchen zum Brennstabversagen.

Bis zu 22 Versuchsanordnungen waren an den 14 belegten Strahlrohrkanälen in Betrieb. Diese Experimente zur Untersuchung der Strukturen gebundener Materie mit Hilfe der Neutronenbeugung bzw. Neutronenstreuung werden vom Institut für Angewandte Kernphysik des Kernforschungszentrums und von externen Gruppen verschiedener Universitäten und Forschungsinstitute genutzt. Ein Zweiachsenspektrometer für polarisierte Neutronen befindet sich im Aufbau.

Es waren bis zu 5 instrumentierte Brennstoff-Kapselversuchseinsätze und 2 Vorbestrahlungseinsätze im Reaktor eingebaut.

Die Tieftemperatur-Bestrahlungsanlage wurde für das MPI-Stuttgart zur Untersuchung metallischer Proben bei tiefen Temperaturen betrieben. Die Experimentierbereitschaft betrug rund 112 Tage (92% der Planzeit). Insgesamt waren 7 Proben in Bestrahlungsposition.

Vom 9.11.78 bis 23.4.79 war die Anlage infolge eines Defekts an der Expansionsmaschine nicht nutzbar.

Die Kalte Neutronenquelle zur Erzeugung subthermischer Neutronen ($E < 0,005$ eV) wurde mit 4 Versuchsanordnungen vom Institut für Angewandte Kernphysik des Kernforschungszentrums intensiv genutzt. Die Verfügbarkeit dieser Versuchsanlage betrug 159 Tage entsprechend 74% der planmäßigen Betriebszeit. Ausfallzeiten ergaben sich nach Turbinenschäden und durch ein Kaltleck an der Expansionsturbine 2.

Der Heißdampf-Hochdruckkreislauf war für Transientenversuche zur Untersuchung des Brennstabverhaltens bei Kühlmittelverluststörfällen in Leichtwasserreaktoren im Rahmen des Projektes Nukleare Sicherheit rund 150 Stunden in Betrieb. Es erfolgten insgesamt 13 Transientenversuche.

1.3 FR2-Terminleitplan 1979

Die Abbildung 1.2 zeigt den nach den tatsächlichen Gegebenheiten überarbeiteten Terminleitplan für das Jahr 1979.

1.4 Strahlenbelastung und Abgabe radioaktiver Gase


Die Strahlenbelastung der am FR2 tätigen Mitarbeiter erreichte mit einer maximalen Jahres-Personendosis von $17 \text{ mJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ (1,7 rem) nicht die nach der Strahlenschutzverordnung zulässigen Grenzen. Erwähnenswerte Personenkontaminationen gab es nicht.

Die Ableitungen an radioaktiven Stoffen aus dem Abluftschornstein blieben deutlich unter den nach dem Abluftplan für das KfK erlaubten Werten.

1.5 Meldepflichtige Störfälle

Im Berichtszeitraum ereigneten sich 14 meldepflichtige Störfälle (13 nach Kategorie C und 1 nach Kategorie B). Sie blieben ohne besondere Auswirkungen. Die Beseitigung der Fehler erfolgte durch die eigene Betriebsinstandhaltung.

Abb. 1.2: FR2-Terminleitplan 1979 (Ist)

 Kernforschungszentrum Karlsruhe Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe		FR 2		FR 2 - Terminleitplan 1979 (Ist)																																																				Ausgabe: 2-280180 Blatt: 1 von 1																																			
Lfd. Nr.	Monat	D. 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																																						
1	Betriebszyklus	a	A							b	B							c	C							d	D							e	E							f	F							g	G																																								
2	Termine f. planm. Vollastbetrieb	Soll	13.1								26.2								17.3								23.4								12.5								5.6								16.6								26.7								15.9								22.0								17.11								24.12
3	Reaktorbetrieb 44MW Teillastbetrieb für Exp. FR2/102	Ist																																TÜV																																																									
4	Funktions- u. Wiederholungsprüfungen	1)																																																																																									
5	Wartungsarbeiten u. Montagen	1)																																																																																									
6	Brennelementwechsel																																																																																										
7	Isotopenproduktion (Iso-Kanäle, Rohrpost, Therm.-Säule)																																																																																										
8	Siliziumbestrahlungen (Exp. FR2/108)																																																																																										
9	Argon-Tracer-Bestrahlungen (Exp. FR2/104)																																																																																										
10	Brennstoffbestrahlungen zur Erzeugung von Mo99 (Exp. FR2/89)																																																																																										
11	Kapselbestrahlungen (UC, PuC, UO ₂ , PuO ₂)																																																																																										
12	Betrieb an den Horiz. Experimentierkanälen																																																																																										
13	γ-Bestrahlungseinrichtung (Exp. FR2/40)																																																																																										
14	Neutronenradiographie (Exp. FR2/88)																																																																																										
15	<u>Kreislaufanlagen:</u>																																																																																										
16	Exp. FR2/2: Tieftemperatur-Bestr.-Anlage																																																																																										
17	Exp. FR2/16: Kalte Neutronenquelle																																																																																										
18	Exp. FR2/102: Heißdampf-Hochdruckkreisl. i. B. (Versuche zum Brennstabversagen)																																																																																										
19	Exp. FR2/102: Vorbestrahlungseinsätze P102 C P102 E																																																																																										
20	Feiertage, Schulferien (Baden-Württemberg)																																																																																										
Bemerkungen:		Arbeitswoche: Montag 0 ⁰⁰ Uhr bis Sonntag 24 ⁰⁰ Uhr.																																																																																									
1) ■		vorrangig gegenüber ▨																																																																																									
▨		Experimente mit Rückwirkung auf die Drehdeckelbelegung																																																																																									

2. Berichtszeitraum

1.1.1979, 0⁰⁰ Uhr bis 31.12.1979, 24⁰⁰ Uhr
entsprechend 8760 h = 365 d.

3. Betriebsdaten des Reaktors FR2

3.1 Betriebszeiten	nach Plan <u>So11</u>		nach Betriebsaufzeichnungen <u>Ist</u>	
	(h)	(d)	(h)	(d)
Gesamtbetriebszeit (Reaktorstart und R.kritisch)			5120,75	213,36
Leistungsbetriebszeit ($N > 10^{-3} N_N$)	5256,00	219,00	5003,46	208,48
Vollastbetriebszeit ($N > 43$ MW)	5184,00	216,00	4811,01	200,46

3.2 Reaktorleistung und Energieabgabe

Planmäßige Reaktorleistung 44 MW
Mittlere Reaktorleistung
(ermittelt aus dem Quotienten Energieabgabe und Betriebszeit $> 10^{-3} N_N$) 43,6 MW
Energieabgabe 218 128,70 MWh = 9088,70 MWd

3.3 Ausfallzeiten

Reaktor außer Betrieb 283,23 h = 11,80 d
verminderte Reaktorleistung (< 43 MW) 454,65 h = 18,94 d

3.4 Zeitliche Nutzung

Gesamtbetriebszeit bezogen auf Berichtszeit 58,46 %
Leistungsbetriebszeit ($N > 10^{-3} N_N$) bezogen auf planmäßige Betriebszeit 95,20 %
Vollastbetriebszeit ($N > 43$ MW) bezogen auf planmäßige Vollastbetriebszeit 92,81 %

Die gegenüber dem Plan fehlenden Betriebszeiten können aus den unter Punkt 19 beigefügten Tabellen 19.1 und 19.2 sowie den Formblättern 148 c/ 116 bis 122 entnommen werden.

Die Abbildungen 3.1 und 3.2 geben einen vergleichenden Überblick über die Leistungsbetriebszeit bei $N > 10^{-3} N_N$, die Energieabgabe und die Verfügbarkeit in den letzten Jahren.

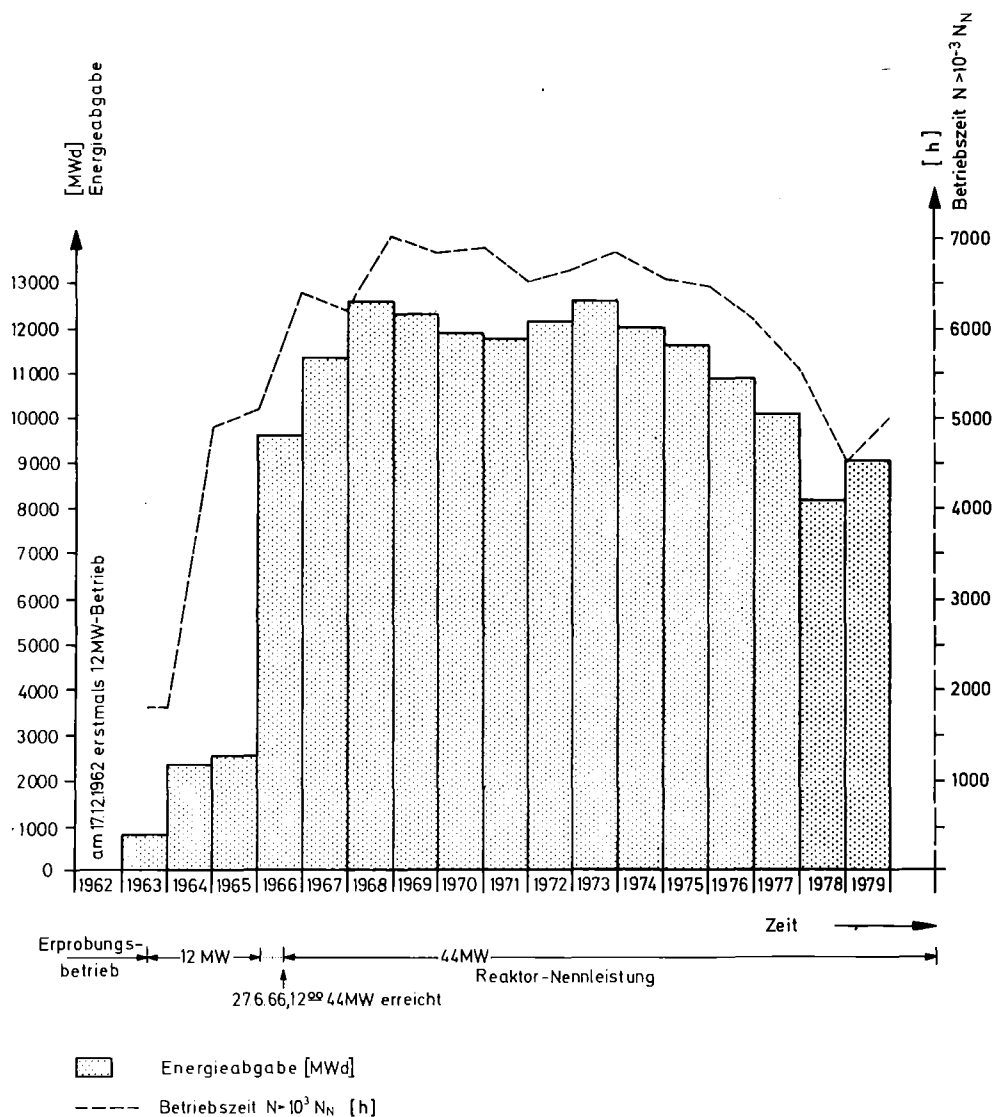


Abb. 3.1: Betriebsdaten des FR2

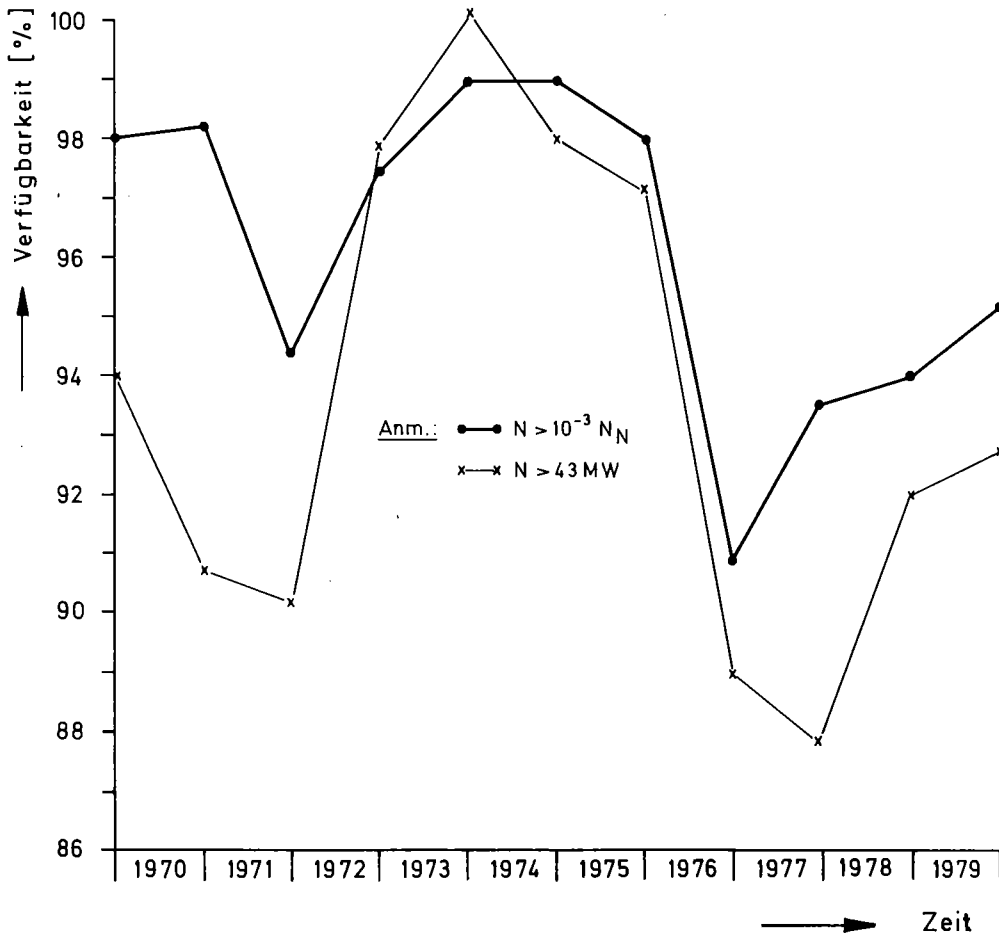


Abb. 3.2: Verfügbarkeit des FR2 bezogen auf planmäßige Betriebszeit

4. Strahlenschutz

Die Strahlenbelastung der in den Kontrollbereichen tätigen Personen ging gegenüber den Vorjahren noch weiter zurück. Sie hielt sich, wie Abbildung 4.1 zeigt, weit unter den nach der Strahlenschutzverordnung zulässigen Werten. Dies kann auf die präzise Überwachung, auf die Eigeninitiative der gut ausgebildeten Mitarbeiter und auf die immer wieder erfolgenden Belehrungen zurückgeführt werden.

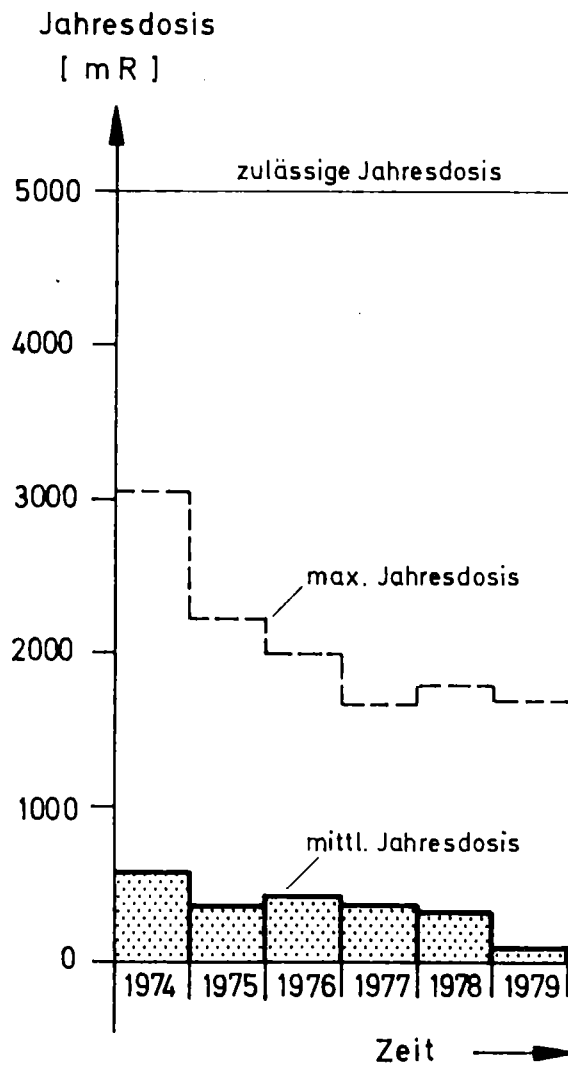


Abb. 4.1: Personendosis der am FR2 tätigen Mitarbeiter

In den Abbildungen 4.2 und 4.3 ist die Verteilung der Strahlenbelastung der Mitarbeiter dargestellt. Die höchsten Werte ergaben sich im Bereich Brennelementhandhabung. Erwähnenswerte Personenkontaminationen traten nicht auf. Die nach Paragraph 39 der Strahlenschutzverordnung erforderlichen Strahlenschutzbelehrungen wurden durchgeführt.

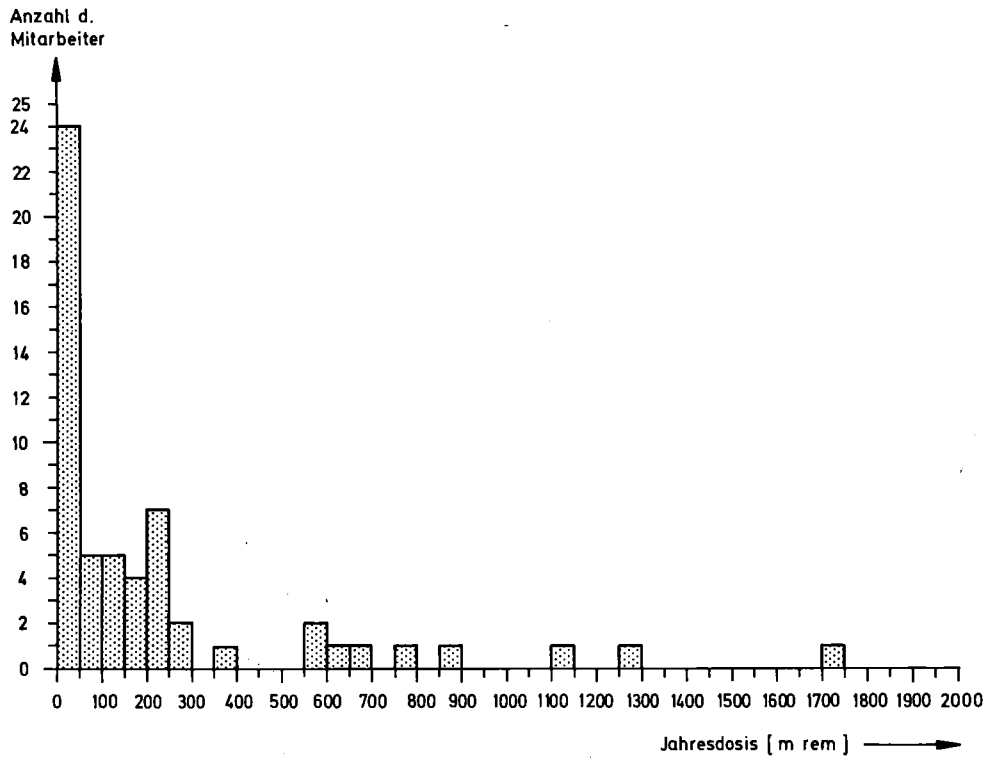


Abb. 4.2: Strahlenbelastung der KTB/FR2 Mitarbeiter (Betrieb und Wartung) im Jahre 1979 nach Glasdosimetrie

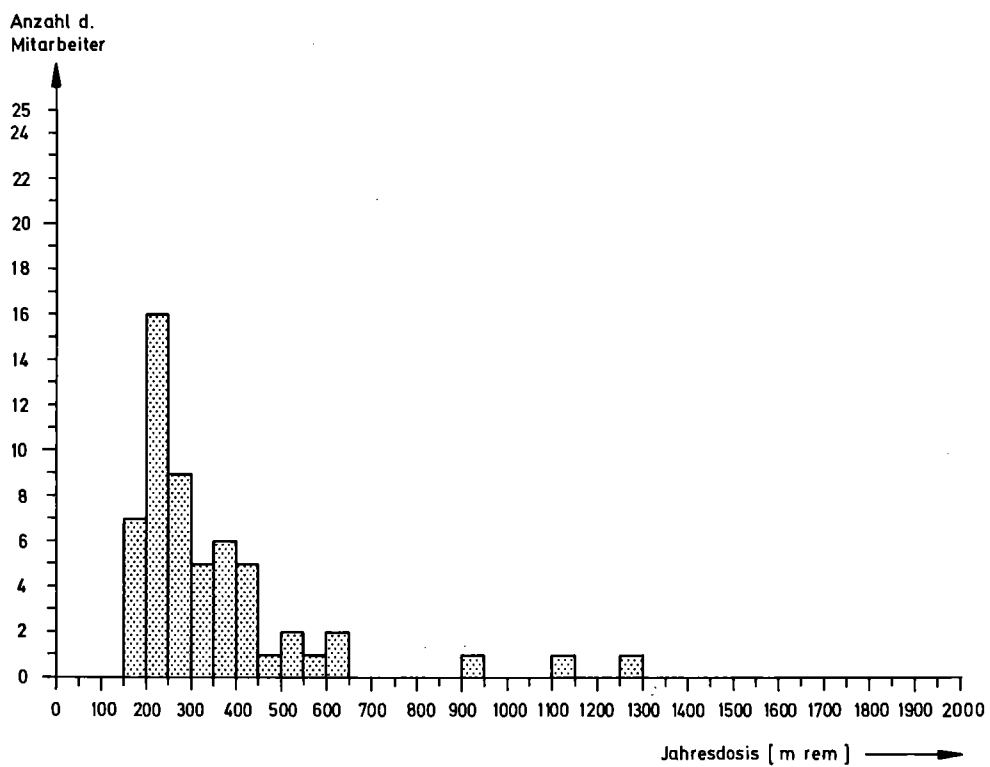


Abb. 4.3: Strahlenbelastung der KTB/FR2 Mitarbeiter (Betrieb und Wartung) im Jahre 1979 nach Taschenionisationskammern

5. Abgabe radioaktiver Stoffe über den FR2-Abluftschornstein

Die Abgabe von radioaktiven Stoffen aus dem Abluftschornstein blieb wie bisher in den Grenzen des KfK-Abluftplans (Abbildung 5.1 und 5.2).

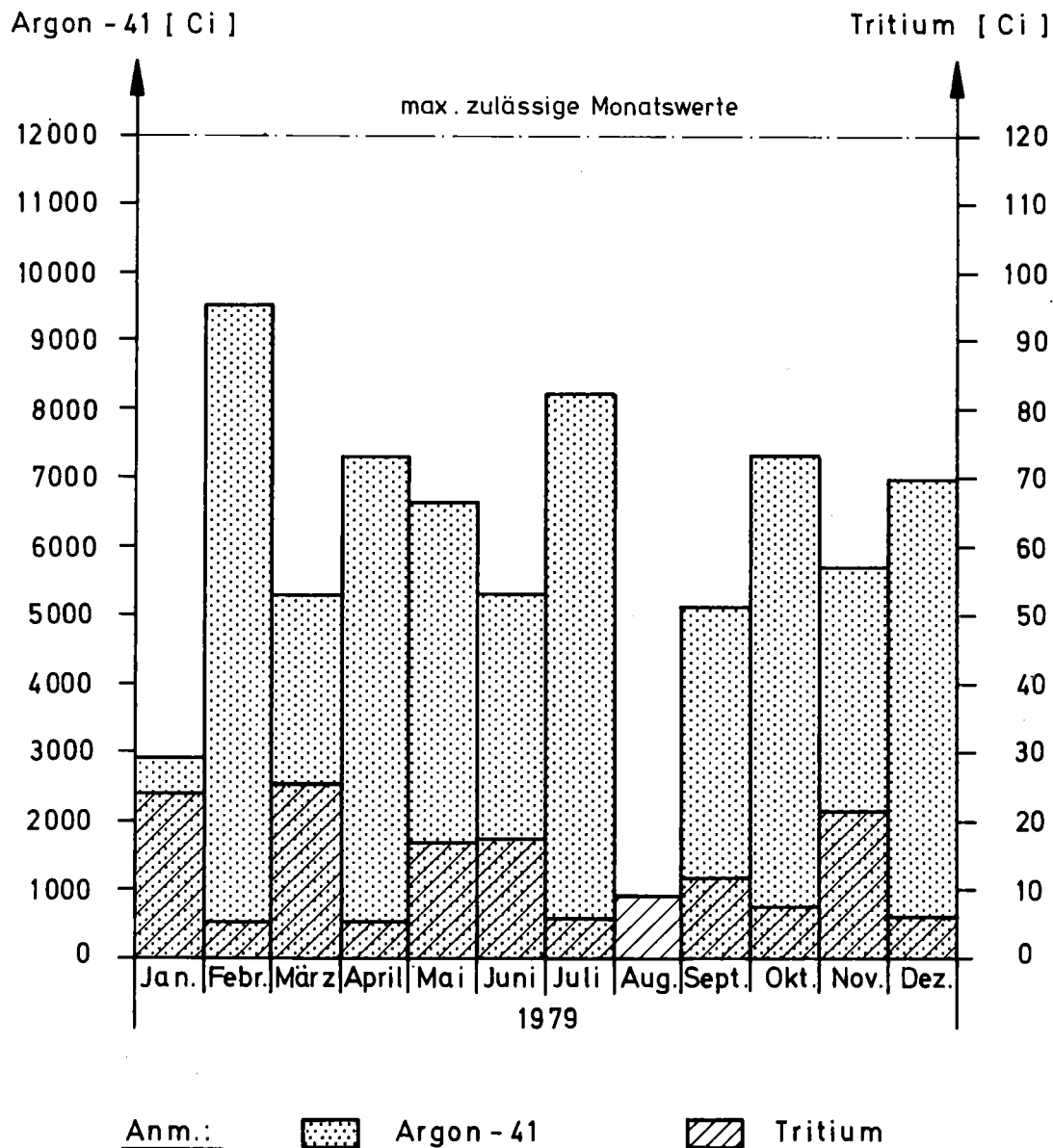
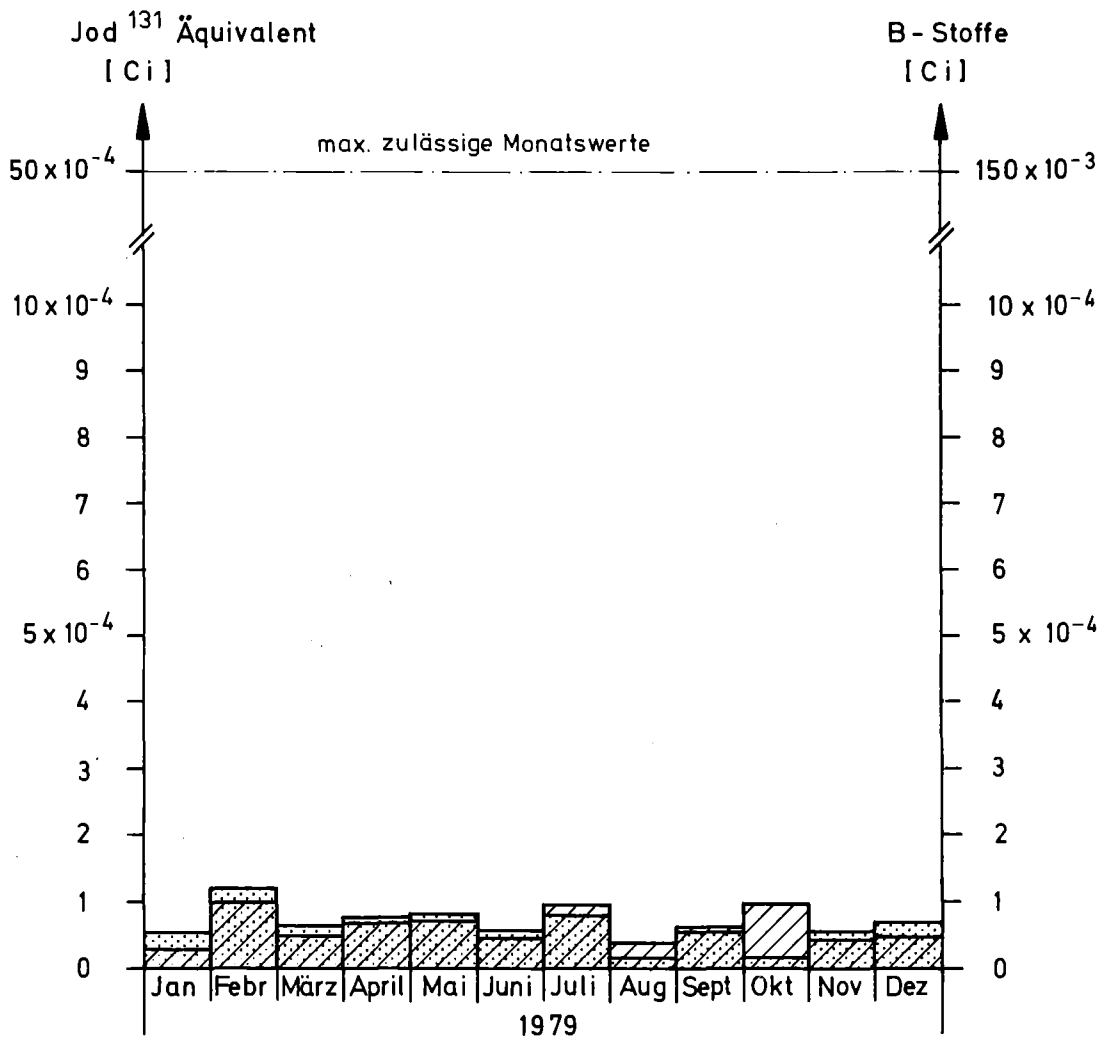



Abb. 5.1: Abgabe von Ar-41 und H-3 (als Wasserdampf) über den FR2-Abluftschornstein



Anm.:  Jod¹³¹-Äquivalent


 B-Stoffe = Beliebige Mischung von β -u. γ -Strahlern, wenn die α -Strahler sowie Radiojodisotope, Pb-210, Ac-227, Ra-228, Pu-241, Am-242 m u. Cf-254 unberücksichtigt bleiben können.

