

KfK 2821 B
Juli 1979

Betrieb und Nutzung des FR 2 im Jahre 1978

J. Blümle
Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe

Kernforschungszentrum Karlsruhe

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Hauptabteilung Kerntechnische Betriebe

KfK 2821 B

Betrieb und Nutzung des FR2

im Jahre 1978

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
für das Jahr 1978

Im Berichtszeitraum fiel die endgültige Entscheidung, den Reaktor FR2 nach Verbrauch der vorhandenen Brennelemente, also etwa gegen Ende des Jahres 1981, stillzulegen.

Dessen ungeachtet war der Reaktor auch im 13. Betriebsjahr nach der Leistungserhöhung auf 44 MW experimentell gut genutzt. Er erreichte bei einer Energieerzeugung von 8260 MWd eine Verfügbarkeit von 92 % der geplanten Vollastbetriebszeit.

Bei der experimentellen Nutzung war eine Verschiebung zu den Strahlrohrexperimenten zu verzeichnen. Trotz eines weiteren Ausbaus dieser Einrichtungen - neu hinzu kam ein zusätzliches Vierkreisdiffraktometer - konnten die Experimentieranforderungen insbesondere von Universitäten und anderen externen Forschungsinstituten kaum befriedigt werden.

Weitere neue Experimentiereinrichtungen sind eine schnelle Rohrpostanlage zur Bestimmung der Nachzerfallswärme von U-235 im Zeitbereich von 10 bis 1000 Sekunden sowie eine erweiterte Aktivierungsanlage zur Erzeugung von Argon 41 für die Messung von 2-Phasen-Strömungen für das HDR-Sicherheitsprogramm.

Der Heißdampf Hochdruckkreislauf, in dem zum ersten Mal im FR2 vorbestrahlte und danach in der Heißen Zelle des FR2 instrumentierte Prüflinge für Experimente zum Brennstabversagen beim Kühlmittelverluststörfall zum Einsatz kamen, wurde mit einem neuen Druckrohr ausgerüstet.

Die übrigen Experimente liefen bis auf die nahezu zum Stillstand gekommene Siliziumdotierung im wesentlichen gegenüber dem Vorjahr unverändert weiter. Es sind dies die Tieftemperaturbestrahlungsanlage, die Kalte Neutronenquelle, 8 instrumentierte Kapselversuchseinsätze, die Isotopenbestrahlungsanlagen, die Einrichtung zur Erzeugung von Spaltnmolybdän sowie die Neutronenradiografieanlage und die γ -Bestrahlungsanlage.

Summary

Report of Operation in 1978 of the FR2 Heavy Water Moderated Research and Materials Testing Reactor

During the period of reporting the definite decision was taken to decommission the FR2 reactor after the present fuel elements will have been consumed, i.e. by the end of 1981.

Irrespective of this decision the experimental utilization of the reactor was good also in its 13th year of operation after power rise to 44 MW. Generating 8,260 MWd of energy, the reactor attained 92 % availability of the planned time of full load operation.

In experimental utilization a shift was recorded towards beam tube experiments. Despite the further extension of these facilities - a four-circle diffractometer was installed in addition - it was hardly possible to satisfy the requests for experiments coming above all from universities and other external research institutes.

Further new experimental devices are a fast rabbit system for the determination of the post-decay heat of U-235 within the 10 to 1000 seconds range and an extended activation system for generating argon-41 to be used in the measurement of two-phase flows under the HDR safety program.

The superheated steam high-pressure loop accommodating for the first time specimens preirradiated in FR2 and subsequently instrumented in the FR2 Hot Cell for experiments on fuel rod failure in case of a loss-of-coolant accident have been provided with a new pressure tube.

The rest of experiments were carried on without major modifications except for silicon doping which has nearly been abandoned. These experiments relate to the low-temperature irradiation facility, the cold neutron source, eight instrumented capsule test rigs, the isotope irradiation devices, the system for generating fission molybdenum as well as the neutron radiography system and the γ -irradiation facility.

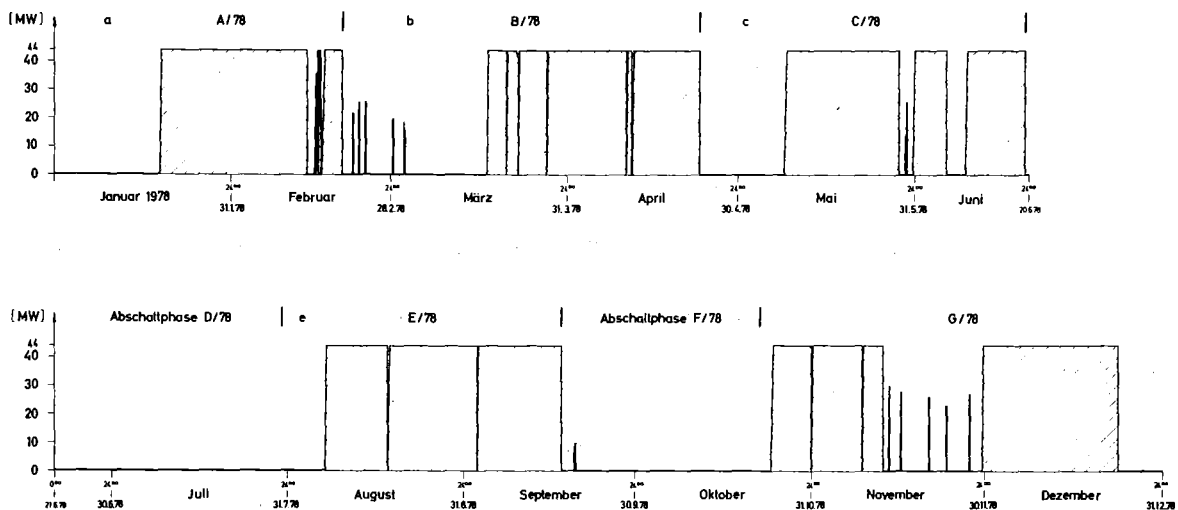
Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung
2. Berichtszeitraum
3. Betriebsdaten des Reaktors FR2
4. Strahlenschutz
5. Abgabe radioaktiver Gase über den FR2-Abluftkamin
6. Meldepflichtige Störfälle
7. Funktions- und Wiederholungsprüfungen
8. Beladung und Abbrand
9. Reaktivitätsverhalten
10. Leistungsverteilung und Neutronenflußdichte
11. Betrieb der Reaktorhilfseinrichtungen
12. Isotopenproduktion
13. Dotierungsbestrahlungen von Reinstsilizium
14. D₂O-gekühlter Isotopen-Bestrahlungseinsatz
15. Strahlrohrexperimente
16. Neutronenradiografieanlage
17. Kapselversuchseinsätze
18. Kreislaufexperimente
19. Sonstige Bestrahlungen und Experimente
20. Einsatzleiter vom Dienst für das Kernforschungszentrum
Karlsruhe
21. Tabellen und Diagramme

1. Zusammenfassung

1.1 Betrieb des Reaktors

Der Reaktor FR2 wurde im Jahre 1978 entsprechend dem Terminleitplan mit seiner thermischen Nennleistung von 44 MW betrieben. Gegenüber den Vorjahren verringerte sich die Zahl der Betriebszyklen von sechs auf fünf. Eine Übersicht über den Betriebsverlauf gibt Abb.1.1



Die Einteilung nach Betriebsphasen A - G entspricht dem FR2-Terminleitplan 1978
Ausgabe : 2 - 15.06.78

Abb.1.1: Betriebsdiagramm des FR2 im Jahre 1978

Ursache der gegenüber den Vorjahren geringeren Nutzung war einmal das zeitlich aufwendige Tätigwerden des Technischen-Überwachungsvereins für Wiederholungsprüfungen aufgrund der neuen BMI-Richtlinien. Zum anderen benötigte Experiment 102 - Transientenversuche mit vorbestrahlten Brennstoffprüflingen zur Untersuchung eines Kühlmittelverluststörfalls in Leichtwasserreaktoren - viel Reaktorzeit, die nicht für andere Experimente genutzt werden konnte. Wie bisher wurden in den Abschaltwochen die erforderlichen Brenn-

elementumladungen und fällige Reparatur- und Wartungsarbeiten an den Reaktorkreisläufen sowie an den Kreislauf- und Strahlrohrexperimenten durchgeführt.

Es ergaben sich die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Unterbrechungen der planmäßigen Betriebszeiten.

Tabelle 1.1: Betriebsunterbrechungen im Jahre 1978
(in Klammern die Zahlen des Vorjahres)

Betriebsunterbrechungen	Anzahl gesamt	plan- mäßig	störungs- bedingt	durch Fehl- bedienung
Leistungsbe- grenzungen	3 (4)	0	3	0
Leistungsrück- nahmen	5 (12)	0	5	0
Abschaltungen von Hand	9 (10)	2	7	0
Automatische Abschaltungen	11 (19)	1	8	2
Startver- zögerungen	4 (1)	2	2	0

Die vorgenannten Betriebsunterbrechungen führten zu einer Ausfallzeit von rd. 13,4 Vollastbetriebstagen.

Es ereigneten sich zwei erwähnenswerte Störfälle, nämlich ein Brand in der Hochspannungseinspeisung der elektrischen Energieversorgung, der Dieselbetrieb und Reaktorabschaltung zur Folge hatte, sowie ein Primärpumpenausfall durch einen Schaltfehler, verursacht durch das Erdbeben vom 3.9.1978, der ebenfalls zu einer Reaktorabschaltung führte.

1.2 Experimentelle Nutzung

In den Isotopen-Bestrahlungseinrichtungen wurden 2383 Kapseln mit zum Teil mehreren Proben im Auftrag von

Industrie, internen und externen Forschungsinstituten sowie von Hochschulen bestrahlt.

Bei den Dotierungsbestrahlungen von Silizium ist ein starker Rückgang zu verzeichnen. Die Industrie als Auftraggeber ist offensichtlich zur Sicherstellung ihrer Halbleiterproduktion nach der Stilllegung des FR2 auf andere Reaktoren im In- und Ausland ausgewichen. Es wurden rd. 37 kg bestrahltes Silizium ausgeliefert.

Im Dezember 1978 fand im HDR-Karlstein der erste Versuch des HDR-Sicherheitsprogramms zur Messung von Zweiphasen-Massenströmungen mittels des Radiotracerverfahrens statt. Dazu wurden 3 Lieferungen aktiviertes Argon aus der neu errichteten leistungsfähigeren Aktivierungsanlage entnommen.

Für die Erzeugung von Spaltmolybdän aus Uran-235 zur Technetium-99^m-Gewinnung für medizinische Zwecke wurden 50 Brennstoffplatten (pro Platte 1,4 g U-235) 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.

Im Jahre 1978 gingen eine schnelle Rohrpostbestrahlungsanlage, ein zusätzliches Vierkreisdiffraktometer und ein Meßplatz für Filmmethoden in Betrieb.

Die Auslastung des Reaktors mit bis zu 8 instrumentierten Brennstoffkapselversuchseinsätzen und 1 Vorbestrahlungseinsatz hatten in etwa den Umfang des vergangenen Jahres.

Die Tieftemperatur-Bestrahlungsanlage (Exp. FR2/2) wurde für Untersuchungen metallischer Proben bei tiefen Temperaturen vom MPI-Stuttgart betrieben. Die Einrichtung war mit 80 % der geplanten Experimentierzeit gut genutzt. Wegen defekter Expansionsmaschine konnte diese Anlage in den letzten beiden Monaten des Jahres 1978 nicht genutzt werden.

Im Berichtszeitraum sind 13 Proben bestrahlt und ausgemessen worden.

Die Kalte Neutronenquelle (Exp. FR2/16) dient zur Gewinnung von subthermischen Neutronen mit ausreichender Flußdichte durch Moderation thermischer Reaktor-Neutronen an flüssigem Wasserstoff. Mit rd. 90 % war die zeitliche Nutzung dieser Versuchsanlage durch das Institut für Angewandte Kernphysik des Kernforschungszentrums unverändert hoch. Eine Ausfallzeit von rd. 272 Stunden entstand durch vorzeitige Verschleißerscheinungen an den Stopfbuchsenpackungen des Trockenlaufkompressors.

Im Heißdampf-Hochdruckkreislauf wurden Transientenversuche (Exp. FR2/102) zur Untersuchung des Brennstabverhaltens bei Kühlmittelverluststörfällen mit elektrisch beheizten und mit nuklear beheizten nicht vorbestrahlten und vorbestrahlten Prüflingen erfolgreich durchgeführt. Die Anlage war rd. 485 Stunden in Betrieb, es erfolgten insgesamt 20 Transientenversuche. Diese Experimente beeinträchtigten stark die Nutzung des Reaktors für andere Experimente. In der 42. Woche wurde der Reaktoreinsatz wegen Erreichens der zulässigen Betriebszeit durch einen neuen Reaktoreinsatz ersetzt.

Die γ -Bestrahlungseinrichtung im Brennelementlagerbecken war durchgehend belegt. Es wurden insgesamt 34 Bestrahlungen von Materialien verschiedenster Art im Auftrag von Industrie und internen Auftraggebern bestrahlt. Mit der Planung einer zweiten Bestrahlungseinrichtung für ein Vorhaben des Projekts Wiederaufarbeitung hat man begonnen.

Mit der Neutronenradiografieanlage sind 190 Aufnahmen von bestrahlten und unbestrahlten Prüflingen für das Versuchsvorhaben Exp. FR2/102 gewonnen worden. Ebenfalls für das Exp. FR2/102 war 1 Vorbestrahlungseinsatz mit UO_2 -Brennstäben in Bestrahlungsposition.

1.3 FR2-Terminleitplan 1978

Bedingt durch PNS-Versuche zum Brennstabversagen im Heißdampf-Hochdruckkreislauf wurden einige Änderungen des Terminleitplanes für die 2. Jahreshälfte 1978 notwendig.

Den nach den tatsächlichen Gegebenheiten überarbeiteten Terminleitplan zeigt Abb. 1.2.

1.4 Strahlenbelastung und Abgabe radioaktiver Gase

Die Strahlenbelastung der am FR2 tätigen Mitarbeiter erreichte mit einer maximalen Jahres-Personendosis von $18 \text{ mJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ (1,8 rem) nicht die nach der Strahlenschutzverordnung zulässigen Grenzen. Ableitungen an radioaktiven Stoffen aus dem Abluftschornstein blieben deutlich unter den nach dem Abluftplan erlaubten Werten.

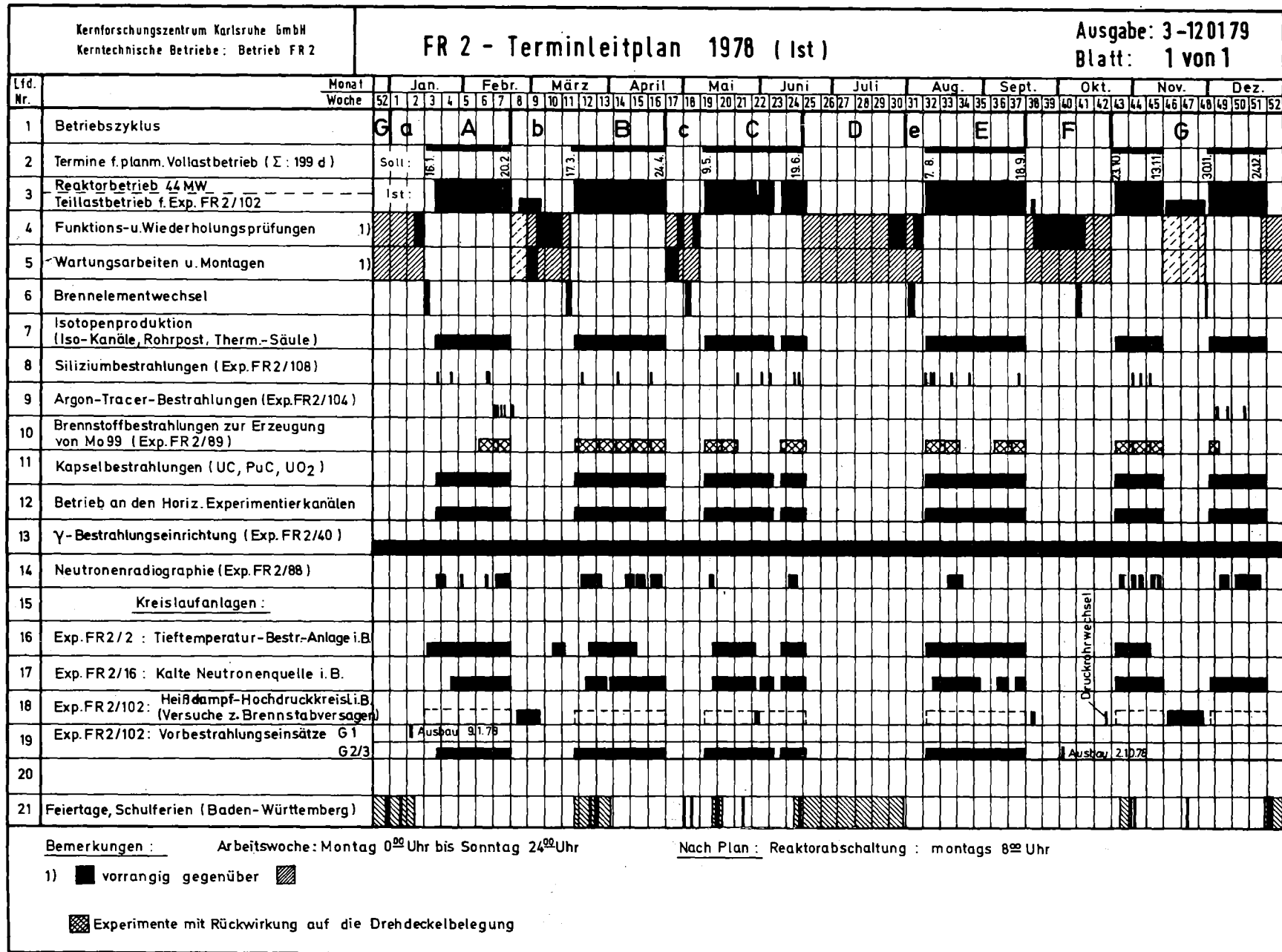
1.5 Meldepflichtige Störfälle

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

1.6 Einsatzleiter vom Dienst für das Kernforschungszentrum (EvD)

Der Bereich FR2 der Kerntechnischen Betriebe stellt mit dem jeweiligen Schichtleiter des FR2 auch den "Einsatzleiter vom Dienst (EvD)" für das Kernforschungszentrum. Im Jahre 1978 waren die EvD in 69 Einsätzen mit 44,5 Einsatzstunden tätig.

Abb. 1.2: FR2-Terminleitplan 1978 (Ist)



2. Berichtszeitraum

1.1.1978, 0⁰⁰ Uhr bis 31.12.1978, 24⁰⁰ Uhr
entsprechend 8 760 h = 365 d.

3. Betriebsdaten des Reaktors FR2

3.1 Betriebszeiten	nach Plan [Soll]		nach Betriebs- aufzeichnungen [Ist]	
	(h)	(d)	(h)	(d)
Gesamt (Reaktor- start und R.kritisch)			4695,53	195,65
$N > 10^{-3} N_N$	4840,00	201,66	4547,14	189,46
Reaktorleistung > 43 MW	4776,00	199,00	4411,82	183,83

3.2 Reaktorleistung und Energieabgabe

Planmäßige Reaktorleistung 44 MW
Mittlere Reaktorleistung
(ermittelt aus dem Quotienten Energie-
abgabe und Betriebszeit $> 10^{-3} N_N$) 43,6 MW
Energieabgabe 198245,80 MWh = 8260,24 MWd

3.3 Ausfallzeiten

Reaktor außer Betrieb 321,11 h = 13,38 d
verminderte Reaktorleistung (< 43 MW) 384,54 h = 16,02 d

3.4 Zeitliche Nutzung

Gesamtbetriebszeit bezogen auf Berichtszeit 53,60 %
Leistungsbetriebszeit ($N > 10^{-3} N_N$) bezogen
auf planmäßige Betriebszeit 93,79 %
Vollastbetriebszeit ($N > 43$ MW) bezogen auf
planmäßige Vollastbetriebszeit 92,38 %

Die Abbildungen 3.1 und 3.2 geben einen vergleichenden Überblick über die Betriebszeit bei $N > 10^{-3} N_N$, die Energieabgabe und die Verfügbarkeit der letzten Jahre:

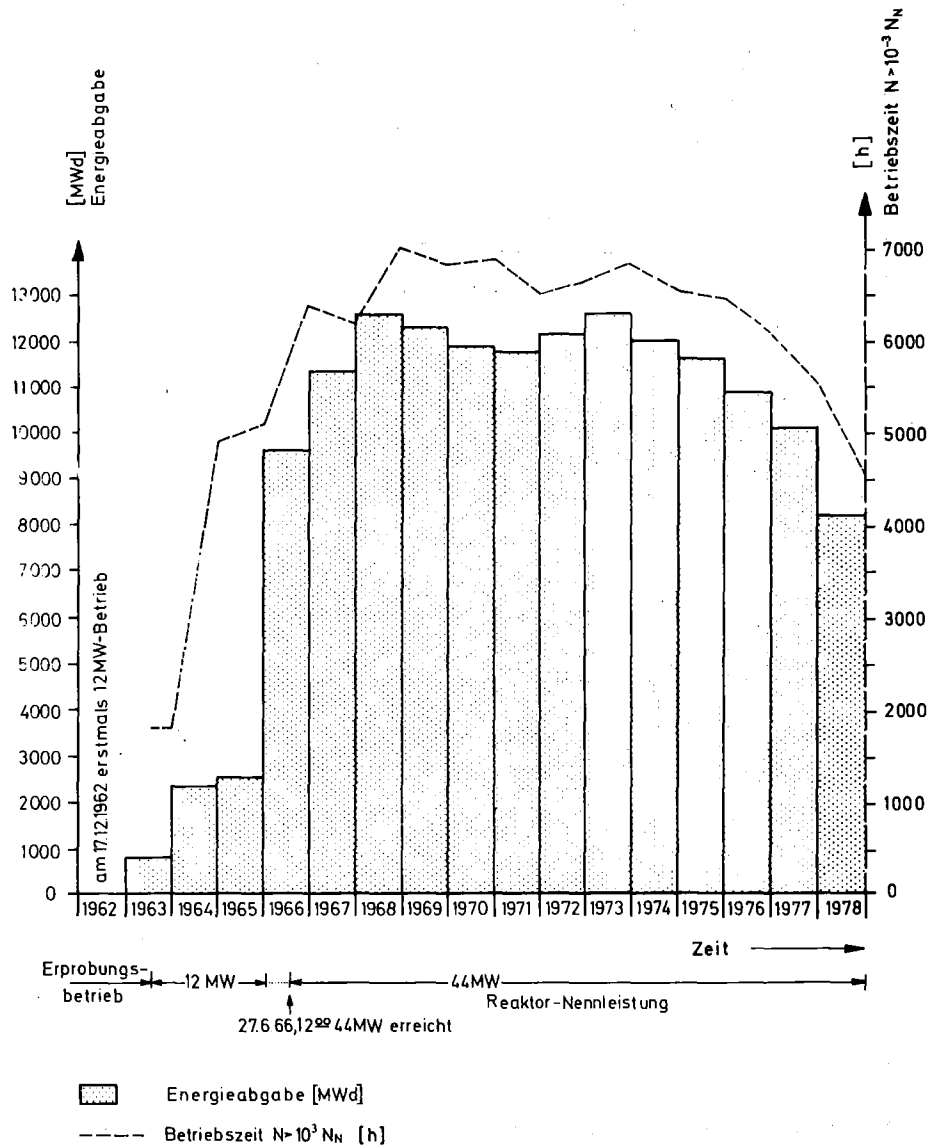


Abb. 3.1: Betriebsdaten des FR2

Weitere Einzelheiten, einschließlich der gegenüber dem Plan fehlenden Betriebszeiten, können aus den unter Punkt 21 beigefügten Tabellen 21.1 und 21.2 sowie den Formblättern 148b/109 bis 115 entnommen werden.

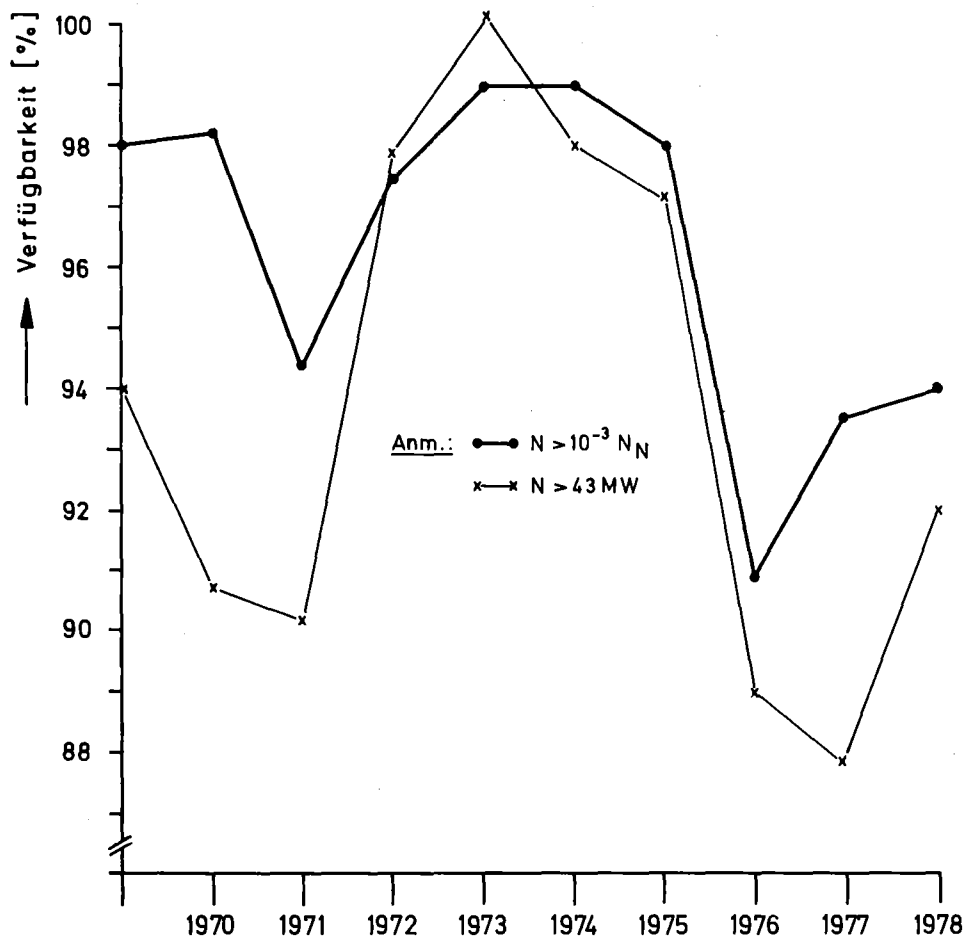


Abb. 3.2: Verfügbarkeit des FR2 bezogen auf planmäßige Betriebszeit

4. Strahlenschutz

Die Strahlenbelastung der am FR2 tätigen Mitarbeiter (Betrieb und Wartung) hielt sich in den nach Anlage X der Strahlenschutzverordnung zulässigen Grenzen. Die höchsten Werte ergaben sich im Bereich Brennelementumladung (siehe Abb. 4.1 und 4.2). Nennenswerte Personenkontaminationen traten nicht auf.

Die nach Paragraph 39 der Strahlenschutzverordnung geforderten Strahlenschutzbelehrungen wurden durchgeführt.

