

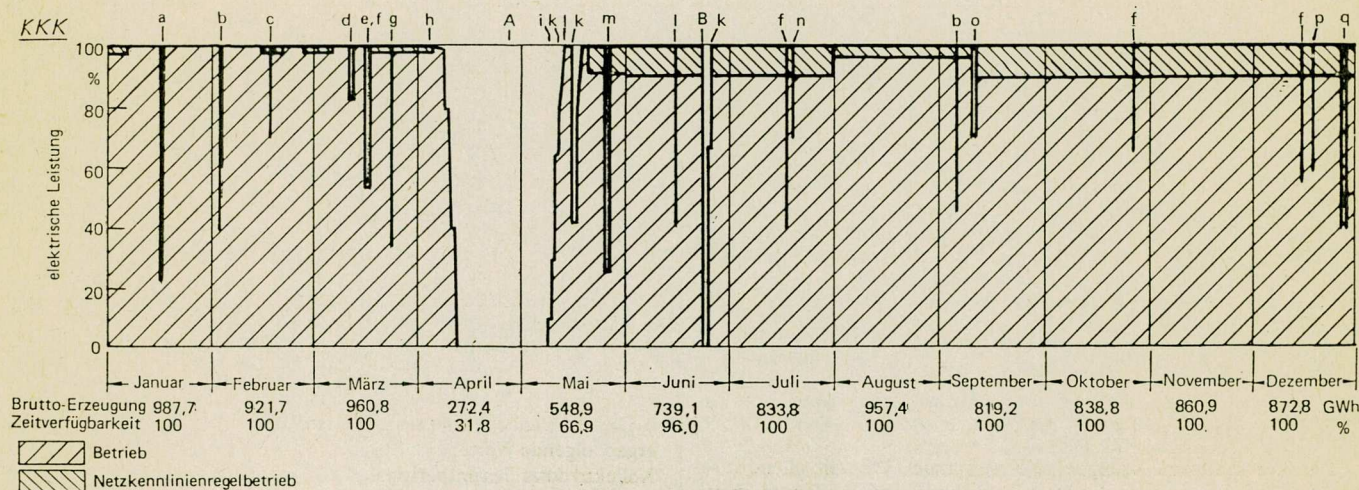
Zur Verbesserung des Sicherheitskonzeptes und Optimierung des Betriebsablaufes sind folgende Maßnahmen zu nennen:

- Für die Reduktion von durch Radiolyse im Reaktor entstehendes H_2 in den frischdampfbeaufschlagten Systemen zur Verhinderung von Knallgasbildung: Einbau von Katalysatoren zur H_2 -Reduktion vor bzw. in Armaturen der Systeme Frischdampf und Speisewasserbehälter. Nachrüstung von Temperaturmessungen zur Überwachung der Funktion der H_2 -Katalysatoren. Einbringen von Bohrungen in die Abblaserohre der Sicherheits- und Entlastungsventile zum ständigen Freispülen.
- Einbringen einer Umschaltmöglichkeit zur Aktivierung des Auslösesignals Neutronenfluß UD-Kanäle $> 2,7 \text{ E } 5 \text{ Imp/s}$ auf RESA, um für den Zeitraum der Nulleistungsprüfungen einen wirksamen Schutz für den Reaktor sicherzustellen.
- Leitechnische Änderungen in der Steuerabsteuerung zur Verhinderung von Kerninstabilitäten aufgrund schneller Leistungsreduzierung durch gruppenweises Einfahren von Steuerstäben (Pulkeinfahren).
- Ansteuerung der DDA-Armaturen für die Reaktorwasserreinigung zweikanalig zur Reduzierung der Anlagenbelastung bei wiederkehrenden Prüfungen.

Für die Durchführung des gesamten Programms, bestehend aus ca. 2200 Arbeitspunkten (inklusive 340 wiederkehrenden Prüfungen und 125 Änderungen), waren in der Spitze ca. 1400 Personen von Fremdfirmen im Kraftwerk tätig. Die Revisionsaktivitäten erforderten ca. 253000 Mannstunden. Die Kollektivdosis im Revisionszeitraum betrug für Eigen- und Fremdpersonal 1535 mSv. Am 10. 5. 88 wurde – begleitet von den vorgeschriebenen Funktionsprüfungen – der Reaktor wieder kritisch gefahren, die Turbine angestoßen und der Generator mit dem Netz synchronisiert.

