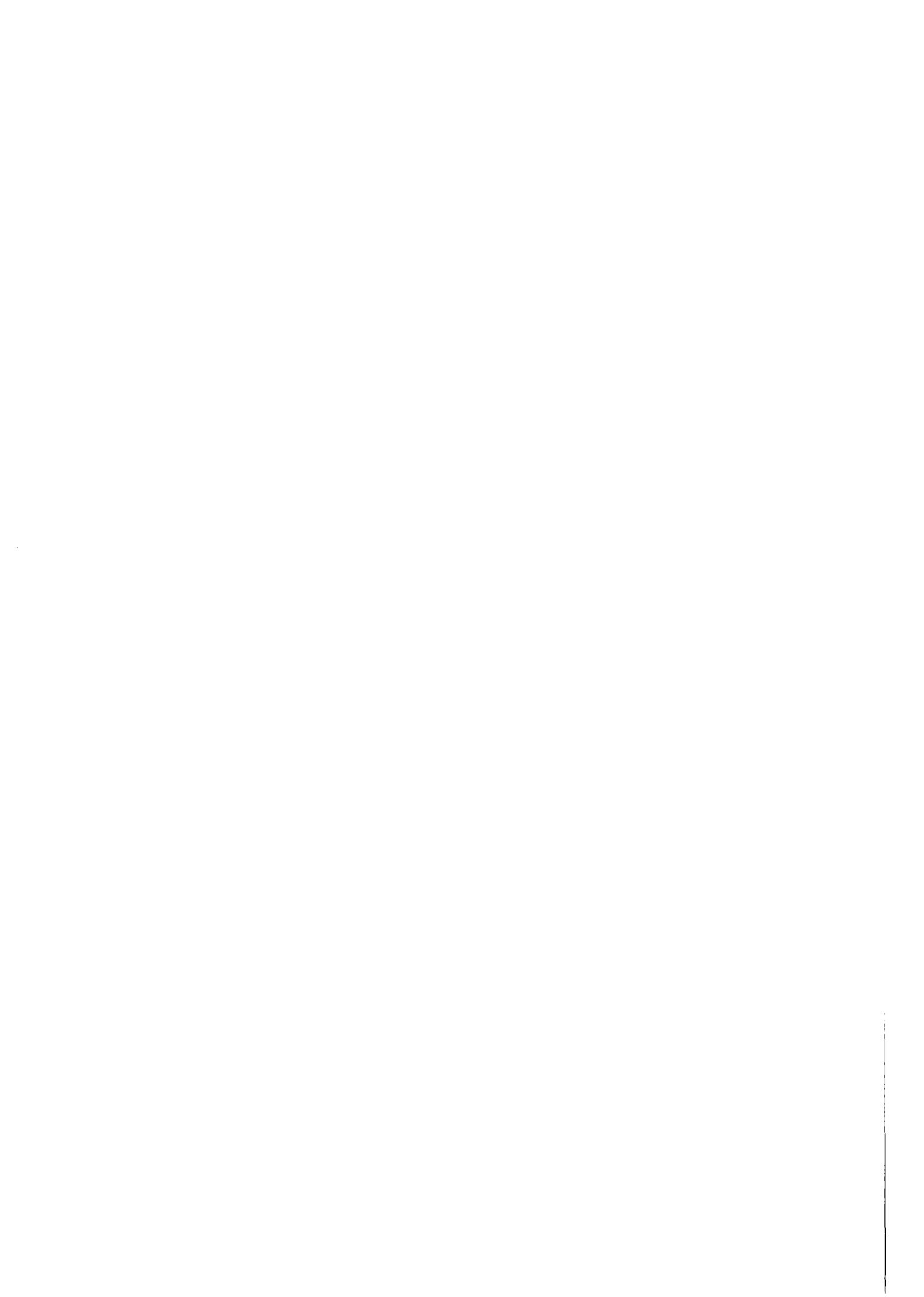


KfK 3206  
Dezember 1981

# **Die physikalisch-chemischen Radioiodkomponenten in der Abluft eines Druckwasserreaktors (DWR 2)**

H. Deuber  
Laboratorium für Aerosolphysik und Filtertechnik  
Projekt Nukleare Sicherheit

**Kernforschungszentrum Karlsruhe**



KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Laboratorium für Aerosolphysik und Filtertechnik

Projekt Nukleare Sicherheit

KfK 3206

Die physikalisch-chemischen Radioiodkomponenten  
in der Abluft eines Druckwasserreaktors (DWR 2)

*H. Deuber*

Kernforschungszentrum Karlsruhe G.m.b.H., Karlsruhe

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

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH  
ISSN 0303-4003

Die physikalisch-chemischen Radioiodkomponenten in der Abluft  
eines Druckwasserreaktors (DWR2)

Kurzfassung

In einem deutschen Druckwasserreaktor wurden während 6 Monaten die physikalisch-chemischen  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Kaminfortluft und in den einzelnen, die Kaminfortluft bildenden Abluftströmen bestimmt. Diese Messungen dienten vor allem der Bestimmung des Anteils und der Herkunft des in die Umgebung freigesetzten, radiologisch entscheidenden elementaren  $^{131}\text{I}$ . Die Rückhaltung der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten durch Iodfilter wurde ebenfalls untersucht.

Das mit der Kaminfortluft abgegebene  $^{131}\text{I}$  bestand zu 20 bis 30 % aus elementarem Iod. Dieses wurde vor allem mit der ungefilterten Abluft aus den Chemielaborabzügen und aus dem Ringraum in die Umgebung freigesetzt.

The physico-chemical radioiodine species in the exhaust air of  
a pressurized water reactor (PWR2)

Abstract

In a German pressurized water reactor, the physico-chemical  $^{131}\text{I}$  species were determined in the plant exhaust and in the individual exhausts during 6 months. These measurements aimed in particular at determining the percentage and the source of the radiologically decisive elemental  $^{131}\text{I}$  released to the environment. The retention of the  $^{131}\text{I}$  species by iodine filters was also investigated.

20 to 30 % of the  $^{131}\text{I}$  discharged with the plant exhaust consisted of elemental iodine. This was largely released with the unfiltered exhaust from the chemical laboratory hoods and from the annular compartment.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	1
2. Experimentelles	5
3. Daten des Reaktors	6
4. Ergebnisse und Diskussion	13
4.1 Messungen in der Kaminfortluft	13
4.2 Messungen in den die Kaminfortluft bildenden Abluftströmen	17
5. Rechnungen zur Auswirkung der Filtration verschiedener Abluftströme	26
6. Zusammenfassung	31
7. Literatur	32
Anhang : Ergebnisse der Messungen	34

VERZEICHNIS DER TABELLEN

	<u>Textteil</u>	Seite
Tab. 1	$^{131}\text{I}$ -Abgaberaten, $^{131}\text{I}$ -Abgaben und Anteile der $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Kaminfortluft (Meßzeit : 1 Jahr)	3
Tab. 2	Raum- und Abluft des DWR 2	9
Tab. 3	Ereignisse im DWR 2	11
Tab. 4	Dauer von Betriebsphasen	12
Tab. 5	Abgaberaten und Anteile der $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Kaminfortluft	15
Tab. 6	Abgaberaten der $^{131}\text{I}$ -Komponenten in den Abluftströmen	20
Tab. 7	Beiträge der Digestorienabluft und Ringraumabluft zur Kaminfortluft hinsichtlich der Abgaberaten der $^{131}\text{I}$ -Komponenten	23
Tab. 8	Dekontaminationsfaktoren der Anlagenraumabluftfilter für die $^{131}\text{I}$ -Komponenten	25
Tab. 9	Abgaberaten der $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Kaminfortluft und resultierende relative $^{131}\text{I}$ -Ingestionsdosen bei verschiedenen Filterkonzepten (Revision 1)	27
Tab. 10	Abgaberaten der $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Kaminfortluft und resultierende relative $^{131}\text{I}$ -Ingestionsdosen bei verschiedenen Filterkonzepten (Leistungsbetrieb 2)	28

<u>Anhang</u>	Seite
$^{131}\text{I}$ -Konzentrationen und Anteile der $^{131}\text{I}$ -Komponenten:	
Tab. A-1 Kaminfortluft	35
Tab. A-2 Anlagenraumabluft	36
Tab. A-3 Betriebsraumluft	37
Tab. A-4 Spülluft	38
Tab. A-5 Ringraumabluft	39
Tab. A-6 Digestorienabluft	40
Tab. A-7 Hilfsanlagegebäudeabluft (G)	41
Tab. A-8 Hilfsanlagegebäudeabluft (H1)	42

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

	<u>Textteil</u>	Seite
Abb. 1	Abgaberaten der $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Kaminfortluft	4
Abb. 2	Abgaben der $^{131}\text{I}$ -Komponenten mit der Kaminfortluft	4
Abb. 3	Vereinfachtes Abluftschema des DWR 2	8
Abb. 4	Betriebsdiagramm des DWR 2	10
Abb. 5	Abgaberaten der $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Kaminfortluft	16
Abb. 6 - 9	Abgaberaten der $^{131}\text{I}$ -Komponenten in den Abluftströmen	21
Abb. 10,11	Abgaberaten der $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Kaminfortluft bei verschiedenen Filterkonzepten	29
Abb. 12,13	Aus der $^{131}\text{I}$ -Abgabe mit der Kaminfortluft resultierende relative Ingestionsdosis bei verschiedenen Filterkonzepten	30
<u>Anhang</u>		
Zeitlicher Verlauf der $^{131}\text{I}$ -Konzentration; Zeitlicher Verlauf des Anteils der $^{131}\text{I}$ -Komponenten:		
Abb. A - 1, A - 2	Kaminfortluft	43
Abb. A - 3, A - 4	Zuluft der Anlagenraumabluftfilter	44
Abb. A - 5, A - 6	Abluft der Anlagenraumabluftfilter	45
Abb. A - 7, A - 8	Betriebsraumluft	46
Abb. A - 9, A - 10	Spülluft	47
Abb. A - 11, A - 12	Ringraumabluft	48
Abb. A - 13, A - 14	Digestorienabluft	49
Abb. A - 15, A - 16	Hilfsanlagegebäudeabluft (G)	50
Abb. A - 17, A - 18	Hilfsanlagegebäudeabluft (H1)	51

## 1. Einleitung

Bei der Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung in der Umgebung von Kernkraftwerken durch luftgetragenes Radioiod werden nach dem heute üblichen Verfahren /1/ 3 physikalisch-chemische Radioiodkomponenten berücksichtigt:

elementares ( $I_2$ ), schwebstoffförmiges und organisches ( $CH_3I$ ) Iod.

Diese Iodkomponenten tragen über den Weide-Kuh-Milch-Pfad in sehr unterschiedlichem Maße zu der beim bestimmungsgemäßen Betrieb entscheidenden Ingestionsdosis bei, da sich ihre Ablagerungsgeschwindigkeiten bei Weidepflanzen etwa wie 100:10:1 verhalten (Fallout).