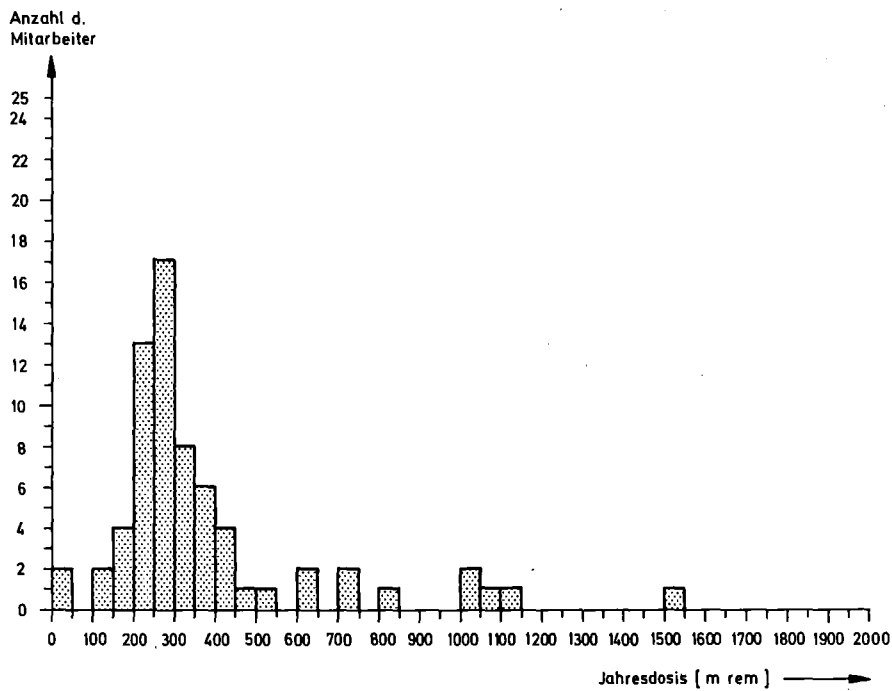


Abb. 4.1: Strahlenbelastung der KTB/FR2-Mitarbeiter (Betrieb und Wartung) im Jahre 1978 nach Glasdosimetrie

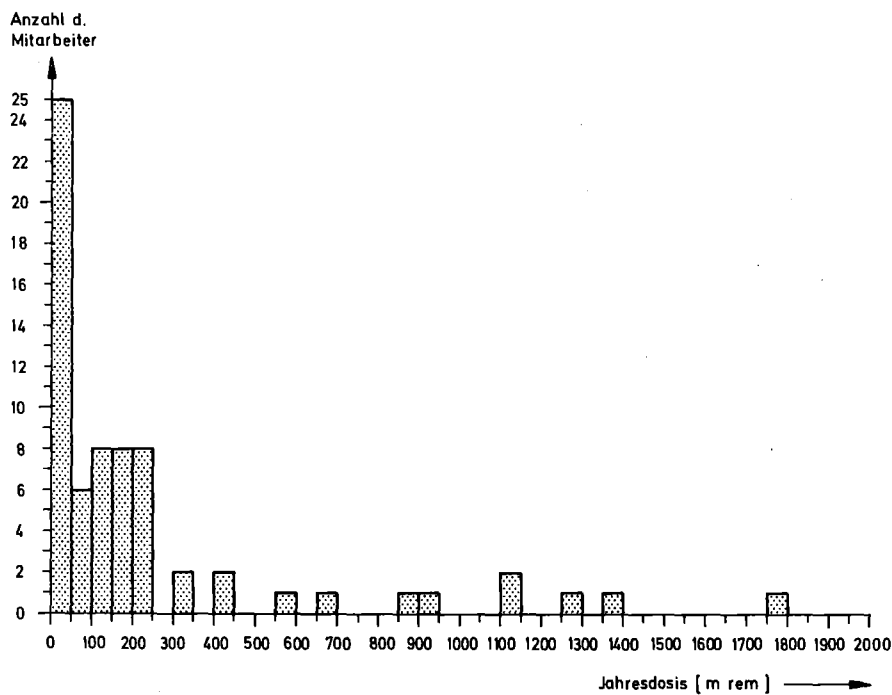


Abb. 4.2: Strahlenbelastung der KTB/FR2-Mitarbeiter (Betrieb und Wartung) im Jahre 1978 nach Taschenionisationskammern

5. Abgabe radioaktiver Stoffe über den FR2-Abluftschornstein

Die Abgabe an radioaktiven Stoffen aus dem Abluftschornstein blieb deutlich unter den nach dem Abluftplan des Kernforschungszentrums erlaubten Werten (Abb. 5.1 und 5.2).

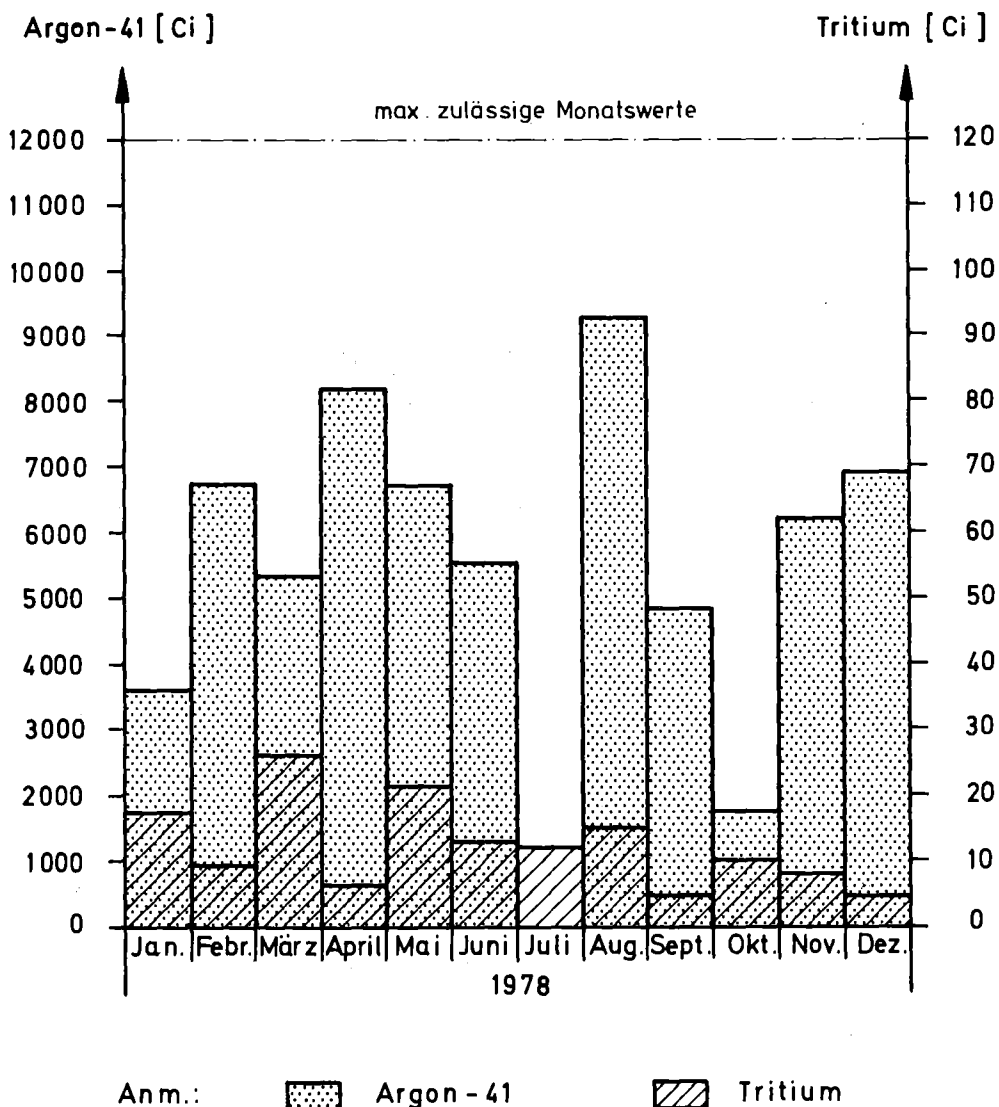
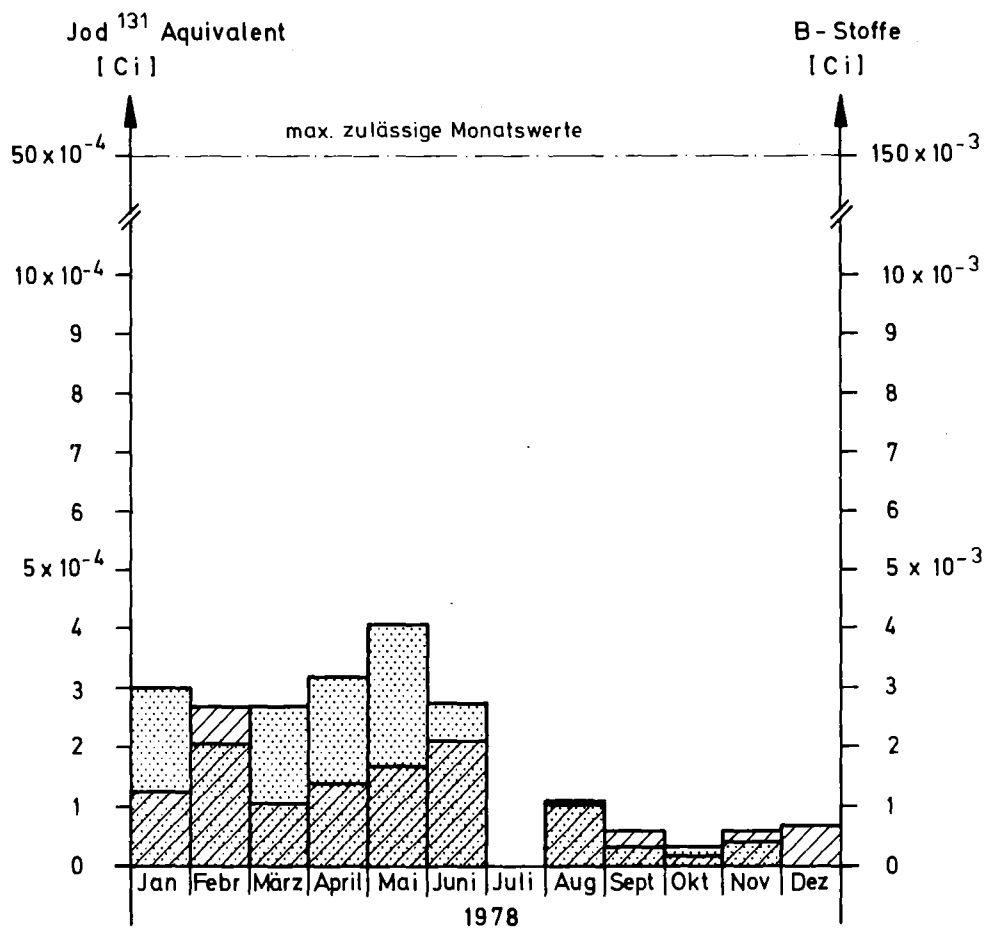



Abb. 5.1: Abgabe von Ar-41 und H-3 (als Wasserdampf) über den FR2-Abluftschornstein

Als Verbesserung wurde die Meßstelle zum diskontinuierlichen Nachweis von tritiumhaltigem Wasserdampf in der Abluft so umgebaut, daß die Aktivität einer Probe nach 20 Minuten angezeigt wird (vorher 3-4 Stunden).



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 1978 an das Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung Baden-Württemberg gemeldeten Störfälle können Tabelle 6.1 entnommen werden:

Tabelle 6.1: Störfälle im Jahre 1978

Störfall Tag	lfd.Nr.	Vorkommnis	Störfall-Beseitigung bzw. Vorkehrung gegen Wiederholung
18.01.78	39	Programm "o" (Moderatorablaß aus dem Reaktortank) bei Wartungsarbeiten nach Schalterbetätigung nicht angelaufen	Ein-Taster mit Doppelkontakteinsatz ausgewechselt.
14.02.78	40	Ca. 10 cm ³ D ₂ O aus Kontrollbohrung von Ventil 19.50 ausgetropft.	Membranwechsel; Austausch gegen Faltenbalgventil am 29.6.1978.
16.02.78	41	Trimmabschaltstab Pos. 4 beim Reaktorstart abgefallen (Unterbrechung in der Stromzuführung des E-Magneten).	Trimmabschaltstab-Wechsel
24.02.78	42	Umschaltung der Abgänge elektrische Energieversorgung BE-Flasche und BE-Absenkschacht von Notschiene I auf Notschiene II bei Prüfung nach PHB 1.201 beim ersten Versuch nicht erfolgt. Weitere 10 Versuche liefen einwandfrei.	Reinigen der Relais RH 104; Relais RH 104 gegen RHG 114 in der 39. und 40. Woche ersetzt.
11.04.78	43	Schalterfall in E-Zentrale Ia; Reaktorabschaltung durch Exp. FR2/2. Wackelkontakt am Lötanschluß der Betätigungsspule des Netzschützes für den He-Kompressor-motor. Durch Flattern des Schützes sprach Überstromzeitrelais des Trafoschalters an.	Spulenanschluß nachgelötet, Befestigung des Spulenwickels.
22.06.78	44	Blockierte Hauptpersonenschleuse	Druckrollenbolzen des "Zu" Endschalters erneuert.
06.06.78	45	Brand eines Hochspannungswandlers in der 20 kV-Anlage der EZ1 (siehe Pkt. 11.7)	Neben dem ausgebrannten Spannungswandler wurden aus Sicherheitsgründen auch die restlichen Wandler ausgewechselt.
04.08.78	46	Austritt von ca. 1,75 m ³ Kreislaufhelium (Aktivitätsinhalt 0,7 µCi Xe 135) bei Trimmabschaltstab-Wechsel infolge Abschaltung der Steuerluft und dadurch erfolgter falscher Ventilstellung	Heliumdruck erniedrigt, Öffnung im Reaktorbehälter geschlossen, Belehrung, Einbau einer Grenzwerteinheit (siehe Pkt. 11.4).
03.09.78	47	Fehlerhaftes Ansprechen der Quecksilberschaltröhre eines Hauptpumpen-Wirkleistungsrelais infolge eines Erdbebens (siehe Pkt. 11.1) bewirkte den Ausfall der D ₂ O-Hauptpumpe 1.5 und über Kanalgruppe 7 des Sicherheitssystems eine Reaktorschnellabschaltung.	Pumpenzuschaltung

Störfall		Vorkommnis	Störfall-Beseitigung bzw. Vorkehrung gegen Wiederholung
Tag	lfd.Nr.		
28.09.78	48	Ausfall eines Neutronenflußmeßkanals (3a/III) infolge Erdschluß	Ersatzelektronik eingebaut, neue Meßkammer aufgesteckt.
03.10.78	49	Bei einer Funktionsprüfung sprach bei Auslösen des Signals "Netzausfall" ein weiterführendes Steuerrelais infolge Drahtbruch nicht an.	Einbau eines neuen Relais.
03.10.78	50	Gealterte Siebkondensatoren in den Überwachungseinheiten K3b/III, festgestellt bei jährlicher Funktionsprüfung.	Erneuerung der Siebkondensatoren aller Überwachungseinheiten.
21.10.78	51	Wasser im Kurbelraum des Diesels von Sofortbereitschaftsaggregat 1; Korrosion an 2 Zylinderlaufbuchsen.	Laufbuchsen ausgewechselt, Überprüfung der restlichen Diesel auf evtl. Schäden.
14.12.78	52	Blokierte Hauptpersonenschleuse	Mutter des Verbindungsgestänges der Verriegelungsbolzen angezogen. Überprüfung aller Schleusen auf ähnliche Defekte.

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

7. Funktions- und Wiederholungsprüfungen

Im Jahre 1978 wurden alle geforderten Funktions- und Wiederholungsprüfungen gemäß Genehmigungsbescheid für den FR2 durchgeführt. Die Prüfungen an den sicherheitstechnisch wichtigen Anlagenteilen sind nach den BMI-Richtlinien und wo erforderlich im Beisein von TÜV-Sachverständigen durchgeführt worden. Der TÜV war dabei 526 Stunden tätig. Weitere Informationen siehe Funktionsprüfungspläne des Jahres 1978, Formblatt 294a, Blatt 1 bis 7 in Pkt. 21.

8. Beladung und Abbrand

Die Beladung des Reaktors während der Betriebsphasen A bis G/1978 ist aus den im Pkt. 21 befindlichen Beladungs- und Belegungsplänen (Formblatt Nr. 9/4) ersichtlich. Eine Zusammenfassung der Beladungszustände (nur Einbauten mit Brennstoff) zeigen Abbildung 8.1 und Tabelle 8.1.

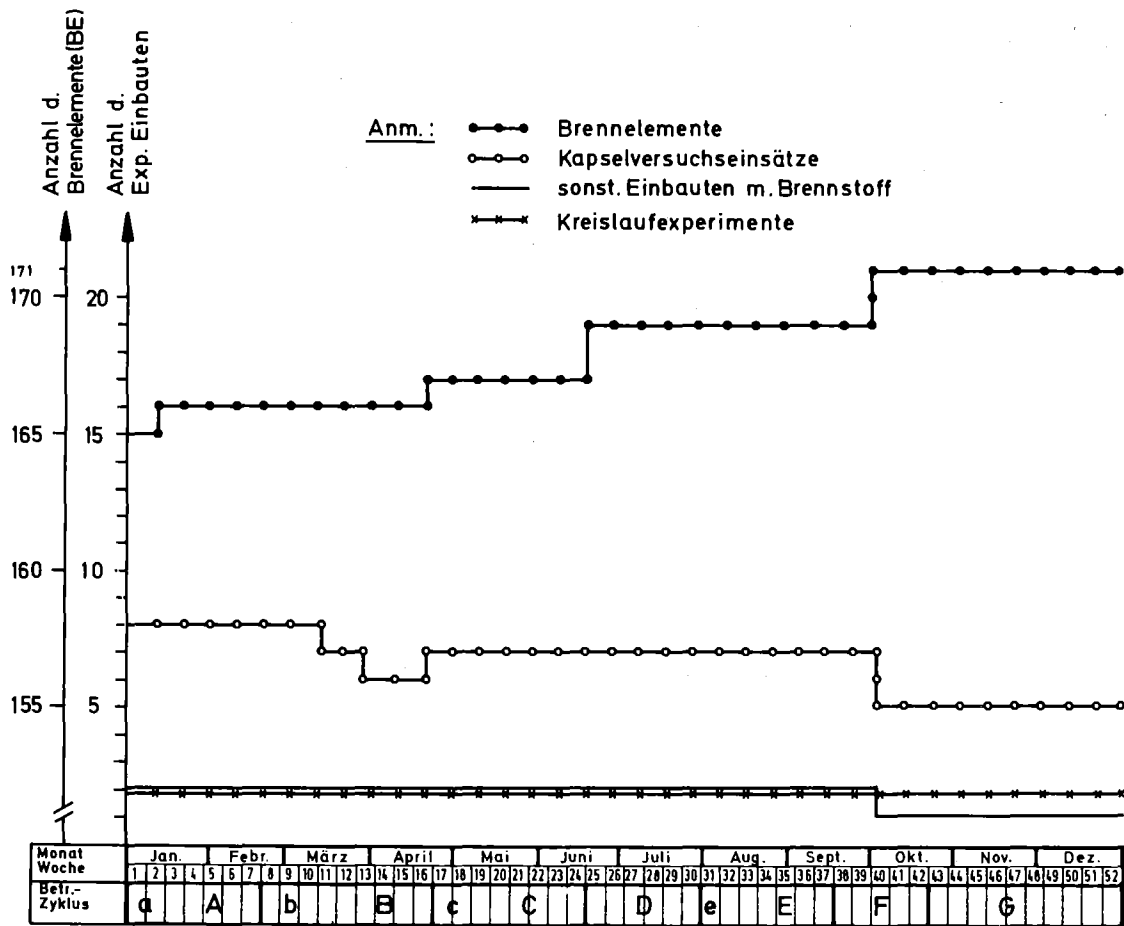


Abb. 8.1: Übersicht über die vertikalen Reaktoreinbauten mit Brennstoff

Tabelle 8.1: Beladungszustände des FR2 im Jahre 1978 (nur Einbauten mit Brennstoff)

Betr.-Phase	Bel. Plan Nr.	Veränderungen zu Beginn des Beladungsplanes										Bestand im Reaktor				Summe gesamt im Reaktor	Summe der besetzten Positionen mit Kühlung von Reaktorkreislauf		
		Zuladungen			Ausladungen			Umsetzungen				in Reaktor					auf Gitterpositionen	auf Zwischenpositionen	
		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/78	397 398	9				8		1		58			166	8	2	2	178	168	8
B/79	399 400 401 402 403	7	1			7	2			44	2	1	166	7	2	2	178	168	8
C/79	404 405 406	8	1			7				53			167	7	2	2	178	170	6
D/78	407	(2)											169	7	2	2	180	172	6
E/78	408 409	6				6				32			169	7	2	2	180	172	6
F/78	410 411	6(1)				7	2	1		43	41		169	7	2	2	180	172	6
G/78	412 413	1	1			1	1			7			171	5	1	2	179	173	4
Gesamt:		42	3			36	6	2		237	4								

Anmerkung: () Brennelemente mit Abbrand

Der mittlere Abbrand des FR2-Gleichgewichtskerns hat sich gegenüber den Vorjahren leicht geändert und liegt bei rd. 9,2 MWd/kg Uran. Der über das Jahr 1978 gemittelte mittlere Abbrand der 36 planmäßig ausgebauten Brennelemente des Typs 8 (UO₂-Elemente, Anreicherung 2 %) betrug 15,6 MWd/kg_U (Abb. 8.2). Die aus dem Reaktor ausgebauten Brennelemente wurden alle in der Heißen Zelle des FR2 besichtigt. Beschädigungen konnten dabei nicht festgestellt werden.

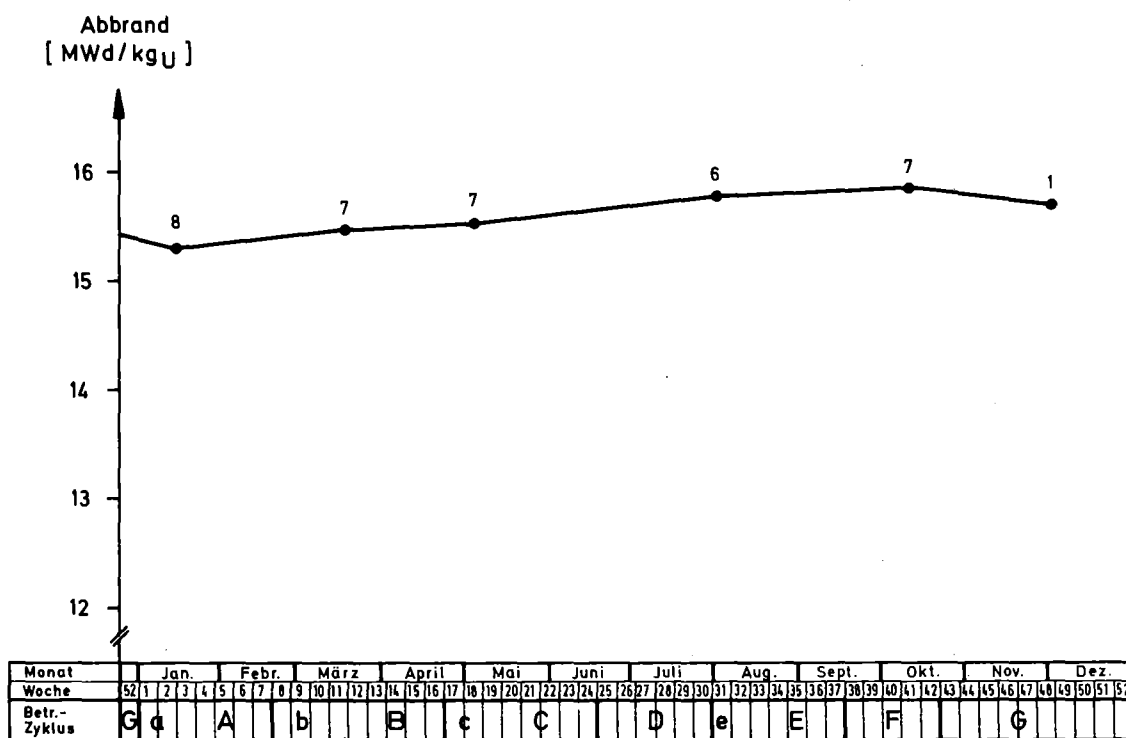


Abb. 8.2: Mittlerer Abbrand und Anzahl der planmäßig ausgebauten Brennelemente

9. Reaktivitätsverhalten

Das Zeitverhalten der Reaktivität des FR2 ist aus den im Pkt. 21 befindlichen Diagrammen - Formblatt Nr.183d/101 bis 183d/115 ersichtlich.

Aus der Stellung der Trimmabschaltstäbe (siehe Abb. 9.1) konnte 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 1978 durch k_{eff} -Rechnungen abgeschätzt.

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

$$(\rho_{ex})_{max.} = 6,0 \%$$

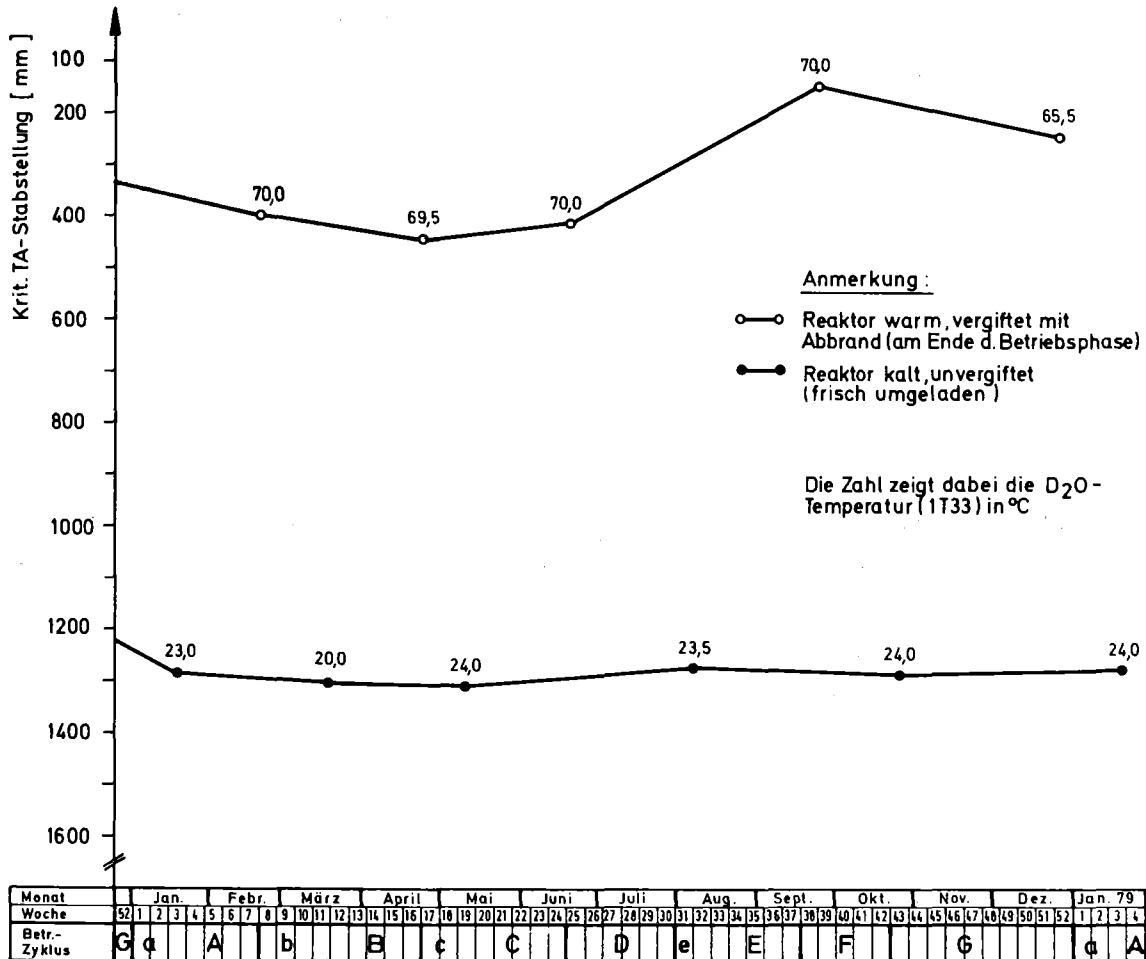


Abb.:9.1 Eintauchtiefe aller 15 Trimmstäbe für verschiedene Reaktorzustände

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

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

Daraus ergibt sich ein Reaktivitätsverlust im Jahresmittel von:

$$(\rho_{\text{ex}}) \text{ max.} - (\rho_{\text{ex}}) \text{ min.} = 5,0 \%$$

Der Reaktivitätsverlust setzt sich aus folgenden Anteilen zusammen:

Abbrand:	1,2 %
Spaltproduktvergiftung:	2,8 % (Xe und Sm)
Temperatureinfluß:	1,0 %
	<hr/>
	5,0 %

Die Abschaltreaktivität von 15 Trimmabschaltstäben (TA) betrug:

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

Die Abschaltreaktivität zu Beginn der Betriebsphasen betrug:

$$\rho_{\text{AB}} = 6,0 \% - 15,5 \% = -9,5 \%$$

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 1978 ergaben sich daraus:

min. BE-Einzelleistung:	140 kW
max. BE-Einzelleistung:	347 kW
mittl. BE-Einzelleistung:	244 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 der FR2-Isotopenkanäle in verschiedenen Betriebsphasen bei einer Reaktorleistung von 44 MW ermittelt. Die maximale thermische Neutronenflußdichte betrug:

$$\phi_{th} = 0,94 \cdot 10^{14} \text{ cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}.$$

11. Betrieb der Reaktorhilfseinrichtungen

Die routinemäßig durchgeführten Reparaturen an den Kreislaufkomponenten sind in den jeweiligen Zyklusberichten des Jahre 1978 festgehalten.