Abb.: 5.2: Abgabe von Jod-131 und B-Stoffen über den FR2-Abluftschornstein

6. Meldepflichtige Störfälle

Die im Jahre 1979 an das Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung Baden-Württemberg gemeldeten Störfälle können Tabelle 6.1 entnommen werden:

Tabelle 6.1: Störfälle im Jahre 1979

Störfall		Vorkommnis	Störfall-Beseitigung bzw. Vorkehrung gegen Wiederholung
Tag/Monat	lfd.Nr.		
14.01.79	53	Defekt in der Steuerung der Isotopenschleuse	Drahtbruch in der Steuerung zum Riegemagneten repariert
20.01.79	54	Reaktor-Schnellabschaltung durch die Isotopen-Rohrpostanlage (siehe Pkt. 12.1)	Defekte Grenzwerteinheit ausgewechselt
22.02.79	55	Szintillatormesskopf der γ -Aktivitätsmeßstelle 2A1 im Sekundärkreislauf defekt (Riß im Kristall)	Ersatzkristall eingebaut
26.02.79	56	Steuerventil der Luftklappe 41.03 in Zustellung undicht (Klappe blieb in Aufstellung)	Steuerventil ausgewechselt
07.03.79	57	Abluftschieber Ve 47.14 in Zustellung blockiert (durch verbrauchtes Fett festgeklebt)	Keilschieber sowie Schiebersitze gereinigt, neu gefettet
29.03.79	58	Absorber des Trimmabschalt-Stabes Nr. 5 (Pos. 37/17) beim Reaktorstart abgefallen (verschmutzte Magnetfläche)	Trimmabschaltstab-Wechsel
21.05.79	59	Absorber des Trimmabschalt-Stabes Nr. 16 (Pos. 49/13) während Leistungsbetrieb abgefallen (dejustierter Bimetallauslöser; siehe Pkt. 11.2)	Sicherungsautomat ausgewechselt
16.05.79	60	Antriebsmotor des Trimmabschalt-Stabes Nr. 2 (Pos. 37/21) blockiert (Bremsse öffnete nicht; siehe Pkt. 11.2)	TA-Stab-Antriebsmotor ausgewechselt
Mai/Juni 1979	61	Frequenzschwankungen am Umformeraggregat der Energieversorgung Schaltwarte (siehe Pkt. 11.7)	gelockerte Schraube am Kohlebürstenhalteranschluß des Tachogenerators nachgezogen und gesichert.
26.09.79	62	Riß an der Schweißnaht eines Entwässerungstutzens infolge von Schwingungen, mit D ₂ O-Austritt (siehe Pkt. 11.3)	Ausbau der Kühlwasserleitung
25.09.79	63	Anzeige des Galvanometer-Meßkanals infolge Verschlechterung des Isolationswiderstands ausgefallen	Reservekammer aufgeschaltet

Störfall		Vorkommnis	Störfall-Beseitigung bzw. Vorkehrung gegen Wiederholung
Tag/Monat	lfd.Nr.		
29.09.79	64	Absorber des Trimmabschalt-Stabes Nr. 15 (Pos. 57/17) während Leistungsbetrieb abgefallen (Windungsschluß im Haltemagnet)	Trimmabschaltstab-Wechsel
13.11.79	65	Einschaltmagnet vom Leistungsschalter Pumpe 2.5 verbrannt	Einschaltmagnetspule ausgetauscht
16.12.79	66	Neutronenflußanzeige von Kanal 2 der Kanalgruppe 3 ausgefallen (Verschlechterung des Isolationswiderstandes)	Reservekammer aufgeschaltet

Gesamt: 13 nach Kategorie C "Meldung mittels Formblättern innerhalb
===== von 2 Wochen"

1 nach Kategorie B "Meldung formlos, fernschriftlich unver-
(lfd. Nr. 62) züglich und mittels Formblättern inner-
halb von 1 Woche"

7. Funktions- und Wiederholungsprüfungen

Entsprechend den Auflagen wurden im Jahre 1979 alle geforderten Funktions- und Wiederholungsprüfungen gemäß Genehmigungsbescheid für den FR2 durchgeführt. Die Prüfungen an den sicherheitstechnisch wichtigen Anlagenteilen erfolgten nach den BMI-Richtlinien und wo erforderlich im Beisein von TÜV-Sachverständigen. Der TÜV war dabei 728 Stunden (im Jahre 1978 526 Stunden) tätig. Weitere Informationen ergeben sich aus den Funktionsprüfungsplänen des Jahres 1979, Formblatt 294 a, Blatt 1 bis 7 in Pkt. 19.

8. Beladungszustände und Abbrand

Die Beladung des Reaktors kann aus den in Pkt. 19 befindlichen Beladungs- und Belegungsplänen (Formblatt 9/4a) entnommen werden. Eine Übersicht über die Belegung der vertikalen Reaktorpositionen im Jahre 1979 gibt Tabelle 8.1.

Tabelle 8.1: Belegung der vertikalen Reaktorpositionen

Positionsart	Belegung	Jahresanfang 1979		Jahresende 1979	
		(Anzahl)	(%)	(Anzahl)	(%)
Gitter- positionen	mit Brennelementen	171	88,2	174	89,7
	mit Versuchseinsätzen	7	3,6	5	2,6
	nicht besetzt	16	8,2	15	7,7
Gesamt		194	100	194	100
Zwischen- gitter- positionen	mit Steuer-u. Trimmabschaltstäben	16	27,6	16	27,6
	mit Isotopenbestrahlungseinsätzen	9	15,5	9	15,5
	mit Versuchseinsätzen	9	15,5	9	15,5
	nicht besetzt	24	41,4	24	41,4
Gesamt		58	100	58	100

Die jeweiligen Beladungszustände zeigt Tabelle 8.2, aus der auch die Zahl der Zu-, Um- und Ausladungen zu ersehen ist.

Der mittlere Abbrand des FR2-Gleichgewichtskerns betrug rund 10,2 MWd/kg Uran. Der über das Jahr 1979 gemittelte mittlere Abbrand der 36 planmäßig ausgebauten Brennelemente des Typs 8 (UO₂, U235 zu 2% angereichert) betrug 16,3 MWd/kg Uran (Abb. 8.1).

Tabelle 8.2: Beladungszustand des FR2 im Jahre 1979
(nur Einbauten mit Brennstoff)

Betr.-Phase	Bel. Plan Nr.	Veränderungen zu Beginn des jeweiligen Beladeplanes								Bestand im Reaktor				Summe gesamt im Reaktor	Summe der besetzten Positionen mit Kühlung von Reaktorkreislauf				
		Zuladungen		Ausladungen		Umsetzungen		BE-Typ 8	KVE	sonst. Exp.	Kreisl. Exp.	BE-Typ 8	KVE		sonst. Exp.	Kreisl. Exp.	auf Gitterpositionen	auf Zwischengitterpositionen	
BE-Typ 8	KVE	sonst. Exp.	Kreisl. Exp.	BE-Typ 8	KVE	sonst. Exp.	Kreisl. Exp.							BE-Typ 8					KVE
A/79	414	7		1		7				45			171	5	2	2	180	173	5
B/79	415	8				8		1		48			171	5	1	2	179	173	4
	416						1			4			171	4	1	2	178	173	3
C/79	417			1									171	4	2	2	179	173	4
	418	4	1			3	2			22			172	3	2	2	179	173	4
D/79	419	7	1			6				41			173	4	2	2	181	174	5
	420					1 nur vorübergehend							172	4	2	2	180	173	5
	421	1					1						173	3	2	2	180	174	4
E/79	422			1						3			173	3	3	2	181	174	5
F/79	423	6				6	1			40			173	2	3	2	180	174	4
	424												173	2	3	2	180	174	4
G/79	425	7	1			6	1			50		1	174	2	3	2	181	175	4
	426	4				5 nur vorübergehend							174	2	3	2	181	175	4
		1 mit Abbrand																	
Gesamt	44 (45)	3	3	0	36 (42)	6	1	0	253	0	1								

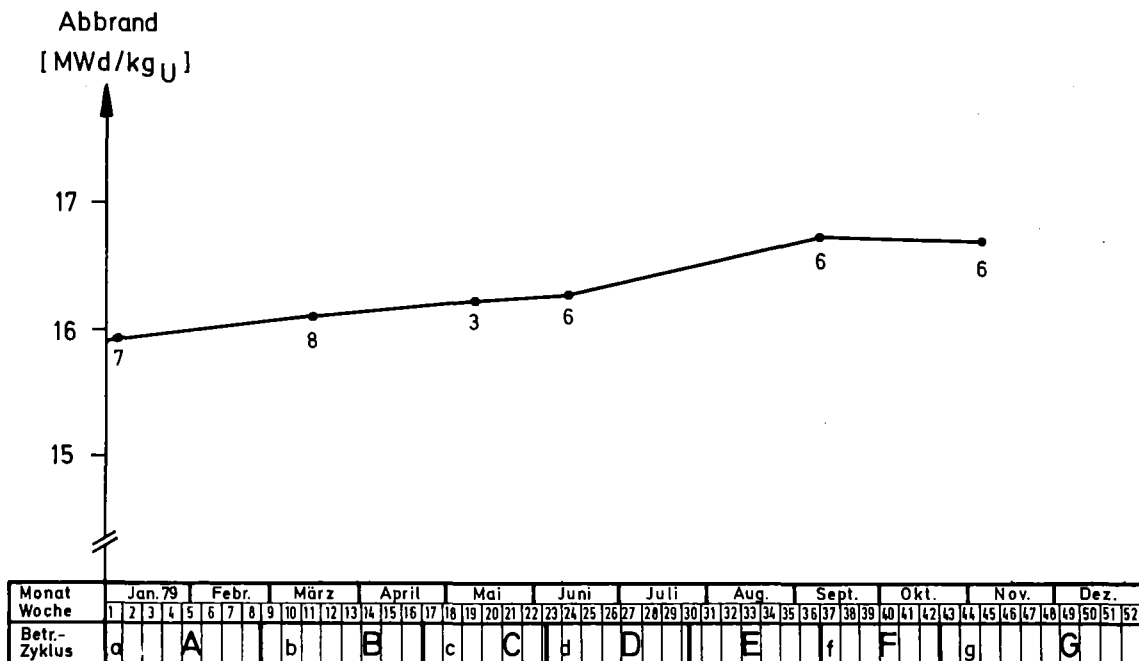


Abb. 8.1: Mittlerer Abbrand und Anzahl der planmäßig ausgebauten Brennelemente

Wie die Abbildung 8.2 zeigt, konnte durch optimierte Beladungs- und Umsetzungsprogramme eine Steigerung des mittleren Abbrandes erreicht werden. Der geringe Abbrand in den Jahren 1975 bis 1978 hatte sich aus der Notwendigkeit einer höheren Reaktivitätsreserve für Experiment FR2/102 (siehe Pkt. 16.3) ergeben. Da in diesen Jahren Transientenversuche jeweils in der Mitte einer Betriebsphase durchgeführt wurden, mußte jeweils beim Start die Xe-Vergiftung überwunden werden.

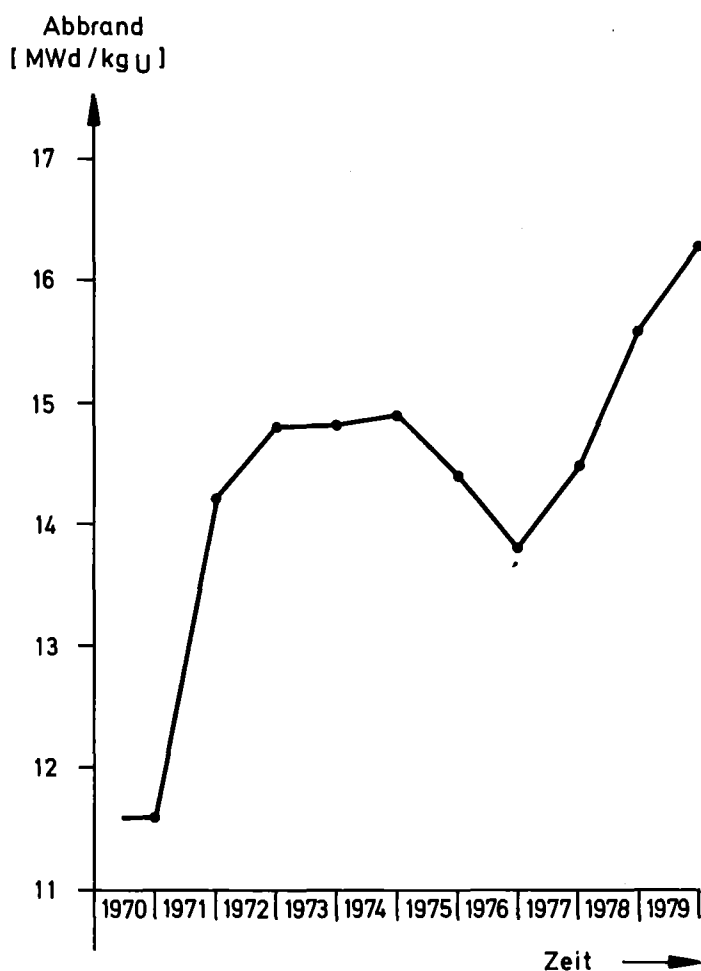


Abb. 8.2: Gemittelter mittlerer Abbrand der planmäßig ausgebauten Brennelemente des Typs 8

9. Reaktivitätsverhalten

Das Zeitverhalten der Reaktivität des FR2 ist aus den in Pkt. 19 befindlichen Diagrammen - Formblatt Nr. 183 e /108 bis 183 e /114 ersichtlich.

Aus der Stellung der Trimmabschaltstäbe konnten die mittlere jährliche Überschußreaktivität für den frisch umgeladenen Reaktor (ohne Xenonvergiftung) und das Jahresmittel der Regelreserve am Ende einer Betriebsphase bestimmt werden. Die Reaktivitätsänderung, bedingt durch Abbrand und Spaltproduktvergiftung, wurde für jede Betriebsphase des Jahres 1979 durch k_{eff} -Rechnungen abgeschätzt.

Die Überschußreaktivität für den kalten, unvergifteten und frisch umgeladenen Reaktor betrug im Jahresmittel:

$$(\rho_{ex})_{max.} = 5,9 \%$$

Am Ende einer Betriebsphase betrug das Jahresmittel der Überschußreaktivität für die Regelreserve:

$$(\rho_{ex})_{min.} = 0,4 \% \quad (TA = 300 \text{ mm}) \\ (FR = 400 \text{ mm})$$

Daraus ergibt sich eine Reaktivitätsverlust pro Betriebsphase im Jahresmittel von:

$$(\rho_{ex})_{max.} - (\rho_{ex})_{min.} = 5,5 \%$$

Der Reaktivitätsverlust setzt sich aus folgenden Anteilen zusammen:

Abbrand:	1,2 %
Spaltproduktvergiftung:	3,1 % (Xe und Sm)
Temperatureinfluß:	1,2 %
	<hr/>
	5,5 %

Die Abschaltreaktivität von 15 Trimmabschaltstäben (TA) betrug:

$$\rho_{TA} = -15,5 \%$$

Die Abschaltreaktivität zu Beginn der Betriebsphasen betrug:

$$\rho_{AB} = 5,9 \% - 15,5 \% = -9,6 \%,$$

gefordert werden -3 %.

Zur Feststellung dieser Abschaltreaktivität und des Cd-Abbrandes der TA-Stäbe wurden zu Beginn jeder Betriebsphase TA-Stab- und FR-Stab-Abbildungen durchgeführt. Die Abbildung geschieht durch Einfahren der 4 Referenz-TA-Stäbe in Stufen von 300 mm in den Reaktor bei konstanter Feinregelstabstellung. Gleichzeitig wird der Reaktor mit den zur Trimmung verwendeten 11 TA-Stäben kritisch gefahren. Die Hubdifferenz (ΔTA) der 11 TA-Stäbe ist ein Maß für das Reaktivitätsverhalten dieser Stäbe.

Die Abbildung des Feinregelstabes (FR-Stab) gegen alle TA-Stäbe und des FR-Stabes gegen die 4 Referenz-TA-Stäbe wird in gleicher Form durchgeführt.

10. Leistungsverteilung und Neutronenflußdichte

Die Leistungsverteilung auf die einzelnen Brennelemente wird in jedem Betriebszyklus ermittelt.

Im Jahre 1979 ergaben sich daraus:

min. BE-Einzelleistung:	138 kW
max. BE-Einzelleistung:	352 kW
mittl. BE-Einzelleistung:	245 kW.

Eine Überschreitung der max. zulässigen Brennelementleistung von 400 kW erfolgte zu keinem Zeitpunkt.

Die Thermische Neutronenflußdichte wurde mittels eines Neutronen-Compton-Detektors mit Kobaltemitter entlang den FR2-Isotopenkanälen in verschiedenen Betriebsphasen bei einer Reaktorleistung von 44 MW ermittelt. Die maximale thermische Neutronenflußdichte betrug:

$$\phi_{th} = 1 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}.$$

bei einer Kühlmitteltemperatur im Reaktorkern von ca. 75⁰ C.

11. Betrieb der Reaktorhilfseinrichtungen

Neben den routinemäßigen Aufgaben (Wartung der Anlagenteile) sind auch Verbesserungen an einzelnen Komponenten durchgeführt worden. Für alle Arbeiten wurde ein vorher mit den Beteiligten abgestimmter Arbeitsplan erstellt. Die Arbeiten sind in den jeweiligen Zyklusberichten des Jahres 1979 dokumentiert.

Die meldepflichtigen Störungen sind aus Pkt. 6 dieses Berichtes zu ersehen.

11.1 Reaktorschutzsystem

Das Reaktorschutzsystem arbeitete störungsfrei. Bei allen Reaktorabschaltungen liefen die Schaltfunktionen ordnungsgemäß ab. Die Bestückung der Meßsäule mit neuen Ionisationskammern wurde fortgesetzt. Infolge Alterung mußten die Kondensatoren der Überwachungs- und Grenzwerteinheiten aller Kanalgruppen ausgewechselt werden.

11.2 Regel- und Abschalt Elemente

Die Funktionsfähigkeit der Trimmabschaltstäbe war bei den Funktionsabläufen immer gewährleistet. Im Berichtszeitraum wurden 10 von 15 Trimmabschaltstäben für Reparatur, Inspektion und Wartung ausgewechselt. Die nachfolgende Tabelle 11.1 gibt hierzu einen Überblick.

Tabelle 11.1: Trimmabschaltstabwechsel im Jahre 1979

TA-Stab Absorber Nr.	TA-Stab Pos.	Einbau Datum	Ausbau Datum	Einsatzzeit bei N > 43 MW [d]	Ausbaugrund	ersetzt durch Absorber Nr.
T-2-12	45/29	30.09.75	02.01.79	712	E-Magnet defekt	T-2-13
T-2-09	53/17	16.02.78	02.03.79	192	Ankunftsmeldung defekt	T-2-12
T-2-14	41/17	30.09.76	09.03.79	496	Ankunftsmeldung defekt	T-2-19
T-2-05	37/17	31.05.78	29.03.79	168	E-Magnet defekt	T-2-09
T-2-02	37/21	30.09.75	15.06.79	804	Ankunftsmeldung u.E-Magnet defekt	T-2-06
T-2-17	53/21	17.01.78	12.09.79	312	neues Oberteil, E-Magnet defekt	T-2-17
T-2-15	57/17	08.06.78	29.09.79	226	E-Magnet defekt	T-2-14
T-2-06	37/21	15.06.79	22.10.79	73	Inspektion, Wartung	T-2-05
T-2-01	49/09	24.11.76	23.10.79	582	Ankunftsmeldung defekt	T-2-15
T-2-12	53/17	08.03.79	23.10.79	127	Ankunftsmeldung defekt	T-2-02

Störungen mit Auswirkungen auf den Reaktorbetrieb:

16.5.79: Wegen verschmorter Magnetspule an der Bremse des TA-Stab-Antriebsmotors Pos. 13 (Bremse öffnete nicht) konnte der Absorber nicht verfahren werden. Der Reaktor wurde abgefahren und der TA-Stab-Antriebsmotor gewechselt.

21.5.79: Infolge eines dejustierten Bimetallauslösers fiel der TA-Stab Pos. 3 während des Leistungsbetriebes ab. Die durch den abgefallenen TA-Stab verursachte schiefe Leistungsverteilung führte über den unteren Temperaturgrenzwert eines Kapselversuchseinsatzes zu einem Reaktorschnellschluß.

Der gestörte Sicherungsautomat (Fernmeldeschmalautomat) wurde ausgewechselt.

29.9.79: Während einer Feintrimmung zur Flußerhöhung fiel der TA-Stab Pos. 12 ab und verursachte infolge Neutronenflußverschiebung eine Reaktor-Schnellabschaltung über Kanalgruppe 5. Der TA-Stab wurde ausgewechselt. Eine Überprüfung ergab, daß der TA-Stab-Haltemagnet einen Windungsschluß und dadurch verminderte Tragkraft hatte.

11.3 Schwerwasserkreislauf

Ein Ausfall an Reaktorvollastbetriebszeit von rd. 83 Stunden entstand infolge von Membranwechsel an D₂O-Ventilen und durch einen Schweißnahtriß an einem Entwässerungsstutzen mit D₂O-Austritt. Alle anderen Reparaturen konnten während der Abschaltphasen behoben werden.

Die Tabellen 11.2 und 11.3 sowie Abbildung 11.1 geben einen Überblick über den Bestand an D₂O und dessen Analysenwerte.

Tabelle 11.2: D₂O-Bilanz für das Jahr 1979

D ₂ O-Bestand im FR2 am 1.1.1979			39 642,991 kg
<u>Änderungen:</u>			
Zeitraum	Menge	Bemerkungen	
Eingang: 01.01.79 bis 31.12.79	0,000 kg		± 0,000 kg
Abgaben: 01.01.79 bis 31.12.79	27,241 kg	an verschiedene Institute (intern und extern)	- 27,241 kg
Verluste: 01.01.79 bis 31.12.79	38,000 kg	bei Aus- und Umbau von Reaktoreinsätzen sowie bei Montagearbeiten im D ₂ O- Kreislauf	- 38,000 kg
01.04.79 bis 19.04.79	6.000 kg	bei Harzentdeuterierung	- 6,000 kg
D ₂ O-Bestand im FR2 am 31.12.1979			39 571,750 kg

Tabelle 11.3: Analysen des D₂O

	Jahres		Bemerkungen
	Anfang	Ende	
Isotopenreinheit [Mol %]	99,650	99,638	Abreicherung kontinuierlich wegen Aus-, Ein- und Umsetzungen von vertikalen Core-Einbauten
H ³ -Konzentration [Ci/l]	5,5	5,9	kontinuierlich ansteigend (Sättigungsaktivität noch nicht erreicht)
Leitfähigkeit [s/cm]	0,39	10.1.79 0,39	0,02 10.1.79: Umschaltung von Mischbettfilter 1.3 auf 1.4

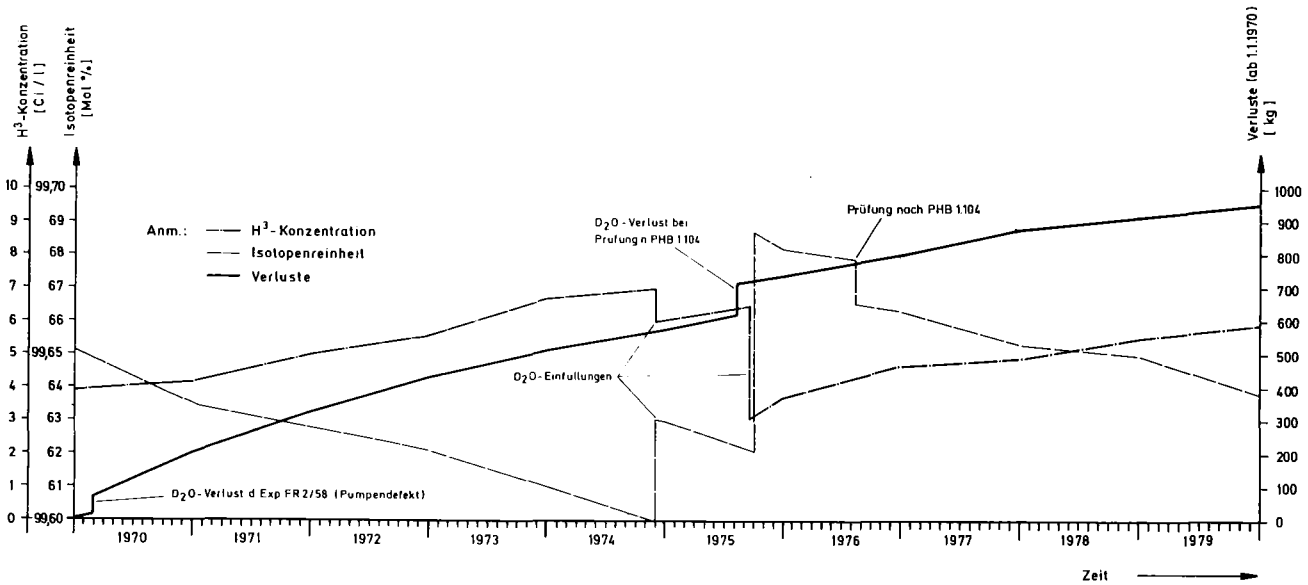


Abb. 11.1: Schwerwasser-Werte seit 1970

Isotopenreinheit, Tritiumkonzentration und Verluste (kumulativ)

Störungen und besondere Vorkommnisse:

Am 26.9.79 trat infolge von Schwingungen und mechanischer Beanspruchung ein Riß an der Schweißnaht des Entwässerungsstützens (NW8) der Kühlwasserleitung zu Exp. FR2/55 und Exp. FR2/58 auf. Die Störung wurde durch D₂O-Austritt bzw. Tritiumanstieg in Raum R107 - gemessen mit den Meßstellen 4A44 (Raumüberwachung) und 4A82 (Schornsteinüberwachung auf Tritium) - festgestellt.

Störfallbehebung:

Die Kühlwasserleitung (NW 50), abgehend von der D₂O-Hauptpumpe Pos. 1.2, wurde ausgebaut. Die Anschlußstellen wurden mit Blindflanschen verschlossen. Insgesamt wurden eine Aktivität von 960 mCi (genehm. Wert 30 Ci/Wo) an Tritium in tritiiertem Wasser über den Abluftkamin des FR2 abgegeben.

Am Kreislauf befand sich an der D₂O-Hauptpumpe Pos. 1.1 ein zweiter, ähnlicher Kühlwasseranschluß. Obwohl an dieser Stelle nur mäßige Schwingungen herrschten, wurde auch dieses Rohrstück aus Sicherheitsgründen am 25.10.79 ausgebaut.

Da das Exp. FR2/58 bereits im Jahre 1974 ausgebaut wurde, können dessen Kühlwasseranschlüsse entfallen. Für die Kühlung des Reaktordeckels bei Experimentierbetrieb mit dem Heißdampf-Hochdruckkreislauf (Exp.FR2/55) ist die vorhandene Kühlung des Reaktors (Programm "a" oder "m") ausreichend.

11.4 Heliumkreislauf

Der Helium-Hauptkreislauf und der Helium-Steuerkreislauf konnten nahezu störungsfrei betrieben werden. Die Betriebsdaten können der Tabelle 11.4 entnommen werden.

Tabelle 11.4: Analysenwerte des Kreislaufheliums

		Bemerkungen
mittl. N ₂ -Gehalt	1,5 %	durch Lufteinbrüche
mittl. O ₂ -Gehalt	0,7 %	Konstanthaltung durch gezielte Zudosierung
He-Verlust	126 m ³	bei Montage, Reparaturarbeiten und Brennelementumsetzungen
He-Reinigungen	5	Dazu waren rd. 30 Nm ³ flüssiges Stickstoff erforderlich. Es wurden rd. 10,3 m ³ Luft ausgereinigt.

11.5 Leichtwassersysteme

In den Leichtwassersystemen traten keine nennenswerten Störungen auf.