KKK wurde als erster Siedewasser-Reaktor in Deutschland mit einer Inertisierung und einer gefilterten Druckentlastung ausgerüstet. Die zum Ende der Revision 1987 begonnenen Arbeiten wurden bis zum März 1988 abgeschlossen und Funktionsprüfungen durchgeführt. In der Revision 1988 wurden noch entsprechende Betriebsoptimierungen eingebracht, so daß beide Systeme nach dem Wiederaufahren nun uneingeschränkt zur Verfügung stehen.

Von Oktober bis Dezember 1988 wurden mit vier Transportvorgängen 128 Brennelemente zur Wiederaufarbeitung zur Cogéma abgegeben.



KKK Krümmel: Betriebsdiagramm 1988

Geplante Stillstände: 2

- A Brennelementwechsel und Revision
- B Dichtungswechsel an Speisewasserarmatur

Leistungsabsenkungen:

- a Leistungsreduzierung (Sprengstoffanschlag auf Hochspannungsmast)
- b Überprüfung des Stabilitätsverhaltens, WKP Turbinensteuerung und Reaktorschutz
- c WKP Speisewassersystem
- d WKP Steuerstabeinschießzeiten, Defektbestimmung der Brennelemente
- e Kühlausfall der Generatorableitung
- f WKP Turbinensteuerung und Reaktorschutz

- g Ausfall von drei Zwangsumlaufpumpen
- h Stretch-out-Betrieb
- i Überprüfung des Stabilitätsverhaltens
- k Brennstoffkonditionierung
- l Behebung einer Kondensatorleckage
- m TUSA
- n Kontrolle der elektrischen Ansteuerung am ISO-Ventil
- o Austausch eines Regelantriebs im RK-System
- p Fehlerhafte Auslösung der Maßnahme
- q Kühlwasserseiteige Inspektion der Turbinenkondensatoren

Der Walusinn!

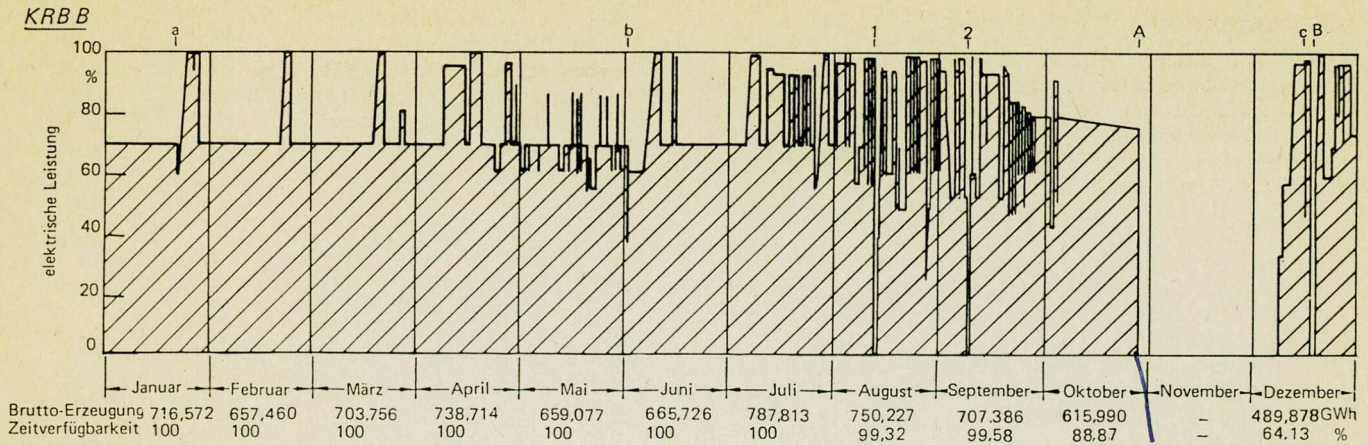
KRB B Gundremmingen (1300 MWe)