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

11.1 Reaktorschutzsystem

In der 10. und 17. Woche 1978 wurde die Meßsäule (Kanalgruppe 3) mit neuen Ionisationskammern bestückt.

Am 3.9.1978 um 6⁰⁹ Uhr ereignete sich ein Erdbeben. Als Folge wurde der Reaktor durch die Kanalgruppe 7 abgeschaltet. Diese Kanalgruppe überwacht über eine Druckmessung im Primärkreislauf bei Leistungsbetrieb die Kühlung des Reaktors, die durch vier parallel laufende D₂O-Hauptpumpen sichergestellt wird.

Weitere Störungen ohne Einfluß auf den Reaktorbetrieb:

- Die Parallel-Gebläse beider Aktivabgasanlagen erhielten Einschaltbefehle.
- Die Klappe 40.25 vor Luftfilter 4.7 erhielt einen Aufbefehl.

Ursache der Störungen:

Als Störungsursache kann in allen Fällen das Verhalten von Wirkleistungsrelais angenommen werden. Die Relais überwachen über die aufgenommene Leistung Pumpen- und Lüftermotoren auf ordnungsgemäßen Betrieb. Sie sind ähnlich einem elektrischen Haushalts-Zähler aufgebaut und haben als Schaltglied eine Quecksilber-Ringschaltröhre. Bei Erschütterungen kann das Quecksilber in Schwingungen versetzt werden und unerwünschte Schaltungen bewirken.

Ablauf der Reaktorschnellabschaltung:

Es stehen insgesamt fünf durch eine selbsttätige Fortschaltung verknüpfte D_2O -Hauptpumpen zur Verfügung, von denen zum Zeitpunkt des Erdbebens die Pumpen 1,3,4 und 5 vorgewählt waren und liefen. Durch Erschütterungen des Hg-Spiegels im Wirkleistungsrelais der stehenden Pumpe 2 wurde deren Lauf kurzzeitig vorgetäuscht, worauf die Pumpe 5 vom Programm abgeschaltet wurde. Dies führte zur sofortigen Reaktorschnellabschaltung durch Kanalgruppe 7 des Reaktorschutzsystems.

11.2 Regel- und Abschaltelemente

Bei den Reaktorabschaltungen wurden jeweils alle Trimmabschaltstäbe abgeworfen. Wegen defekten Ankunftsmeldungen und Elektromagneten mußten im Berichtszeitraum 10 Trimmabschaltstäbe ausgewechselt werden.

Tabelle 11.1: Trimmabschaltstabwechsel im Jahre 1978:

TA-Stab Absorber Nr.	TA-Stab Pos.	Einbau Datum	Ausbau Datum	Einsatzzeit bei $N > 43$ MW $\overline{[d]}$	Ausbaugrund	ersetzt durch Absorber Nr.
T-2-09	45/25	20.01.77	17.01.78	204	Ankunftsmeldung defekt	T-2-06
T-2-07	41/21	24.11.75	18.01.78	234	Ankunftsmeldung defekt	T-2-04
T-2-06	am 17.1.1978 von Pos. 53/21 nach Pos. 45/25 umgeladen					T-2-17
T-2-08	53/17	30.08.77	16.02.78	108	elektrische Leitung zum E-Magnet defekt	T-2-09
T-2-05	57/21	03.11.77	14.03.78	70	Ankunftsmeldung defekt	T-2-07
T-2-15	49/13	26.07.72	14.03.78	1419	E-Magnet defekt	T-2-06
T-2-06	am 14.3.1978 von Pos. 45/25 nach Pos. 49/13 umgeladen					T-2-08
T-2-10	37/17	04.10.77	31.05.78	144	E-Magnet defekt	T-2-05
T-2-16	57/17	09.10.75	08.06.78	619	E-Magnet defekt	T-2-15
T-2-06	49/13	29.11.77	24.07.78	126	Ankunftsmeldung defekt	T-2-16
T-2-13	49/29	30.03.76	24.07.78	515	Ankunftsmeldung defekt	T-2-10
T-2-19	49/25	03.10.77	04.08.78	161	E-Magnet defekt	T-2-11

Der seit dem 28.3.1973 durchgehend im Reaktor eingebaute Feinregelstab Nr. 2 mußte am 3.8.1978 wegen Verschmutzung und dadurch hervorgerufener Schwergängigkeit ausgewechselt werden. Vom 3.8.1978 bis zum 18.8.1978 war der Feinregelstab Nr. 1 eingebaut. Dieser Stab ist ebenfalls wegen Schwergängigkeit (aufgeplatzte Führungshülse) vom überholten Feinregelstab Nr. 2 ersetzt worden.

11.3 Schwerwasserkreislauf (D_2O -Kreislauf)

Der D_2O -Kreislauf zeigte auch im Jahre 1978 ein normales Betriebsverhalten. Das Aussehen des D_2O ist klar, ohne Trübung. Die Qualität des im Kreislauf befindlichen Schwerwassers zeigt Tabelle 11.2 und Abbildung 11.1.

Tabelle 11.2: Betriebsdaten des D₂O

	Jahres		Bemerkungen
	Anfang	Ende	
Isotopenreinheit [Mol %]	99,653	99,650	Abreicherung kontinuierlich wegen Aus- und Einbau sowie Umsetzungen von vertikalen Core-Einbauten
H ³ -Konzentration [Ci/l]	4,8	5,5	kontinuierlich ansteigend (Sättigungsaktivität noch nicht erreicht)
Leitfähigkeit [μs/cm]	0,02	0,39	Mischbettfilter teilweise erschöpft (Sättigung noch nicht erreicht)

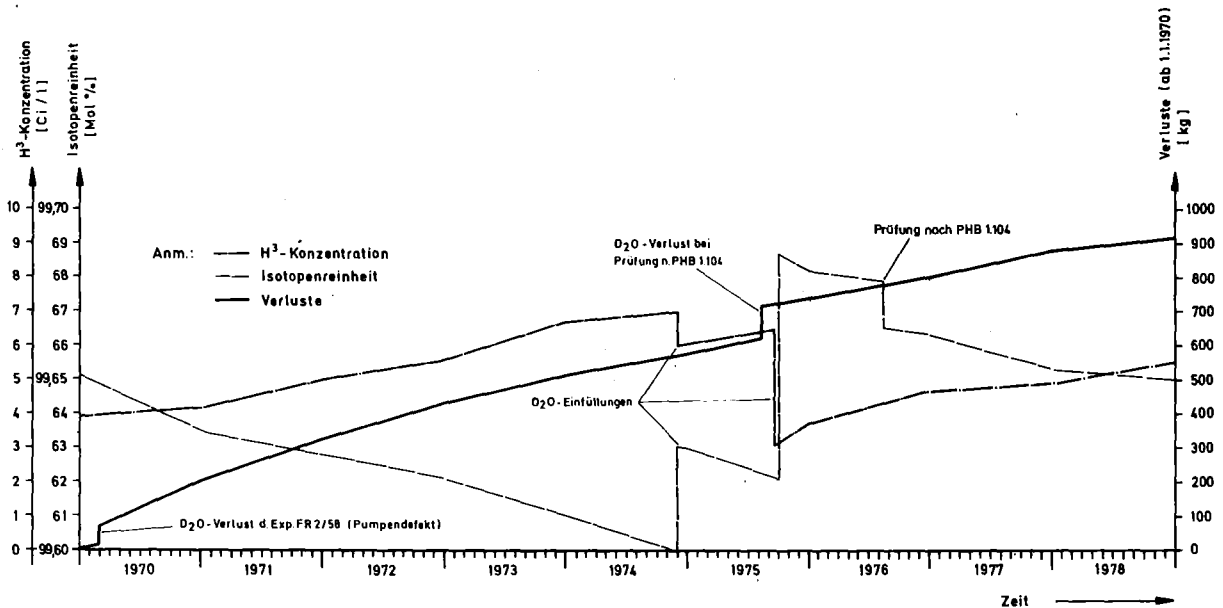


Abb. 11.1: Schwerwasser-Werte seit 1970
(Isotopenreinheit, Tritiumkonzentration und kumulative D₂O-Verluste)

Einen Überblick über Bestand und Änderungen der D₂O-Menge im FR2 gibt folgende Zusammenstellung (Tabelle 11.3).

Tabelle 11.3: D₂O-Bilanz für das Jahr 1979

D ₂ O-Bestand im FR2 am 1.1.1978			38 854,662 kg
Eingang:			
Tag	Menge	Bemerkungen	
09.01.78	842,860 kg	Rücklieferung von aufkonzentriertem D ₂ O	
22.05.78	9,780 kg	Eingang vom Institut für Kernphysik	
Gesamt:	852,640 kg		+ 852,640 kg
Abgaben:			
01.01.78 bis 31.12.78	32,311 kg	an verschiedene Institute (intern und extern)	- 32,311 kg
Verluste:			
01.01.78 bis 31.12.78	42,000 kg	bei Aus- und Umbau von Reaktoreinsätzen sowie bei Montagearbeiten im D ₂ O-Kreislauf	- 42,000 kg
D ₂ O-Bestand im FR2 am 31.12.1978			39 632,991 kg

Im Berichtszeitraum mußten nur 6 Membranen an D₂O-Ventilen erneuert werden. Der Rückgang gegenüber den Vorjahren ist auf die weitergeführte Umrüstung der Ventile von Gummimembranen auf Spindelabdichtung mittels Metallfaltenbalg zurückzuführen.

Am 6.7.1978 wurde die D₂O-Hauptpumpe 1.3 wegen erreichter Laufzeit ausgewechselt.

11.4 Heliumkreislauf

Der Helium-Kreislauf konnte bis auf eine nachstehend beschriebene Störung störungsfrei betrieben werden.

Während eines Trimmabschaltstab-Wechsels (Reaktorbehälter offen) wurden am 4.8.1978 auch Arbeiten im D₂O-Kreislauf durchgeführt, die eine Abschaltung der Steuerluft erforderten. Infolge einer dadurch erfolgten falschen Ventilstellung konnte Kreislaufhelium (ca. 1,75 m³ He mit 0,7 µCi Xe 135) aus der Öffnung im Tank in den Deckelgang austreten. Das Helium wurde über den Abluftkamin in die Atmosphäre abgegeben. Die Störung wurde durch den fallenden Heliumdruck erkannt und durch Schließen der Öffnung im Reaktorbehälter beendet. Zur künftigen rechtzeitigen Erkennung eines solchen Vorfalles wurde die dafür zuständige Meßstelle 1Q10 mit einem Durchflußwächter (unteren Grenzwert) ausgerüstet.

11.5 Leichtwasserkreislauf

Im Leichtwasserkreislauf traten keine nennenswerte Störungen auf.

Tabelle 11.4: Wasserverbrauch und Erzeugung von vollentsalztem Wasser

Verbrauch/Erzeugung	Menge
Rohwasserverbrauch	348 782 m ³
Erzeugung von vollentsalztem Wasser	222 737 m ³
Anzahl der Regenerationen	238
Verbrauch an Regenerationsmitteln	
Natronlauge	70,0 t
Salzsäure	214,2 t

Tabelle 11.5: Abwasser im FR2-Bezirk

Abwasserart/-system	Abwassermenge [m ³]	Bemerkungen
Regenwassernetz	97 451	hauptsächlich Kühlwasser hauptsächlich aus Wasser- aufbereitungsanlage
Chemieabwasser	24 740	
radioaktives Abwasser	140	
häusliches Abwasser	6 000	
Gesamt-Abwasser	128 331	

Über die Kühltürme wurden 218 497 m³ Wasser entsprechend der Energieabgabe des Reaktors verdampft.

11.6 Lüftungssysteme

An den Lüftungssystemen des FR2 traten keine den Reaktorbetrieb beeinträchtigenden Störungen auf.

Im März 1978 wurde zur Verbesserung der Absaugung aus dem Looplager ein Zusatzgebläse installiert, was durch die Handhabung von vorbestrahlten Prüflingen aus Exp. FR2/102 im Looplager erforderlich geworden war.

11.7 Elektrische Energieversorgungsanlagen

Am 6.6.1978 geriet in der Hauptspannungsstation der E-Zentrale 1 ein zweipolig isolierter Spannungswandler in Kabel 1 der 20 kV-Energieeinspeisung für den FR2 in Brand. Offensichtlich ist der Wandler durch einen inneren Schluß infolge Wärmefreisetzung geplatzt, wobei sich das austretende Transformatorenöl entzündete. Der Reaktor wurde vorsorglich abgefahren, die Energieversorgung von Hand auf Dieselbetrieb geschaltet und die Hochspannungsanlage ganz außer Betrieb genommen. Im Verlauf der Störung liefen alle Funktionen ordnungsgemäß ab; es bestand zu keiner Zeit eine Gefährdung für den Reaktor oder für die Umgebung. Neben dem ausgebrannten Spannungswandler wurden aus Sicherheitsgründen auch die restlichen Wandler ausgewechselt.

In der Abschaltphase F/1978 sind die Relais des Typs RH-104 in den Sicherheitssteuerteilen der E-Zentrale durch Relais des Typs RHG-114 ersetzt worden (MAGS-Auflage).

Das Sofortbereitschaftsaggregat 1 mußte im Oktober 1978 wegen Kühlwassers im Kurbelraum des Diesels außer Betrieb genommen werden. Die Inspektion ergab, daß eine Zylinderlaufbuchse durchkorrodiert war. Es wurden alle Laufbuchsen ausgewechselt. Aufgrund dieser Störung und der langen Standzeiten (20 Jahre) erfolgte eine Generalinspektion an allen Sofortbereitschaftsaggregaten.

Zur Vermeidung eines Temperaturanstieges im Kabelkeller und im Kabelkanal als Folge der Brandabschottungsmaßnahmen des Vorjahres bekam dieser Bereich eine eigene Lüftungsanlage.

Bei dieser Gelegenheit wurde im Kabelkanal eine Schaumlöscheinrichtung installiert.

Der Gleichrichter 1 (Bleibatterie) wurde wegen Beschädigungen an den bisherigen Selenplatten mit Silizium-Dioden bestückt.

Der Verbrauch an elektrischer Energie lag mit 11 799 626 kWh um rd. 1 Mio kWh unter dem Verbrauch des Vorjahres. Dies ist auf die zurückgegangene Nutzung des Reaktors zurückzuführen.

11.8 Brennelement-Wechselmaschine

Wegen eines Federbruchs infolge Alterung mußten die Kraftstrom- und Steuerkabeltrommeln des Oberwagens erneuert werden.

12. Isotopenproduktion

Zur Herstellung radioaktiver Isotope standen im Berichtszeitraum 4 Einrichtungen zur Verfügung:

Experiment FR2/1

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

Experiment FR2/38

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

Experiment FR2/44

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

Horizontale Drehteller-Bestrahlungseinrichtung im Strahlrohr des Th_{west}-Kanals

Mit dieser Einrichtung können Bestrahlungen und Dotierungen von Silizium-Kristallen bis zu einer Probenlänge von max. 130 mm und einem Durchmesser von max. 60 mm durchgeführt werden.

Das Bestrahlungsaufkommen ist mit 2383 bestrahlten Kapseln gegenüber dem Vorjahr in etwa gleich geblieben.

Die Bestrahlungszeiten bei den Rohrpostbestrahlungen sind jedoch um 255 Stunden (bzw. 15 %) angestiegen.

Eine Übersicht über die Isotopenproduktion und die Verteilung nach Bestrahlungseinrichtung zeigen Tabelle 12.1 und Abb.12.1.

Tabelle 12.1: Zusammenstellung der Isotopenbestrahlungen im Jahre 1978

Isotopenproduktion	Beladeoperationen	Anzahl der bestr. Kapseln (m.z.T. mehreren Proben)	Flußmessungen
Exp. FR2/1 (Bestrahlung auf Zwischengitterpos.)	230	993	95
Exp. FR2/38 (Bestrahlung i.d. Therm.Säule)	45	66	14
Exp. FR2/44 Bestrahlung i.d. Rohrpostanlage)	1324	1324	--
Gesamt:	1599	2383	109

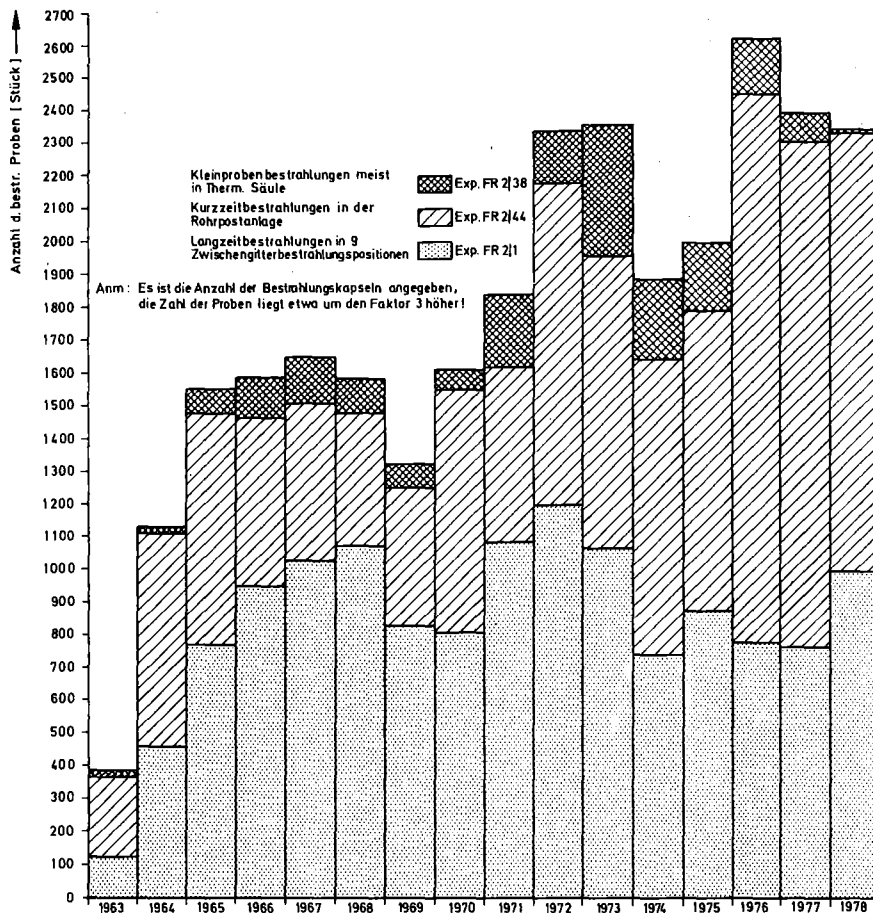


Abb. 12.1: Isotopenproduktion am FR2

Am 12.4.78, 9³²Uhr wurde der Reaktor - bei Ausfahrt einer bestrahlten Rohrpostkapsel - über den oberen Grenzwert der Meßstelle 44P-Q1 (Kühlung leerer Kanal) abgeschaltet. Eine Überprüfung ergab, daß die Dichtung des Ventils 15 gerissen war und dadurch das Gebläse zusätzlich Falschluff ziehen konnte. Die Gummidichtung wurde erneuert und die Meßstelle 44-Q1 hinter das Ventil Ve 15 versetzt. Mit diesem Umbau ist gewährleistet, daß keine fälschliche Reaktor-Schnellabschaltung erfolgt.

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

Die Dotierungsbestrahlungen von Silizium für verschiedene Industriefirmen sind stark rückläufig (Abb. 13.1). Für den drastischen Rückgang ist, wie bereits in der Einleitung dieses Berichtes erwähnt, vermutlich ein Ausweichen der Auftraggeber auf andere Reaktoren ursächlich.

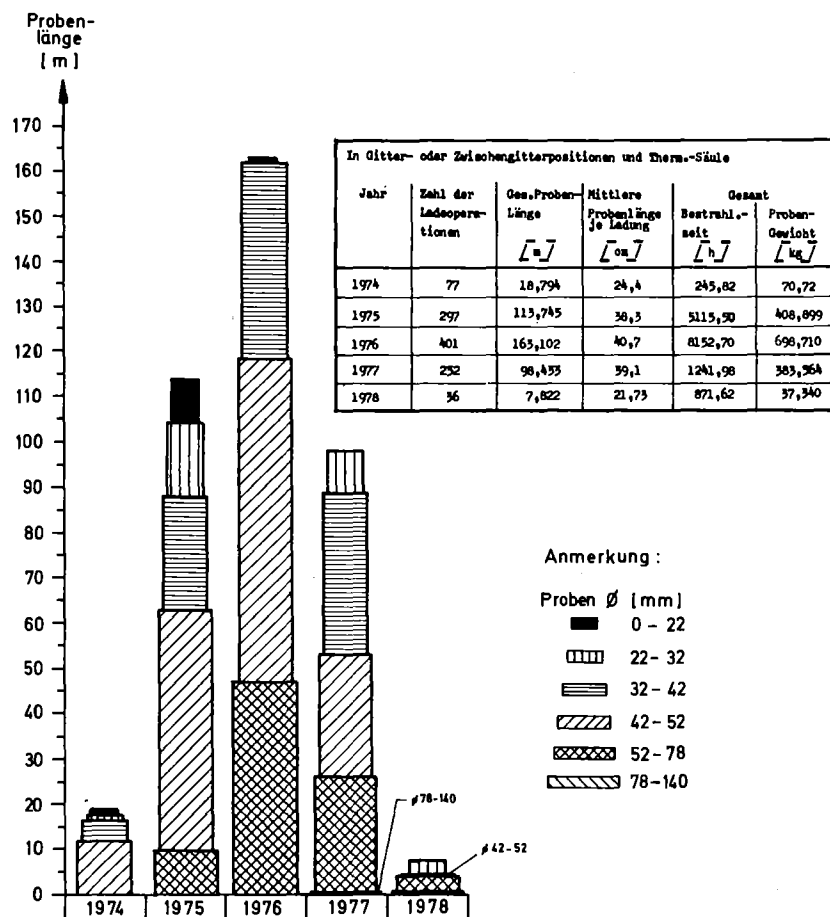


Abb. 13.1: Dotierungsbestrahlungen von Reinstsilizium

14. D₂O-gekühlter Isotopen-Bestrahlungseinsatz (Exp. FR2/89)

Zur Erzeugung von Spaltmolybdän aus kurzzeitig bestrahltem Uran-235 und damit zur Technetium-99^m-Gewinnung für medizinische Zwecke wurden 50 Brennstoffplatten im Auftrag des Instituts für Radiochemie bestrahlt (Tabelle 14.1).

Tabelle 14.1: Brennstoffplattenbestrahlungen im D₂O-gekühlten Isotopeneinsatz (pro Platte 1,4 g U-235, Anreicherung 92,8 %)

Bestrahlungszeitraum (Zyklus)	Anzahl der bestrahlten Platten	lfd.Bestr.Nr. Exp.FR2/89-	Ges.Bestr. Zeit bei N > 43 MW [h]
A/78	6	24 bis 25	268
B/78	14	26 bis 30	779
C/78	8	31 bis 33	539
D/78	-	-	-
E/78	5	34 bis 35	299
F/78	-	-	-
G/78	17	37 bis 42	800
Gesamt:	50	.	2685

Für dieses Bestrahlungsvorhaben sind die im Jahre 1964 für den FR2 beschafften und nicht bestrahlten 10 hochangereicherten (90 %) Spickelemente vom Typ 4 dem Institut für Radiochemie zur Erstellung von Brennstoffplatten übergeben worden.

15. Strahlrohrexperimente

Von den verfügbaren Strahlrohrausgängen, einschließlich der Strahlrohre der Thermischen Säule, waren bis zu 14 Strahlrohrausgänge mit maximal 22 Versuchsanordnungen belegt. Dies bedeutet die bisher höchste Nutzung des Reaktors in diesem Bereich. Die Abbildung 15.1 zeigt die Anordnung der Experimente und auch die Mehrfachnutzung einiger Kanäle. Wie aus der Tabelle 15.1 zu ersehen ist, war rd. die Hälfte der Anlagen für Experimente aus den Forschungsbereichen nukleare Festkörperphysik und Strukturanalyse des Instituts für Angewandte Kernphysik des Kernforschungszentrums

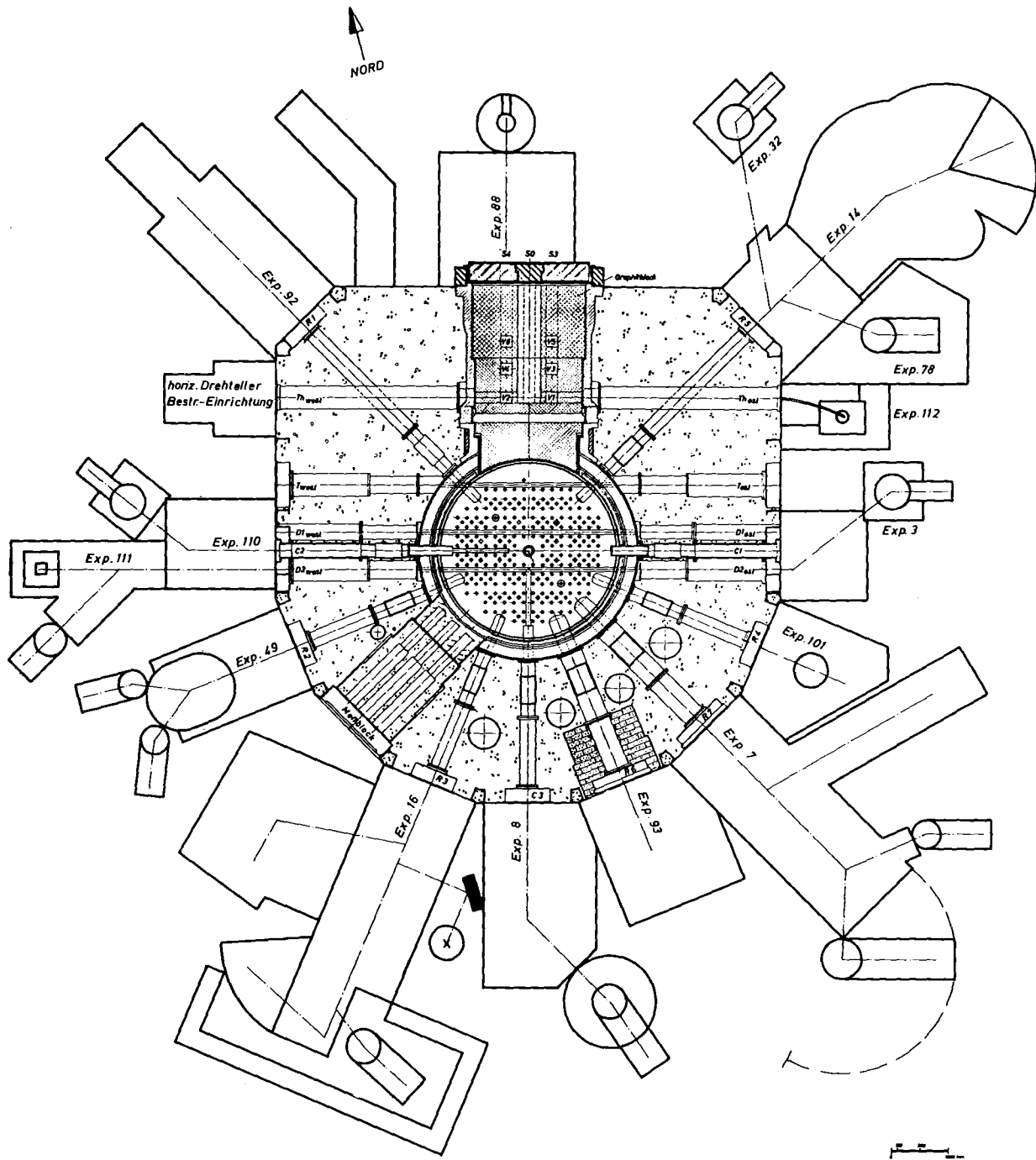


Abb. 15.1: Strahlrohrexperimente am Forschungsreaktor FR2 (Stand Dezember 1978)

Tabelle 15.1: Nutzung der verschiedenen Strahlrohrpositionen des FR2 im Jahre 1978

Reaktor-Pos.	Exp.-Nr. FR2/..	Exp. Zeit [d]	rel. Nutzung [%]	Bezeichnung des Experiments	Benutzer
C 2	110	179	94 *	Vierkreisdiffraktometer	Uni Frankfurt (Kristallografie) Uni Konstanz (Chemie) Uni Aachen (Kristallografie) Uni Marburg (Kristallografie) Uni Marburg (Anorg. Chemie) Uni Freiburg (Kristallografie) Uni Tübingen (Kristallografie) EURATOM C.C.R. (Ispra) Uni Saarbrücken (Kristallografie)
C 3	8	190	100	Dreiachsenspektrometer	IAK/I, FuE-Programm Nr. OA2A
R 1	92	269	100	Kernresonanzspektrometer Zweikreisspektrometer	IAK/I, FuE-Programm Nr. OA2A u. OA2E Uni Marburg (Anorg. Chemie) Uni Konstanz (Chemie) Uni Heidelberg
R 2	49	190	100	Zweikreisdiffraktometer	TH-Darmstadt (Strukturforschung) Uni Marburg (Anorg. Chemie)
				Vierkreisdiffraktometer	TH-Darmstadt (Strukturforschung) Uni Marburg (Anorg. Chemie)
R 5	14	195	100	Zweikreisdiffraktometer	Uni Tübingen (Kristallografie) MPI-Stuttgart Uni Marburg (Anorg. Chemie) Uni Marburg (Kristallografie)
	32			Vierkreisdiffraktometer	Uni Karlsruhe (Kristallografie) Uni Marburg (Kristallografie) Uni Marburg (Anorg. Chemie) Uni Aachen (Kristallografie) Uni Tübingen (Kristallografie) Uni Frankfurt (Kristallografie)
	78			Zweikreisdiffraktometer	Uni Marburg (Anorg. Chemie) Uni Frankfurt (Kernphysik)
R 3	16	189	100	Kalte Neutronenquelle für Flugzeitspektrometer 1 + 2 Zweiachsenspektrometer 1 + 2	IAK/I FuE-Programm Nr. OA2A FuE-Programm Nr. OA2E
R 4	101	112	59 *	Mehrzweckspektrometer	IAK/I, FuE-Programm Nr. OA2E
R 6	93	5	3 *	Doppelmonochromator (Ab- u. Aufbau)	IAK/I, FuE-Programm Nr. OA2A
R 7	7	190	100	Drehkristallspektrometer Phononenmeßplatz	IAK/I, FuE-Programm Nr. OA2A
D2-ost	3	178	94 *	Vierkreisdiffraktometer	Uni Mainz (Physik) Uni Frankfurt (Kristallografie) Uni Würzburg (Physik) Uni Freiburg (Kristallografie)
T-ost	-	-	-	kein Experimentierbetrieb	
T-west	-	-	-	kein Experimentierbetrieb	
Th-west	38 108	siehe Isotopen- u. Si-Bestrahlungen		Drehtellerbestrahlungsvorrichtung	interne und externe
Th-ost	112	-	-	Rohrpostbestrahlungsanlage	INR, FuE-Programm Nr. OD3C
D2-west	111	45	27 *	Meßplatz für Filmmethoden	Uni Tübingen (Kristallografie)
D1-ost D1-west	44	siehe Isotopenbestrahlungen		Rohrpostbestrahlungseinrichtung	interne und externe
S 4	88	siehe Neutronenradiografie		Neutronenradiografieanlage	interne und externe

* Verkürzte Experimentierzeit infolge Auf- bzw. Umbauarbeiten

Erläuterung

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

in Betrieb. Die vorhandenen Neutronenbeugungsanlagen waren nahezu vollständig von externen Gruppen verschiedener Universitäten und Forschungsinstitute genutzt.