Nur bei Kenntnis der Anteile der Radioiodkomponenten in der Fortluft läßt sich daher eine annähernd realistische Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung durchführen. Vor allem durch Einsatz von Iodfiltern in den Abluftströmen, die die Hauptquellen für das in die Umgebung freigesetzte elementare Radioiod darstellen, ist eine effektive Reduzierung der Strahlenexposition zu erreichen.

Im vorliegenden Bericht wird auf Radioiodmessungen in einem deutschen Druckwasserreaktor (DWR 2) während eines Zeitraums von ca. 6 Monaten eingegangen. Diese Messungen dienten vor allem der Bestimmung des Anteils des elementaren  $^{131}I$  in der Kaminfortluft und der Hauptquellen des in die Umgebung freigesetzten elementaren  $^{131}I$ . Die Rückhaltung der  $^{131}I$ -Komponenten durch Iodfilter wurde ebenfalls untersucht.

Ein Bericht über vorher während eines Zeitraums von 1 Jahr in der Kaminfortluft des DWR 2 durchgeführte Bestimmungen der  $^{131}I$ -Komponenten liegt vor /2/. Die dabei erzielten Ergebnisse sind in Tab. 1 und in den Abb. 1 und 2 noch einmal zusammengefaßt. Diese Ergebnisse unterscheiden sich in gewissem Maße von denen, die in der Kaminfortluft eines Druckwasserreaktors (DWR3) mit praktisch gleichem Lüftungssystem erhalten wurden /3/.

Insbesondere war der Anteil des elementaren  $^{131}\text{I}$  in der Kaminfortluft des DWR 2 geringer als in der Kaminfortluft des DWR 3 . Dieser Unterschied war der Hauptgrund für die Fortsetzung der Messungen im DWR 2 unter Einbeziehung der die Kaminfortluft bildenden Abluftströme.

Analoge Untersuchungen in ausländischen Druckwasserreaktoren werden in der Literatur beschrieben /4/.

Tab. 1:  $^{131}\text{I}$ - Abgaberaten,  $^{131}\text{I}$ -Abgaben und Anteile der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Kaminfortluft  
(Meßzeit: 1 Jahr) <sup>a</sup>

Betriebsphase	$^{131}\text{I}$ -Abgaberate <sup>b</sup> [Ci/s]	$^{131}\text{I}$ - Abgabe <sup>b</sup> [Ci]	Anteil der $^{131}\text{I}$ -Komponenten <sup>c</sup> [%]	
			elem. I	org. I
Leistungsbetrieb <sup>d</sup>	1,4 ± 0,3 (-11)	3,6 ± 0,8 (-4)	32	68
Revision <sup>e</sup>	2,1 ± 0,7 (-11)	1,3 ± 0,4 (-4)	51	48
Leistungsbetrieb und Revision <sup>f</sup>	1,5 ± 0,3 (-11)	4,8 ± 0,9 (-4)	37	63

<sup>a</sup> berechnet aus den früher erhaltenen Ergebnissen /2/

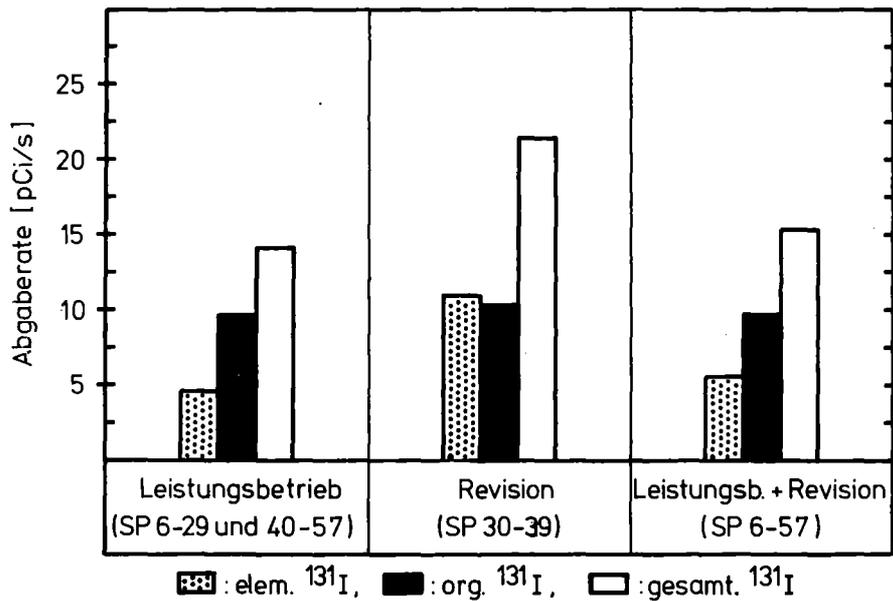
<sup>b</sup> Zehnerpotenzen durch Exponenten in Klammern wiedergegeben; Schwankungen durch Standardabweichungen ausgedrückt

<sup>c</sup> berechnet aus den Abgaberaten der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten

<sup>d</sup> Sammelperioden 6-29 und 40 - 57

<sup>e</sup> Sammelperioden 30-39

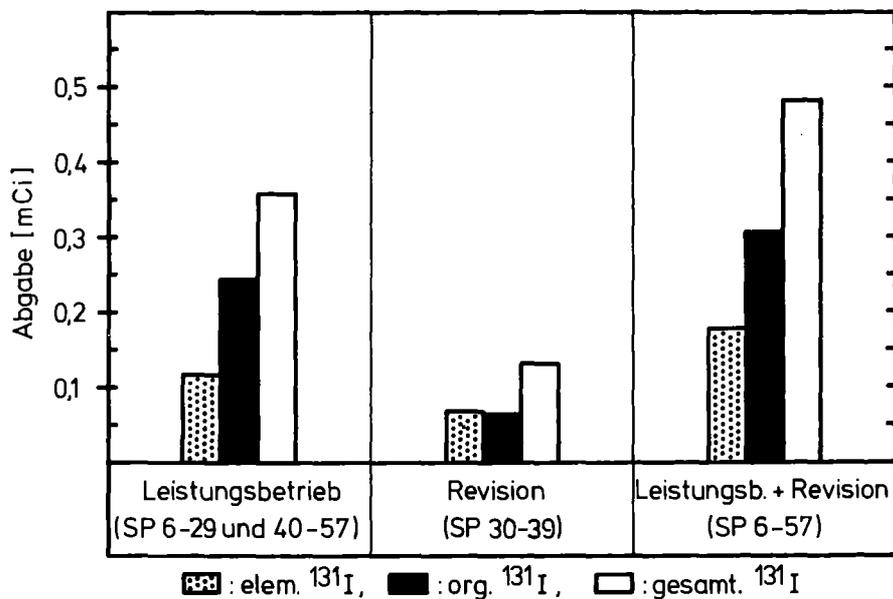
<sup>f</sup> Sammelperioden 6-57



KfK LAF II 142578

Abgaberaten der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Kaminfortluft (DWR 2)

Abb. 1<sup>a</sup>



KfK LAF II 142678

Abgaben der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten mit der Kaminfortluft (DWR 2)

Abb. 2<sup>a</sup>

<sup>a</sup> nach den früher erhaltenen Ergebnissen /2/  
(SP : Sammelperiode)

## 2. Experimentelles

Wegen der niedrigen Radioiodkonzentrationen in der Ab- und Fortluft von Kernkraftwerken kann die Bestimmung der Radioiodkomponenten nur mit diskriminierenden Iodsammlern durchgeführt werden, in denen eine selektive Abscheidung der Radioiodkomponenten an Schwebstofffiltern bzw. Iodsorptionsmaterialien erfolgt.

Über Durchführung und Auswertung der Messungen mit diskriminierenden Iodsammlern wurde bereits berichtet / 2, 5, 3 /. Es wurden schwebstoffförmiges, elementares und organisches  $^{131}\text{I}$  gemessen. Eine Bestimmung von hypoiodiger Säure (HIO), einer weiteren möglicherweise auftretenden Iodkomponente, wurde nicht angestrebt, da z.Z. kein allgemein einsetzbares Material zur selektiven Abscheidung dieser Iodkomponente existiert. Es kann aber davon ausgegangen werden, daß hypoiodige Säure in den hier untersuchten Abluftströmen nicht in signifikanten Anteilen auftritt /6/.

Die Probenahme in den Abluftströmen erfolgte isokinetisch. Im Falle der Kaminfortluft wurde die Probenahme jedoch anisokinetisch in einer Bypassleitung durchgeführt. Wesentliche systematische Fehler dürften dadurch nicht entstanden sein /3/.

### 3. Daten des Reaktors

Das Lüftungssystem des DWR 2 geht aus Abb. 3 und den dazugehörenden Erklärungen hervor. Wie erwähnt, unterscheidet es sich nicht wesentlich von dem des DWR 3 /3/. Wichtige Daten zur Raum- und Abluft des DWR 2 sind in Tab. 2 enthalten.

Zu Messungen in der Kaminfortluft diente die Meßstelle I. Die im Normalfall betriebenen Hauptabluftströme, nämlich Anlagenraumabluft, Spülluft, Ringraumabluft, Digestorienabluft und Hilfsanlagegebäudeabluft (s.u.) wurden mit den Meßstellen A, B, C, E1, E2, F, G, H erfaßt.

An der Meßstelle D erfolgten Messungen in der Betriebsraumluft (in der Nähe des Brennelementlagerbeckens). Das Abgas des Turbinenkondensators wurde nur an der Meßstelle I erfaßt, das des Abgassystems an der Meßstelle E2. Von beiden Abgasen ist jedoch normalerweise keine signifikante Radioiodabgabe zu erwarten (geringe Leckage in den Sekundärkreislauf bzw. Abgabe über eine Verzögerungsstrecke).

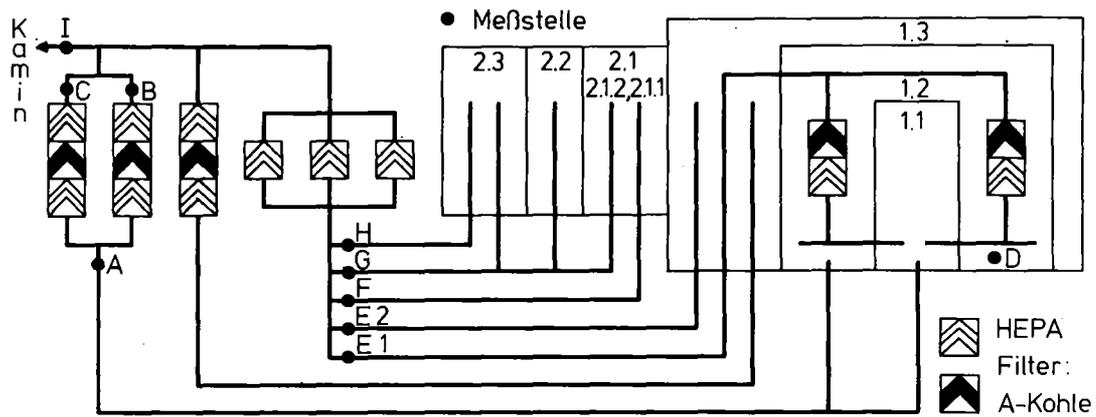
In der Turbinenhausluft, die wegen der zu erwartenden sehr geringen Konzentrationen an radioaktiven Stoffen über Dachentlüfter abgegeben wird, wurden keine Messungen durchgeführt.