Der Block B des Kernkraftwerkes Gundremmingen (KRB B) erreichte im Jahre 1988 eine Zeitverfügbarkeit von 87,73%, sie lag somit nahe bei 88,9%, der mittleren Verfügbarkeit seit Übernahme des Blockes 1984. Die vom Lastverteiler geforderte Blockleistung lag bis Mitte 1988 ähnlich wie 1987 bei rd. 70%, unterbrochen durch regelmäßige Vollastfahrten zur Brennstoffkonditionierung. Ab Juli 1988 änderte sich das Fahrtdiagramm drastisch; der tägliche Lastfolgebetrieb wurde zwischen etwa 100% und 60% der Nennleistung gefahren; an Wochenenden wurde die Leistung bis auf 35% abgesenkt. Im konditionierten Bereich betrug die Laständerungsgeschwindigkeit hierbei 1,2%/min. Es waren keine nachteiligen Auswirkungen auf die Anlage feststellbar.

Insgesamt zwei Reaktorabschaltungen führten zu Betriebsunterbrechungen von 5 h bzw. 3 h. Bei der Fehlersuche an der dreikanalig aufge-

bauten Reaktordruckregelung kam es zu einer Druck- und Neutronenflußtransiente. Während einer scharfen Funktionsprüfung der Speisewasserdurchdringungsarmaturen stieg der RDB-Füllstand durch die auslegungsgemäße Reaktion des Speisewasserreglers.

Die Anlage wurde am 28. 10. 88 zum Brennelementwechsel mit Revision abgeschaltet. Der kritische Pfad lag beim RDB mit Sipping, Incore-Lanzen-Tausch, Brennelementwechsel sowie US-Prüfung der Bolzen und Gewindefacklöcher des RDB. Beide ND-Turbinenteile wurden geöffnet und in den sechsten Stufen anstatt der 5-mm-Dämpferdrähte Z-Bindungen und 12-mm-Halbdrähte eingebaut. Die Radscheiben wurden einer US-Prüfung unterzogen. Die Gesamtrevisionsdosis betrug einschließlich der Arbeiten im blockgemeinsamen Teil 596,3 mSv für Fremd- und Eigenpersonal.



KRBC Gundremmingen: Betriebsdiagramm 1988

28.10.88

Geplante Stillstände: 2

- A 4. Brennelementwechsel und Revision (28.10.88, 42 d)
- B Abfahren der Anlage wegen einer Leckage an einer Speisewasser-Iso-Armatur und zur Behebung diverser Mängel (19.12.88, 1,5 d)

- 2 Reaktorschnellabschaltung durch RDB-Füllstand hoch bei der scharfen Prüfung der Speisewasser-Iso-Armaturen (8.9.88, 3 h)

Leistungsabsenkungen:

- a Lastabsenkung auf ca. 1190 MW zur Erprobung der geänderten Erregerstromregelung einer Kühlmittelumwälzpumpe (27.1.88, 4,5 h)
- b Lastabsenkung auf ca. 500 MW zum Wechsel der Steuerstabsausfahrfolge (1.6.88, 4,5 h)
- c Lastabsenkung auf ca. 620 MW wegen scharfer Prüfung der FD-Iso-Ventile und Turbinenprüfung (18.12.88, 6 h)