Nach einem jeweiligen Erprobungsprogramm und nach Abnahme durch KTB/FR2 konnten im Berichtszeitraum eine Rohrpost-Bestrahlungsanlage (Exp. FR2/112), ein zusätzliches Vierkreisdiffraktometer (Exp. FR2/3) und ein Meßplatz für Filmmethoden (Exp. FR2/111) in Betrieb genommen werden.

Im Rahmen der vorgeschriebenen Untersuchungen repräsentativer Stellen innerhalb des Reaktorblocks wurde der Strahlrohrkanal R6 im Beisein eines TÜV-Sachverständigen überprüft. Es ergaben sich keine Beanstandungen.

16 . Neutronenradiografieanlage (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 190 Aufnahmen von bestrahlten und unbestrahlten Prüflingen für das PNS-Versuchsvorhaben (Exp. FR2/102) gewonnen.

17. Kapselversuchseinsätze (KVE)

Im Berichtszeitraum waren bis zu 8 instrumentierte Brennstoff-Kapselversuchseinsätze aus folgenden Versuchsgruppen gleichzeitig im Reaktor eingebaut:

- Exp. FR2/73d: Quantitative Kriechversuche
- Exp. FR2/86: Hochleistungsbestrahlungen, Parametertests
- Exp. FR2/100: Brennstoff-Schwellversuche, drucklos
- Exp. FR2/103: Brennstoff-Schwellversuche unter axialer Belastung, kontinuierliche Messung des Schwellbetrages
- Exp. FR2/106: Brennstoff-Schwellversuche unter allseitigem statischem Gasdruck

Eine Zusammenfassung der KVE-Bestrahlungen zeigen Tabelle 17.1 und Abbildung 17.1.

Tabelle 17.1: KVE-Bestrahlungen im Jahre 1978

Proj. Nr.:	KVE Nr.:	Bestrahlung		Ausbau		Ges.Bestr.Zeit bei N > 43 MW	Brennstoff
		von	bis	nach Plan	unplanm.		
73d	153	25.03.77	24.10.78	x		313 d	UO ₂ , UN, UC
	154	02.06.77	wird weiter bestrahlt				UO ₂ , UN, UC
	157	29.11.77	11.10.78	x		164 d	UO ₂ , UN, UC
86	143	26.11.75	wird weiter bestrahlt				UC-PuC
	144	27.11.75	wird weiter bestrahlt				UC-PuC
	145	01.12.75	17.03.78	x		514 d	UC-PuC
100	148	06.08.76	17.03.78	x		347 d	UC-PuC
103	155	27.09.77	11.10.78	x		197 d	UC-PuC UO ₂ -UN
106	156	17.03.78	28.03.78		x *)	9 d	UC-PuC
	158	08.05.78*) 24.10.78	wird weiter bestrahlt wird weiter bestrahlt				UC-PuC
Gesamt:				3 Zuladungen 6 Ausladungen	<u>Anmerkung:</u> *) Innere Kapsel defekt; Vermischung des Heliums im äußeren Kapselvolumen mit dem ausgetretenen Argon der Hochdruckkapsel. Weiterbetrieb auf kälterer Position.		

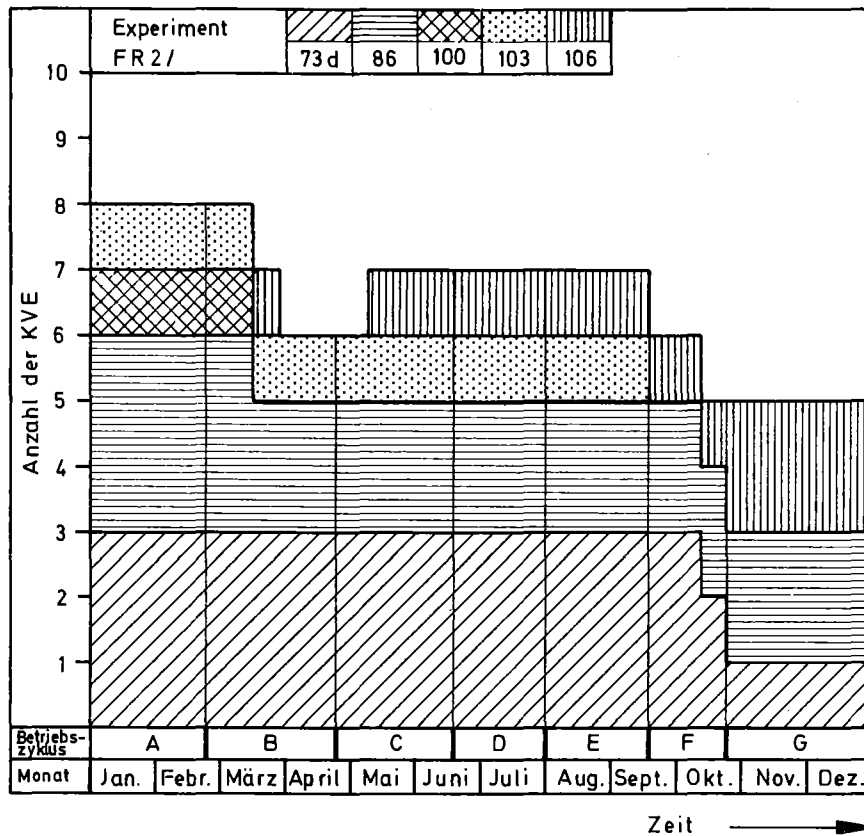


Abb. 17.1: KVE-Beladung des FR2 im Jahre 1978

Zur Begrenzung der Temperatur an KVE 155 (Exp. FR2/103) war es notwendig, den Reaktor mittels der Trimmabschaltstäbe zu trimmen. Beim Ändern der Trimmung ist der Reaktor am 16.2.1978 durch Ansprechen der oberen Grenzwerte des KVE 155 (Meßstelle 11 und 12) automatisch abgeschaltet worden.

Am 21.3.1978 wurde der Reaktor durch KVE 143 (uGW) abgeschaltet. Eine Überprüfung ergab, daß die Meßwerte und Thermoelemente in Ordnung waren. Die Ursache für die Störung konnte nicht ermittelt werden.

Der neu eingebaute KVE 156 (Exp. FR2/106) wurde vom 18.3.1978 bis 28.3.1978 auf den Positionen 37/23 und 45/23 bestrahlt und am 28.3.1978 nach mehrmaligem Trimmen des Reaktors wegen Erreichens der max. zulässigen Grenztemperatur für die Kapselwand (565°C) ausgebaut. Diese Manipulationen erforderten 2 Reaktorabschaltungen und 3 Leistungsrücknahmen. Der KVE ist auf Wunsch des Experimentators am 8.5.1978 in eine kalte Randposition wieder eingebaut worden.

18. 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

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

wurden im Jahre 1978 entsprechend dem Diagramm in Abb. 18.1 betrieben.

Tieftemperatur - Bestrahlungsanlage (Exp. FR2/2)	[Diagram showing operation periods with horizontal bars and dots]												Anlage i. B.
	[Diagram showing operation periods with horizontal bars and dots]												Experimentierzeit
Kalte Neutronen - quelle (Exp. FR2/16)	[Diagram showing operation periods with horizontal bars and dots]												Anlage i. B.
	[Diagram showing operation periods with horizontal bars and dots]												Experimentierzeit
Heißdampf - Hoch - druckkreislauf (Exp. FR2/55-102)	[Diagram showing operation periods with horizontal bars and dots]												Anlage i. B.
	[Diagram showing operation periods with horizontal bars and dots]												Transientenaus - lösungen (20) VE m. He geflutet
Monat	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	
Woche	52	1-4	5-8	9-16	17-24	25-32	33-40	41-48	49-56	1-8	9-16	17-24	
Betriebszyklus	G	a	A	b	B	c	C	D	e	E	F	G	
Reaktorbetrieb LNW	[Diagram showing reactor operation periods with horizontal bars]												

Abb. 18.1: Betriebsdiagramm der FR2-Kreislaufexperimente im Jahre 1978

Für die einzelnen Kreislaufexperimente ergaben sich nachstehende Betriebszeiten (Tabelle 18.1):

Tabelle 18.1: Betriebszeiten der Kreislaufexperimente

Experiment	Betriebszeit [h]	Nutzungsgrad [%]
Tieftemperatur- Bestrahlungseinrichtung	3 264	80
Kalte Neutronenquelle	4 066	90
Heißdampf-Hochdruck- kreislauf	485	20 Transienten- versuche

18.1 Die Tieftemperatur-Bestrahlungsanlage (Exp. FR2/2) ist in Kernposition 54/26 eingebaut und wird für Untersuchungen metallischer Proben bei tiefen Temperaturen betrieben.

Im Berichtszeitraum wurden 13 Probenbestrahlungen bzw. Messungen durchgeführt (Tabelle 18.2):

Tabelle 18.2: Probenbestrahlungen in der Tieftemperatur-Bestrahlungseinrichtung

Proben-Nr.	Versuchszeitraum		Versuchsdauer [h]	Bemerkungen
	von	bis		
TK 67	23.01.1978	03.02.1978	266,3	Bestrahlung bei 20 K
TK 68	06.02.1978	17.02.1978	267,3	Bestrahlung bei 20 K
TK 69	10.03.1978	12.03.1978	53,0	ohne Bestrahlung
TK 70	27.03.1978	03.04.1978	166,2	Bestrahlung bei 20 K
TK 71	04.04.1978	11.04.1978	165,0	Bestrahlung bei 20 K
TK 72	16.05.1978	28.05.1978	292,8	Bestrahlung bei 20 K
EM 1	13.06.1978	19.03.1978	118,0	Bestrahlung bei 20 K
AMA 1	08.08.1978	17.08.1978	215,5	Bestrahlung bei 20 K
S 213	17.08.1978	17.08.1978	5,5	Bestrahlung bei 20 K
EM 2	22.08.1978	01.09.1978	244,0	Bestrahlung bei 20 K
BS 7	05.09.1978	13.09.1978	186,6	Bestrahlung bei 20 K
S 124	13.09.1978	14.09.1978	22,0	Bestrahlung bei 20 K
DB 201	30.10.1978	30.10.1978	3,3	Bestrahlung unterbrochen
	02.11.1978	10.11.1978	191,3	(Anlage defekt)

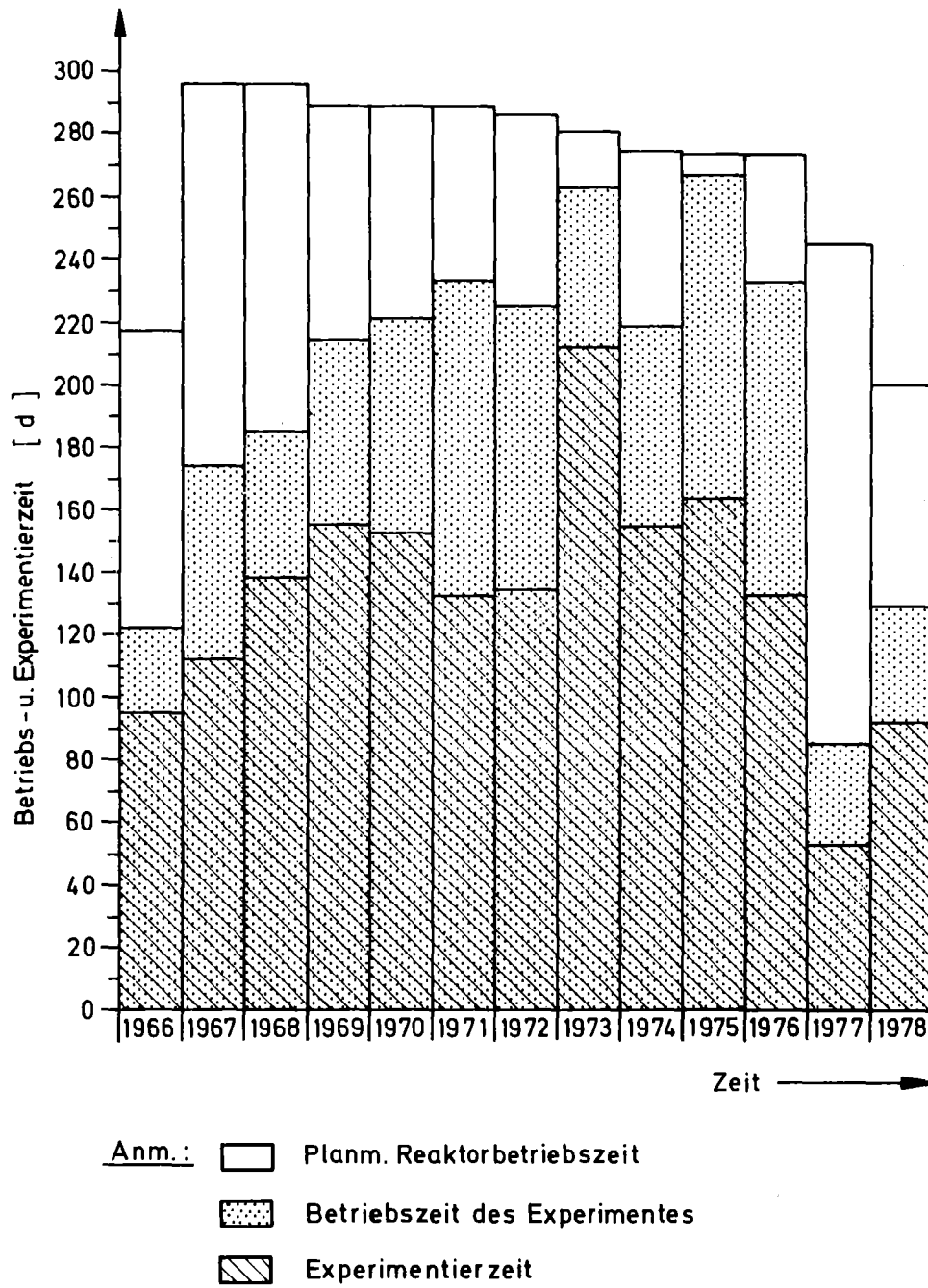


Abb. 18.2: Betriebs- und Experimentierzeit der Tieftemperaturbestrahlungs-Anlage (Exp.FR2/2)

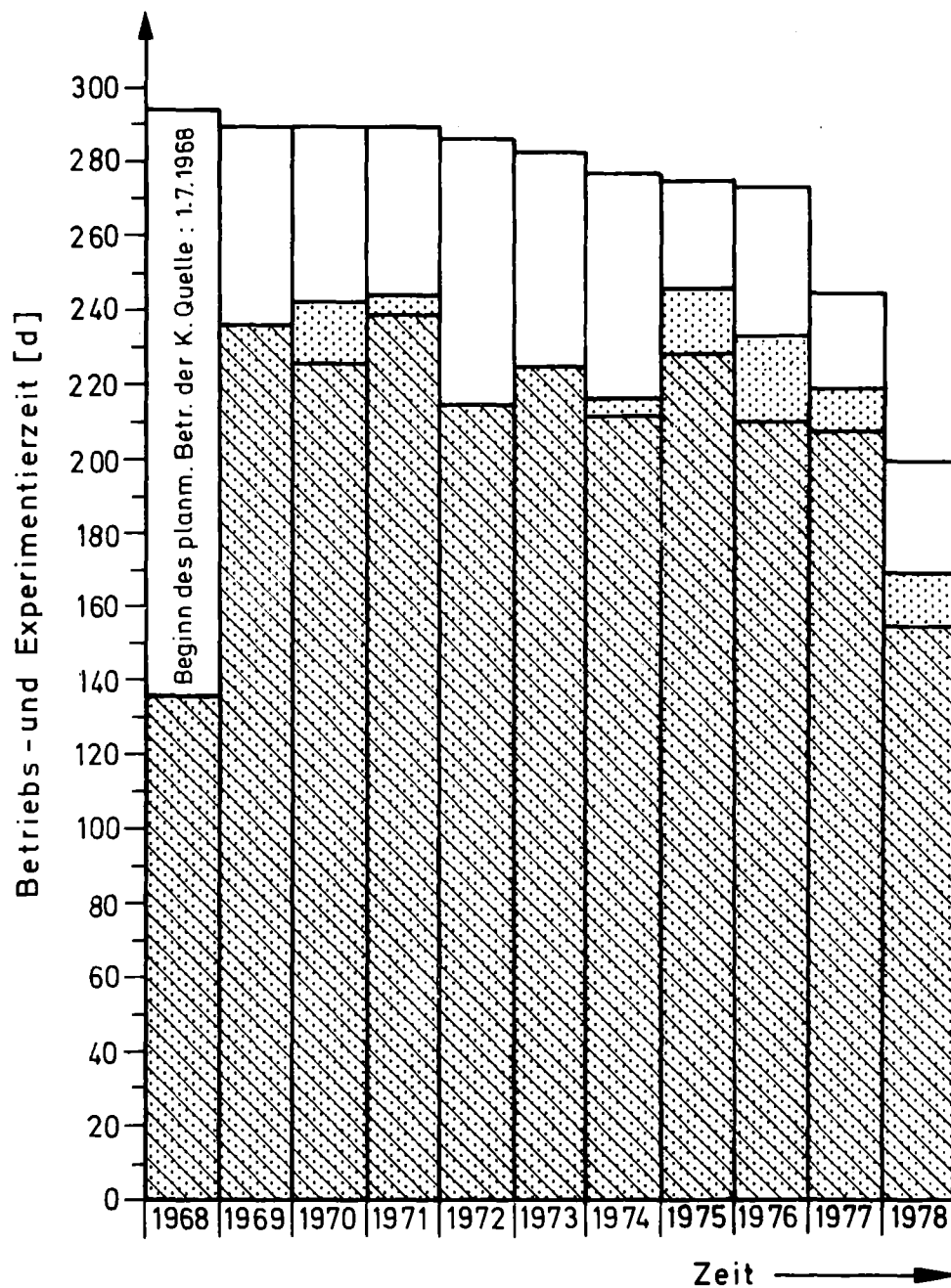
Störungen mit Auswirkungen auf den Reaktorbetrieb:

Reaktor-Schnellabschaltung am 11.4.1978 infolge Drahtbruch am Netzschutz für den Motor des Hauptkompressors (siehe Pkt. 6; Störfall lfd.Nr. 43).

Zu Beginn der Betriebsphase G/78 mußte eine Probenbestrahlung nach rd. 14-tägiger Meßzeit am 9.11.1978 unterbrochen werden. An der Expansionsmaschine zeigte sich ein Defekt, der zur Anlagenabschaltung zwang. Dazu mußte der Reaktor kurzzeitig abgefahren und abgeschaltet werden. Eine Überprüfung ergab, daß Öl über die Stopfbuchsendurchführungen der Kolbenstange in den kalten Maschinenteil gelangt war. Zum Jahreswechsel war die Instandsetzung noch nicht abgeschlossen.

18.2 Die Kalte Neutronenquelle (Exp. FR2/16)

dient zur Gewinnung von subthermischen Neutronen ($E < 0,005$ eV) mit ausreichender Flußdichte durch Moderation thermischer Reaktor-Neutronen mit flüssigem Wasserstoff. Die Moderator-kammer 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 15.1) intensiv genutzt. Mit rd. 170 Tagen Betriebs- und Experimentierzeit war die Nutzung mit rd. 90 % weiterhin hoch (siehe Abb. 18.3).






- Anm.:  Planm. Reaktorbetriebszeit
 Betriebszeit des Experimentes
 Experimentierzeit

Abb. 18.3: Betriebs- und Experimentierzeit der Kalten Neutronenquelle (Exp. FR2/16)

Tabelle 18.3: Größere Instandsetzungsarbeiten

Reparatur		Durchgeführte Arbeiten	Ursache
von	bis		
19.01.1978	26.01.1978	Trockenlaufkompressor Gb 7 repariert	Verschleiß der Stopfbuchsenpackung Stufe II
13.03.1978	17.03.1978	Revision des Hochdruckkompressors Gb 6 durch Lieferfirma	Routine (2-jährlich)
01.05.1978	04.05.1978	Trockenlaufkompressor Gb 7 repariert	starker Verschleiß der Stopfbuchsenpackung der Stufe II infolge ungenügender Ölabbreifung
10.08.1978	30.08.1978	Trockenlaufkompressor Gb 7 repariert	Verschleißerscheinungen an den Stopfbuchsenpackungen Stufe I, II und III

Wegen der genannten Instandsetzungsarbeiten konnte die Kalte Neutronenquelle an insgesamt 55 Tagen nicht genutzt werden.

Der im November 1977 angelieferte Ersatz-Zylinderkopf für die Stufe I des Helium-Trockenlaufkompressors ist in der 26. und 27. Woche 1978 (Abschaltphase D) eingebaut worden.

18.3 Der Heißdampf-Hochdruckkreislauf (Exp. FR2/55b) wurde für Transientenversuche zur Untersuchung des Brennstabverhaltens bei Kühlmittelverluststörfällen in Leichtwasserreaktoren im Rahmen des Projektes Nukleare Sicherheit (Exp. FR2/102) genutzt. Es erfolgten insgesamt 20 Transientenversuche mit elektrisch beheizten und nuklear beheizten nicht vorbestrahlten und im FR2 vorbestrahlten Prüflingen (siehe Tabelle 18.5).

Die Handhabung der im FR2 vorbestrahlten und in der Heißen Zelle des FR2 montierten und mit Thermoelementen bestückten Prüflinge gestaltete sich recht schwierig und zeitaufwendig.

Der Heißdampf-Hochdruckkreislauf war im Jahre 1978 rd. 485 Stunden in Betrieb. In der übrigen Zeit war der Kreislauf abgeschaltet und der Reaktoreinsatz (Kernposition 40/12) mit Helium geflutet.

In der Zeit vom 16.10.1978 bis zum 19.10.1978 wurde der Reaktoreinsatz wegen Erreichens der genehmigten Betriebszeit gegen einen neuen Einsatz ausgetauscht. Am neuen Druckrohr ist zu den bisher vorhandenen Thermoelementen ein Doppelthermoelement in Prüflingshöhe hinzugekommen.



Abb. 18.4:

Reaktoreinsatz Exp. FR2/55b
beim Einbau am 19.10.1978



Abb.18.5: Reaktoreinsatz Exp. FR2/55b auf Kernposition 40/12

Tabelle 18.4: Prüflingsbestrahlungen und Betriebsdaten

Prüfling			Anlage i.B.		Reaktorleistung bei Versuchs- betrieb	Prüflings- Ausbau	Bemerkungen
Nr.	Art	Einbau	von	bis			
BSS 11	unbestrahlt ohne Brennstoff, elek- trisch beheizt	11.01.78	11.01.78	12.01.78	0 MW	13.01.78	2 Transientenversuche
BSS 05		06.03.78	10.03.78	10.03.78	0 MW	13.03.78	1 Transientenversuch
BSS 12		24.04.78	24.04.78	25.04.78	0 MW	26.04.78	1 Transientenversuch
BSS 13		29.05.78	30.05.78	30.05.78	0 MW	31.05.78	1 Transientenversuch
BSS 14		25.07.78	25.07.78	27.07.78	0 MW	28.07.78	3 Transientenversuche
		19.10.78	20.10.78	23.10.78	0 MW	23.10.78	1 Transientenversuch
G 1.1	im FR2 vorbestrahlt, nuklear beheizt	21.02.78	21.02.78	22.02.78	max. 22 MW	22.02.78	1 Transientenversuch
G 1.5		22.02.78	22.02.78	23.02.78	max. 26 MW	23.02.78	1 Transientenversuch
G 1.2		23.02.78	23.02.78	24.02.78	max. 26 MW	28.02.78	1 Transientenversuch
G 1.3		28.02.78	28.02.78	01.03.78	max. 20 MW	02.03.78	1 Transientenversuch
G 1.4		02.03.78	02.03.78	03.03.78	max. 16 MW	06.03.78	1 Transientenversuch
G 2.1		13.11.78	13.11.78	14.11.78	max. 30 MW	15.11.78	1 Transientenversuch
G 2.2		15.11.78	15.11.78	16.11.78	max. 28 MW	17.11.78	1 Transientenversuch
G 3.1		17.11.78	20.11.78	21.11.78	max. 26 MW	23.11.78	1 Transientenversuch
G 3.3		23.11.78	23.11.78	24.11.78	max. 23 MW	27.11.78	1 Transientenversuch
G 3.2	27.11.78	27.11.78	28.11.78	max. 27 MW	29.11.78	1 Transientenversuch	
B 1.7	unbestr. nuklear beheizt	18.09.78	18.09.78	20.09.78	max. 10 MW	26.09.78	1 Transientenversuch

19. Sonstige Bestrahlungen und Experimente

19.1 γ -Bestrahlungseinrichtung (Exp. FR2/40)

Die γ -Bestrahlungseinrichtung ist im ehemaligen Sägebecken der Brennelementlagerhalle aufgebaut. Sie besteht aus max. 12 abgebrannten Brennelementen, die in zwei konzentrischen Ringen zu je 6 Brennelementen um ein Tauchrohr angeordnet sind. Entsprechend den Betriebszyklen des Reaktors werden die ausgebauten Brennelemente um das Tauchrohr erneuert, so daß eine möglichst hohe γ -Dosisleistung zur Verfügung steht.