Zu den Messungen in der Hilfsanlagegebäudeabluft ist zu bemerken, daß mit der Meßstelle G die Abluft aus dem oberen Teil des Hilfsanlagegebäudes, in dem u.a. die Kühlmittelaufbereitung erfolgt, erfaßt wurde. Mit der Meßstelle H sollte die Abluft aus dem unteren Teil des Hilfsanlagegebäudes, in dem vor allem die Abwasserbehandlung durchgeführt wird, gemessen werden.

Nach einem besonderen Ereignis in der Sammelperiode 77, nämlich einer Leckage des Nachkühlsystems, stellte sich jedoch heraus, daß mit der Meßstelle H, im folgenden als H1 bezeichnet, im wesentlichen nur die Abluft aus der heißen Werkstatt erfaßt wurde. In der mit dieser Meßstelle nicht erfaßten Abluft aus dem unteren Teil des Hilfsanlagegebäudes konnten nach Einrichtung von weiteren Meßstellen

Messungen erst nach Abschluß der in diesem Bericht wiedergegebenen Untersuchungen durchgeführt werden. Die Abgaberate des Radioiods in dieser Abluft betrug ca. 1 % der Abgaberate in der Kaminfortluft (Leistungsbetrieb). Daraus kann geschlossen werden, daß durch die nicht vollständige Erfassung der Abluft aus dem unteren Teil des Hilfsanlagengebäudes kein wesentlicher Fehler verursacht wurde. Das gilt jedoch nicht für die Zeit, in der sich die Leckage des Nachkühlsystems auswirkte, d.h. für die Sammelperioden 77 bis 80 (s. Kap. 4.).

Die elektrische Leistung des DWR 2 während des Meßzeitraums von 6 Monaten ist in Abb. 4 verzeichnet. Einige Ereignisse in der Anlage sind in Tab. 3 aufgeführt. Die Betriebsphasen, die im folgenden gesondert ausgewertet werden, gehen aus Tab. 4 hervor. Es handelt sich, wie ersichtlich, um 1 Revisionsphase und 3 Leistungsbetriebsphasen. Die Unterscheidung mehrerer Leistungsbetriebsphasen wurde wegen der ungewöhnlichen Aktivitätsfreisetzungen in den Sammelperioden 77 bis 80 infolge der Leckage des Nachkühlsystems vorgenommen. Die Phase Leistungsbetrieb 2 kann als typischer Leistungsbetrieb angesehen werden.



- |                   |   |
|-------------------|---|
| Reaktorgebäude :  | Hilfsanlagegebäude :                              |
| 1.1 Anlagenräume  | 2.1 Laboratorien (2.1.1 Digestorien, 2.1.2 Räume) |
| 1.2 Betriebsräume | 2.2 Sozialräume                                   |
| 1.3 Ringraum      | 2.3 Hilfsanlagenräume                             |

KIK LAF II 0811

Vereinfachtes Abluftschema des DWR 2

Abb. 3<sup>a</sup>

a

Die Abluft aus den Anlagen- und Betriebsräumen des Reaktorgebäudes wird bei Leistungsbetrieb praktisch nur über eines der Anlagenraumabluftfilter (vor Meßstelle B bzw. C) abgegeben ("Anlagenraumabluft"), bei Revision praktisch nur über die in den Betriebsräumen gelegenen Filter ("Spülluft"). (Letztere können auch im Umluftbetrieb gefahren werden.) Die Ringraumabluft wird im Normalbetrieb durch die eingezeichneten Schwebstofffilter geleitet; im Störfall kann sie über das aufgeführte Schwebstoff- und Aktivkohlefilter abgegeben werden.

(Weitere Angaben in Tab. 2.)

Tab. 2: Raum- und Abluft des DWR 2

Bezeichnung	Temperatur [°C]	rel. Feuchte [%]	Durchfluß [m <sup>3</sup> /h]	Meßstelle	Sammel- perioden <sup>f</sup>
Kaminfortluft	20 - 30	20 - 30	155 000 <sup>g</sup>	I	58 - 83
Zuluft der Anlagenraumabluftfilter <sup>a</sup>	20 - 30	30 - 60	1 200	A	73 - 83
Abluft der Anlagenraumabluftfilter	20 - 30	30 - 60	1 200	B, C	73 - 83
Betriebsraumluft	20 - 30	20 - 40	-	D	58 - 83
Spülluft <sup>b</sup>	20 - 30	30 - 50	8 000 <sup>h</sup>	E1	59 - 71
Ringraumabluft	20 - 30	20 - 30	58 000	E2	58 - 83
Digestorienabluft <sup>c</sup>	20 - 30	20 - 30	3 600	F	58 - 83
Hilfsanlagegebäudeabluft <sup>d</sup>	20 - 30	20 - 30	65 000	G	58 - 83
Hilfsanlagegebäudeabluft <sup>e</sup>	20 - 30	20 - 30	27 200	H	58 - 83

<sup>a</sup> Abluft aus Anlagen- und Betriebsräumen; während der Revision meistens außer Betrieb

<sup>b</sup> Abluft aus Anlagen- und Betriebsräumen; praktisch nur während der Revision in Betrieb

<sup>c</sup> Abluft aus Chemielaborabzügen und Primärwasserentnahmebox

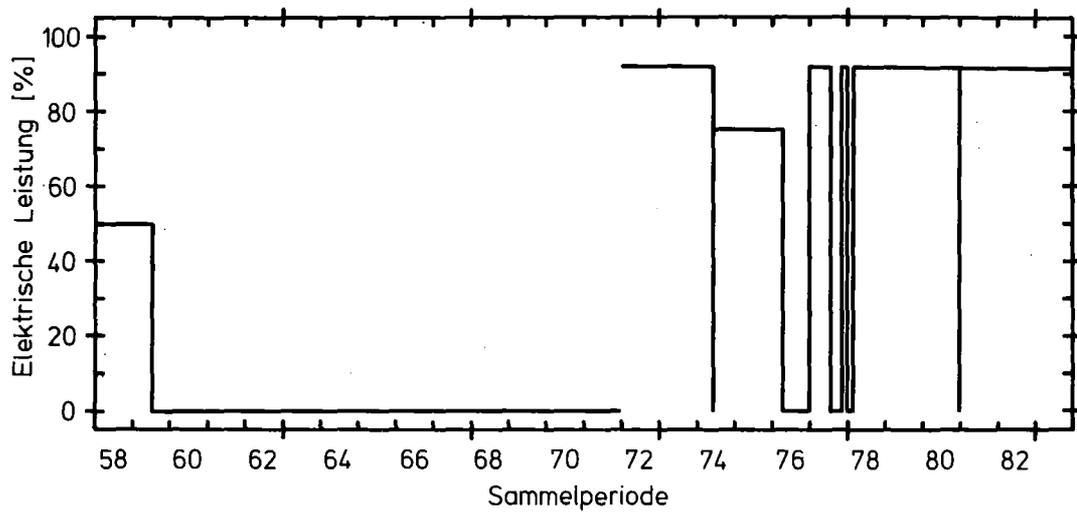
<sup>d</sup> Abluft aus den oberen Anlagenräumen des Hilfsanlagegebäudes, aus den Sozialräumen und aus den Chemielabors

<sup>e</sup> Abluft aus den unteren Anlagenräumen des Hilfsanlagegebäudes; während der Sammlerperioden 58 - 83 nur Abluft aus der heißen Werkstatt (Durchsatz 9 000 m<sup>3</sup>/h; Meßstelle H 1)

<sup>f</sup> aneinandergrenzende, fortlaufend nummerierte Meßzeiträume von einwöchiger Dauer; s. auch Tab. 4  
(keine Eintragung: keine Sammler eingesetzt)

<sup>g</sup> bei Betrieb der Spülluft um 8 000 m<sup>3</sup>/h bzw. 13 000 m<sup>3</sup>/h höher

<sup>h</sup> bei Betrieb von 1 Filter 8000 m<sup>3</sup>/h, von 2 Filtern 13 000 m<sup>3</sup>/h



KJK LAF II D8116

Betriebsdiagramm des DWR 2

Abb. 4

Tab. 3: Ereignisse im DWR 2 <sup>a</sup>

Sammel- periode	Ereignis
59	Abfahren des Reaktors (Anfang der Revision) <sup>b</sup>
60	Öffnen des Reaktordruckgefäßes <sup>b</sup> ; Leckage bei der Kühlmittelaufbereitung <sup>c</sup>
77	Leckage des Nachkühlsystems <sup>d</sup>

<sup>a</sup> Ab- und Anfahren des Reaktors bei Stillstandszeiten von >1 Sammelperiode und andere Ereignisse

<sup>b</sup> Schließen des Reaktordruckgefäßes und Anfahren des Reaktors (Ende der Revision) in der Zeit, in der keine Messungen durchgeführt wurden (s. Tab. 4), d.h. 3 bzw. 2 Wochen vor Beginn der Sammelperiode 72

<sup>c</sup> oberer Teil des Hilfsanlagegebäudes

<sup>d</sup> Ringraum

Tab. 4: Dauer von Betriebsphasen

Betriebsphase <sup>a</sup>	Sammelperioden <sup>b</sup>
Revision 1	59 - 69
Leistungsbetrieb 1 <sup>c</sup>	73 - 83
Leistungsbetrieb 2 <sup>c</sup>	73 - 76, 81 - 83
Leistungsbetrieb 3 <sup>c</sup>	77 - 80

<sup>a</sup> Leistungsbetrieb: Betriebsphasen außerhalb der Revision

<sup>b</sup> Sammelperioden 71 und 72 nicht aneinandergrenzend (Unterbrechung der Messungen von ca. 4 Monaten)

<sup>c</sup> Leistungsbetrieb 1, 2 und 3 unterschieden wegen ungewöhnlicher Aktivitätsfreisetzungen in den Sammelperioden 77 bis 80 (Leistungsbetrieb 2: typischer Leistungsbetrieb)

#### 4. Ergebnisse und Diskussion

Wie erwähnt, wurden schwebstoffförmiges, elementares und organisches  $^{131}\text{I}$  in der Ab- und Fortluft des DWR 2 bestimmt. Da der Anteil des schwebstoffförmigen  $^{131}\text{I}$  meistens  $< 1\%$  war, wird im folgenden auf diese  $^{131}\text{I}$ -Komponente nicht näher eingegangen.

