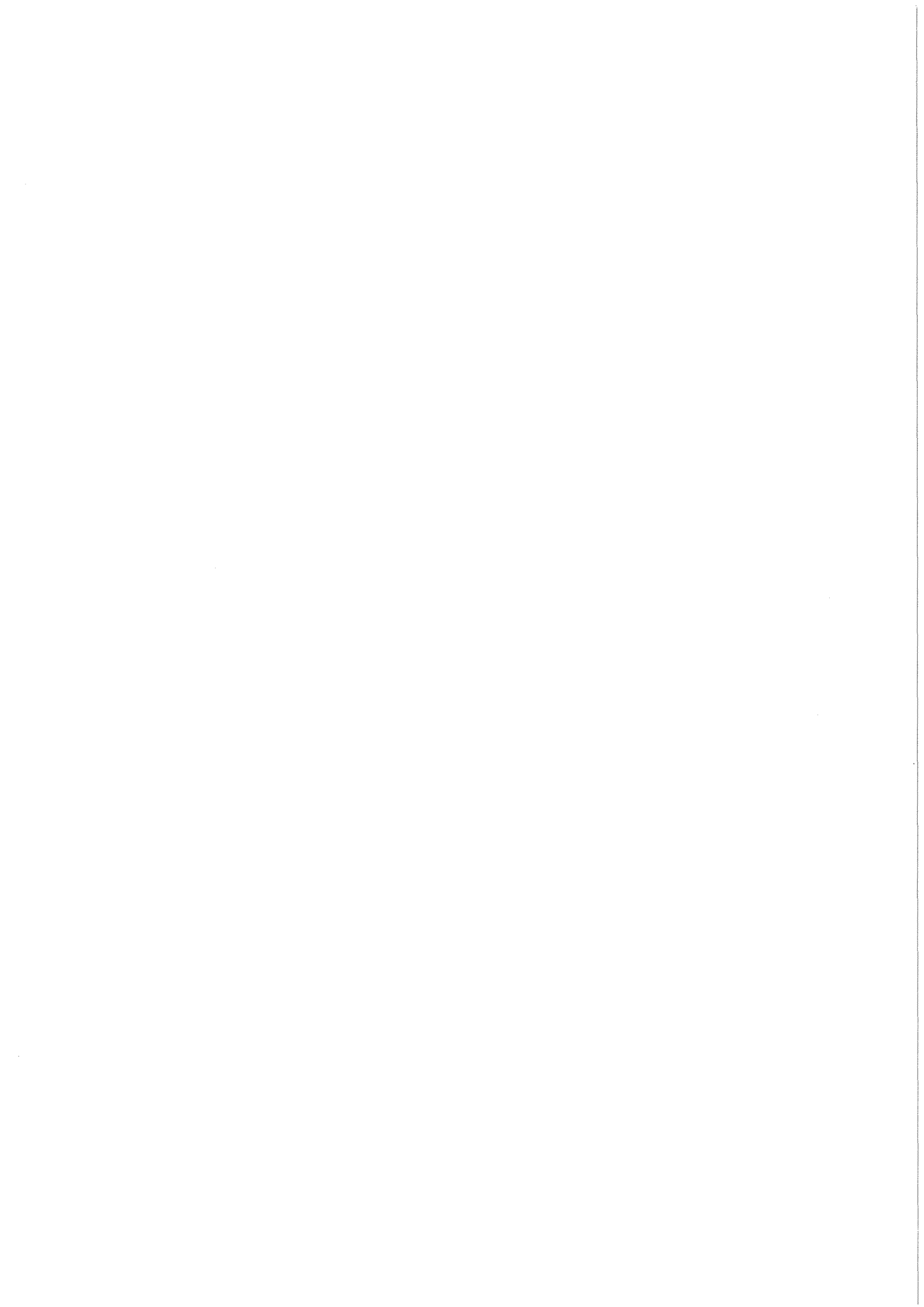


KfK 3281 B
Februar 1982

Betrieb und Nutzung des FR2 im Jahre 1980

J. Blümle
Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe

Kernforschungszentrum Karlsruhe



KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe

KfK 3281 B

Betrieb und Nutzung des FR2

im Jahre 1980

J. Blümle

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

Als Manuskript vervielfältigt
Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH
ISSN 0303-4003

Betriebsbericht über den schwerwassermoderierten

Forschungs- und Prüfreaktor FR2

im Jahre 1980

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

Die zeitliche Verfügbarkeit des Reaktors war wegen nicht termingerecht abgewickelter Ertüchtigungsmaßnahmen und wegen des Bruchs einer Chemieabwasserleitung im Netz des Kernforschungszentrums geringer als erwartet. Durch den Schadensfall war vorübergehend die Erzeugung von vollentsalztem Wasser für den Sekundärkühlkreislauf des Reaktors unterbrochen. Es ergab sich bei einer Leistungsverfügbarkeit von 90 % der geplanten Betriebszeit bei einer mittleren Leistung von 43,9 MW eine thermische Energieabgabe von 8643 MWh.

Die experimentelle Nutzung des FR2 zeigte ein uneinheitliches Bild. Während bei den Strahlrohrexperimenten, der Tieftemperaturbestrahlungseinrichtung, den Isotopenbestrahlungseinrichtungen und Kapselversuchseinsätzen sowie der γ -Bestrahlungseinrichtung gegenüber dem Vorjahr eine gleichbleibend gute Nutzung zu verzeichnen war, gab es an anderen Stellen doch einen Rückgang. Es wurden nach Abschluß der PNS-Versuche zum Kühlmittelverluststörfall von LWR-Brennstäben der Heißdampf-Hochdruckkreislauf und die für die Nachuntersuchung der Prüflinge verwendete Neutronenradiographieanlage nicht mehr benutzt. Auch die Erzeugung von Argon 41 für das PHDR-Versuchsprogramm nahm nicht den erhofften Verlauf.

Wie in den Vorjahren wurde weiterhin an der technischen Ertüchtigung der Anlagen gearbeitet. Erwähnenswert sind der Aufbau einer redundanten 220V-Versorgung für die Schaltwarte und Verbesserungen am Reaktorsumpfsystem.

Summary

1980 Operating Report of the Heavy Water Moderated Research and Testing Reactor FR2

The FR2 reactor is a universal research reactor for many areas of basic research and application oriented research conducted in nuclear physics and nuclear engineering.

The availability in terms of time of the reactor was less than had been expected, the reasons being reinforcement measures not completed according to schedule and the rupture of a chemical liquid effluent line in the network of the Nuclear Research Center. Owing to the latter damage the production of fully deionized water for the reactor secondary coolant circuit was temporarily interrupted. With an availability of capacity during 90% of the planned operating time a thermal energy output of 8643 MWd was obtained, the average power attaining 43.9 MW.

The experimental utilization of FR2 provided a mixed picture. Whilst the same good utilization was recorded as in the previous year regarding the beam tube experiments, the low temperature irradiation device, the isotope irradiation facilities and capsule test rigs as well as the γ -irradiation device, a decline had to be accepted in other areas. After the PNS experiments on the loss-of-coolant accident of LWR fuel rods had been terminated, the superheated steam high pressure loop and the neutron radiography system used for specimen post-examination were no longer used. Also the production of argon 41 for the PHDR test program did not take the expected course.

As in the previous years, work was continued on the technical reinforcement of the systems. Worth of mentioning in this context are the construction of a redundant 220 V supply for the control room and improvements at the reactor sump system.

Inhaltsverzeichnis

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

1. Zusammenfassung

1.1 Betrieb des Reaktors

Der Reaktor wurde im Jahre 1980 entsprechend dem Terminleitplan mit einer Nennleistung von 44 MW betrieben. Eine Übersicht über den Betriebsverlauf gibt Abbildung 1.1.

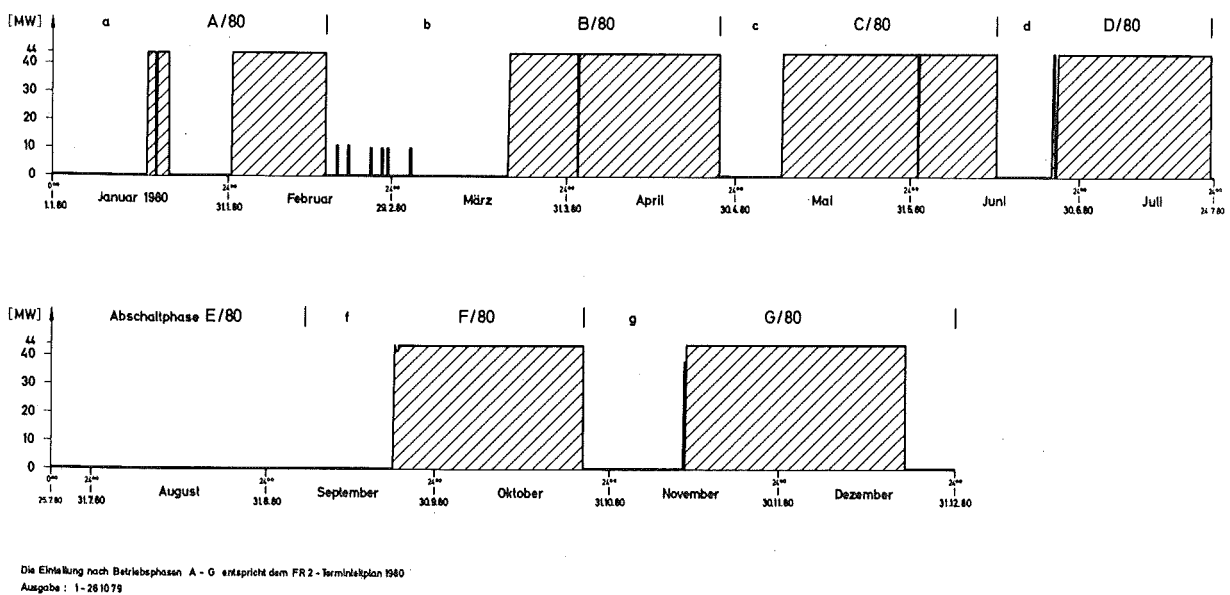


Abb. 1.1: Betriebsdiagramm des FR2 im Jahre 1980

Während der planmäßigen Betriebszeit ergaben sich die in Tabelle 1.1 aufgeführten Betriebsunterbrechungen mit einem Ausfall von rund 31 Vollastbetriebstagen. Nennenswerte Ausfallzeiten ergaben sich dabei infolge verspäteter Fertigstellung bei Ertüchtigungsmaßnahmen und wegen eines Rohrbruchs in der Chemieabwasserleitung zur Entsorgung der Wasseraufbereitungsanlage für den Sekundärkreislauf.

Tabelle 1.1: Betriebsunterbrechungen im Jahre 1980
(in Klammern die Zahlen des Vorjahres)

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

Im Jahre 1980 gelangten 36 frische Brennelemente zum Einbau in den Reaktor und 39 abgebrannte Brennelemente mit einem mittleren Abbrand von 17 100 MWd/t_j (16 300 MWd/t_j im Vorjahr) zum Ausbau. Durch Umsetzen von 241 Brennelementen innerhalb des Reaktorkerns konnten ein flacher Neutronenflußverlauf und ein gleichmäßiger Abbrand erreicht werden.

In den Monaten Januar und April 1980 wurden insgesamt 264 abgebrannte Brennelemente des Typs 8 in 6 Transporten zur Gesellschaft zur Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen mbH (GWK) gebracht.

Auf der administrativen Seite ist die Einführung von Tagesberichten über den Betriebsverlauf des Reaktors erwähnenswert, die per Fernkopierer an die Aufsichtsbehörde übermittelt werden.

1.2 Experimentelle Nutzung

In den Isotopen-Bestrahlungseinrichtungen wurden insgesamt 1501 Kapseln mit zum Teil mehreren Proben im Auftrag von Industrie, von internen und externen Forschungsinstituten sowie von Hochschulen bestrahlt.

Aus der γ -Bestrahlungseinrichtung im Brennelementlagerbecken konnten 32 Bestrahlungen zur Untersuchung der Strahlenresistenz verschiedenartiger Materialien gezogen werden.

Die Neutronenradiographieanlage lieferte 95 Aufnahmen von bestrahlten und unbestrahlten Prüflingen aus den Transientenversuchen zum Brennstabversagen.

In den zwei D_2O -gekühlten Isotopen-Bestrahlungseinsätzen wurden zur Erzeugung von Spaltmolybdän aus U-235 zur Technetium- 99^m -Gewinnung für medizinische Zwecke 101 Brennstoffplatten bestrahlt.

An den nutzbaren Strahlrohrausgängen sind z.T. durch Mehrfachnutzung 22 Versuchsaufbauten aufgebaut. Rund die Hälfte der Anlagen waren für Experimente aus den Forschungsbereichen nukleare Festkörperphysik und Strukturanalyse des Instituts für Angewandte Kernphysik des Kernforschungszentrums in Betrieb. Die Neutronenbeugungsanlagen wurden nahezu vollständig von externen Gruppen verschiedener Universitäten und Forschungsinstitute genutzt. Ein Zweiachsenspektrometer für polarisierte Neutronen konnte in Betrieb genommen werden. Gleichzeitig ging die Versuchsreihe der Rohrpost-II-Bestrahlungsanlage (Bestimmung der Nachzerfallswärme von U-235) zu Ende.

Es waren bis zu 4 instrumentierte Brennstoff-Kapselversuchseinsätze (Brennstoffmischoxid-Bestrahlungen, Parametertests) im Reaktor eingebaut.

Die Tieftemperatur-Bestrahlungseinrichtung wurde weiterhin vom MPI-Stuttgart genutzt, das mit dieser Anlage Untersuchungen der Strahlenschäden in Festkörpern durchführt. Die Experimentierbereitschaft betrug rund 163 Tage (76 % der Planzeit). Insgesamt waren 22 Proben eingebaut. Am 3.4.1980 mußte die Anlage wegen defekter Expansionsmaschine (Kolbenstangenbruch) außer Betrieb genommen werden. Die Instandsetzungsarbeiten dauerten rund 25 Tage.

Die Kalte Neutronenquelle zur Erzeugung subthermischer Neutronen ($E < 0,005$ eV) war mit 4 Versuchsanordnungen für das Institut für Angewandte Kernphysik des Kernforschungszentrums mit einer Verfügbar-

keit von rund 86 % in Betrieb. Der Verlust an Experimentierzeit (30 Tage) entstand durch Störungen an elektrischen Geräten und durch verzögerte Lieferung von Ersatzteilen zur Instandsetzung des Schmiersystems der Expansionsturbinen.

Die PNS-Versuchsreihe "Kühlmittelverluststörfall von LWR-Brennstäben" im Heißdampf-Hochdruckkreislauf kam zum Abschluß. So wurden in der Abschaltphase b/80 die letzten 5 Transientenversuche mit nuklearen, im FR2 vorbestrahlten Prüflingen durchgeführt. Die Anlage war dazu rund 80 Stunden in Betrieb.

1.3 FR2-Terminleitplan 1980

Die Abbildung 1.2 zeigt den nach den tatsächlichen Gegebenheiten überarbeiteten Terminleitplan für das Jahr 1980.

1.4 Strahlenbelastung und Abgabe radioaktiver Gase

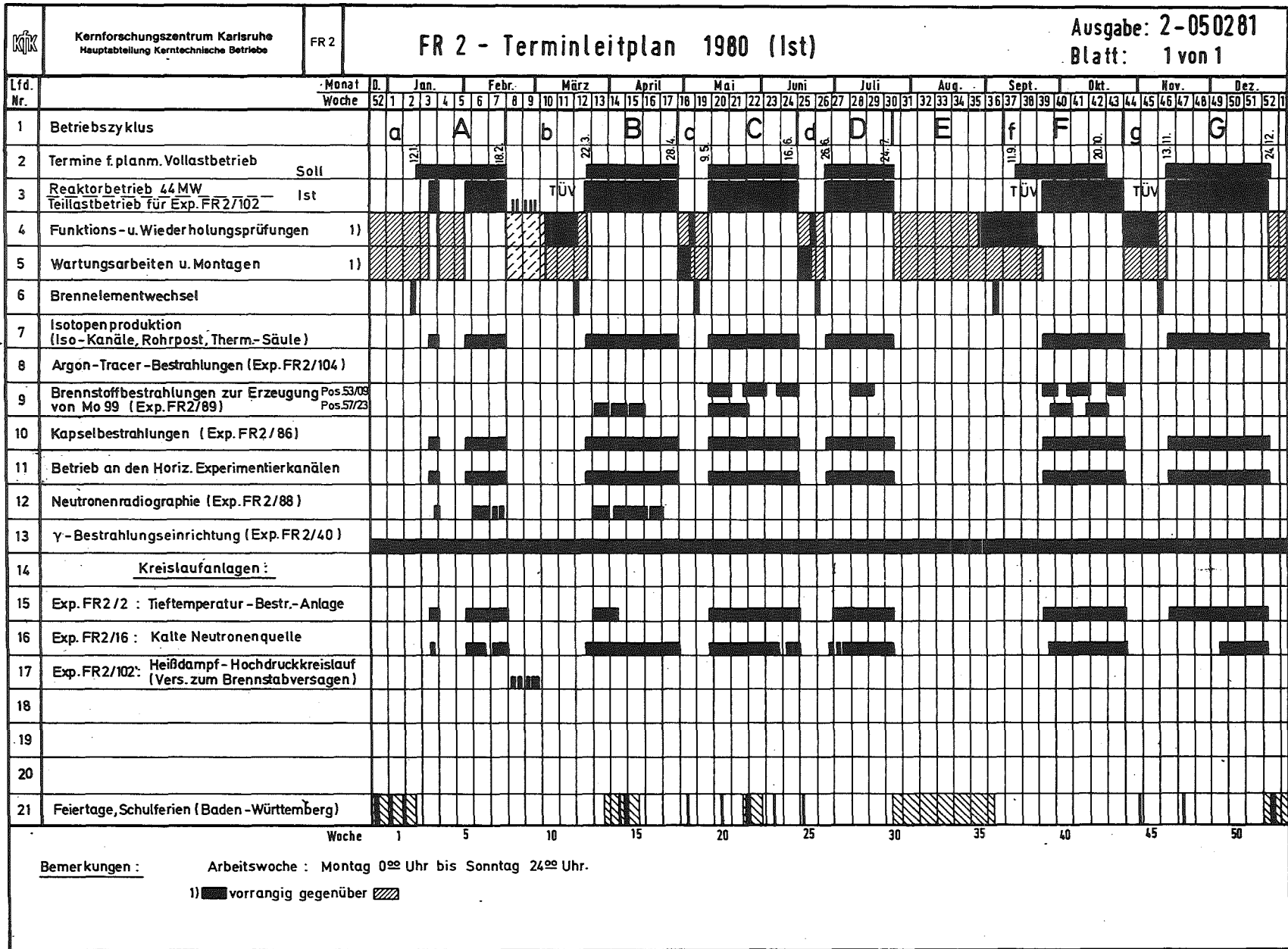
Die Strahlenbelastung der am FR2 tätigen Mitarbeiter erreichte mit einer maximalen Jahres-Personendosis von $10 \text{ mJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ (1,0 rem) nicht die nach der Strahlenschutzverordnung zulässigen Grenzen. Erwähnenswerte Personenkontaminationen gab es nicht.

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 10 meldepflichtige Störfälle nach Kategorie C. Sie blieben ohne besondere Auswirkungen. Die Beseitigung der Fehler erfolgte durch die eigene Betriebsinstandhaltung.

Abb. 1.2: FR2-Terminleitplan 1980 (Ist)



2. Berichtszeitraum

1.1.1980, 0⁰⁰ Uhr bis 31.12.1980, 24⁰⁰ Uhr
entsprechend 8784 h = 366 d.

3. Betriebsdaten des Reaktors FR2

3.1 <u>Betriebszeiten</u>	nach Plan <u>[Soll]</u>		nach Betriebs- aufzeichnungen <u>[Ist]</u>	
	(h)	(d)	(h)	(d)
Gesamtbetriebszeit (Reaktorstart und R.kritisch)			4811,88	200,50
Leistungsbetriebs- zeit ($N > 10^{-3} N_N$)	5280,00	220,00	4730,84	197,12
Vollastbetriebszeit ($N > 43$ MW)	5208,00	217,00	4616,87	192,37

3.2 Reaktorleistung und Energieabgabe

Planmäßige Reaktorleistung		44	MW
Mittlere Reaktorleistung (ermittelt aus dem Quotienten Energie- abgabe und Betriebszeit $> 10^{-3} N_N$)		43,9	MW
Energieabgabe	207430,40 MWh	=	8642,93 MWd

3.3 Ausfallzeiten

Reaktor außer Betrieb	705,01 h	=	29,38 d
verminderte Reaktorleistung (<43 MW)	41,10 h	=	1,71 d

3.4 Zeitliche Nutzung

Gesamtbetriebszeit bezogen auf Berichtszeit	54,78 %
Leistungsbetriebszeit ($N > 10^{-3} N_N$) bezogen auf planmäßige Betriebszeit	89,60 %
Vollastbetriebszeit ($N > 43$ MW) bezogen auf planmäßige Vollastbetriebszeit	88,65 %

Weitere Einzelheiten, einschließlich der gegenüber dem Plan fehlenden Betriebszeiten, können aus den unter Punkt 19 beigefügten Tabellen 19.1 und 19.2 sowie den Formblättern 148 c / 123 bis 129 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.

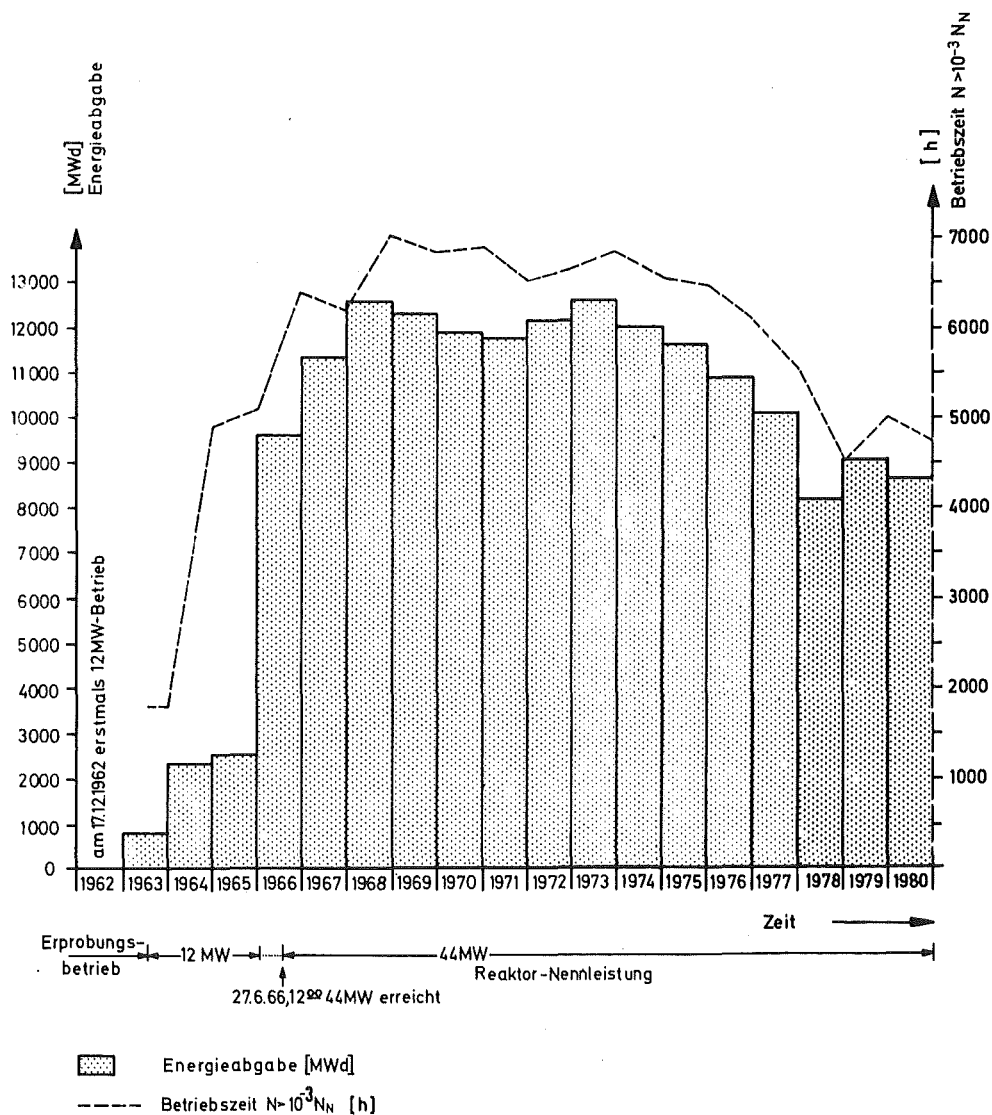


Abb. 3.1: Betriebsdaten des FR2

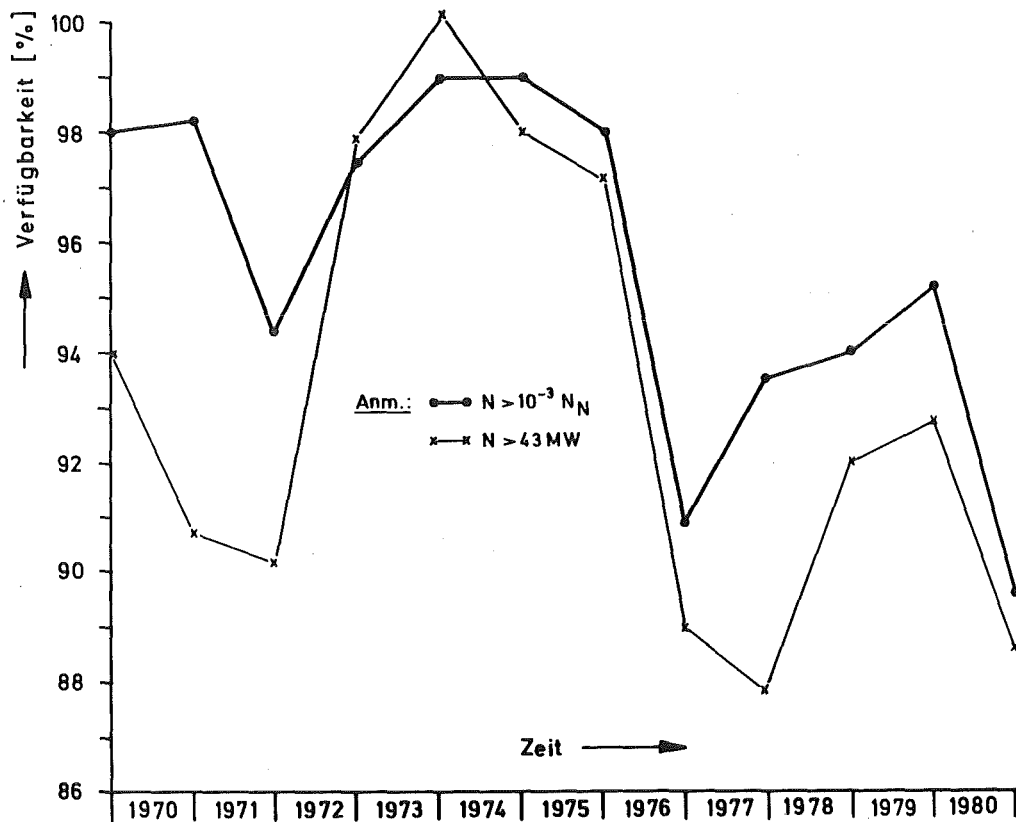


Abb. 3.2: Verfügbarkeit des FR2 bezogen auf planmäßige Betriebszeit

Die zeitliche Verfügbarkeit des Reaktors war wegen nicht termingerecht abgewickelter Ertüchtigungsmaßnahmen und wegen des Bruchs einer Chemieabwasserleitung (siehe Pkt. 12.5) im KfK-Netz geringer als erwartet.

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.