Diese Bestrahlungseinrichtung war mit 34 Bestrahlungen zum Teil in Mehrfachnutzung (rd. 50 % Industrieaufträge) gut genutzt. Die Gesamtbestrahlungszeit aller Proben betrug 1858 d.

Eine zweite Bestrahlungseinrichtung dieser Art wird z.Zt. vom Institut für Radiochemie erstellt und soll im Jahre 1979 im Auftrag des Projektes Wiederaufarbeitung und Abfallbehandlung im Brennelementlagerbecken eingebaut werden.

19.2 Vorbestrahlung von UO_2 -Brennstäben (für Transientenversuche im Heißdampf-Hochdruckkreislauf des FR2, Exp. FR2/102)

Die seit dem Jahre 1975 im Auftrag des PNS bestrahlten UO_2 -Brennstäbe für Transientenversuche wurden ausgebaut. Die Betriebsdaten können der Tabelle 19.1 entnommen werden.

Tabelle 19.1: Betriebsdaten der Vorbestrahlung

Einsatz Nr.	Einbau Umladung Ausbau	B e s t r a h l u n g s -	
		pos.	zeit bei N > 43 MW [h]
102-G1	12.08.75	36/16	
	22.03.76	54/18	4 987
	06.10.76	52/20	7 883
	09.01.78	Ausbau	14 468
102-G23	26.11.75	37/23	
	22.03.76	38/16	3 015
	14.05.76	40/18	4 011
	26.11.77	42/18	6 720
	02.10.78	Ausbau	15 025

19.3 Argon-Aktivierungsanlage (Exp. FR2/104)

Im Dezember 1978 fand der erste Versuch des HDR-Sicherheitsprogramms zur Messung von Zweiphasen-Massenströmungen mittels des Radiotracerverfahrens statt. Dafür werden größere Mengen aktiviertes Argon benötigt. Aus diesem Grunde wurde die im FR2 vorhandene Gas-Aktivierungsanlage mit bisher einem Bestrahlungseinsatz auf vier Bestrahlungseinsätze erweitert.

Bestrahlungspositionen: Kernposition 62/20 seit 20.5.74
 Kernposition 61/17)
 Kernposition 61/21) seit 14.7.78
 Kernposition 62/18)

Nach umfangreichen Erprobungen und Kalibrierungen wurden im Dezember 1978 drei Füllungen von jeweils rd. 15 Ci entnommen (Abb. 19.1) und in dafür angefertigten Spezial-Transportbehältern dem HDR-Karlstein zugeleitet.

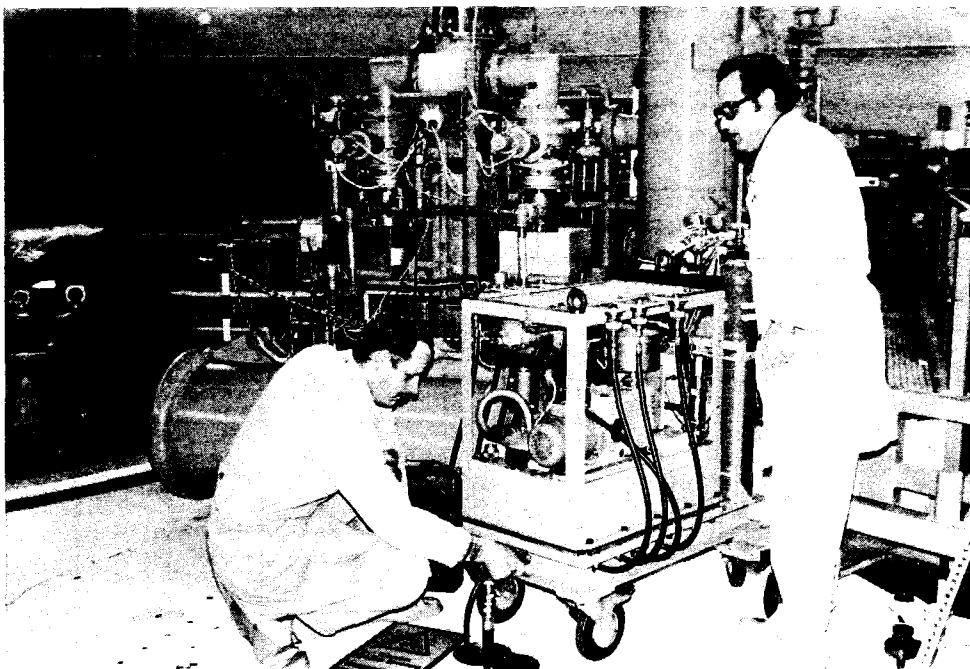


Abb. 19.1: Argon-Entnahmestation in Funktion

Im Jahre 1978 wurden der Anlage insgesamt 8 Füllungen entnommen.

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

EvD ist gemäß Alarmplan der jeweils diensthabende Schichtleiter am FR2. Er ist verantwortlich für die Durchführung der im Alarmfall festgelegten Maßnahmen, die bei drohender Gefahr, Personenschäden, Strahlenunfällen oder sonstigen Schadensfällen zur Hilfeleistung und zur Wiederherstellung der Sicherheit durch die Einsatzkräfte des Kernforschungszentrums Karlsruhe ergriffen werden müssen.

Ebenso organisiert er den Einsatz der Hilfsorganisation bei einer Anforderung im Alarmfall durch Einrichtungen, die nicht von dem KfK betrieben werden.

Im Jahre 1978 wurden die EvD in 69 Einsätzen mit 44,5 Einsatzstunden tätig.

Tabelle 20.1: EvD-Einsätze 1971 bis 1978

Zeit	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	Veränderungen 1978 / 1977
Einsätze	141	164	144	140	121	109	79	69	- 12,7 %
Einsatzstunden	146,3	178,5	101,2	113,5	75,8	67,4	55,0	44,5	- 19,1 %
<u>Einsatzstunden</u> Einsatz	1,0	1,1	0,7	0,8	0,6	0,6	0,7	0,6	- 13,6 %
Einsätze außerhalb der Arbeitszeit	-	127	101	98	81	83	63	48	- 23,8 %
Einsätze während der Arbeitszeit	-	37	43	42	40	26	16	21	+ 31,3 %
Alarm-Übungen				1	2	5	1	1	-

In allen Einsätzen reichten die Einsatzkräfte des KfK zur Behebung der Störungs- und Schadensfälle aus (Alarmstufe 1).

Zur Auslösung der Alarmstufen 2 und 3 bestand kein Anlaß.

21. Tabellen und Diagramme

Tabelle 21.1 Betriebsdaten des FR2 im Jahre 1978

Tabelle 21.2 Betriebsunterbrechungen, Leistungsrücknahmen und Leistungsbegrenzungen innerhalb der planmäßigen Reaktorbetriebszeit 1978

Formblätter
Nr.148b/109 Reaktorleistung in Betriebsphase
bis 148b/115 A/78 bis G/78

Formblätter
Nr.183d/101 Kritische Trimmstabstellung in Betriebsphase
bis 183d/107 A/78 bis G/78

Formblätter
Nr.294a Funktionsprüfungen im Jahre 1978
Blatt 1
bis 7

Formblätter
Nr. 9/4 FR2-Beladungs- und Belegungspläne jeweils
am Ende der Betriebsphasen A/78 bis G/78

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

Tabelle 21.1: Betriebsdaten des FR2 im Jahre 1978

Zeit	Betr.-Phase	Woche Nr.	Energieabgabe		Betriebsstunden						Reaktor unplannmäßig a.B.		Ausfall an Vollstbetriebszeit			
			$\overline{[Mwh]}$	$\overline{[Mwd]}$	$\overline{[h]}^{N < 10^{-3} N_N}$	$\overline{[h]}^{N > 10^{-3} N_N}$	$\overline{[h]}^{> 43 MW}$	$\overline{[h]}$ Gesamt		$\overline{[h]}$	$\overline{[h]}$	$\overline{[h]}$	$\overline{[h]}$			
01.01. 0 ⁰⁰	A/78	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		0,00		0,00	
		3.	3.651,50		11,42		84,48		79,50		95,90		72,10		80,50	
		4.	7.422,00		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		5.	7.418,10		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		6.	7.423,80		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		7.	5.373,00		6,01		126,28		112,78		132,29		35,71		55,22	
		20.02. 12 ¹⁸		8.	533,10		0,17		12,13		12,30		0,00		0,00	
			31.821,50	1.325,90		17,61		726,89		708,28		744,50		107,81		135,72
20.02. 12 ¹⁸	B/78	8.	245,00		18,03		11,62		0,00		29,65		0,00		0,00	
		9.	193,50		10,61		11,27		0,00		21,88		0,00		0,00	
		10.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		11.	2.045,40		6,01		47,99		43,15		54,00		10,00		8,85	
		12.	7.092,60		0,88		162,32		153,66		163,20		4,80		14,34	
		13.	7.298,00		0,78		166,11		163,99		166,89		1,11		4,01	
		14.	7.424,90		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		15.	7.041,80		4,51		161,22		156,75		165,73		2,27		11,25	
24.04. 8 ⁰⁷		16.	7.424,10		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		17.	356,00		0,00		8,12		8,00		8,12		0,00		0,00	
			39.121,30	1.630,05		40,81		904,65		861,55		945,46		18,18		38,45
24.04. 8 ⁰⁷	C/78	17.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		18.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		19.	5.968,80		12,75		137,01		132,23		149,76		0,00		0,00	
		20.	7.420,70		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		21.	7.419,80		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		22.	4.753,10		1,45		112,20		102,63		113,65		54,35		65,37	
		23.	3.782,50		0,28		87,47		79,80		87,75		80,25		88,20	
		24.	7.420,10		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
20.06. 6 ⁰⁷		25.	1.325,50		0,00		30,12		30,00		30,12		0,00		0,00	
			38.090,50	1.587,10		14,48		870,80		848,66		885,28		134,60		153,57

Tabelle 21.1: Betriebsdaten des FR2 im Jahre 1978

Zeit	Betr.-Phase	Woche Nr.	Energieabgabe		Betriebsstunden						Reaktor unplanmäßig a.B.		Ausfall an Vollst-betriebszeit			
			$\overline{[MWh]}$	$\overline{[Mwd]}$	$\overline{[h]}$	$\overline{[h]}$	$\overline{[h]}$	$\overline{[h]}$	$\overline{[h]}$	$\overline{[h]}$	$\overline{[h]}$	$\overline{[h]}$	$\overline{[h]}$	$\overline{[h]}$		
20.06. 6 ⁰⁷	D/78	25.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		26.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		27.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		28.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		29.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
30.07. 24 ⁰⁰		30.	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
31.07. 0 ⁰⁰	E/78	31.	0,00		4,36		0,00		0,00		4,36		0,00		0,00	
		32.	6.734,40		12,70		155,00		148,70		167,70		0,30		0,00	
		33.	7.135,70		1,13		163,17		160,43		164,30		3,70		7,57	
		34.	7.409,80		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		35.	7.308,70		0,65		166,50		164,38		167,15		0,85		3,62	
		36.	7.413,50		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		37.	7.416,20		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
18.09. 8 ⁰⁰		38.	93,00		0,00		2,08		2,00		2,08		5,92		6,00	
			43.511,30	1.812,97		18,84		990,75		979,51		1.009,59		10,77		17,19
18.09. 8 ⁰⁰	F/78	38.	37,80		28,61		4,49		0,00		33,10		0,00		0,00	
		39.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		40.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		41.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		22.10. 24 ⁰⁰		42.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
			37,80	1,58		28,61		4,49		0,00		33,10		0,00		0,00

Tabelle 21.1: Betriebsdaten des FR2 im Jahre 1978

Zeit	Betr.-Phase	Woche Nr.	Energieabgabe		Betriebsstunden						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]	Gesamt [h]	[h]	[h]	[h]	[h]	
23.10. 0 ⁰⁰	G/78	43.	5.237,00		5,60		120,40		115,30		126,00		42,00		32,70	
		44.	7.330,70		0,67		166,65		164,42		167,32		0,68		3,58	
		45.	7.327,40		0,46		166,69		164,67		167,15		0,85		3,33	
		46.	578,80		8,81		17,69		8,00		26,50		0,00		0,00	
		47.	155,60		8,00		7,75		0,00		15,75		0,00		0,00	
		48.	3.602,30		4,50		85,38		76,43		89,88		6,22		0,00	
		49.	7.422,80		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		50.	7.423,10		0,00		168,00		168,00		168,00		0,00		0,00	
		51.	6.585,70		0,00		149,00		149,00		149,00		0,00		0,00	
		52.	0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
			45.663,40	1.902,64		28,04		1.049,56		1.013,82		1.077,60		49,75		39,61
01.01.1978, 0 ⁰⁰ Uhr bis 31.12.1978, 24 ⁰⁰ Uhr			198.245,80	8.260,24		148,39		4.547,14		4.411,82		4.695,53		321,11		384,54

Zeitliche Nutzung: Gesamtbetriebszeit bezogen auf Berichtszeit (365 d = 100 %) 54 %
 Betriebszeit nach Terminleitplan bei $N > 10^{-3} N_N$ (202 d = 100 %) 94 %
 Betriebszeit nach Terminleitplan bei $N > 43 \text{ MW}$ (199 d = 100 %) 92 %

Tabelle 21.2: Betriebsunterbrechungen, Leistungsrücknahmen und Leistungsbegrenzungen innerhalb der planmäßigen Reaktorbetriebszeit 1978

Betr.-Phase	Wo-Nr.	Tag	Zeit		Vorgang	Bemerkungen	Reaktor abgeschaltet \overline{h}	Ausfallzeiten verminderte Reaktorleistung			
			von	bis				$N < 10^{-3} N_N$ \overline{h}	$N < 44 \text{ MW}$ \overline{h}	Leist.Begr. \overline{h}	
A/78	3.	16.01.78	0 ⁰⁰		SV	Reparatur BE-Flasche und Membranwechsel im D ₂ O-Kreislauf	68,70	-	67,19	-	
		18.01.78		20 ⁴²							
		19.01.78	3 ¹²	6 ³⁶	AB	TA-Stab-Antriebswechsel Pos. 5	3,40	0,33	3,73	-	
	7.	19.01.78	6 ⁵⁶	11 ³²	LB	Durchflußmessungen an BE-Pos, 42/16, 40/22, 44/16	-	4,60	9,58	4,60	
		14.02.78	9 ⁴⁹	12 ³⁶	LR	Feuchtefühlermeldung aus R107	-	2,63	2,78	-	
		14.02.78	12 ³⁶		AB	Membranwechsel Ve 19.50	26,60	1,87	32,41	-	
		15.02.78		15 ¹²							
		15.02.78	21 ⁰⁰	22 ⁴²	RSA	Kanalgruppe 5, Kanal I+II (TA-Pos. 3 abgefallen)	1,70	0,43	5,24	-	
		16.02.78	8 ⁰⁰	8 ⁴¹	RSA	Kapselversuchseinsatz 155 (Exp. FR2/103)	0,68	0,40	3,53	-	
		17.02.78	19 ⁴⁶	23 ³⁰	RSA	Abfall TA-Stab-Pos. 4 dadurch uGW Kapselversuchseinsatz 143 (TA-Stab-Wechsel)	6,73	0,68	11,26	-	
B/78	11.	17.03.78	8 ⁰⁰	18 ⁰⁰	SV	Exp. FR2/102 (BE-Umladung verschoben)	10,00	-	8,85	-	
		21.03.78	8 ²¹	11 ¹⁴	RSA	KVE 143 (Exp. FR2/86), KVE-Umsetzung	2,88	0,45	5,28	-	
		23.03.78	4 ⁰⁰	4 ¹²	LR	KVE 156 (Exp. FR2/106), zu hohe Temperatur	-	-	3,90	-	
	13.	28.03.78	7 ⁵⁴	8 ⁰⁰	LR	KVE 156 (Exp. FR2/106), zu hohe Temperatur	-	-	0,72	-	
			8 ³⁸	10 ³³	AB	Umsetzung KVE 156 (Exp. FR2/106)	1,92	0,43	4,44	-	
			8 ¹⁵	10 ²³	LR	KVE 156 (Exp. FR2/106) zu hohe Temperatur	-	0,13	0,26	-	
		15.	11.04.78	10 ³⁰	11 ³⁶	AB	Ausbau KVE 156 (Exp. FR2/106)	1,11	0,65	3,75	-
				10 ⁰⁰	11 ¹⁷	RSA	Exp. FR2/2 (Trafé 8 Schalterfall)	1,28	0,46	3,78	-
			12.04.78	9 ³²	10 ³¹	RSA	Exp. FR2/44 (oGW 44P-Q1)	0,99	0,35	3,77	-
				10 ⁵²	14 ³⁵	LB	Reparatur Exp. FR2/44 (Ve 15)	-	3,70	3,70	3,70
C/78	22.	29.05.78	5 ³⁸		AB	nach Plan für Exp. FR2/102 (Einbau Prüfling BSS-13)	29,17	1,15	34,74	-	
		30.05.78		10 ⁴⁸							
	23.	31.05.78	16 ¹⁹	17 ³⁰	RSA	nach Plan durch Transiente Exp. FR2/102 und Ausbau Prüfling BSS 13	25,18	0,30	30,63	-	
		06.06.78	11 ⁴⁴		AB	Störung in der E-Zentrale 1	80,25	0,28	88,20	-	
	09.06.78		19 ⁵⁹		(Spannungswandler in Kabel 1 der 20 kV-Einspeisung in Brand geraten)						

Tabelle 21.2: Betriebsunterbrechungen, Leistungsrücknahmen und Leistungsbegrenzungen innerhalb der planmäßigen Reaktorbetriebszeit 1978

Betr.-Phase	Wo-Nr.	Tag	Zeit		Vorgang	Bemerkungen	Ausfallzeiten			
			von	bis			Reaktor abgeschaltet [h]	verminderte Reaktorleistung N < 10 ⁻³ MW [h]	N < 44 MW [h]	Leist.Begr. [h]
E/78	32.	07.08.78	08 ⁰⁰	12 ²⁶	LB	defekte Kanalgruppe 3 (Reparatur)	-	4,43	-	4,43
			12 ²⁶	12 ⁴⁴	RSA	Kanalgruppe 3 (Fehlbedienung)	0,30	0,27	-	-
	33.	18.08.78	12 ⁴¹	15 ⁵⁰	AB	FR-Stab-Wechsel	3,15	0,60	6,49	-
			16 ²⁴	16 ⁵⁷	RSA	Kanalgruppe 2b (Fehlbedienung)	0,55	0,53	1,08	-
	35.	03.09.78	6 ⁰⁹	7 ⁰⁰	RSA	Kanalgruppe 7 (Erdbeben)	0,85	0,65	3,62	-
38.	18.09.78	2 ⁰⁵	8 ⁰⁰	AB	Exp. FR2/102 (zu geringer Reaktivitätsüberschuß)	5,92	-	6,00	-	
G/78	43.	23.10.78	0 ⁰⁰		SV	Exp. FR2/102 (Druckrohrwechsel, Transiente mit Prüfling BSS-14)	42,00	5,60	32,70	-
			24.10.78	18 ⁰⁰						
	44.	31.10.78	22 ⁵⁷	23 ³⁸	RSA	Kapselversuchseinsatz 143 (Exp. FR2/86), Leistungseinbruch bei TA-Stab-Trimung	0,68	0,67	3,58	-
			18 ⁰¹	18 ¹²	LR	Exp. FR2/2	-	0,03	0,18	-
	45.	09.11.78	18 ¹²	19 ⁰³	AB	für Abschaltung Exp. FR2/2 (Defekt an der Exp.-Maschine)	0,85	0,43	3,15	-
48.	30.11.78	18 ⁰⁰	14 ¹⁴	SV	wegen zusätzlicher BE-Umladungen für Exp. FR2/104	6,22	-	-	-	
Summe:							321,11	32,05	384,54	

Anmerkung:

Vorgang	Anzahl im Jahr 1978	davon		
		planmäßig	störungsbedingt	Fehlbedienung
LB = Leistungsbegrenzungen	3 (4)	0 (1)	3 (3)	0 (0)
LR = Leistungsrücknahmen	5 (12)	0 (1)	5 (11)	0 (0)
AB = Reaktorabschaltungen von Hand	9 (10)	2 (5)	7 (5)	0 (0)
RSA = Reaktorschnellabschaltungen (automatisch)	11 (19)	1 (7)	8 (9)	2 (3)
SV = Startverzögerungen	4 (1)	2 (1)	2 (0)	0 (0)

(in Klammern die Zahlen des Vorjahres)

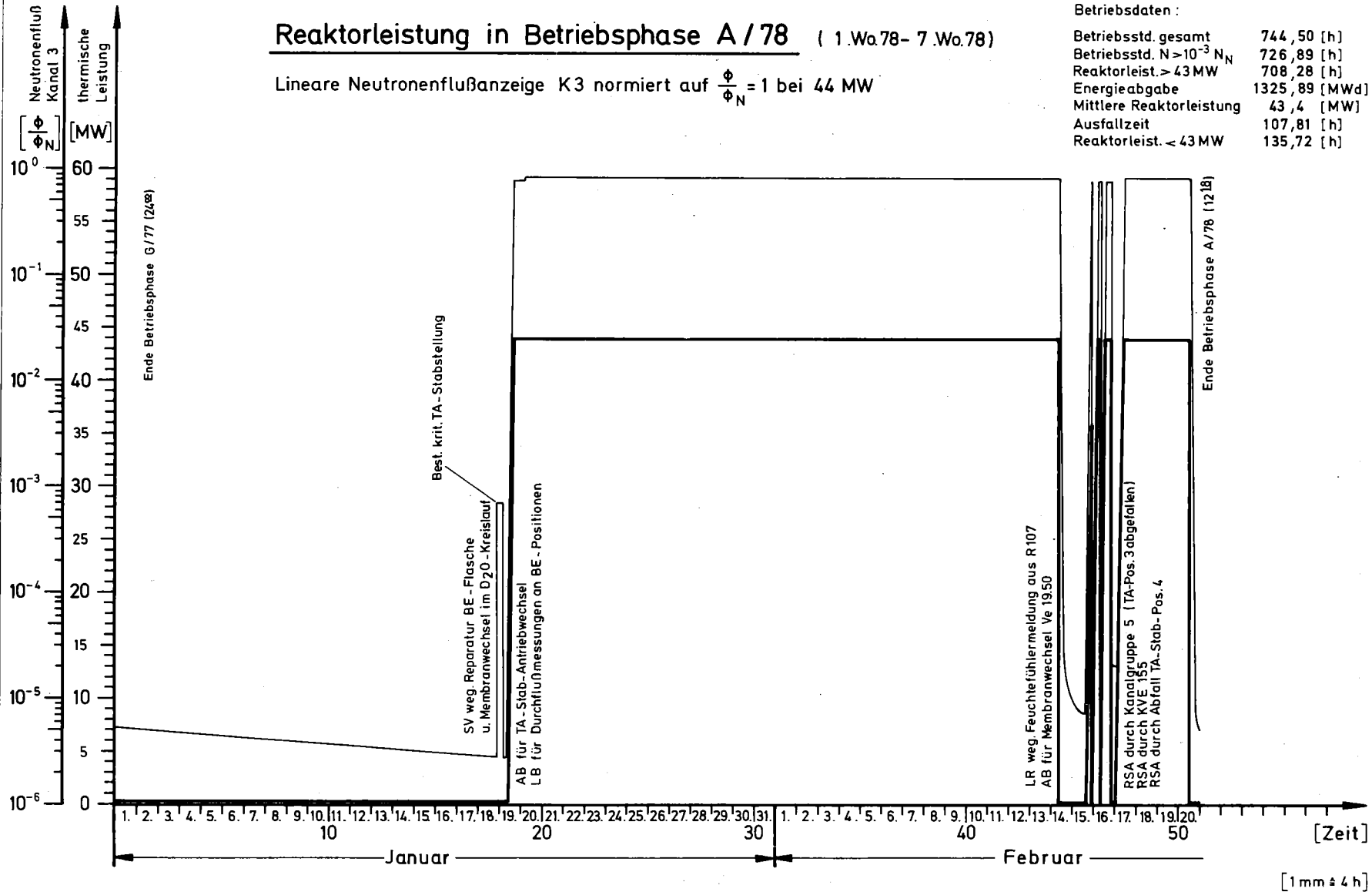
Reaktorleistung in Betriebsphase A / 78 (1.Wo.78- 7.Wo.78)

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

Betriebsdaten :

Betriebsstd. gesamt	744,50 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	726,89 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	708,28 [h]
Energieabgabe	1325,89 [MWd]
Mittlere Reaktorleistung	43,4 [MW]
Ausfallzeit	107,81 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	135,72 [h]

Formblatt : 148 b / 109



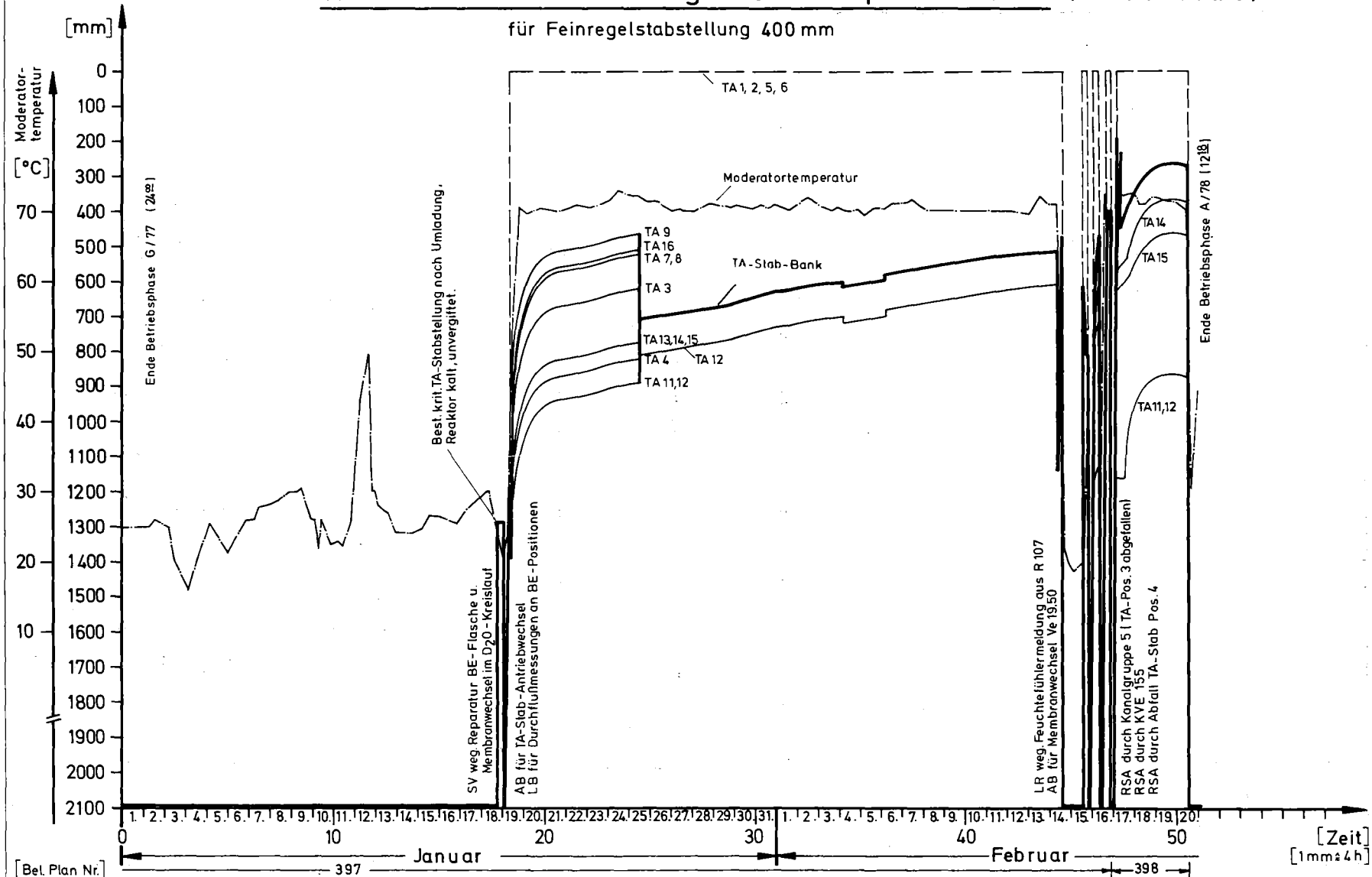
Anmerkung :

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

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH
Kerntechnische Betriebe : Betrieb FR 2

Kritische Trimmstabstellung in Betriebsphase A/78 (1.Wo.78 - 7.Wo.78)

für Feinregelstabstellung 400 mm



Formblatt : 183 d / 101

[Bel. Plan Nr.]