##### 4.1 Messungen in der Kaminfortluft

Die während der einzelnen Sammelperioden in der Kaminfortluft ermittelten  $^{131}\text{I}$ -Konzentrationen und Anteile der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten sind (im Anhang) in Tab. A-1 sowie in den Abb. A-1 und A-2 wiedergegeben. Es ist folgendes zu erkennen:

- a) Die  $^{131}\text{I}$ -Konzentration lag meistens zwischen  $10^{-14}$  und  $10^{-11}$  Ci/m<sup>3</sup>.
- b) Am Anfang der Revision (ab Sammelperiode 59) und bei der Leckage im Nachkühlssystem (ab Sammelperiode 77) traten Spitzen in der  $^{131}\text{I}$ -Konzentration auf.
- c) Der Anteil des elem.  $^{131}\text{I}$  war in den meisten Sammelperioden kleiner als der des org.  $^{131}\text{I}$ .
- d) Ein allgemein gültiger Zusammenhang zwischen den Anteilen der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten und der Art der Betriebsphase während der einzelnen Sammelperioden ist nicht ersichtlich.

Diese Resultate stimmen mit den früher in der Kaminfortluft des DWR 2 erzielten weitgehend überein /2/. Es besteht auch eine gewisse Übereinstimmung mit den in der Kaminfortluft des DWR 3 gewonnenen Ergebnissen /3/. Beim DWR 3 überwog allerdings meistens der Anteil des elem.  $^{131}\text{I}$ .

Die während der einzelnen Betriebsphasen in der Kaminfortluft festgestellten mittleren  $^{131}\text{I}$ -Abgaberaten und Anteile der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten gehen aus Tab. 5 hervor (Spalten "nach Messungen in der Kaminfortluft").

Bei Vergleich der Phasen Revision 1 und Leistungsbetrieb 2 (typischer Leistungsbetrieb) ergibt sich (s. auch Abb. 5) :

- a) Die Abgaberate der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten war bei Revision höher als bei Leistungsbetrieb.
- b) Bei Revision und Leistungsbetrieb war der Anteil des elementaren  $^{131}\text{I}$  niedriger als der des org.  $^{131}\text{I}$ . Der Anteil des elem.  $^{131}\text{I}$  betrug bei Revision ca. 20 %, bei Leistungsbetrieb ca. 30 %.

In den früher in der Kaminfortluft des DWR 2 und des DWR 3 durchgeführten Messungen hatte sich ebenfalls eine höhere  $^{131}\text{I}$ -Abgaberate während der Revision ergeben. Der Anteil des elem.  $^{131}\text{I}$  war nach diesen Messungen teilweise höher als der des org.  $^{131}\text{I}$  (vgl. Tab. 1 sowie Abb. 1 und 2), insbesondere beim DWR 3.

Für die Kaminfortluft von ausländischen Druckwasserreaktoren werden mittlere Anteile von elem. und org.  $^{131}\text{I}$  von je ca. 30 % angegeben. Der Rest wird überwiegend hypoiodiger Säure zugeordnet /7/.

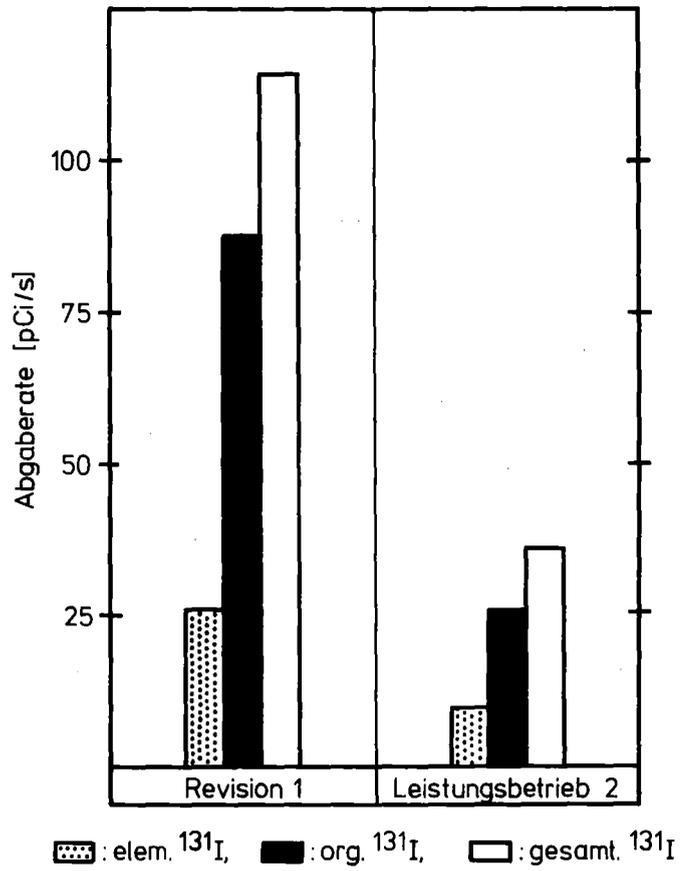
In Tab. 5 sind ebenfalls die Abgaberaten und Anteile der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Kaminfortluft nach Messungen in den einzelnen, die Kaminfortluft bildenden Abluftströmen für verschiedene Betriebsphasen wiedergegeben. Bei Revision 1 und Leistungsbetrieb 2 (typischer Leistungsbetrieb) stimmen diese Werte mit denen nach Messungen in der Kaminfortluft innerhalb der Standardabweichungen überein. Während dieser Phasen traten also bei den Messungen in den Abluftströmen, auf die im folgenden eingegangen wird, keine wesentlichen systematischen Fehler auf. Bei Leistungsbetrieb 1 und 3 treten dagegen große Unterschiede in den nach den verschiedenen Verfahren ermittelten Werten auf. Das beruht darauf, daß sich in diesen Phasen die genannte Nicht-erfassung der Abluft von Teilen des Hilfsanlagegebäudes bemerkbar machte.

Tab. 5: Abgaberaten und Anteile der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Kaminfortluft

Betriebsphase <sup>a</sup>	$^{131}\text{I}$ -Komponente	Abgaberate der $^{131}\text{I}$ -Komponenten [Ci/s]		Anteil der $^{131}\text{I}$ -Komponenten [%] <sup>b</sup>	
		nach Messungen in der Kaminfortluft	nach Messungen in den Abluftströmen	nach Messungen in der Kaminfortluft	nach Messungen in den Abluftströmen
Revision 1	elem. I	2,6 ± 1,6 (-11)	3,2 ± 2,2 (-11)	23	30
	org. I	8,8 ± 5,1 (-11)	7,5 ± 4,1 (-11)	77	69
	gesamt. I	1,1 ± 0,7 (-10)	1,1 ± 0,6 (-10)		
Leistungsbetrieb 1	elem. I	3,7 ± 1,7 (-11)	3,7 ± 1,7 (-11)	18	50
	org. I	1,7 ± 0,9 (-10)	3,6 ± 0,9 (-11)	82	49
	gesamt. I	2,1 ± 1,1 (-10)	7,3 ± 2,4 (-11)		
Leistungsbetrieb 2	elem. I	9,7 ± 1,7 (-12)	1,2 ± 0,3 (-11)	27	39
	org. I	2,6 ± 0,6 (-11)	1,9 ± 0,6 (-11)	73	61
	gesamt. I	3,6 ± 0,7 (-11)	3,1 ± 0,6 (-11)		
Leistungsbetrieb 3	elem. I	8,5 ± 3,7 (-11)	7,9 ± 4,0 (-11)	17	55
	org. I	4,2 ± 2,1 (-10)	6,5 ± 1,2 (-11)	83	45
	gesamt. I	5,0 ± 2,5 (-10)	1,5 ± 0,5 (-10)		

<sup>a</sup> Dauer: s. Tab. 4

<sup>b</sup> berechnet aus den Abgaberaten der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten



 LAF II D 8133

Abgaberraten der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Kaminfortluft des DWR 2

Abb. 5

#### 4.2 Messungen in den die Kaminfortluft bildenden Abluftströmen

Die Messungen in den die Kaminfortluft bildenden Abluftströmen dienten, wie erwähnt, der Bestimmung der Herkunft und der Abscheidung der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten durch Iodfilter.

##### Herkunft der $^{131}\text{I}$ -Komponenten

Die während der einzelnen Sammelperioden in den verschiedenen Abluftströmen bzw. in der Betriebsraumluft (Meßstellen A, B, C, D, E1, E2, F, G, H1) verzeichneten  $^{131}\text{I}$ -Konzentrationen und Anteile der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten sind in den Tab. A-2 bis A-8 und in den Abb. A-3 bis A-18 aufgeführt.

Hinsichtlich der  $^{131}\text{I}$ -Konzentrationen ist folgendes festzustellen:

- a) Die höchsten  $^{131}\text{I}$ -Konzentrationen traten i. allg. in der Anlagenraumabluft auf ( $10^{-10}$  bis  $10^{-9}$  Ci/m<sup>3</sup>).
- b) Hohe  $^{131}\text{I}$ -Konzentrationen lagen ebenfalls in der Digestorienabluft zu Beginn der Revision vor.
- c) Hohe  $^{131}\text{I}$ -Konzentrationen wurden bei besonderen Ereignissen in verschiedenen Abluftströmen beobachtet:  
Sammelperiode 60 (Leckage bei der Kühlmittelaufbereitung):  
Hilfsanlagegebäudeabluft (G);  
Sammelperiode 77 (Leckage des Nachkühlsystems): Ringraumabluft.

In bezug auf die Anteile der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten ist folgendes zu erkennen:

- a) In der gefilterten Anlagenraumabluft und Spülluft war der Anteil des elem.  $^{131}\text{I}$  stets kleiner als der des org.  $^{131}\text{I}$ . In den anderen Abluftströmen überwog teils elem.  $^{131}\text{I}$ , teils org.  $^{131}\text{I}$ .

- b) Eine allgemein gültige Beziehung zwischen den Anteilen der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten und der Art der Betriebsphase während der einzelnen Sammelperioden ist nicht erkennbar.
- c) Bei den angeführten besonderen Ereignissen traten sowohl niedrige (Sammelperiode 60) als auch hohe (Sammelperiode 77) Anteile des elem.  $^{131}\text{I}$  in den betreffenden Abluftströmen auf.

Die Abgaberaten der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in den Abluftströmen während verschiedener Betriebsphasen sind in Tab. 6 und in den Abb. 6 bis 9 wiedergegeben.