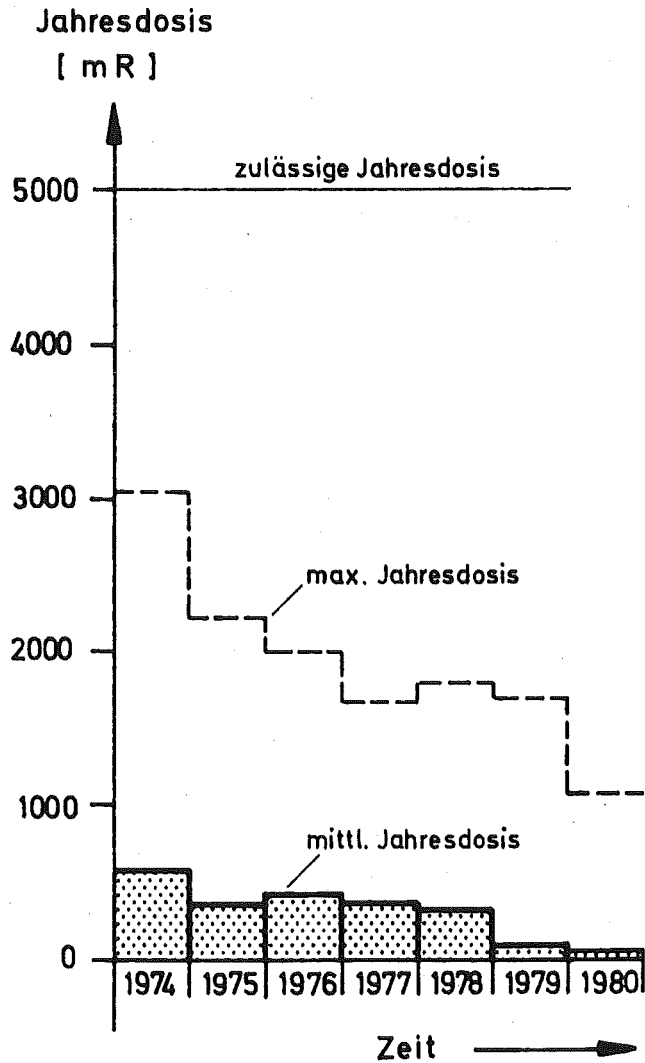


Abb. 4.1: Personendosis der am FR2 tätigen Mitarbeiter

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.

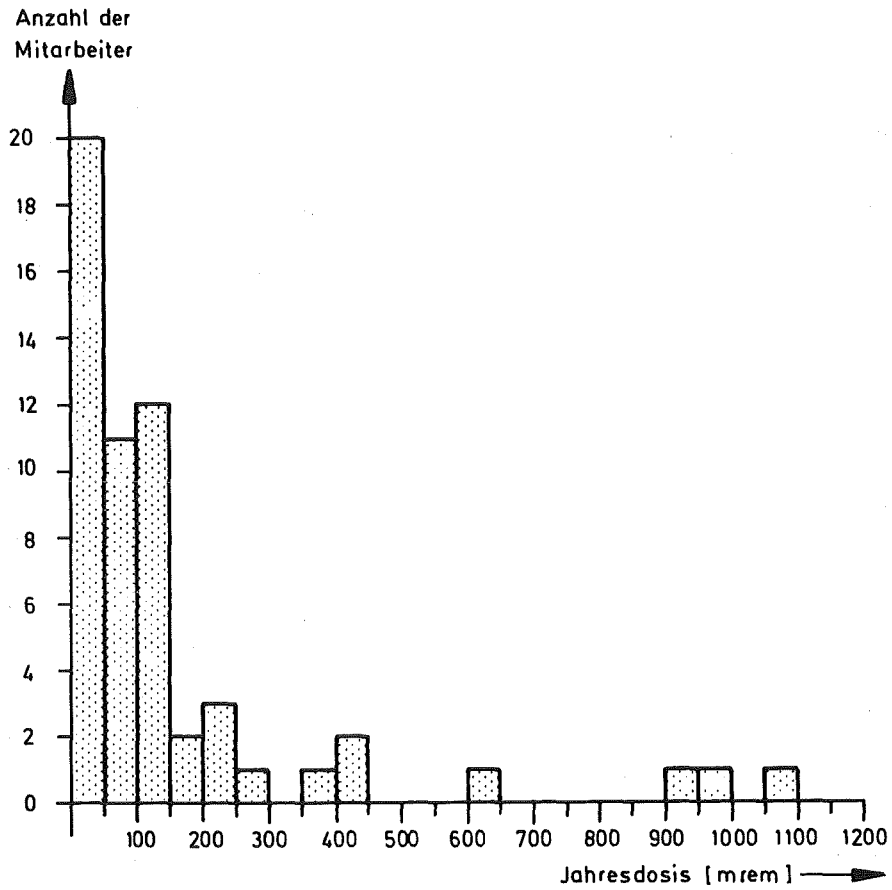


Abb. 4.2: Strahlenbelastung der KTB/FR2 Mitarbeiter (Betrieb und Wartung) im Jahre 1980 nach Taschenionisationskammern

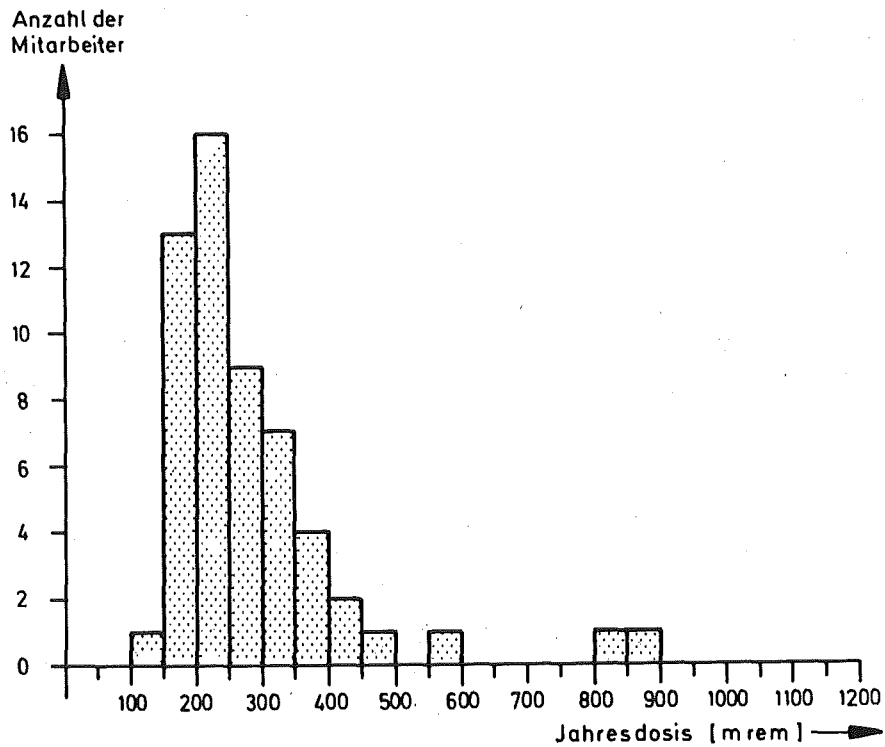


Abb. 4.3: Strahlenbelastung der KTB/FR2 Mitarbeiter (Betrieb und Wartung) im Jahre 1980 nach Glasdosimetrie

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 bis 5.4).

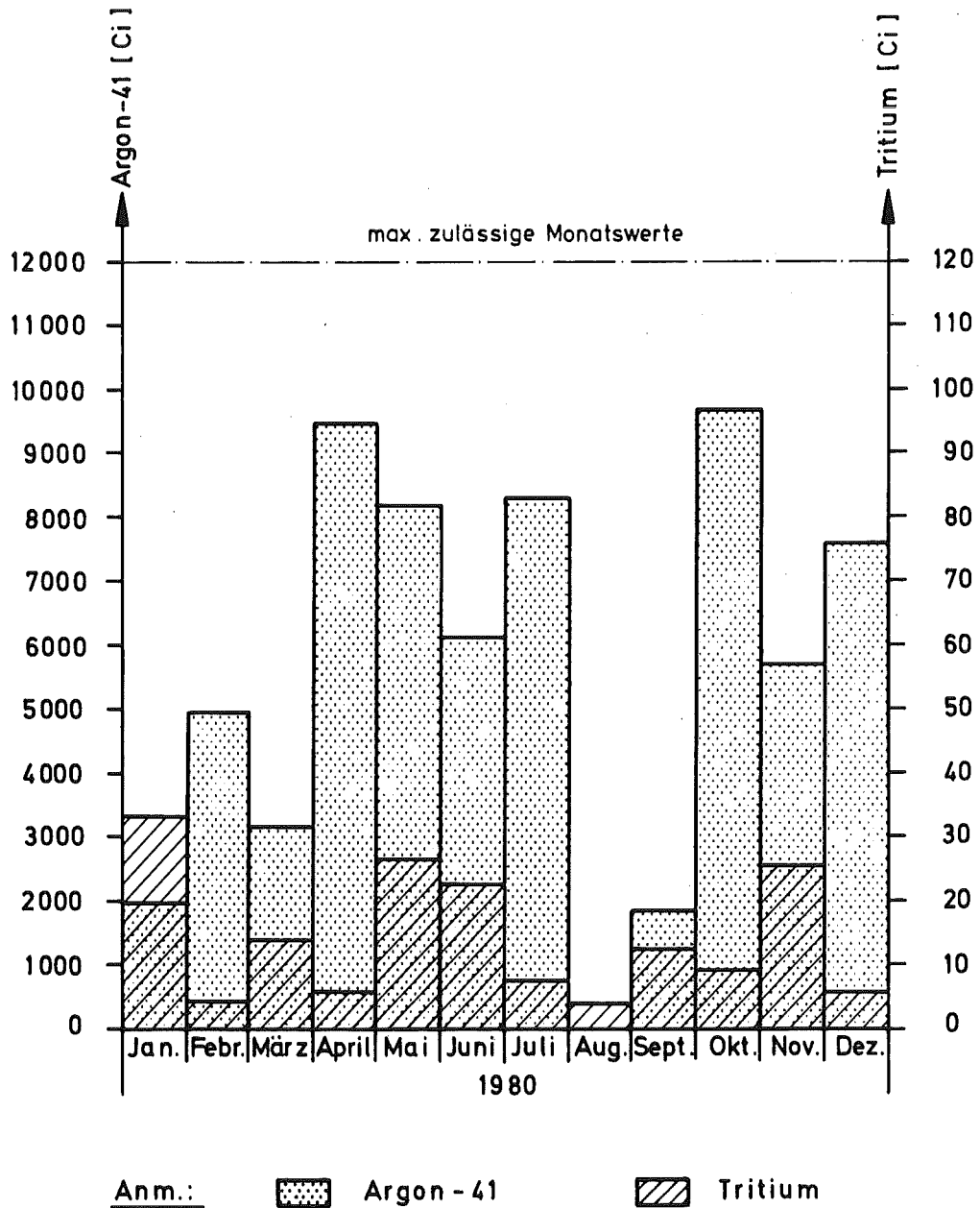


Abb. 5.1: Abgabe von Ar-41 u. H-3 (als Wasserdampf) über den FR2-Abluftschornstein

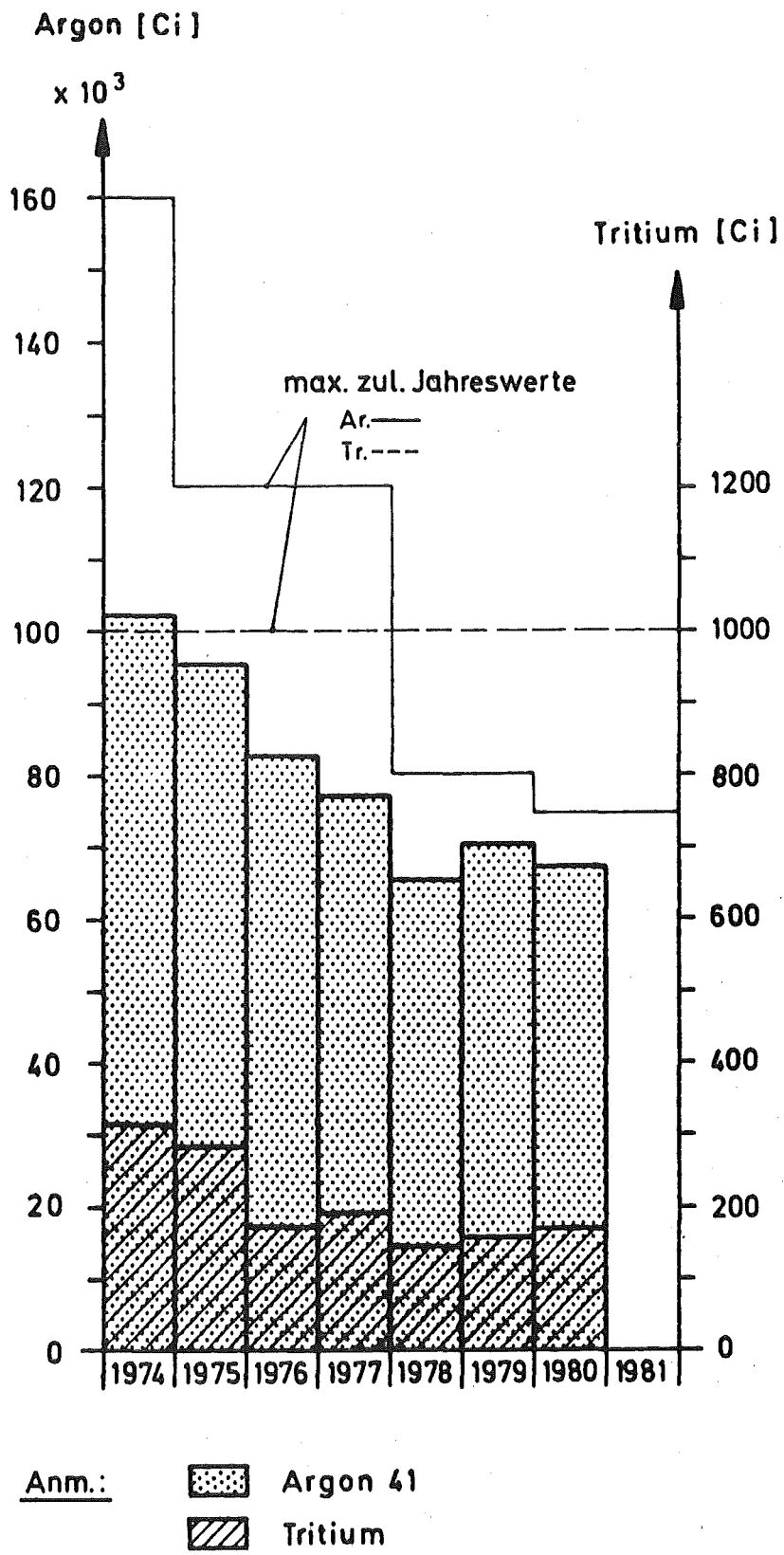
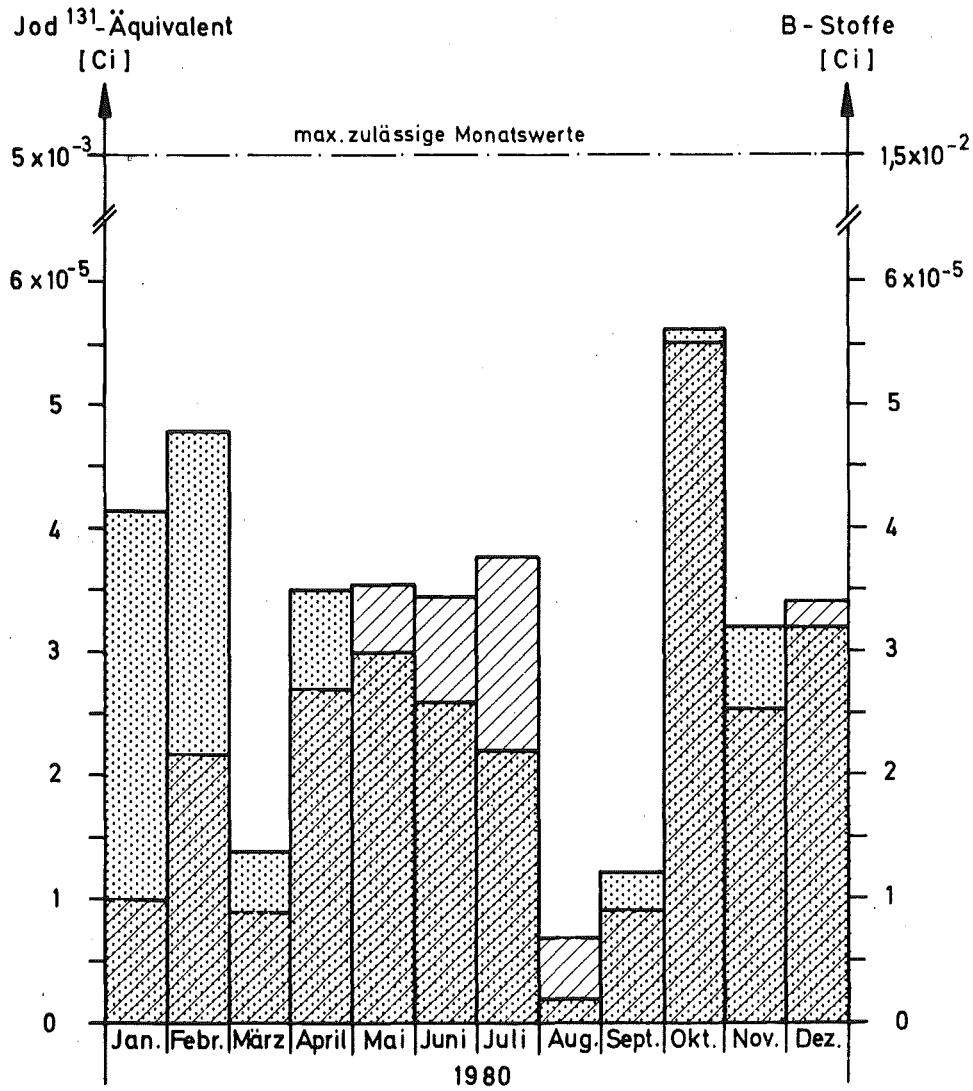



Abb. 5.2: Abgabe von Ar-41 und H-3 (als Wasserdampf) über den FR2-Abluftschornstein seit dem Jahre 1974



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-242m u. Cf-254 unberücksichtigt bleiben können.

Abb. 5.3: Abgabe von Jod-131 und B-Stoffen über den FR2-Abluftschornstein

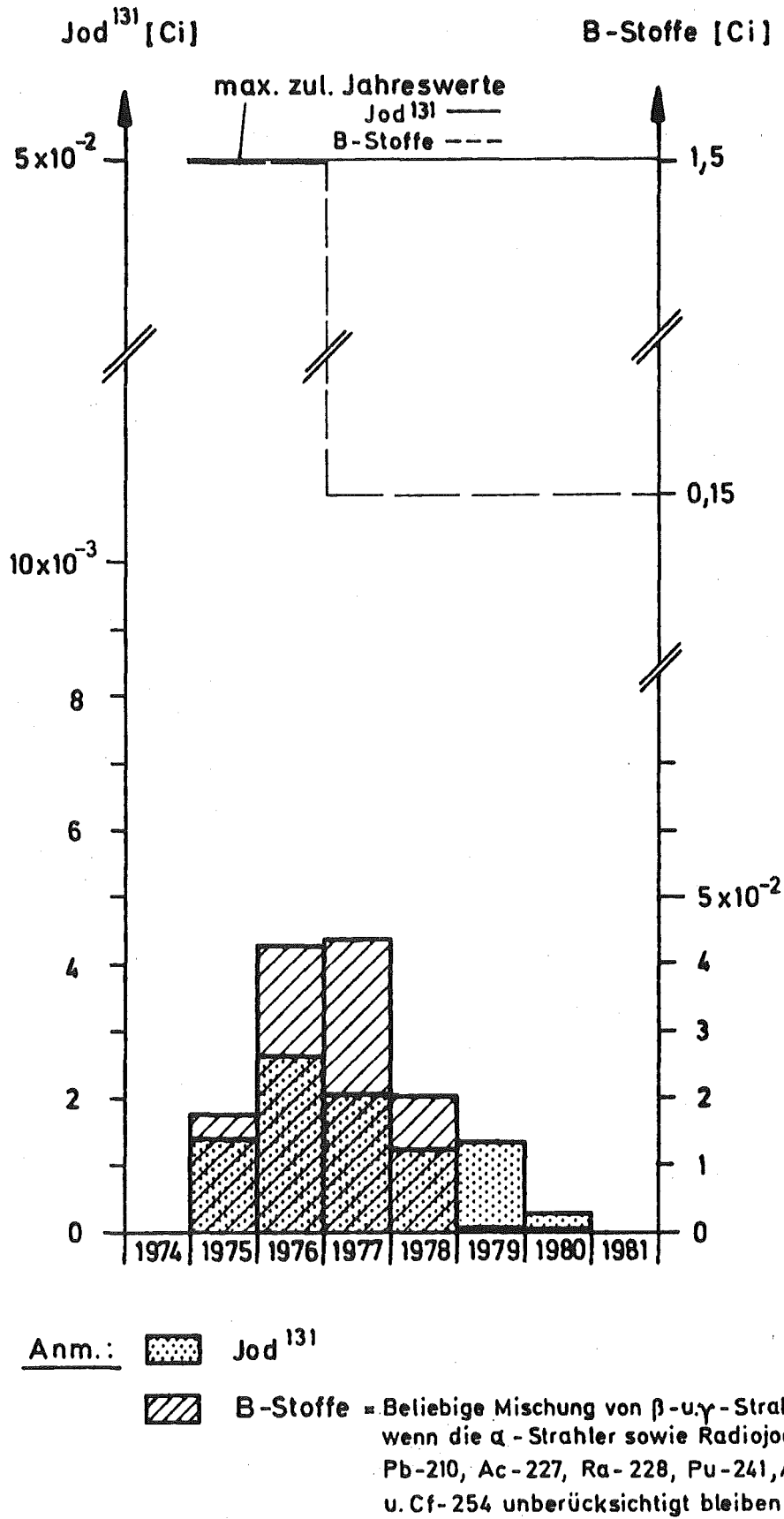


Abb. 5.4: Abgabe von Jod-131 und B-Stoffen über den FR2-Abluftschornstein seit dem Jahre 1975

6. Meldepflichtige Störfälle

Die im Jahre 1980 an das Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung Baden-Württemberg gemeldeten Störfälle können Tabelle 6.1 entnommen werden:

Tabelle 6.1: Störfälle im Jahre 1980

Störfall		Vorkommnis	Störfall-Beseitigung bzw. Vorkehrung gegen Wiederholung
Tag	lfd.Nr.		
07.01.80	67	Blockierte Heiße-Zellen-Schleuse, es standen jedoch noch 4 weitere Schleusen zur Verfügung	Zeitrelais ausgewechselt
09.01.80	68	Druckluftkompressor 4.3 ausgefallen (Kühlung gestört)	Durchflußwächter neu justiert
20.01.80	69	Kühlturnalüfter 2.1 ausgefallen (Mitnehmerbolzen der Kupplung abgeschert)	Ersatzkupplung montiert, Kupplungen der beiden anderen Kühlturnalüfter überholt
21.01.80	70	Rohrbruch der Chemiewasserleitung zur Entsorgung der Wasseraufbereitungsanlage für den Sekundärkreislauf (siehe Pkt. 12.5)	Neue Rohrleitung
03.06.80	71	Mißweisung der Aerosolaktivitätsmeßstelle 4A1 in der Reaktorhalle (siehe Pkt. 12.8)	Anzeigegerät ausgewechselt, Anzeigegeräte gleicher Art werden erneuert
26.06.80	72	Defekt an Halbleitern in der Elektronik der Meßstellen von Kanalgruppe 10 (B-Y-Aktivitätsausstoß aus Abluftschornstein) infolge Blitzeinschlag (siehe Pkt. 12.1)	Meßverstärker repariert
01.09.80	73	Lagerschaden am Abluftgebläse 4.15 (normaler Verschleiß)	Lagerwechsel
09.09.80	74	Membran von Ventil 17.10 während der jährl. Funktionsprüfung gerissen. Abgabe von rd. 770 cm ³ D ₂ O $\hat{=}$ 3,99 Ci H ³ über den Abluftschornstein (siehe Pkt. 12.3)	Neues erprobtes Membranmaterial eingesetzt
08.09.80	75	Weitertransport des Aerosol-Filterbandes der Meßstelle 4A2 gestört.	Zeitschaltwerk ausgewechselt
15.11.80	76	Mangelhafter Kontakt am Steckverbinder der Grenzwerteinheit von Kanalgruppe 2a (siehe Pkt 12.1)	Steckverbinder nachjustiert, Kontakte gereinigt

Alle genannten Störfälle gehörten zur Kategorie C (Meldung mittels Formblätter innerhalb von 2 Wochen). Sie blieben ohne besondere Auswirkungen.

7. Besondere Ereignisse

Im Berichtszeitraum wurden abgebrannte Brennelemente des Typs 8 (UO₂-Element, Anreicherung 2,00 %) zur Wiederaufarbeitung an die GWK übergeben. Einzelheiten können der folgenden Tabelle entnommen werden.

Tabelle 7.1: FR2-BE-Übergabe an GWK

Transport Nr.	Tag	Anzahl der Brennelemente	Gesamtgewicht	
			Uran (kg)	Plutonium (g)
1	22.1.80	44	568,872	1982,92
2	29.1.80	44	567,771	1958,77
3	31.1.80	44	568,384	1933,66
4	16.4.80	44	567,702	2003,54
5	21.4.80	44	566,959	2054,23
6	24.4.80	44	568,057	1961,57
G e s a m t :		264	3 407,745	11894,69



Abb. 7.1:
Transportbehälter "TN1" beladen mit
44 Brennelementen im BE-Lagerbecken

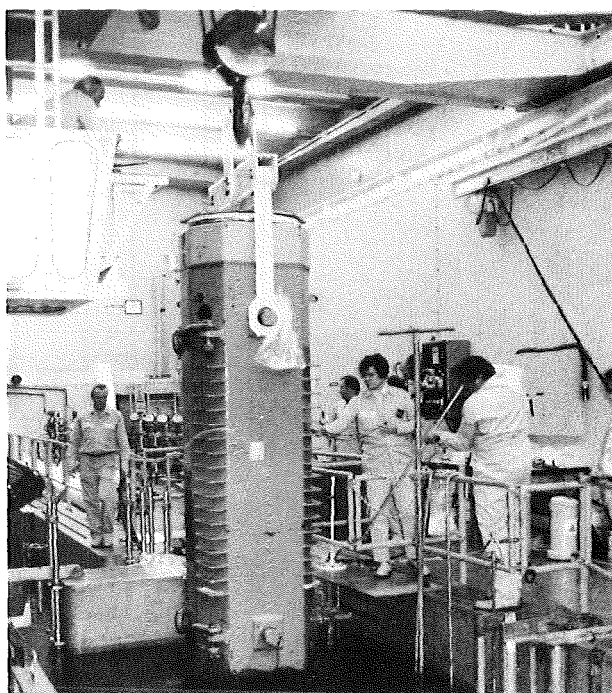


Abb. 7.2:
Beladener Transportbehälter beim Ziehen
aus dem Lagerbecken

8. Funktions- und Wiederholungsprüfungen

Entsprechend den Auflagen wurden im Jahre 1980 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 902 Stunden tätig.

Die Abbildung 8.1 gibt einen vergleichenden Überblick über den Arbeitsaufwand dieser Prüfungen. Weitere Informationen ergeben sich aus den Funktionsprüfungen des Jahres 1980, Formblatt 294 a, Blatt 1 bis 7 in Pkt. 19.