Ungeplante Stillstände: 2

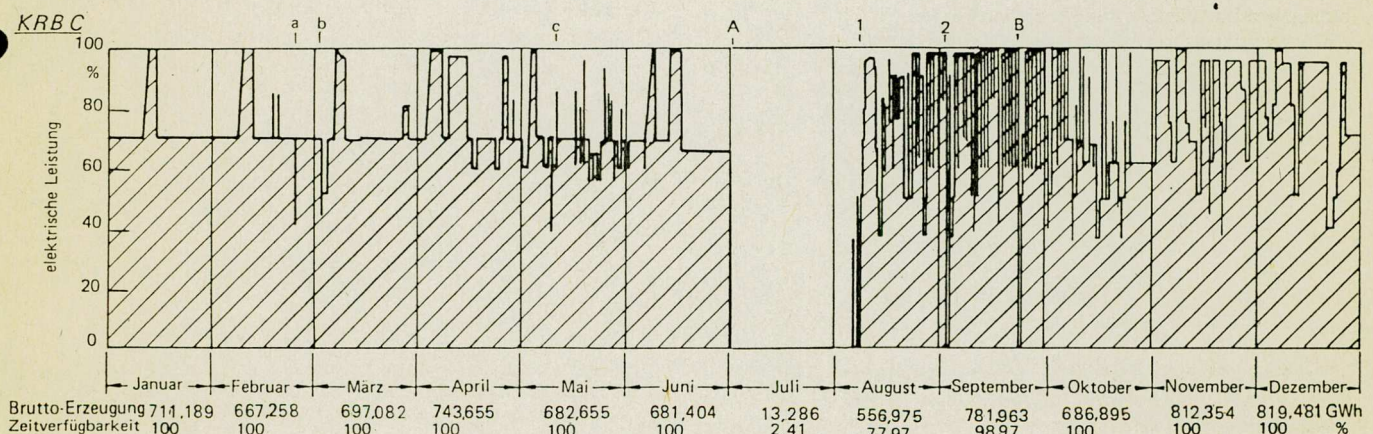
- 1 Reaktorschnellabschaltung über Neutronenfluß hoch, verursacht bei der Fehlersuche am Reaktordruckregler (12.8.88, 5 h)

KRB C Gundremmingen (1308 MWe)

Die Zeitverfügbarkeit des Blockes C des Kernkraftwerkes Gundremmingen (KRB C) lag mit 89,78% nahe der mittleren Verfügbarkeit von 88,8% seit Übernahme im Jahre 1985. Der Einsatz des Blockes durch den Lastverteiler ist unmittelbar vergleichbar mit dem des Blockes B. Nach einem halben Jahr mehr oder weniger konstantem Leistungsbetrieb bei etwa 70% folgte ab August 1988 ein täglicher Lastfolgebetrieb bis minimal 35% Nennleistung.

Eine **Reaktorschnellabschaltung** mußte von Hand vorgenommen werden, als bei der scharfen Öffnungs-Funktionsprüfung der TK-Entlastungsventile am 8.8.88 ein Ventil nicht mehr schloß. Ursache war ein Fremdpartikel zwischen Sitz und Vorsteuerkegel des Magnetvorsteuer-ventils. Am 3.9.88 löste die fehlerhafte Anregung „Ölniveau im Turbinenölbehälter niedrig“ eine Turbinenschnellabschaltung aus.

Der diesjährige Brennelementwechsel mit Revision dauerte 36 d. Kritischer Pfad war wiederum der RDB mit Sipping, Incore-Lanzentausch, BE-Wechsel und Inspektion eines Steuerstabes mit Ausbau eines Führungsrohres. Die sechsten Laufreihen der beiden ND-Turbinteile wurden endoskopierte. Dabei wurden schadhafte Lötverbindungen an den 5-mm-Dämpferdrähten des ND-2-Teils festgestellt und die Turbine daraufhin aufgedeckt. Die Schaufeln der 6. Reihe erhielten neue Dämpferdrahtsegmente und Schösser. Die Revisionsdosis betrug einschließlich der Arbeiten im blockgemeinsamen Anlagenteil 591,3 mSv. Eine weitere Abschaltung am 24.9.88 mußte eingeplant werden, um durch Korrektur der Kennlinie die Unterschiede der Massenströme über die vier Turbinenstellventile zu beseitigen.