Tabelle 11.5: Wasserverbrauch und Erzeugung von vollentsalztem Wasser

Verbrauch/Erzeugung	Menge
Rohrwasserverbrauch	373698 m ³
Erzeugung von vollentsalztem Wasser	238584 m ³
Anzahl der Regenerationen	257
Verbrauch an Regenerationsmitteln	
Natronlauge	75,3 t
Salzsäure	230,4 t

Tabelle 11.6: Abwasser im FR2-Bezirk

Abwasserart/-system	Abwassermenge [m ³]	Bemerkungen
Regenwassernetz	106 170	hauptsächlich Kühlwasser
Chemieabwasser	27 110	hauptsächlich aus Wasser- aufbereitungsanlage
radioaktives Abwasser	124	
häusliches Abwasser	6 000	
Gesamt-Abwasser	139 404	

Über die Kühltürme wurden 233 309 m³ Wasser entsprechend der Energieabgabe des Reaktors verdampft.

11.6 Lüftungssysteme

Die Lüftungssysteme des FR2 verursachten keine Störungen des Reaktorbetriebs.

Infolge der durchgeführten Wartungs- und Reparaturarbeiten an den Druckluftkompressoren mußten wie in den Vorjahren 446,5 t Druckluft von der zentralen Druckluftversorgungsanlage des Kernforschungszentrums bezogen werden.

11.7 Elektrische Energieversorgungsanlagen

An den elektrischen Energieversorgungsanlagen traten keine größeren Störungen auf. Es mußten infolge Alterung die 220V-Stahlbatterie der Sicherheitsbeleuchtung gegen eine 220V-Bleibatterie ersetzt und an den Dieselmotoren der Sofortbereitschaftsaggregaten 3, 4, 5 und 6 eine Generalüberholung durchgeführt werden.

In der 2. Woche 1979 wurde im Geräteraum der Schaltwarte eine neue redundante 60V-Steuerspannungsversorgung eingebaut, in Betrieb genommen, erprobt und vom TÜV abgenommen. Bei Teil- oder Totalausfall der im Normalbetrieb einspeisenden 60V-Batteriespannung übernimmt die neue Versorgung über einen Drehstrom-Gleichrichtertrafo an der Notschiene I unterbrechungslos die angeschlossenen Verbraucher der Schaltwarte (Reaktorschutzsystem, Steuerungen usw.). Durch diesen Umbau entstand ein Ausfall an Reaktorvollastbetriebszeit von rd. 156 Stunden.

Im Mai und Juni 1979 wurden auf dem Schrieb des Spannungsschreibers der Energieversorgung Schaltwarte Unregelmäßigkeiten festgestellt. Die Frequenz (und damit auch die Spannung) änderte sich gelegentlich bis zu ± 2 Hz (im Mittel 1 mal pro Tag und für einige Minuten). Eine Überprüfung ergab als Ursache eine gelockerte Schraube am Kohlebürstenhalteranschluß des Tachogenerators 2. Sämtliche Schrauben wurden nachgezogen und mit Federringen gesichert.

Der Verbrauch an elektrischer Energie lag mit

rund 11 678 240 kWh

in der Größenanordnung des Vorjahres.

11.8 Aktivitätsüberwachungsmeßstellen

In der 12. Woche 1979 wurde im Aktivitätsmeßkreis des D₂O-Kreislaufs ein Germanium-Lithium-Meßplatz (GeLi) eingerichtet. Diese Meßstelle überwacht mittels γ -Spektroskopie mit Brennstoff beladene Kerneinbauten auf Hüllschäden und austretende Spaltprodukte und zwar über die γ -Linie des Cs-138 bei 1436 keV.

Die Schaffung eines solchen Meßplatzes wurde erforderlich, weil im Rahmen des Experiments FR2/89 Kerneinbauten (Brennstoffplatten mit 1,4 g U-235 je Platte) eingesetzt werden, die nicht an die Brennelement-Hüllschaden-Überwachungsanlage angeschlossen werden können.

Mit dem Einbau der vom TÜV verlangten Prüfbuchsen zur Kalibrierung der Aktivitätsmeßstellen wurde im Juni 1979 begonnen. Zum Jahresende waren rd. 95 % der Meßstellen mit Prüfbuchsen ausgerüstet. Damit ist die Möglichkeit geschaffen, mit Standardsignalen die Elektronik zu prüfen.

12. Isotopenproduktion und Probenbestrahlungen

12.1 Isotopenproduktion (Kapselbestrahlungen)

Die Herstellung radioaktiver Isotope erfolgte in drei Einrichtungen:

a) Experiment FR2/1:

9 luftgekühlte vertikale Bestrahlungskanäle auf Zwischen-
gitterpositionen des Reaktorkernes

b) Experiment FR2/38:

6 luftgekühlte, vertikale Bestrahlungskanäle in der ther-
mischen Säule, davon 2 Kanäle mit einer Drehtellereinrich-
tung beladbar, und 1 horizontaler Kanal mit Drehteller.

c) Experiment FR2/44:

pneumatische Rohrpostanlage in einem horizontal durch den
Reaktorkern gehenden Bestrahlungskanal.

Alle Positionen können bei laufendem Reaktor be- und entladen werden.

In den genannten Isotopen-Bestrahlungseinrichtungen wurden 1708 Kapseln (siehe Tabelle 12.1) mit zum Teil mehreren Proben im Auftrag von Industrie, internen und externen Forschungsinstituten sowie von Hochschulen bestrahlt.

Tabelle 12.1: Zusammenstellung der Isotopenbestrahlungen im Jahre 1979

Isotopenproduktion	Beladeoperationen	Anzahl der bestr. Kapseln (m.z.T. mehreren Proben)	Flußmessungen
Exp. FR2/1 (Bestrahlung auf Zwischengitterpos.)	217	594	68
Exp. FR2/38 (Bestrahlung i.d. Therm. Säule)	88	104	1
Exp. FR2/44 (Bestrahlung i.d. Rohrpostanlage)	1010	1010	--
G e s a m t:	1315	1708	69

Wie die Abbildung 12.1 zeigt ist die Isotopenproduktion gegenüber den Vorjahren rückläufig. Ein Teil der externen Auftraggeber sind anscheinend schon zur Sicherstellung ihres Isotopenbedarfs - wegen der geplanten FR2-Stillegung - auf andere Reaktoren ausgewichen.

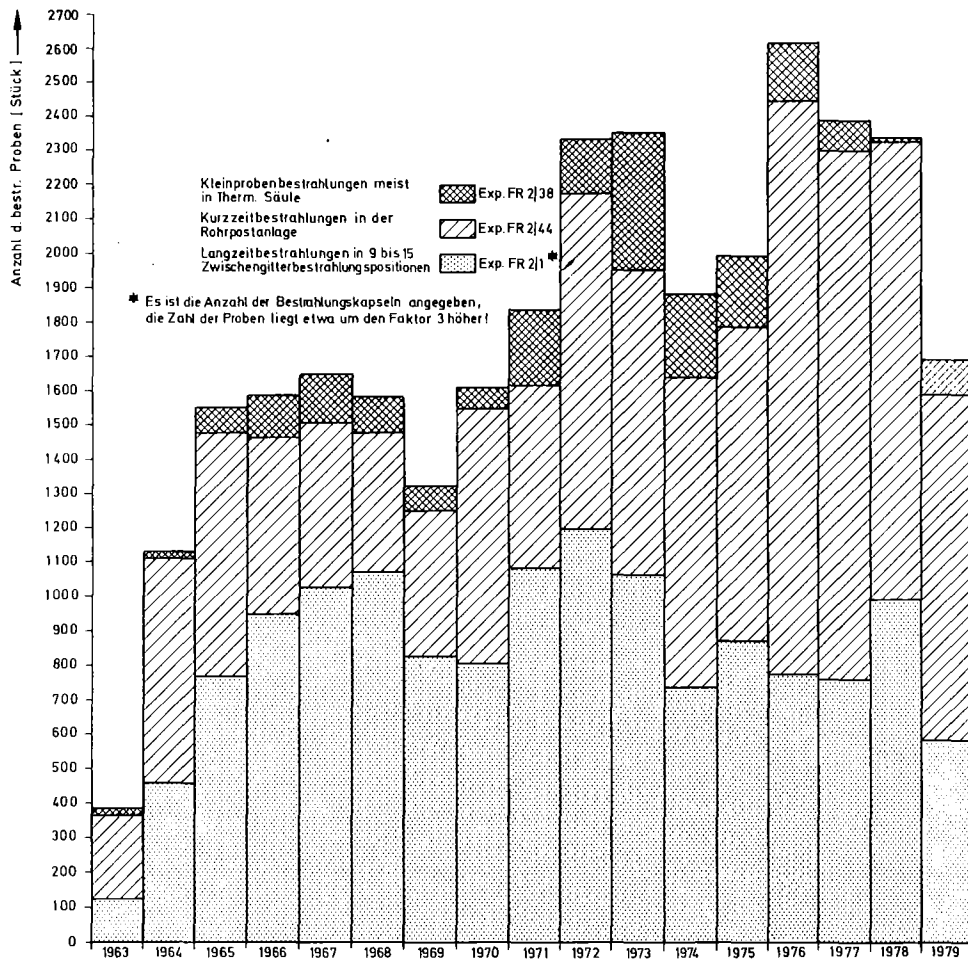


Abb. 12.1: Isotopenproduktion am FR2

Störungen mit Auswirkungen auf den Reaktorbetrieb:

Am 20.1. 1979 wurde der Reaktor durch die Rohrpostanlage (uGW der Meßstelle 44P-Q2) abgeschaltet. Eine Überprüfung ergab, daß beim Eintasten der "Sendeabsicht Rohrpost" bei sonst einwandfreier Funktion der Rohrpostanlage, durch einen nicht schließenden Kontakte eines Relais ein fehlender Kühlluftdurchsatz vorgetäuscht wurde. Dieses löste über den Abschaltzweig Rohrpost des Reaktorschutzsystems Schnellschluß aus. Die gestörte Grenzwerteinheit wurde ausgetauscht.

12.2 Bestrahlungen in der γ -Bestrahlungseinrichtung (Exp.FR2/40)

Die Einrichtung ist eine starke Quelle ionisierender Strahlung, mit der man - ohne die Bestrahlungsproben zu aktivieren - Werkstoffe, Strukturmaterialien und Bauelemente auf ihre Strahlenresistenz untersuchen kann. Sie ist seit 10 Jahren im ehemaligen Sägebecken der Brennelementlagerhalle aufgebaut. Als Strahlenquelle sind 12 abgebrannte FR2-Brennelemente in zwei konzentrischen Ringen um ein Bestrahlungsrohr, im Wasser hängend, angeordnet. Nach Ablauf jeder Betriebsphase des FR2 werden jeweils 6-8 heiße Brennelemente aus dem Reaktor im Austausch gegen abgekühlte in die Bestrahlungseinrichtung eingebaut.

Diese Bestrahlungseinrichtung war im Berichtszeitraum mit 37 Bestrahlungen, einer Gesamtbestrahlungszeit von 844 Proben-Tagen und einer gemessenen Ionendosis zwischen 10^5 und $3,2 \times 10^8$ rad je Probe wie bisher gut genutzt.

Einen Überblick über die Bestrahlungen seit der Inbetriebnahme gibt Abbildung 12.2.

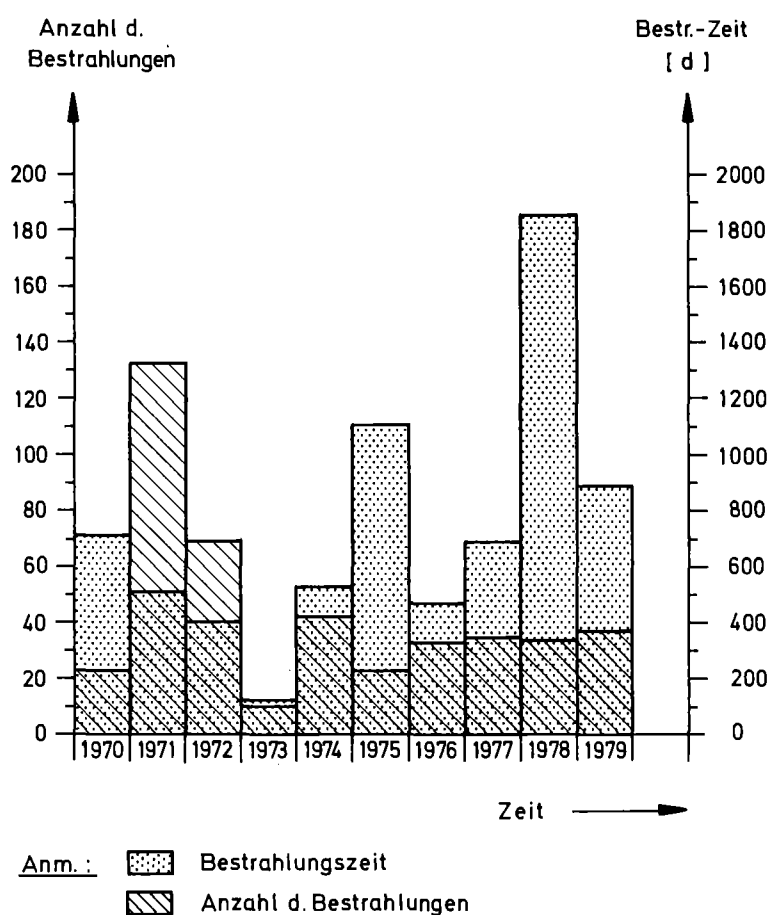


Abb. 12.2: Bestrahlungen in der γ -Bestrahlungseinrichtung des FR2

12.3 Bestrahlung von Brennstoffplatten (Exp. FR2/89)

In dem D₂O-gekühlten Isotopen-Bestrahlungseinsatz wurden zur Erzeugung von Spaltmolybdän aus kurzzeitig bestrahltem Uran-235 und damit zur Technetium-99^m-Gewinnung für medizinische Zwecke 53 Brennstoffplatten (Tabelle 12.2) bestrahlt.

Zu dem bisher in Kernposition 57/13 eingebauten Bestrahlungseinsatz Exp.FR2/89-2 kam am 29.8.79 ein weiterer Einsatz, Exp.FR2/89-1 in Kernposition 53/09 hinzu, der ebenfalls dem Institut für Radiochemie zur Verfügung stehen wird.

Tabelle 12.2: Brennstoffplattenbestrahlungen im D₂O-gekühlten Isotopeneinsatz -Kernposition 57/13- (pro Platte 1,4 g U-235, Anreicherung 92,8%)

Bestrahlungs- zeitraum (Zyklus)	Anzahl der bestrahlten Platten	1fd.Bestr.Nr. Exp.FR2/89-	Ges.Bestr. Zeit bei N > 43 MW <u>[h]</u>
A/79	9	43 bis 45	428
B/79	6	46 bis 47	288
C/79	5	48 bis 49	286
D/79	12	50 bis 53	571
E/79	--	-----	---
F/79	15	54 bis 58	705
G/79	6	59 bis 61	513
Gesamt:	53	.	2 791

12.4 Bestrahlungen in der Argon-Aktivierungsanlage (Exp.FR2/104)

Für die Massenstrommessungen nach dem Radio-Tracer-Verfahren im Rahmen von blow down-Versuchen am HDR Karlstein wurden 9 Behälter - Füllungen Argon (max. je 15 Ci) aus der Aktivierungsanlage gezogen und ausgeliefert. Die für das Verfahren zusätzlich notwendigen Feststoffisotope Mn-Acetat wurden ebenfalls im FR2 (Pkt.12.1) erzeugt.

12.5 Dotierungsbestrahlungen von Reinstsilizium zur Halbleiterproduktion (Exp. FR2/108)

Für Dotierungsbestrahlungen von Reinstsilizium zur Halbleiterproduktion im Auftrag von Industriefirmen wurden 4 Ladeoperationen mit 6,469 kg (1,085 lfd. Meter) durchgeführt.

13. Strahlrohrexperimente

Im Berichtszeitraum waren alle sinnvoll nutzbaren Strahlrohrausgänge mit bis zu 22 Versuchsanordnungen gleichzeitig belegt. Eine Übersicht über die Anordnung der Experimente gibt Abbildung 13.2.

Wie bereits im Vorjahr waren etwa die Hälfte der Anlagen für Experimente aus den Forschungsbereichen nukleare Festkörperphysik und Strukturanalyse des Instituts für Angewandte Kernphysik des Kernforschungszentrums in Betrieb. Die vorhandenen Neutronenbeugungsanlagen wurden von externen Gruppen verschiedener Universitäten und Forschungsinstitute genutzt (siehe Tabelle 13.1). In diesem Bereich ist ein neues Experiment- ein Zweiachsenspektrometer für polarisierte Neutronen (Exp. FR2/113, Abbildung 13.1) - im Aufbau. Das Spektrometer soll der Untersuchung magnetischer Festkörpereigenschaften dienen. Geplant sind elastische und inelastische Streuexperimente mit polarisierten Neutronen. Hierfür wird ein Teil des durch den Multispiegelpolarisator für Exp. FR2/92 erzeugten Neutronenstrahls genutzt.

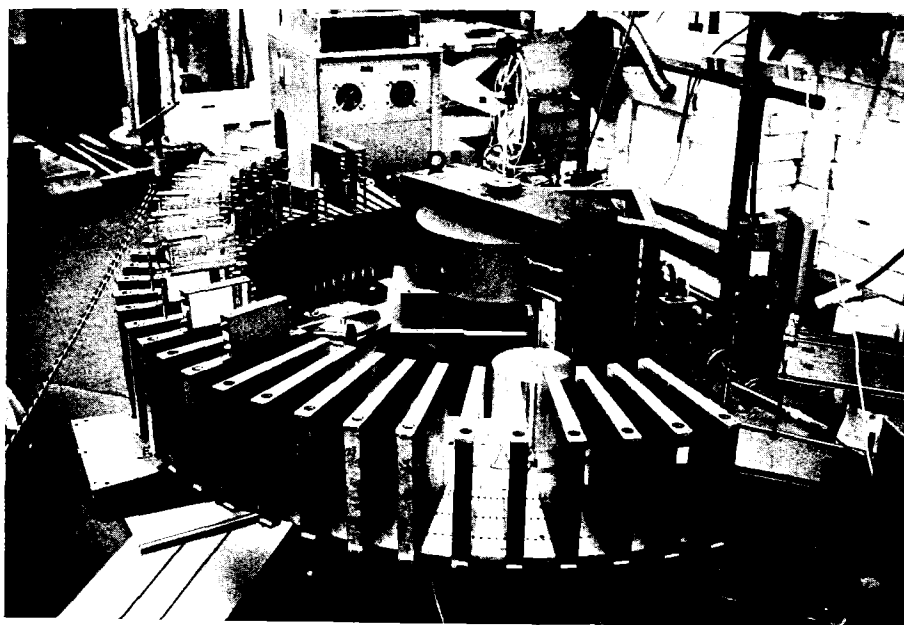


Abb. 13.1: Zweiachsenspektrometer (Exp. FR2/113) während der Aufbauphase

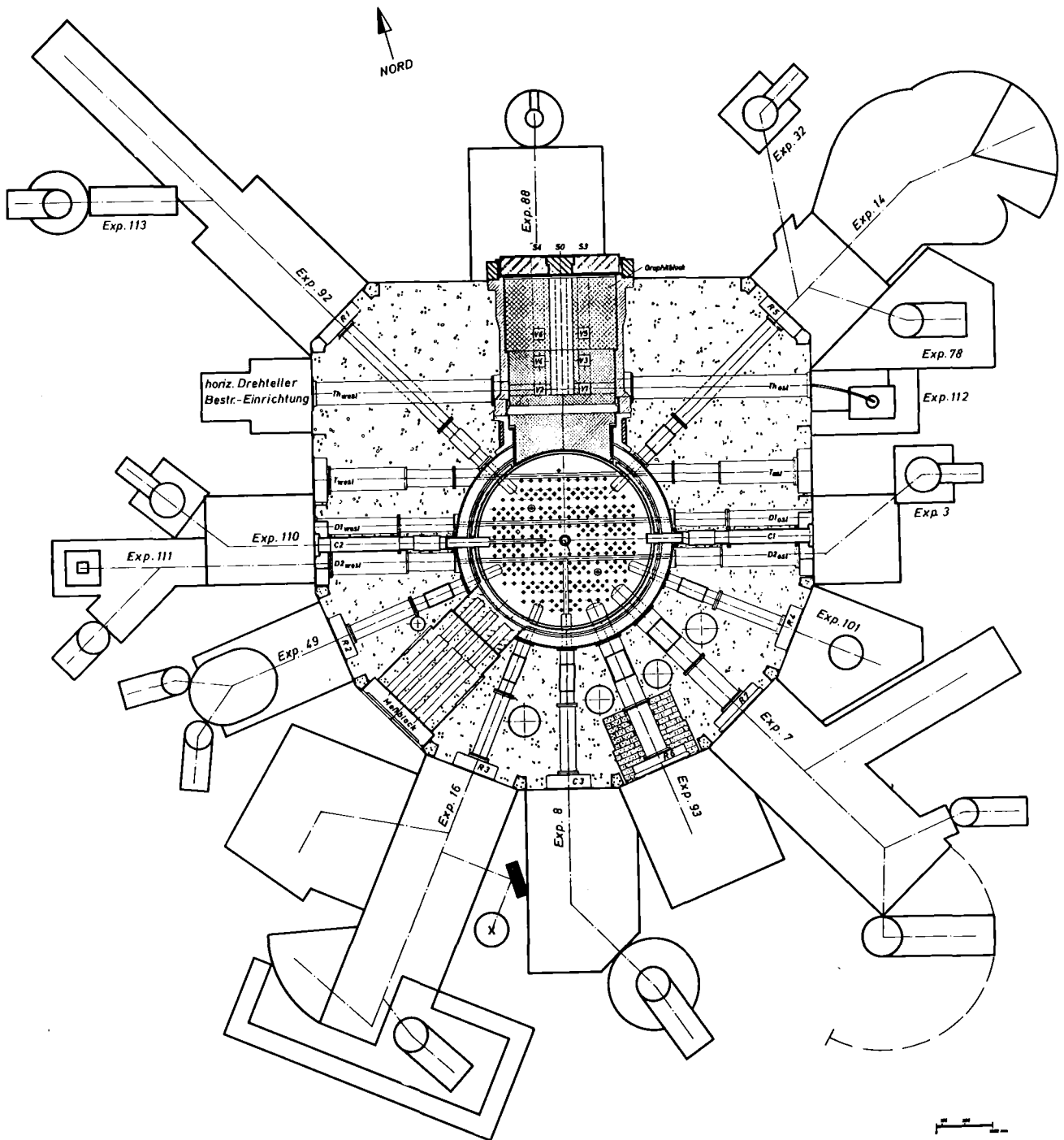


Abb. 13.2: Strahlrohrexperimente am Forschungsreaktor FR2 (Stand Dezember 1979)

Tabelle 13.1: Nutzung der verschiedenen Strahlrohrpositionen des FR2 im Jahre 1979

Reaktor-Pos.	Exp.-Nr. FR2/...	Exp.zeit [d]	rel. Nutzung [%]	Bezeichnung des Experiments	Benutzer
C2	110	196	97	Vierkreisdiffraktometer	Uni Marburg (Kristallographie) Uni Karlsruhe (Kristallographie) Uni Marburg (Anorg.Chemie) MPI Stuttgart EURATOM C.C.R. (Ispra) IAK/I
C3	8	201	100	Dreiachsenspektrometer	IAK/I, FuE-Programm Nr. OA2A
R1	92	154	77	Kernresonanzspektrometer Zweiachsenspektrometer	IAK/I, FuE-Programm Nr. OA2Au.OA2E Uni Heidelberg
	113			z.Zt.im Aufbau	Zweiachsenspektrometer
R2	49	201	100	Zweikreisdiffraktometer	TH-Darmstadt (Strukturforschung) Uni Tübingen (Kristallographie) Uni Marburg (Anorg. Chemie)
				Vierkreisdiffraktometer	TH-Darmstadt (Strukturforschung) Uni Tübingen (Kristallographie) Uni Marburg (Kristallographie) Uni Saarbrücken (Kristallographie) IAK/I, FuE-Programm Nr. OA2E
R5	14	201	100	Zweikreisdiffraktometer	Uni Tübingen (Kristallographie) Uni Marburg (Anorg.Chemie)
	32			Vierkreisdiffraktometer	Uni Tübingen (Kristallographie) Uni Aachen (Kristallographie) Uni Freiburg (Kristallographie) Uni Marburg (Kristallographie) Uni Saarbrücken (Kristallographie) Uni Frankfurt (Kristallographie) TH-Darmstadt (Strukturforschung) MPI-Stuttgart
	78			Zweikreisdiffraktometer	Uni Frankfurt (Kernphysik)
R3	16	174	87	Kalte Neutronenquelle für Flugzeitspektrometer 1+2 Zweiachsenspektrometer 1+2	IAK/I FuE-Programm Nr. OA2A FuE-Programm Nr. OA2E
R4	101	182	91	Mehrzweckspektrometer	IAK/I, FuE-Programm Nr. OA2E
R6	93	163	81	Doppelmonochromator	IAK/I, FuE-Programm Nr. OA2A
R7	7	193	96	Drehkristallspektrometer Phononenmeßplatz	IAK/I, FuE-Programm Nr. OA2A

Reaktor-Pos.	Exp.-Nr. FR2/...	Exp.Zeit [d]	rel. Nutzung [%]	Bezeichnung des Experiments	Benutzer
D2-ost	3	197	98	Vierkreisdiffraktometer	Uni Frankfurt (Kristallographie) Uni Marburg (Kristallographie) Uni Marburg (Anorg.Chemie) MPI-Stuttgart Uni Tübingen (Kristallographie)
T-ost	---	---	---	Kein Experimentierbetrieb	
T-west	---	---	---	Kein Experimentierbetrieb	
Th-west	38	siehe Isotopen- bestrahlungen		Drehtellerbestrahlungsein- richtung	interne und externe
Th-ost	112	201	100	Rohrpostbestrahlungsanlage	INR, FuE-Programm Nr. OD3C
D2-west	111	201	100	Meßplatz für Filmmethoden	Uni Tübingen (Kristallographie) Uni Marburg (Kristallographie)
D1-ost D1-west	44	siehe Isotopen- bestrahlungen		Rohrpostbestrahlungsein- richtung	interne und externe
S4	88	siehe Neutronen- radiographie		Neutronenradiographieanlage	interne

Erläuterung

- C: Kanäle, die bis in den Kern reichen
- R: Kanäle, die in den Reflektor reichen
- D: durchgehende Kanäle
- T: tangentiale Kanäle
- S: Kanäle in der thermischen Säule

14. Neutronenradiographieanlage (Exp. FR2/88)

Die Anlage dient der zerstörungsfreien Untersuchung auch von stark radioaktiven Reaktorkomponenten oder Versuchseinsätzen. Sie ist vor dem S4-Kanal der Thermischen Säule aufgebaut.

Es wurden 169 Aufnahmen von bestrahlten und unbestrahlten Prüflingen aus den Transientenversuchen zum Brennstabversagen für das PNS-Versuchsvorhaben (Exp. FR2/102) gewonnen.

15. Kapselversuchseinsätze (KVE)

Es befanden sich bis zu 5 instrumentierte Brennstoff-Kapselversuchseinsätze aus den Versuchsgruppen

- Exp. FR2/73d: Quantitative Kriechversuche
- Exp. FR2/86: Hochleistungsbestrahlungen, Parameter-tests
- Exp. FR2/106: Brennstoff-Schwellversuche unter allseitigem statischem Gasdruck

gleichzeitig in Bestrahlungsposition.

Eine Zusammenfassung dieser KVE-Bestrahlungen zeigen Tabelle 15.1 und Abbildung 15.1.

Tabelle 15.1: KVE-Bestrahlungen im Jahre 1979

Exp. Nr.:	KVE Nr.:	Bestrahlung		Ausbau		Ges.Bestr.Zeit bei N > 43 MW [d]	Brennstoff
		vom	bis	nach Plan	unplanm.		
73d	154	02.06.77	09.05.79	x		379	UO ₂ , UN, UC
86	143	26.11.75	11.09.79	x		803	UC-PuC
	144	27.11.75	06.11.79	x		835	UC-PuC
	159	09.05.79	wird weiter bestrahlt				UO ₂ -PuO ₂
	160	08.06.79 15.11.79	19.06.79 wird weiter bestrahlt		x*)	2	UO ₂ -PuO ₂
106	156	17.03.78	28.03.78	x	x*)	201	UC-PuC
		08.05.78	10.05.79				
	158	24.10.78	29.03.79				

*) siehe folgender Abschnitt

Störungen mit Auswirkungen auf den Reaktorbetrieb:

Der am 8.6.79 neu eingebaute KVE 160 mußte wegen Erreichens der max. zulässigen Grenztemperatur für die Kapselwand am 19.6.79 vorübergehend ausgebaut werden. Zuvor wurde jedoch durch Trimmen des Reaktors, Brennelementausbau und Einbau eines Cadmiumabsorbers (Neutronenflußverschiebung) vergeblich versucht, die Temperatur des Einsatzes zu senken. Zu diesem Zweck waren 2 Reaktorabschaltungen und 2 Leistungsrücknahmen erforderlich. Es entstand eine Ausfallzeit an Reaktorvollastbetriebszeit von rd. 66 Stunden.