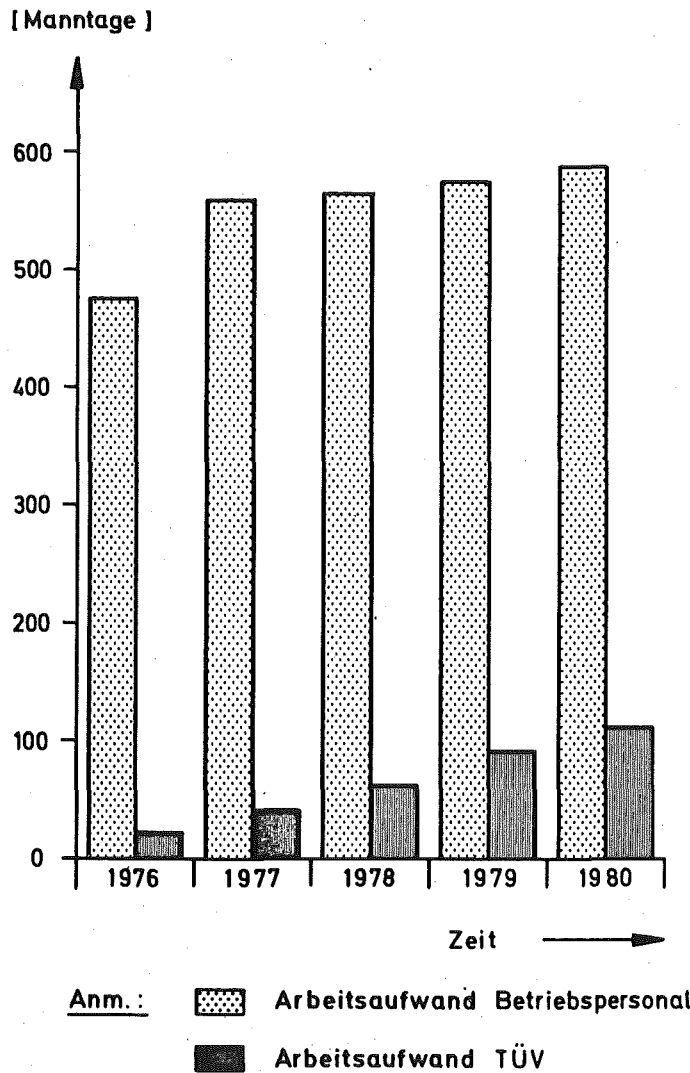


Abb. 8.1: Aufwand für Funktions- u. Wiederholungsprüfungen

9. Beladungszustände und Abbrand

Die Beladung des Reaktors kann aus den unter Pkt. 19 aufgeführten Beladungs- und Belegungsplänen (Formblatt 9/4a) entnommen werden. Eine Übersicht über die Belegung der vertikalen Reaktorpositionen im Jahre 1980 gibt Tabelle 9.1.

Tabelle 9.1: Belegung der vertikalen Reaktorpositionen

Positionsart	Belegung	Jahresanfang 1980		Jahresende 1980	
		(Anzahl)	(%)	(Anzahl)	(%)
Gitter- positionen	mit Brennelementen	174	89,7	175	90,2
	mit Versuchseinsätzen	5	2,6	5	2,6
	nicht besetzt	15	7,7	14	7,2
G e s a m t		194	100	194	100
Zwischen- gitter- positionen	mit Steuer-u. Trimmabschaltstäben	16	27,6	16	27,6
	mit Isotopenbestrahlungseinsätzen	9	15,5	6	10,3
	mit Versuchseinsätzen	9	15,5	9	15,5
	nicht besetzt	24	41,4	27	46,6
G e s a m t		58	100	58	100

Die jeweiligen Beladungszustände zeigt Tabelle 9.2, 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 mittlere Abbrand der 39 ausgebauten Brennelemente des Typs 8 (UO₂, U 235 zu 2 % angereichert) betrug 17,1 MWd/kg Uran (Abb. 9.1).

Tabelle 9.2: Beladungszustand des FR2 im Jahre 1980
(nur Einbauten mit Brennstoff)

Betr.-Phase	Bel. Plan Nr.	Veränderungen zu Beginn des jeweiligen Beladungsplanes												Summe gesamt im Reaktor	Summe der besetzten Positionen				
		Zuladungen				Ausladungen				Umsetzungen					mit Kühlung vom Reaktorkreislauf		auf Zwischengitterpositionen		
		BE-Typ 8	KVE	sonst. Exp.	Kreisl. Exp.	BE-Typ 8	KVE	sonst. Exp.	Kreisl. Exp.	BE-Typ 8	KVE	sonst. Exp.	BE-Typ 8	KVE	sonst. Exp.	Kreisl. Exp.			
A/80	427	9	1			8		1		53			175	3	2	2	182	175	5
	428												175	3	2	2	182	175	5
	429										2		175	3	2	2	182	175	5
B/80	430	4 mit Abbrand				4	1			26			175	3	2	2	182	175	5
	431	1											175	3	2	2	182	175	5
C/80	432	6				6	1			42	1		175	2	2	2	181	175	4
	433		1										175	3	2	2	182	175	5
D/80	434	7				7	1			39			175	2	2	2	181	175	4
E/80	435	7	1			7				44			175	3	2	2	182	175	5
F/80	436												175	3	2	2	182	175	5
G/80	437	7	2			7	1			37			175	4	2	2	183	175	6
	438										1		175	4	2	2	183	175	6
Gesamt:		36 (40)	6			39	4			241	5								

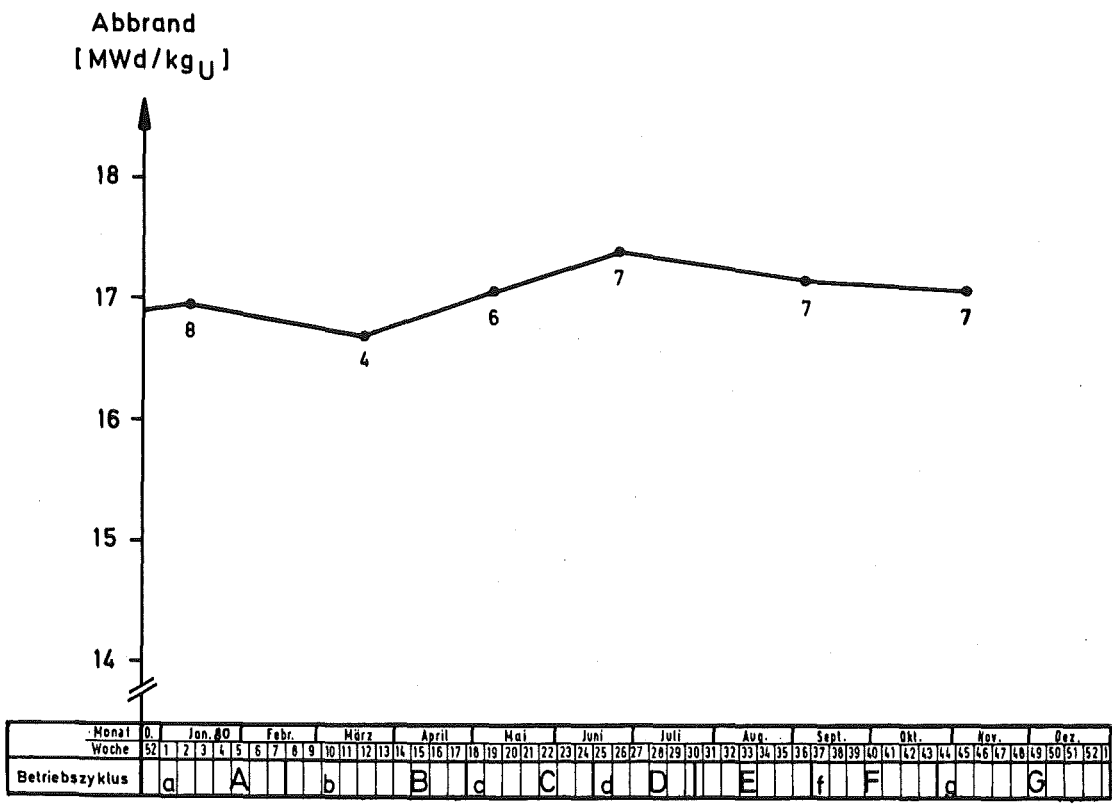


Abb. 9.1: Mittlerer Abbrand u. Anzahl der planmäßig ausgebauten Brennelemente

Wie die Abbildung 9.2 zeigt, konnte durch optimierte Beladungs- und Umsetzungsprogramme eine weitere 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. 17.3) ergeben. Da in diesen Jahren Transientenversuche jeweils in der Mitte einer Betriebsphase durchgeführt wurden, mußte jeweils beim Start die Xe-Vergiftung überwunden werden.

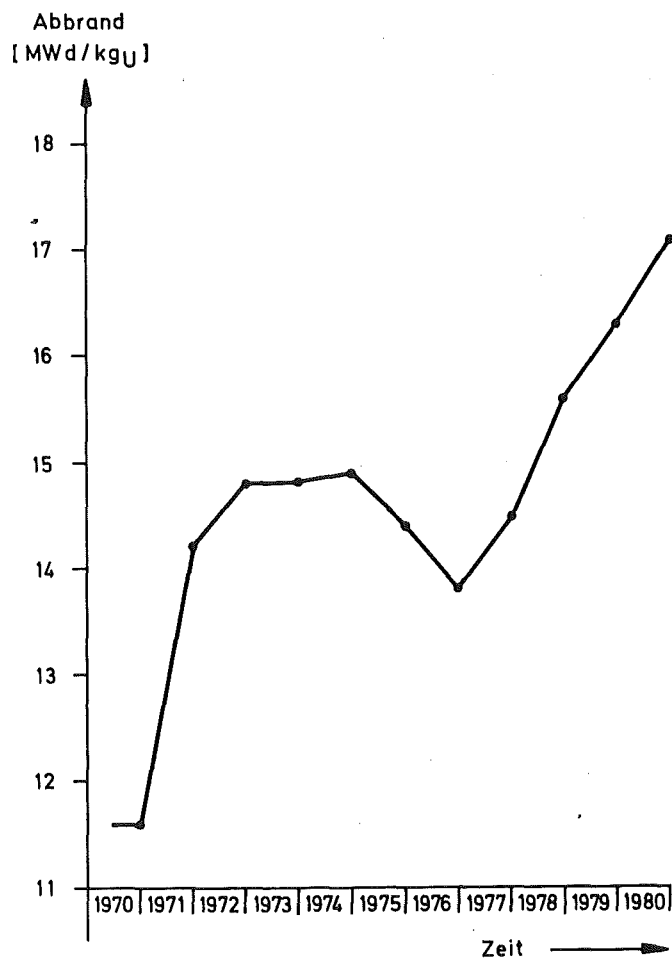


Abb. 9.2: Gemittelter mittlerer Abbrand der planmäßig ausgebauten Brennelemente des Typs 8

10. Reaktivitätsverhalten

Das Zeitverhalten der Reaktivität des FR2 ist aus den in Pkt. 19 befindlichen Diagrammen - Formblatt Nr. 183 e /115 bis 183 e /121 ersichtlich.

Aus der Stellung der Trimmabschaltstäbe konnten die mittlere jährliche Überschubreaktivität 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 1980 durch k_{eff} -Rechnungen abgeschätzt.

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

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

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

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

Daraus ergibt sich ein Reaktivitätsverlust pro Betriebsphase im Jahresmittel von:

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

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:

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

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.

11. Leistungsverteilung und Neutronenflußdichte

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

Im Jahre 1980 ergaben sich daraus:

min.	BE-Einzelleistung:	102 kW
max.	BE-Einzelleistung:	351 kW
mittl.	BE-Einzelleistung:	227 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. 70° C.

12. Betrieb der Reaktorhilfseinrichtungen

Durch vorbeugende Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen konnte ein weitgehend störungsfreier Betrieb der Reaktorhilfseinrichtungen sichergestellt werden. Die Arbeiten sind in den jeweiligen Zyklusberichten des Jahres 1980 dokumentiert.

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

12.1 Reaktorschutzsystem

Die Bestückung der Meßsäule mit neuen Ionisationskammern - Pos. 4, 6, 7 und 9 - wurde fortgesetzt.

Am 26.6.1980 gab es im Gebiet des Kernforschungszentrums Karlsruhe ein kleines Gewitter. Einer der wenigen Blitze schlug um 18.37 Uhr in den Abluftschornstein des FR2 ein und beschädigte die Halbleiter in der Elektronik von Kanalgruppe 10 (β - γ -Aktivitätsausstoß aus Abluftschornstein). Es erfolgte eine Reaktorschnellabschaltung und Abschaltung des Luftkreislaufes mit Gebäudeabschluß. Weiterhin fielen ein Verstärker von Kanalgruppe 8 (β - γ -Aktivität Reaktorhalle) sowie die Windrichtungsmessung aus.

Am 15.11.1980 zeigte eine Grenzwerteinheit von Kanalgruppe 2a bei Leistungsbetrieb anstelle einer Neutronenflußdichte $\varnothing = 4 \times 10^{-1} \varnothing_N$ einen Wert $\varnothing < 3 \times 10^{-7} \varnothing_N$ an. Ursache war ein mangelhafter Kontakt am Steckverbinder der GW-Einheit.

12.2 Regel- und Abschaltetelelemente

Im Berichtszeitraum wurden 3 Trimmabschaltstäbe für TÜV-Inspektionen ausgewechselt.

Tabelle 12.1: Trimmabschaltstabwechsel im Jahre 1980

TA-Stab Absorber Nr.	TA-Stab Pos.	Einbau Datum	Ausbau Datum	Einsatzzeit bei $N > 43 \text{ MW}$ $\overline{[d]}$	Ausbaugrund	ersetzt durch Absorber Nr.
T-2-13	45/29	02.01.79	07.01.80	192	} TÜV-Inspektion, keine Beanstan- dungen	T-2-06
T-2-03	45/13	30.01.74	03.11.80	1510		T-2-13
T-2-04	41/21	18.01.78	03.11.80	538		T-2-01

Zur Reduzierung der Störanfälligkeit sind die Trimmabschalt-Ankunftsmeldungen von Gleich- auf Wechselspannung umgestellt worden.

Die Funktionsfähigkeit der Trimmabschaltstäbe war bei den Funktionsabläufen immer gewährleistet.

12.3 Schwerwasserkreislauf

Während der jährlichen Funktionsprüfung nach PHB 1.104 ist am 9.9.1980 die Membran von Ventil 17.10 (Bypaß Behälter-Reinigungs-kreis) gerissen. Die Störung wurde durch Ansprechen des Feuchte-fühlers Nr. 1433 (Membranüberwachung Ve 17.10) signalisiert, wo-rauf die Prüfung unterbrochen wurde. Beim Begehen des Raumes R107 zeigte sich, daß etwa 1 Liter D₂O über die Steuerleitung von Ve 17.10 in den Raum ausgetreten war. Durch die Abluftüber-wachung wurde eine Abgabe über den Abluftkamin von rund 770 cm³ D₂O \cong 3,99 Ci H³ gemessen.

Die Membran wurde durch ein neues erprobtes Membranmaterial er-setzt.

Die Tabellen 12.2 und 12.3 sowie Abbildung 12.1 geben einen Über-blick über den Bestand an D₂O und dessen Analysenwerte.

Tabelle 12.2: D₂O-Bilanz für das Jahr 1980

D ₂ O-Bestand im FR2 am 1.1.1980			39.571,750 kg
<u>Anderungen:</u>			
Zeitraum	Menge	Bemerkungen	
Eingang:			
01.01.80 bis 31.12.80	0,000 kg		± 0,000 kg
Abgaben:			
01.01.80 bis 31.12.80	125,790 kg	an verschiedene Institute (intern und extern)	- 125,790 kg
Verluste:			
01.01.80 bis 31.12.80	39,600 kg	bei Aus- und Umbau von Reaktoreinsätzen sowie bei Montagearbeiten im D ₂ O-Kreis- lauf	- 39,600 kg
D ₂ O-Bestand im FR2 am 31.12.1980			39.406,360 kg

Tabelle 12.3: Analysen des D₂O

	Jahres		Bemerkungen
	Anfang	Ende	
Isotopenreinheit [Mol %]	99,638	99,630	Abreicherung kontinuierlich wegen Aus-, Ein- und Umsetzungen von vertikalen Core-Einbauten
H ³ -Konzentration [Ci/l]	5,9	11.6.80 6,0 5,2	kontinuierlich ansteigend (Sättigungsaktivität noch nicht erreicht) 11.6.80: Meßstellenkalibrierung
Leitfähigkeit [s/cm]	0,02	0,3	Mischbettfilter teilweise erschöpft (Sättigung noch nicht erreicht)

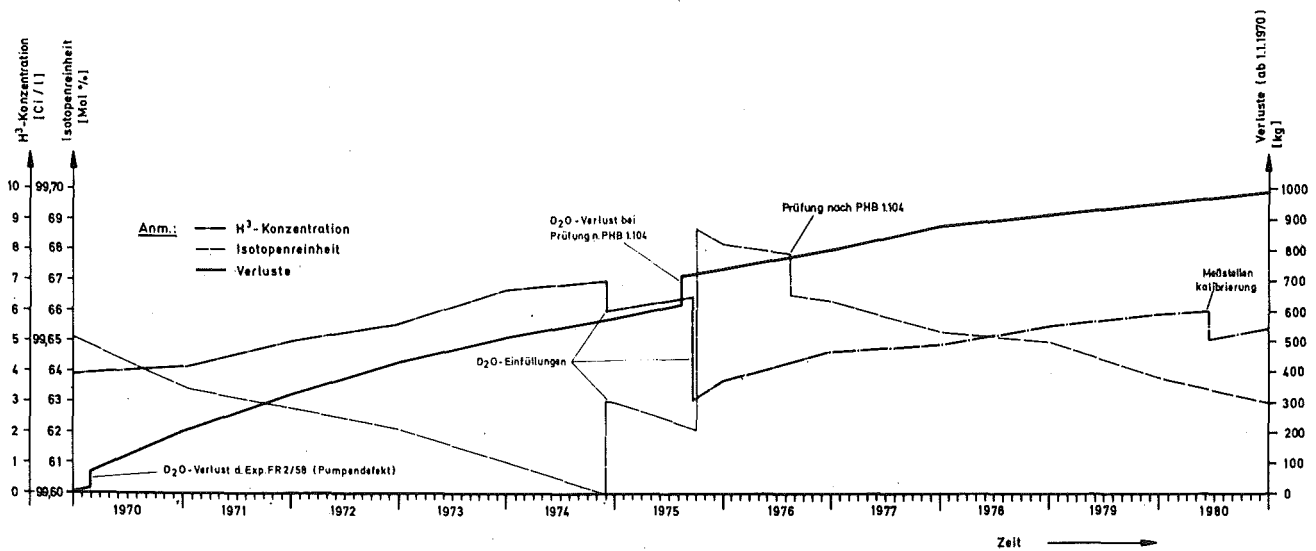


Abb. 12.1: Schwerwasser-Werte seit 1970

Isotopenreinheit, Tritiumkonzentration und Verluste (kumulativ)

12.4 Heliumkreislauf

Der Helium-Hauptkreislauf und der Helium-Steuerkreislauf konnten nahezu störungsfrei betrieben werden. Die Betriebsdaten können der Tabelle 12.4 entnommen werden.

Tabelle 12.4: Betriebsdaten des Kreislaufheliums

		Bemerkungen
mittl. N ₂ -Gehalt	1,5 %	durch Lufteinbrüche
mittl. O ₂ -Gehalt	0,7 %	Konstanthaltung durch gezielte Zudosierung
He-Verlust	116 m ³	bei Montage, Reparaturarbeiten und Brennelementumsetzungen
Anzahl der He-Reinigungen	4	Dazu waren rd. 16 Nm ³ flüssiger Stickstoff erforderlich. Es wurden rd. 8 m ³ Luft ausgereinigt.

12.5 Leichtwassersysteme

In den Leichtwassersystemen traten keine nennenswerten Störungen auf.

Tabelle 12.5: Wasserverbrauch und Erzeugung von vollentsalztem Wasser

Verbrauch/Erzeugung	Menge
Rohwasserverbrauch	335 825 m ³
Erzeugung von vollentsalztem Wasser	229 713 m ³
Anzahl der Regenerationen	248
Verbrauch an Regenerationsmitteln	
Natronlauge	73,0 t
Salzsäure	223,2 t

Tabelle 12.6: Abwasser im FR2-Bezirk

Abwasserart/-system	Abwassermenge [m ³]	Bemerkungen
Regenwassernetz	77 268	hauptsächlich Kühlwasser
Chemieabwasser	27 773	hauptsächlich aus Wasseraufbereitungsanlage
radioaktives Abwasser	161	
häusliches Abwasser	6 000	
Gesamt-Abwasser	235 825	

Über die Kühltürme wurden 224 623 m³ Wasser verdampft.

Im Bereich der Wasserentsorgung gab es folgende besondere Ereignisse:

Am 21.1.80 wurde gegen 2.45 Uhr ein Leck in der Abwasserleitung für nichtradioaktive Chemieabwässer festgestellt. Über der Bruchstelle wurde Erde ausgespült. Da zunächst keine Chemiewasserentsorgung der Wasseraufbereitungsanlage über die defekte Rohrleitung zum Klärwerk mehr möglich war, wurde der Reaktor von Hand abgeschaltet.

Zur Begutachtung des Defekts wurden der Technische Überwachungsverein eingeschaltet und die zuständigen wasserrechtlichen Behörden verständigt.

Um den Ausfall an Reaktorbetriebszeit so gering wie möglich zu halten, wurden die Chemieabwässer bis zur Erstellung der neuen Leitung mittels Tankwagen entsorgt, so daß der Reaktor am 1.2.80 wieder angefahren werden konnte. Durch diese Störung entstand ein Ausfall an Reaktor-vollastbetriebszeit von insgesamt 265 Stunden. Die Reparaturarbeiten dauerten bis zum 28.3.80.

Um Verunreinigungen des vorhandenen H₂O-Sumpfsystems durch Wasch- und Putzwässer weitgehend zu vermeiden, wurde in der 42. Woche 1980 die Einleitung des Schmutzwassers im Reaktorgebäude vom H₂O-Sumpfsystem getrennt und ein neues Schmutzwassersystem in Betrieb genommen.

12.6 Lüftungssysteme

Die Lüftungssysteme des FR2 verursachten keine Störungen des Reaktorbetriebs.

Infolge der durchgeführten Wartungs- und Reparaturarbeiten an den Druckluftkompressoren mußten wie in den Vorjahren 271 m³ Druckluft von der zentralen Druckluftversorgungsanlage des Kernforschungszentrums bezogen werden.

12.7 Elektrische Energieversorgung

Wegen altersbedingter Korrosion an den Anschluß- und Aufhängefahnen der 60V- u. 220V-Batterien der Energieversorgung mußten die Batterien in der 30./31. Woche 1980 ausgewechselt werden.

In der 44. Woche 1980 wurde die 220/380V-Energieversorgung der Schaltwarte durch 3 redundante, netzunabhängige Notstromeinspeisungen ertüchtigt. Die neue Netzumschaltanlage wurde im Geräteraum der Schaltwarte installiert, im Beisein eines TÜV-Sachverständigen am 7.11.80 geprüft und ohne nennenswerte Beanstandungen zur sofortigen Benutzung freigegeben.

Der Verbrauch an elektrischer Energie lag mit

rund 11 622 648 kWh

in der Größenordnung des Vorjahres.

12.8 Aktivitätsmeßstellen

Der Einbau der vom TÜV verlangten Prüfbuchsen zur Kalibrierung der Aktivitätsmeßstellen wurde im Berichtszeitraum abgeschlossen. Damit ist die Möglichkeit geschaffen, mit Standardsignalen die Elektronik zu prüfen.

Am 3.6.80 wurde bei der jährlichen Wiederholungsprüfung nach PHB 1.114 mit Prüfpulsgeber an der Meßstelle 4A1 eine Mißweisung von bis zu 30 % festgestellt. Erschütterungen an der Meßstelle durch zyklische Aus-Ein-Schaltungen des Gebläses für die Filterbestäubung hatten das Lager des Anzeigegerätes beschädigt (schwergängig). Das Anzeigegerät wurde gewechselt und die Meßstelle neu kalibriert. Anzeigegeräte gleicher Art werden erneuert.

Wegen eines Defekts am Zeitschaltwerk erfolgte am 8.9.80 nach Ablauf eines Meßzyklus kein Weitertransport des Aerosol-Filterbandes für Luftstaubmessung (Filterbandgerät 4A2). Die Luftstaubüberwachung wurde vorübergehend nur über Fortluftkontrollfilter von HS durchgeführt. Das Zeitschaltwerk wurde ausgewechselt.

In der Betriebsphase G/80 wurden die H_3 -Aktivitätsmeßstelle 4A82, die Feuchtemeßstelle 4F28 und die Luftdurchsatzmeßstelle 4Q66d über ADU/Interface an einen Kleinrechner angeschlossen. Aus den genannten Meßstellen in der Schornsteinabluft ermittelt bzw. speichert der Rechner u.a.

Gesamtabgabe H_3 -Aktivität des Vortages (Ci),
Gesamtverlust D_2O des Vortages (g),
aufgelaufenen Tagesverlust D_2O ab Mitternacht,
aufgelaufenen Tageswert der H_3 -Abgabe ab Mitternacht
laufenden Momentanwert der H_3 -Abgabe pro Stunde und
laufenden Momentanwert des D_2O -Verlustes pro Stunde.

Die Momentanwerte werden alle 20 Minuten mit dem automatischen Probenwechsel der Ausfrieranlage aktualisiert.

Vom 15.1.80 bis 24.3.80 wurde durch das Institut für Strahlenhygiene des Bundesgesundheitsamtes München im Auftrag des BMI C-14 Messungen in der Fortluft durchgeführt. Es ergab sich eine Mittelwertmessung von $1,75 \cdot 10^{-9} \text{Ci/m}^3$ und zwar 57 % des C-14 Gehaltes in Form von $^{14}\text{CO}_2$ und 43 % als nicht als CO_2 gebunden.

13. Isotopenproduktion und Probenbestrahlungen

13.1 Isotopenproduktion (Kapselbestrahlungen)

Die Herstellung radioaktiver Isotope erfolgte in drei Einrichtungen:

a) Experiment FR2/1:

6 luftgekühlte vertikale Bestrahlungskanäle auf Zwischengitterpositionen des Reaktorkernes

b) Experiment FR2/38:

6 luftgekühlte vertikale Bestrahlungskanäle in der thermischen Säule, davon 2 Kanäle mit einer Drehtellereinrichtung 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 1501 Kapseln (siehe Tabelle 13.1) mit zum Teil mehreren Proben im Auftrag von Industrie, internen und externen Forschungsinstituten sowie von Hochschulen bestrahlt.

Tabelle 13.1: Zusammenstellung der Isotopenbestrahlungen im Jahre 1980

Isotopenproduktion	Beladeoperationen	Anzahl der bestr. Kapseln (m.z.T. mehreren Proben)	Flußmessungen
Exp. FR2/1 (Bestrahlung auf Zwischengitterpos.)	190	705	41
Exp. FR2/38 (Bestrahlung i.d. Therm. Säule)	48	48	1
Exp. FR2/44 (Bestrahlung i.d. Rohrpostanlage)	748	748	--
G e s a m t :	986	1 501	42

Wie die Abbildung 13.1 zeigt, ist die Isotopenproduktion gegenüber den Vorjahren rückläufig. Ein Teil der externen Auftraggeber ist zur Sicherstellung seines Isotopenbedarfs - wegen der geplanten FR2-Stillegung - auf andere Reaktoren ausgewichen.

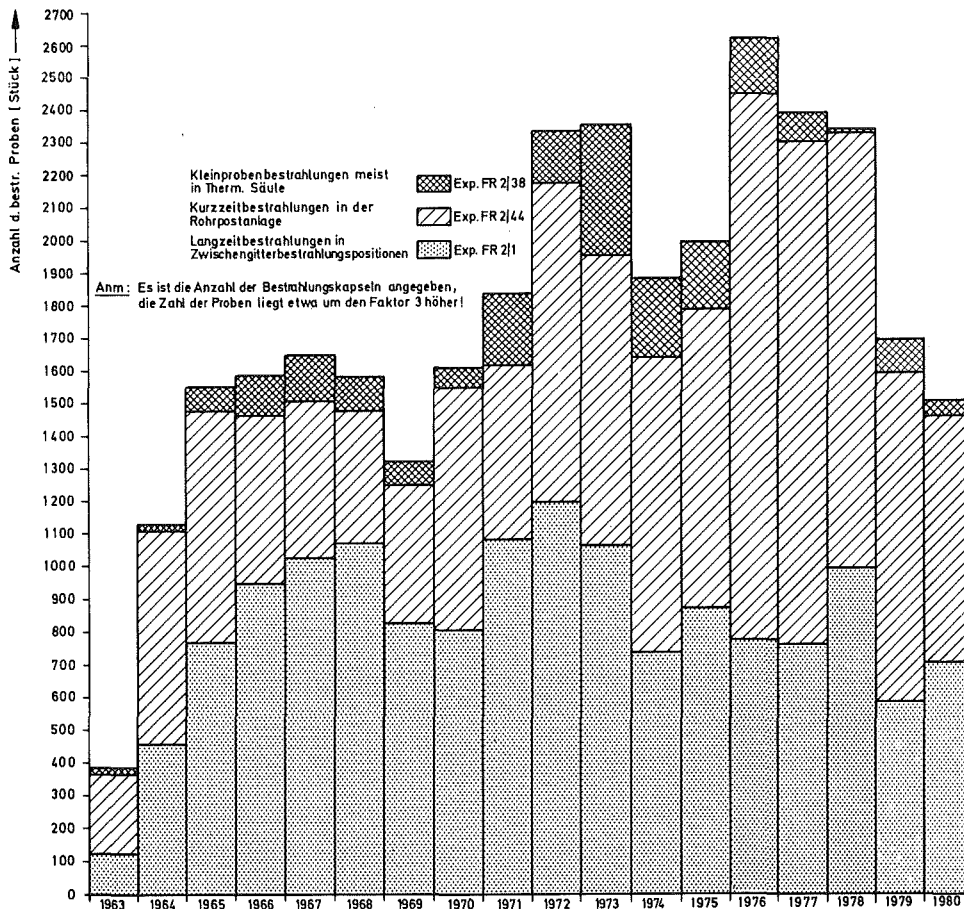


Abb. 13.1: Isotopenproduktion am FR2

In der Abschaltphase a/80 wurde die Anzahl der Bestrahlungsmöglichkeiten auf Zwischengitterpositionen (Exp. FR2/1) von 9 Positionen auf 6 Positionen reduziert. Der Ausbau der 3 gegenüber Iso-Plan Nr. 14 fehlenden Isotopenkanal-Tauchrohre Pos. 37/15, 41/09 und 45/15, die bisher wenig genutzt worden waren, erfolgte zur Herabsetzung der Argon 41-Abgabe über den FR2-Abluftkamin.