KRBC Gundremmingen: Betriebsdiagramm 1988

Geplante Stillstände: 2

- A 3. Brennelementwechsel und Revision (1.7.88, 36 d)
- B Generator vom Netz zur Korrektur der Grundeinstellung der Turbinenstellventile (24.9.88, 6 h)

- 2 Turbinenschnellabschaltung durch Füllstand tief im Turbinenölbehälter (3.9.88, 2 h)

Leistungsabsenkungen:

- a Lastabsenkung auf ca. 520 MW zur Kondensatorlecksuche (24.2.88, 4,5 h)
- b Lastabsenkung auf ca. 550 MW zur Turbinenprüfung, Kondensatorlecksuche und Wechsel der Steuerstabsausfahrfolge (4.3.88, 4,5 h)
- c Lastabsenkung auf ca. 500 MW zur scharfen Prüfung der FD-Iso-Armaturen, Speisewasser-Iso-Armaturen und zur Turbinenprüfung (10.5.88, 9 h)

Ungeplante Stillstände: 2

- 1 Reaktorschnellabschaltung von Hand wegen Nichtschließens eines TK-Ventils bei der WKP (8.8.88, 3,5 h)

Gundremmingen Block B und C

Die Ad-hoc-Gruppe der Reaktorsicherheitskommission „Betriebliche Fragen bei der Sicherheitsüberprüfung“ informierte sich am 4. 5. 88 über Fragen der Sicherheit und der Vorsorge zur Beherrschung auslegungsbereichsüberschreitender Störfälle im Kraftwerk.

Die Abgabewerte für radioaktive Stoffe betrugen für das Abwasser 5,35 E08 Bq (ohne Tritium) – d. h. 0,5% des genehmigten Wertes –, für das Edelgas in der Abluft 3,91 E12 Bq – d. h. 0,2% des genehmigten Wertes –, für Jod in der Abluft 1,82 E07 Bq – d. h. <0,1% des genehmigten Wertes –, und für die Aerosolaktivität <NWG.

Im Berichtsjahr fielen 299 m³ feste ungepreßte Mischabfälle, 39,63 m³ Verdampferlaugen, 2320 kg (ca. 11,6 m³) Pulverharze und Filterhilfsmittel sowie 5 m³ Kunstharze an.

Die gesamte Strahlendosis für Eigen- und Fremdpersonal betrug 2373,96 mSv (nichtamtliche Werte). Im Mittel betrug die Personendosis für Eigenpersonal 1,53 mSv, für Fremdpersonal 0,85 mSv.

KWG Grohnde (1366 MWe)

In den ersten drei Monaten des Jahres 1988 befand sich das Gemeinschaftskernkraftwerk Grohnde (KWG) bis auf zwei geringfügige Lastreduzierungen für Wartungsarbeiten an einer Kühlwasserpumpe und zur Kondensatorprüfung im ungestörten Leistungsbetrieb. Am 21. 3. 88 begann der Streckbetrieb. Am 31. 3. 88 fand im Kraftwerk die 5. Sitzung der RSK-Ad-hoc-Arbeitsgruppe „Betriebliche Fragen bei der Sicherheitsüberprüfung von Kernkraftwerken“ statt. Am 6. 4. 88 kam es aufgrund einer defekten Schrankmeßbaugruppe während eines Anmeßvorganges zu einer kurzzeitigen Turbinenschnellabschaltung. Am 30. 4. 88 wurde das Kraftwerk nach einem 40tägigen Streckbetrieb bei einer Reaktorleistung von noch 84,5% am Ende des 3. Betriebszyklus zum Brennelementwechsel und zur 3. Revision planmäßig vom Netz genommen.

Der 3. Brennelementwechsel wurde nach einer Stillstandszeit von insgesamt 28 d am 28. 5. 88 knapp 2 d früher als geplant beendet. Es wurden 56 Brennelemente ausgetauscht. Davon hatten 32 Brennelemente eine erhöhte Anreicherung von 3,95 Gew.-% (U-235); vier Brennelemente enthielten Mischoxid-Brennstoff mit einem mittleren Gehalt an spaltbarem Plutonium von 2,9 Gew.-%.

Seit dem Ende der Revision befindet sich die Anlage wieder im ungestörten Leistungsbetrieb. Jedoch konnte das Kraftwerk aufgrund der zeitweise sehr niedrigen Weserwasserführung und des dadurch erforderlichen erhöhten Mischanteils im Kühlverfahren und auch wegen der z. T. recht hohen Wesertemperaturen in den Sommermonaten nicht durchgehend mit Nennleistung betrieben werden.