Bei Revision und typischem Leistungsbetrieb (Leistungsbetrieb 2) war die Abgaberate des in die Umgebung freigesetzten elem.  $^{131}\text{I}$  in der Digestorienabluft am größten. Die Ringraumabluft war in dieser Hinsicht der zweitwichtigste Abluftstrom. Aus Tab. 7 geht hervor, daß bei Revision und typischem Leistungsbetrieb die Digestorienabluft mehr als 60 % und die Ringraumabluft mehr als 30 % des mit der Kaminfortluft abgegebenen elem.  $^{131}\text{I}$  lieferte.

Aus Tab. 6 und Abb. 9 ist zu ersehen, daß bei Leistungsbetrieb 3, der nur die Zeit umfaßt, in der sich die Leckage des im Ringraum untergebrachten Nachkühlsystems bemerkbar machte, ungewöhnlich viel  $^{131}\text{I}$  mit einem relativ hohen Anteil des elem.  $^{131}\text{I}$  in die Ringraumabluft gelangte. Aus Tab. 5 geht hervor, daß während dieser Zeit mit der nicht erfaßten Abluft aus dem unteren Teil des Hilfsanlagegebäudes, in dem die Abwasserbehandlung erfolgt, hohe Abgaben an  $^{131}\text{I}$  vor allem in org. Form erfolgten. Es kann daher geschlossen werden, daß das infolge Leckage aus dem Nachkühlsystem ausgetretene  $^{131}\text{I}$  zum größten Teil mit dem Ringraumsumpf in das Hilfsanlagegebäude gelangte und dort bei der Abwasserbehandlung in die Abluft freigesetzt wurde. Auf dem Transportweg ging es weitgehend in die org. Form über.

Hinsichtlich der Digestorienabluft und Ringraumabluft ist zu sagen, daß diese Abluftströme auch beim DWR 3 von entscheidender Bedeutung für das in die Umgebung freigesetzte elem.  $^{131}\text{I}$  waren /3/.

Beim DWR 3 lieferte im Mittel bei Leistungsbetrieb die Digestorienabluft mehr als 60 % und bei Revision die Ringraumabluft mehr als 80 % des mit der Kaminfortluft abgegebenen  $^{131}\text{I}$ . Es bleibt zu erwähnen, daß beim DWR 3 in den genannten Abluftströmen in den entscheidenden Betriebsphasen der Anteil des elem.  $^{131}\text{I}$  überwog. Darauf beruhte der beim DWR 3 höhere Anteil dieser Iodkomponente in der Kaminfortluft.

Ein Vergleich mit in ausländischen Druckwasserreaktoren erzielten Ergebnissen /7/ ist insbesondere wegen verschiedener Lüftungssysteme wenig sinnvoll.

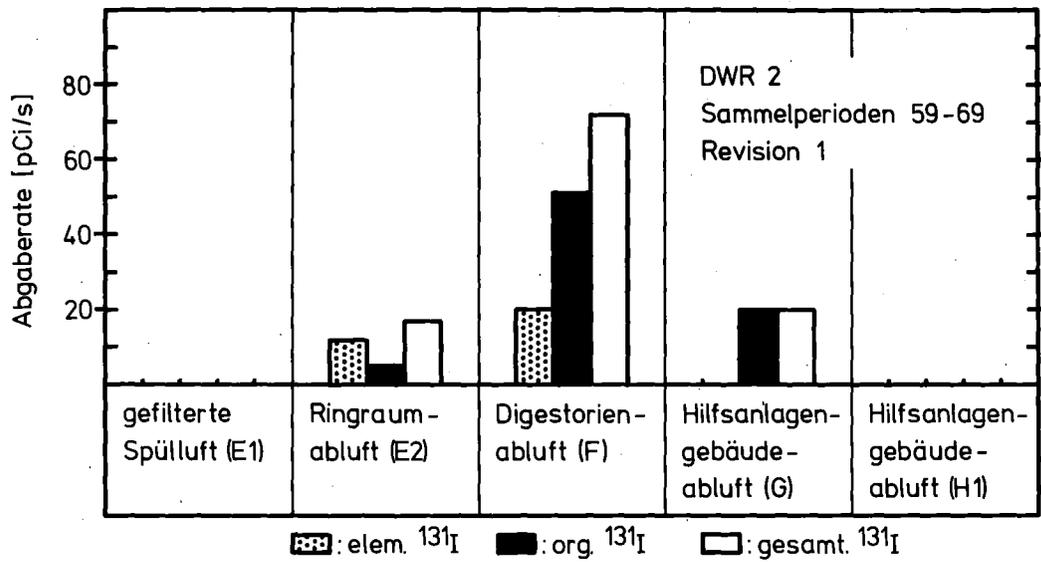
Tab. 6: Abgaberaten der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in den Abluftströmen

Betriebsphase <sup>a</sup>	$^{131}\text{I}$ -Komponente	Abgaberate [ Ci/s ]						
		Zuluft der Anlagenraum-abluftfilter <sup>b</sup> (A)	Abluft der Anlagenraum-abluftfilter <sup>b</sup> (B, C)	Spülluft <sup>c</sup> (E1)	Ringraum-abluft (E2)	Digestorien-abluft (F)	Hilfsanlagen-gebäude-abluft (G)	Hilfsanlagen-gebäude-abluft (H1)
R 1	elem. I			1,4 ± 0,7 (-14)	1,2 ± 0,6 (-11)	2,0 ± 1,6 (-11)	3,4 ± 1,0 (-13)	2,0 ± 0,9 (-14)
	org. I			2,4 ± 0,7 (-13)	4,6 ± 2,1 (-12)	5,1 ± 3,0 (-11)	2,0 ± 1,5 (-11)	5,8 ± 3,2 (-14)
	gesamt. I			2,5 ± 0,7 (-13)	1,7 ± 0,8 (-11)	7,2 ± 4,5 (-11)	2,0 ± 1,5 (-11)	8,4 ± 4,4 (-14)
L 1	elem. I	4,4 ± 1,4 (-11)	1,6 ± 0,7 (-15)		2,9 ± 1,7 (-11)	6,8 ± 1,7 (-12)	4,9 ± 1,8 (-13)	1,4 ± 0,6 (-13)
	org. I	9,3 ± 1,7 (-11)	1,7 ± 1,0 (-12)		3,1 ± 0,8 (-11)	1,5 ± 0,3 (-12)	1,5 ± 0,2 (-12)	5,7 ± 2,1 (-14)
	gesamt. I	1,4 ± 0,2 (-10)	1,7 ± 1,0 (-12)		6,0 ± 2,3 (-11)	8,4 ± 1,8 (-12)	2,0 ± 0,3 (-12)	2,0 ± 0,9 (-13)
L 2	elem. I	6,0 ± 2,0 (-11)	8,4 ± 5,5 (-16)		3,9 ± 1,6 (-12)	7,8 ± 2,6 (-12)	3,9 ± 2,2 (-13)	3,6 ± 1,5 (-14)
	org. I	8,1 ± 1,9 (-11)	6,6 ± 2,6 (-13)		1,5 ± 0,6 (-11)	1,7 ± 0,4 (-12)	1,6 ± 0,2 (-12)	2,1 ± 0,6 (-14)
	gesamt. I	1,4 ± 0,3 (-10)	6,6 ± 2,6 (-13)		1,9 ± 0,7 (-11)	9,6 ± 2,6 (-12)	2,0 ± 0,3 (-12)	5,8 ± 1,8 (-14)
L 3	elem. I	1,5 ± 0,6 (-11)	2,8 ± 1,6 (-15)		7,3 ± 3,8 (-11)	5,0 ± 1,3 (-12)	6,8 ± 3,5 (-13)	3,1 ± 1,4 (-13)
	org. I	1,1 ± 0,3 (-10)	3,5 ± 2,7 (-12)		5,9 ± 1,0 (-11)	1,2 ± 0,3 (-12)	1,4 ± 0,4 (-12)	1,2 ± 0,4 (-13)
	gesamt. I	1,3 ± 0,4 (-10)	3,5 ± 2,7 (-12)		1,3 ± 0,4 (-10)	6,2 ± 1,6 (-12)	2,1 ± 0,8 (-12)	4,4 ± 1,9 (-13)

<sup>a</sup> R : Revision; L : Leistungsbetrieb

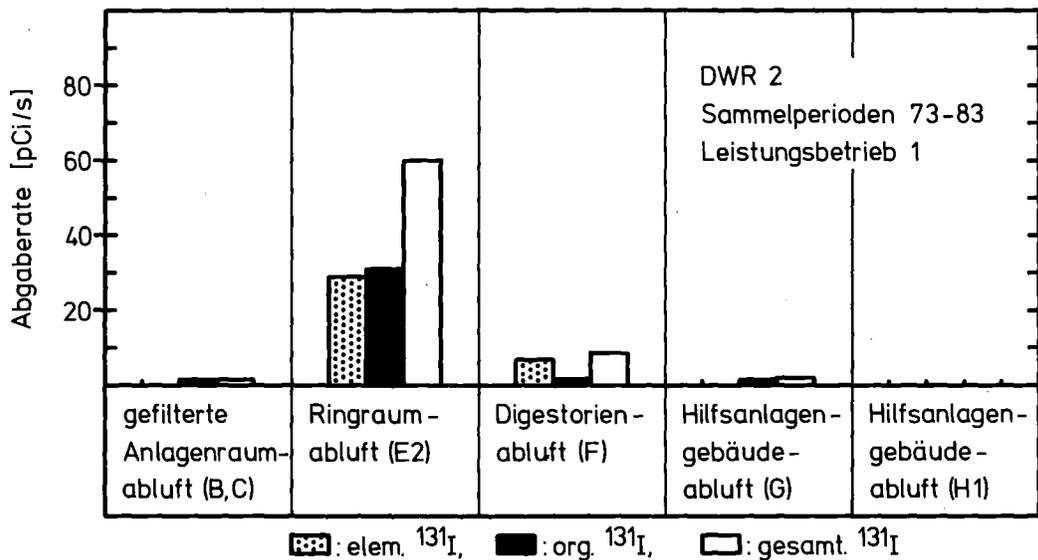
<sup>b</sup> während der Revision meistens außer Betrieb