Der Beladeplan Iso 15 ersetzt den Beladeplan Iso 14 (siehe Pkt. 19 Formblatt 9 b).

13.2 Bestrahlung 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 dem Jahre 1970 im Sagebecken 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 32 Bestrahlungen, einer Gesamtbestrahlungszeit von 649 Proben-Tagen und einer gemessenen Ionendosis zwischen 10^4 und $3 \cdot 10^8$ rad je Probe wie bisher gut genutzt.

Einen Überblick über die Bestrahlungen seit der Inbetriebnahme gibt Abbildung 13.2.

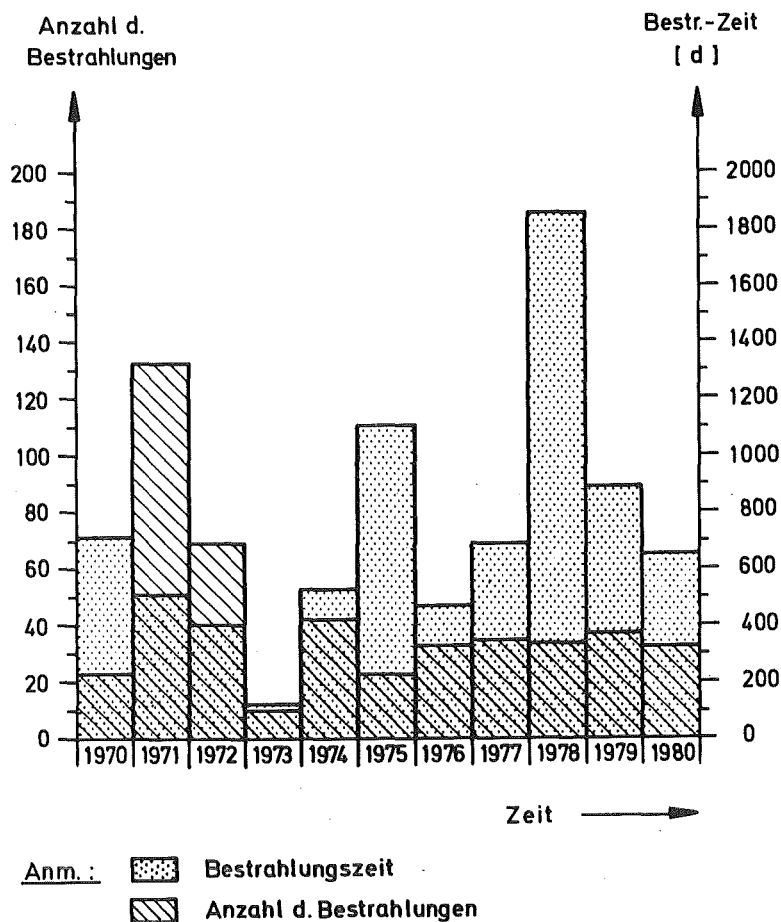


Abb. 13.2: Bestrahlungen in der γ -Bestrahlungseinrichtung des FR2

13.3 Bestrahlung von Brennstoffplatten (Exp. FR2/89-1 u. 2)

In den D₂O-gekühlten Isotopen-Bestrahlungseinsätzen wurden zur Erzeugung von Spaltmolybdän aus kurzzeitig bestrahltem Uran-235 und damit zur Technetium-99^m-Gewinnung für medizinische Zwecke 101 Brennstoffplatten (Tabelle 13.2) bestrahlt.

Tabelle 13.2: Brennstoffplattenbestrahlungen in den D₂O-gekühlten Isotopeneinsätzen - Kernposition 53/09 und 53/23 -

Bestrahlungs- zeitraum (Zyklus)	position	Anzahl der bestrahlten Platten	lfd. Bestr.-Nr. Exp. FR2/89-	Ges. Bestrahl. Zeit bei N>43 MW [h]
A/80	--	--	---	---
B/80	57/23	8	62 bis 64	436
C/80	53/09	30	65, 67, 68	715
	57/23	10	66	241
D/80	53/09	10	69	214
E/80	--	--	---	---
F/80	53/09	27	70, 72, 74	510
	57/23	16	71, 73	479
G/80	--	--	---	---
Gesamt:	53/09	67	-----	1439
	57/23	34	-----	1156
	Σ:	101	-----	2595

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

Aus der Gas-Aktivierungsanlage wurden keine Proben gezogen.

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

Im Berichtszeitraum erfolgten keine Bestrahlungen.

Zur Reduzierung der Argonabgabe wurde die Bestrahlungsposition 49/05 stillgelegt. Damit stehen noch die Positionen 32/17 und 45/09 für Siliziumbestrahlungen zur Verfügung.

14. Strahlrohrexperimente

An den nutzbaren Strahlrohrausgängen sind z.T. durch Mehrfachnutzung 22 Versuchsanordnungen (Abbildung 14.1) aufgebaut. Rund die Hälfte der Anlagen waren für Experimente aus den Forschungsbereichen nukleare Festkörperphysik und Strukturanalyse des Instituts für Angewandte Kernphysik des Kernforschungszentrums in Betrieb; die vorhandenen Neutronenbeugungsanlagen wurden nahezu ganz von externen Gruppen verschiedener Universitäten und Forschungsinstitute genutzt (siehe Tabelle 14.1).

Das seit 1979 vor dem Strahlrohrkanal R1 im Aufbau befindliche Experiment FR2/113 (Zweiachsenspektrometer für polarisierte Neutronen) wurde im September 1980 in Betrieb genommen.

Gleichzeitig ging die Versuchsreihe des Experiments FR2/112 (Rohrpost-II-Bestrahlungsanlage zur Bestimmung der Nachzerfallswärme von U-235 im Zeitbereich von 10-1000 Sekunden) nach erfolgreichem Bestrahlungsprogramm zu Ende. Die zugehörigen Einrichtungen am Th_{0st}-Strahlrohrkanal sind abgebaut.

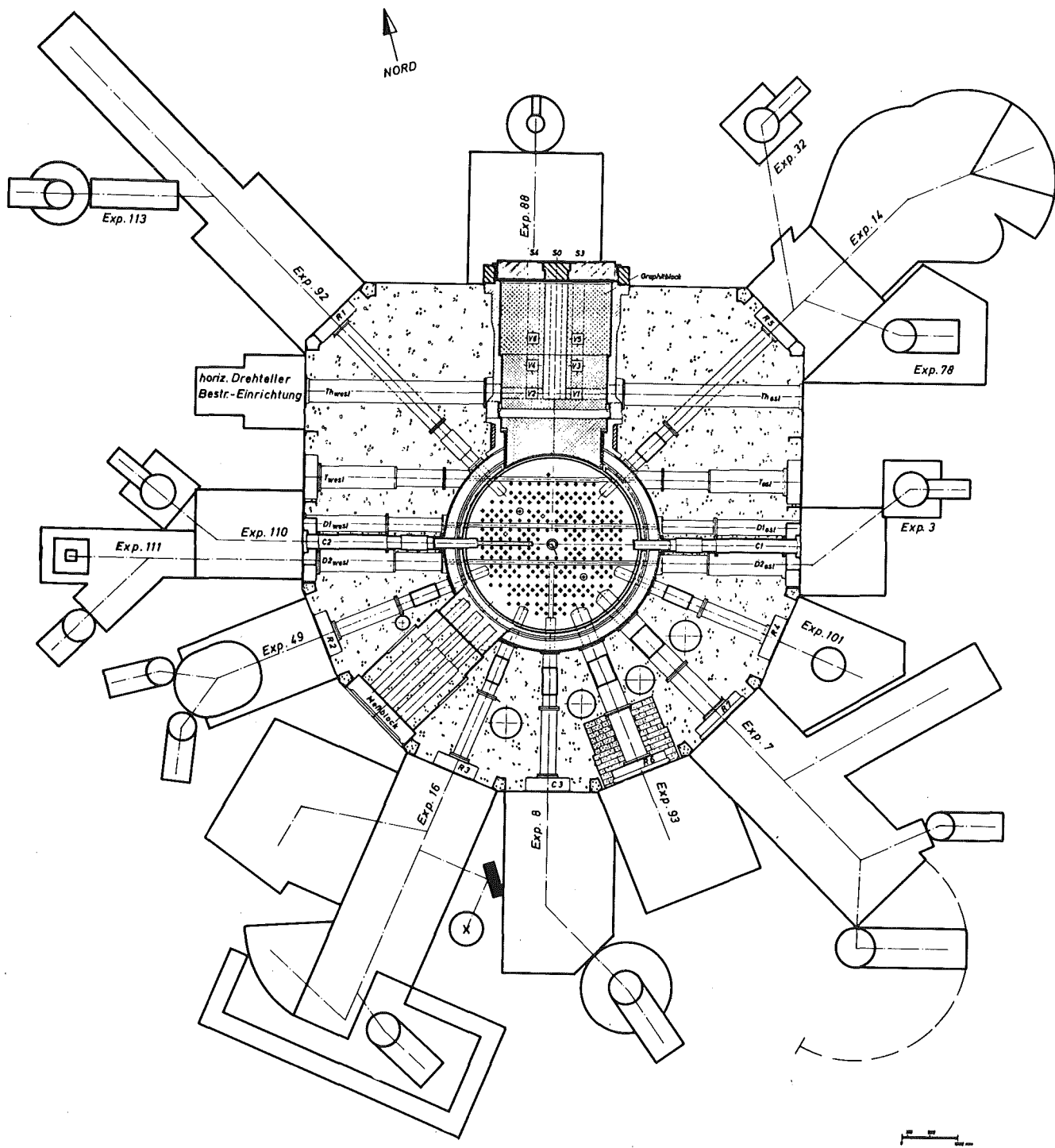


Abb. 14.1: Strahlrohrexperimente am Forschungsreaktor FR2
(Stand Dezember 1980)

Tabelle 14.1: Nutzung der verschiedenen Strahlrohrpositionen des FR2
im Jahre 1980

Reaktor-Pos.	Exp.-Nr. FR2/...	Exp.Zeit [d]	rel. Nutzung [%]	Bezeichnung des Experiments	Benutzer
C2	110	179	93 *)	Vierkreisdiffraktometer	Uni Marburg (Anorg.Chemie) Uni Freiburg (Kristallographie) Uni Frankfurt (Kristallographie) TH-Darmstadt (Phys. Chemie) MPI-Stuttgart
C3	8	193	100	Dreiachsenspektrometer	IAK/I, FuE-Programm Nr. OA2A
R1	92	144	75 *)	Kernresonanzspektrometer Zweiachsenspektrometer	IAK/I, FuE-Programm Nr. OA2Au.OA2E Uni Heidelberg
	113			Aufbau u. Betrieb	Zweiachsenspektrometer
R2	49	193	100	Zweikreisdiffraktometer	TH-Darmstadt (Strukturforschung)
				Vierkreisdiffraktometer	TH-Darmstadt (Strukturforschung)
R5	14	193	100	Zweikreisdiffraktometer	Uni Tübingen (Kristallographie) Uni Marburg (Anorg. Chemie) MPI-Stuttgart IAK/I, FuE-Programm Nr. OA2A
	32			Vierkreisdiffraktometer	Uni Marburg (Anorg. Chemie) Uni Aachen (Kristallographie) Uni Tübingen (Kristallographie) Uni Frankfurt (Kristallographie) MPI-Stuttgart IAK/I, FuE-Programm Nr. OA2A
	78			Zweikreisdiffraktometer	Uni Frankfurt (Kernphysik)
R3	16	186	97 *)	Kalte Neutronenquelle für Flugzeitspektrometer 1+2 Zweiachsenspektrometer 1+2	IAK/I FuE-Programm Nr. OA2A FuE-Programm Nr. OA2E
R4	101	173	90 *)	Mehrzweckspektrometer	IAK/I, FuE-Programm Nr. OA2E
R6	93	188	98 *)	Doppelmonochromator	IAK/I, FuE-Programm Nr. OA2A
R7	7	193	100	Drehkristallspektrometer Phononenmeßplatz	IAK/I, FuE-Programm Nr. OA2A
D2-ost	3	188	98 *)	Vierkreisdiffraktometer	Uni Marburg (Anorg. Chemie) Uni Frankfurt (Kristallographie) IAK/I, FuE-Programm Nr. OA2A

Reaktor-Pos.	Exp.-Nr. FR2/...	Exp.Zeit [d]	rel. Nutzung [%]	Bezeichnung des Experiments	Benutzer
T-ost	---	---	---	Kein Experimentierbetrieb	
T-west	---	---	---	Kein Experimentierbetrieb	
Th-west	38	siehe Isotopen- bestrahlungen		Drehtellerbestrahlungsein- richtung	interne und externe
Th-ost	112	122 Betrieb u. Abbau	100	Rohrpostbestrahlungsanlage	INR, FuE-Programm Nr. OD3C
D2-west	111	162	84 *)	Meßplatz für Filmmethoden	Uni. Tübingen (Kristallographie)
D1-ost D1-west	44	siehe Isotopen- bestrahlungen		Rohrpostbestrahlungsein- richtung	interne und externe
S4	88	siehe Neutronen- radiographie		Neutronenradiographieanlage	interne

Anmerkung: *) Verkürzte Experimentierzeiten infolge Auf-, Um- oder Instandhaltungsarbeiten

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

15. 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 95 Aufnahmen von bestrahlten und unbestrahlten Prüflingen aus den Transientenversuchen zum Brennstabversagen für das PNS-Versuchsvorhaben (Exp. FR2/102) gewonnen.

16. Kapselversuchseinsätze (KVE)

Im Jahre 1980 waren bis zu vier instrumentierte Brennstoff-Kapselversuchseinsätze aus der Experimentreihe FR2/86 (Brennstoffmischoxid-Bestrahlungen, Parametertests) gleichzeitig im Reaktorkern eingebaut.

Eine Zusammenfassung dieser KVE-Bestrahlungen zeigt Tabelle 16.1.

Tabelle 16.1: Betriebsdaten der Kapselversuchseinsätze

KVE Nr.	Exp.	Brennstoff	Anzahl der Prüflinge	Einbau Tag	Ausbau Tag	Bestrahlungszeit bei $N > 43 \text{ MW}$ [d]
159	86	UO ₂ /PuO ₂	3	09.05.1979		
160	86	UO ₂ /PuO ₂	3	15.11.1979		
161	86	UO ₂ /PuO ₂	3	11.01.1980 (Nachbestrahlung) 02.06.1980	18.03.1980 25.06.1980	32
162	86	UO ₂ /PuO ₂	3	18.03.1980	05.05.1980	37
163	86	UO ₂ /PuO ₂	3	05.09.1980	10.11.1980	39
164	86	UO ₂ /PuO ₂	3	05.11.1980		
165	86	UO ₂ /PuO ₂	3	05.11.1980		

Durch den Betrieb der KVE gab es folgende Auswirkungen auf den Reaktorbetrieb:

- 19.01.1980: KVE 159 und 160 zur Erhaltung der vorgesehenen Betriebstemperatur umgesetzt.
- 02.06.1980: KVE 161 zwecks Nachbestrahlung nochmals eingebaut.
- 23.09.1980: Beim Reaktorstart zeigten - bei erreichter Vollast - die im Kern eingebauten KVE zu hohe Temperaturen. Die Reaktorleistung wurde von 44 MW auf 42 MW zurückgenommen. Durch Trimmen des Reaktors mittels der Trimmabschaltstäbe konnten die max. zulässigen Grenztemperaturen in den KVE eingehalten werden.
- 14.11.1980: KVE 164 zur Erhaltung der vorgesehenen Betriebstemperatur umgesetzt.

Insgesamt entstand ein Ausfall an Reaktorvollastbetriebszeit von 24 Stunden.

17. Kreislaufexperimente

Die großtechnischen Kreislaufexperimente

Exp. FR2/2: Tieftemperatur-Bestrahlungsanlage für das MPI-Stuttgart,

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

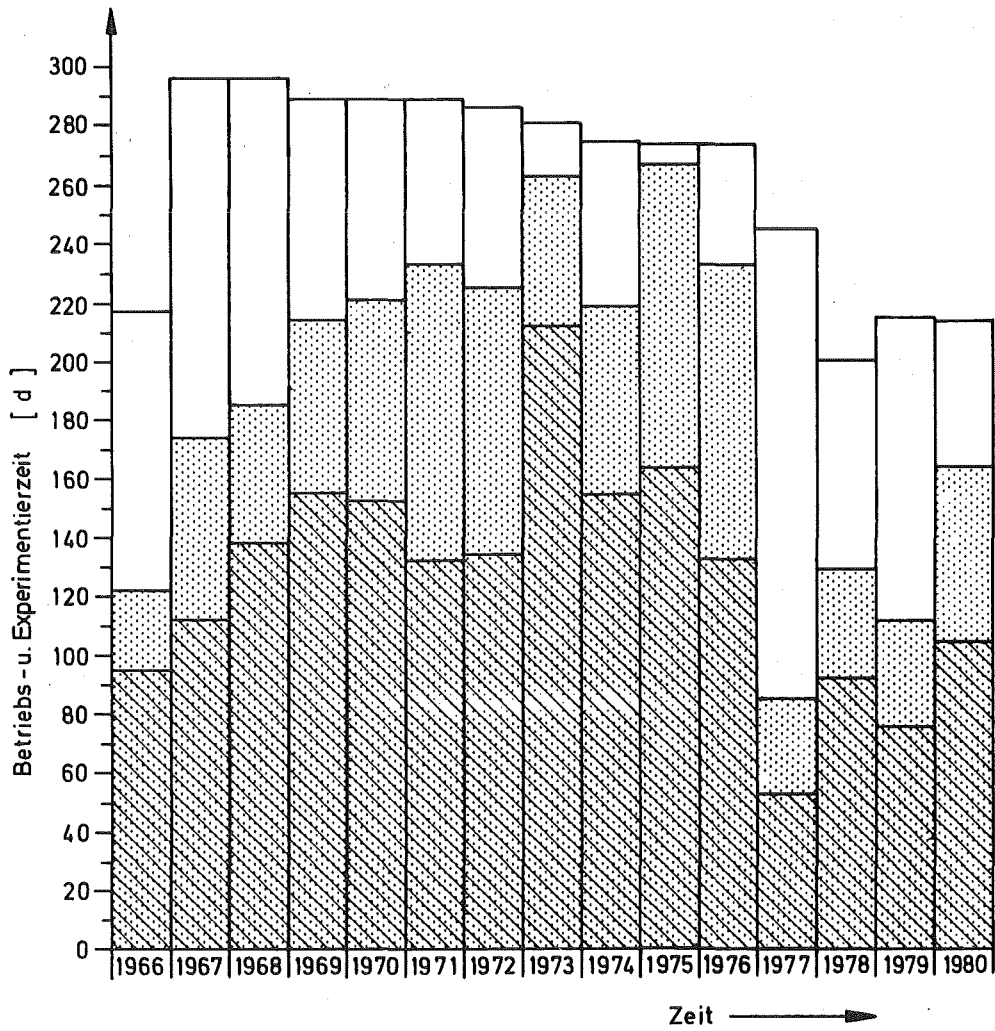
Exp. FR2/55b: Heißdampf-Hochdruckkreislauf für Projekt Nukleare Sicherheit

wurden im Jahre 1980 entsprechend dem Diagramm in Abbildung 17.1 betrieben.

Tabelle 17.2: Probenbestrahlungen in der Tieftemperatur-Bestrahlungseinrichtung

Proben-Nr.	Versuchszeitraum		Versuchsdauer [h]	Bemerkungen
	von	bis		
TK 77	05.02.80	15.02.80	244,3	Bestrahlung bei 20 K
Fe B 1	25.03.80	28.03.80	71,0	Bestrahlung bei 145 K
DB 44 u. DB 39	28.03.80	28.03.80	2,3	} Messung ohne Bestrahlung
DB 75 u. DB 61	31.03.80	31.03.80	3,5	
DB 42 u. DB 39	01.04.80	01.04.80	2,0	
DB 75, DB 61, DB 39 u. DB 42	02.04.80	02.04.80	3,5	
DB 39	09.05.80	09.05.80	0,5	
DB 75 u. DB 61	12.05.80	12.05.80	3,5	
DB 33 u. DB 75	13.05.80	13.05.80	5,3	
DB 33	14.05.80	14.05.80	2,3	
Fe B 2	20.05.80	20.05.80	3,3	
TK 78	28.05.80	13.06.80	389,8	
TK 79	02.07.80	21.07.80	454,8	Bestrahlung bei 20 K
Fe B 4	22.07.80	22.07.80	1,8	Messung ohne Bestrahlung
Fe B 3	22.07.80	25.07.80	67,0	Bestrahlung bei 20 K
TK 80	24.09.80	01.10.80	168,0	Ohne Bestrahlung bei 20 K gemessen und getempert
TK 81	01.10.80	24.10.80	551,7	Bestrahlung bei 20 K, Messung mit Tempern
TK 82	17.11.80	21.11.80	101,5	Ohne Bestrahlung gemessen
TK 83 *)	24.11.80	26.11.80	47,3	} Bei 20 K bestrahlt und gemessen
FFB 5	03.12.80	11.12.80	197,0	
Fe 86	12.12.80	12.12.80	5,0	Ohne Bestrahlung gemessen
Fe 87	13.12.80	19.12.80	143,3	Bestrahlung bei 20 K
Experimentierzeit:			2468,7	

*) Während des Ziehvorgangs löste sich die Probe (ca. 170 mm Fe-Draht) von ihrer Befestigung und fiel in den Versuchseinsatz. Die Bergung erfolgte in der Abschaltwoche a/81.






Anm.:  Planm. Reaktorbetriebszeit
 Betriebszeit des Experimentes
 Experimentierzeit

Abb. 17.2: Betriebs- u. Experimentierzeit der Tieftemperaturbestrahlungsanlage (Exp. FR2/2)

Am 03.04.1980 wurde durch das Experiment eine Reaktorschnellabschaltung ausgelöst. Ursache war der Bruch einer Kolbenstange an der Expansionsmaschine Mo8. Die Instandhaltungsarbeiten dauerten rund 25 Tage.

Eine weitere Reaktorabschaltung durch diese Anlage erfolgte am 14.11.1980 infolge Fehlbedienung beim Auswechseln einer Kontrollleuchte, wobei es zu einem kurzzeitigen Spannungseinbruch in der Grenzwerteinheit kam. Der Spannungseinbruch ließ die Grenzwerte der Meßstellen 2P-T14/15 sofort ansprechen und bewirkte eine automatische Anlagenabschaltung (Fall "A"), welche dann die Reaktorabschaltung auslöste.

Der Ausfall an Reaktorvollastbetriebszeit betrug insgesamt 8 Stunden.

17.2 Kalte Neutronenquelle (Exp. FR2/16)

Das Kreislaufexperiment dient zur Gewinnung von subthermischen Neutronen ($E < 0,005$ eV) mit ausreichender Flußdichte durch Moderation thermischer Reaktor-Neutronen mit flüssigem Wasserstoff. Die Moderatorkammer und ein mit flüssigem Stickstoff gekühltes Neutronenfilter sind im Strahlrohrkanal R3 eingebaut. Die für die Wasserstoffverflüssigung benötigte Kälteleistung wird von einer umfangreichen Helium-Gaskälteanlage geliefert. Die Anlage wurde mit vier Versuchsanordnungen (siehe Tabelle 14.1) intensiv genutzt. Mit rd. 192 Tagen Betriebs- und Experimentierzeit war die Nutzung mit rd. 86 % weiterhin hoch (siehe Abb. 17.3).

Der Ausfall an Verfügbarkeit von 30 Tagen resultierte im wesentlichen aus Störungen an verschiedenen elektrischen Geräten (11 d) und durch verzögerte Lieferung von Ersatzteilen für die Instandsetzung der Expansionsturbine und des Trockenlaufkompressors (19 d). Der Reaktorbetrieb wurde durch das Exp. FR2/16 nicht beeinträchtigt.

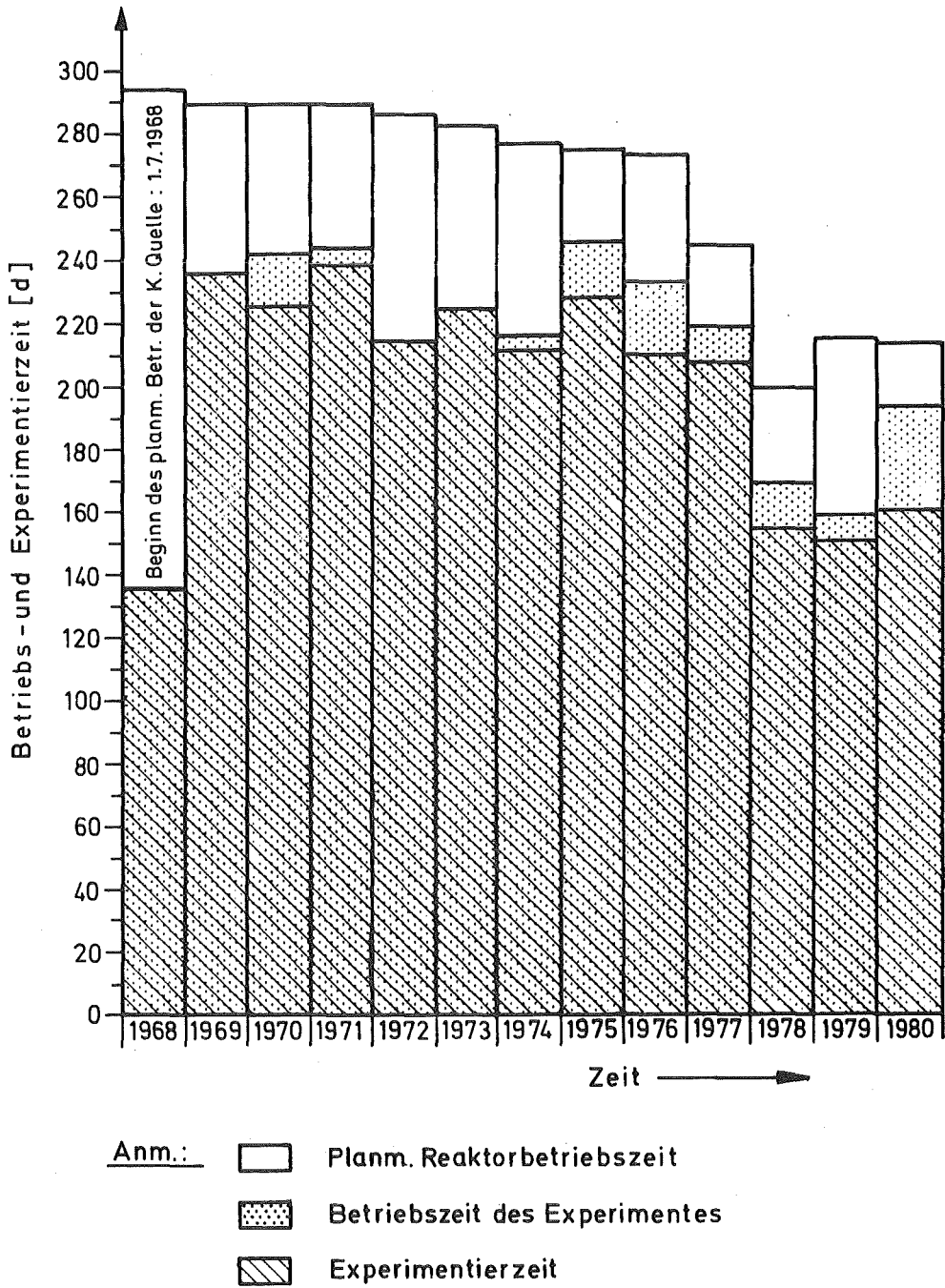


Abb. 17.3: Betriebs- u. Experimentierzeit der Kalten-Neutronenquelle (Exp. FR2/16)

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

Der Heißdampf-Hochdruckkreislauf war im Jahre 1980 rund 80 Stunden in Betrieb und wurde für Transientenversuche zur Untersuchung des Brennstabverhaltens bei Kühlmittelverluststörfällen in Leichtwasserreaktoren im Rahmen des Projektes Nukleare Sicherheit (Exp. FR2/102) genutzt. Es erfolgten 5 Transientenversuche mit nuklearen, im FR2 vorbestrahlten Prüflingen (siehe Tabelle 17.3).