Anmerkung :

SV = Startverschiebung
LB = Leistungsbegrenzung

LR = Leistungsrücknahme
AB = Außerbetriebnahme von Hand

RSA = Reaktor -
Schnellabschaltung

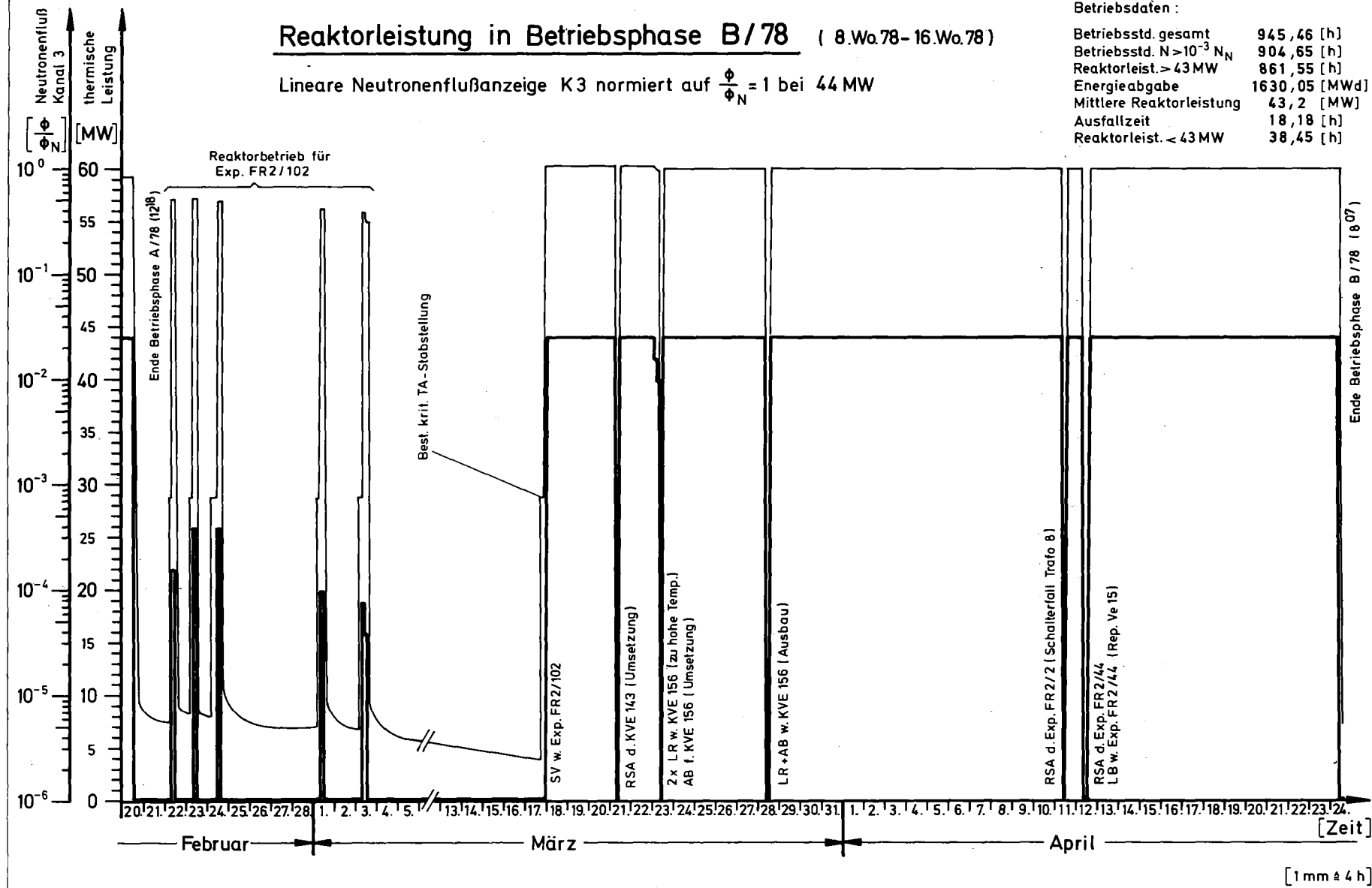
KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH
Kerntechnische Betriebe : Betrieb FR 2

Reaktorleistung in Betriebsphase B/78 (8.Wo.78-16.Wo.78)

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

Betriebsdaten :

Betriebsstd. gesamt	945,46 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	904,65 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	861,55 [h]
Energieabgabe	1630,05 [MWd]
Mittlere Reaktorleistung	43,2 [MW]
Ausfallzeit	18,18 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	38,45 [h]



Formblatt : 148 b / 110

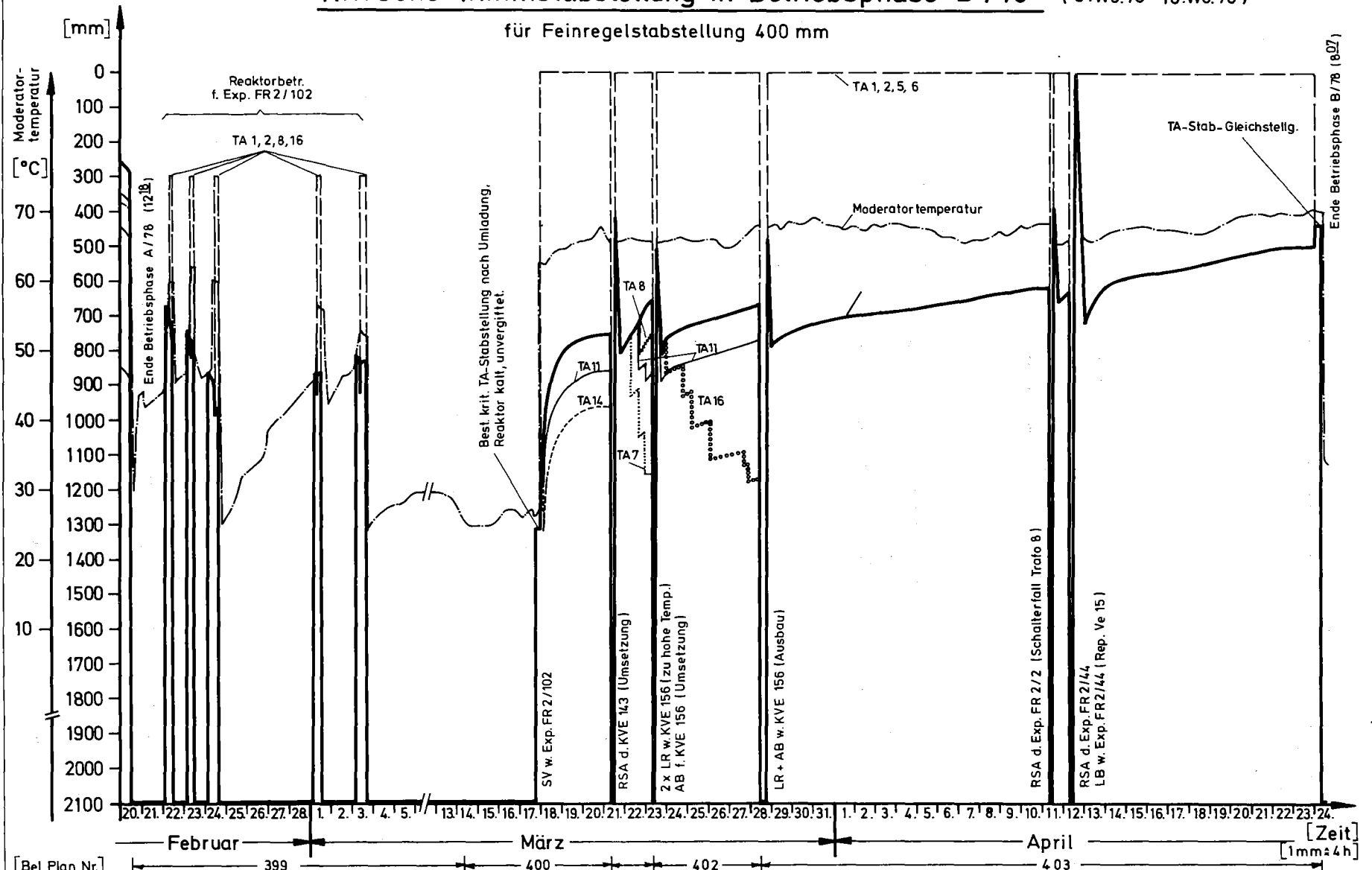
Anmerkung :

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

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH
Kernteknische Betriebe : Betrieb FR2

Kritische Trimmstabstellung in Betriebsphase B / 78 (8.Wo.78 - 16.Wo.78)

für Feinregelstabstellung 400 mm



Formblatt : 183 d / 102

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

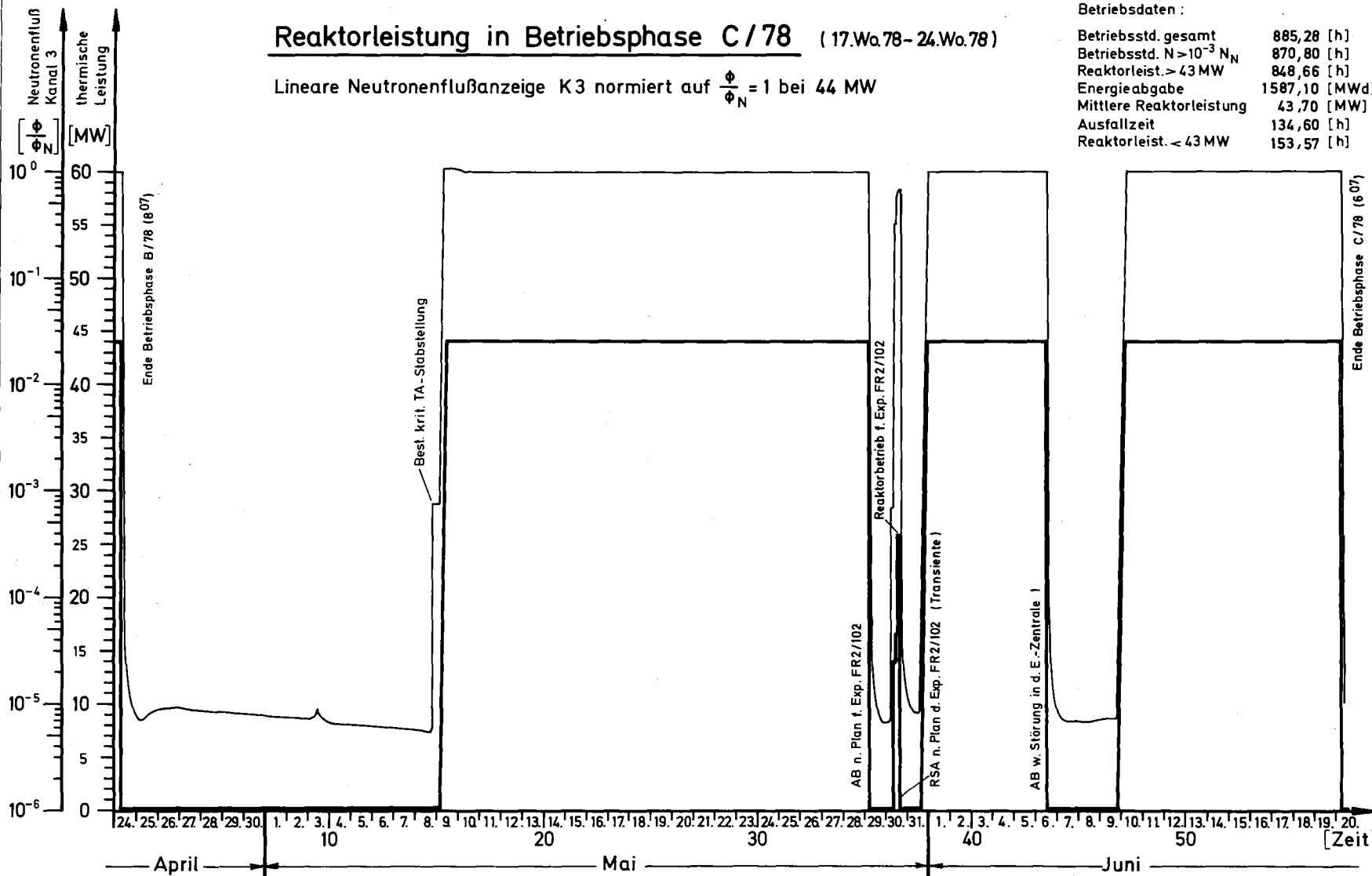
KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH
 Kerntechnische Betriebe : Betrieb FR 2

Reaktorleistung in Betriebsphase C/78 (17.Wo.78-24.Wo.78)

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

Betriebsdaten :

Betriebsstd. gesamt	885,28 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	870,80 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	848,66 [h]
Energieabgabe	1587,10 [MWd]
Mittlere Reaktorleistung	43,70 [MW]
Ausfallzeit	134,60 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	153,57 [h]



Formblatt : 148 b / 111

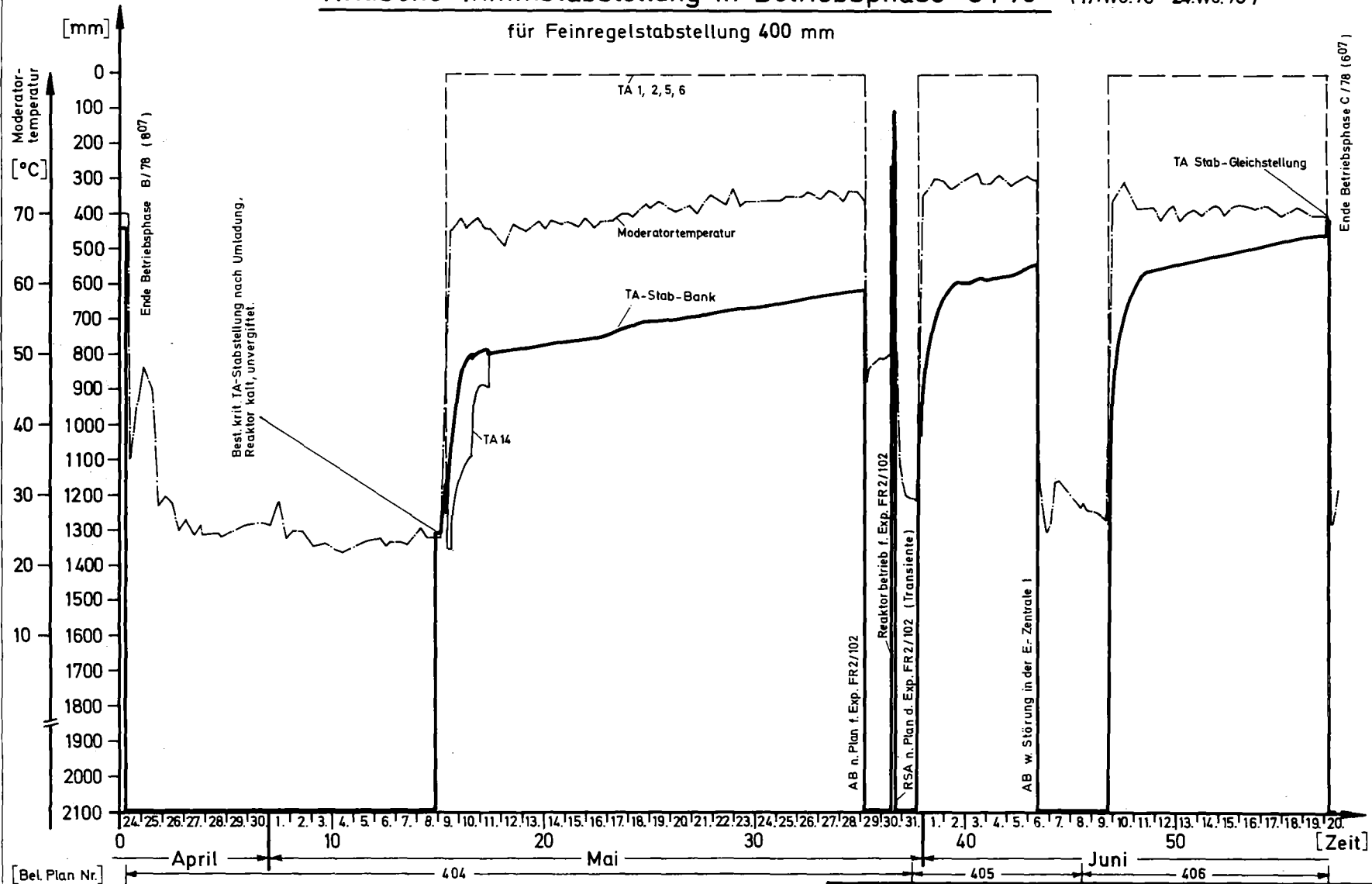
Anmerkung :

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

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE
Kerntechnische Betriebe

Kritische Trimmstabstellung in Betriebsphase C / 78 (17.Wo.78 - 24.Wo.78)

für Feinregelstabstellung 400 mm



Formblatt : 183 d / 103

Anmerkung :

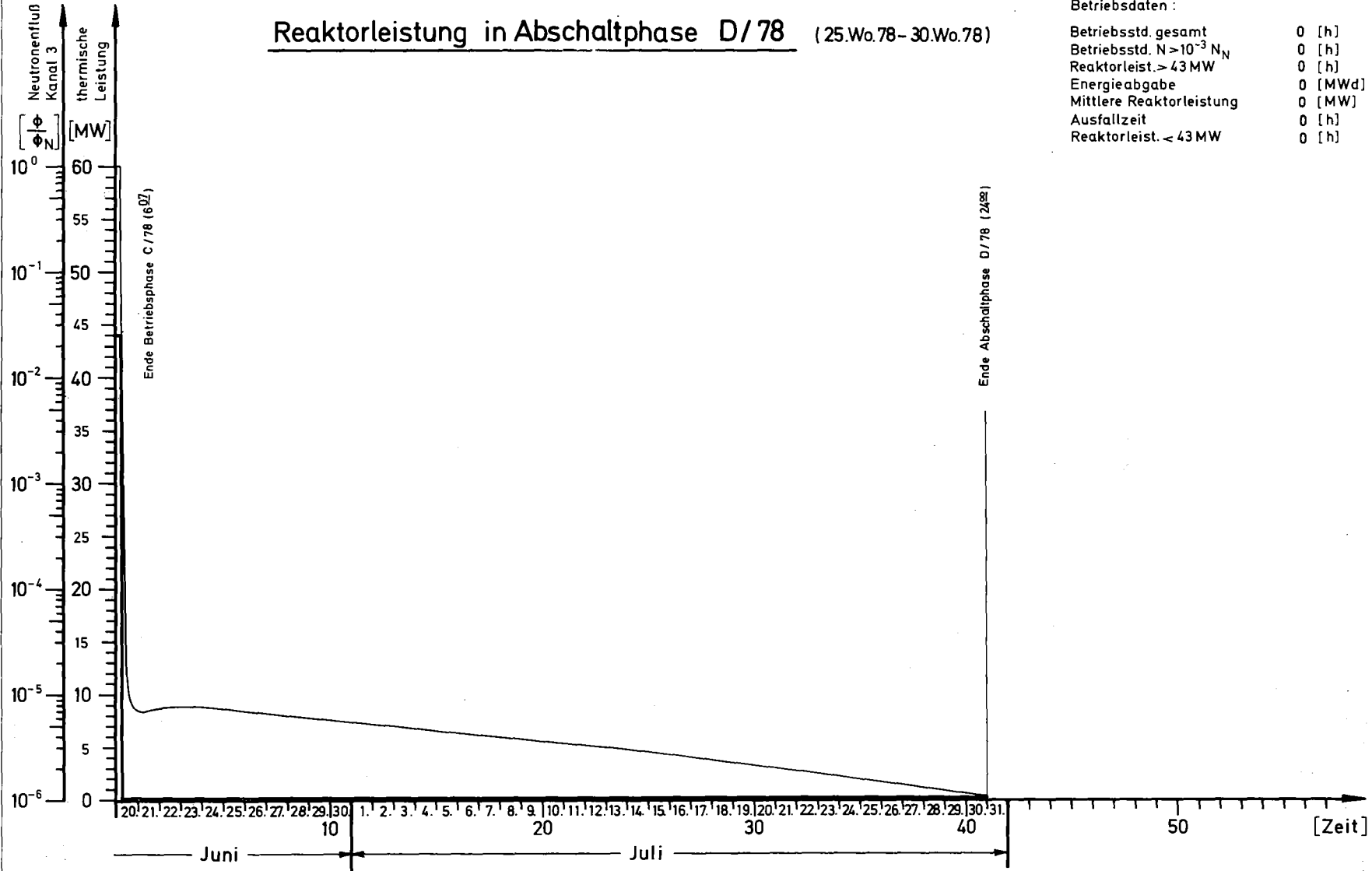
- SV = Startverschiebung
- LR = Leistungsrücknahme
- LB = Leistungsbegrenzung
- AB = Außerbetriebnahme von Hand
- RSA = Reaktor-Schnellabschaltung

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE
Kerntechnische Betriebe

Reaktorleistung in Abschaltphase D/78 (25.Wo.78-30.Wo.78)

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]



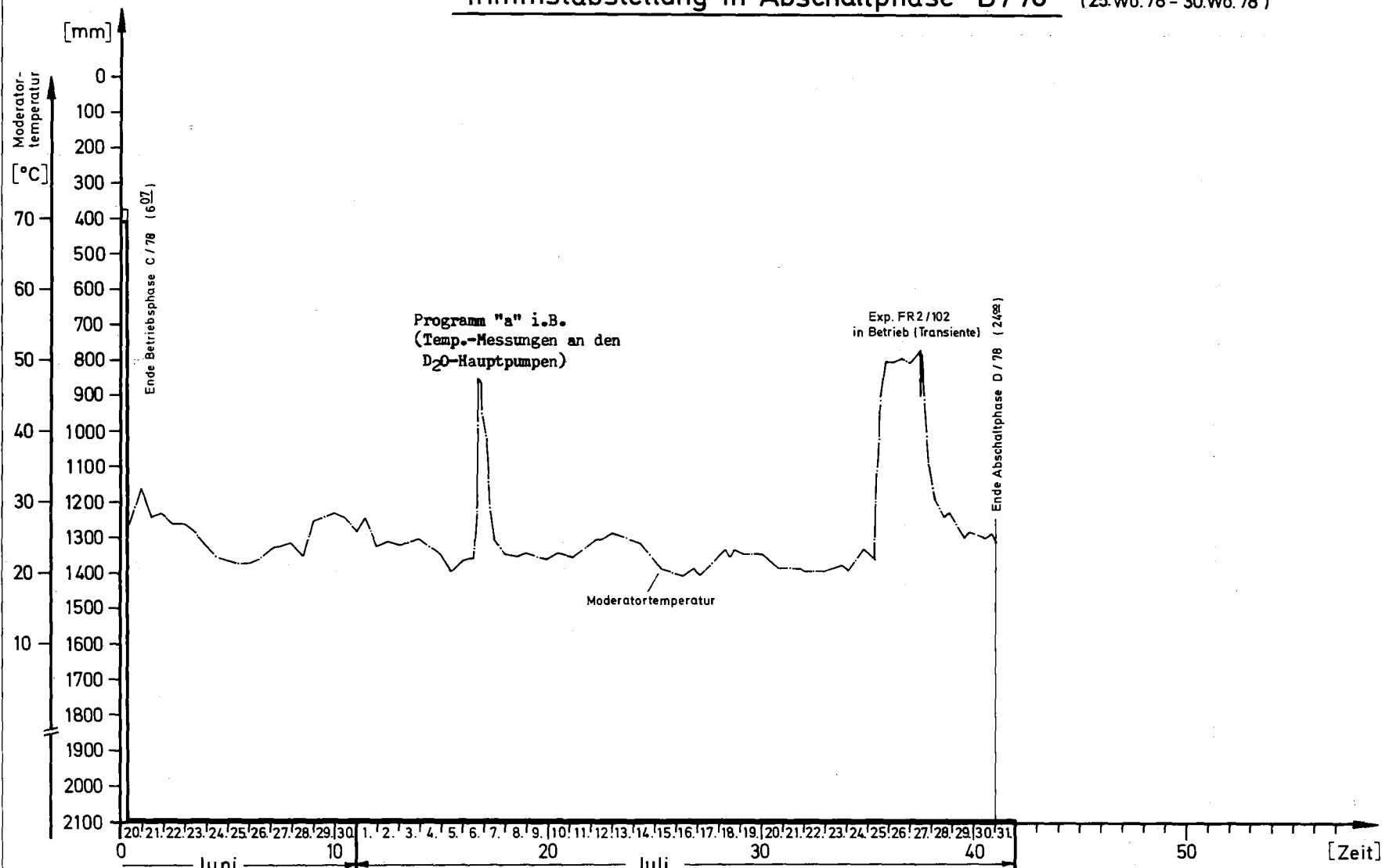
Formblatt : 148 b / 112

Anmerkung :

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

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE
 Kerntechnische Betriebe

Trimmstabstellung in Abschaltphase D/78 (25.Wo.78 - 30.Wo.78)



Formblatt : 183 d / 104

[Bel. Plan Nr.] 407

Anmerkung:

SV = Startverschiebung
LB = Leistungsbegrenzung

LR = Leistungsrücknahme
AB = Außerbetriebnahme von Hand

RSA = Reaktor-Schnellabschaltung

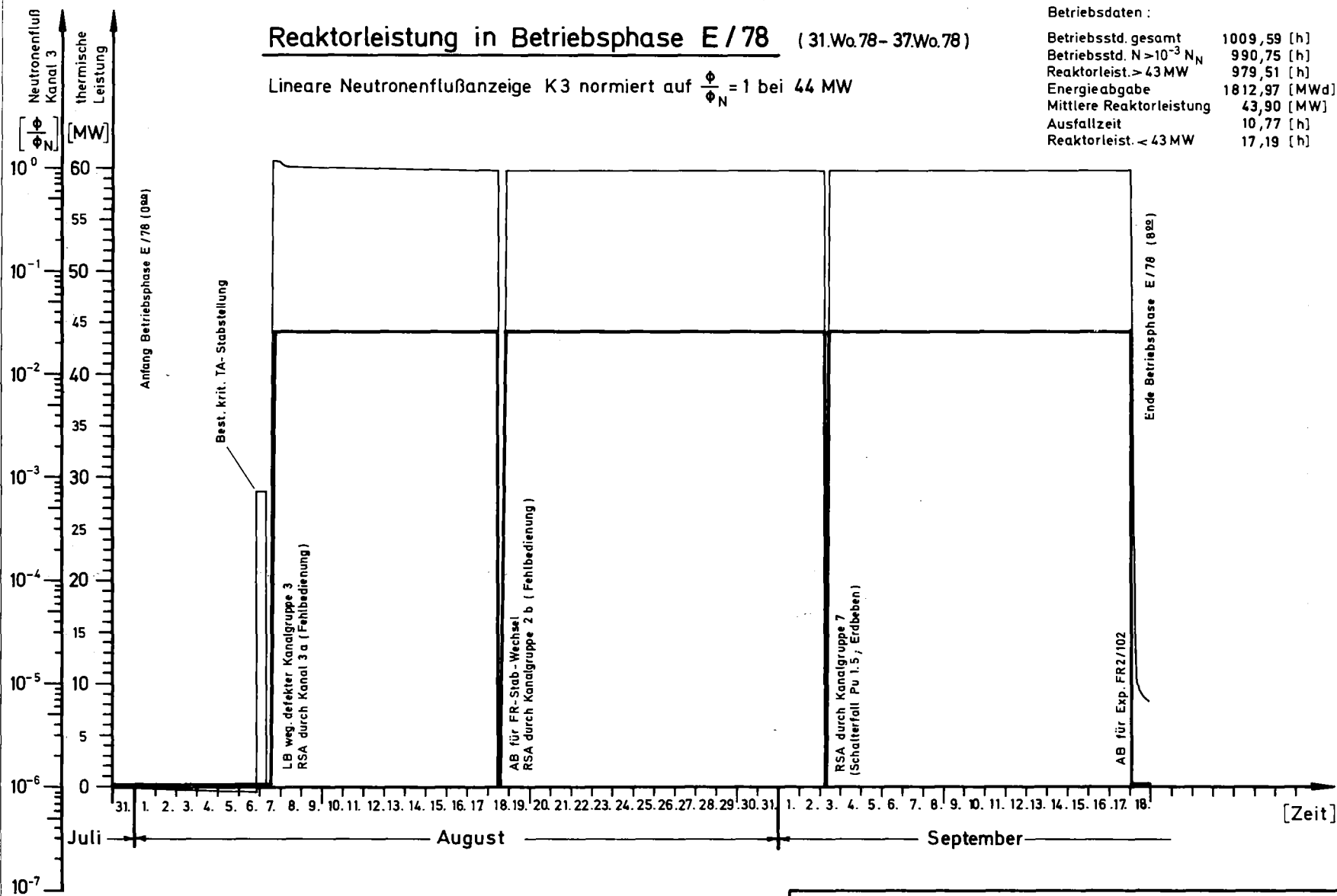
KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE
Kerntechnische Betriebe