Der KVE 160 wurde nach Austausch des doppelwandigen Zircaloywasserführungsrohres gegen ein dickwandiges Edelstahlwasserführungsrohr am 15.11.79 wieder eingebaut.

Ebenfalls wegen zu hoher Temperatur mußte am 29.3.79 der KVE 158 bei einer Betriebszeit von rd. 91 Tagen ausgebaut werden, nachdem ein Druckabfall am oberen Prüfling bei steigender Temperatur beobachtet worden war. Das ausströmende Argon hatte die Wärmeleitfähigkeit im Heliumraum verschlechtert. Für den Ausbau mußte der Reaktor abgefahren werden (Ausfall an Reaktorvollastbetriebszeit von rd. 8 Stunden).

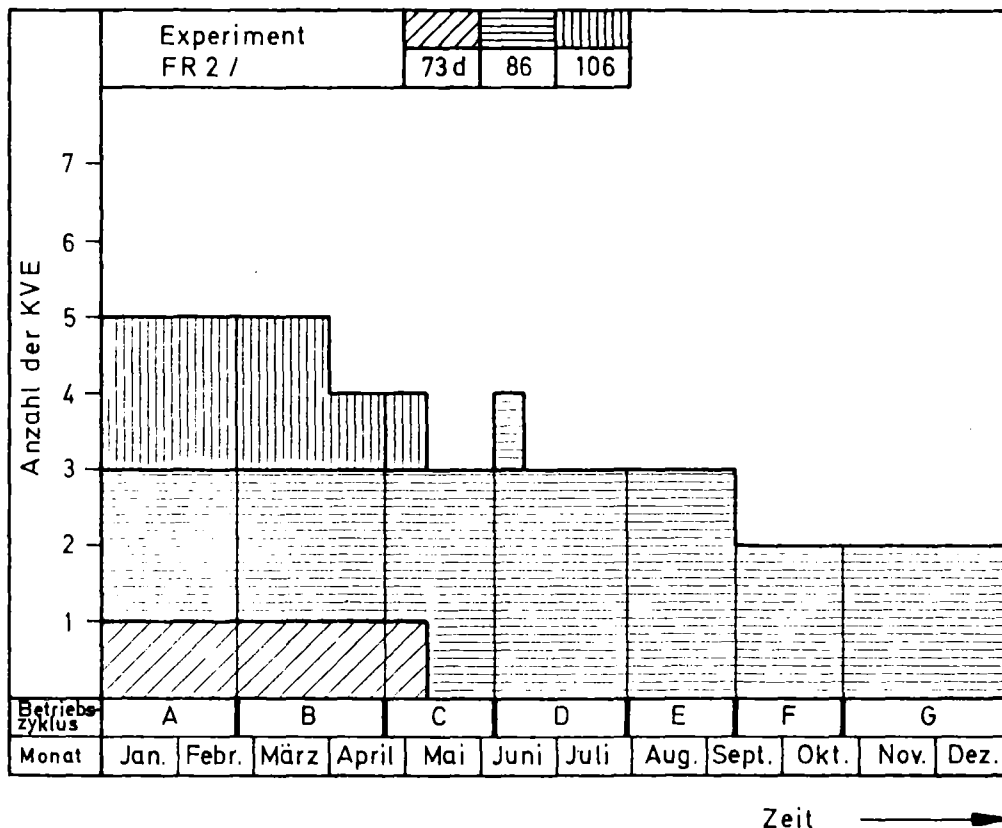


Abb. 15.1: KVE-Beladung des FR2 im Jahre 1979

16. Kreislaufexperimente

Im Jahre 1979 wurden wie im Vorjahr die großtechnischen Kreislaufexperimente

Experiment FR2/2: Tieftemperatur-Bestrahlungsanlage für das MPI-Stuttgart

Experiment FR2/16: Kalte Neutronenquelle für das Institut für Angewandte Kernphysik des Kernforschungszentrums und das

Experiment FR2/55b: Heißdampf-Hochdruckkreislauf für Projekt Nukleare Sicherheit

betrieben.

Das Betriebsdiagramm (Abbildung 16.1) und die Tabelle 16.1 geben Aufschluß über die Betriebszeiten der Kreislaufexperimente.

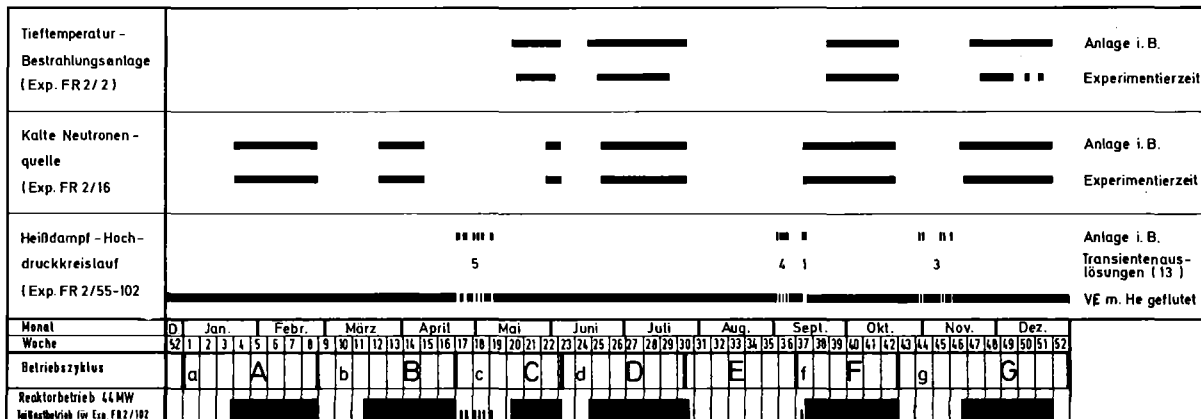


Abb. 16.1: Betriebsdiagramm der FR2-Kreislaufexperimente im Jahre 1979

Tabelle 16.1: Betriebszeiten der Kreislaufexperimente

Experiment	Betriebszeit [h]	Nutzungsgrad [%]
Tiefemperatur- Bestrahlungseinrichtung	2 682	56
Kalte Neutronenquelle	3 806	74
Heißdampf-Hochdruck- kreislauf	150	13 Transienten- versuche

16.1 Tiefemperaturbestrahlungsanlage (Exp. FR2/2)

Das Experiment wurde auf Kernposition 54/26 zur Untersuchung metallischer Proben bei tiefen Temperaturen betrieben.

Es sind 7 Proben mit einer Gesamtbestrahlungszeit von rd. 1825 Stunden bestrahlt (Tabelle 16.2) worden.

Tabelle 16.2: Probenbestrahlungen in der Tiefemperatur-
Bestrahlungseinrichtung

Proben-Nr.	Versuchszeitraum		Versuchsdauer [h]	Bemerkungen
	von	bis		
BS 9	16.05.79	01.06.79	382,8	} Proben wurden kalt ausgeschleust
BSM 10	19.06.79	09.07.79	456,6	
BSM 11	09.07.79	16.07.79	167,2	
BSM 12	16.07.79	18.07.79	52,7	
TK 73	27.09.79	13.10.79	393,0	} Proben bei 20 K be- strahlt u. ausgemessen
TK 74	22.11.79	08.12.79	363,5	
TK 75	10.12.79	---	3,0	*)
TK 76	19.12.79	19.12.79	5,5	Ohne Bestrahlung ge- messen

*) Während der Nullmessung löste sich die Probe von Ihrer Befestigung und fiel in den Versuchseinsatz. Die Bergung erfolgte in der Abschaltphase a/80 mittels eines Magneten.

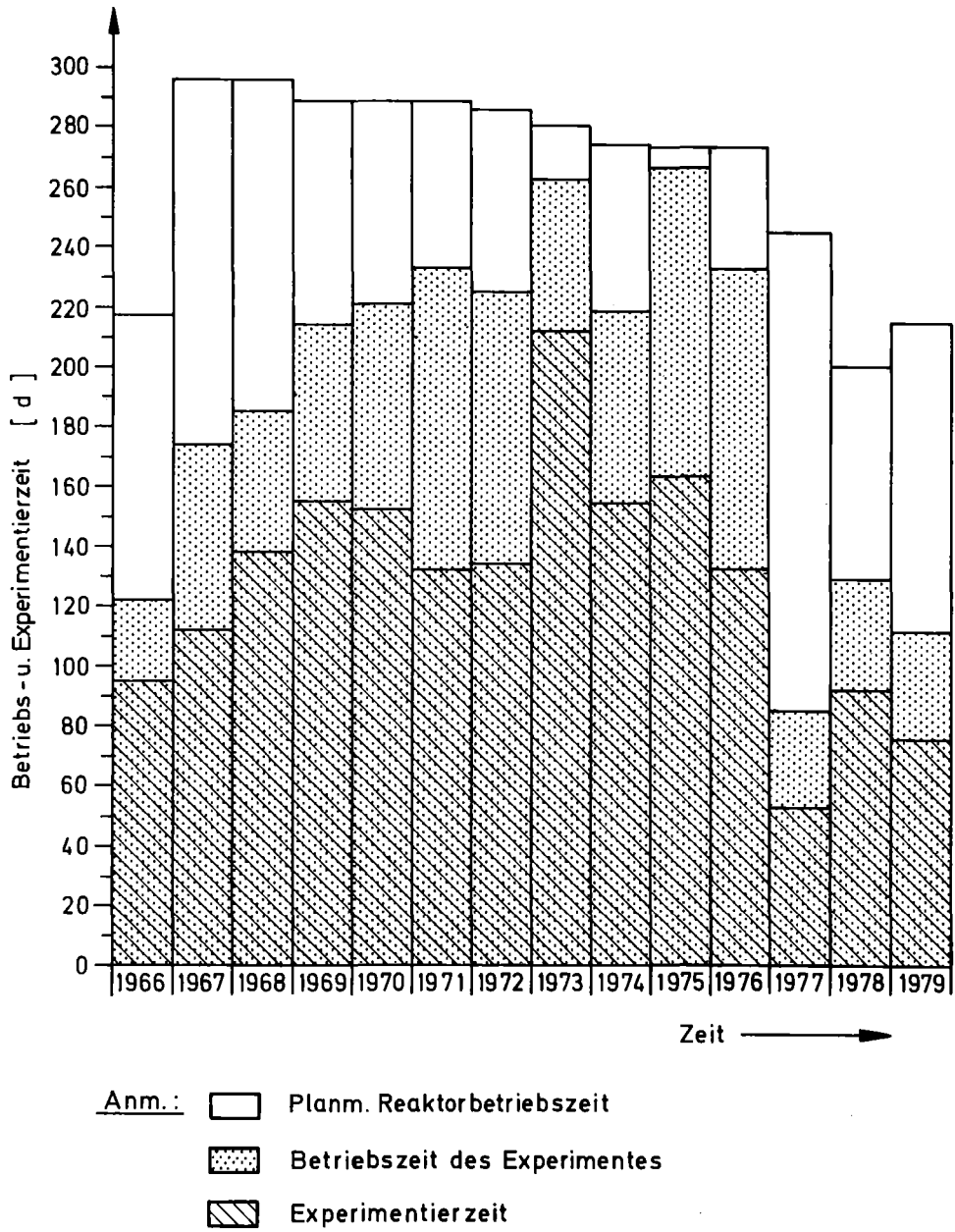


Abb. 16.2: Betriebs- und Experimentierzeit der Tieftemperaturbestrahlungs-Anlage (Exp.-FR2/2)

Die Anlage war vom 9.11.1978 bis zum 23.4.1979 infolge eines Defekts an der Expansionsmaschine nicht nutzbar, es wurden Zylinder, Kolben, Kolbenstangen sowie die Ventile und Labyrinthdichtungen erneuert.

Eine Generalüberholung am Heliumkompressor durch die Lieferfirma erfolgte in der großen Abschaltphase E/79.

Am 22.7.79 ist durch Überschreiten der oberen Grenzwerte an den Vakuum-Meßstellen 2V-P47 und P44 bzw. 2VP42 eine Anlagenabschaltung ausgelöst worden.

Grund: Bei Arbeiten am Kühlsystem wurde eine Kleinflanschverbindung an der Vakuum-Anlage geöffnet. Die einströmende Luft ließ die oben genannten Grenzwerte sofort ansprechen und bewirkte eine automatische Anlagenabschaltung (Fall "A").

Mit der Anlagenabschaltung erfolgte eine Reaktor-Schnellabschaltung durch Rückgang der Drehzahl an der Expansionsmaschine (ausgelöst durch Fall "A").

Im Spätjahr wurde eine Flußmeßeinrichtung "FATME" (Fahrstrecke zum Transport von Meßsonden) zur Neutronenflußdichte-Bestimmung während der Prüflingsbestrahlung in Betrieb genommen.

16.2 Kalte Neutronenquelle (Exp. FR2/16)

Das Kreislaufexperiment gestattet physikalische Untersuchungen mit Neutronen niedriger Energie ($< 0,005\text{eV}$), die durch Moderation thermischer Reaktorneutronen mit flüssigem Wasserstoff in der "Kalten Neutronenquelle" in ausreichender Flußdichte erzeugt werden. Die Moderator-kammer ist im Strahlkanal R3 eingebaut. Die Anlage wurde mit vier Versuchsanordnungen (siehe Tabelle 13.1 und Abbildung 16.3) intensiv genutzt. Der Ausfall an Verfügbarkeit von rd. 48 Tagen resultierte im wesentlichen aus Störungen nach Turbinenschäden und durch Auftreten eines Kaltlecks an der Expansionsturbine 2.

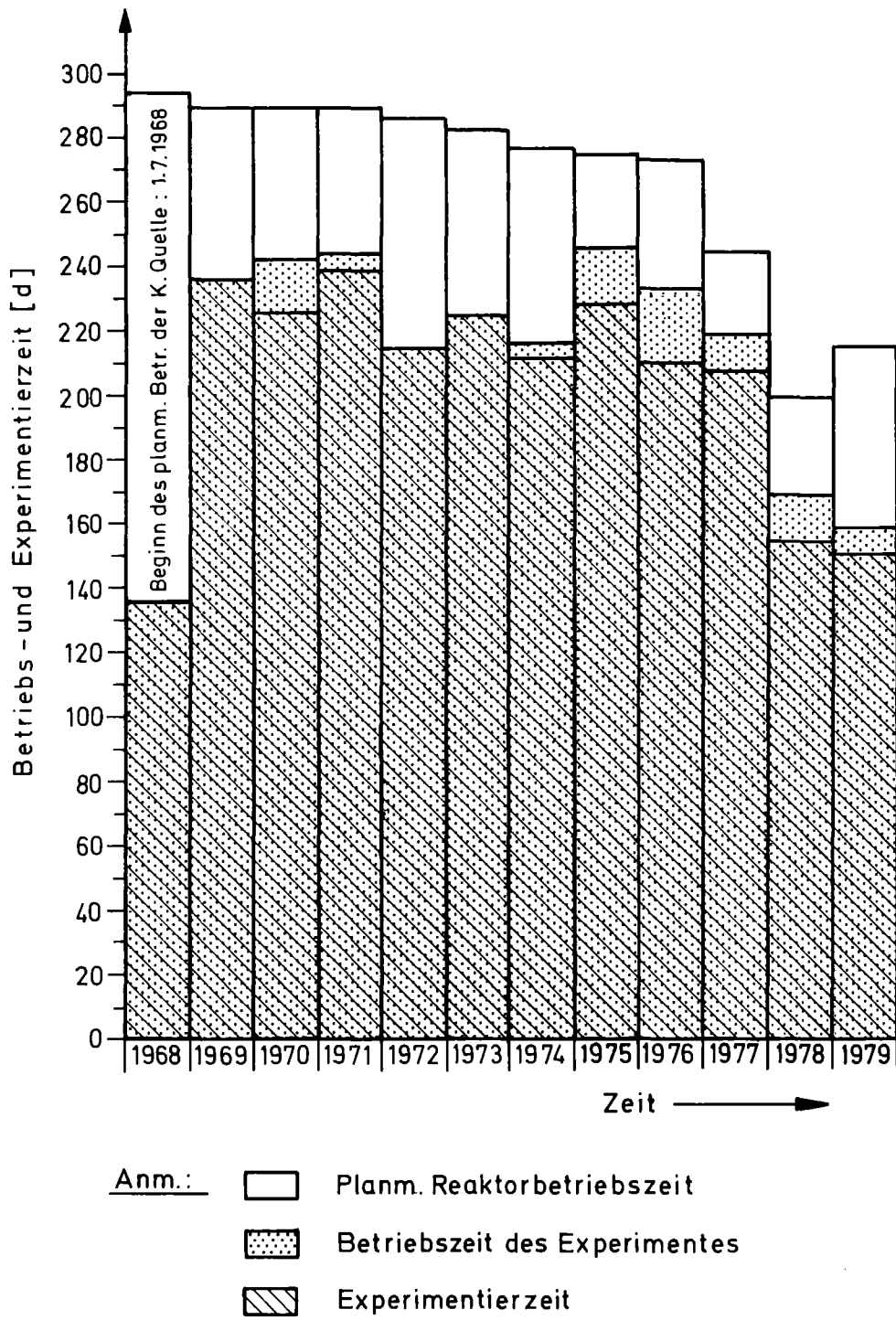


Abb. 16.3: Betriebs- und Experimentierzeit der Kalten Neutronenquelle (Exp. FR2/16)

16.3 Heißdampf-Hochdruckkreislauf (Exp. FR2/55b)

Der Heißdampf-Hochdruckkreislauf war für Transientenversuche zur Untersuchung des Brennstabverhaltens bei Kühlmittelverluststörfällen in Leichtwasserreaktoren im Rahmen des Projektes Nukleare Sicherheit (Exp. FR2/102) rund 150 Stunden in Betrieb. Es erfolgten insgesamt 13 Transientenversuche (siehe Tabelle 16.3) mit 8 elektrisch beheizten und 5 nuklearen im FR2 vorbestrahlten Prüflingen.

Tabelle 16.3: Betriebsdaten und Transientenversuche

Prüfling			Anlage i.B.		Reaktorleistung bei Versuchs- betrieb	Prüfl. Ausbau	Bemerkungen
Nr.	Art	Einbau	von	bis			
C 1	} vorbestrahlt, nuklear beheizt	23.04.79	23.04.79	24.04.79	max. 11 MW	25.04.79	} Transientenversuche
C 2		25.04.79	25.04.79	26.04.79	max. 9 MW	27.04.79	
C 3		27.04.79	01.05.79	02.05.79	max. 9 MW	03.05.79	
C 4		03.05.79	03.05.79	04.05.79	max. 8 MW	07.05.79	
C 5		07.05.79	07.05.79	08.05.79	max. 10 MW	11.05.79	
BSS 21	} unbestrahlt, elektrisch beheizt, ohne Brennstoff	28.08.79	--	--	---	03.09.79	} kein Experimentierbetrieb, Versuchsbetrieb am 12./13.9.79
BSS 22		03.09.79	03.09.79	03.09.79	0 MW	04.09.79	
BSS 23		04.09.79	04.09.79	04.09.79	0 MW	05.09.79	} Transientenversuche
BSS 24		05.09.79	05.09.79	05.09.79	0 MW	06.09.79	
BSS 25		06.09.79	06.09.79	06.09.79	0 MW	07.09.79	
BSS 21		07.09.79	12.09.79	13.09.79	(max. 20 MW) 0 MW	14.09.79	} ΔT -Messungen bei 20 MW-Reaktor- leistung, danach Transientenver- such bei abgeschaltetem Reaktor
---		--	30.10.79	30.10.79	0 MW	--	
---		--	31.10.79	31.10.79	0 MW	--	} Anlage ohne Prüfling in Betrieb; Überprüfung der Signalisierung, Folgeschaltungen u. Verriegelungen
BSS 26	08.11.79	08.11.79	08.11.79	0 MW	09.11.79		
BSS 27	09.11.79	09.11.79	09.11.79	0 MW	12.11.79	} Transientenversuche	
BSS 28	12.11.79	12.11.79	12.11.79	0 MW	13.11.79		

In der übrigen Zeit war der Kreislauf abgeschaltet und der Reaktoreinsatz mit Helium geflutet.

17. Vorbestrahlungen von UO₂-Brennstäben

Die Bestrahlungen von UO₂-Brennstäben für Transientenversuche im Heißdampf-Hochdruckkreislauf (siehe Pkt. 16.3) wurden fortgeführt. Es befanden sich zwei Einsätze in Bestrahlungsposition (Tabelle 17.1).

Tabelle 17.1: Prüflingsbestrahlungen und Betriebsdaten

Einsatz Nr.	Brennstab Nr.	Einbau	Ausbau	Bestrahl.-Zeit bei N > 43 MW [h]
P102 C	56,57,59 60,62,63	18.1.79	13.3.79	884,24
P102 E	44,45,46 47,48,49	30.4.79	11.1.80	3058,82

18. Einsatzleiter vom Dienst (EvD) für das Kernforschungszentrum Karlsruhe

Der Bereich FR2 der Kerntechnischen Betriebe stellt mit dem jeweiligen Schichtleiter des FR2 auch den "Einsatzleiter vom Dienst" für das Kernforschungszentrum. Im Jahre 1979 waren die EvD in 72 Einsätzen mit 44,8 Einsatzstunden tätig. Zusätzlich erfolgten 2 Alarmübungen.

19. Tabellen und Diagramme

Tabelle 19.1 Betriebsdaten des FR2 im Jahre 1979

Tabelle 19.2 Betriebsunterbrechungen, Leistungsrücknahmen und Leistungsbegrenzungen innerhalb der planmäßigen Reaktorbetriebszeit 1979

Formblätter
Nr. 148c/116 Reaktorleistung in Betriebsphase
bis 148c/122 A/79 bis G/79

Formblätter
Nr. 183e/108 Kritische Trimmstabstellung in Betriebsphase
bis 183e/114 A/79 bis G/79

Formblätter
Nr. 294a Funktionsprüfungen im Jahre 1979
Blatt 1
bis 7

Formblätter
Nr. 9/4 FR2-Beladungs- und Belegungspläne jeweils
am Ende der Betriebsphasen A/79 bis G/79

Formblatt
Nr. 9b Isotopen-Bestrahlungspositionen Nr. Iso 14

Tabelle 19.1: Betriebsdaten des FR2 im Jahre 1979

Zeit	Betr.-Phase	Woche Nr.	Energieabgabe		Betriebsstunden							Reaktor unplanmäßig a.B.		Ausfall an Vollastbetriebszeit		
			$\overline{[MWh]}$	$\overline{[MWd]}$	$N < 10^{-3} N_N$	$N > 10^{-3} N_N$	$> 43 MW$	Gesamt		$\overline{[h]}$	$\overline{[h]}$	$\overline{[h]}$	$\overline{[h]}$			
01.01. 0 ⁰⁰ 26.02. 10 ⁰⁹	A/79	1.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		2.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		40,00		28,00	
		3.	1.803,00		7,44		43,11		37,22		50,55		117,45		130,78	
		4.	7.420,00		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		5.	7.420,70		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		6.	7.420,20		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		7.	7.344,20		0,43		166,90		164,94		167,33		0,67		3,06	
		8.	7.414,00		0,00		168,00		167,92		168,00		0,00		0,08	
		9.	449,10		0,00		10,16		10,16		10,16		0,00		0,00	
			39.271,20	1.636,30		7,87		892,17		884,24		900,04		158,12		161,92
26.02. 10 ⁰⁹ 23.04. 8 ¹⁰	B/79	9.	0,00		13,93		0,00		0,00		13,93		0,00		0,00	
		10.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		11.	1.730,80		9,89		41,48		36,80		51,37		0,60		0,00	
		12.	7.424,80		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		13.	6.794,30		6,20		156,40		151,05		162,60		5,40		16,95	
		14.	7.420,60		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		15.	7.422,30		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		16.	7.417,80		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		17.	355,20		0,01		8,15		8,00		8,16		0,00		0,00	
			38.565,80	1.606,91		30,03		878,03		867,85		908,06		6,00		16,95
23.04. 8 ¹⁰ 05.06. 8 ⁰⁴	C/79	17.	63,50		7,85		8,03		0,00		15,88		0,00		0,00	
		18.	52,00		8,36		7,19		0,00		15,55		0,00		0,00	
		19.	32,60		3,78		3,78		0,00		7,56		40,00		28,00	
		20.	6.022,00		7,05		139,99		131,17		147,04		20,96		36,83	
		21.	7.249,40		0,48		164,89		163,02		165,37		2,63		4,98	
		22.	7.305,80		0,00		168,00		142,43		168,00		0,00		25,57	
		23.	1.336,70		0,00		32,07		12,25		32,07		0,00		19,75	
			22.062,00	919,25		27,52		523,95		448,87		551,47		63,59		115,13

Tabelle 19.1: Betriebsdaten des FR2 im Jahre 1979

Zeit	Betr.-Phase	Woche Nr.	Energieabgabe		Betriebsstunden						Gesamt		Reaktor unplanmäßig a.B.		Ausfall an Vollst-betriebszeit	
			\overline{MWh}	\overline{MWh}	$\overline{N < 10^{-3} N_N}$	$\overline{N < 10^{-3} N_N}$	$\overline{N > 10^{-3} N_N}$	$\overline{N > 10^{-3} N_N}$	$\overline{N > 43 MW}$	$\overline{N > 43 MW}$	\overline{h}	\overline{h}	\overline{h}	\overline{h}	\overline{h}	\overline{h}
05.06. 8 ⁰⁴	D/79	23.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		24.	1.328,90		4,77		37,45		0,00		42,22		6,03		28,00	
		25.	6.634,60		1,26		154,04		130,30		155,30		12,70		37,70	
		26.	7.410,30		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		27.	7.411,80		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		28.	7.409,60		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		29.	7.352,70		0,30		166,67		166,67		166,97		1,03		1,33	
27.07. 4 ¹²		30.	3.522,00		17,42		82,79		77,13		100,21		0,00		22,88	
			41.069,90	1.711,25		23,75		944,94		878,10		968,70		19,76		89,91
27.07. 4 ¹²	E/79	30.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		31.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		32.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		33.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		34.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		35.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
09.09. 24 ⁰⁰		36.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
			0,00	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
10.09. 0 ⁰⁰	F/79	37.	2.642,40		7,41		66,37		53,50		73,78		0,00		0,00	
		38.	7.413,80		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		39.	5.880,60		18,42		138,81		127,56		157,23		10,77		40,44	
		40.	7.414,30		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		41.	7.414,30		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
22.10. 8 ⁵⁶		42.	7.407,00		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		43.	394,30		0,00		8,92		8,92		8,92		0,00		0,00	
			38.566,70	1.606,94		25,83		886,10		861,98		911,93		10,77		40,44

Tabelle 19.1: Betriebsdaten des FR2 im Jahre 1979

Zeit	Betr.-Phase	Woche Nr.	Energieabgabe		Betriebsstunden						Gesamt		Reaktor unplanmäßig a.B.		Ausfall an Vollastbetriebszeit		
			[MWh]	[Mwd]	$N < 10^{-3} N_N$ [h]	[h]	$N > 10^{-3} N_N$ [h]	[h]	$> 43 \text{ MW}$ [h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]		
22.10. 8 ⁵⁶	G/79	43.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		
		44.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		
		45.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		
		46.	2.409,40		1,11		56,22		52,27		57,33		0,00		0,00		
		47.	7.406,40		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00		
		48.	7.402,60		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00		
		49.	7.414,80		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00		
		50.	7.411,00		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00		
		51.	6.192,50		1,16		141,85		137,70		143,01		24,99		30,30		
		31.12. 24 ⁰⁰		52.	356,40		0,02		8,19		8,00		8,21		0,00		0,00
					38.593,10	1.608,05		2,29		878,27		869,97		880,55		24,99	
01.01.1979, 0 ⁰⁰ Uhr bis 31.12.1979, 24 ⁰⁰ Uhr			218.128,70	9.088,70		117,29		5.003,46		4.811,01		5.120,75		283,23		454,65	

Zeitliche Nutzung: Gesamtbetriebszeit bezogen auf Berichtszeit (365 d = 100 %) 59 %
 Betriebszeit nach Terminleitplan bei $N > 10^{-3} N_N$ (219 d = 100 %) 95 %
 Betriebszeit nach Terminleitplan bei $N > 43 \text{ MW}$ (216 d = 100 %) 93 %

Tabelle 19.2: Betriebsunterbrechungen, Leistungsrücknahmen und Leistungsbegrenzungen innerhalb der planmäßigen Reaktorbetriebszeit 1979