<sup>c</sup> während des Leistungsbetriebs praktisch außer Betrieb



Abgaberaten der <sup>131</sup>I-Komponenten in den Abluftströmen

Abb. 6 <sup>a</sup>

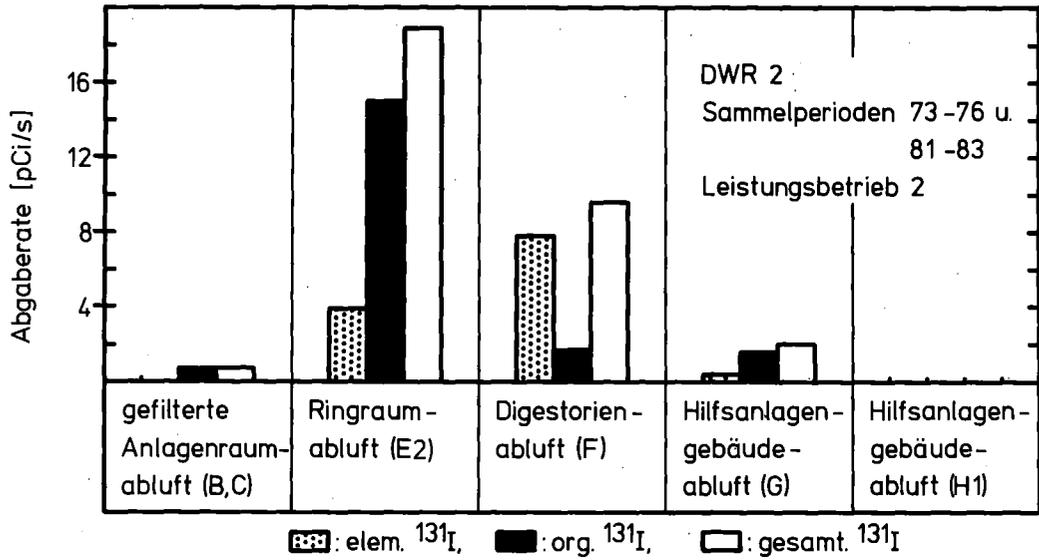


Abgaberaten der <sup>131</sup>I-Komponenten in den Abluftströmen

Abb. 7 <sup>b</sup>

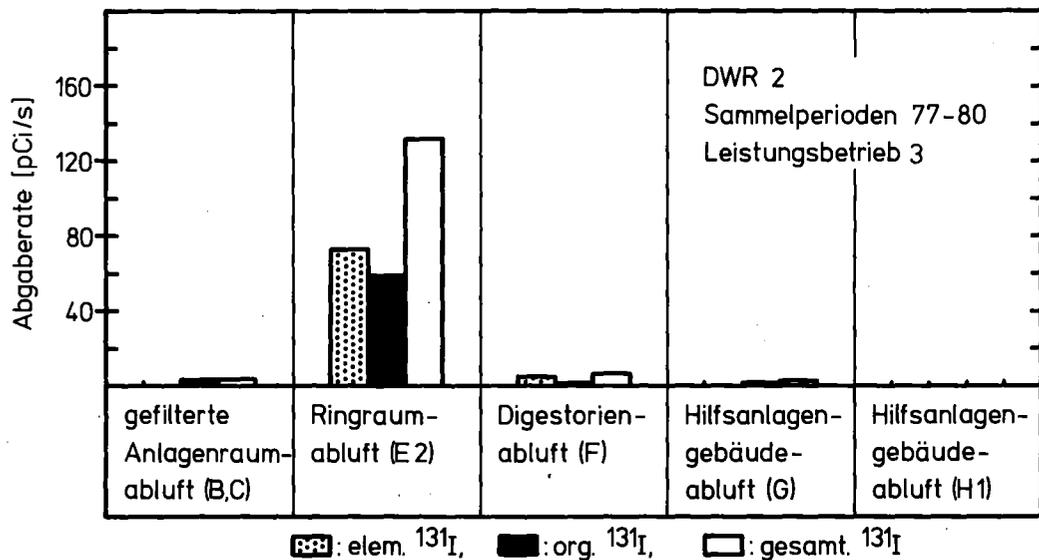
<sup>a</sup> Anlagenraumabluft meistens außer Betrieb

<sup>b</sup> Spülluft außer Betrieb



Abgaberaten der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in den Abluftströmen

Abb. 8<sup>a</sup>



Abgaberaten der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in den Abluftströmen

Abb. 9<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Spülluft außer Betrieb

Tab. 7: Beiträge der Digestorienabluft und Ringraumabluft zur Kaminfortluft hinsichtlich der Abgaberaten der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten <sup>a</sup>

Betriebsphase	$^{131}\text{I}$ -Komponente	Beitrag [%]	
		Digestorienabluft	Ringraumabluft
Revision 1	elem. I	63	36
	org. I	68	6
	gesamt. I	66	15
Leistungsbetrieb 2	elem. I	64	32
	org. I	9	79
	gesamt. I	31	61

<sup>a</sup> nach Messungen in den die Kaminfortluft bildenden Abluftströmen

### Abscheidung der $^{131}\text{I}$ -Komponenten durch Iodfilter

Durch gleichzeitige Messungen mit diskriminierenden Iodsammlern in der Zu- und Abluft der Anlagenraumabluftfilter wurde eine Bestimmung der Dekontaminationsfaktoren für die  $^{131}\text{I}$ -Komponenten ermöglicht.

Die mittleren Dekontaminationsfaktoren der Anlagenraumabluftfilter sind in Tab. 8 wiedergegeben. Die Dekontaminationsfaktoren für elem.  $^{131}\text{I}$  waren um einen Faktor von  $> 10$  höher als diejenigen für org.  $^{131}\text{I}$ . Der Unterschied in den Dekontaminationsfaktoren infolge unterschiedlicher Alterung der Aktivkohle bei dauernd und nur kurzzeitig eingeschaltetem Filter ist beim org. und gesamten  $^{131}\text{I}$  deutlich zu erkennen. (In den beim elem.  $^{131}\text{I}$  angegebenen Mindestdekontaminationsfaktoren ist der Einfluß der Alterung wegen der unterschiedlichen Anteile des elem.  $^{131}\text{I}$  in der Rohluft nicht ersichtlich.)

Beim DWR 3 wurden weitgehend analoge Ergebnisse ermittelt /3/.

In der Literatur finden sich Dekontaminationsfaktoren von Iodfiltern für die  $^{131}\text{I}$ -Komponenten, die von den oben angegebenen teilweise stark abweichen /8,9/. Wegen unterschiedlicher Parameter (z.B. verschiedener Bettiefe) ist ein Vergleich jedoch wenig sinnvoll.

Tab. 8: Dekontaminationsfaktoren der Anlagenraumabluftfilter für die  $^{131}\text{I}$ -Komponenten

Temperatur: ca. 30 °C; relative Luftfeuchte: ca. 40 %; Verweilzeit: ca. 1,2 s; lin. Luftgeschwindigkeit: ca. 50 cm/s

Filter <sup>a</sup>	Art der Aktivkohle	Einfüllung der Aktivkohle in die Filter	Sammelperioden	Dekontaminationsfaktor <sup>b</sup>		
				elem. I	org. I	gesamt. I
1	KI-imprägniert, gebrochen, 5 - 10 mesh	ca. 9 Monate vor Beginn der Messungen	73 - 78	> 10 000 <sup>c</sup>	86 $\pm$ 22	170 $\pm$ 55
2			80 - 83	> 5 000 <sup>c</sup>	450 $\pm$ 120	530 $\pm$ 120

<sup>a</sup> Filter 1: dauernd eingeschaltetes Filter (vor Meßstelle B);  
 Filter 2: kurzzeitig zu Filter 1 dazugeschaltetes Filter (vor Meßstelle C)  
 (in den Sammelperioden 79 - 83 ausnahmsweise praktisch nur Filter 2 eingeschaltet)

<sup>b</sup> berechnet aus den in den einzelnen Sammelperioden ermittelten Dekontaminationsfaktoren;  
 Schwankungen durch Standardabweichungen ausgedrückt

<sup>c</sup> Nachweisgrenze von  $3 \cdot 10^{-15}$  Ci  $^{131}\text{I}/\text{m}^3$  in den Sammelperioden verwendet, in denen kein elem.  $^{131}\text{I}$  in der Reinluft festgestellt wurde

5. Rechnungen zur Auswirkung der Filtration verschiedener Abluftströme

Da das in die Umgebung freigesetzte, radiologisch entscheidende elem.  $^{131}\text{I}$  vor allem von der Digestorienabluft und der Ringraumabluft geliefert wird, sollte bei Iodfilterung dieser Abluftströme eine effektive Reduzierung der Strahlenbelastung der Bevölkerung in der Umgebung resultieren. Die Tab. 9 und 10 und die Abb. 10 bis 13 zeigen, welcher Effekt bei Abgabe dieser Abluftströme über Iodfilter erzielt werden kann. Die  $^{131}\text{I}$ -Ingestionsdosis kann durch gleichzeitige Filterung dieser Abluftströme bei Revision um einen Faktor von ca. 30 reduziert werden, bei Leistungsbetrieb um einen Faktor von ca. 20.

Es ist ferner ersichtlich, daß die Filterung der Spülluft (Betriebsraumluft) wegen des z.T. geringen Anteils des elem.  $^{131}\text{I}$  u.U. nur eine geringe Reduktion der Ingestionsdosis ergeben kann.

Beim DWR 3 hatte sich durch gleichzeitige Filterung der Digestorienabluft und Ringraumabluft eine Reduktion der  $^{131}\text{I}$ -Ingestionsdosis um einen Faktor von ca. 20 bei Revision und von ca. 3 bei Leistungsbetrieb errechnet /3/.

Tab. 9: Abgaberraten der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Kaminfortluft und resultierende relative  $^{131}\text{I}$ -Ingestionsdosen bei verschiedenen Filterkonzepten (Revision 1) <sup>a</sup>

Nummer des Filterkonzepts	Art des Filterkonzepts	Abgaberrate der $^{131}\text{I}$ -Komponenten [Ci/s]			relative $^{131}\text{I}$ -Ingestionsdosis <sup>b</sup> [%]
		elem. I	org. I	gesamt. I	
1	kein Iodfilter <sup>d</sup>	3,81 (-11)	9,13 (-11)	1,31 (-10)	100,0
2	Iodfilter in der Spülluft (wirkliches Filterkonzept)	3,22 (1-11)	7,54 (-11)	1,09 (-10)	84,3
3	wie 2, jedoch zusätzlich Iodfilter <sup>c</sup> in der Digestorienabluft	1,20 (-11)	2,95 (-11)	4,22 (-11)	31,7
4	wie 2, jedoch zusätzlich Iodfilter <sup>c</sup> in der Ringraumabluft	2,08 (-11)	7,12 (-11)	9,27 (-11)	55,1
5	wie 2, jedoch zusätzlich Iodfilter <sup>c</sup> in Digestorienabluft und Ringraumabluft	6,89 (-13)	2,53 (-11)	2,62 (-11)	2,5

<sup>a</sup> nach Messungen in den die Kaminfortluft bildenden Abluftströmen

<sup>b</sup> Wichtungsverhältnis der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten: elem. I: schwebst. I: org. I = 100 : 10 : 1