Tabelle 17.3: Betriebsdaten und Transientenversuche

P r ü f l i n g			Anlage i.B.		Reaktorleistung bei Versuchs- betrieb	Prüfl. Ausbau	Bemerkungen
Nr.	Art	Einbau	von	bis			
E 1	} vorbestrahlt, nuklear beheizt	18.2.80	20.2.80	20.2.80	max. 11 MW	21.2.80	} Transientenversuche
E 2		21.2.80	21.2.80	22.2.80	max. 11 MW	25.2.80	
E 3		25.2.80	25.2.80	26.2.80	max. 10 MW	27.2.80	
E 4		27.2.80	28.2.80	28.2.80	max. 10 MW	*)	
			29.2.80	29.2.80	max. 10 MW	03.3.80	
E 5		03.3.80	03.3.80	04.3.80	max. 10 MW	05.3.80	

*) Versuch wegen defektem Ventil A-Ve 310 abgebrochen

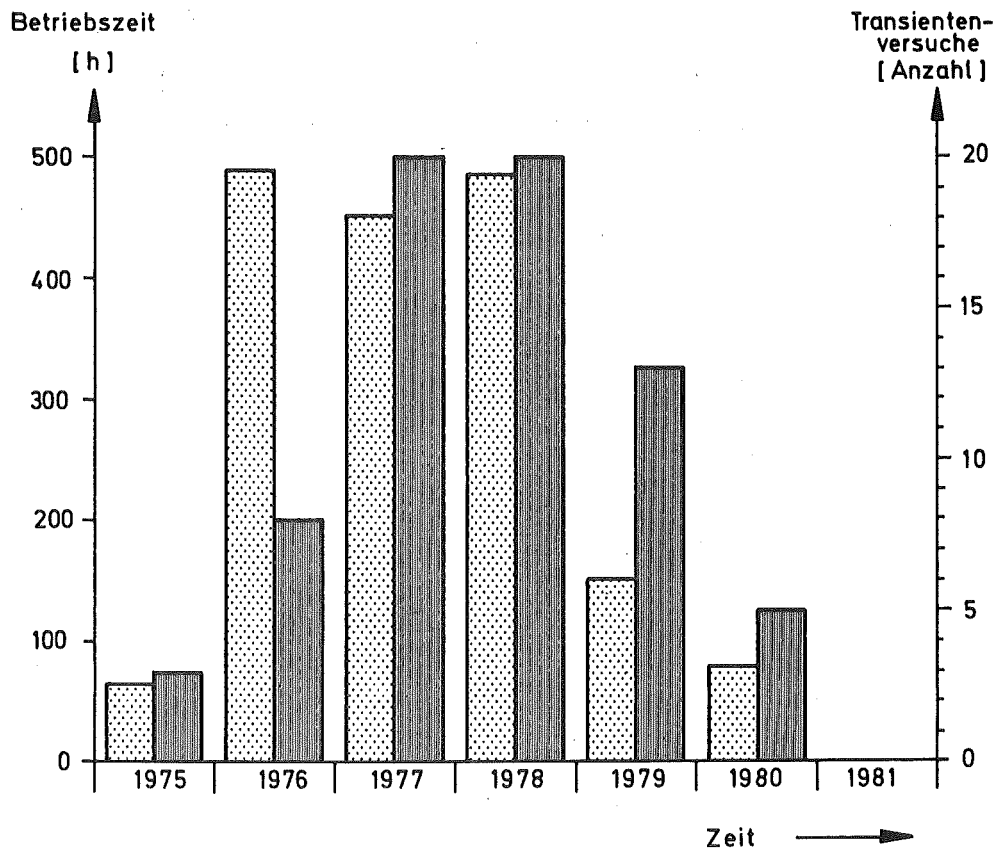
In der übrigen Zeit war der Kreislauf abgeschaltet und der Reaktoreinsatz mit Helium geflutet.

Im Jahre 1980 wurde das Transientenversuchsprogramm abgeschlossen.

Folgende Tabelle 17.4 und Abbildung 17.4 geben einen Überblick über das gesamte Bestrahlungsprogramm.

Tabelle 17.4: Nutzung des Heißdampf-Hochdruckkreislaufs
(Exp. FR2/55 b)

Jahr	Anlage i.B. (h)	Transientenversuche mit Prüflingen		
		unbestrahlt, ohne Brennstoff, elektr.beheizt	unbestrahlt nuklear beheizt	im FR2 vorbestrahlt nuklear beheizt
1975	66	1	2	
1976	493	3	5	
1977	453	9	6	5
1978	485	9	1	10
1979	150	8		5
1980	80			5
Gesamt:	1727	30	14	25





Anm.:  Betriebszeiten Heißdampf-Hochdruckkrsl.(1727 h)
 Anzahl der Transientenversuche

Abb. 17.4: Nutzung des Heißdampf-Hochdruckkreislaufs (Exp. FR2/55b)

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 gesamte Kernforschungszentrum. Im Jahre 1980 waren die EvD in 76 Einsätzen mit 42,6 Einsatzstunden tätig. Zusätzlich erfolgten 7 Alarmübungen.

Einen Überblick über die Tätigkeiten der letzten zehn Jahre gibt

Tabelle 18.1.

Tabelle 18.1: EvD-Einsätze seit 1971

Zeit	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Anzahl der Einsätze	141	164	144	140	121	109	79	69	72	76
Einsatzstunden	146,3	178,5	101,2	113,5	75,8	67,4	55,0	44,5	44,8	42,6
Alarmübungen	--	--	--	1	2	5	1	1	2	7

19. Tabellen und Diagramme

Tabelle 19.1 Betriebsdaten des FR2 im Jahre 1980

Tabelle 19.2 Betriebsunterbrechungen, Leistungsrücknahmen und Leistungsbegrenzungen innerhalb der planmäßigen Reaktorbetriebszeit 1980

Formblätter
Nr. 148c/123 Reaktorleistung in Betriebsphase
bis 148c/129 A/80 bis G/80

Formblätter
Nr. 183e/115 Kritische Trimmstabstellung in Betriebsphase
bis 183e/121 A/80 bis G/80

Formblätter
Nr. 294a Funktionsprüfungen im Jahre 1980
Blatt 1 bis 7

Formblätter
Nr. 9/4a FR2-Beladungs- und Belegungspläne jeweils am
Ende der Betriebsphasen A/80 bis G/80

Formblatt
Nr. 9b Isotopen-Bestrahlungspositionen Nr. Iso 15

Tabelle 19.1: Betriebsdaten des FR2 im Jahre 1980

Zeit	Betr.-Phase	Woche Nr.	Energieabgabe		Betriebsstunden						Reaktor unplanmäßig a.B.		Ausfall an Vollst-betriebszeit			
			[MWh]	[Mwd]	$N < 10^{-3} N_N$		$N > 10^{-3} N_N$		$N > 43 \text{ MW}$		Gesamt		[h]	[h]	[h]	[h]
					[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]
01.01. 0 ⁰⁰	A/80	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.	3.200,40		9,38		75,59		34,52		84,97		83,03		99,98	
		4.	632,90		0,02		14,41		14,29		14,43		153,57		153,71	
		5.	2.371,30		1,01		55,49		48,07		56,50		111,50		119,93	
		6.	7.416,70		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		7.	7.413,60		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		18.02. 8 ¹¹	8.	355,90		0,04		8,14		8,00		8,18		0,00		0,00
			21.390,80	891,28		10,45		489,63		440,88		500,08		388,10		401,62
18.02. 8 ¹¹	B/80	8.	87,10		9,78		9,00		0,00		18,78		0,00		0,00	
		9.	50,50		15,91		5,54		0,00		21,45		0,00		0,00	
		10.	27,40		4,41		2,69		0,00		7,10		0,00		0,00	
		11.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		12.	2.284,70		0,98		54,44		45,90		55,42		0,00		0,00	
		13.	7.419,60		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		14.	7.266,90		0,41		165,33		163,40		165,74		1,26		3,60	
		15.	7.416,40		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		16.	7.414,50		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		17.	7.416,40		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
28.04. 8 ⁰⁶	18.	355,10		0,00		8,09		8,00		8,09		0,00		0,00		
			39.738,60	1.655,77		31,49		917,09		889,30		948,58		1,26		3,60

Tabelle 19.1: Betriebsdaten des FR2 im Jahre 1980

Zeit	Betr.-Phase	Woche Nr.	Energieabgabe		Betriebsstunden						Gesamt		Reaktor unplanmäßig a.B.		Ausfall an Vollstbetriebszeit	
			[MWh]	[Mwd]	$N < 10^{-3} N_N$ [h]	$N < 10^{-3} N_N$ [h]	$N > 10^{-3} N_N$ [h]	$N > 10^{-3} N_N$ [h]	$N > 43 \text{ MW}$ [h]	$N > 43 \text{ MW}$ [h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]
28.04. 8 ⁰⁶	C/80	18.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		19.	2.759,00		7,54		63,90		59,90		71,44		0,00		0,00	
		20.	7.410,90		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		21.	7.415,10		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		22.	7.417,40		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		23.	7.294,20		0,46		166,06		163,93		166,52		1,48		4,07	
16.06. 8 ¹⁵		24.	7.412,50		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		25.	356,50		0,05		8,20		8,00		8,25		0,00		0,00	
			40.065,60	1.669,40		8,05		910,16		903,83		918,21		1,48		4,07
16.06. 8 ¹⁵	D/80	25.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		26.	3.564,60		10,10		82,94		77,01		93,04		6,30		8,44	
		27.	7.415,40		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		28.	7.414,10		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		29.	7.412,60		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
24.07. 8 ⁰⁴		30.	3.529,60		0,01		80,05		80,00		80,06		0,00		0,00	
			29.336,30	1.222,35		10,11		666,99		661,01		677,10		6,30		8,44
24.07. 8 ⁰⁴	E/80	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	
07.09. 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

Tabelle 19.1: Betriebsdaten des FR2 im Jahre 1980

Zeit	Betr.-Phase	Woche Nr.	Energieabgabe		Betriebsstunden						Reaktor unplanmäßig a.B.		Ausfall an Vollastbetriebszeit			
			[MWh]	[MWh]	$N < 10^{-3} N_N$ [h]	[h]	$N > 10^{-3} N_N$ [h]	[h]	$N > 43 \text{ MW}$ [h]	[h]	Gesamt [h]	[h]	[h]	[h]	[h]	
08.09. 0 ⁰⁰	F/80	37.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		88,00		76,00	
		38.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		168,00		168,00	
		39.	5.625,40		13,95		129,62		112,95		143,57		25,42		44,01	
		40.	7.411,70		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		41.	7.413,20		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		42.	7.414,90		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		43.	7.415,90		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
27.10. 8 ¹¹		44.	356,00		0,00		8,19		8,00		8,19		0,00		0,00	
			35.637,10	1.484,88		13,95		809,81		792,95		823,76		281,42		300,04
27.10. 8 ¹¹	G/80	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.	2.767,10		6,99		65,04		56,90		72,03		2,58		4,34	
		47.	7.413,80		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		48.	7.416,10		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		49.	7.417,70		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		50.	7.415,20		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
31.12. 24 ⁰⁰		51.	7.416,90		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		52.	1.415,20		0,00		32,12		32,00		32,12		23,87		24,00	
		53.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
			41.262,00	1.719,25		6,99		937,16		928,90		944,15		26,45		28,34
01.01.1980, 0 ⁰⁰ Uhr bis 31.12.1980, 24 ⁰⁰ Uhr			207.430,40	8.642,93		81,04		4.730,84		4.616,87		4.811,88		705,01		746,11

Zeitliche Nutzung: Gesamtbetriebszeit bezogen auf Berichtszeit (366 d = 100 %) 54,78 %
 Leistungsbetriebszeit ($N > 10^{-3} N_N$) bezogen auf planmäßige Betriebszeit (220 d = 100 %) 89,60 %
 Vollastbetriebszeit ($> 43 \text{ MW}$) bezogen auf planmäßige Vollastbetriebszeit (217 d = 100 %) 88,65 %

Tabelle 19.2: Betriebsunterbrechungen, Leistungsrücknahmen u. Leistungsbegrenzungen innerhalb der planmäßigen Reaktorbetriebszeit 1980

Betr.-Phase	Wo-Nr.	Tag	Zeit		Vorgang	Bemerkungen	Reaktor unplanm. abgeschaltet [h]	Ausfallzeiten verminderte Reaktorleistung			
			von	bis				$N < 10^{-3} \text{ MW}$ [h]	$N < 44 \text{ MW}$ [h]	Leist.Begr. [h]	
A/80	2.	12.01.80	8 ⁰⁰		SV	} wegen Reparatur u. Umbauarbeiten (D ₂ O-Pumpe u. Meßkammern der Meßsäule ausgewechselt)	108,40	8,60	105,00	---	
	3.	16.01.80		20 ²⁴							
		17.01.80	5 ⁰⁰	15 ⁰⁰	AB	Gongschrank u. Tonaufzeichnungsanlage installiert	10,00	0,25	15,33	---	
		19.01.80	5 ⁵⁹	10 ³⁷	AB	wegen KVE 159 u. 160 (Umsetzung zur Erhaltung der richtigen Betriebstemperaturen)	4,63	0,53	7,65	---	
	4.	21.01.80	14 ²⁷		AB	wegen Leck in der Abwasserleitung für Chemieabwässer	265,07	1,03	273,64	---	
	5.	01.02.80		15 ³⁰							
B/80	14.	03.04.80	0 ²¹	1 ³⁶	RSA	durch Exp. FR2/2 (uGw Drehzahl Expansionsmaschine)	1,26	0,41	3,60	---	
C/80	23.	02.06.80	10 ⁰⁸	11 ³⁷	AB	für Einbau KVE 161 (Nachbestrahlung)	1,48	0,46	4,07	---	
D/80	26.	26.06.80	18 ³⁷		RSA	durch Kanalgruppe 10 infolge Blitzschlag	6,30	0,40	8,44	---	
		27.06.80		0 ⁵⁵							
F/80	37.	11.09.80	8 ⁰⁰		SV	zur Durchführung von Ertüchtigungsmaßnahmen, Reparaturen u. Funktionsprüfungen (Umbau Schmutzwassersystem Reaktorgebäude)	276,52	12,59	277,11	---	
	39.	22.09.80		20 ³¹							
	39.	23.09.80	9 ⁰⁶	14 ⁰⁰	AB		für Reparatur Gebläse 4.2	4,90	1,36	10,90	---
	39.	23.09.80	21 ¹⁹		LR		auf 42 MW wegen zu hohen KVE-Temperaturen	---	---	12,03	---
		24.09.80		9 ²¹							
G/80	46.	14.11.80	9 ¹⁸	11 ⁵⁴	RSA	durch Exp. FR2/2 (Spannungseinbruch beim Wechsel einer Signallampe); KVE-Umsetzung	2,58	0,29	4,34	---	
	52.	23.12.80	8 ⁰⁸		AB	vorgezogene Reaktorabschaltung da am 24.12.80 dienstfrei	23,87	---	24,00	---	
		24.12.80		8 ⁰⁰							
Summe:							705,01	25,92	746,11	---	

Anmerkung:

LR = Leistungsrücknahme

RSA = Reaktorschnellabschaltung (automatisch)

AB = Reaktorabschaltung von Hand

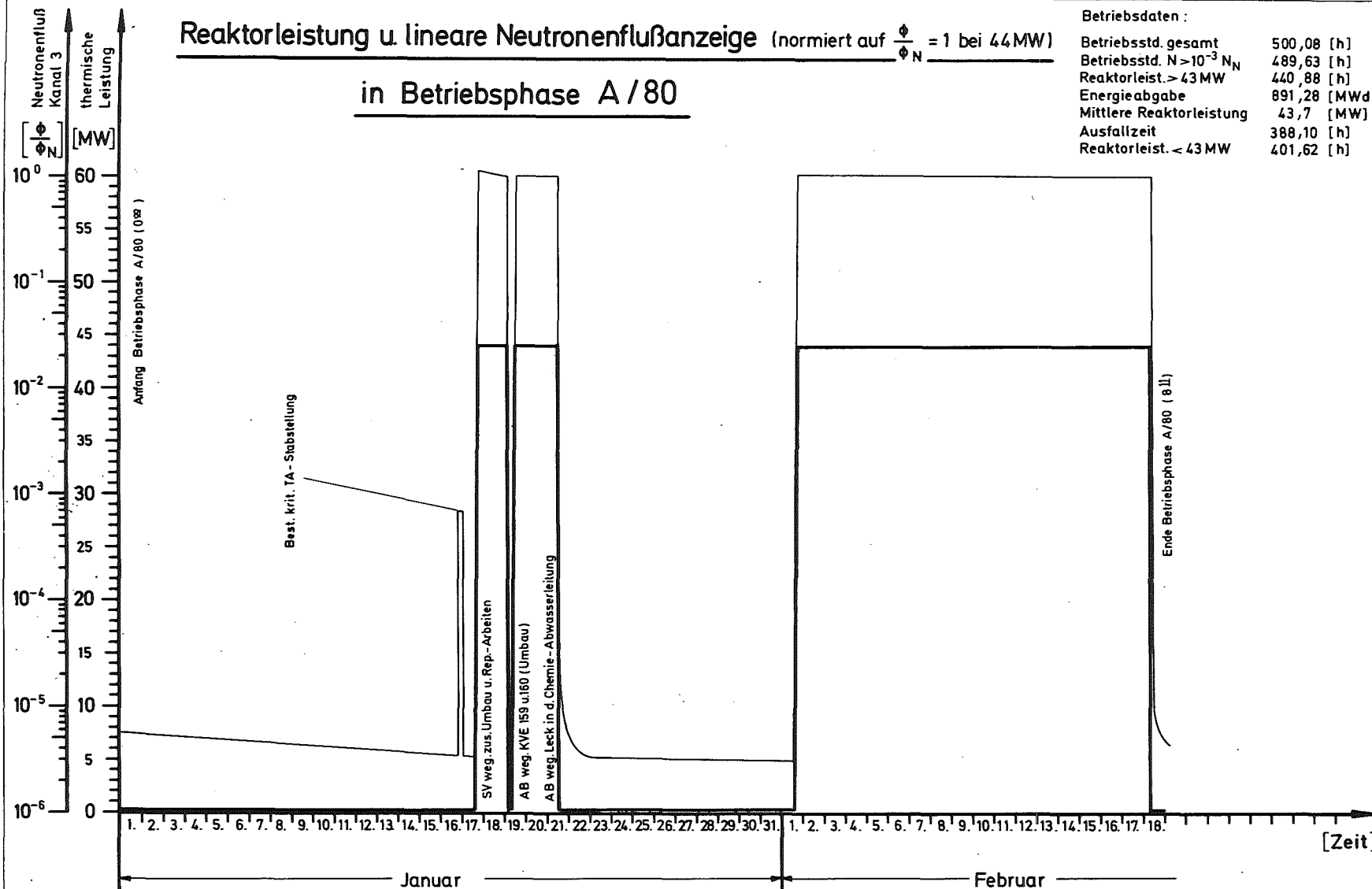
SV = Startverzögerung

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

in Betriebsphase A/80

Betriebsdaten :

Betriebsstd. gesamt	500,08 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	489,63 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	440,88 [h]
Energieabgabe	891,28 [MWd]
Mittlere Reaktorleistung	43,7 [MW]
Ausfallzeit	388,10 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	401,62 [h]



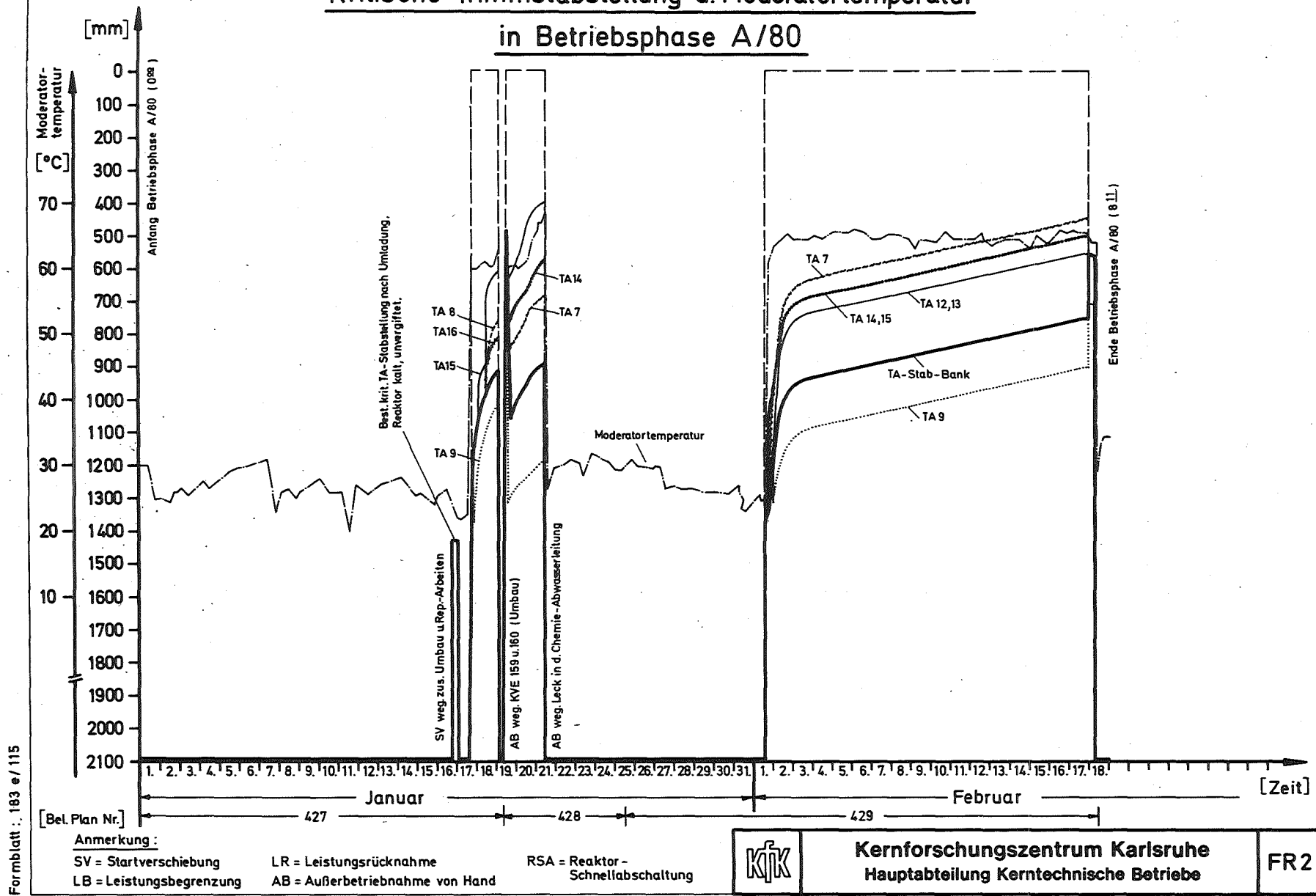
Formblatt : 148 c / 123

Anmerkung :

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

	Kernforschungszentrum Karlsruhe Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe	FR 2
--	--	-------------

Kritische Trimmstabstellung u. Moderatortemperatur in Betriebsphase A/80



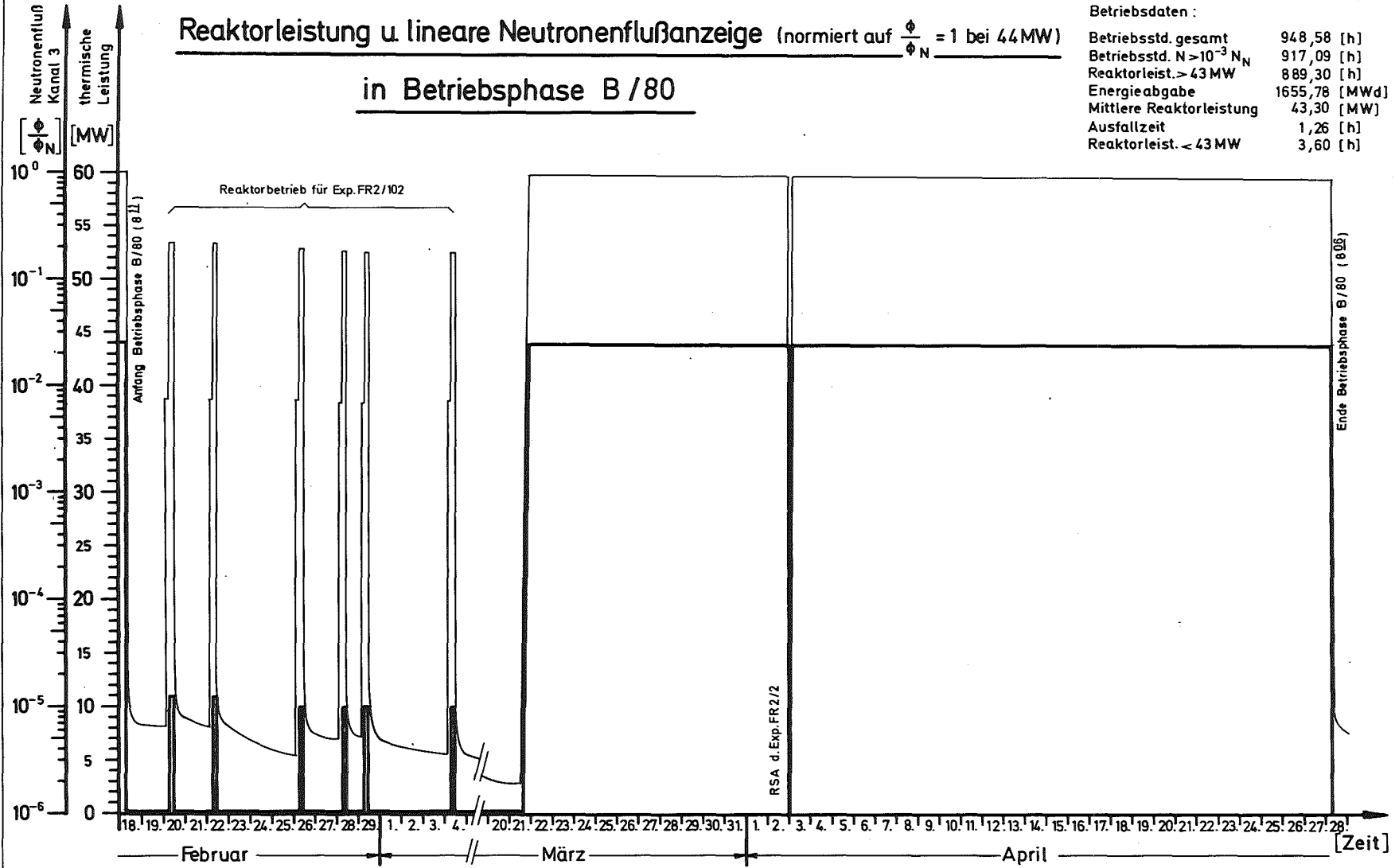
Kernforschungszentrum Karlsruhe
 Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe

FR 2

Reaktorleistung u. lineare Neutronenflußanzeige (normiert auf $\frac{\phi}{\phi_N} = 1$ bei 44 MW) in Betriebsphase B/80

Betriebsdaten :

Betriebsstd. gesamt	948,58 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	917,09 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	889,30 [h]
Energieabgabe	1655,78 [MWd]
Mittlere Reaktorleistung	43,30 [MW]
Ausfallzeit	1,26 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	3,60 [h]



Formblatt : 148 c / 124

Anmerkung :