Darüber hinaus gab es nach der Revision insgesamt drei ungeplante Leistungsreduzierungen und einen etwa siebenstündigen ungeplanten Anlagenstillstand. Am 16. 10. 88 ereignete sich durch eine defekte Spannungsversorgungsbaugruppe ein Steuerstabsfalleinfall. Am 10. 11. 88 verursachte ein defektes Potentiometer bei Einstellarbeiten im Rahmen einer wiederkehrenden Prüfung eine kurzzeitige Leistungsreduzierung auf 93% Reaktorleistung. Am 3. 12. 88 führte abtaues Eis im Umspannwerk Grohnde zu Kurzschlüssen auf den 380-kV-Sammelschienen. In der weiteren Folge zog dieses Ereignis einen etwa achtstündigen Anlagenstillstand nach sich. Am 7. 12. 88 schließlich kam es im Rahmen einer Reparatur an der Eigenbedarfsumschaltautomatik einer 10-kV-Schiene zu einer ca. einstündigen Lastreduzierung auf etwa 500 MW.

Im Berichtsjahr gab es wieder zahlreiche Lastabsenkungen auf Anforderung des Lastverteilers; in diesen Phasen wurde die Anlage fast ausschließlich im Netzregelbetrieb gefahren. Wie schon im Vorjahr zeigte sie dabei ein insgesamt zufriedenstellendes Verhalten.

Neben den beiden ungeplanten Anlagenstillständen kam es im Jahr 1988 zu einigen unbedeutenden Leistungsreduzierungen, die im wesentlichen aus sekundärseitigen Betriebseinschränkungen bzw. Störungen resultierten. Auf der Primärseite gab es zwei kurzzeitige Leistungsreduzierungen durch den Einfall von Steuerstäben. Eines dieser beiden Ereignisse wurde durch einen sporadischen Fehler in der elektronischen Steuerstabsbetätigung ausgelöst, das andere resultierte aus einem defekten Potentiometer bei Einstellungsarbeiten im Rahmen einer wiederkehrenden Prüfung. Darüber hinaus sprach infolge erhöhten Neutronenflußbrauschens vereinzelt die Reaktorleistungsbegrenzung an und verursachte kurzzeitige Reaktorleistungsabsenkungen.

1988 gab es insgesamt elf meldepflichtige Ereignisse. Vier Vorkommnisse zogen Leistungseinschränkungen nach sich, fünf Vorfälle traten bei Prüfung auf. Sämtliche Meldungen wurden der Kategorie N (Normalmeldung) zugeordnet. Hinsichtlich des Reaktorbetriebes ist anzumerken, daß der 3. Zyklus, der im April 1988 mit dem 3. Brennelementwechsel zu Ende ging, planmäßig verlief und bei einem Abbrandzuwachs von 11976 MWd/t eine Länge von 329,4 Volllasttagen erreichte; der mittlere Uranabbrand am Ende des 3. Zyklus betrug 27982 MWd/t.

Der Ende Oktober 1987 aufgetretene Brennelementschaden wurde in einem Brennelement der ersten Nachladung festgestellt. Bei der Schadensursache handelte es sich um einen Fretting-Schaden des Hüllrohres mit Abreißen des oberen Endstopfens als Sekundärschaden. Das Brennelement ist noch nicht wieder einsatzfähig. Die im Oktober durchgeführten Oxidschichtdickenmessungen an einem Drei-Zyklus-Brennelement zeigten Werte in den erwarteten Bereichen.