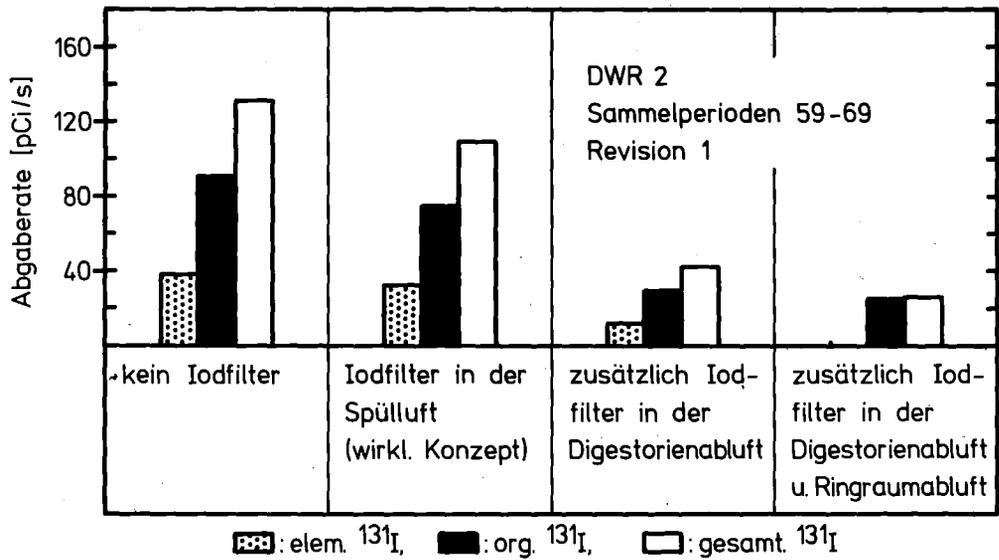
<sup>c</sup> DF für schwebst. I: 100; DF für elem. I: 100; DF für org. I: 10

<sup>d</sup> Konzentration der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Spülluft gleich der in der Betriebsraumluft (Annahme)

Tab. 10: Abgaberaten der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Kaminfortluft und resultierende relative  $^{131}\text{I}$ -Ingestionsdosen bei verschiedenen Filterkonzepten (Leistungsbetrieb 2) <sup>a</sup>

Nummer des Filterkonzepts	Art des Filterkonzepts	Abgabe der $^{131}\text{I}$ -Komponenten [ Ci/s ]			relative $^{131}\text{I}$ -Ingestionsdosis <sup>b</sup> [ % ]
		elem. I	org. I	gesamt. I	
1	kein Iodfilter	7,21 (-11)	9,94 (-11)	1,72 (-10)	100,0
2	Iodfilter in der Anlagenraumabluft (wirkliches Filterkonzept)	1,21 (-11)	1,89 (-11)	3,12 (-11)	16,8
3	wie 2, jedoch zusätzlich Iodfilter <sup>c</sup> in der Digestorienabluft	4,39 (-12)	1,74 (-11)	2,18 (-11)	6,2
4	wie 2, jedoch zusätzlich Iodfilter <sup>c</sup> in der Ringraumabluft	8,25 (-12)	5,45 (-12)	1,38 (-11)	11,4
5	wie 2, jedoch zusätzlich Iodfilter <sup>c</sup> in Digestorienabluft und Ringraumabluft	5,45 (-13)	3,92 (-12)	4,47 (-12)	0,8

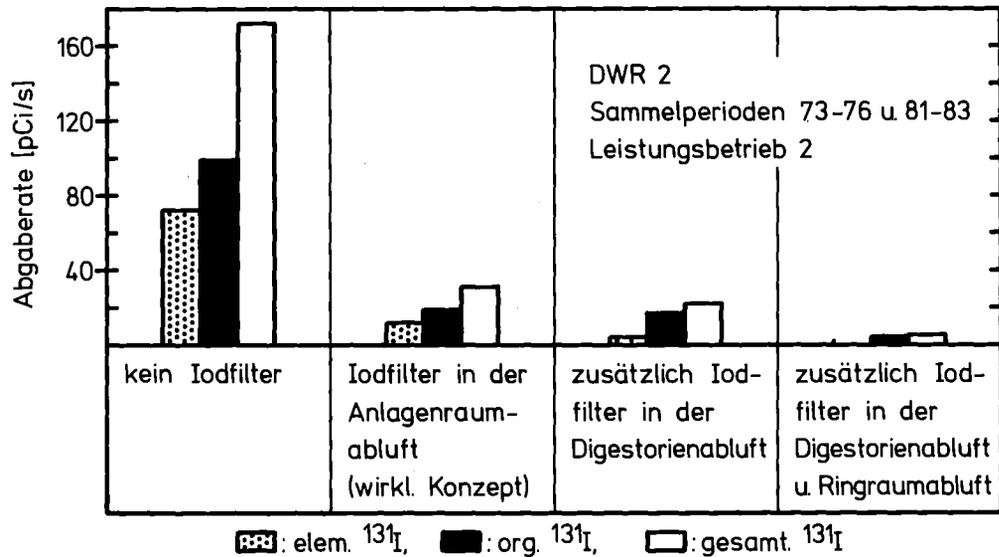
a, b, c : s. Tab. 9



KIK LAF II 0817

Abgaberraten der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Kaminfortluft bei verschiedenen Filterkonzepten

Abb. 10<sup>a</sup>

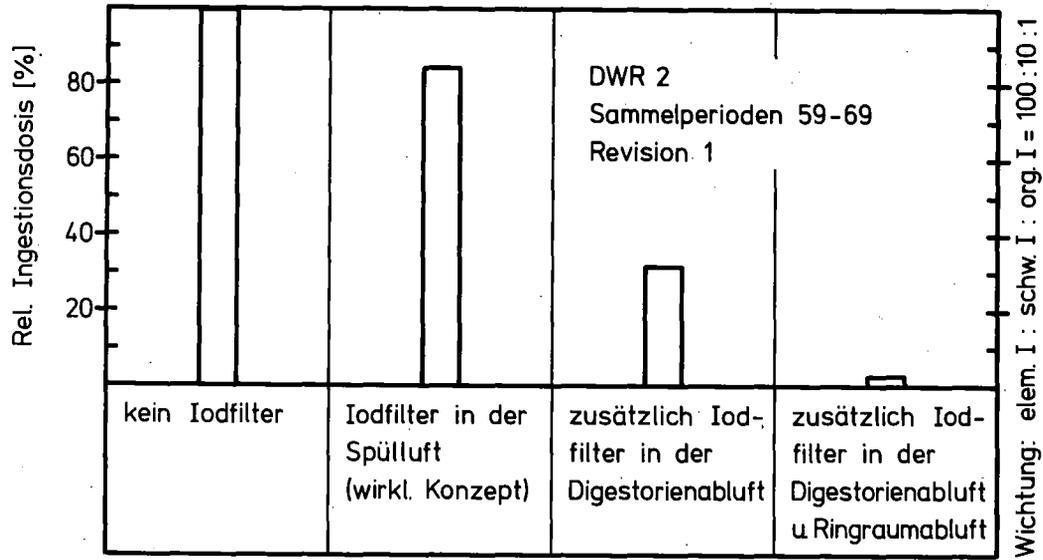


KIK LAF II 0818

Abgaberraten der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Kaminfortluft bei verschiedenen Filterkonzepten

Abb. 11<sup>a</sup>

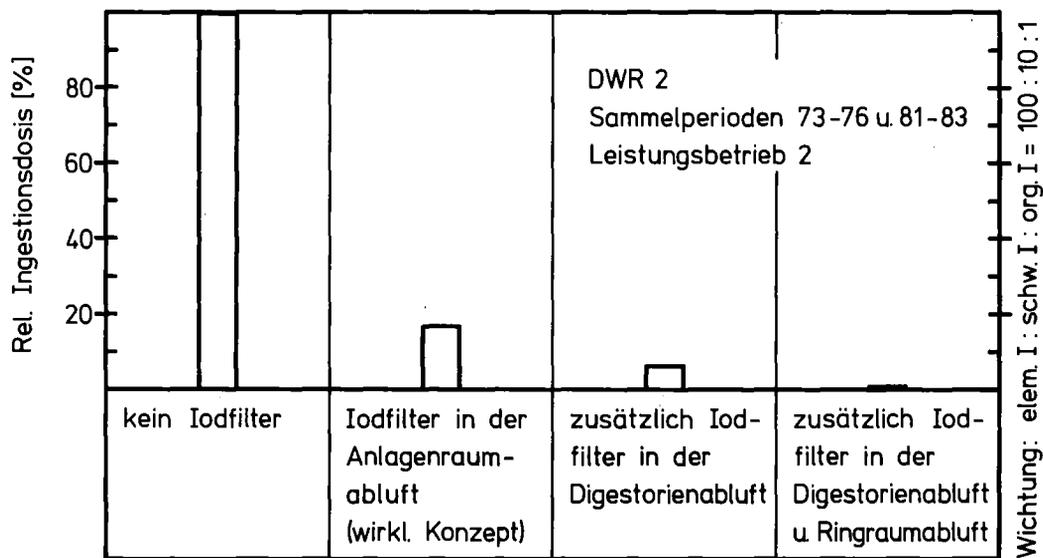
<sup>a</sup> nach Messungen in den die Kaminfortluft bildenden Abluftströmen;  
 DFs: schwebst. I: 100; elem. I: 100; org. I: 10



KfK LAF II D819

Aus der  $^{131}\text{I}$ -Abgabe mit der Kaminfortluft resultierende relative Ingestionsdosis bei verschiedenen Filterkonzepten

Abb. 12 <sup>a</sup>



KfK LAF II D8110

Aus der  $^{131}\text{I}$ -Abgabe mit der Kaminfortluft resultierende relative Ingestionsdosis bei verschiedenen Filterkonzepten

Abb. 13 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> nach Messungen in den die Kaminfortluft bildenden Abluftströmen;  
DFs: schwebst. I: 100; elem. I: 100; org. I: 10

## 6. Zusammenfassung

- a) In der Kaminfortluft des untersuchten Druckwasserreaktors (DWR 2) betrug der Anteil des elementaren  $^{131}\text{I}$  20 bis 30 %. Diese Werte sind in Einklang mit früher in der Kaminfortluft desselben Druckwasserreaktors erzielten Ergebnissen (30-50 %).
- b) Das radiologisch entscheidende elementare  $^{131}\text{I}$  wurde bei Leistungsbetrieb und Revision vor allem mit der ungefilterten Digestorienabluft (Abluft der Chemielaborabzüge und der Primärwasserentnahmebox) und der Ringraumabluft in die Umgebung freigesetzt. Bei gleichzeitiger Abgabe dieser Abluftströme über Iodfilter ließe sich eine Reduzierung der  $^{131}\text{I}$ -Ingestionsdosis der Bevölkerung in der Umgebung um Faktoren größer als 10 erzielen.
- c) Durch die Anlagenraumabluftfilter wurde  $^{131}\text{I}$  um Faktoren größer als 10 besser abgeschieden als organisches  $^{131}\text{I}$ .
- d) Die beim DWR 2 erzielten Ergebnisse stimmen in gewissem Maße mit denen überein, die bei einem Druckwasserreaktor mit im wesentlichen gleichem Lüftungssystem (DWR 3) erhalten wurden. Der beim DWR 2 im Vergleich zum DWR 3 geringere Anteil des elementaren  $^{131}\text{I}$  in der Kaminfortluft beruht auf einem geringeren Anteil dieser  $^{131}\text{I}$ -Komponente in der Digestorienabluft und Ringraumabluft des DWR 2.