Betr.-Phase	Wo-Nr.	Tag	Zeit		Vorgang	Bemerkungen	Reaktor abgeschaltet [h]	Ausfallzeiten verminderte Reaktorleistung		
			von	bis				$N < 10^{-2} \text{ MW}$ [h]	$N < 44 \text{ MW}$ [h]	Leist.Begr. [h]
A/79	2.	13.01.79	8 ⁰⁰	21 ⁰⁰	SV	wegen Umbau und Erprobung der 60V-Anlage	157,00	—	156,10	—
		19.01.79								
	3.	20.01.79	9 ¹⁶	12 ³⁴	RSA	durch Exp. FR2/44 (uGW der Meßstelle 44 P-Q2)	0,45	0,43	2,68	—
		7.	16.02.79		12 ¹⁹	LR	nach Plan zur Bestimmung von Reaktivitätsrampen	—	—	0,25
8.	16.02.79	12 ³⁴	9 ²⁴	RSA	durch Kanalgruppe 2b u. 3b bei Bestimmung von Reaktivitätsrampen	0,67	0,43	2,81	—	
	20.02.79	9 ²⁴		9 ²⁹	LR	nach Plan zur Bestimmung von Reaktivitätsrampen	—	—	0,08	—
B/79	11.	16.03.79	21 ⁰⁹	21 ⁴⁵	RSA	durch oGW Kanalgruppe 3a (Fehlbedienung)	0,60	0,27	—	—
	12.	29.03.79	13 ³⁰	15 ³⁶	AB	wegen KVE 158 (Exp.FR2/106), Ausbau wegen zu hoher Temperatur	2,10	0,50	8,05	—
		29.03.79	16 ¹²	19 ³⁰	RSA	durch oGW Kanalgruppe 3a (Fehlbedienung), TA-Stab-Wechsel Pos.9	3,30	5,60	8,90	—
C/79	19.	12.05.79	8 ⁰⁰	20 ⁵⁸	SV	wegen zusätzlichem Membranwechsel im D ₂ O-Kreislauf	60,96	—	63,38	—
		14.05.79								
	20.	16.05.79	9 ⁰⁰	21 ²⁴	LR	für TA-Stab-Antriebswechsel (Pos. 13)	—	—	1,45	—
		21.	21.05.79		18 ⁴⁶	RSA	durch uGW KVE 143 (TA-Stab-Pos.3 abgefallen)	2,63	0,48	4,98
	22.	30.05.79	11 ⁴⁸	19 ⁵⁷	LR	wegen oGW Kanalgruppe 4 (steigende Außentemperatur)	—	—	9,80	—
		02.06.79	12 ⁵⁴		LR	wegen oGW Kanalgruppe 4 (steigende Außentemperatur)	—	—	7,05	—
23.	03.06.79	15 ¹⁷	19 ⁴⁵	LR	wegen oGW Kanalgruppe 4 (steigende Außentemperatur)	—	—	28,47	—	
	04.06.79									
D/79	24.	16.06.79	3 ⁵²	6 ⁴⁸	AB	wegen uGW Iso-Pos. 41/05 (Stecker vom Widerstandsthermometer korrodiert)	2,93	0,27	—	—
		16.06.79	12 ⁰⁶	17 ³⁰	LB	wegen KVE 159 u. KVE 160 (Exp.FR2/86, zu hohe Temperatur)	—	—	—	5,40
		16.06.79	18 ¹²	21 ¹⁸	AB	wegen KVE 160 (Exp. FR2/86) BE-Wechsel	3,10	0,38	16,58	—
		17.06.79	12 ³⁴		LB	wegen KVE 160 (Exp. FR2/86) zu hohe Temperatur	—	—	28,15	28,15
	25.	18.06.79		16 ⁴³	AB	wegen KVE 160 (Exp. FR2/86) Absorbereinbau	1,18	0,55	4,10	—
		18.06.79	16 ⁴³							
	18.06.79	18.06.79	22 ⁴⁸	10 ¹⁹	AB	wegen KVE 160 (Exp. FR2/86) Ausbau wegen zu hoher Temperatur	11,52	0,71	16,87	—
		19.06.79								
29.	22.07.79	22 ⁴⁰	23 ⁴²	RSA	durch Exp. FR2/2 (Luft einbruch u. dadurch Fall "A", Fehlbedienung)	1,03	17,70	24,21	—	

Tabelle 19.2: Betriebsunterbrechungen, Leistungsrücknahmen und Leistungsbegrenzungen innerhalb der planmäßigen Reaktorbetriebszeit 1979

Betr.-Phase	Wo-Nr.	Tag	Zeit		Vorgang	Bemerkungen	Reaktor abgeschaltet [h]	Ausfallzeiten verminderte Reaktorleistung		
			von	bis				$N < 10^{-3} N_N$ [h]	$N < 44 \text{ Mw}$ [h]	Leist.Begr. [h]
F/79	39.	26.09.79	12 ⁴⁶	17 ⁴²	AB	Tritiumanstieg in R107 durch Kanalgruppe 5 (TA-Stab Pos.12 abgefallen; TA-Stabwechsel)	4,93	9,34	19,23	--
		29.09.79	12 ⁰⁷	17 ⁵⁴	RSA		5,84	9,08	21,21	--
G/79	51.	17.12.79 18.12.79	12 ³⁶	13 ³⁶	AB	wegen zusätzlicher BE-Umladung	24,99	1,16	30,30	--
Summe:							283,23	46,90	454,65	33,55

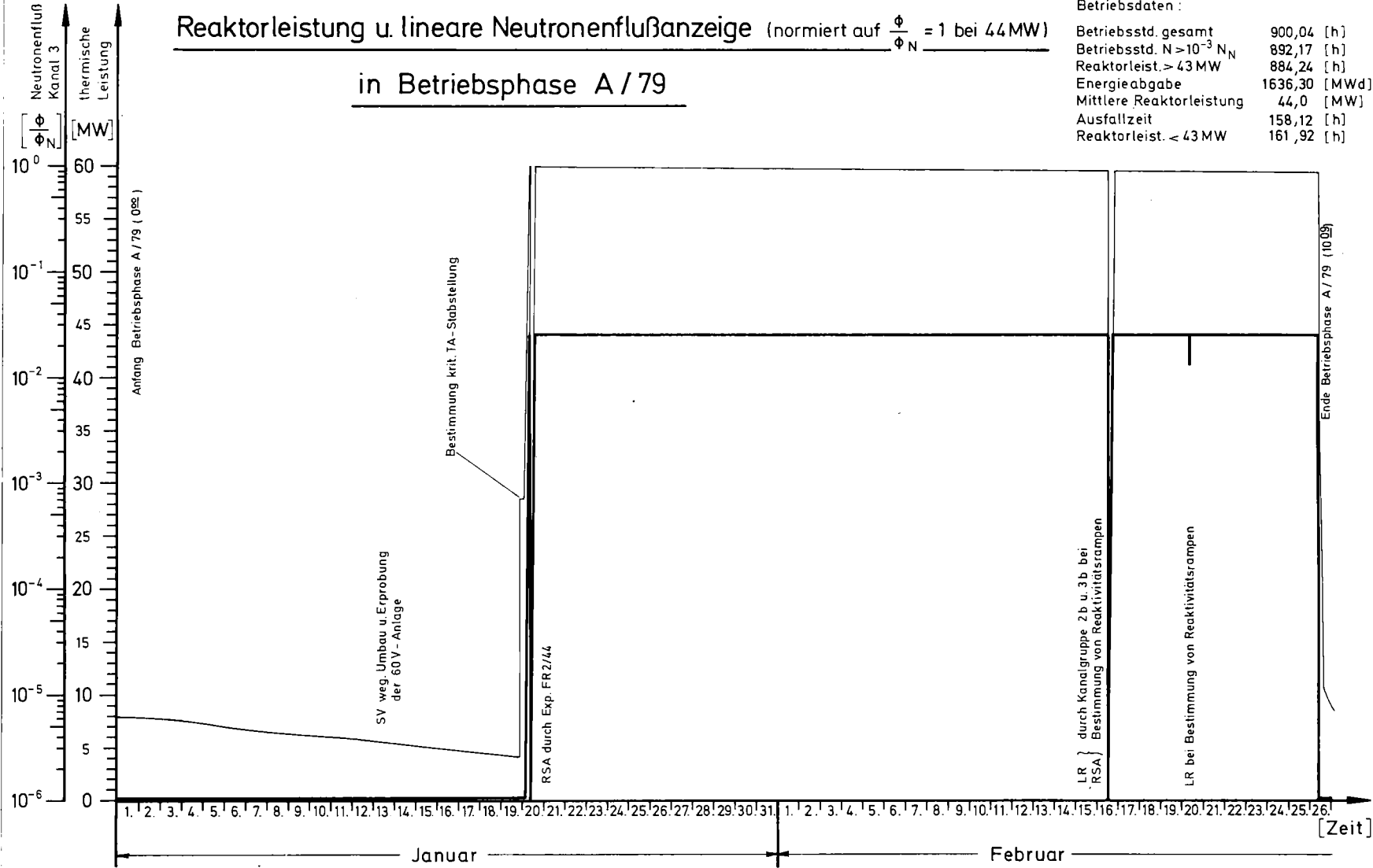
Anmerkung:

Vorgang	Anzahl im Jahr 1979	d a v o n		
		planmäßig	störungsbedingt	Fehlbedienung
LB = Leistungsbegrenzungen	2 (3)	0 (0)	2 (3)	0 (0)
LR = Leistungsrücknahmen	6 (5)	2 (0)	4 (5)	0 (0)
AB = Reaktorabschaltungen von Hand	7 (9)	0 (2)	7 (7)	0 (0)
RSA = Reaktorschnellabsch. (automatisch)	7 (11)	0 (1)	4 (8)	3 (2)
SV = Startverzögerungen	2 (4)	1 (2)	1 (2)	0 (0)

(in Klammern die Zahlen des Vorjahres)

Formblatt : 148 c / 116

Reaktorleistung u. lineare Neutronenflußanzeige (normiert auf $\frac{\phi}{\phi_N} = 1$ bei 44 MW) in Betriebsphase A / 79



Betriebsdaten :

Betriebsstd. gesamt	900,04 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	892,17 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	884,24 [h]
Energieabgabe	1636,30 [MWd]
Mittlere Reaktorleistung	44,0 [MW]
Ausfallzeit	158,12 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	161,92 [h]

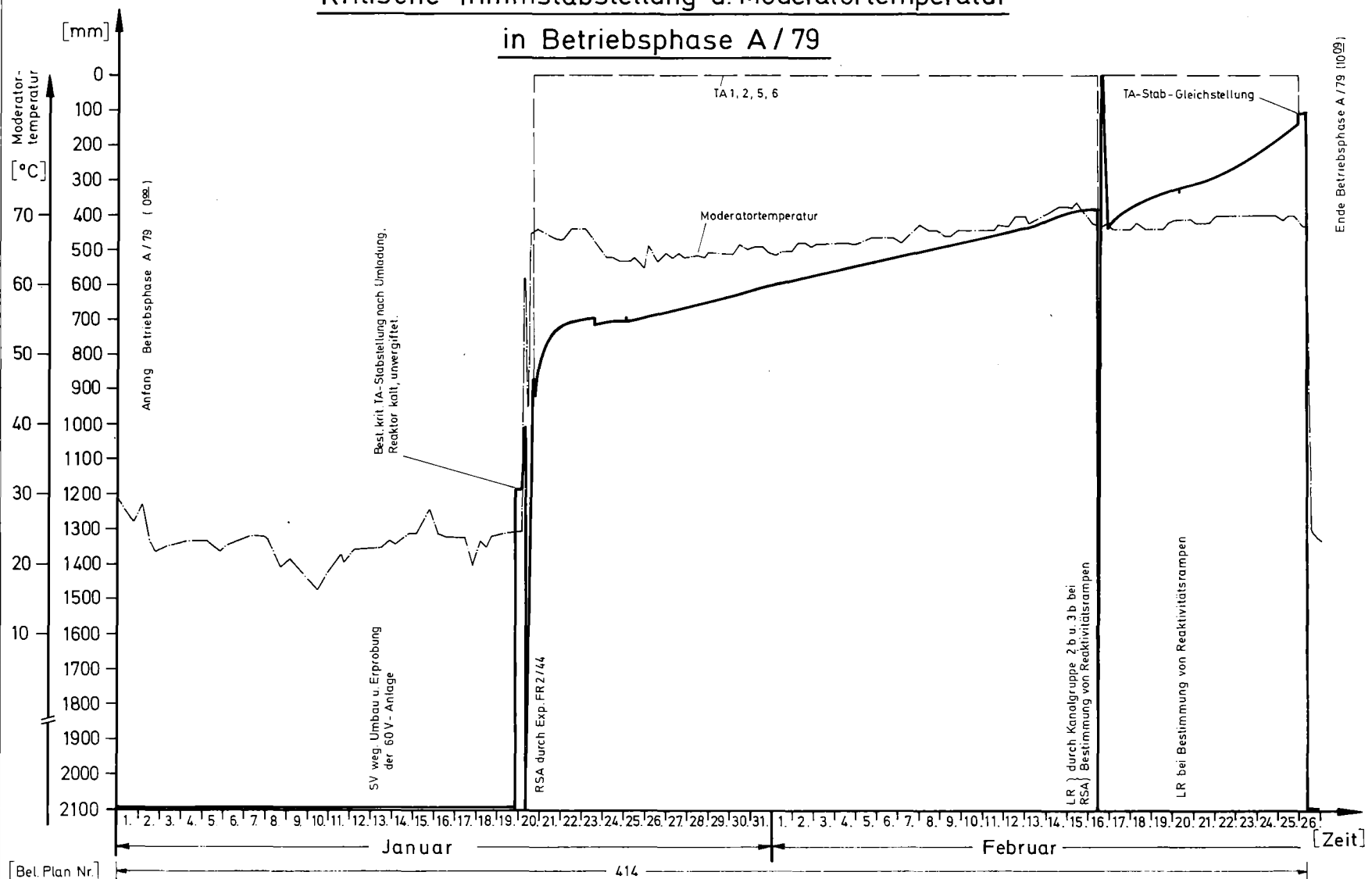
Anmerkung :

- Neutr.-fluß
- therm. Leist.
- SV = Startverschiebung
- LB = Leistungsbegrenzung
- LR = Leistungsrücknahme
- AB = Außerbetriebnahme v. Hand
- RSA = Reaktorschnellabschaltung

Kernforschungszentrum Karlsruhe
Kerntechnische Betriebe

Kritische Trimmstabstellung u. Moderator-temperatur

in Betriebsphase A / 79

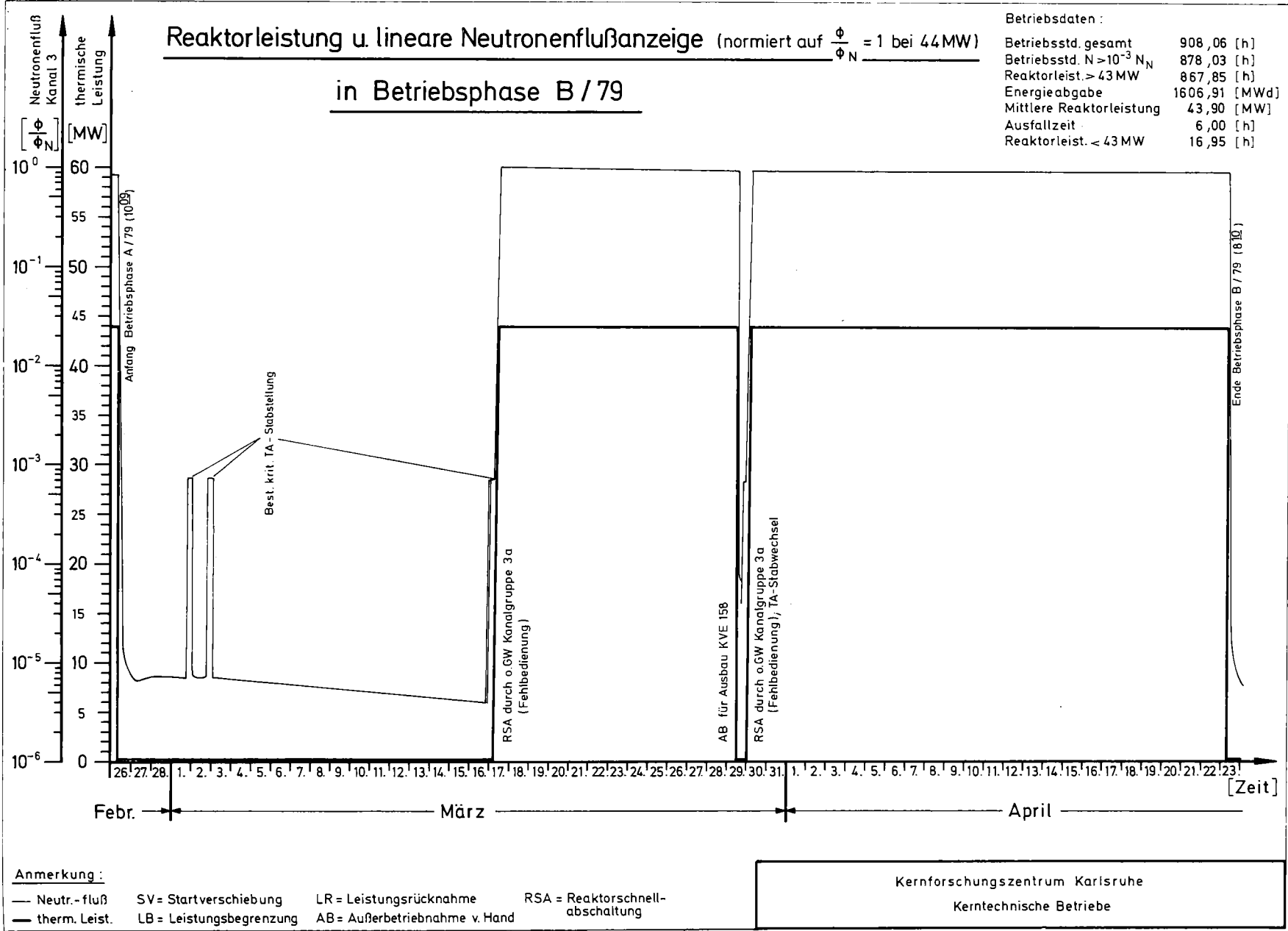


Formblatt : 183 e / 108

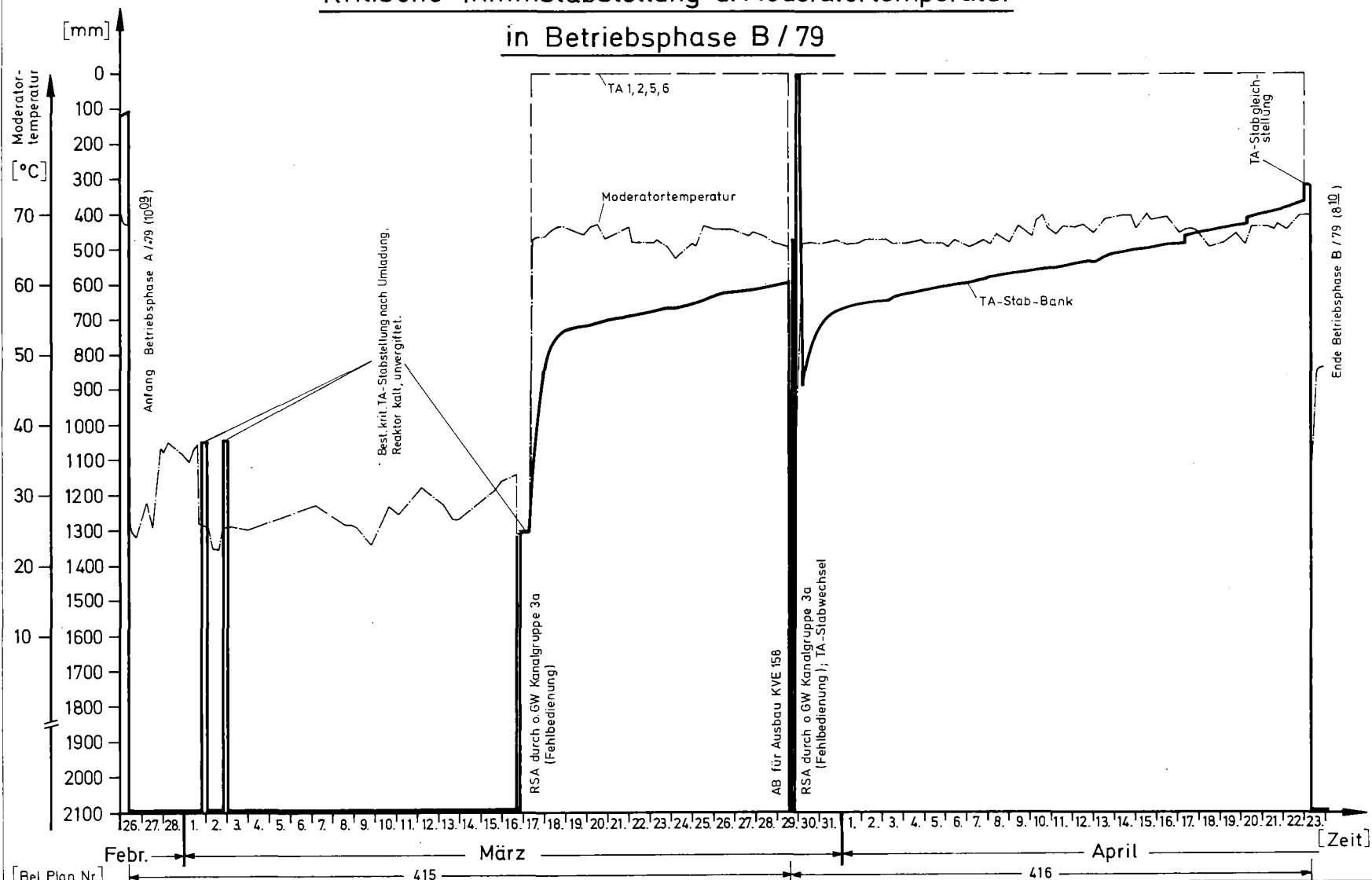
Anmerkung :
 SV = Startverschiebung LR = Leistungsrücknahme RSA = Reaktor - Schnellabschaltung
 LB = Leistungsbegrenzung AB = Außerbetriebnahme von Hand

Kernforschungszentrum Karlsruhe
 Kerntechnische Betriebe

Formblatt : 148 c / 117



Kritische Trimmstabstellung u. Moderatortemperatur in Betriebsphase B / 79



Formblatt : 183 e / 109

Bel. Plan Nr. 415

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

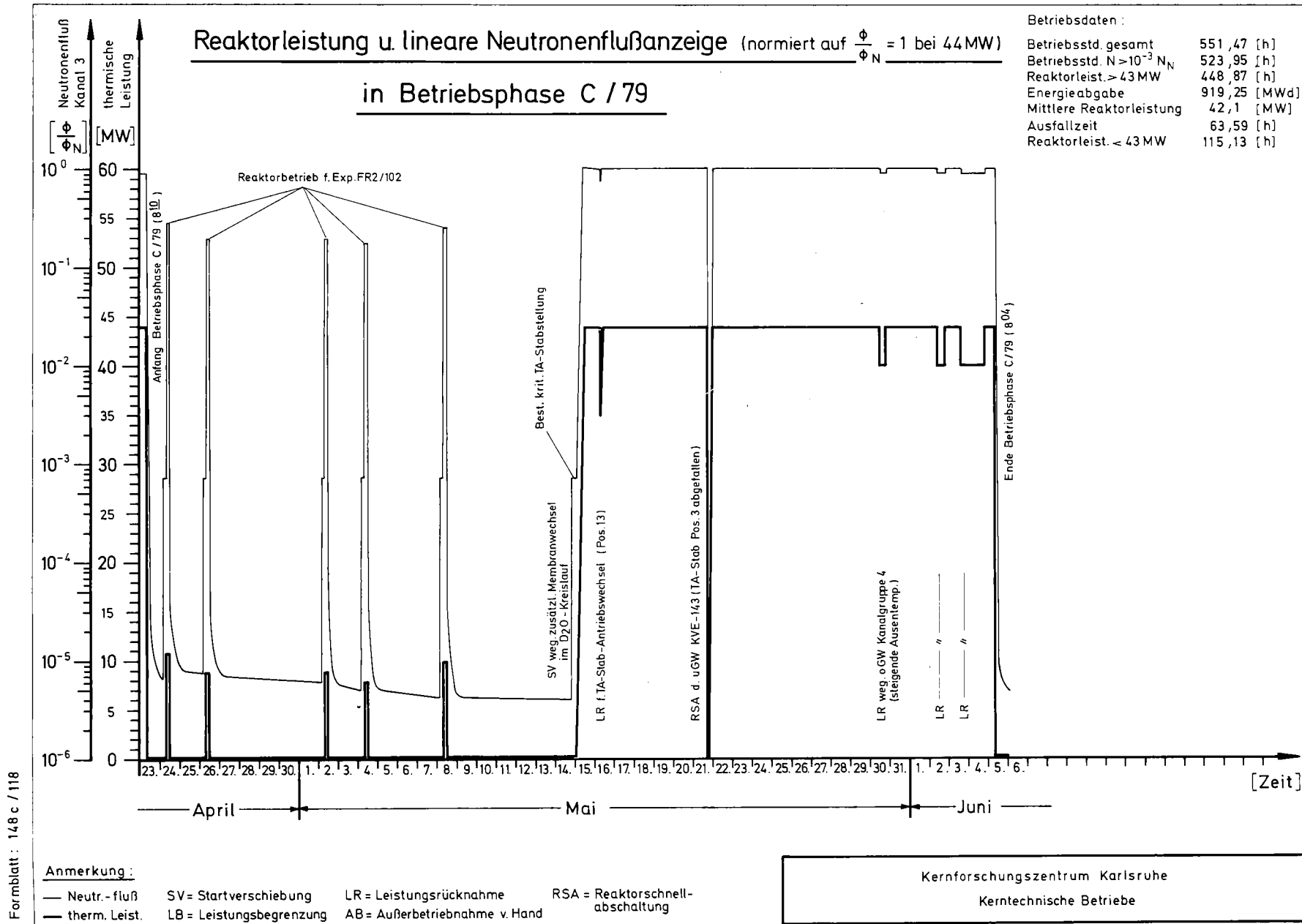
Kernforschungszentrum Karlsruhe
Kerntechnische Betriebe

Reaktorleistung u. lineare Neutronenflußanzeige (normiert auf $\frac{\phi}{\phi_N} = 1$ bei 44 MW)

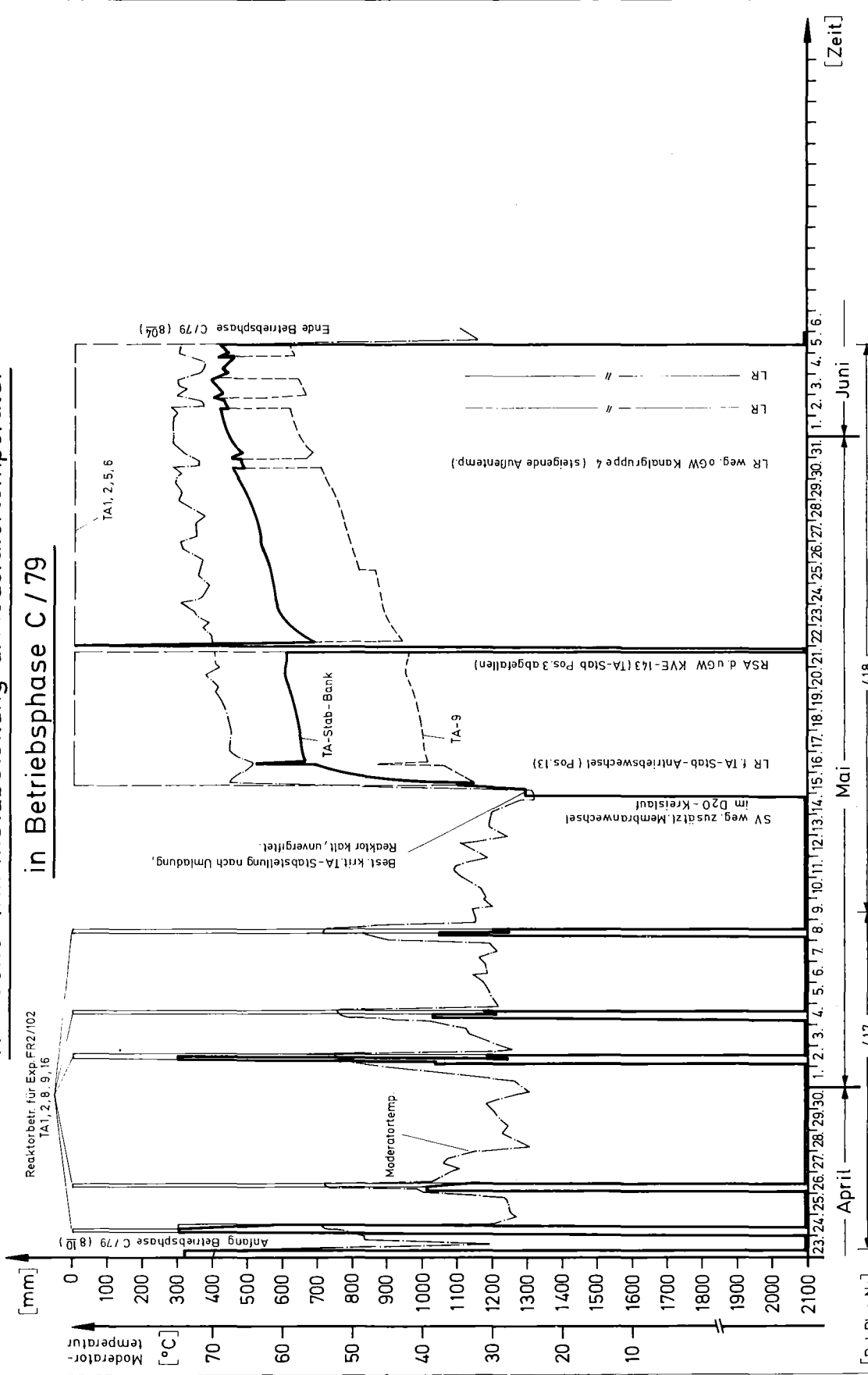
in Betriebsphase C / 79

Betriebsdaten :

Betriebsstd. gesamt	551,47 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	523,95 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	448,87 [h]
Energieabgabe	919,25 [MWd]
Mittlere Reaktorleistung	42,1 [MW]
Ausfallzeit	63,59 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	115,13 [h]



Kritische Trimmstabstellung u. Moderatortemperatur in Betriebsphase C / 79



[Bel. Plan Nr.]