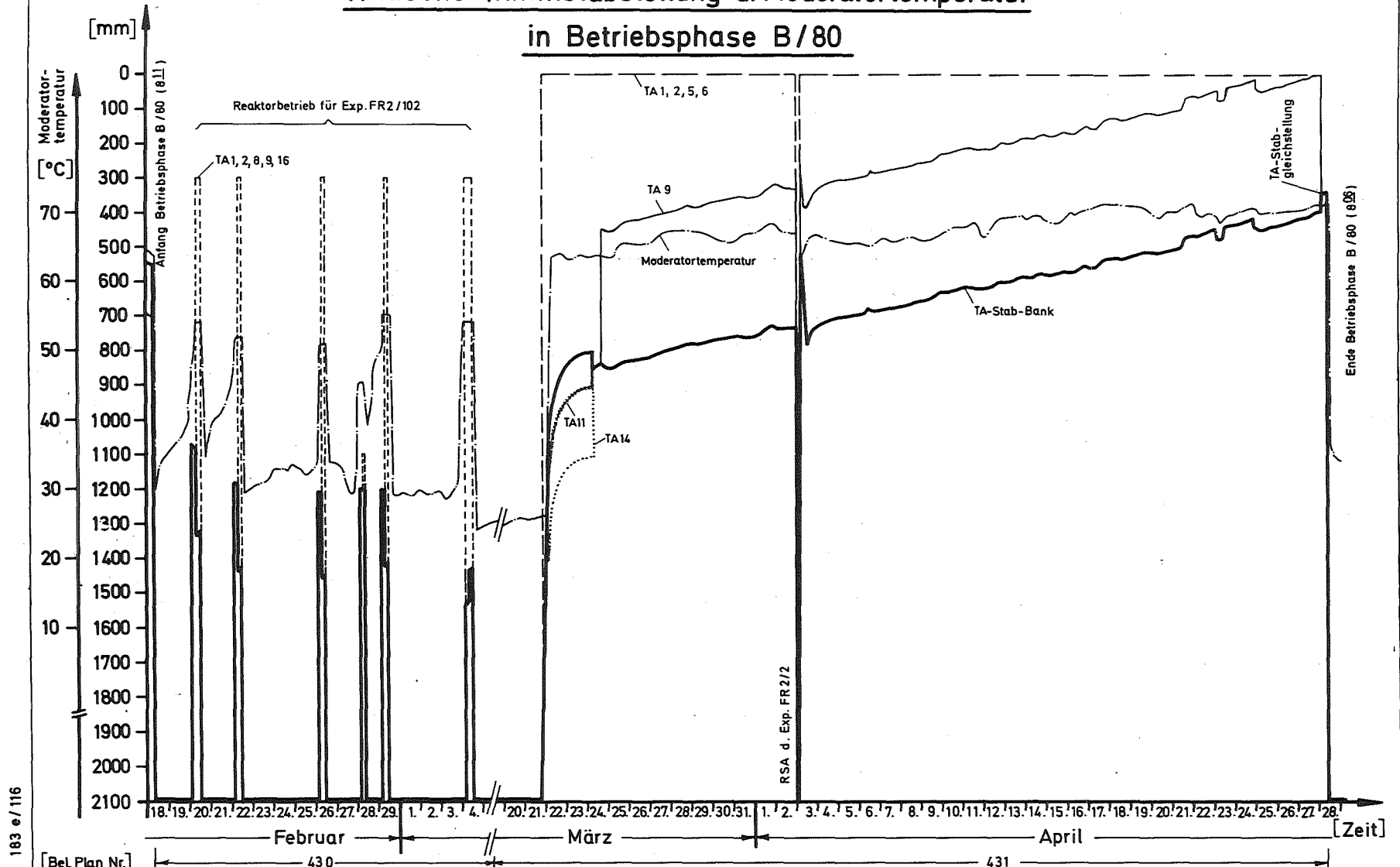
- Neutr.-fluß SV = Startverschiebung LR = Leistungsrücknahme RSA = Reaktorschnellabschaltung
- therm. Leist. LB = Leistungsbegrenzung AB = Außerbetriebnahme v. Hand



Kernforschungszentrum Karlsruhe
Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe

FR 2

Kritische Trimmstabstellung u. Moderatortemperatur in Betriebsphase B/80



Formblatt : 183 e / 116

Bel. Plan Nr. 430
 Anmerkung :
 SV = Startverschiebung LR = Leistungsrücknahme
 LB = Leistungsbegrenzung AB = Außerbetriebnahme von Hand

17.3.80
 RSA = Reaktor-Schnellabschaltung



Kernforschungszentrum Karlsruhe
 Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe

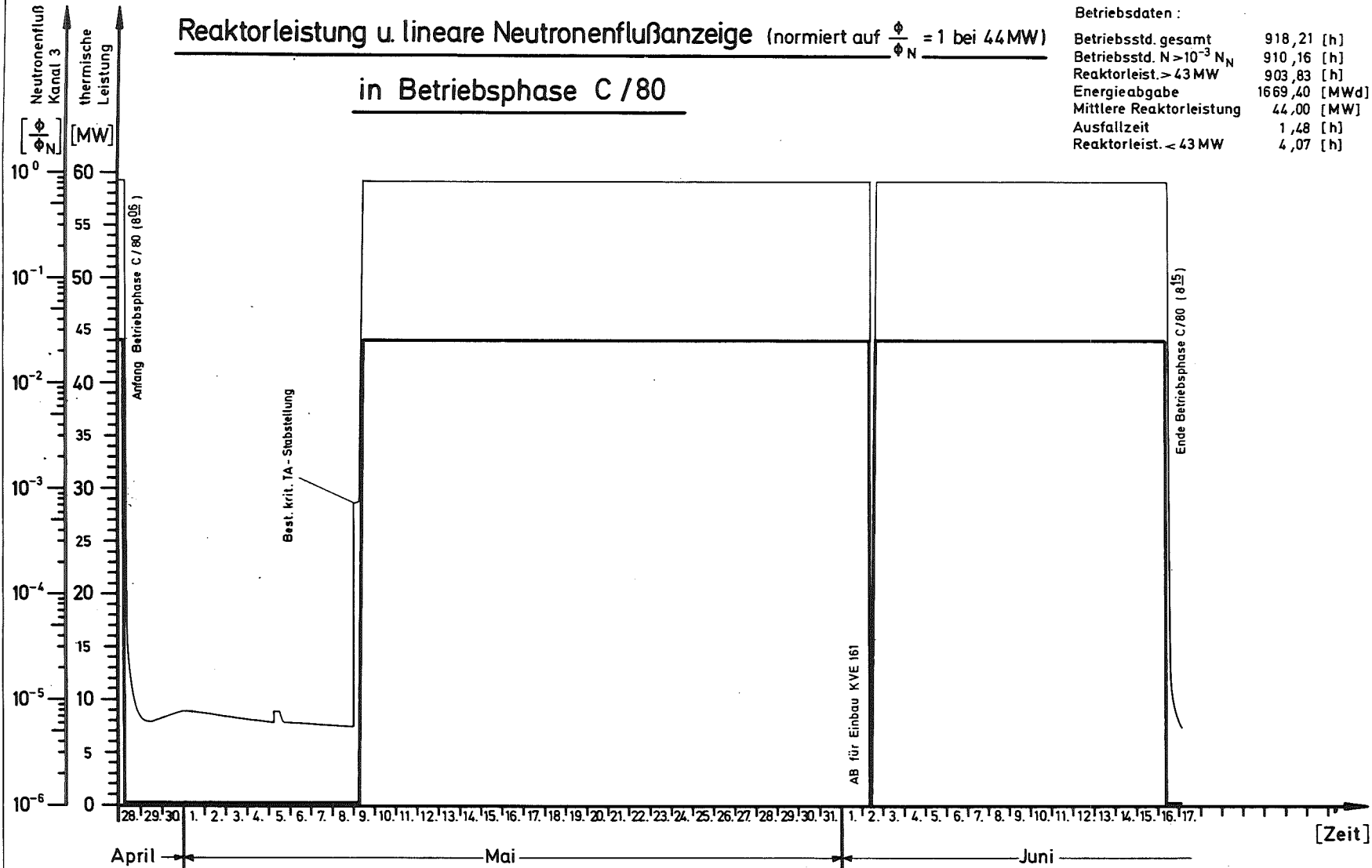
FR2

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

in Betriebsphase C / 80

Betriebsdaten :

Betriebsstd. gesamt	918,21 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	910,16 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	903,83 [h]
Energieabgabe	1669,40 [MWd]
Mittlere Reaktorleistung	44,00 [MW]
Ausfallzeit	1,48 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	4,07 [h]



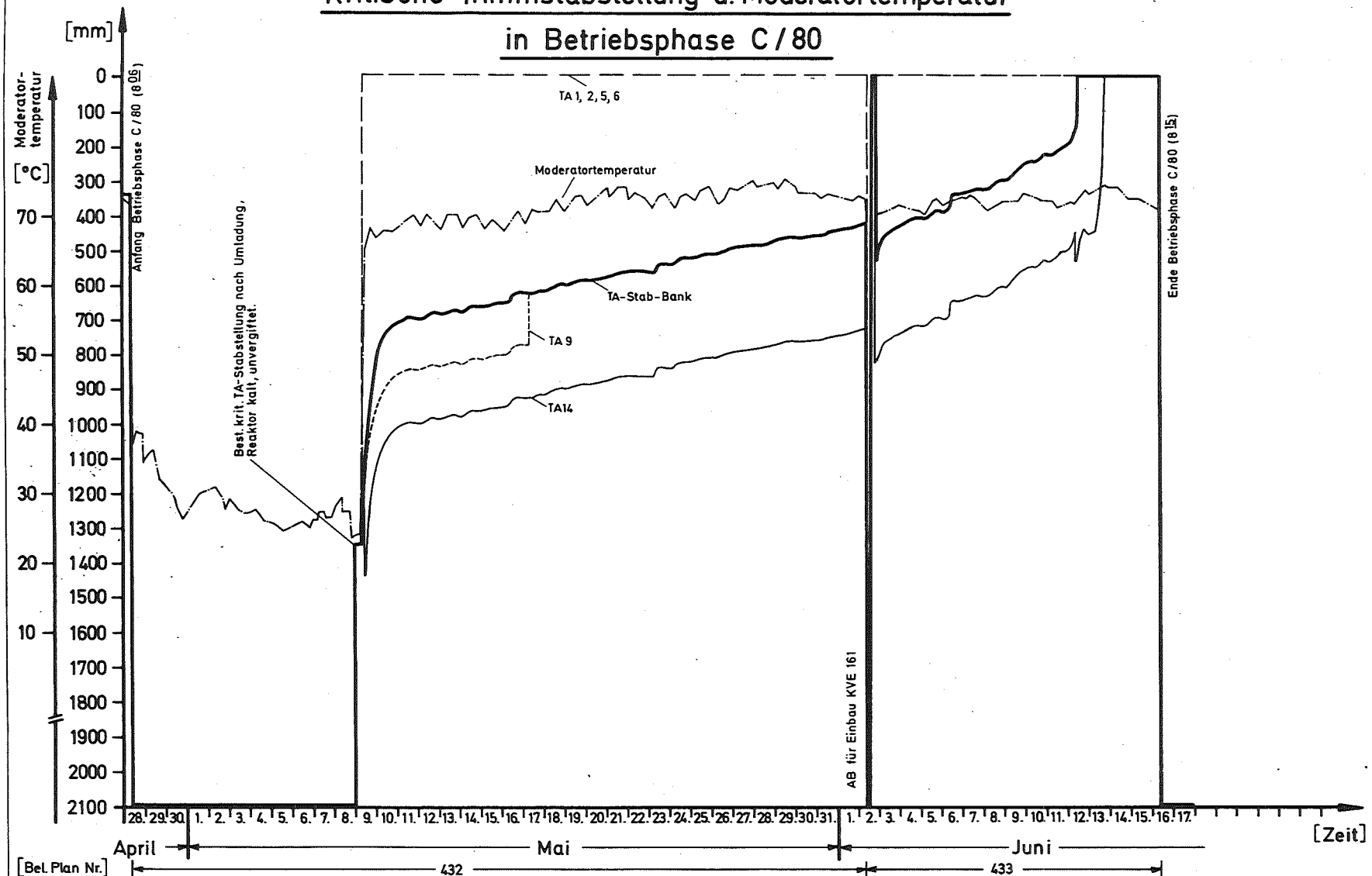
Formblatt : 148 c / 125

Anmerkung :

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

	Kernforschungszentrum Karlsruhe Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe	FR 2
--	--	-------------

Kritische Trimmstabstellung u. Moderatortemperatur in Betriebsphase C/80



Formblatt : 183 e / 117

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

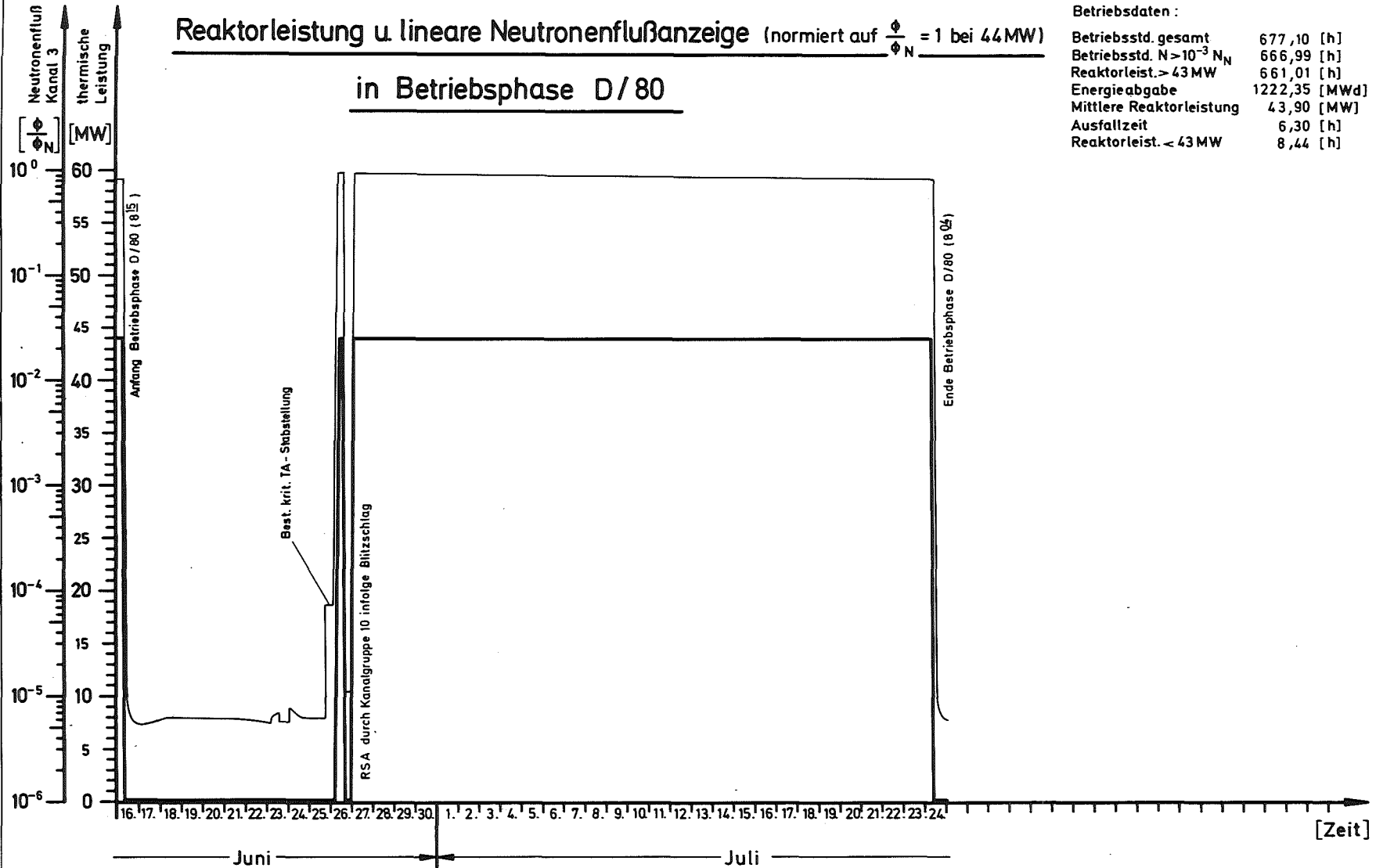
	Kernforschungszentrum Karlsruhe Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe	FR2
--	--	------------

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

in Betriebsphase D/80

Betriebsdaten :

Betriebsstd. gesamt	677,10 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	666,99 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	661,01 [h]
Energieabgabe	1222,35 [MWd]
Mittlere Reaktorleistung	43,90 [MW]
Ausfallzeit	6,30 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	8,44 [h]



Formblatt : 148 c. / 126

Anmerkung :

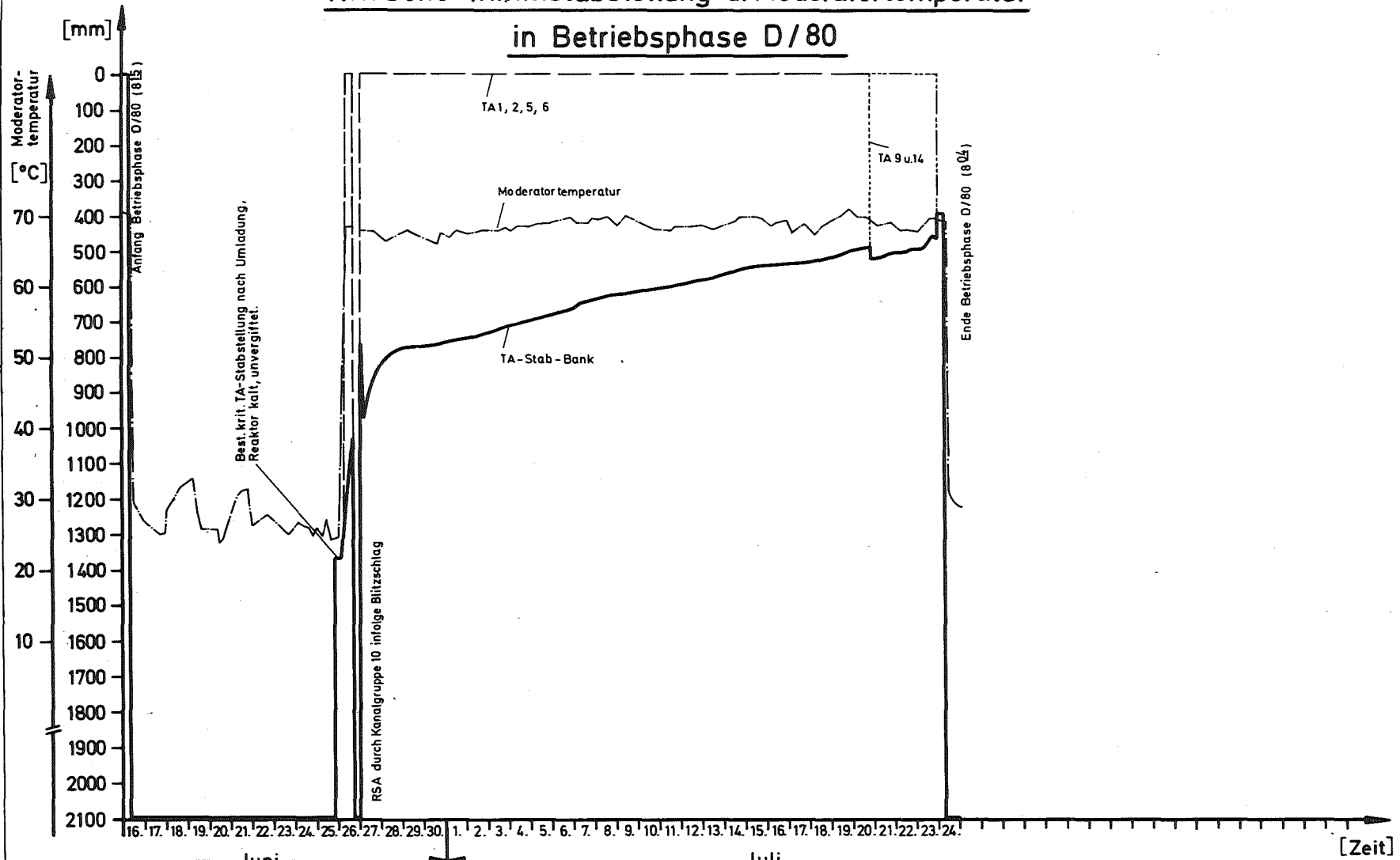
- Neutr.-fluß
- therm. Leist.
- SV = Startverschiebung
- LB = Leistungsbegrenzung
- LR = Leistungsrücknahme
- AB = Außerbetriebnahme v. Hand
- RSA = Reaktorschnellabschaltung



Kernforschungszentrum Karlsruhe
Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe

FR 2

Kritische Trimmstabstellung u. Moderatortemperatur in Betriebsphase D/80



Formblatt : 183 e / 118

[Bet. Plan Nr.]

Anmerkung :

SV = Startverschiebung
LB = Leistungsbegrenzung

LR = Leistungsrücknahme
AB = Außerbetriebnahme von Hand

RSA = Reaktor -
Schnellabschaltung



Kernforschungszentrum Karlsruhe
Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe

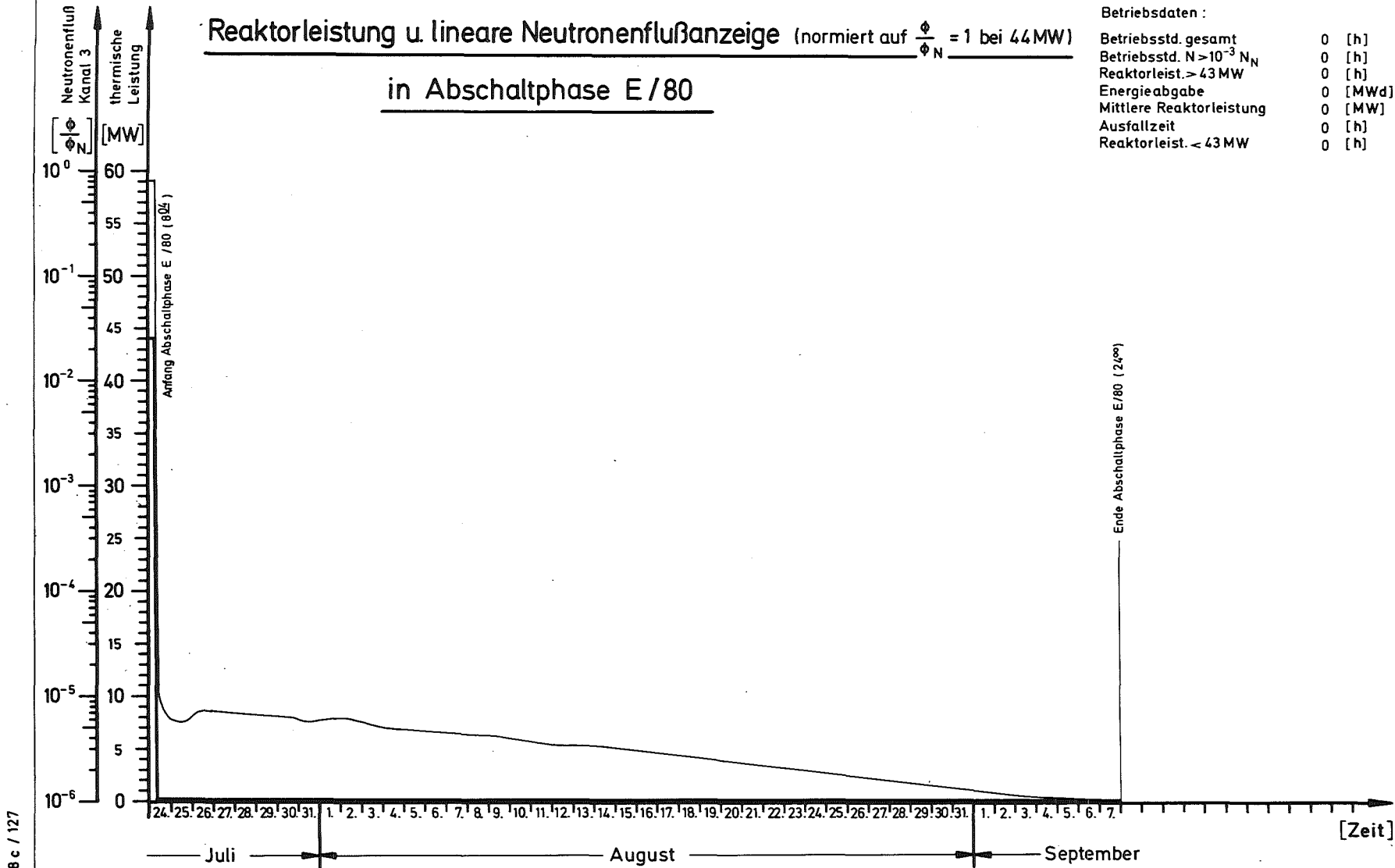
FR 2

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

in Abschaltphase E/80

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]



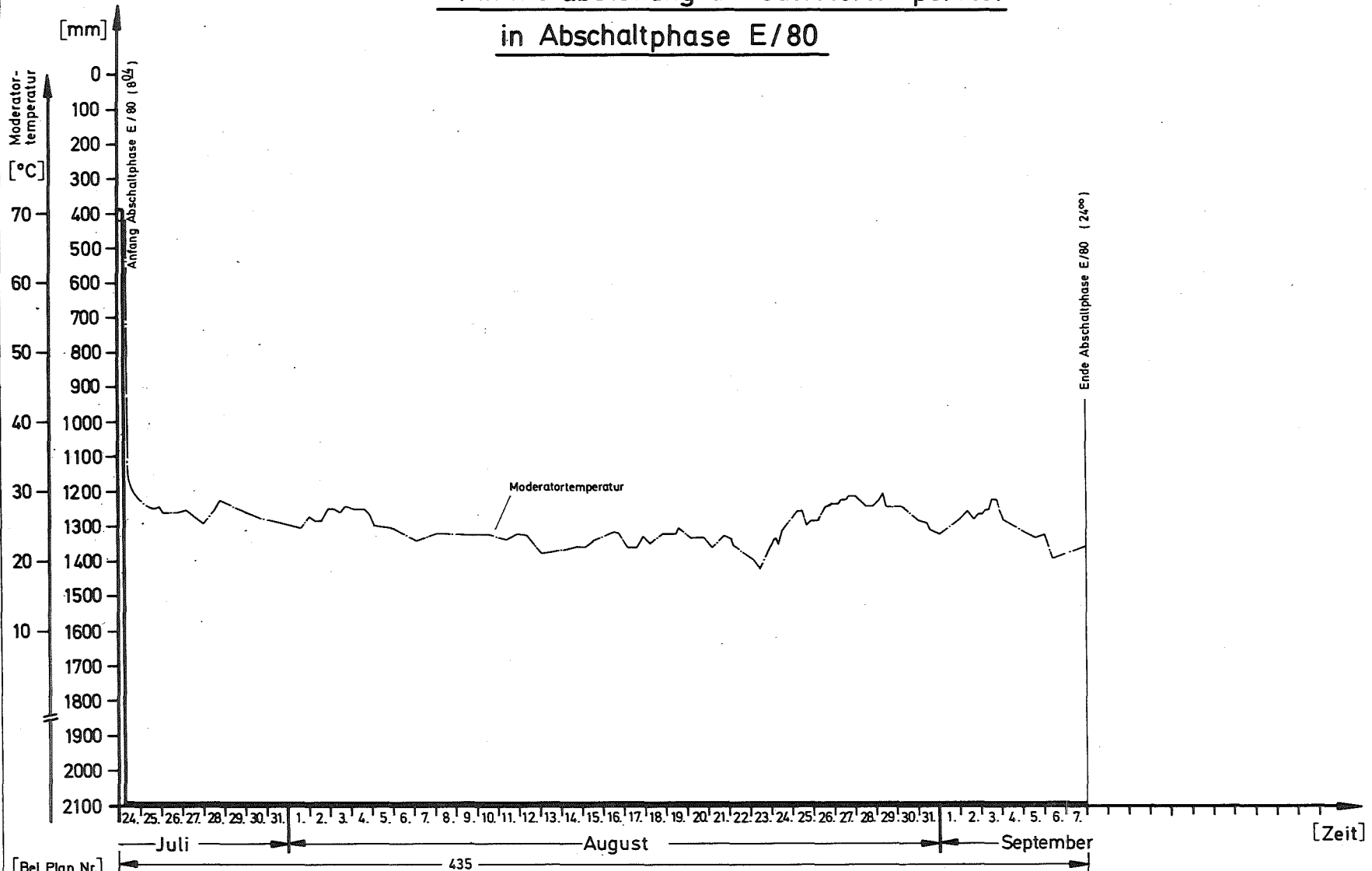
Formblatt : 148 c / 127

Anmerkung :

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

	Kernforschungszentrum Karlsruhe Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe	FR 2
--	--	------

Trimmstabstellung u. Moderatortemperatur in Abschaltphase E/80



Formblatt: 183 e / 119

[BeL Plan Nr.]