Reaktorleistung in Betriebsphase E/78 (31.Wo.78-37.Wo.78)

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

Betriebsdaten :

Betriebsstd. gesamt	1009,59 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	990,75 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	979,51 [h]
Energieabgabe	1812,97 [MWd]
Mittlere Reaktorleistung	43,90 [MW]
Ausfallzeit	10,77 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	17,19 [h]



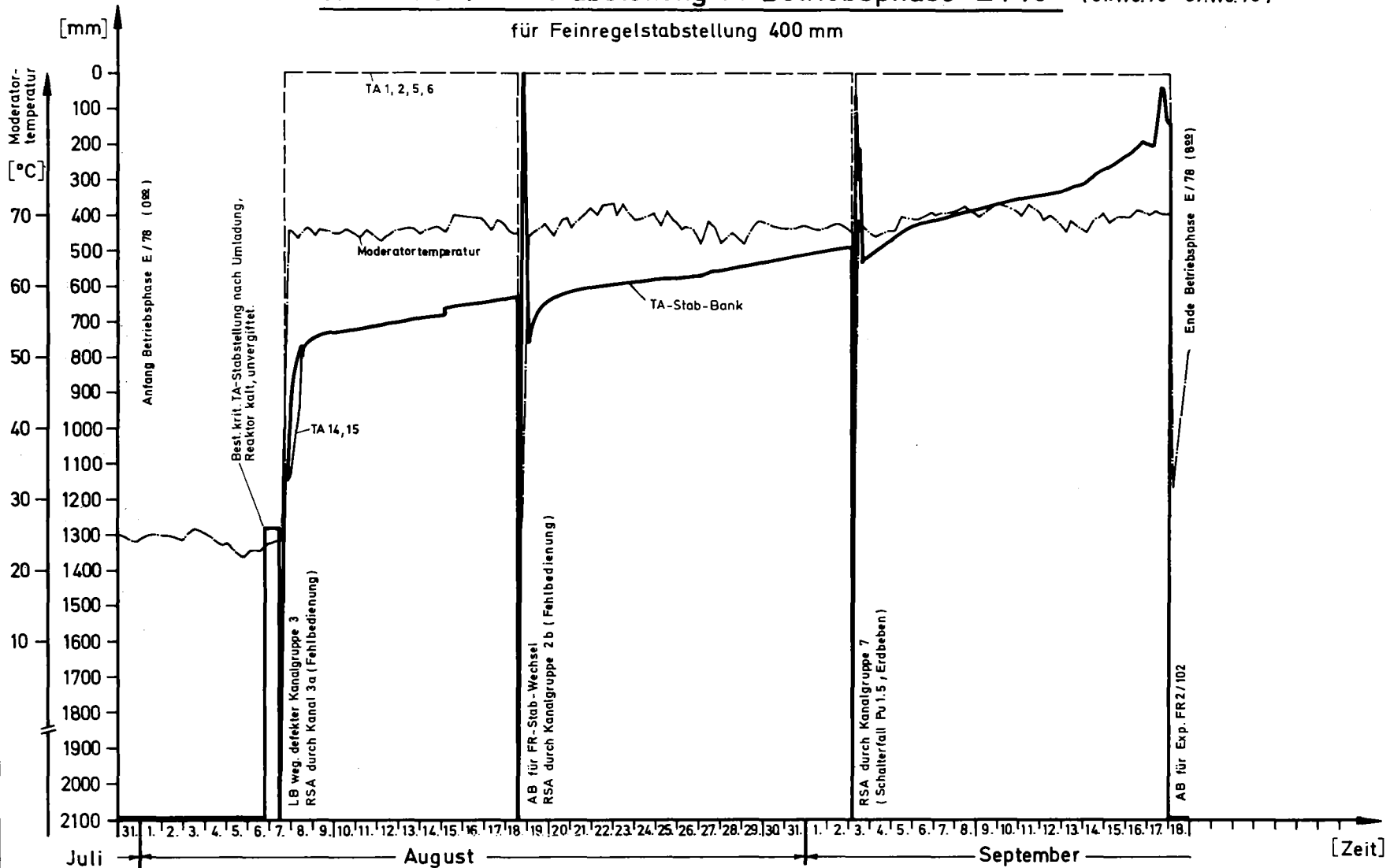
Anmerkung :

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

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH
Kerntechnische Betriebe

Kritische Trimmstabstellung in Betriebsphase E / 78 (31.Wo.78 - 37.Wo.78)

für Feinregelstabstellung 400 mm



Formblatt : 183 d / 105

[Bel. Plan Nr.]

Anmerkung :

SV = Startverschiebung

LR = Leistungsrücknahme

RSA = Reaktor - Schnellabschaltung

LB = Leistungsbegrenzung

AB = Außerbetriebnahme von Hand

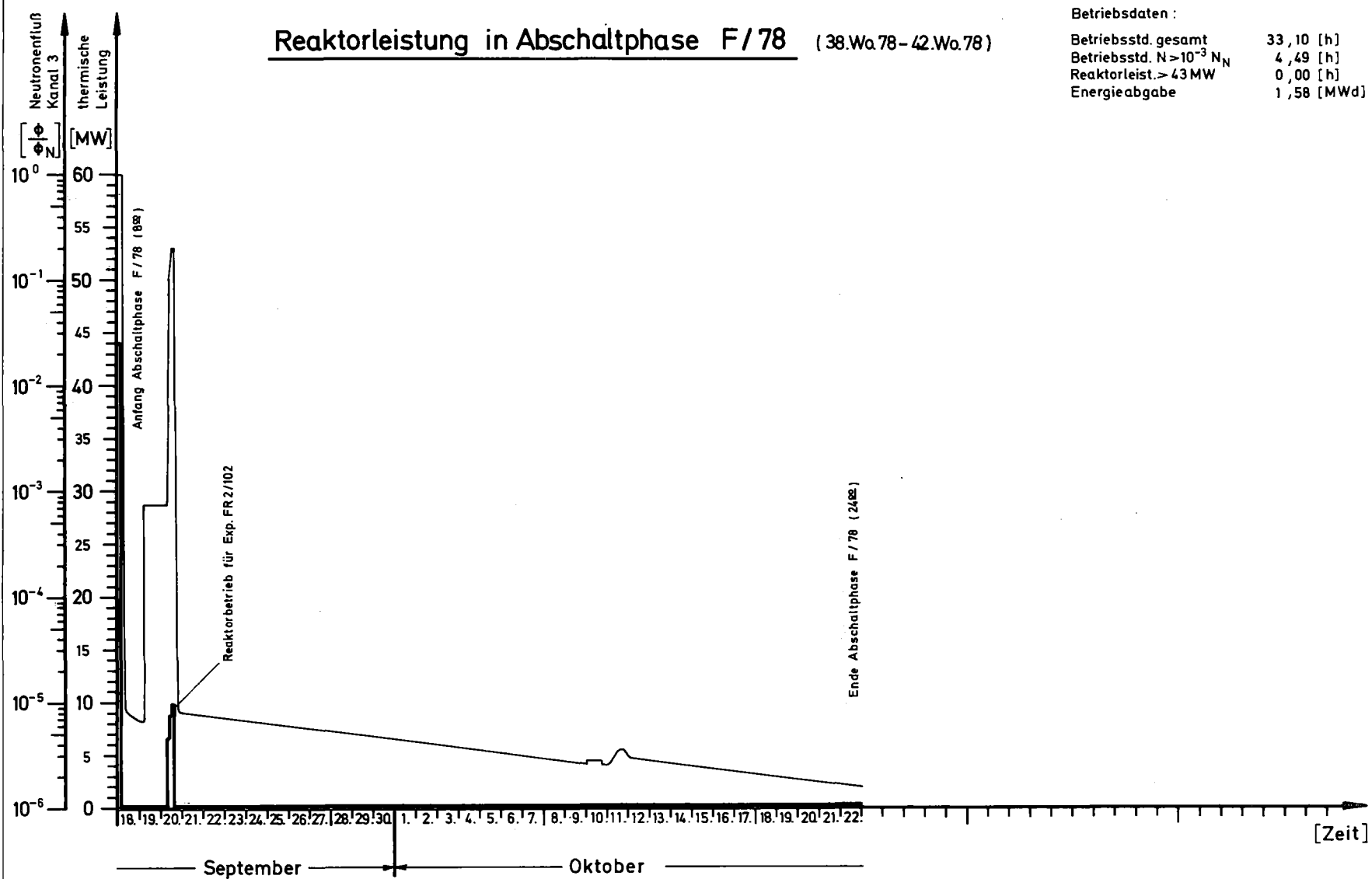
KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH

Kerntechnische Betriebe

Reaktorleistung in Abschaltphase F/78 (38.Wo.78-42.Wo.78)

Betriebsdaten :

Betriebsstd. gesamt	33,10 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	4,49 [h]
Reaktorleist. $> 43 \text{ MW}$	0,00 [h]
Energieabgabe	1,58 [MWd]



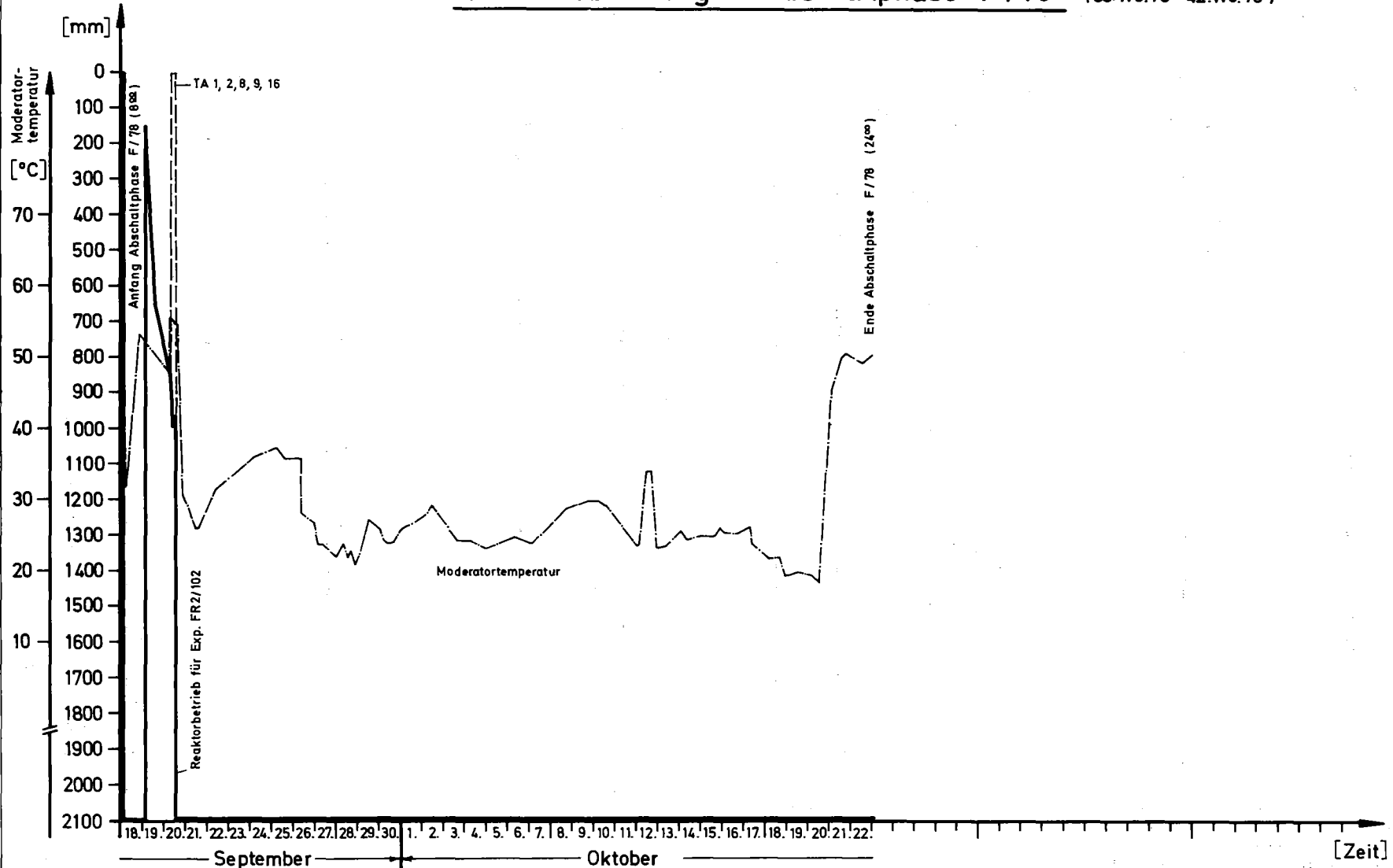
Formblatt : 148 b / 114

Anmerkung :

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

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE
Kerntechnische Betriebe

Trimmstabstellung in Abschaltphase F/78 (38.Wo.78 - 42.Wo.78)



Formblatt : 183 d / 106

[Bel. Plan Nr.] 410 411

Anmerkung :

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

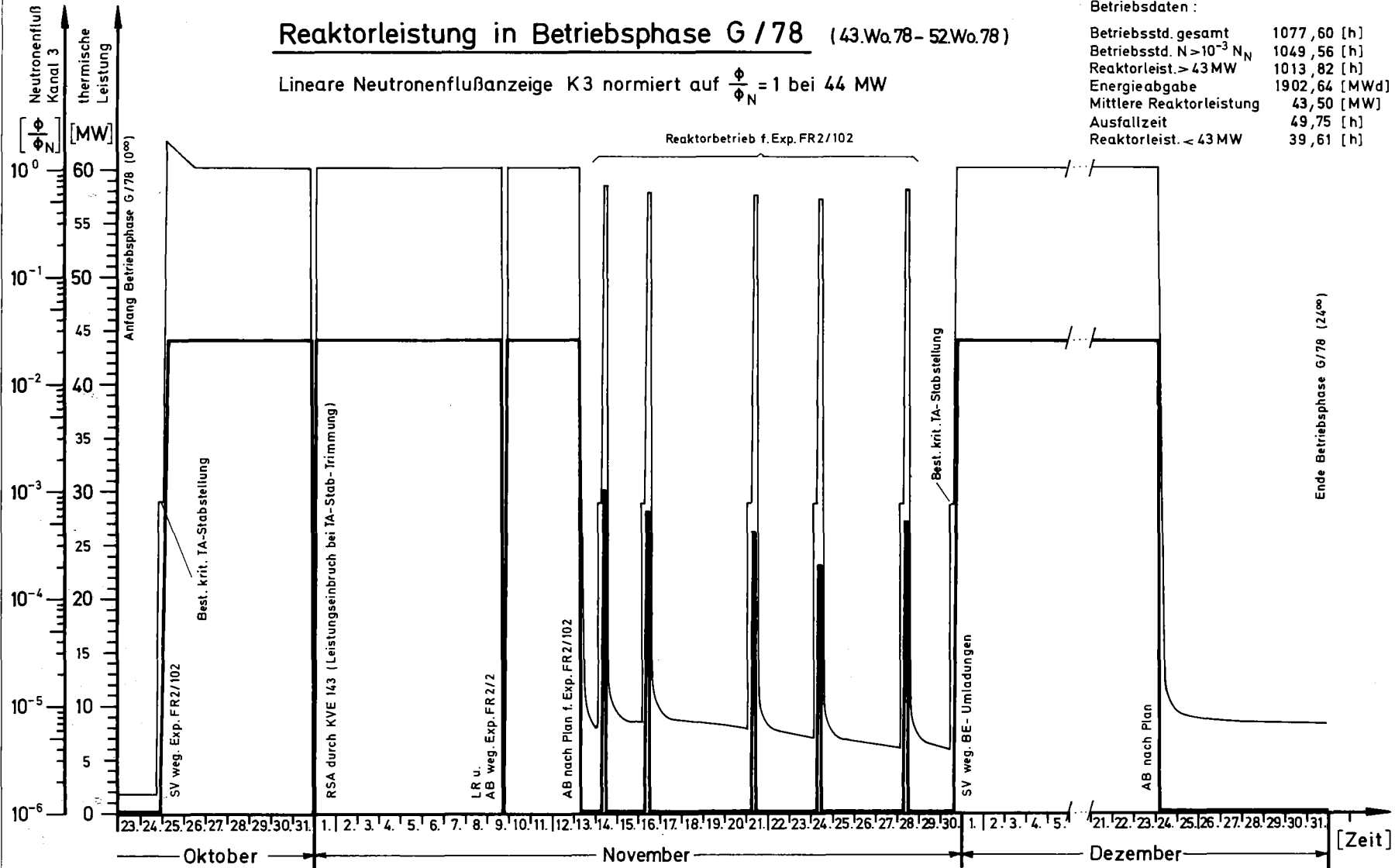
KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE
Kerntechnische Betriebe

Reaktorleistung in Betriebsphase G / 78 (43.Wo.78- 52.Wo.78)

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

Betriebsdaten :

Betriebsstd. gesamt	1077,60 [h]
Betriebsstd. $N > 10^{-3} N_N$	1049,56 [h]
Reaktorleist. > 43 MW	1013,82 [h]
Energieabgabe	1902,64 [MWd]
Mittlere Reaktorleistung	43,50 [MW]
Ausfallzeit	49,75 [h]
Reaktorleist. < 43 MW	39,61 [h]



Formblatt : 148 b / 115

Anmerkung :

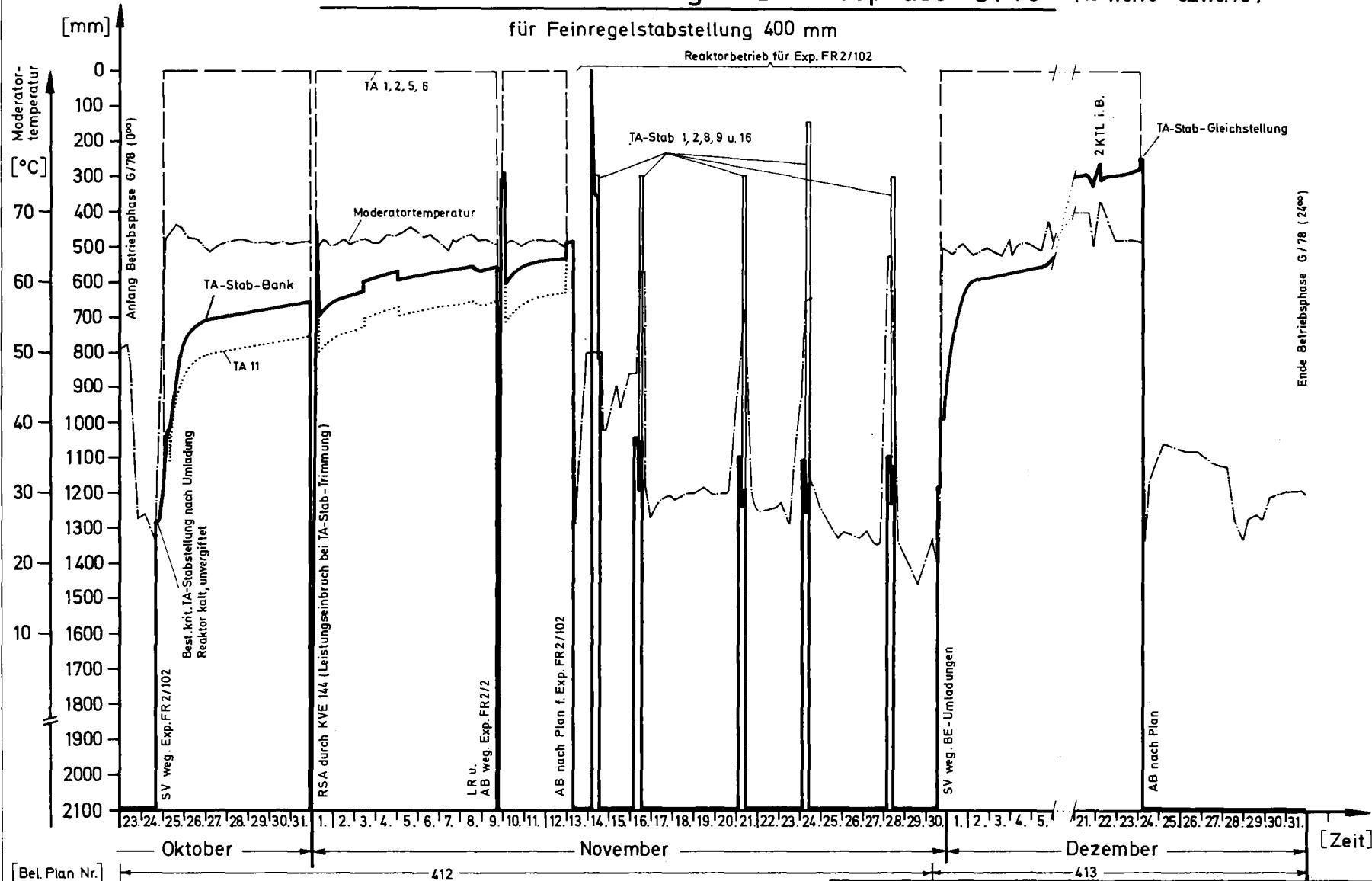
- Neutr.-fluß
- therm. Leist.
- SV = Startverschiebung
- LB = Leistungsbegrenzung
- LR = Leistungsrücknahme
- AB = Außerbetriebnahme v. Hand
- RSA = Reaktorschnellabschaltung

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE
Kerntechnische Betriebe

Kritische Trimmstabstellung in Betriebsphase G/78 (43. Wo. 78 - 52. Wo. 78)

für Feinregelstabstellung 400 mm

Reaktorbetrieb für Exp. FR2/102



Formblatt : 183 d / 107

[Bel. Plan Nr.]

Anmerkung :

SV = Startverschiebung
LB = Leistungsbegrenzung

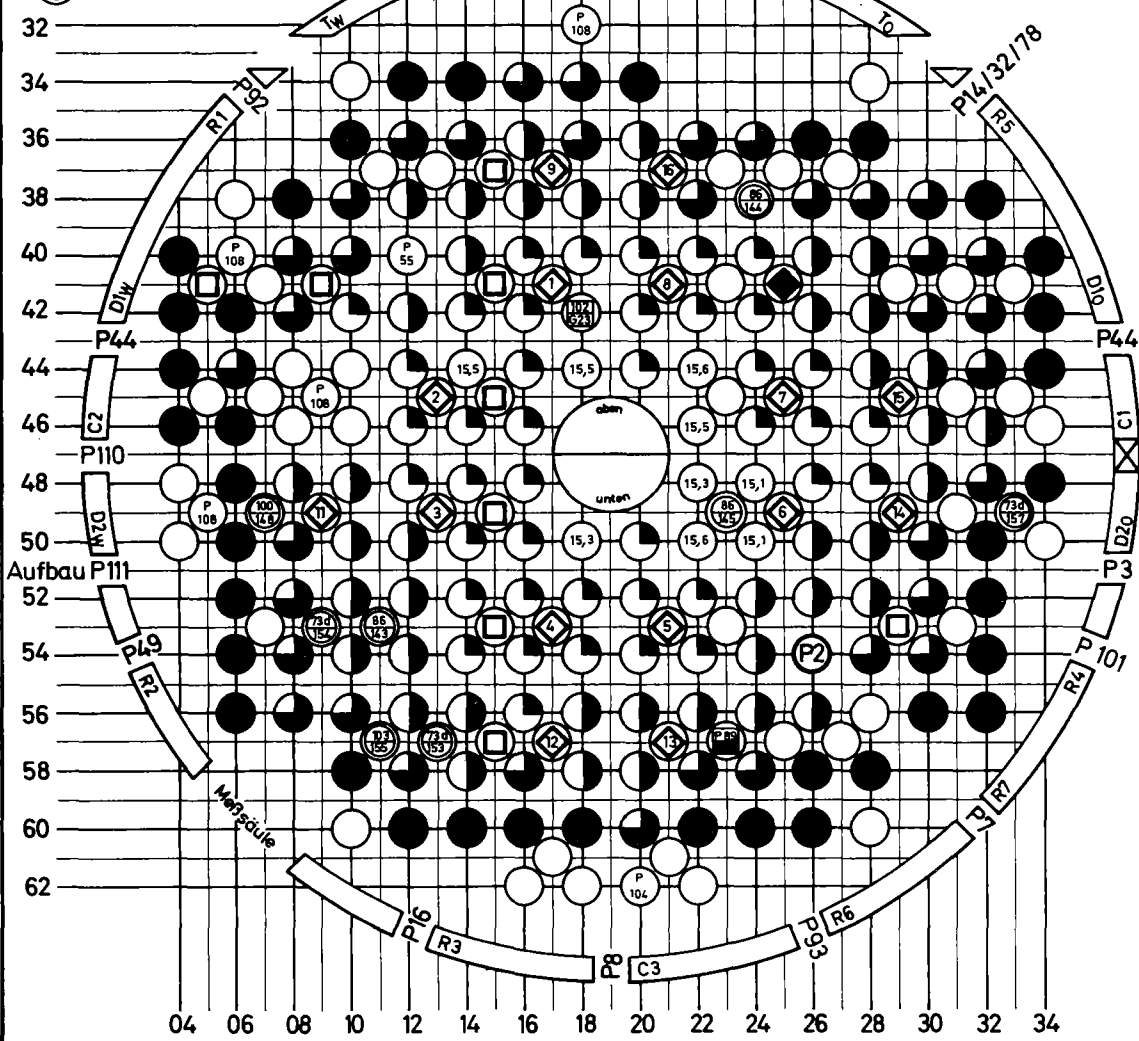
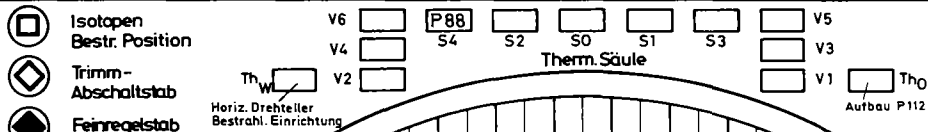
LR = Leistungsrücknahme
AB = Außerbetriebnahme von Hand

RSA = Reaktor-Schnellabschaltung

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE
Kerntechnische Betriebe

PHB Fbl.	Prüfung	Betriebsphase Monat Woche	A B C D E F G																																																				Zeit Man	T U V	Bemerkungen			
			Jan. 78	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.																																														
1.301 132	Auflüge																																																								entapr. UVV bzw. § 24 Gewerbeordnung			
1.302 181	Greifer BE-Flasche (wöchentlich)																																																								siehe kurzfristig wiederkehrende Prüfungen TÜV 1x jährlich			
1.303 29	Sprinkleranlage (viertelj.)	X																																																							1h 4			
1.304 30	Sprinkleranlage (jährlich)																																																								2d 5	X	Achtung! H ₂ O-Ausfall P16 möglich	
1.305 41	Wechselmaschine in R111 (jährlich)																																																								2d 5		Zentralloop z.Zt. nicht belegt Prüfung nur bei Bedarf	
1.306 42	Horizontalflasche und äußerer Strahlenschieber (jährlich)																																																								4h 2		vor jedem Einsatz	
1.307 51	D ₂ O-Sumpf (jährlich)																																																								1d 4	X		
1.308 58	40 m ³ - und 5 m ³ -Behälter (viertelj.)		X																																																							2h 3	X	Entleerung halbjährlich (6h A) TÜV 1x jährlich
1.309 67	Schleusen (viertelj.)	X																																																							1d	X	TÜV 1x jährlich	
1.310 68	Schleusen (jährlich)																																																								3d 3			
1.311 73	Absenkachschacht (jährlich)																																																								4h 3	X	ohne Trockenofen II (PHB 1.325)	
1.312 78	BE-Flasche (viertelj.)	X																																																							1d 4			
1.313 77	BE-Flasche (jährlich)																																																								2d 3	X	D ₂ O-Kühlung nur bei Reaktor a.B.	
1.314 81	Behälterbau (viertelj.)		X																																																							3d 2		
1.315 90	He-Kreislauf, Sicherheitsventile (jährlich)		X																																																							2d 3	X	Blatt 17 Punkt 12 in der Vorwoche prüfen
1.316 316	Druckluftanlage, Analyse der Betriebs- stunden (viertelj.)																																																								2h 1		Jeweils am Quartalsende um 24 ⁰⁰ Uhr	
1.317 93	Druckluftanlage, Dichtheit und Sicher- heitsventile (jährlich)		X																																																							2d 4	X	Pkt. 7, 8 und 9 möglichst am Tage der RASCH prüfen (Spät- oder Nachtschicht)
1.318 94	Abscheidegrad Absolutfilter (jährlich)																																																								5d 2	X		
1.319 346	Luftkreislauf, Druck- und Durchfluß- messungen (jährlich)																																																								4d 2	X	Hallen- und Raumunterdruck, Luftverteil- lung, Experimentier-u. Kreislaufraum	
1.320 96	Luftklappen (jährlich)		X																																																							3d 5	X	vor PHB 1.110

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



1. Brennelemente:

Abbrand: <25 25-50 50-75 >75 [%] 100% Δ 15 MWd/kg_U
38 ● 36 ● 42 ● 50 ● - 166 BE 8 (2% anger.)