Anmerkung:
 SV = Startverschiebung
 LR = Leistungsrücknahme
 LB = Leistungsbegrenzung
 AB = Außerbetriebnahme von Hand

RSA = Reaktor-Schnellabschaltung

417 418

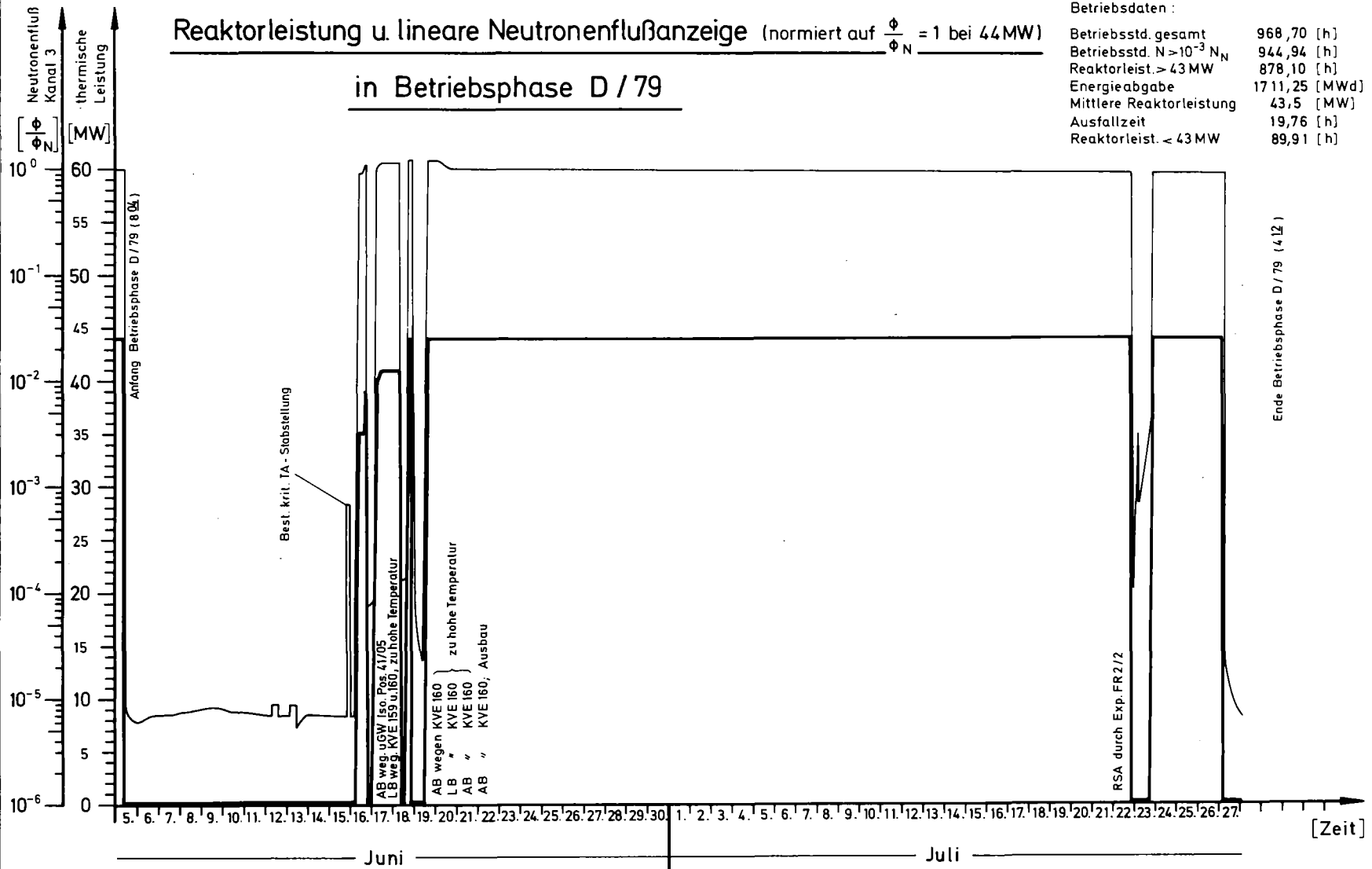
April Mai Juni

Kernforschungszentrum Karlsruhe
 Kerntechnische Betriebe

Formblatt : 148 c / 119

Reaktorleistung u. lineare Neutronenflußanzeige (normiert auf $\frac{\phi}{\phi_N} = 1$ bei 44MW)

in Betriebsphase D / 79



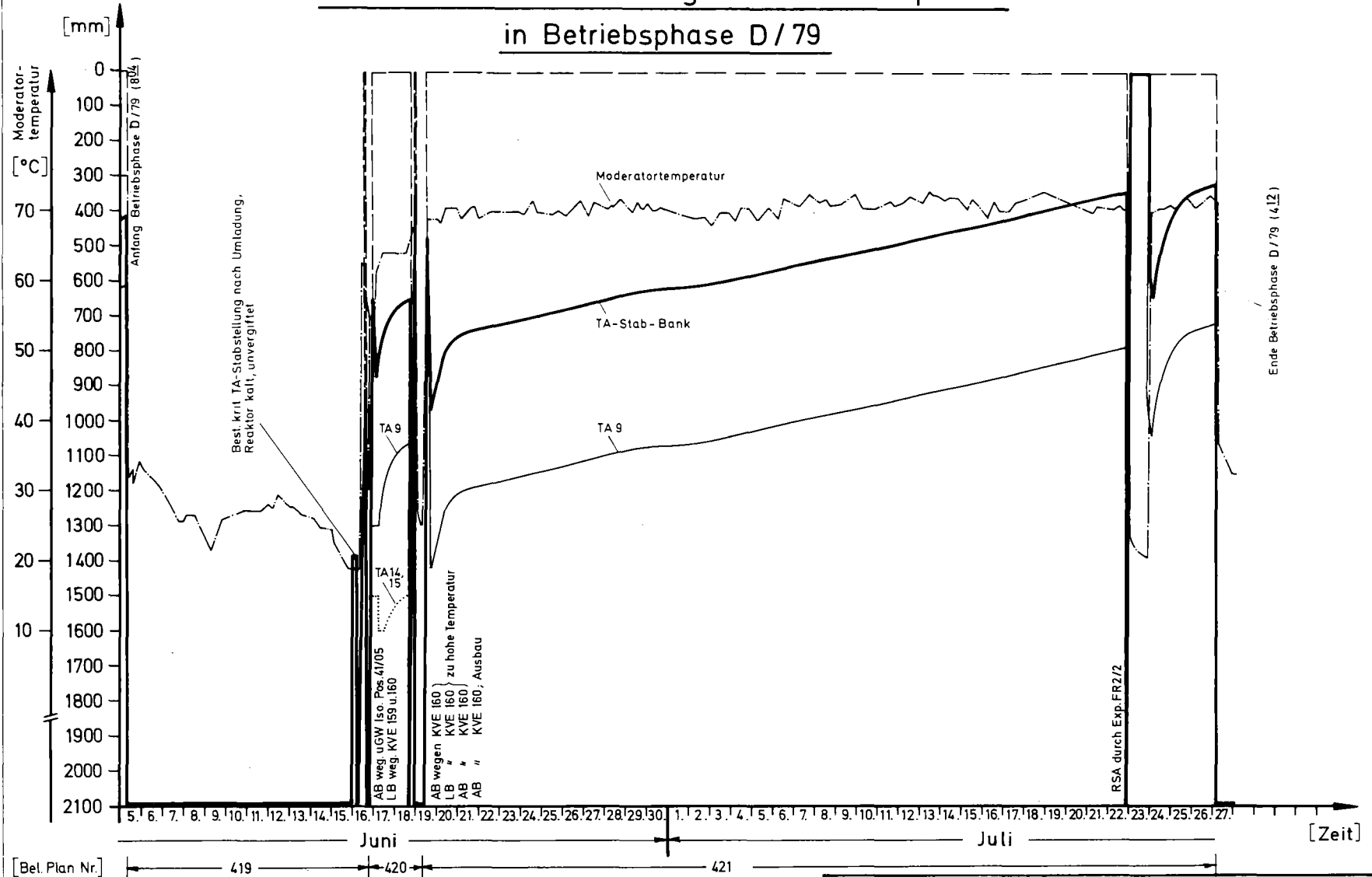
Betriebsdaten :

Betriebsstd. gesamt	968,70 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	944,94 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	878,10 [h]
Energieabgabe	17 11,25 [MWd]
Mittlere Reaktorleistung	43,5 [MW]
Ausfallzeit	19,76 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	89,91 [h]

Anmerkung :
 — Neutr.-fluß SV= Startverschiebung LR= Leistungsrücknahme RSA = Reaktorschnellabschaltung
 — therm. Leist. LB = Leistungsbegrenzung AB= Außerbetriebnahme v. Hand

Kernforschungszentrum Karlsruhe
 Kerntechnische Betriebe

Kritische Trimmstabstellung u. Moderatortemperatur in Betriebsphase D / 79



Formblatt : 183 e / 111

Anmerkung :

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

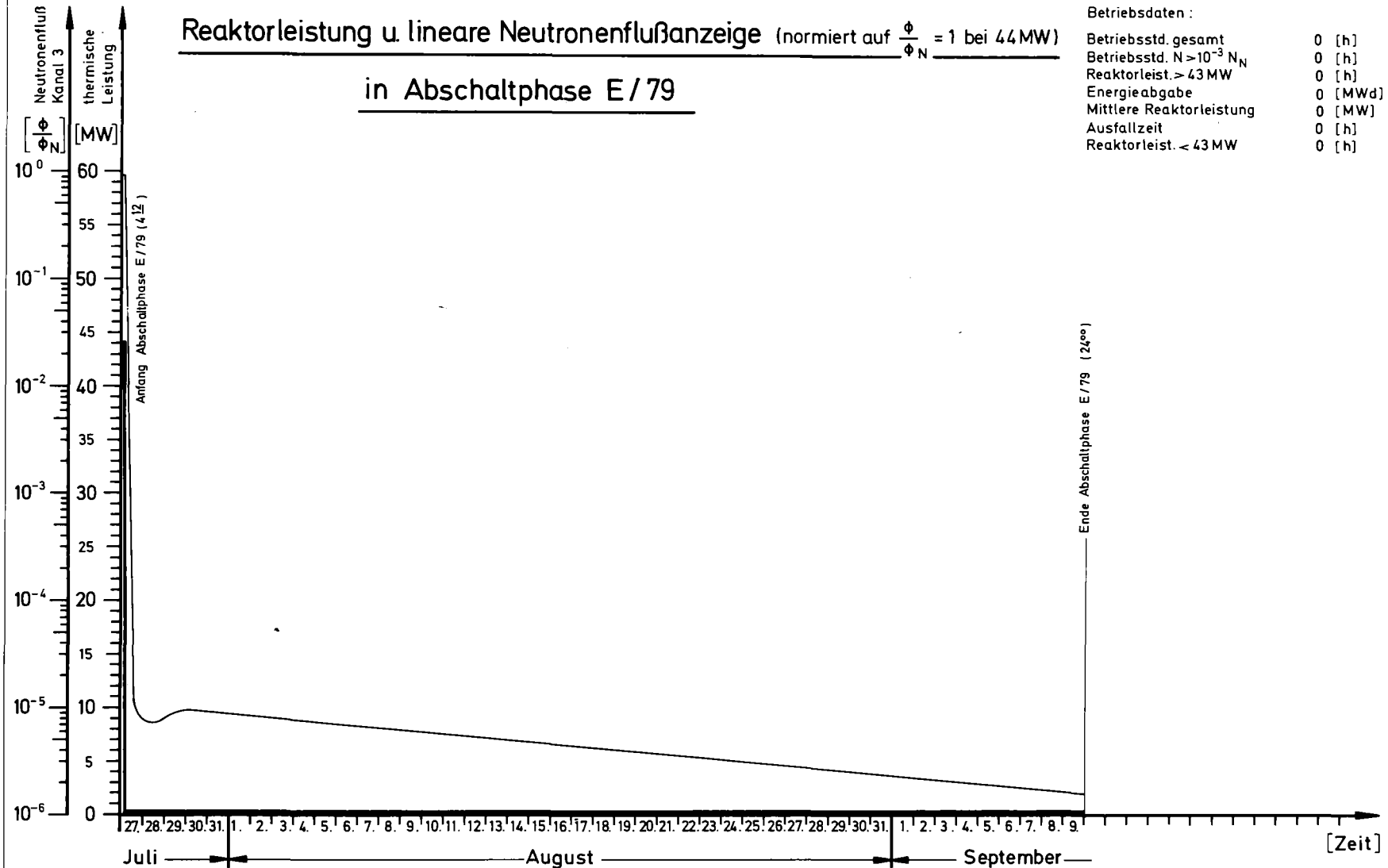
Kernforschungszentrum Karlsruhe
Kerntechnische Betriebe

Reaktorleistung u. lineare Neutronenflußanzeige (normiert auf $\frac{\phi}{\phi_N} = 1$ bei 44 MW)

in Abschaltphase E/79

Betriebsdaten:

Betriebsstd. gesamt	0 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	0 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	0 [h]
Energieabgabe	0 [MWd]
Mittlere Reaktorleistung	0 [MW]
Ausfallzeit	0 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	0 [h]



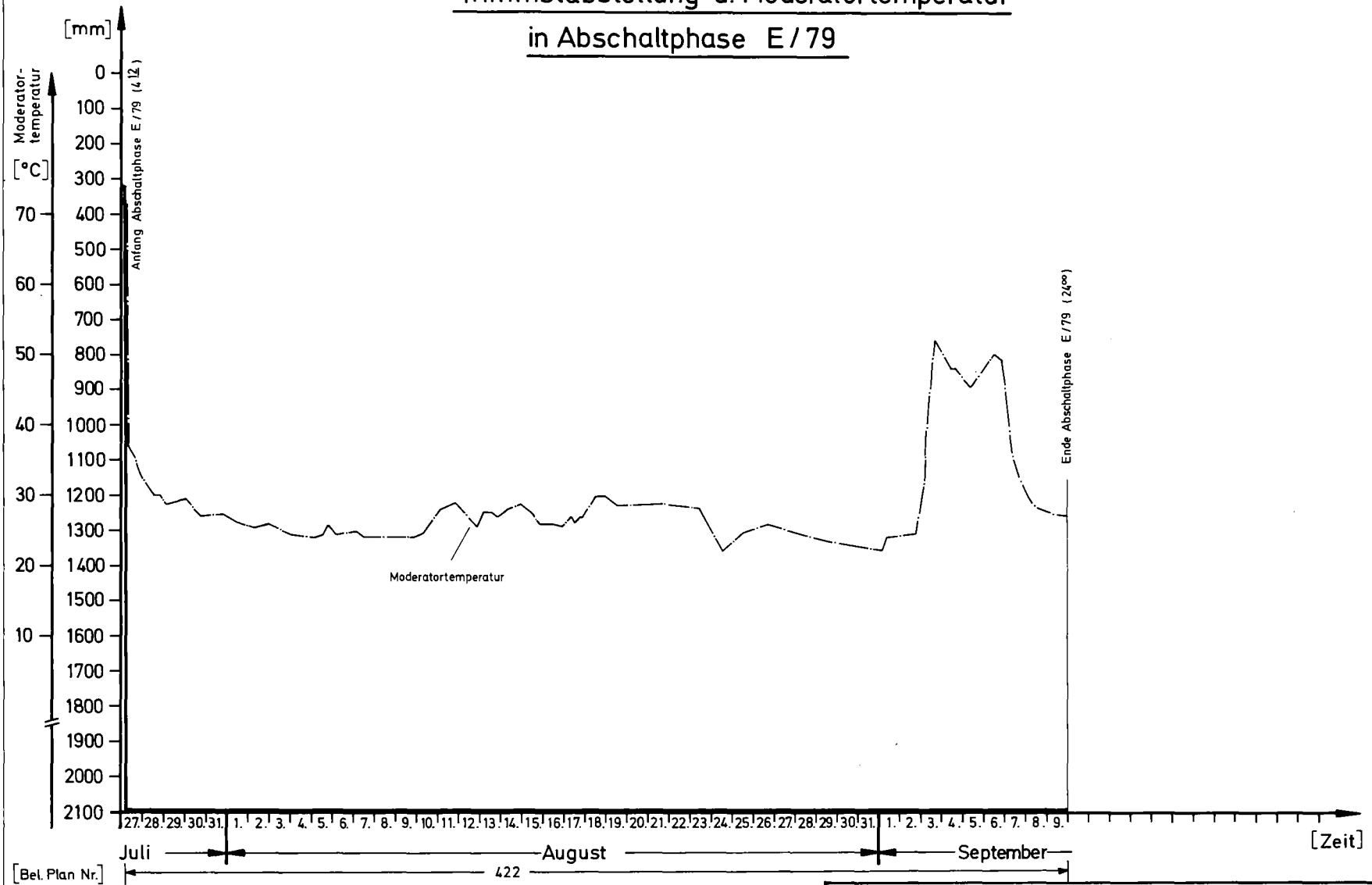
Formblatt : 148 c / 120

Anmerkung:

- Neutr.-fluß
- therm. Leist.
- SV = Startverschiebung
- LB = Leistungsbegrenzung
- LR = Leistungsrücknahme
- AB = Außerbetriebnahme v. Hand
- RSA = Reaktorschnellabschaltung

Kernforschungszentrum Karlsruhe
Kerntechnische Betriebe

Trimmstabstellung u. Moderatortemperatur in Abschaltphase E/79



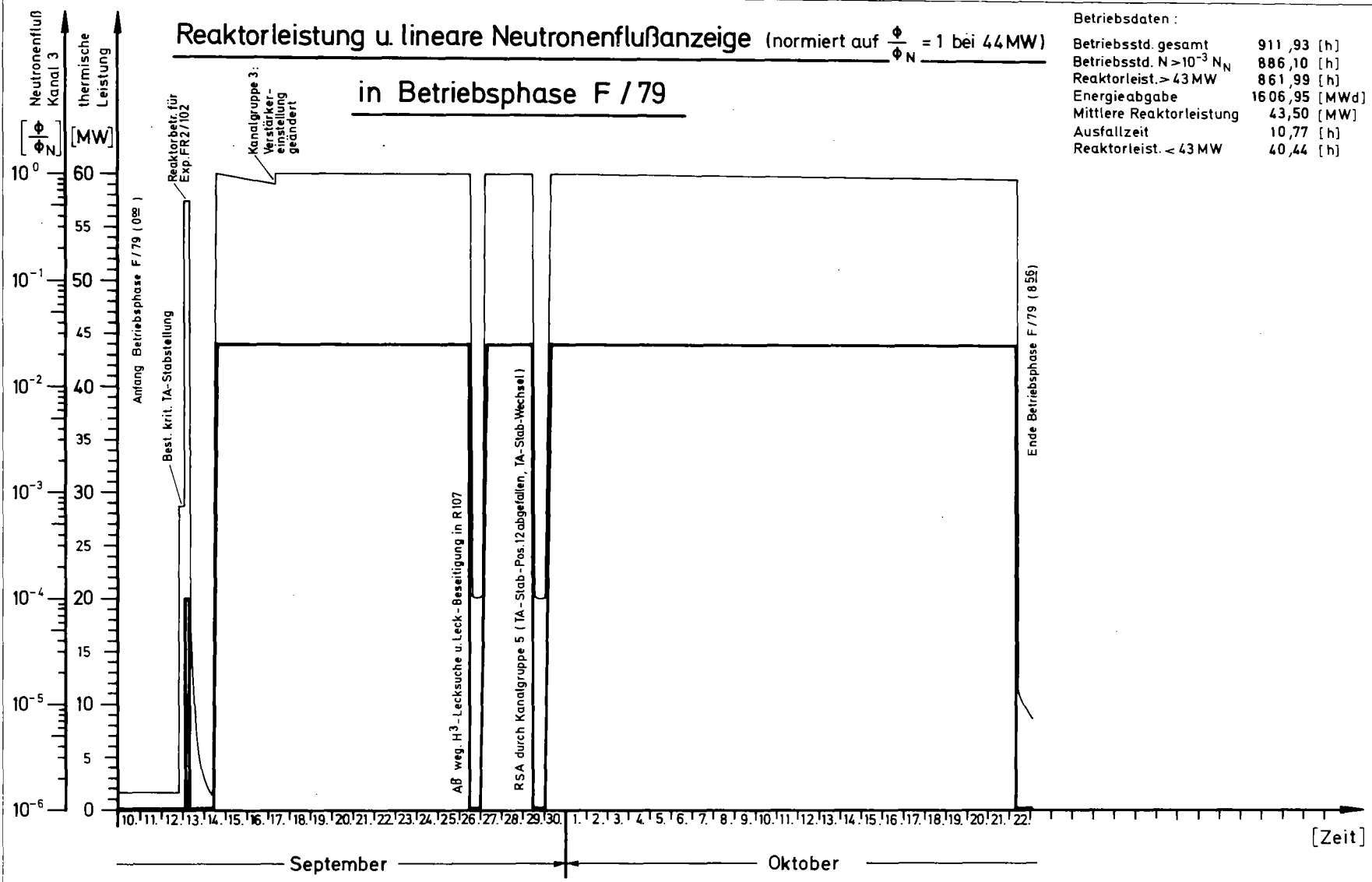
Formblatt : 183 e / 112

[Bel. Plan Nr.] 422

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

Kernforschungszentrum Karlsruhe
Kerntechnische Betriebe

Formblatt : 148 c / 121



Betriebsdaten :

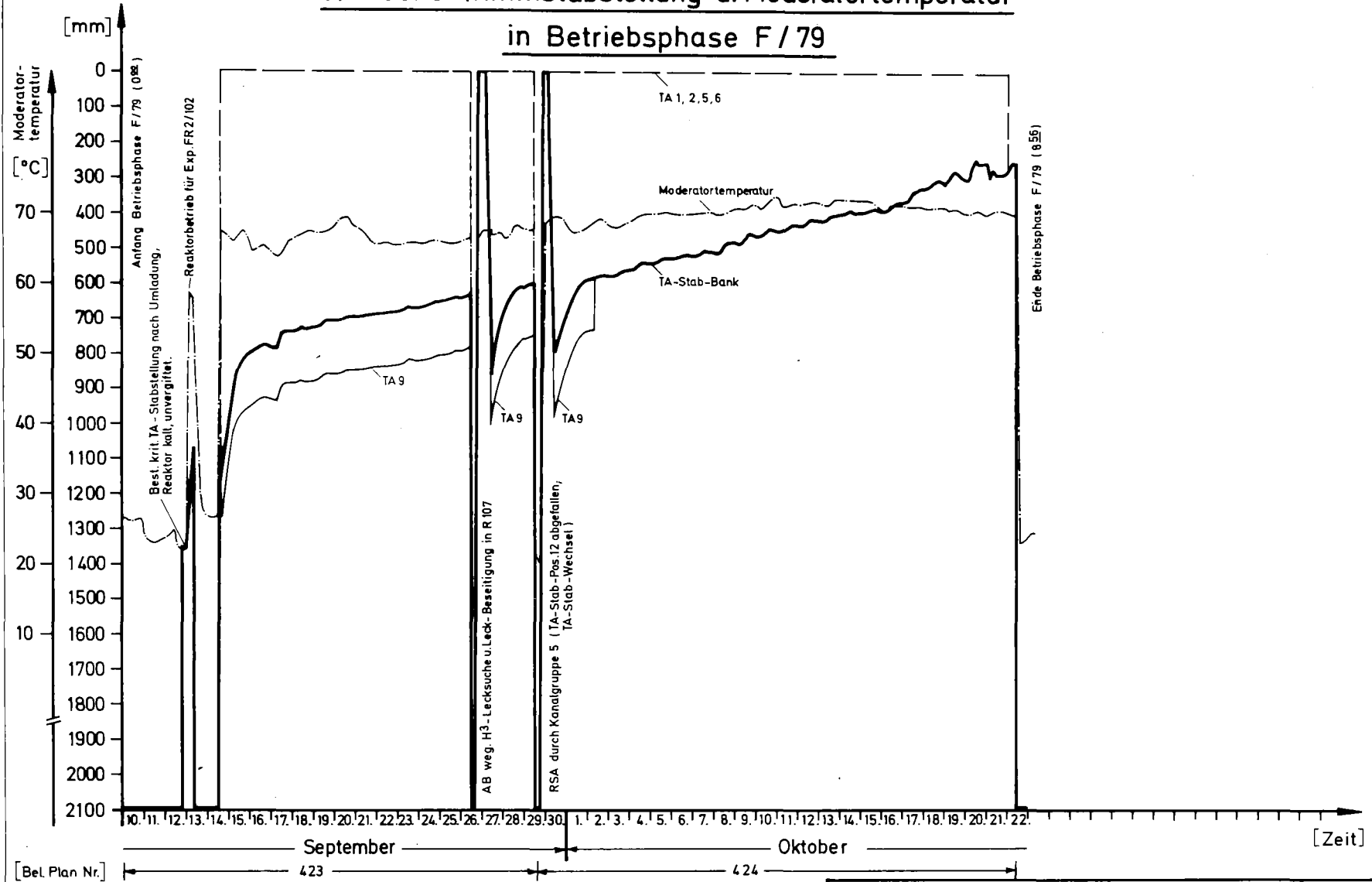
Betriebsstd. gesamt	911,93 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	886,10 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	861,99 [h]
Energieabgabe	1606,95 [MWd]
Mittlere Reaktorleistung	43,50 [MW]
Ausfallzeit	10,77 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	40,44 [h]

Anmerkung :

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

Kernforschungszentrum Karlsruhe
Kerntechnische Betriebe

Kritische Trimmstabstellung u. Moderatortemperatur in Betriebsphase F/79



Formblatt : 183 e/ 113

[Bet. Plan Nr.]