Auch das vierte Betriebsjahr des Kraftwerkes konnte trotz Anlagenstillstände, Leistungsreduzierungen durch den Netzlastverteiler, kurzzeitigen Störungen und den Streckbetrieb insgesamt mit einem sehr guten Betriebsergebnis abgeschlossen werden. Das Jahr 1988 erbrachte eine elektrische Bruttoarbeit von 10803715 MWh; die Nettostromeinspeisung in das öffentliche Netz betrug 10208277 MWh, woraus sich ein Betriebseigenbedarf von 5,5% ermittelt; er liegt damit etwas niedriger als im Vorjahr, was insbesondere auf die in der Revision durchgeführte Drehzahlreduzierung der Hauptspeisewasserpumpen und auf einen im Vergleich zum Vorjahr verkürzten Kühlturbetrieb zurückzuführen ist. Der mittlere Nettowirkungsgrad beträgt 34,7%; er ist damit identisch mit dem mehrjährigen Mittelwert seit Übernahme der Anlage. Bei einer Gesamtstillstandszeit von 680 h, worin die Revisionszeit mit 672 h enthalten ist, ergibt sich für 1988 eine Zeitverfügbarkeit von 92,3%. Die Arbeitsverfügbarkeit (netto) für diesen Zeitraum beträgt 90,8% und die Arbeitsausnutzung (netto) 89,4%. Der Kühlturbetrieb bedingte 1988 eine Nettostromminderproduktion von rd. 20420 MWh entsprechend 0,7 Volllasttagen. Die Anlage konnte rd. 3590 h ohne Kühltürme betrieben werden. Die Bruttostromerzeugung seit Inbetriebnahme der Anlage am 4. 9. 84 beträgt 44593310 MWh und die Nettostromerzeugung 42146252 MWh.

Die Abgabe radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und mit dem Abwasser war auch 1988 gering und lag wie im Jahre 1987 deutlich unter den genehmigten Abgabewerten. Mit dem Abwasser wurden im Berichtsjahr 8,25 E+7 Bq radioaktive Stoffe (ohne Tritium) und 1,29 E+14 Bq Tritium abgegeben. Hinsichtlich der Abgabe radioaktiver Stoffe mit der Fortluft wurden Edelgase 1,03 E13 Bq, Jod-131 9,13 E5 Bq und Aerosole 6,5 E5 Bq bilanziert. Die im Jahre 1988 aufgenommene Kollektivdosis (direkt ablesbare Dosimeter) betrug 99 mSv für das Eigenpersonal und 405 mSv für das Fremdpersonal. Diese Dosiswerte liegen unter denen des Jahres 1987.

Am 30. 4. 88 wurde die Anlage planmäßig zur Revision und dritten Brennelementwechsel vom Netz genommen und am 28. 5. 88 wieder mit dem Netz parallel geschaltet. Durch die gute Vorbereitung der wiederkehrenden Prüfungen, insbesondere der zerstörungsfreien Prüfung des Reaktordruckbehälters, und der Instandhaltungsarbeiten sowie den vorbildlichen Einsatz des Eigen- und Fremdpersonals konnte trotz aufgetretener Schwierigkeiten mit der Schraubenspannvorrichtung zu Beginn der Revision die Revisionsdauer um 2 d unterschritten werden. Den terminkritischen Pfad bildeten die Arbeiten am Primärkreissystem mit dem Be- und Entladen des Reaktors und die alle vier Jahre durchzuführende zerstörungsfreie Prüfung des Reaktordruckbehälters. Auf der Sekundärseite waren die Inspektionsarbeiten der drei ND-Teilturbinen terminführend. Neben diesen terminkritischen Arbeiten sind insbesondere nachfolgende Revisionsarbeiten hervorzuheben:

- Austausch der HD-Dichtungen an den Hauptkühlmittelpumpen.
- Umbau der Hauptspeisewasserpumpen zur Reduzierung der Pumpendrehzahl.
- Änderung des Dampferzeuger-Abschlammkühlers.
- Wiederkehrende Prüfungen an 96 Behältern gemäß Druckbehälterverordnung.
- Sanierung der unteren Lager an zwei Hauptkühlwasserpumpen.
- Umfangreiche Sanierungs- und Reinigungsarbeiten im Bereich der Kühlwasserreinigung.
- Kleine Generatorrevision.
- Revision der Schaltanlage in den Scheiben 3 und 7.
- Austausch der 10-kV-Kabel der Hauptspeisewasserpumpenmotoren.
- Revision von sechs 10-kV-Motoren.
- Nachrüstung einer Taktphasenüberwachung im Reaktorschutz aufgrund des im September 1987 aufgetretenen Fehlers.
- Darüber hinaus wurden:
- 440 Armaturen revidiert.
- Arbeiten an ca. 600 Stellantrieben vorgenommen.
- 120 leittechnische Änderungen und Nachrüstungen kleineren und größeren Umfanges durchgeführt.