2. Kapselversuchseinsätze:

○ Exp. Nr. - 8
lfd. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen:

○ Exp. Nr. - 1
lfd. Nr.

○ Exp. Nr. - 1 Bestrahlung:
(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 62/20

6. Silizium - Bestrahlungen:

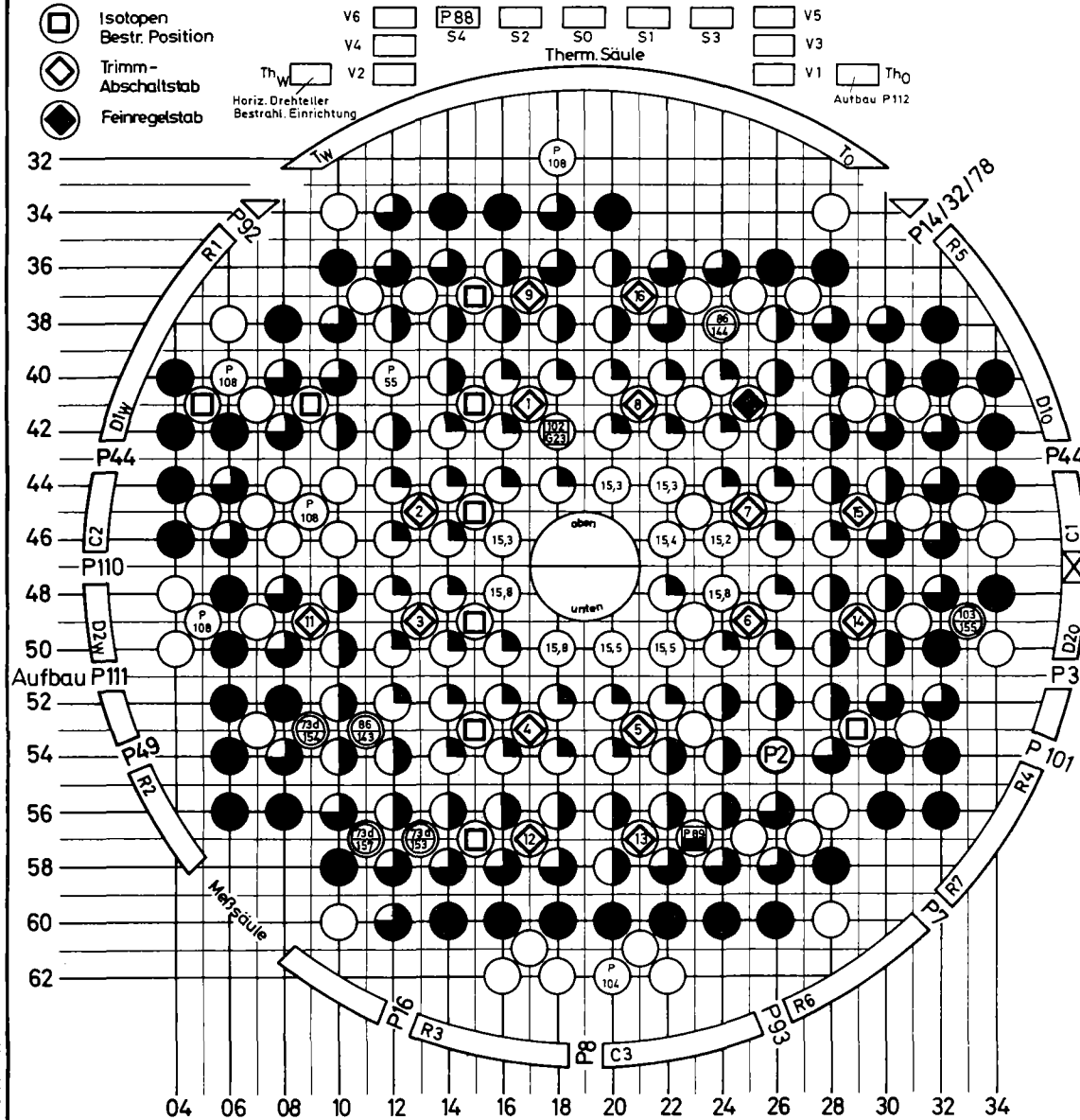
Exp. FR2/108: Position 32/18, 40/06, 45/09 u. 49/05

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

168 auf Gitterpositionen 8 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 ● 38 ● 40 ● 49 ● - 166 BE 8 (2% anger.)

2. Kapselversuchseinsätze:

○ Exp. Nr. - 6
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

5. Gas - Bestrahlungseinrichtung:

Exp. FR2/104: Position 62/20

6. Silizium - Bestrahlungen:

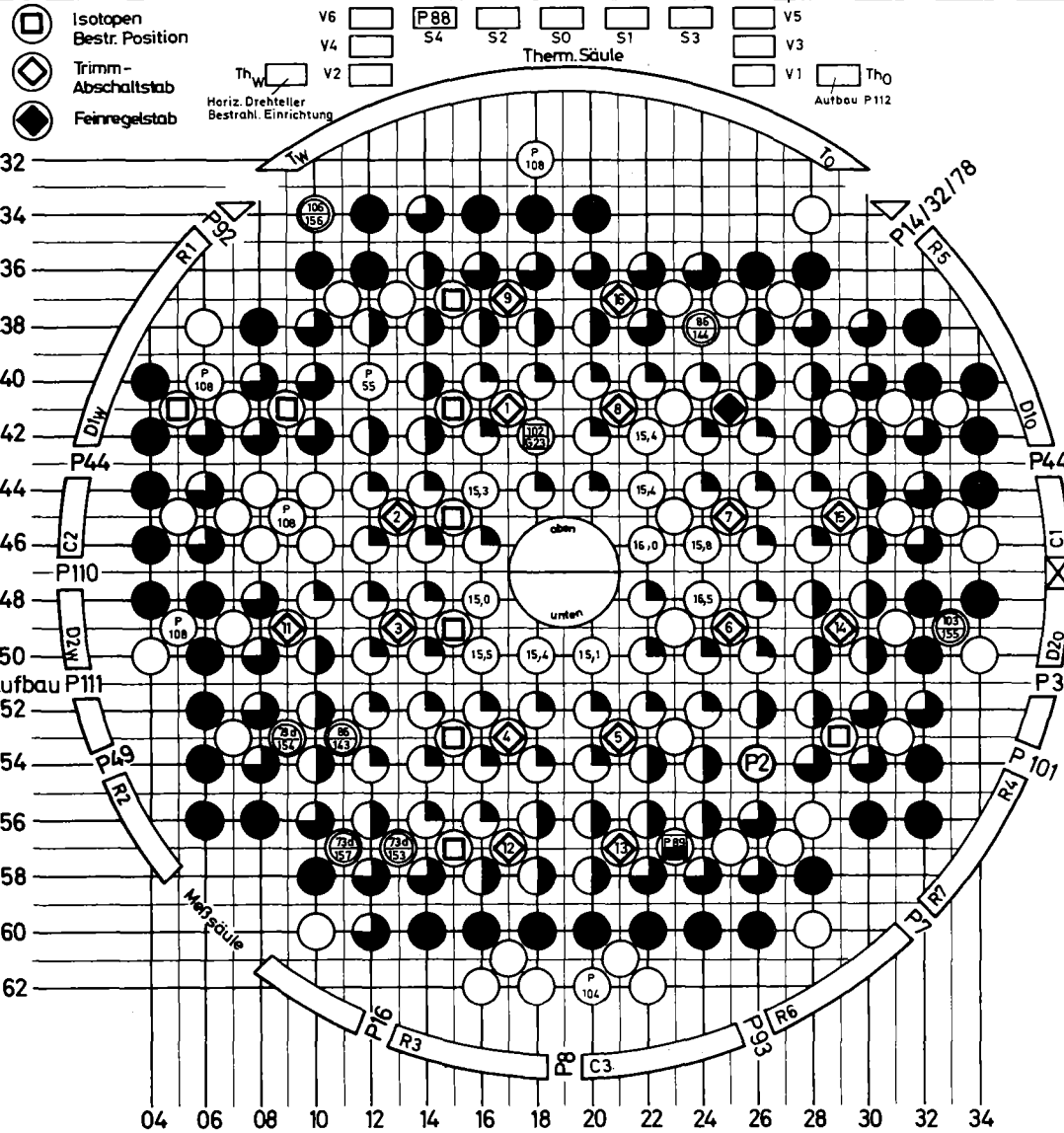
Exp. FR2/108: Position 32/18, 40/06, 45/09 u. 49/05

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

168 auf Gitterpositionen 6 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
40 ● 37 ● 35 ● 55 ● - 167 BE 8 (2% anger.)

2. Kapselversuchseinsätze :

○ Exp. Nr. - 7
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

5. Gas - Bestrahlungseinrichtung :

Exp. FR2/104 : Position 62/20

6. Silizium - Bestrahlungen :

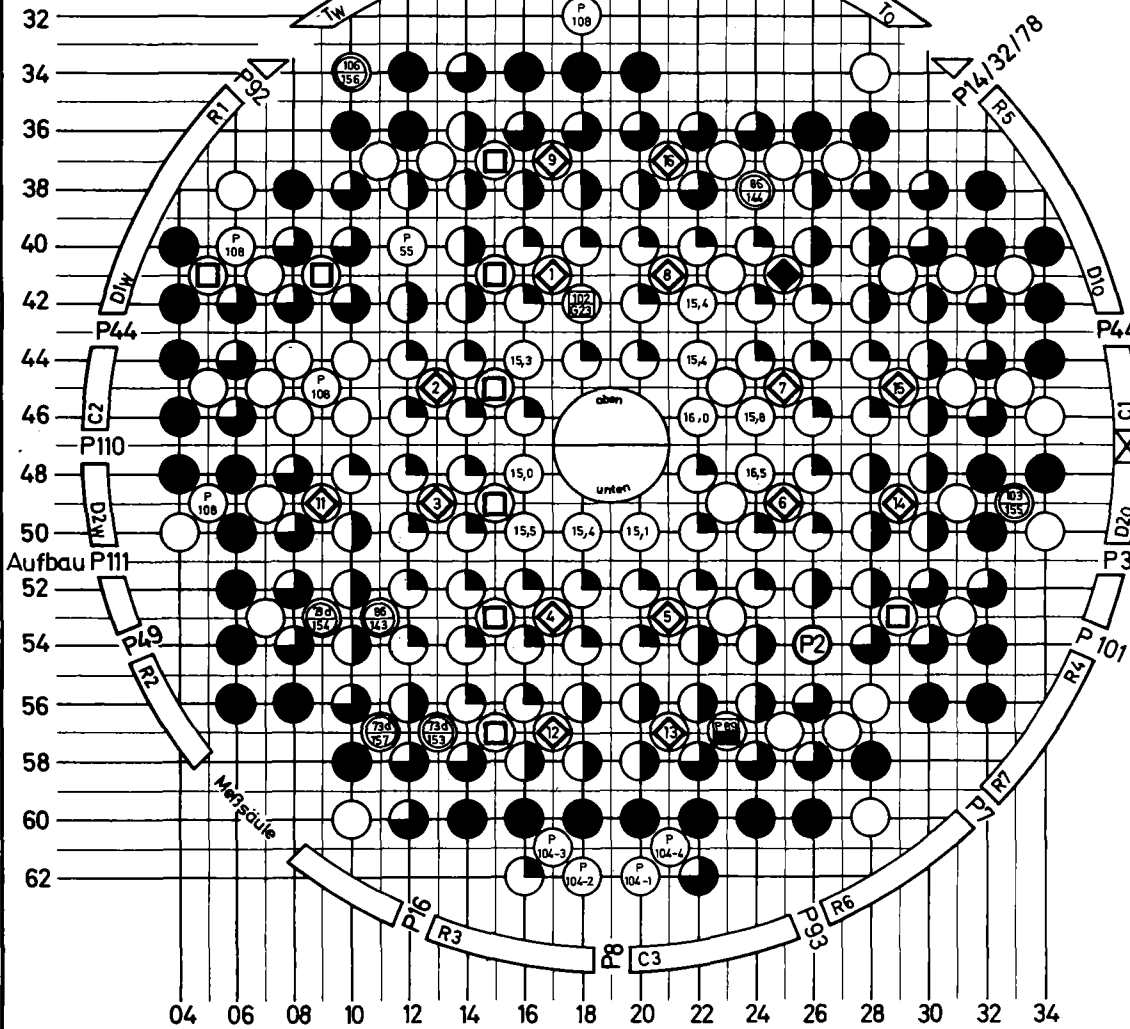
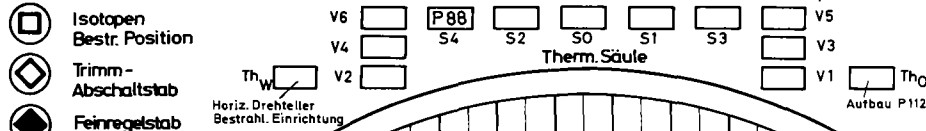
Exp. FR2/108 : Position 32/18, 40/06, 45/09 u. 49/05

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

170 auf Gitterpositionen 6 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
40 ● 38 ● 35 ● 56 ● - 169 BE 8 (2% anger.)

2. Kapselversuchseinsätze:

⊖ Exp. Nr. - 7
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:	Prüfl. Nr.	Einbau	Ausbau
	BSS-05	25.7.78 10 ⁰⁴ Uhr	28.7.78 10 ²⁸ Uhr

5. Gas - Bestrahlungseinrichtung:

Exp. FR2/104: Position 61/17, 61/21, 62/18, 62/20
Einbau: 14.7.78

6. Silizium - Bestrahlungen:

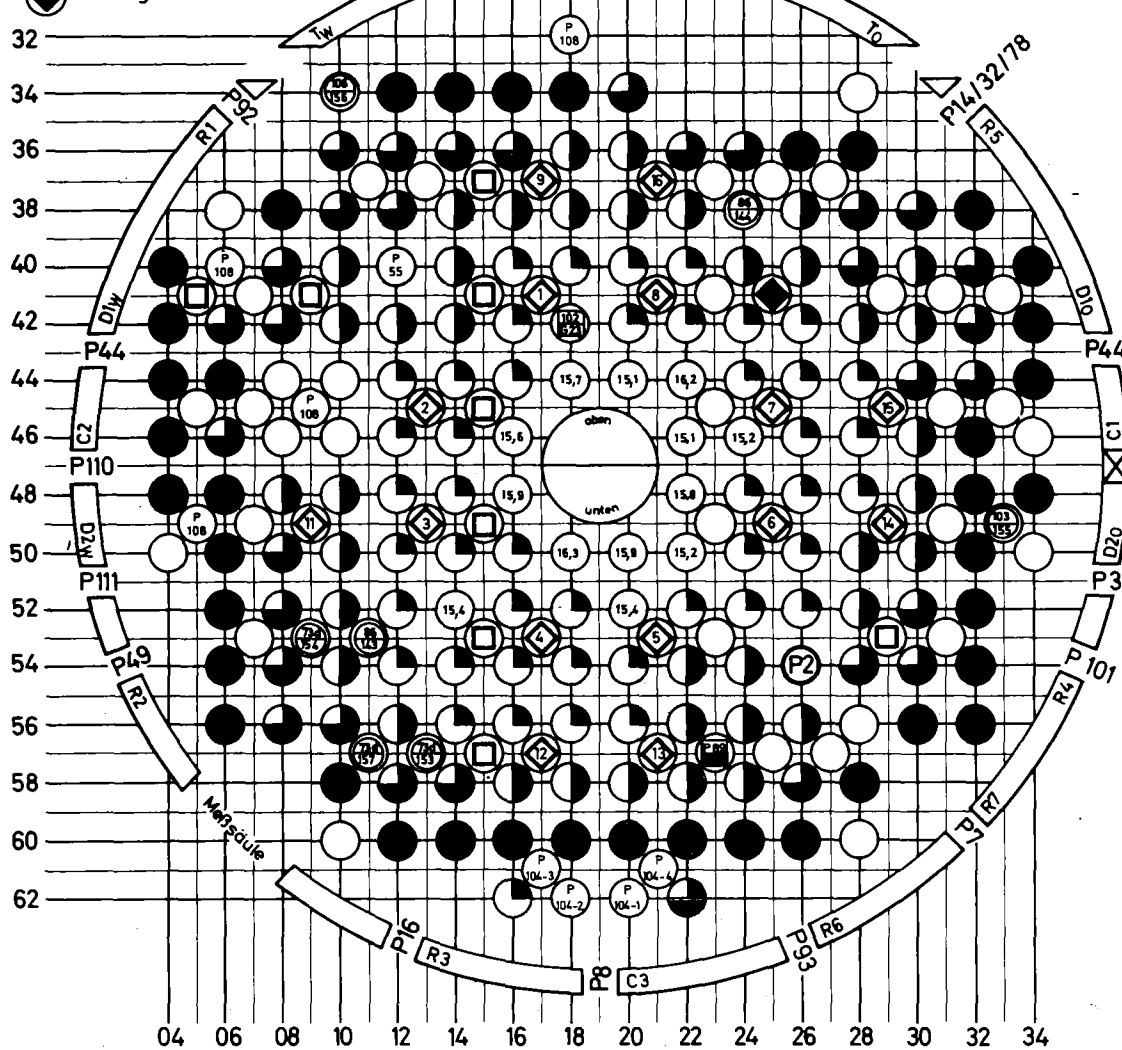
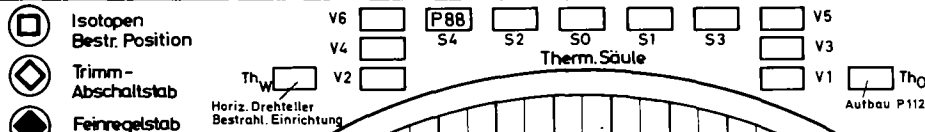
Exp. FR2/108: Position 32/18, 40/06, 45/09 u. 49/05

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

172 auf Gitterpositionen 6 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
40 ● 32 ● 39 ● 58 ● - 169 BE 8 (2% anger.)

2. Kapselversuchseinsätze:

○ Exp. Nr. - 7
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:	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, 40/06, 45/09 u. 49/05

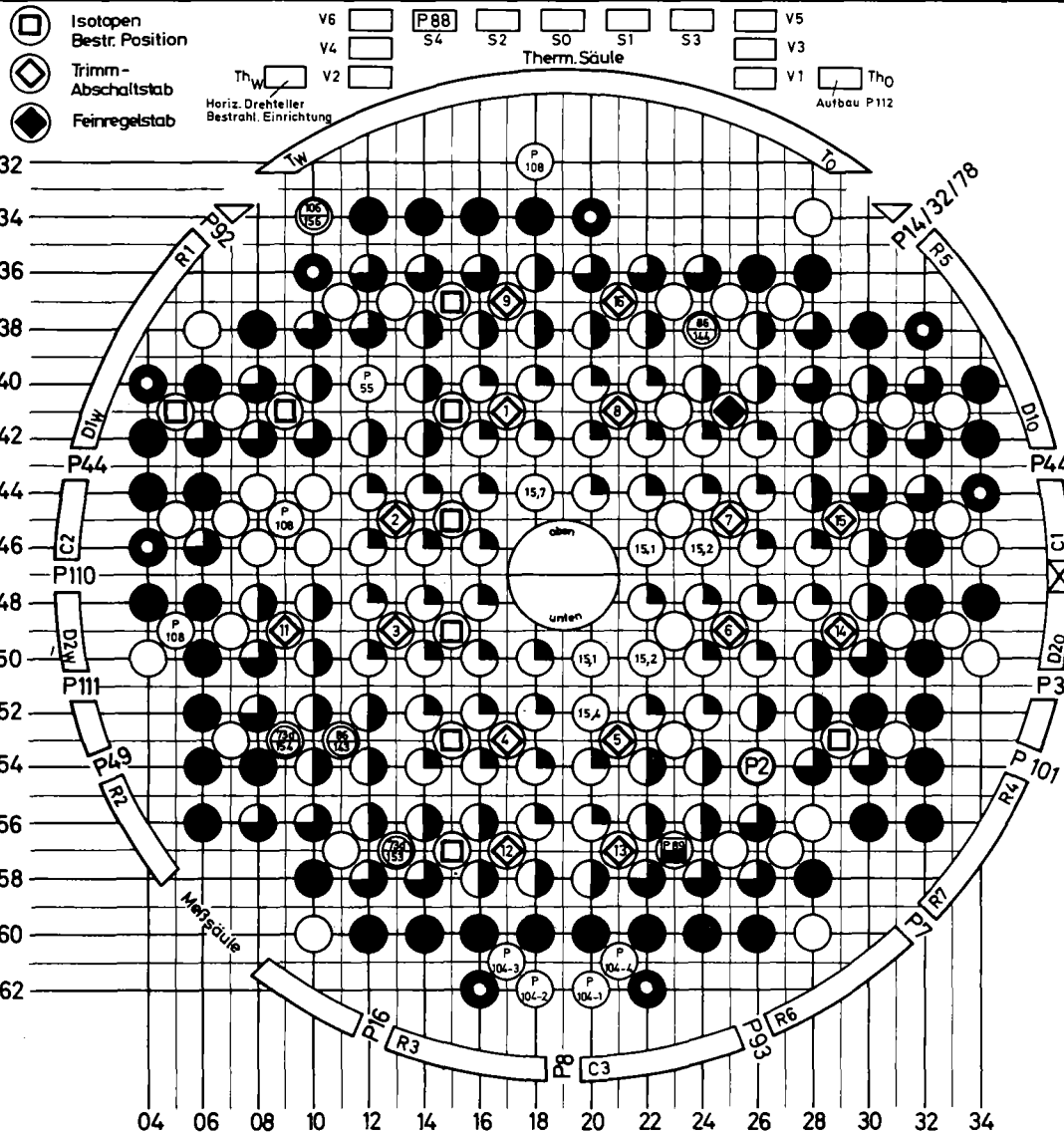
7. Summe d. besetzten Reaktorpos. m. Kühlg. v. Reaktor-Kreislauf:

172 auf Gitterpositionen 6 auf Zwischengitterpositionen

8. Bemerkungen:

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

18.8.78: FR-Stab Nr. 1 aus- u. FR-Stab Nr. 2 eingebaut.



1. Brennelemente:

Abbrand: <25 25-50 50-75 >75 [%] 100% Δ 15 MWd/kg_U
48 ● 32 ● 39 ● 52 ● - 171 BE 8 (2% anger.)

2. Kapselversuchseinsätze:

○ Exp. Nr. - 5
Ifd. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen:

○ Exp. Nr. - 0
Ifd. 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
	BSS 14	19.10.78	23.10.78

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

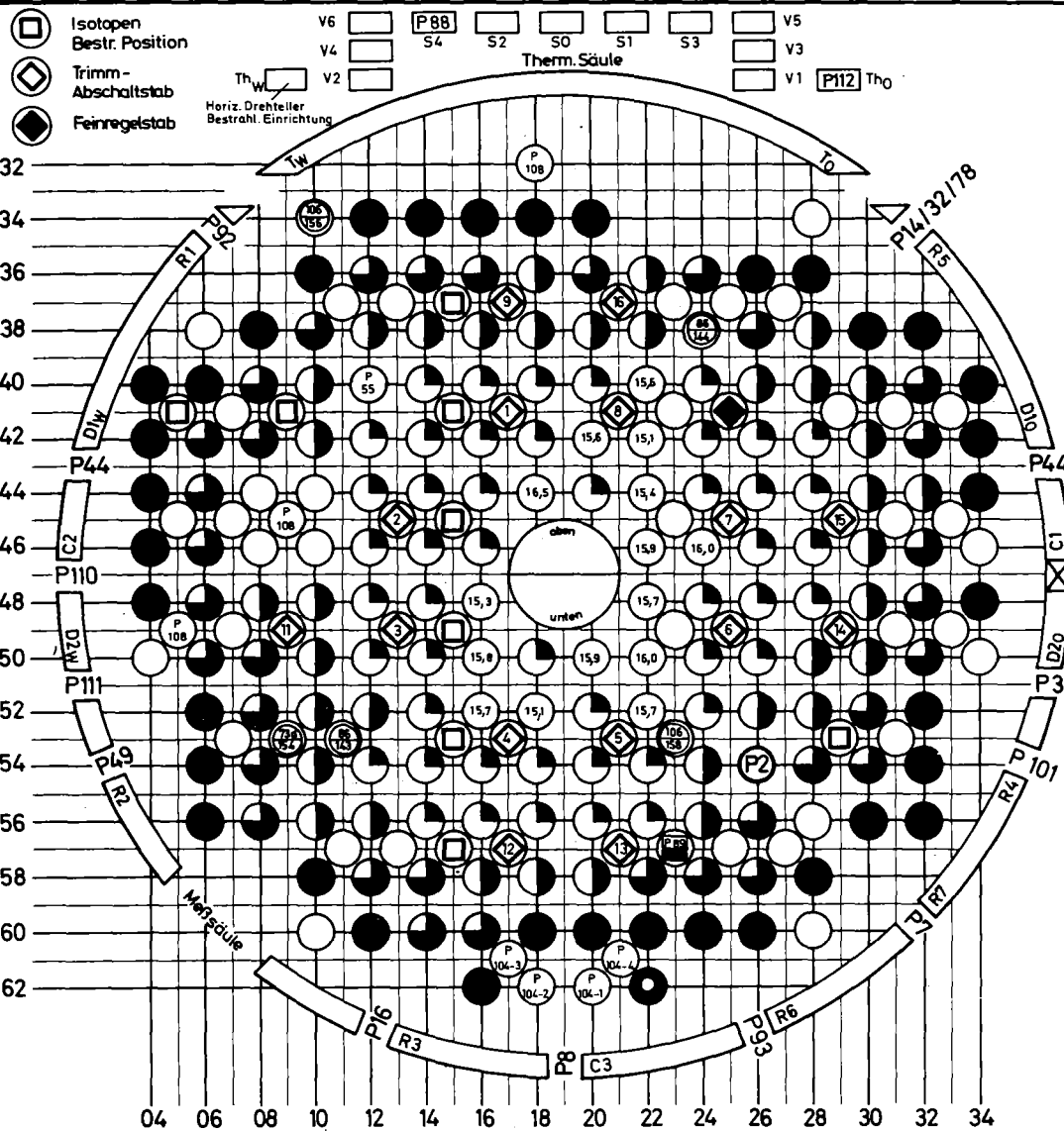
8. Bemerkungen:

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

Druckrohrwechsel Exp. FR2/55-102 am 19.10.78.

Vorbestrahlungseinsatz Exp. FR2/102 - G23 am 2.10.78 ausgebaut.

Silizium-Bestrahlungposition 40/06 am 10.10.78 stillgelegt.



1. Brennelemente:

Abbrand: <25 25-50 50-75 >75 [%] 100% Δ 15 MWd/kgU
38 ● 34 ● 36 ● 63 ● -171 BE 8 (2% anger.)

2. Kapselversuchseinsätze:

Exp. Nr. - 5
Ird. Nr.

3. Sonstige Einbauten mit Brennstoffen:

Exp. Nr. - 0
Ird. 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

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 / kgU, Angabe in Zahlenwerten.