Anmerkung :

SV = Startverschiebung
LB = Leistungsbegrenzung

LR = Leistungsrücknahme
AB = Außerbetriebnahme von Hand

RSA = Reaktor -
Schnellabschaltung

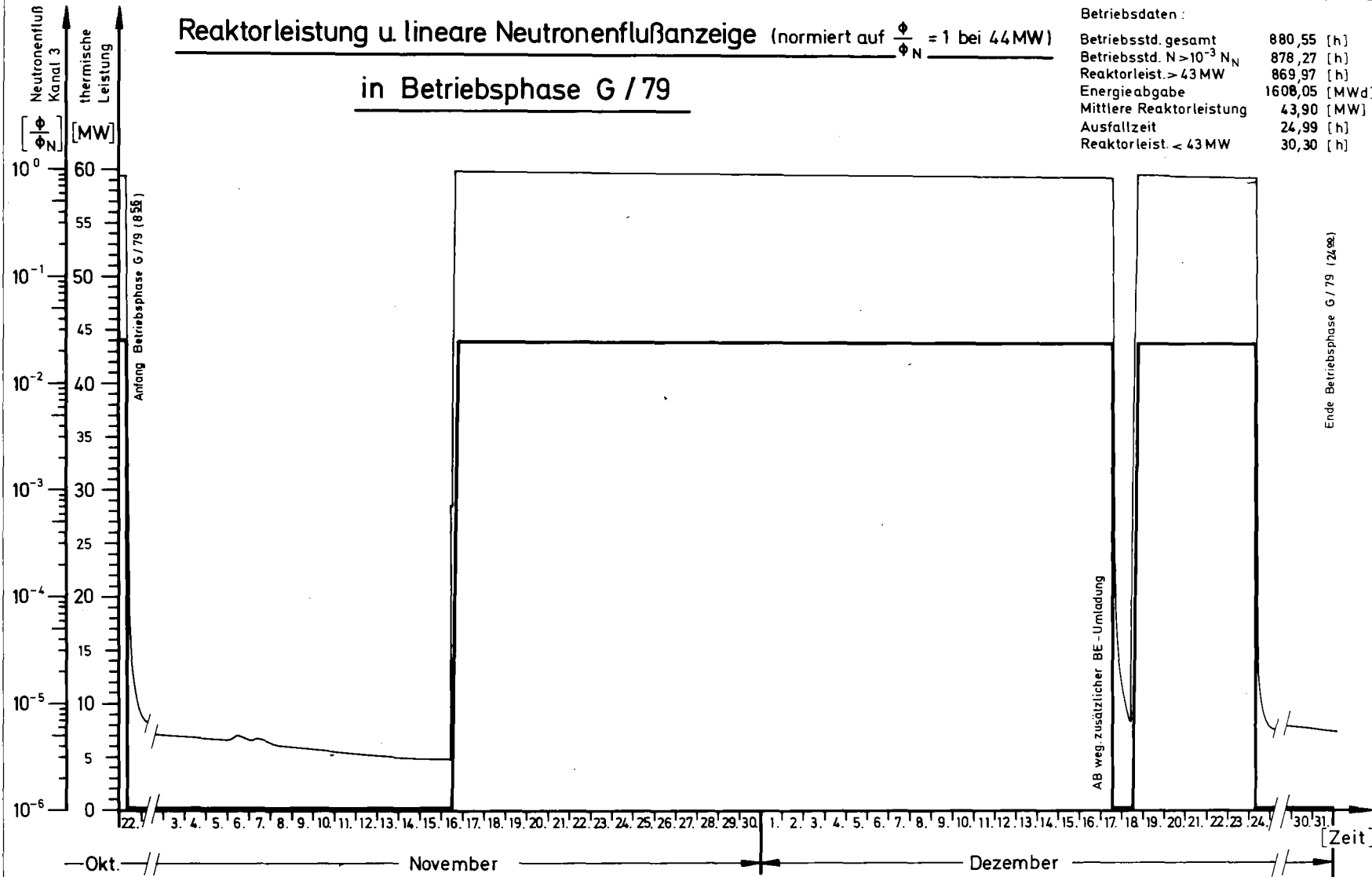
Kernforschungszentrum Karlsruhe
Kerntechnische Betriebe

Reaktorleistung u. lineare Neutronenflußanzeige (normiert auf $\frac{\phi}{\phi_N} = 1$ bei 44MW)

in Betriebsphase G / 79

Betriebsdaten :

Betriebsstd. gesamt	880,55 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	878,27 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	869,97 [h]
Energieabgabe	1608,05 [MWd]
Mittlere Reaktorleistung	43,90 [MW]
Ausfallzeit	24,99 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	30,30 [h]



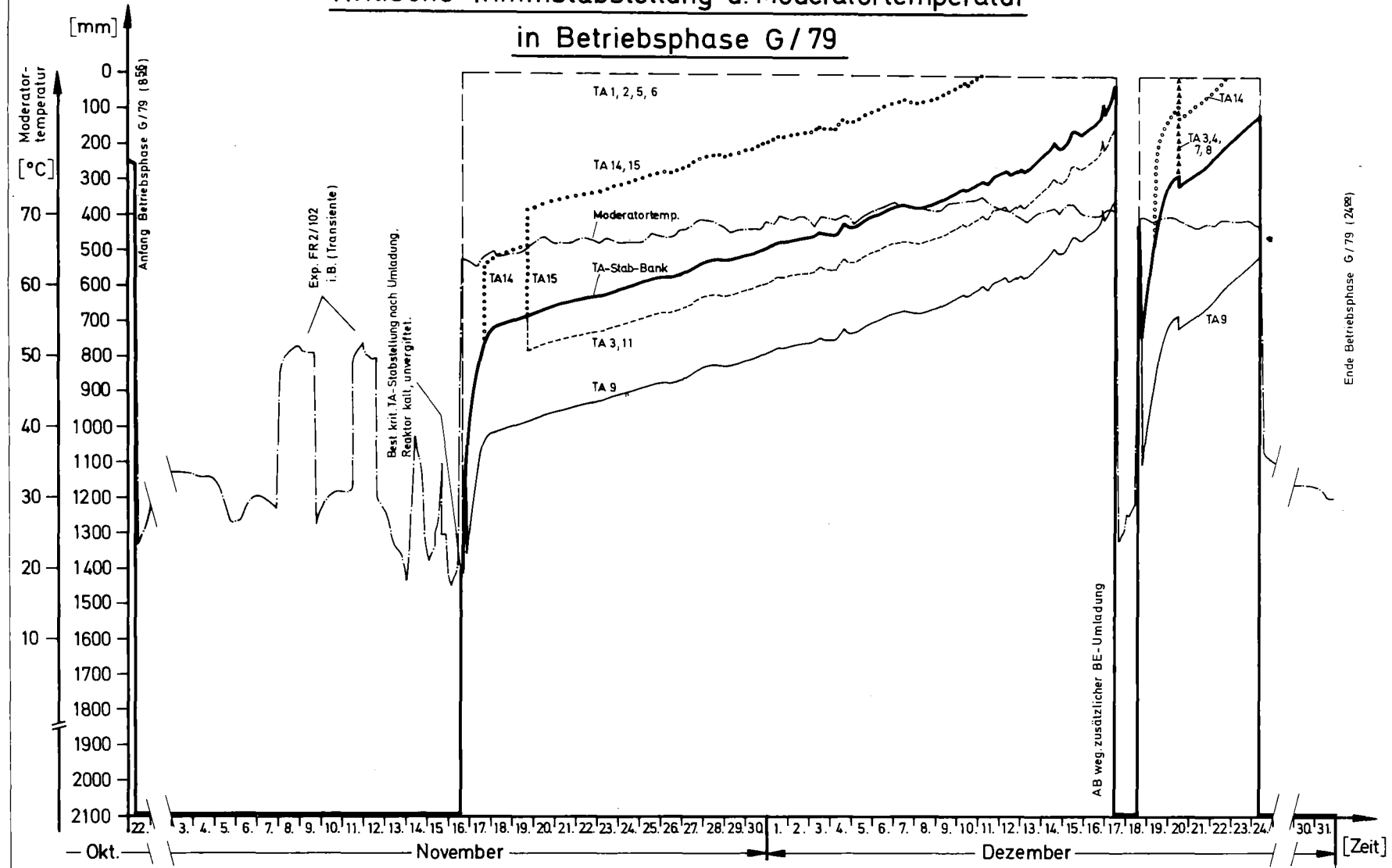
Formblatt : 148 c / 122

Anmerkung :

- Neutr.-fluß SV= Startverschiebung LR= Leistungsrücknahme RSA = Reaktorschnellabschaltung
- therm. Leist. LB= Leistungsbegrenzung AB= Außerbetriebnahme v. Hand

Kernforschungszentrum Karlsruhe
Kerntechnische Betriebe

Kritische Trimmstabstellung u. Moderatortemperatur in Betriebsphase G/79



Formblatt : 183 e / 114

Bel. Plan Nr. 425

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

Kernforschungszentrum Karlsruhe
Kerntechnische Betriebe

PHB Fbl.	Prüfung	Betriebsphase Monat Woche	A B C D E F G																																																				Zeit Mann	TUV	Bemerkungen
			Jan. 1-5	Febr. 6-10	März 11-15	April 16-20	Mai 21-25	Juni 26-30	Juli 31-35	Aug. 36-40	Sept. 41-45	Okt. 46-50	Nov. 51-55	Dez. 56-60																																											
1.101 147	Reaktorschutzsystem (täglich)																																																						0,2h 2		siehe kurzfristig wiederkehrende Prüfungen
1.102 216	Neutronenverarbeitung, Temp. (jährlich)																																																						5h 2		
1.103 189	D ₂ O-Kreislauf (viertelj.)	X																																																					2h 4		36 h nach Ende Vollastbetrieb
1.104 190	D ₂ O-Kreislauf (jährlich)	X																																																					2d 3	X	Zusammen mit PHB 1.129 am Ende einer längeren Abschaltphase, Stackscheibe zwischen Va 15.58 und 35.02
1.105 312	Reaktorschutzsystem (jährlich) KI - 10 und aufgesch. Signale																																																						6d 2-3	X	Nur in großer Abschaltphase
1.106 79	H ₂ O-Kreislauf (jährlich)																																																						2d 3	X	Feuerwehra Schlauch an Rückleitung Rohwasser im Kühlwasserbecken 1 anschließen
1.107 44	Na-Kreislauf (viertelj.)	X																																																					2h 2	X	Core geschlossen, TÜV 1x jährlich
1.108 242	Dichtheit Gebäude (jährlich)																																																						1d 6	X	3 Phasen nach PHB 1.110 2 Phasen vorher Leckprüfung
1.109 150	Luftkreislauf (viertelj.)																																																						3h 3		
1.110 191	Luftkreislauf (jährlich)	X																																																					1d 4	X	nach PHB 1.320 zusammen mit PHB 1.132 und 1.133 (Aktivabluftanlagen) Vorprüfung für PHB 1.108
1.111 160-64	Überprüfung Strahlenmessgeräte (monatlich)																																																						2h 2		siehe kurzfristig wiederkehrende Prüfungen
1.112 89	γ-Strahlungs-Raumüberwachung (jährlich)																																																						2d 2	X	AA17-43, AA49-53, AA45, siehe auch PHB 1.136 BA4-12, 9A3/4
1.113 259	γ-Strahlungs-Kreislaufüberwachung D ₂ O, H ₂ O (jährlich)																																																						6d 1	X	Scintillationszähler IA2+3, 2A1 (neu), 2A12+14, 8A1, 8A3
1.114 259	β-γ-Strahlungs-Raum bzw. Abluftüberwachung (jährlich)																																																						10d 1	X	Zählrohre AA1-7, AA12, AA43, AA46, AA48, 8A2, AA50-52
1.115 259	α-β-γ-Strahlungsüberwachung in Räumen und Kreisläufen (jährlich)																																																						3d 1	X	Ionisationskammern nach PHB 1.335 3A1, 4A8-11, 4A13-16, 4A44, 4A54-57
1.116 259	n-Strahlungsraumüberwachung (jährlich)																																																						1d 1	X	Zählrohre N12-15
1.117 259	γ-Strahlungs-Millichadenüberwachung (jährlich)																																																						4d 1	X	Zählrohre 3A11-20
1.118 196	Isotopenkanalüberwachung (na D ₂ O-Druck)																																																						1d 3	X	TÜV 1x jährlich
1.119 24	Netzausfall-Schaltwarte (viertelj.)																																																						3h 2		36 h nach Ende Vollastbetrieb zusammen mit PHB 1.201
1.120 26	Netzausfall-Schaltwarte (jährlich)																																																						3h 3	X	zusammen mit PHB 1.202

Erläuterungen: **■** → Reaktor a B (für Prüfung erforderlich) **F** : formloses Protokoll **E** : Entwurf **↑** TUV erforderlich

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH
 Kerntechnische Betriebe: Betrieb FR2

Funktionsprüfungen 1979 (Ist)

Ausgabe: 1-2104 80
 Blatt: 5 von 7

Freigabe:
Thüding

PHB Fbl.	Prüfung	Betriebsphase Monat Woche	A B C D E F G																								Zeit Mann	T U V	Bemerkungen																																				
			Jan.			Febr.					März					April					Mai					Juni					Juli					Aug.					Sept.					Okt.					Nov.					Dez.									
			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										
1.321 212	Abwassersammelstation (jährlich)																																																						4h 1-2	X	innere Inspektion Tank A-jährlich (nächste 1981)								
1.322 98	Kühlkreisläufe und Kühlluftsysteme (jährlich)																						X																																	3d 3									
1.323 277	Looprohrabschreibegerät (jährlich)																						T																																		4h 3		X						
1.324 313	TA-Stäbe (jährlich)											T																																														4h 1	X	} pro Stück, 4 Stück nach Anfall					
1.325 266	BE-Trockenofen II (jährlich)		X																																																						1d 2								
1.326 95	Krananlage Absolutfilterraum (jährlich)																																																											1d 2		X			
1.327 215	Rohrpost (jährlich)																					X																																					2d 4						
1.328 366	Isotopenwechsellaschine (jährlich)																												X																															3h 3		X			
1.329 E	Drehdeckel (jährlich)																																																														bei Ausbau des Drehdeckels		
1.330 321	Feuchterfühler (jährlich)							T	X	X						X	X	X																																									8d 2-3		X				
1.331 322	Naßfühler (jährlich)																			X																																								2d 2					
1.332 F	Begehung der Reaktoranlage (viertelj.)												T																			X																											4h 2		X	TÜV 1x jährlich			
1.333 F	Begehung der Reaktorgebäude (jährlich)																																																												4h 3				
1.334 169 + 171	Na-Kreislauf-Gesamtlage (viertelj.)								X																					X																														2d 4		X	TÜV 1x jährlich		
1.335 E	Akk., Dichtigkeit-Staerventile (jährlich)																				X																																							3h 2			vor PHB 1.115		
1.336 326	C1-Kanal (2-jährlich)																																																												2d 1			nächste Prüfung 1980	
1.337 319	Dichtheit Schleusen (jährlich)																													X																																5d 2		X	Lufttemperatur > 15°C Windgeschw. < 5ms ⁻¹ vor PHB 1.108
1.338 201	TA-Stub, elektrische Prüfungen (viertelj.)										X																	X																																	5h 2			vor PHB 2.102	
1.339 338	Rohrpostanlage (viertelj.)		X																												X																														3h 2		X	TÜV 1x jährlich	
1.340 387	Feuerungslage PR2 (halbjährlich)												X																																																2d 2		X	TÜV 1x jährlich	
1.341 406	Vorprüfung Hallendichtheit (jährlich)																														X																															2d 3			nach PHB 1.110, vor PHB 1.108

Formblatt Nr. 29 t a

Erläuterungen: → Reaktor a.B. (für Prüfung erforderlich) F: formloses Protokoll E: Entwurf TUV erforderlich

PHB Fbl.	Prüfung	Betriebsphase Monat Woche	A B C D E F G																																																				Zeit Mann TUV	Bemerkungen									
			Jan.				Febr.				März				April				Mai				Juni				Juli				Aug.				Sept.				Okt.				Nov.				Dez.																		
			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											
2.101 186	Magneteuergeräte (viertelj.)											X																	X											X																	1d 2	X	vor PHB 2.102 TUV 1x jährlich						
2.102 186	TA-Stäbe im Core (viertelj.)												X																	X																														2d 1	X	nach PHB 1.338 TUV 1x jährlich			
2.103 195	FR-Stab im Core (viertelj.)												X																	X																														2h 1	X	zusammen mit PHB 2.102 TUV 1x jährlich			
2.104 308	TA-Stab-Ankunftsmeldung (jährlich)																																																										1d 3		nur nach Anforderung				
2.105 233	Nachweis der notwendigen Abschaltreaktivität																																																													nach jeder Core-Beladungsänderung			
2.106 E	Reaktorschutz- system (4-jährlich)																																																													nächste Prüfung 1979			
2.307 129	Horizontale Experimentierkanäle, Einzelfunktion (viertelj.)		X												X																	X																												4h 1	X	TUV 1x jährlich			
2.302 343	Horizontale Experimentierkanäle, Tank- spalt, Maß- und Therm.Schule, Grenzwert- einstellung (viertelj.)		X												X																X																													4h 2	X	TUV 1x jährlich			
2.303 182	TA-Stab im Prüfstand																																																														bei Bedarf nach Montage		
2.304 50	FR-Stab im Prüfstand																																																																
2.305 217	Thermische Schule																																																													2d 3	X	bei Ausbau des Grafitblocks nächste Prüfung 1982 rechtzeitige Information der betreffenden Hilfsstellen nächste Prüfung 1980 rechtzeitige Information der betreffenden Hilfsstellen	
2.306 85	Rotunde, 60/St Rundlaufschraube (4-jährlich)																																																																
2.307 E	Rotunde, Beulstelle (4-jährlich)																																																																
2.308 -																																																																	
2.309 -																																																																	
2.310 F	Untersuchung repräsentativer Stellen auf Korrosion (4-jährlich)																																																													2d 4	X	bei geplanten Systemöffnungen durch RBT/BI D ₂ O-Kreislauf, Tankspalt	
2.311 F	Seelenrohre (wenn möglich)																																																														bei Stopfenwechsel - stichprobenweise		
2.312 E	BE-Adapter Isotopenposition																																																													nach jedem Einbau			
2.313 E	ISO-Kapselträgerrohre, Korrosion (jährlich)																																																												2d 2				
2.314 E	BE γ-scanning																																																														bei BE-Umladung		
2.315 E	Erweiterte Vorprüfung für Hallendichtheit																																																														nur bei Bedarf (vgl. PHB 1.341)		
Erläuterungen:			→ Reaktor a.B. (für Prüfung erforderlich)																																																				F: formloses Protokoll			E: Entwurf			↑ TUV erforderlich				

Formblatt Nr. 294 a

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH
 Kerntechnische Betriebe: Betrieb FR 2

Funktionsprüfungen 1979 (Ist)

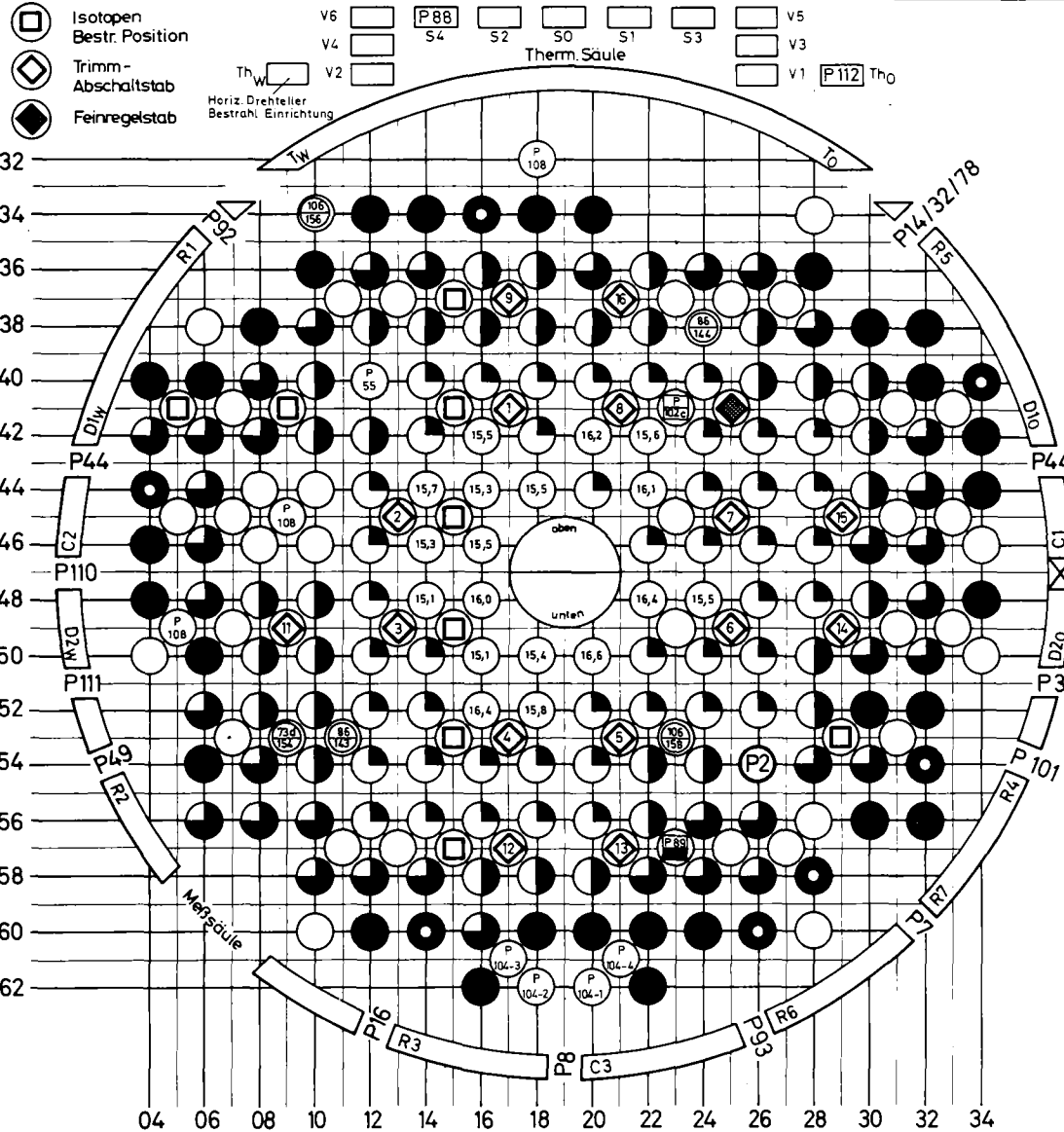
Ausgabe: 1-210480
 Blatt: 7 von 7

Freigabe:
Thalhoff

PHB Fbl.	Prüfung	Betriebsphase Monat - Woche	A							B							C							D							E							F							G							Zeit	TUV	Bemerkungen				
			Jan	Feb.		März			April			Mai			Juni			Juli			Aug.			Sept.			Okt.		Nov.			Dez.																										
			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				
2-1 252	Experiment FR2/2 (viertelj.)							T											X																																5h 2	X	Anlage a.B. TUV 1x jährlich					
2-2 327	Experiment FR2/2 (jährlich)																																																						2d 2		Anlage a.B.	
16-1 305	Experiment FR2/16 (viertelj.)						X													X																																			5h 3	X	Anlage a.B. TUV 1x jährlich	
16-2 332	Experiment FR2/16 (jährlich)																													X																									4d 2		Anlage a.B.	
KVE 241	Experiment FR2/KVE (viertelj.)								X																	X																												1d 2		KVE allgemein		
55a 351	Exp.FR2/55 - Prüfung der Aufschaltung auf das Reaktorschuttsystem des FR2 (viertelj.)							X																		X																												1d 2	X	TUV 1x jährlich		
55-2 F	Experiment FR2/55b (jährlich)																																																						3d 2		Anlagen teilweise 1.B., teilweise a.B.	
55-4 393	Experiment FR2/55 Aktivitätsmeßstellen (jährlich)																																																							4d 1		Plateaukurven

Formblatt Nr. 294 a

Erläuterungen: → Reaktor a.B. (für Prüfung erforderlich) F: formloses Protokoll E: Entwurf ↑ TUV erforderlich



1. Brennelemente :

Abbrand : <25 25-50 50-75 >75 [%] 100% Δ 15 MWd/kg_U
37 ● 37 ◐ 34 ◑ 63 ◒ - 171 BE 8 (2% anger.)

davon ● 7 BE 8 am 3./4.1.79 neu eingebaut

2. Kapselversuchseinsätze :

◐ Exp. Nr. = 5
Ifd. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen :

◑ Exp. Nr. = 1
Ifd. Nr.

◒ Exp. Nr. = 1
(D₂O-gekühlter Iso-Kanal-Einsatz)

4. Kreislaufexperimente :

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

4.2 Exp. FR2/55 : Heißdampf-Hochdruckkreislauf Pos. 40/12
Exp. FR2/102 (Versuche z. Brennstabversagen)

Bestrahlungen :	Prüf. Nr.	Einbau	Ausba.

5. Gas - Bestrahlungseinrichtung :

Exp. FR2/104 : Position 61/17, 61/21, 62/18, 62/20

6. Silizium - Bestrahlungen :

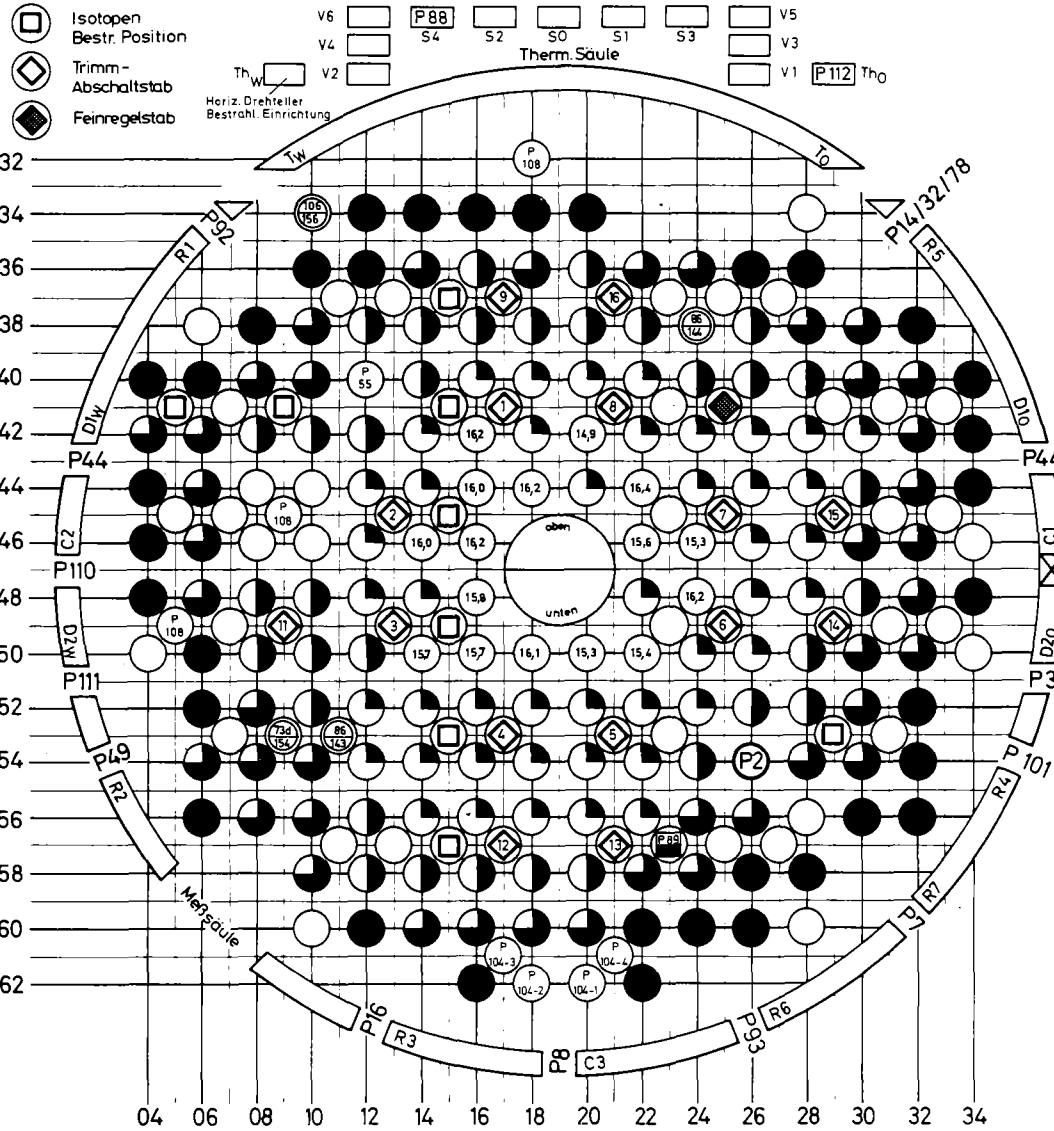
Exp. FR2/108 : Position 32/18, 45/09 u. 49/05

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

173 auf Gitterpositionen 5 auf Zwischengitterpositionen

8. Bemerkungen :

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



Isotopen
 Bestr. Position
 Trimm-Abschaltstab
 Feinregelstab
 V6 P88 S4 S2 S0 S1 S3 V5
 V4 V3
 V2 V1 P112 Th₀
 Th_W Horiz. Drehteller
 Bestrahl. Einrichtung

1. Brennelemente:

Abbrand: <25 25-50 50-75 >75 [%] 100% Δ 15 MWd/kgU
 35 ● 41 ● 34 ● 61 ● - 171 BE 8 (2% anger.)

davon ● - BE 8 am — neu eingebaut

2. Kapselversuchseinsätze:

○ Exp.Nr. - 4
 lfd. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen:

○ Exp.Nr. = 0
 lfd. Nr.