Anmerkung:

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



Kernforschungszentrum Karlsruhe
Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe

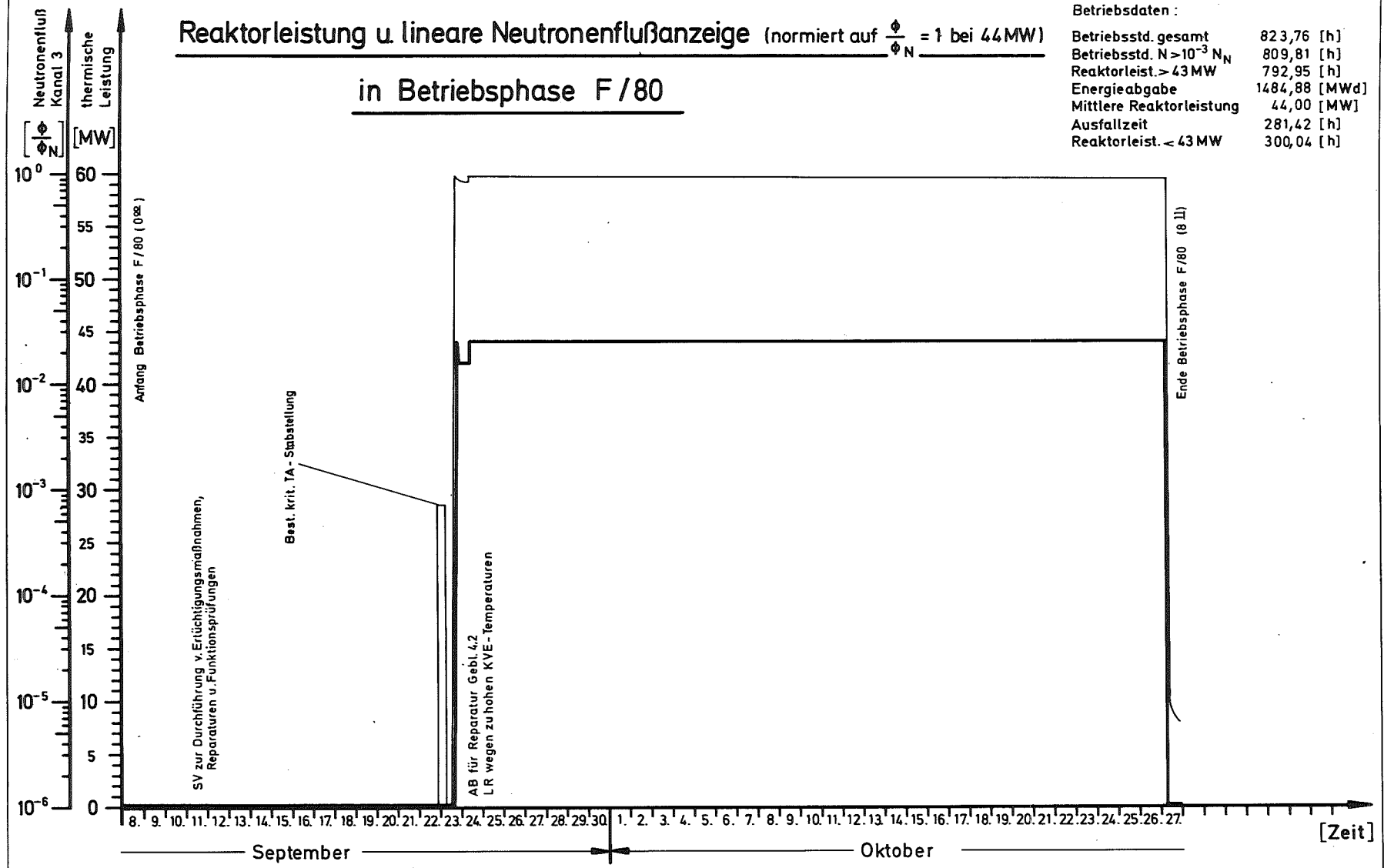
FR 2

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

in Betriebsphase F/80

Betriebsdaten :

Betriebsstd. gesamt	823,76 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	809,81 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	792,95 [h]
Energieabgabe	1484,88 [MWd]
Mittlere Reaktorleistung	44,00 [MW]
Ausfallzeit	281,42 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	300,04 [h]



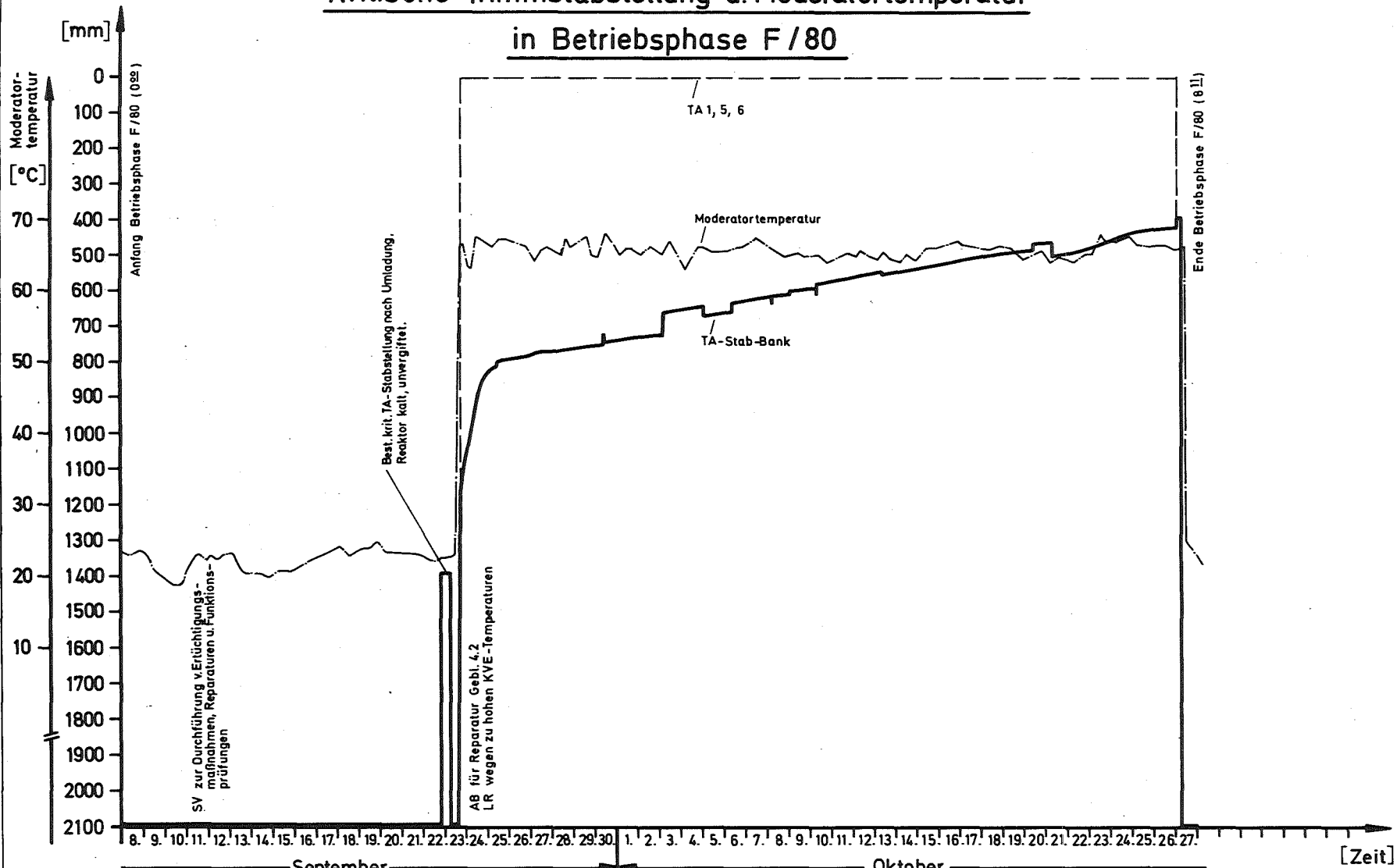
Formblatt : 148 c / 128

Anmerkung :

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

	Kernforschungszentrum Karlsruhe Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe	FR 2
--	--	-------------

Kritische Trimmstabstellung u. Moderatortemperatur in Betriebsphase F/80



Formblatt : 183 e / 120

[Bel. Plan Nr.]

Anmerkung :

SV = Startverschiebung
LB = Leistungsbegrenzung

LR = Leistungsrücknahme
AB = Außerbetriebnahme von Hand

RSA = Reaktor -
Schnellabschaltung



Kernforschungszentrum Karlsruhe
Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe

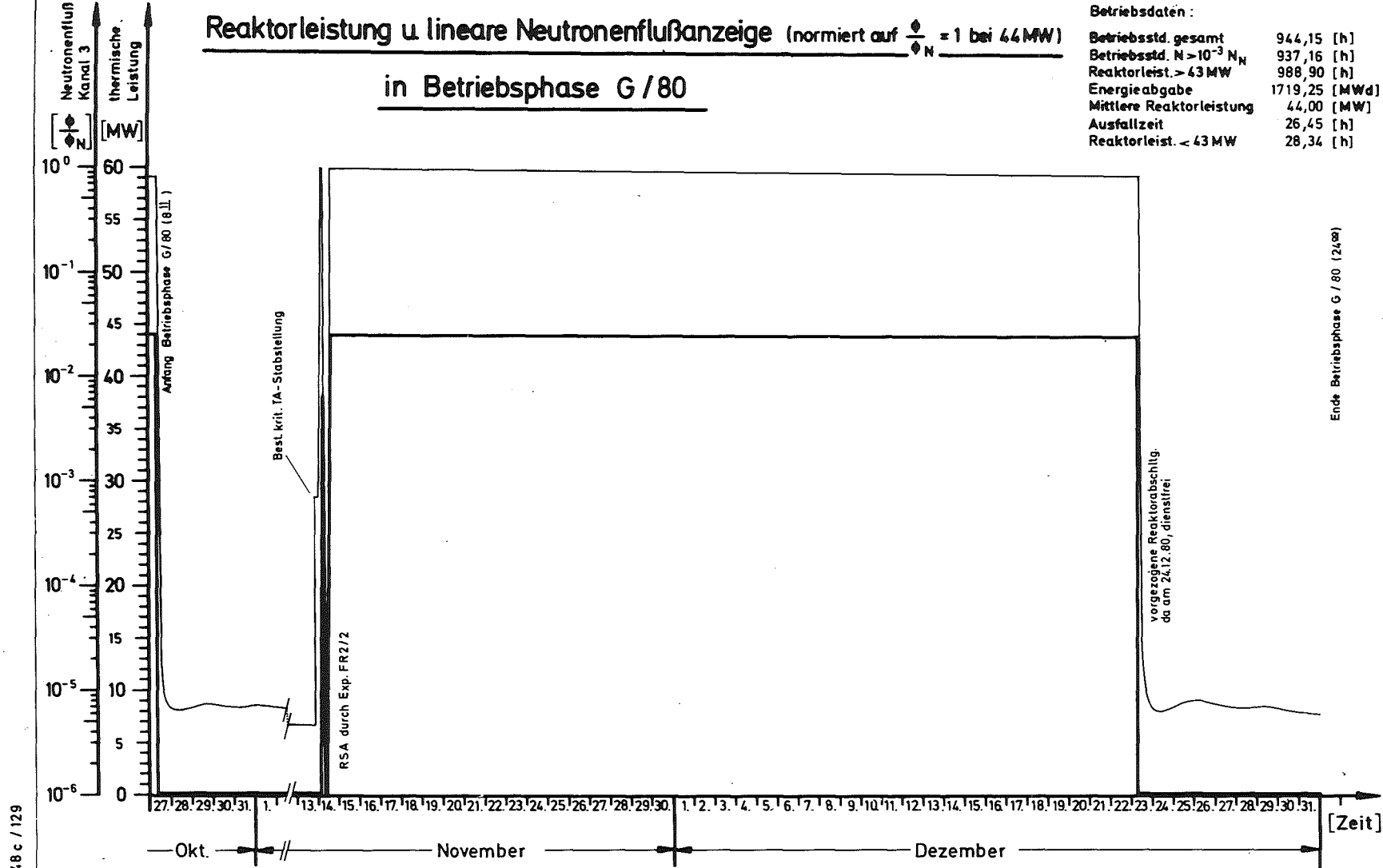
FR 2

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

in Betriebsphase G/80

Betriebsdaten:

Betriebsstd. gesamt	944,15 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	937,16 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	988,90 [h]
Energieabgabe	1719,25 [MWd]
Mittlere Reaktorleistung	44,00 [MW]
Ausfallzeit	26,45 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	28,34 [h]



Formblatt: 148 c / 129

Anmerkung:

— Neutr.-fluß
— therm. Leist.

SV = Startverschiebung
LB = Leistungsbegrenzung

LR = Leistungsrücknahme
AB = Außerbetriebnahme v. Hand

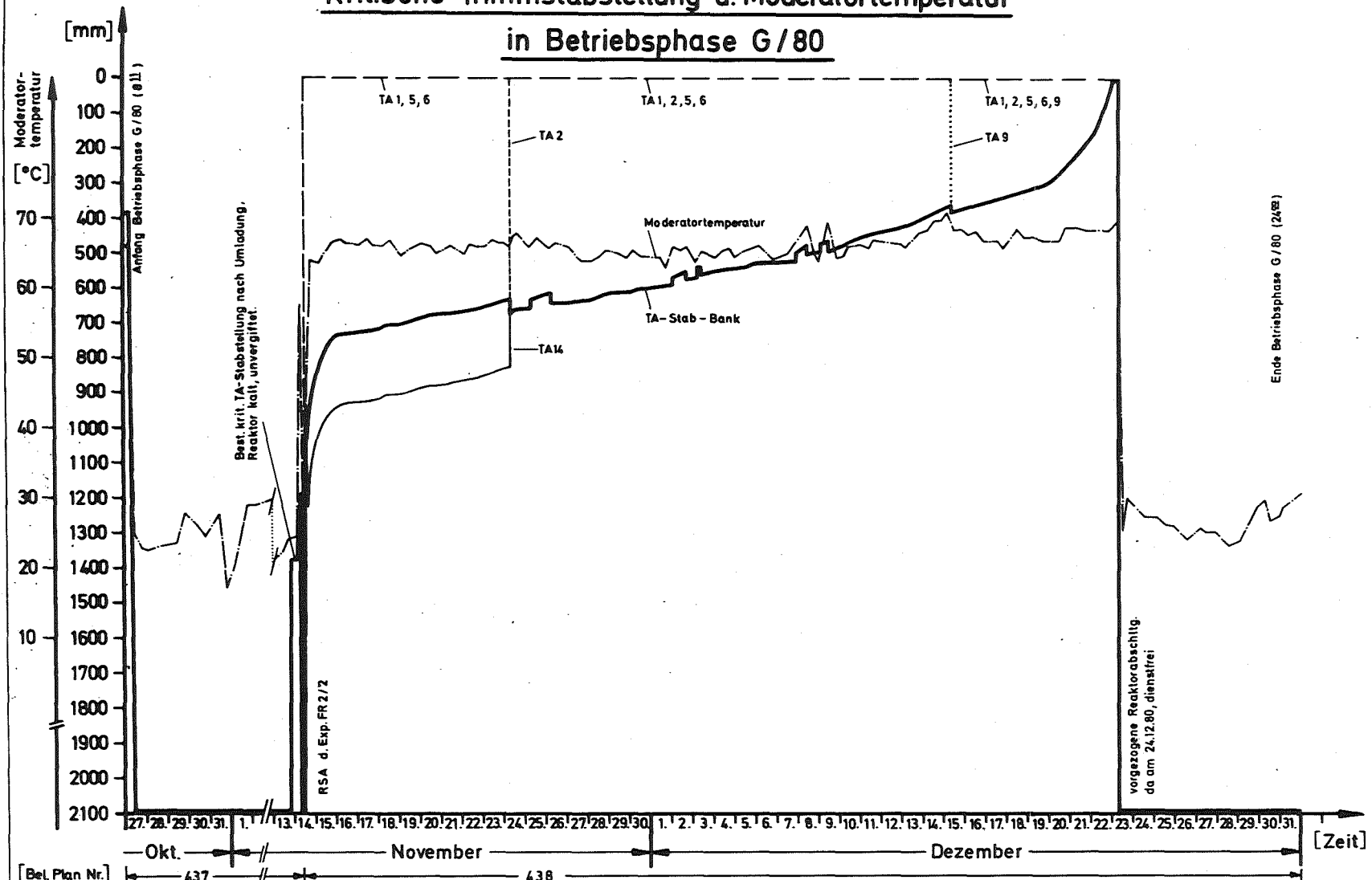
RSA = Reaktorschnell-
abschaltung



Kernforschungszentrum Karlsruhe
Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe

FR 2

Kritische Trimmstabstellung u. Moderatortemperatur in Betriebsphase G/80



Formblatt : 183 e / 121

[Bel. Plan Nr.] 437 // 438
 Anmerkung :
 SV = Startverschiebung LR = Leistungsrücknahme RSA = Reaktor - Schnellabschaltung
 LB = Leistungsbegrenzung AB = Außerbetriebnahme von Hand



Kernforschungszentrum Karlsruhe
 Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe

FR2

PHB Fbl.	Prüfung	Betriebsphase Monat Woche	1980																															Zeit T U V Mann	Bemerkungen																													
			A			B			C			D			E			F			G																																											
			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
1.301 132	Auflüge																																		entrepr. UVV bzw. § 24 Gewerbeordnung																													
1.302 181	Greifer EE-Flasche (wöchentlich)																									T	1h 2	siehe kurzfristig wiederkehrende Prüfungen TUV 1x jährlich																																				
1.303 29	Sprinkler-(Wash-)Anlage (halb-jährlich)																	X																X	1h 4																													
1.304 30	Sprinkler-(Wash-)Anlage (jährlich)																	X																	2e 5	Achtung: N ₂ O-Ausfall P16																												
1.305 41	Wechselmaschine in R111 (jährlich)																																	2e 5	Zentralloop z.Zt. nicht belegt Prüfung nur bei Bedarf																													
1.306 43	Horizontalflanche und Außerer Strahlenschieber (jährlich)																																	4h 2	vor jedem Einsatz																													
1.307 51	D ₂ O-Sumpf (jährlich)												T																					1d 4																														
1.308 58	40 m ³ - und 5 m ³ -Behälter (viertelj.)									X								Entf. X								X	2h 3	Entleerung halbjährlich [Gh] TUV 1x jährlich																																				
1.309 67	Schleusen (viertelj.)	X																T																X	1d 2	TUV 1x jährlich																												
1.310 68	Schleusen (jährlich)																									X																				3d 3																		
1.311 73	Absenkehaucht (jährlich)																		T																4h 3	ohne Trocknofen II (PHB 1.305)																												
1.312 78	EE-Flasche (viertelj.)					X																											X																					1d 4										
1.313 77	EE-Flasche (jährlich)																		T																X	2d 3	D ₂ O-Messung nur bei Reaktor a.B.																											
1.314 81	Behälterbau (viertelj.)																									X									X								X	3d 2																				
1.315 90	Na-Kreislauf, Sicherheitsventile (jährlich)												T																					2d 3	Blatt 17 Punkt 12 in der Vorwoche prüfen (Ve 26.29 ohne TUV)																													
1.316 316	Druckluftanlage, Analyse der Betriebs- stunden (viertelj.)	X																X																X	2h 1	Jeweils am Quartalsende um 24 ⁰⁰ Uhr																												
1.317 93	Druckluftanlage, Dichtheit und Sicher- heitsventile (jährlich)												T																					2d 4	Pkt. 7, 8 und 9 möglichst am Tage der NACDN prüfen (Spät- oder Nachtschicht)																													
1.318 447	Abscheidegrad Absolutfilter (jährlich)	X																																	T																				5d 2									
1.319 346	Luftkreislauf, Druck- und Durchfluss- messungen (jährlich)												T																					4d 2	Hallen- und Raumdruck, Luftverteil- ung, Experimentier- u. Kreislaufraum																													
1.320 96	Luftklappen (jährlich)												T																					3d 5	vor PHB 1.110																													
			5	10	15	20	25	30	35	40	45	50																																																				

Formblatt Nr. 294 a

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

Funktionsprüfungen 1980 (Ist)

Eigenüberwachung
 FR2 / Experimente

Ausgabe: 1 - 2104/81
 Blatt: 7 von 7

Freigabe:

Thillig

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			
2-1 252	Experiment FR2/2 (viertelj.)						T											X																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															X												5h 3	X	Anlage a.B. TUV 1x jährlich									
16-2 332	Experiment FR2/16 (jährlich)																													X					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 Auf- schaltung auf das Reaktorschutts- system des FR2 (viertelj.)							X																		X																1d 2	X	TUV 1x jährlich													
55-2 F	Experiment FR2/55b (jährlich)																																													3d 2		Anlagen teilweise i.B., teilweise a.B. seit März 80 a.B.									
55-4 393	Experiment FR2/55 Aktivitätsmessungen (jährlich)																																													4d 1		seit März 80 a.B. Plateaukurven									

Erläuterungen:

→ Reaktor a.B. (für Prüfung erforderlich)

F : formloses Protokoll

E : Entwurf

↑ TÜV erforderlich

Formblatt Nr. 294 a

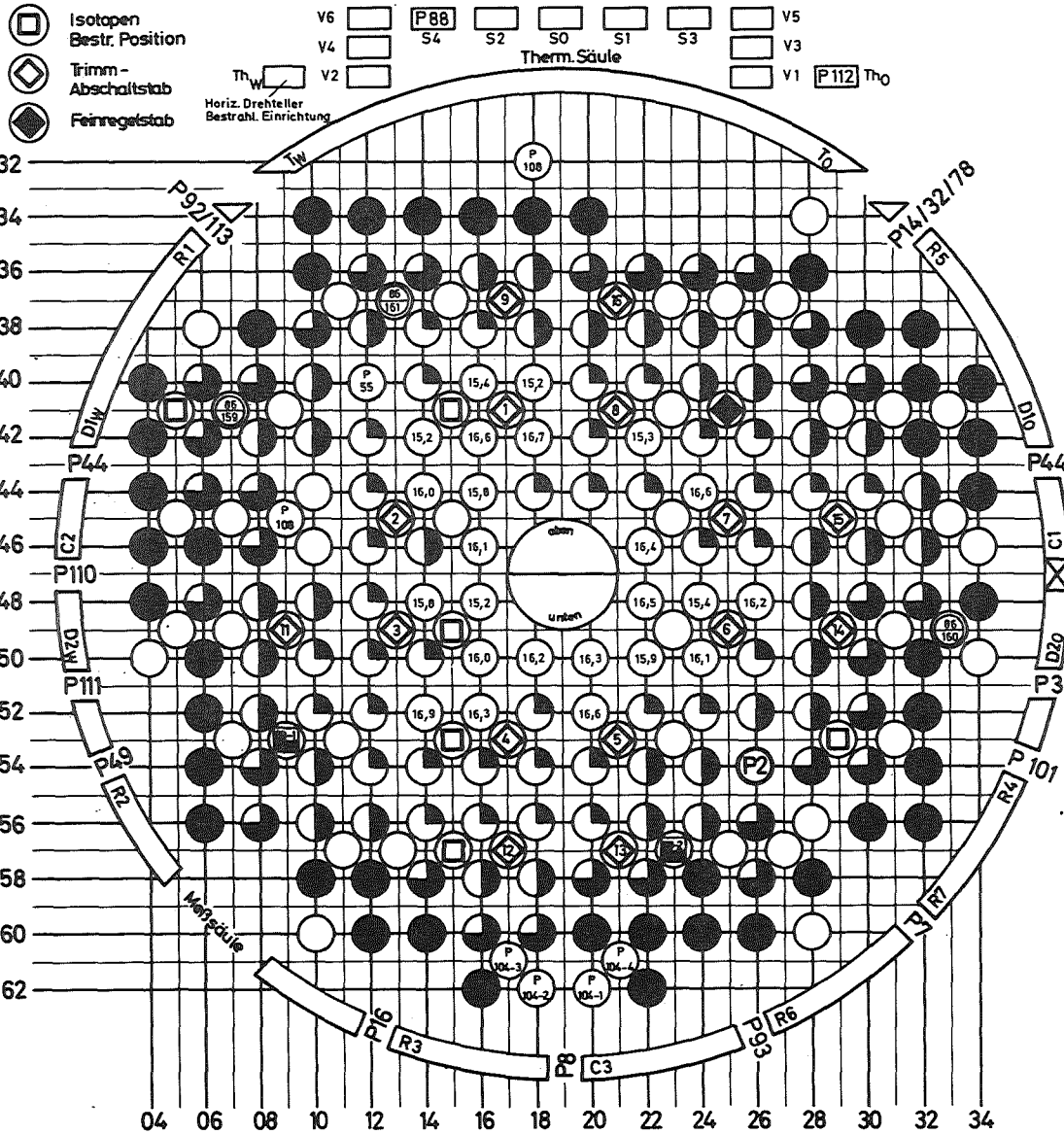


Kernforschungszentrum Karlsruhe
Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe

FR2

FR2 Beladungs- und Belegungsplan Betriebsphase A/80

Beladung: 429
Datum: 25.1.80 bis 18.2.80
Uhrzeit: 11 00 8 11



1. Brennelemente:

Abbrand: $\begin{matrix} <25 & 25-50 & 50-75 & >75 & [\%] & 100\% \Delta & 15 \text{ MWd/kgU} \end{matrix}$
44 ● 32 ● 37 ● 62 ● - 175 BE 8 (2% anger.)

davon ● BE 8 am — neu eingebaut

2. Kapselversuchseinsätze:

○ Exp. Nr. — 3
Ifd. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen:

○ Exp. Nr. — 0
Ifd. Nr.

○ Exp. Nr. — 2
(D₂O-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

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

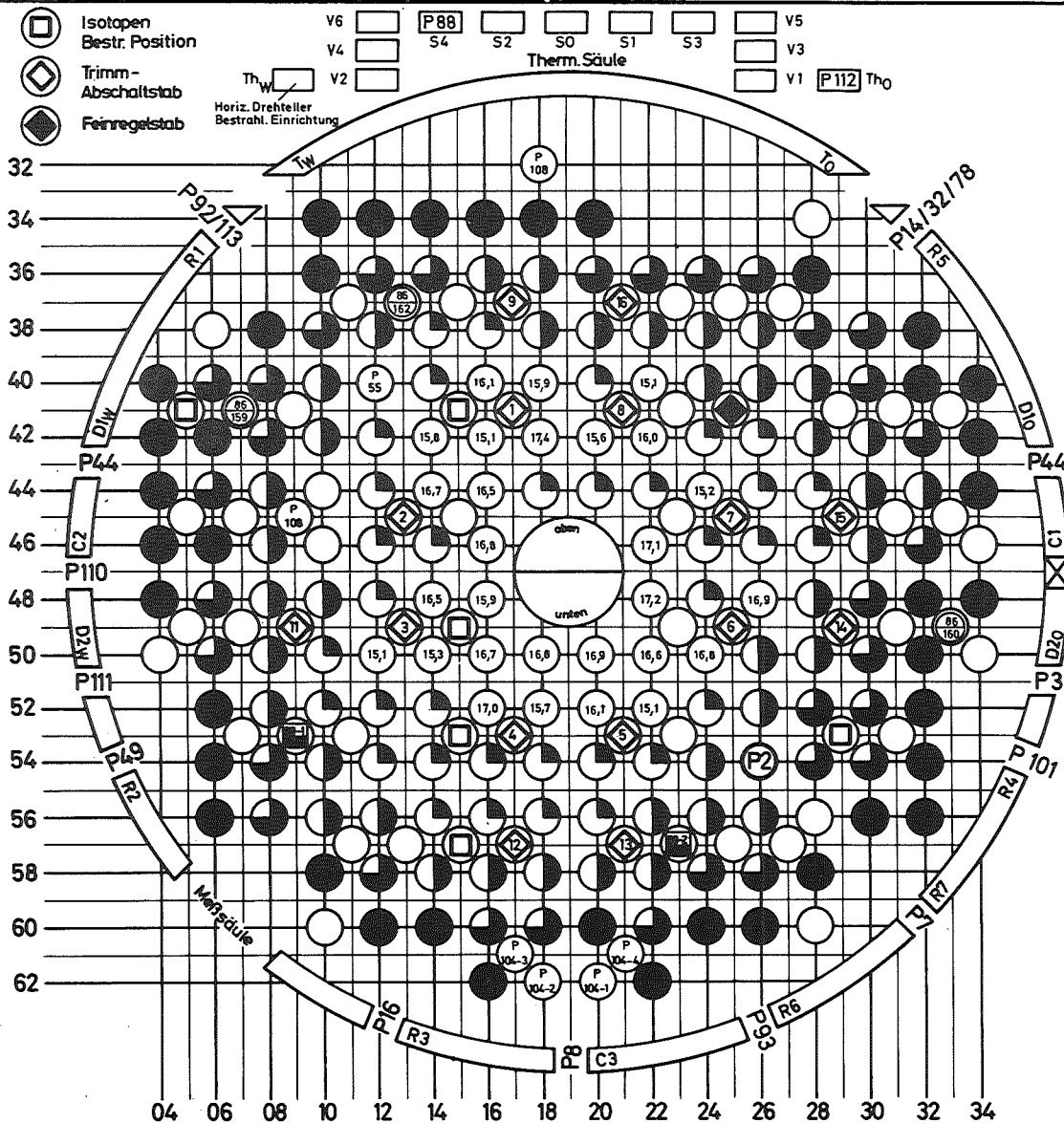
7. Summe d. besetzten Reaktorpos. m. Kühlung v. Reaktor-Kreislauf:

175 auf Gitterpositionen 5 auf Zwischengitterpositionen

8. Bemerkungen:

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

Formblatt: 9/4 a



1. Brennelemente:

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

40 ● 32 ● 40 ● 63 ● - 175 BE 8 (2% anger.)

davon ● BE 8 am — neu eingebaut

2. Kapselversuchseinsätze:

○ Exp. Nr. - 3
Ird. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen:

○ Exp. Nr. - 0
Ird. Nr.