○ Exp.Nr. - 1
 (D₂O-gekühlter Iso-Kanal-Einsatz)

4. Kreislaufexperimente:

- 4.1 Exp. FR2/2 (He- Tieftemperaturbestrahlungseinrichtung) Position 54/26
- 4.2 Exp. FR2/55: Heißdampf-Hochdruckkreislauf Pos. 40/12
 Exp. FR2/102 (Versuche z. Brennstabversagen)

Bestrahlungen: Prüfl. Nr. Einbau Ausbau

Prüfl. Nr.	Einbau	Ausbau
C1	23.4.79	25.4.79
C2	25.4.79	27.4.79
C3	27.4.79	25.5.79

5. Gas - Bestrahlungseinrichtung:

Exp. FR2/104: Position 61/17, 61/21, 62/18, 62/20

6. Silizium - Bestrahlungen:

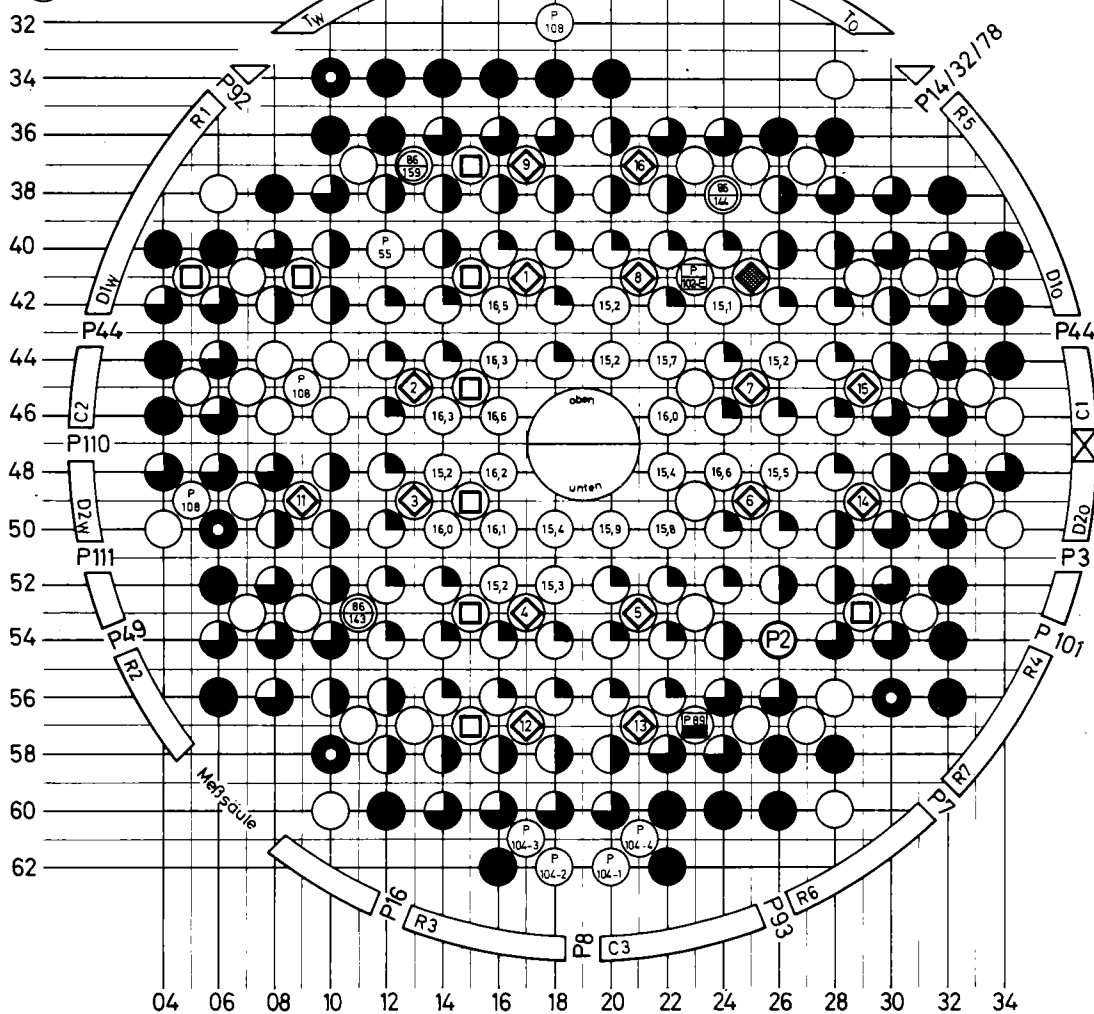
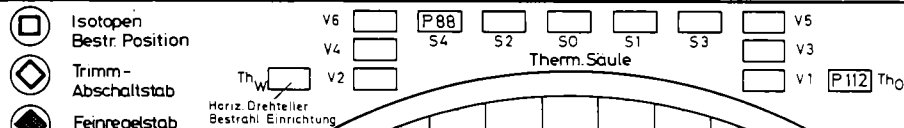
Exp. FR2/108: Position 32/18, 45/09 u. 49/05

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

173 auf Gitterpositionen 3 auf Zwischengitterpositionen

8. Bemerkungen:

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



1. Brennelemente:

Abbrand: -25 25-50 50-75 >75 [%] 100% Δ 15 MWd/kg_U
35 ● 42 ● 32 ● 63 ● - 172 BE 8 (2% anger.)

davon ● 4 BE 8 am 10.5.79 neu eingebaut

2. Kapselversuchseinsätze:

⊖ Exp.Nr. - 3
lfd.Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen:

⊖ Exp.Nr. - 1
lfd.Nr.

⊖ Exp.Nr. - 1
D₂O-gekühlter Iso-Kanal-Einsatz

4. Kreislaufexperimente:

- 4.1 Exp. FR2/2 (He-Tiefemperaturbestrahlungseinrichtung) Position 54/26
- 4.2 Exp. FR2/55: Heißdampf-Hochdruckkreislauf Pos. 40/12
Exp. FR2/102 (Versuche z. Brennstabversagen)

Bestrahlungen:	Prüfl. Nr.	Einbau	Ausbau
	C4	3.5.79	7.5.79
	C5	7.5.79	11.5.79

5. Gas - Bestrahlungseinrichtung:

Exp. FR2/104: Position 61/17, 61/21, 62/18, 62/20

6. Silizium - Bestrahlungen:

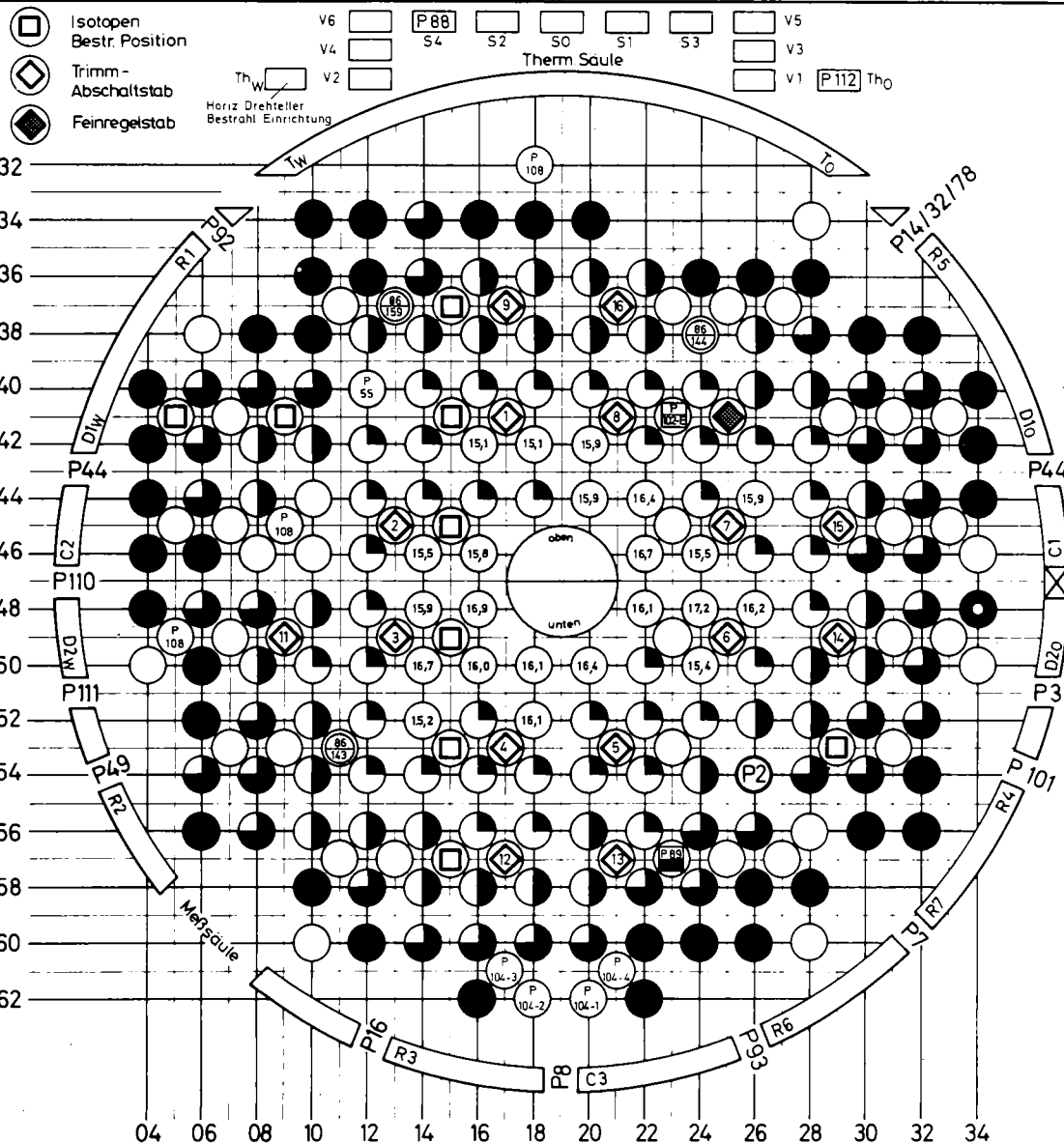
Exp. FR2/108: Position 32/18, 45/09 u. 49/05

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

173 auf Gitterpositionen 4 auf Zwischengitterpositionen

8. Bemerkungen:

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



1. Brennelemente:

Abbrand

<25	25-50	50-75	>75	[%]	100% Δ	15 MWd/kg _U
-----	-------	-------	-----	-----	---------------	------------------------

 39 \bullet 36 \bullet 35 \bullet 63 \bullet - 173 BE 8 (2% anger.)

davon \bullet 1 BE 8 am 19.6.79 neu eingebaut

2. Kapselversuchseinsätze:

\ominus Exp. Nr. = 3
 lfd. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen:

\oplus Exp. Nr. = 1
 lfd. Nr.

\oplus Exp. Nr. = 1
 (D₂O-gekühlter Iso-Kanal-Einsatz)

4. Kreislaufexperimente:

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

4.2 Exp. FR2/55: Heißdampf-Hochdruckkreislauf Pos. 40/12
 Exp. FR2/102 (Versuche z. Brennstabversagen)

Bestrahlungen:	Prüfl. Nr.	Einbau	Ausbau

5. Gas - Bestrahlungseinrichtung:

Exp. FR2/104: Position 61/17, 61/21, 62/18, 62/20

6. Silizium - Bestrahlungen:

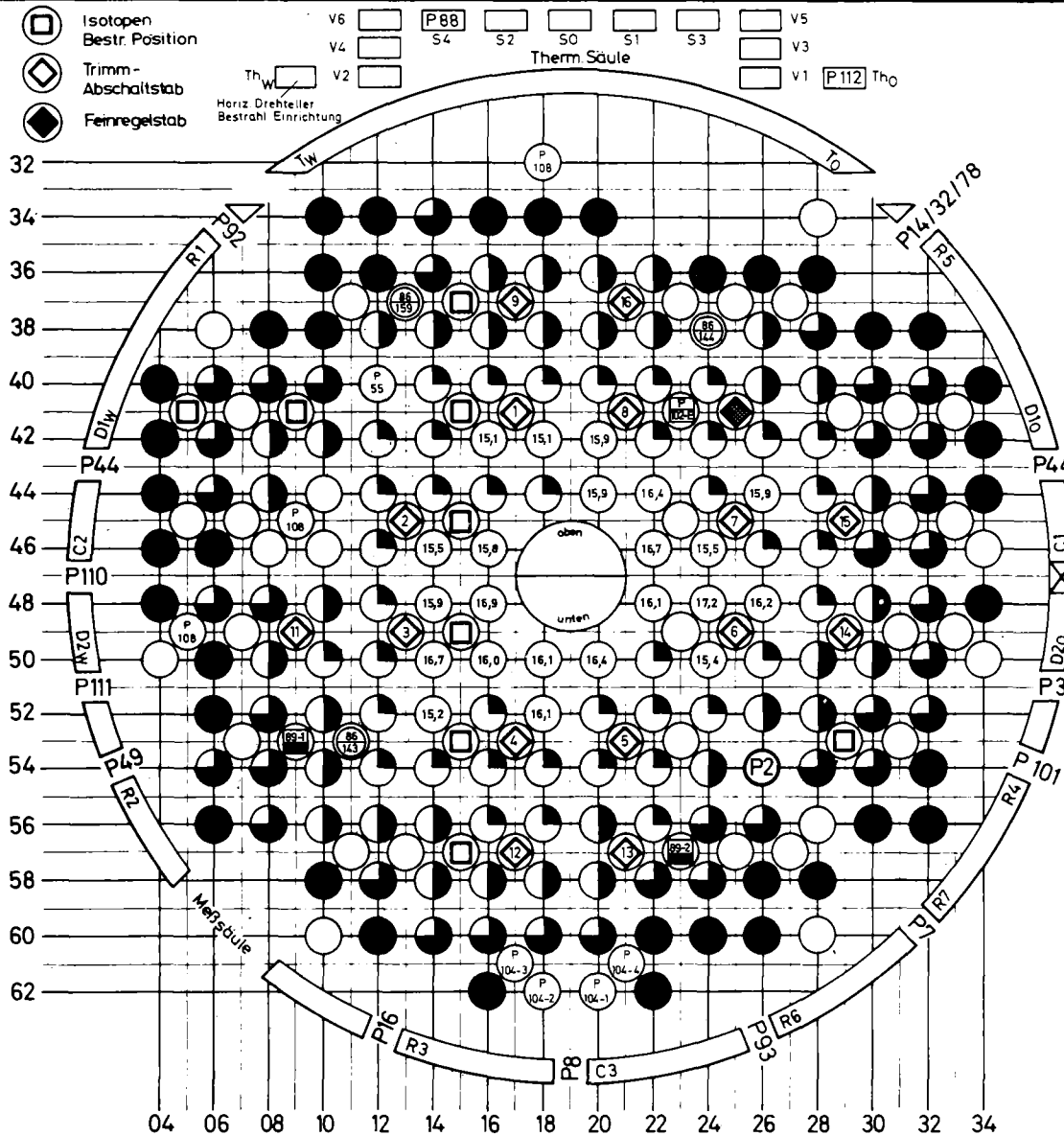
Exp. FR2/108: Position 32/18, 45/09 u. 49/05

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

174 auf Gitterpositionen 4 auf Zwischengitterpositionen

8. Bemerkungen:

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



1. Brennelemente:

Abbrand

<25	25-50	50-75	>75 [%]	100% A	15 MWd/kg _U
-----	-------	-------	---------	--------	------------------------

 39 ● 36 ● 35 ● 63 ● - 173 BE 8 (2% anger.)

davon ● - BE 8 am - neu eingebaut

2. Kapselversuchseinsätze:

○ Exp. Nr. - 3
 lfd. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen:

○ Exp. Nr. = 1
 lfd. Nr.

○ Exp. Nr. = 2
 (D₂O-gekühlter Iso-Kanal-Einsatz)

4. Kreislaufexperimente:

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

4.2 Exp. FR2/55: Heißdampf-Hochdruckkreislauf Pos. 40/12
 Exp. FR2/102 (Versuche z. Brennstabversagen)

Bestrahlungen: Prüfl. Nr.	BSS 21	Einbau	Ausbau
	21	28.8.79	3.9.79
	22	2.9.79	4.9.79
	23	2.9.79	5.9.79
	24	5.9.79	6.9.79
	25	6.9.79	7.9.79
	26	7.9.79	

5. Gas - Bestrahlungseinrichtung:

Exp. FR2/104: Position 61/17, 61/21, 62/18, 62/20

6. Silizium - Bestrahlungen:

Exp. FR2/108: Position 32/18, 45/09 u. 49/05

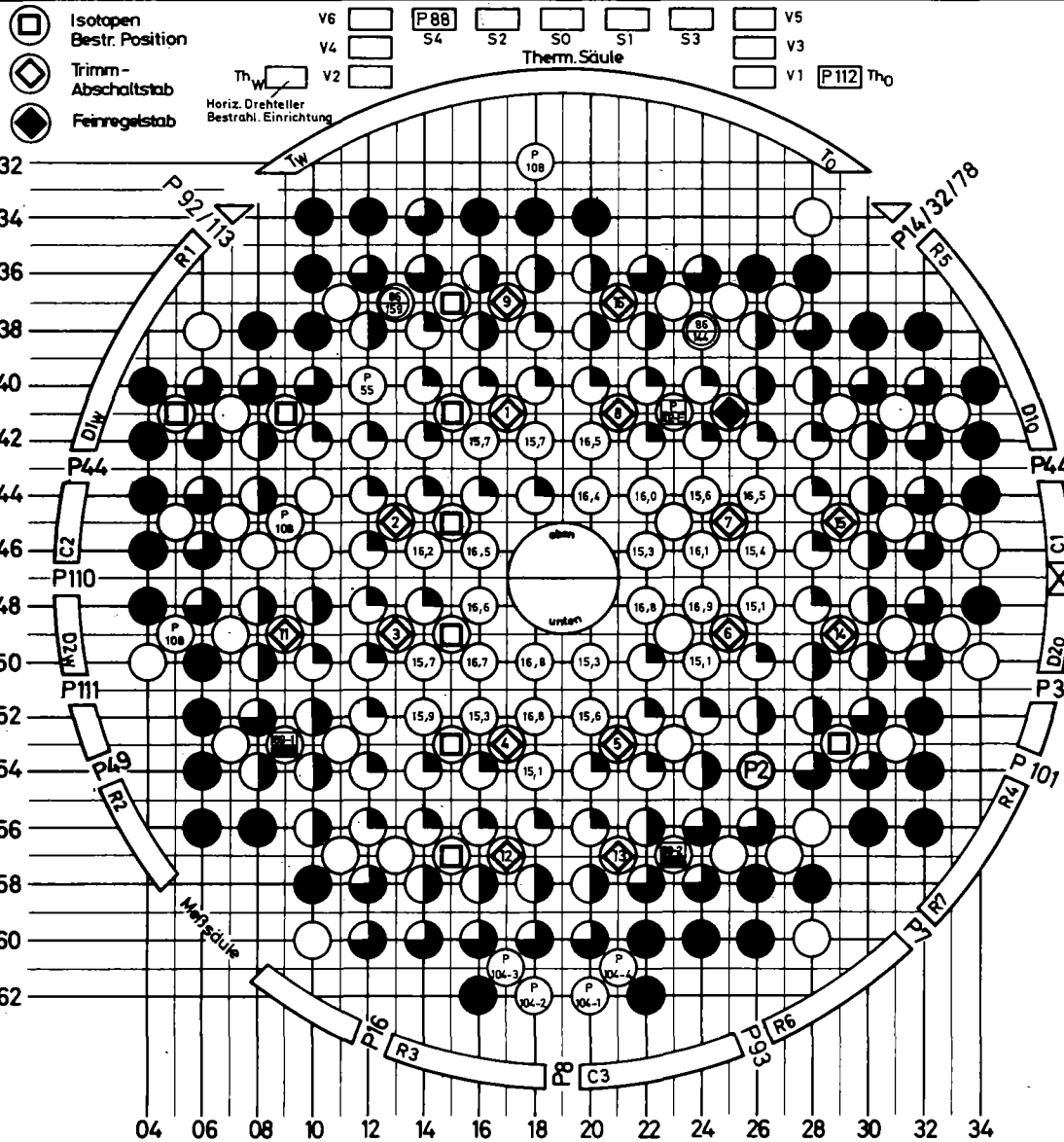
7. Summe d. besetzten Reaktorpos. m. Kühlg. v. Reaktor-Kreislauf:

174 auf Gitterpositionen 5 auf Zwischengitterpositionen

8. Bemerkungen:

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

Exp. FR2/89-1 am 29.8.79 in Position 53/09 eingebaut.



1. Brennelemente :

Abbrand: <25 25-50 50-75 >75 [%] 100% Δ 15 MWd/kg_U
38 ● 34 ● 33 ● 68 ● - 173 BE 8 (2% anger.)

davon ● - BE 8 am - neu eingebaut

2. Kapselversuchseinsätze :

○ Exp. Nr. - 2
Ifd. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen :

○ Exp. Nr. - 1
Ifd. Nr.

○ Exp. Nr. - 2
ID₂O-gelühter Iso-Kanal-Einsatz

4. Kreislaufexperimente :

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

4.2 Exp. FR2/55 : Heißdampf-Hochdruckkreislauf Pos. 40/12
Exp. FR2/102 (Versuche z. Brennstabversagen)

Bestrahlungen :	Prüfl. Nr.	Einbau	Ausbau
	BSS21	7.09.79	14.09.79
	BSS26	8.11.79	19.11.79
	BSS22	9.11.79	12.11.79
	BSS28	12.11.79	13.11.79

5. Gas - Bestrahlungseinrichtung :

Exp. FR2/104 : Position 61/17, 61/21, 62/18, 62/20

6. Silizium - Bestrahlungen :

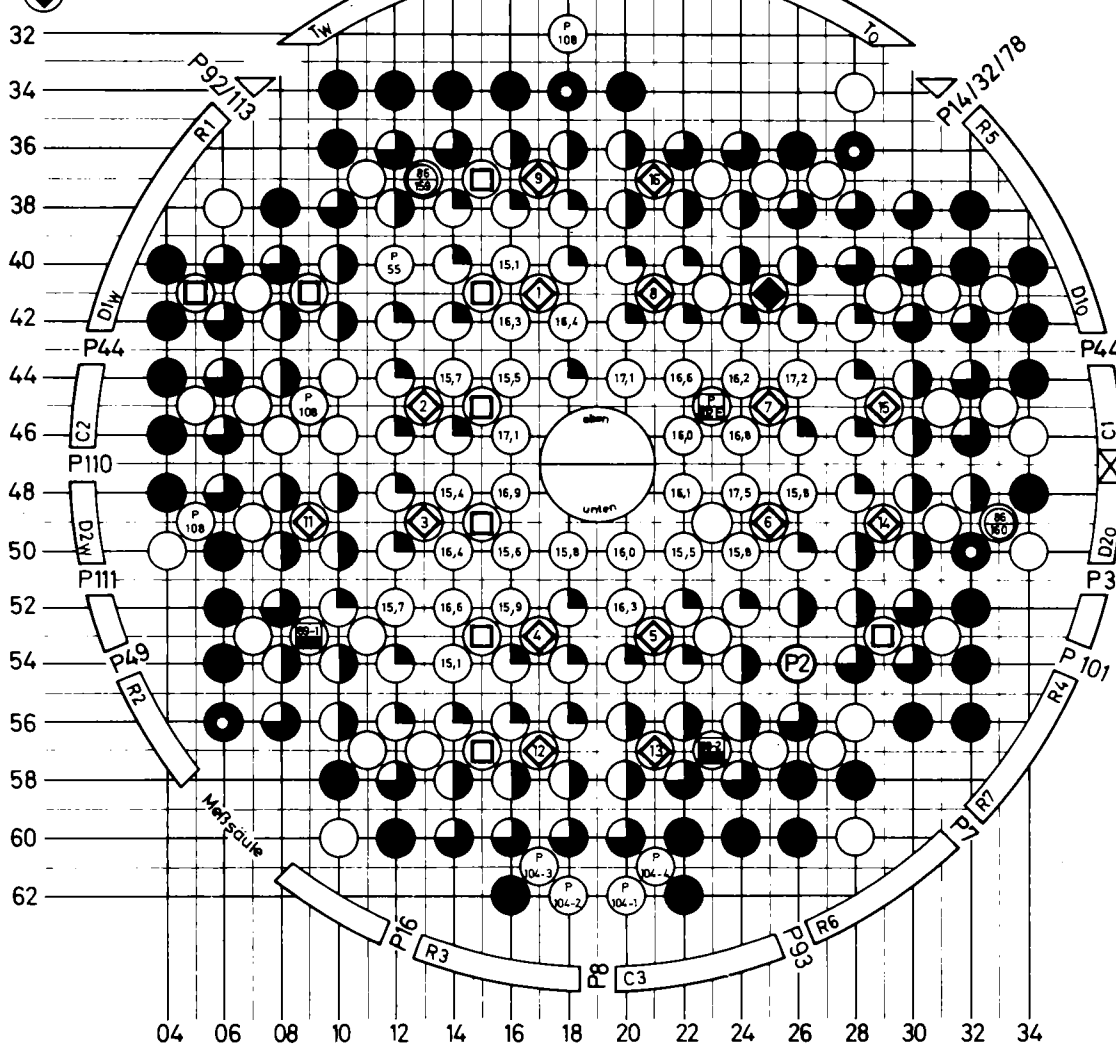
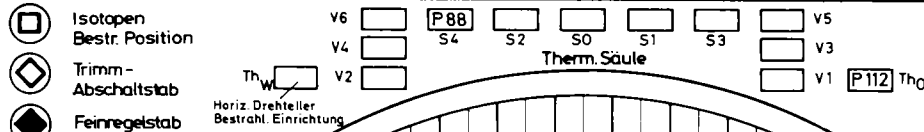
Exp. FR2/108 : Position 32/18, 45/09 u. 49/05

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

174 auf Gitterpositionen 4 auf Zwischengitterpositionen

8. Bemerkungen :

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



1. Brennelemente:

Abbrand: ≤ 25 25-50 50-75 > 75 [%] 100% Δ 15 MWd/kgU
39 ● 33 ● 36 ● 66 ● - 174 BE 8 (2% anger.)

davon ● 4 BE 8 am 18.12.79 neu eingebaut

2. Kapselversuchseinsätze:

○ Exp. Nr. = 2
Ifd. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen:

○ Exp. Nr. = 1
Ifd. Nr.

○ Exp. Nr. = 2
(O₂-gekühlter Iso-Kanal-Einsatz)

4. Kreislaufexperimente:

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

4.2 Exp. FR2/55: Heißdampf-Hochdruckkreislauf Pos 40/12
Exp. FR2/102 (Versuche z. Brennstabversagen)

Bestrahlungen:	Prüfl. Nr.	Einbau	Ausbau

5. Gas - Bestrahlungseinrichtung:

Exp. FR2/104: Position 61/17, 61/21, 62/18, 62/20

6. Silizium - Bestrahlungen:

Exp. FR2/108: Position 32/18, 45/09 u. 49/05

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

174 auf Gitterpositionen 5 auf Zwischengitterpositionen

8. Bemerkungen:

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

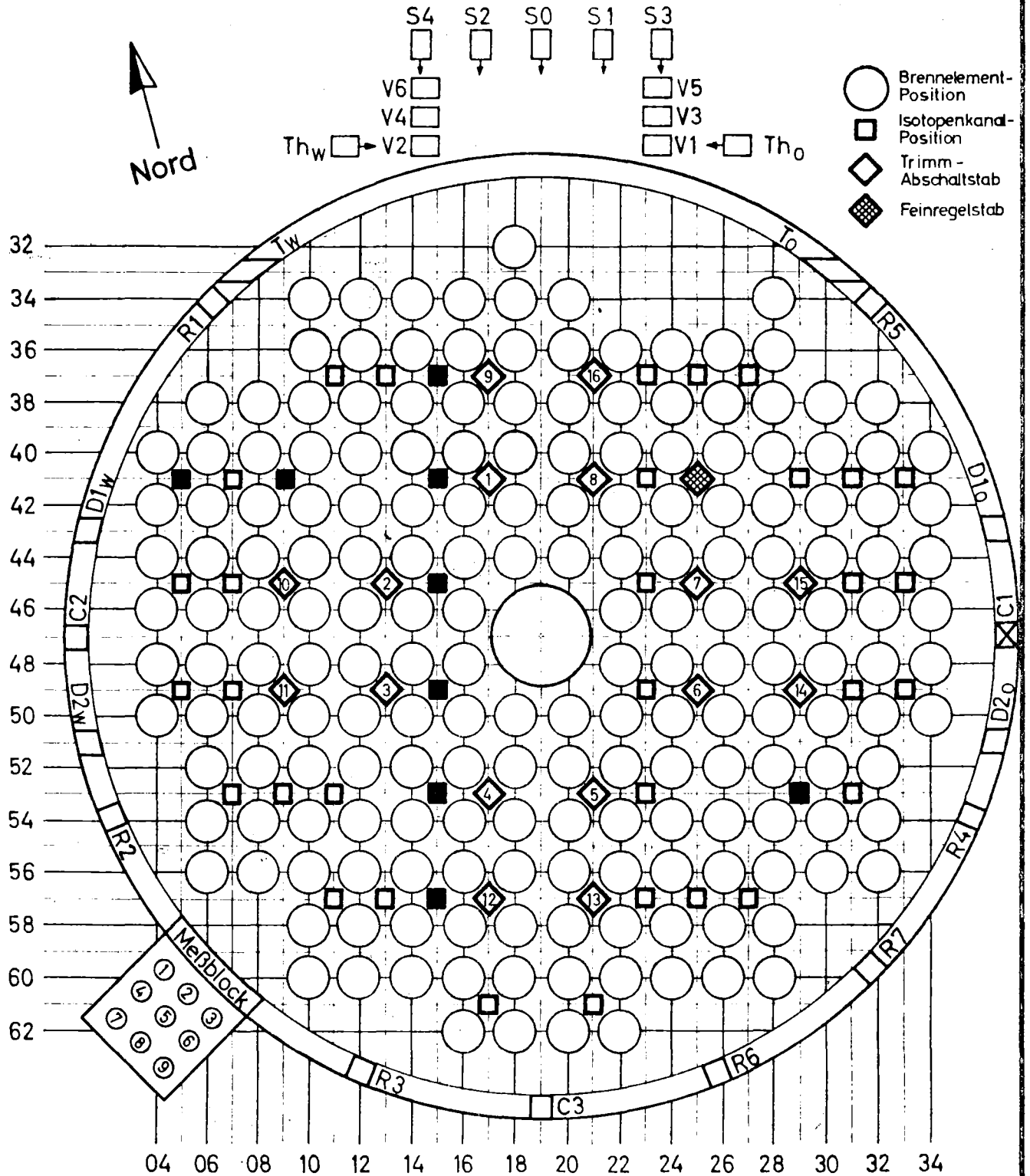
Isotopen - Bestrahlungspositionen

Beladung Nr.: ISO 14

Standardbel. Nr. 14 mit 9 Isotopentauchrohren einschließlich leeren Kapselträgerrohren.

vom 25.11.75

bis 14.1.80



Formblatt : 9 b