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

4. Kreislaufexperimente:

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

4.2 Exp. FR 2 / 55: Heißdampf-Hochdruckkreislauf Pos. 40 / 12
Exp. FR 2 / 102 (Versuche z. Brennstabversagen)

Bestrahlungen:	Prüfl. Nr.	Einbau	Ausbau

5. Gas - Bestrahlungseinrichtung:

Exp. FR 2 / 104: Position 61 / 17, 61 / 21, 62 / 18, 62 / 20

6. Silizium - Bestrahlungen:




Exp. FR 2 / 108: Position 32 / 18, 45 / 09

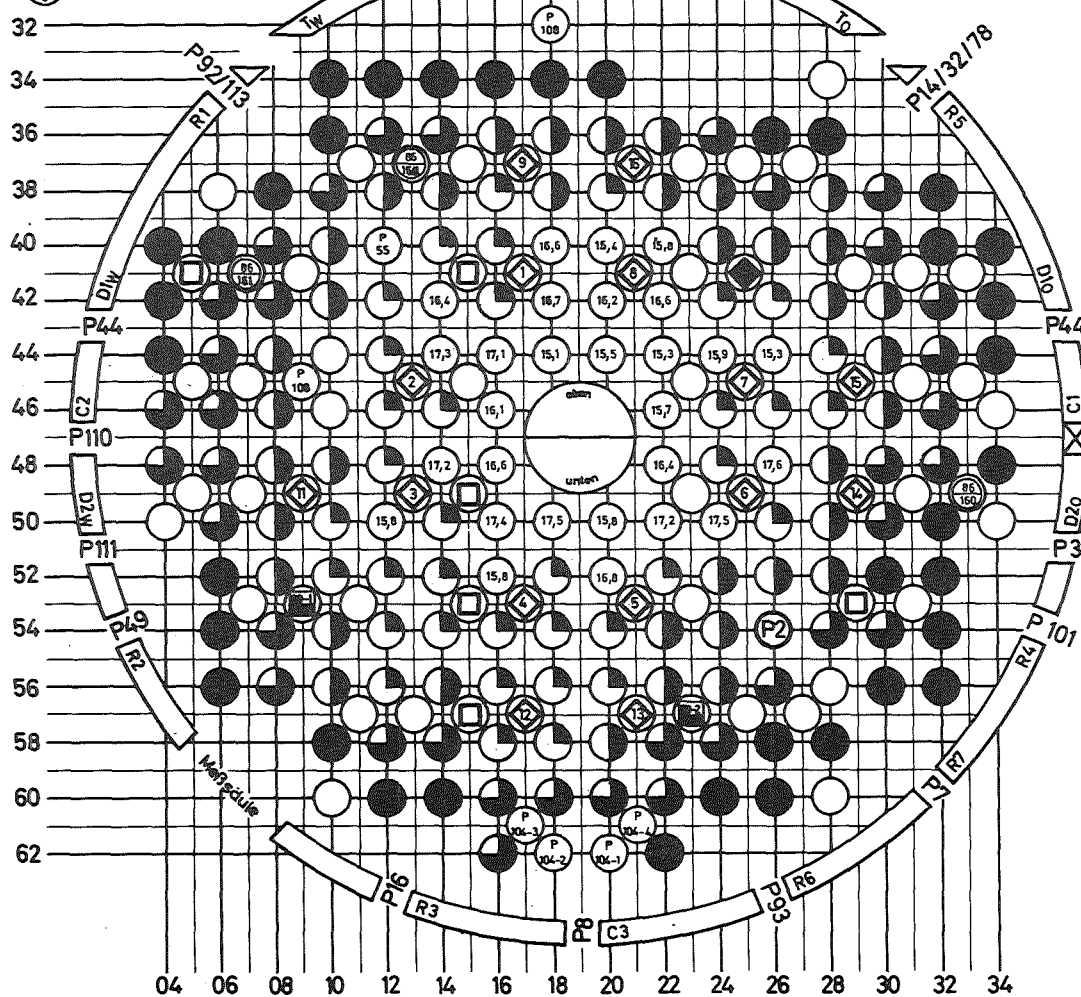
7. Summe d. besetzten Reaktorpos. m. Kühlg. v. Reaktor-Kreislauf:

175 auf Gitterpositionen 5 auf Zwischengitterpositionen

8. Bemerkungen:

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

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



1. Brennelemente:

Abbrand: <25 25-50 50-75 >75 [%] 100% Δ 15 MWd/kg_U
 36 ● 36 ● 38 ● 64 ● - 175 BE 8 (2% anger.)

davon ● — BE 8 am — neu eingebaut

2. Kapselversuchseinsätze:

○ — Exp. Nr. — 3
 lfd. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen:

○ — Exp. Nr. — 0
 lfd. Nr.

○ — Exp. Nr. — 2
 (D₂O-geladener 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:

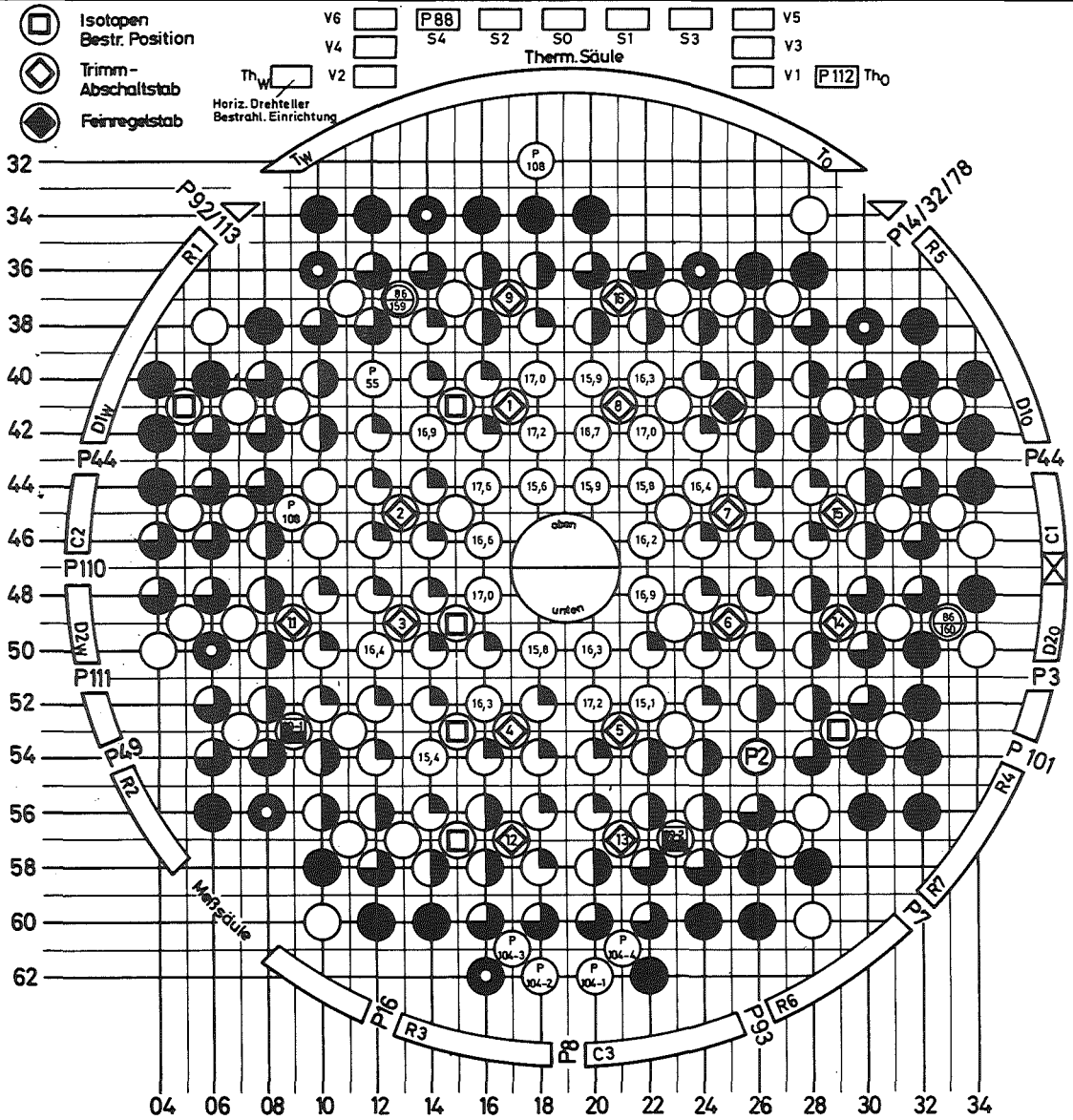
Exp. FR2/108: Position 32/18, 45/09

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

175 auf Gitterpositionen 5 auf Zwischengitterpositionen

8. Bemerkungen:

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



Formblatt: 9/4, a

- Isotopen Bestr. Position
 V6
 P88

V5
 - Trimm-Abschaltstab
 V4
S4
S2
S0
S1
S3

V3
 - Feinregelstab
 Th_W
V2

V1
 P112
Th₀
- Therm.Säule
- Horiz. Drehteller Bestrahl. Einrichtung

1. Brennelemente:

Abbrand: <25 25-50 50-75 >75 [%] 100% Δ 15 MWd/kg_U
 40 ● 36 ● 35 ● 64 ● - 175 BE 8 (2% anger.)

davon ● 7 BE 8 am 23./24.6.80 neu eingebaut

2. Kapselversuchseinsätze:

Exp. Nr. - 2
 lfd. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen:

Exp. Nr. - 0
 lfd. Nr.

Exp. Nr. - 2
 (D₂O-gelühlter 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:	Prüf. 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

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

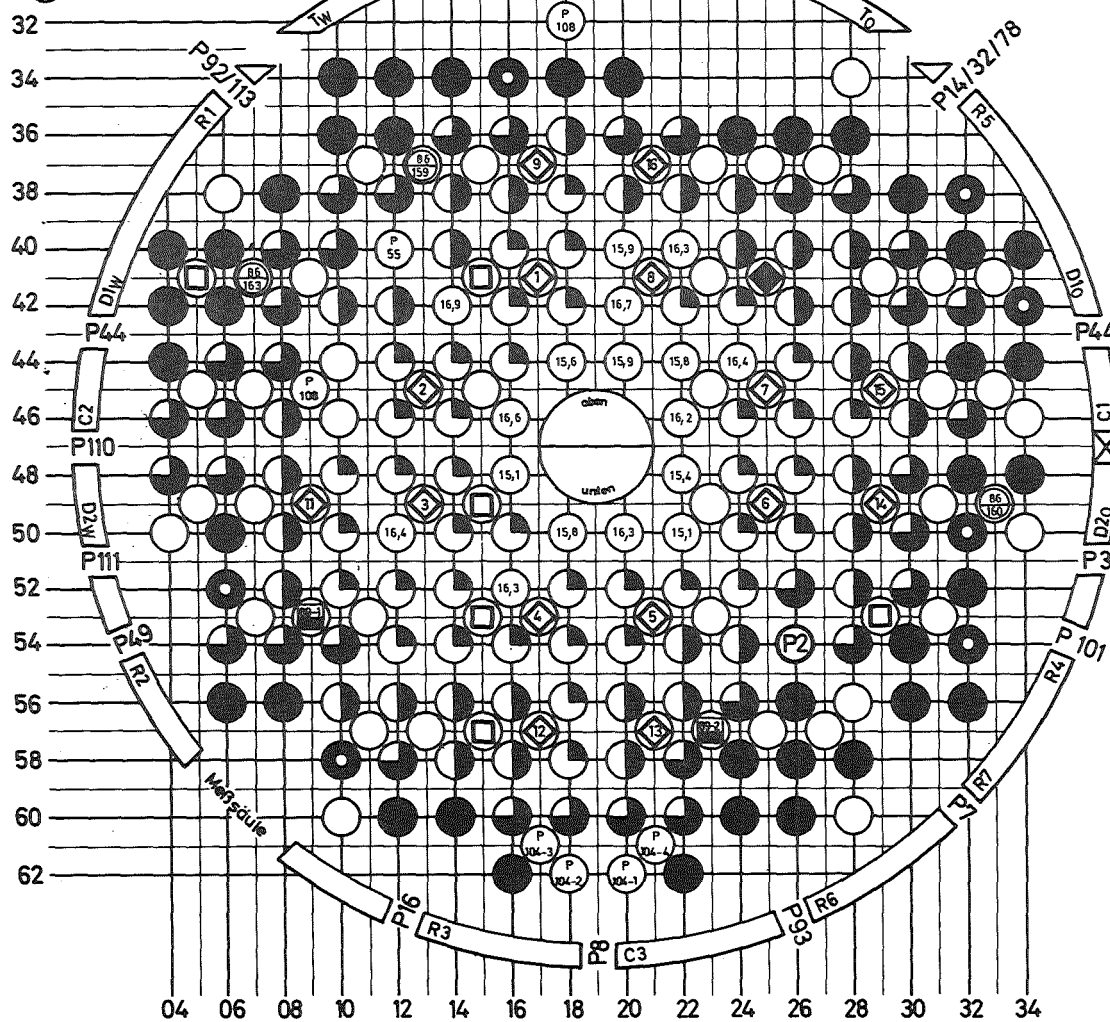
175 auf Gitterpositionen 4 auf Zwischengitterpositionen

8. Bemerkungen:

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



- Isotopen Bestr. Position
 - Trimm-Abschaltstab
 - Feinregelstab
- V6 P88 V5
 V4 S4 S2 S0 S1 S3 V3
 V2 Therm.Säule V1 P112 Tho
 Th.W. Horiz. Drehteller Bestrhl. Einrichtung



1. Brennelemente :

Abbrand: <25 25-50 50-75 >75 [%] 100% Δ 15 MWd/kg_U
 47 ● 36 ● 35 ● 57 ● - 175 BE 8 (2% anger.)

davon ● 7 BE 8 am 4./5.9.80 neu eingebaut

2. Kapselversuchseinsätze :

Exp. Nr. - 3
 lfd. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen :

Exp. Nr. - 0
 lfd. Nr.

Exp. Nr. - 2
 (D₂O-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

5. Gas - Bestrahlungseinrichtung :

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

6. Silizium - Bestrahlungen :

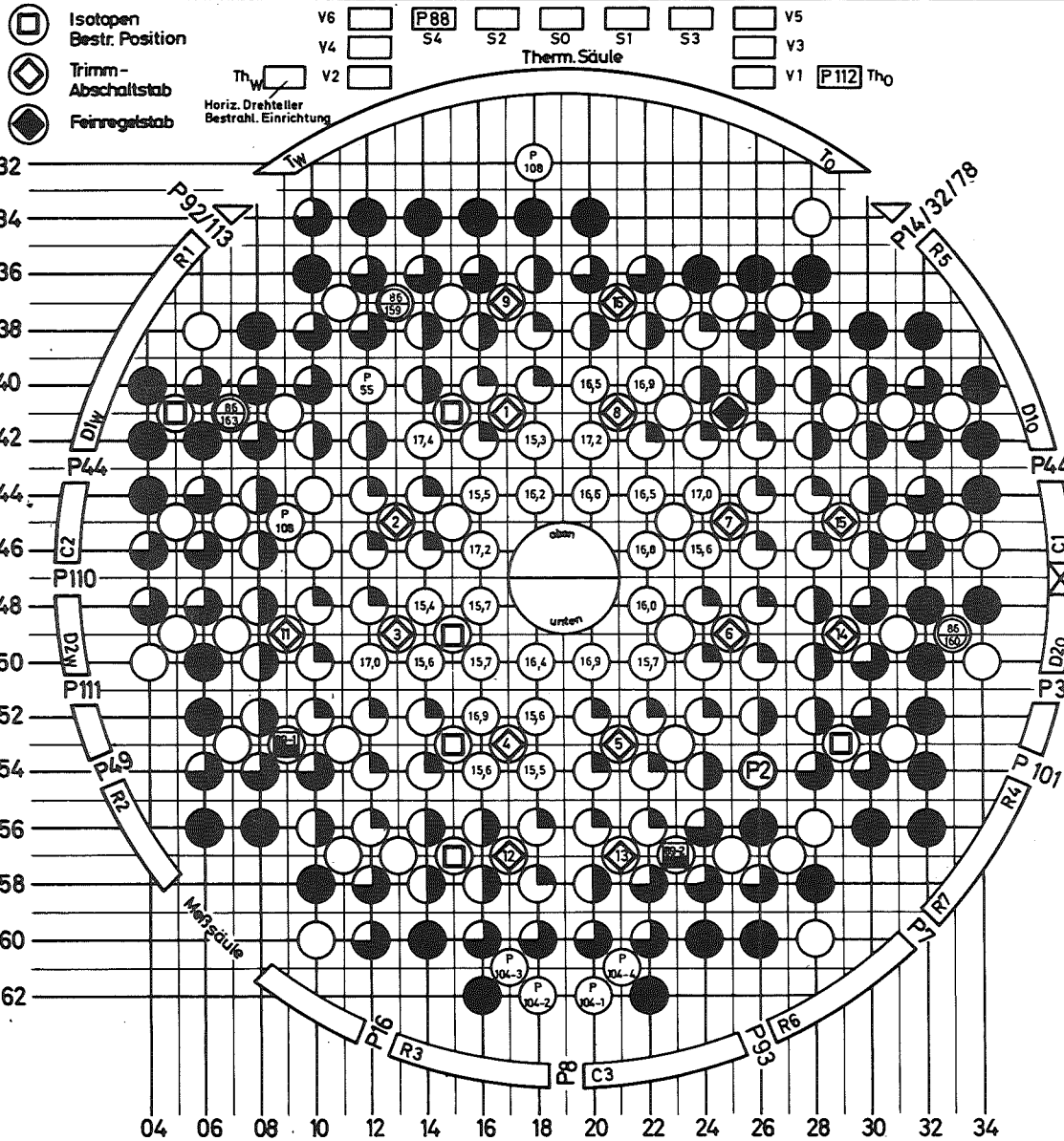
Exp. FR2/108: Position 32/18, 45/09

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

175 auf Gitterpositionen 5 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
 38 ● 41 ● 32 ● 64 ● - 175 BE 8 (2% anger.)

davon ● - BE 8 am — neu eingebaut

2. Kapselversuchseinsätze:

○	Exp. Nr.	- 3
	lfd. Nr.	

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen:

⊖	Exp. Nr.	- 0
	lfd. Nr.	

⊖	Exp. Nr.	- 2
	(D ₂ O-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

5. Gas - Bestrahlungseinrichtung:

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

6. Silizium - Bestrahlungen:

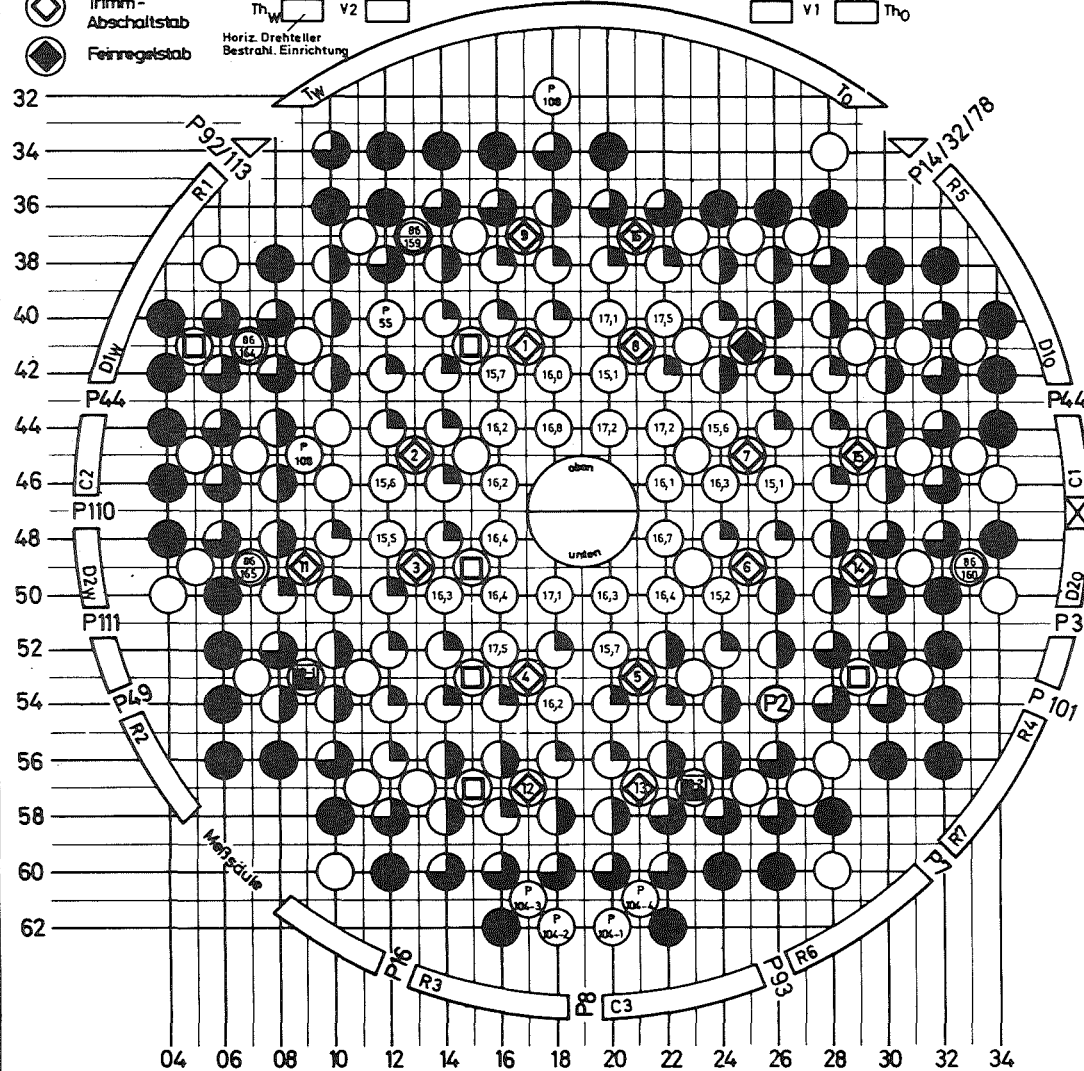
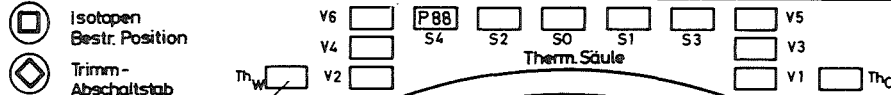
Exp. FR2/108: Position 32/18, 45/09

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

175 auf Gitterpositionen 5 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
 38 ● 38 ● 33 ● 66 ● -175 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. — 2
 (D₂O-gelühlter 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. Brennstababversagen)
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

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

175 auf Gitterpositionen 6 auf Zwischengitterpositionen

8. Bemerkungen:

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

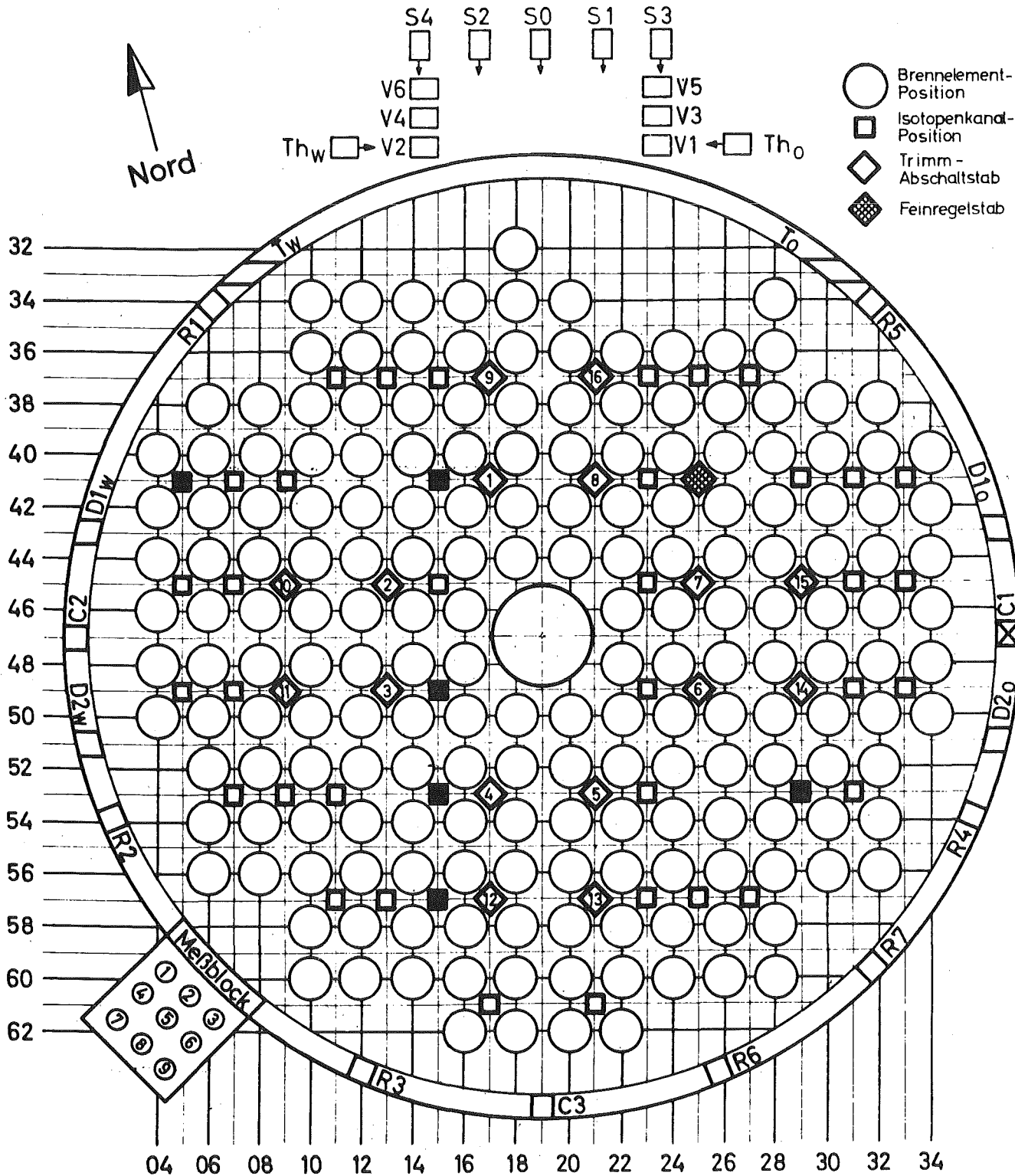
Isotopen - Bestrahlungspositionen

Beladung Nr.: ISO 15

Standardbel. Nr. 15 mit 6 Isotopentauchrohren einschließlich leeren Kapselträgerrohren.

vom 14.1.80

bis 12.8.81



Formblatt : 9 b



Kernforschungszentrum Karlsruhe
Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe

FR 2