## 7. Literatur

- /1/ Der Bundesminister des Innern,  
Allgemeine Berechnungsgrundlagen für die Bestimmung der  
Strahlenexposition durch Emission radioaktiver Stoffe (1977).
- /2/ Deuber, H., Wilhelm, J.G.,  
Bestimmung der physikalisch-chemischen Komponenten des  
Radioiods in der Kaminabluft von Kernkraftwerken,  
KfK-Ext. 30/78 - 1 (1978).
- /3/ Deuber, H.,  
Die physikalisch-chemischen Radioiodkomponenten in der  
Abluft eines Druckwasserreaktors (DWR 3),  
KfK 3207 (1981).
- /4/ Till, H.,  
Radioiodine in gaseous effluents from nuclear power plants,  
Symposium Management of Gaseous Wastes from Nuclear Facilities,  
Wien, 18. - 22.2.1980,  
STI /PUB/561, S. 123 - 138 (1980).
- /5/ Deuber, H., Wilhelm, J.G.,  
Determination of the physico-chemical  $^{131}\text{I}$  species in the  
exhausts and stack effluent of a PWR power plant,  
CONF - 780819, S. 446 - 474 (1979).
- /6/ Deuber, H., Wilhelm, J.G.,  
Occurrence of penetrating iodine species in the exhaust air  
of PWR power plants,  
CONF - 801038, S. 1354 - 1386 (1981).

- /7/ Pelletier, C.A. u.a.,  
Sources of radioiodine at pressurized water reactors,  
E P R I NP-939 (1978).
- /8/ Pelletier, C.A. u.a.,  
Long term performance of charcoal absorbers removing  
radioiodine in ventilation exhaust air,  
E P R I NP-534 (1977).
- /9/ Cline, J.E. u.a.,  
<sup>131</sup>I studies at TMI unit 2,  
E P R I NP-1389 (1980).

An der Durchführung bzw. Auswertung der Messungen waren vorwiegend die Herren R. Butz, H. Fischer und R. Sommerlatt beteiligt.

## ANHANG

### ERGEBNISSE DER MESSUNGEN

Tab. A - 1

$^{131}\text{I}$ -Konzentrationen und Anteile der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Kaminfortluft <sup>a</sup>

Sammel- periode	$^{131}\text{I}$ - Konzentration [ Ci/m <sup>3</sup> ]	Anteil der $^{131}\text{I}$ -Komponenten [ % ] <sup>b</sup>		
		schw. I	elem. I	org. I
58	2,3 (-13)	-	39	61
59	1,3 (-11)	< 1	29	71
60	1,0 (-11)	< 1	11	89
61	1,6 (-12)	1	38	61
62	8,7 (-13)	-	20	80
63	2,4 (-13)	< 1	58	41
64	1,6 (-13)	-	32	68
65	5,2 (-14)	-	9	91
66	6,2 (-14)	-	19	81
67	3,1 (-13)	-	34	66
68	3,0 (-14)	-	44	56
69	5,8 (-14)	-	13	87
70	-	-	-	-
71	-	-	-	-
72				
73	6,2 (-13)	-	18	82
74	6,5 (-13)	-	50	50
75	5,8 (-13)	< 1	33	66
76	1,8 (-12)	< 1	19	80
77	2,8 (-11)	< 1	16	84
78	1,1 (-11)	< 1	13	87
79	5,0 (-12)	< 1	17	83
80	2,5 (-12)	-	42	58
81	8,6 (-13)	< 1	30	70
82	6,3 (-13)	-	39	61
83	6,3 (-13)	-	14	86

<sup>a</sup> Wiedergabe von Zehnerpotenzen durch Exponenten in Klammern;  
keine Eintragung von Werten: keine Werte ermittelt;  
Eintragung eines Striches: Nachweisgrenze unterschritten

<sup>b</sup> schwebstoffförmiges, elementares und organisches  $^{131}\text{I}$

Tab. A - 2

$^{131}\text{I}$ -Konzentrationen und Anteile der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Anlagenraumabluft

Sammel- periode	$^{131}\text{I}$ - Konzentration [ Ci/m <sup>3</sup> ]	Anteil der $^{131}\text{I}$ -Komponenten [ % ]		
		schw. I	elem. I	org. I
Zuluft der Anlagenraumabluftfilter (A)				
73	5,2 (-10)	<1	58	42
74	7,5 (-10)	<1	59	40
75	3,8 (-10)	<1	50	49
76	7,9 (-10)	<1	28	71
77	7,1 (-10)	<1	13	87
78	3,7 (-10)	<1	15	85
79	2,0 (-10)	<1	9	91
80	2,8 (-10)	<1	8	92
81	2,1 (-10)	<1	6	94
82	1,3 (-10)	-	7	93
83	2,1 (-10)	<1	40	59
Abluft der Anlagenraumabluftfilter (B, C) <sup>a</sup>				
73	3,4 (-12)	-	-	100
74	2,1 (-12)	-	-	100
75	1,2 (-12)	-	-	100
76	5,8 (-12)	-	<1	100
77	3,4 (-11)	-	<1	100
78	7,8 (-12)	-	<1	100
79				
80	3,2 (-13)	-	-	100
81	4,9 (-13)	-	-	100
82	4,7 (-13)	-	-	100
83	3,6 (-13)	-	3	97

<sup>a</sup> Meßstelle B: Sammelperioden 73 - 78;  
Meßstelle C: Sammelperioden 79 - 83

Tab. A - 3

$^{131}\text{I}$ -Konzentrationen und Anteile der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Betriebsraumluft

Sammel- periode	$^{131}\text{I}$ - Konzentration [ Ci/m <sup>3</sup> ]	Anteil der $^{131}\text{I}$ -Komponenten [ % ]		
		schw. I	elem. I	org. I
58				
59	8,4 (-12)	< 1	8	92
60	2,0 (-11)	3	28	69
61	8,6 (-12)	3	31	67
62	2,3 (-11)	< 1	25	74
63	7,9 (-12)	1	44	54
64	3,6 (-12)	-	42	58
65	3,8 (-12)	< 1	30	70
66	1,9 (-12)	-	32	68
67	5,4 (-13)	-	50	50
68	7,0 (-13)	7	66	27
69	3,9 (-13)	-	60	40
70	2,5 (-13)	-	37	63
71	7,8 (-14)	-	29	71
72	3,2 (-12)	< 1	64	35
73	3,6 (-12)	-	59	41
74	6,9 (-12)	< 1	65	34
75	1,4 (-11)	< 1	66	33
76	2,1 (-11)	< 1	67	33
77	4,0 (-12)	< 1	22	78
78	2,5 (-12)	< 1	20	80
79	1,1 (-12)	-	12	88
80	8,0 (-13)	-	19	81
81	2,5 (-13)	-	15	85
82	1,6 (-13)	-	16	84
83	1,7 (-12)	10	45	45

Tab. A - 4

$^{131}\text{I}$ -Konzentrationen und Anteile der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Spülluft

Sammel- periode	$^{131}\text{I}$ - Konzentration [Ci/m <sup>3</sup> ]	$^{131}\text{I}$ Anteil der Komponenten [%]		
		schw. I	elem. I	org. I
58 <sup>a</sup>				
59				
60	5,6 (-14)	-	15	85
61	1,5 (-13)	-	13	87
62	2,3 (-13)	-	-	100
63	1,8 (-13)	-	3	97
64	1,2 (-13)	-	9	91
65	7,6 (-14)	-	-	100
66	6,4 (-14)	-	-	100
67	5,3 (-14)	-	-	100
68	3,1 (-14)	-	-	100
69	1,0 (-14)	-	-	100
70	1,2 (-13)	-	35	65
71	7,0 (-14)	-	19	81

<sup>a</sup> Spülluft nicht in Betrieb

Tab. A - 5

$^{131}\text{I}$ -Konzentrationen und Anteile der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Ringraumabluft

Sammel- periode	$^{131}\text{I}$ - Konzentration [Ci/m <sup>3</sup> ]	Anteil der $^{131}\text{I}$ -Komponenten [%]		
		schw. I	elem. I	org. I
58	5,4 (-13)	2	15	83
59	5,7 (-12)	2	73	25
60	2,2 (-12)	10	74	16
61	2,0 (-12)	1	66	32
62	6,0 (-13)	-	51	49
63	3,9 (-13)	-	53	47
64	1,7 (-13)	-	59	41
65	8,6 (-14)	-	63	37
66	1,2 (-13)	14	40	46
67	6,3 (-14)	-	29	71
68	2,5 (-14)	-	34	66
69	2,5 (-14)	-	31	69
70	1,6 (-14)	-	42	58
71				
72	1,3 (-14)	-	51	49
73	1,6 (-14)	-	21	79
74	2,0 (-14)	-	-	100
75	2,4 (-13)	2	13	85
76	1,5 (-12)	1	31	67
77	1,6 (-11)	< 1	71	29
78	6,2 (-12)	< 1	40	60
79	6,0 (-12)	-	28	72
80	4,3 (-12)	-	57	43
81	2,3 (-12)	-	26	74
82	1,5 (-12)	-	32	68
83	2,6 (-12)	< 1	5	95

Tab. A - 6

$^{131}\text{I}$ -Konzentrationen und Anteile der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Digestorienabluft

Sammel- periode	$^{131}\text{I}$ - Konzentration [ Ci/m <sup>3</sup> ]	Anteil der $^{131}\text{I}$ -Komponenten [ % ]		
		schw. I	elem. I	org. I
58	3,6 (-12)	< 1	84	16
59	4,8 (-10)	1	37	62
60	2,2 (-10)	< 1	10	89
61	1,9 (-11)	< 1	53	46
62	2,5 (-11)	< 1	7	92
63	1,3 (-11)	< 1	8	92
64	2,0 (-12)	-	18	82
65	6,7 (-12)	-	4	96
66	2,4 (-12)	-	9	91
67	1,7 (-11)	1	37	62
68	8,4 (-12)	< 1	37	63
69	5,2 (-14)	8	92	-
70	1,4 (-14)	-	100	-
71	6,1 (-15)	-	100	-
72	6,2 (-12)	-	90	10
73	5,2 (-12)	< 1	75	24
74	2,5 (-11)	2	92	6
75	8,4 (-12)	< 1	90	9
76	1,1 (-11)	< 1	74	25
77	9,5 (-12)	1	78	21
78	8,5 (-12)	2	83	16
79	4,2 (-12)	1	82	16
80	2,8 (-12)	1	69	29
81	6,7 (-12)	-	48	52
82	6,4 (-12)	-	85	15
83	5,3 (-12)	1	73	26

Tab. A - 7

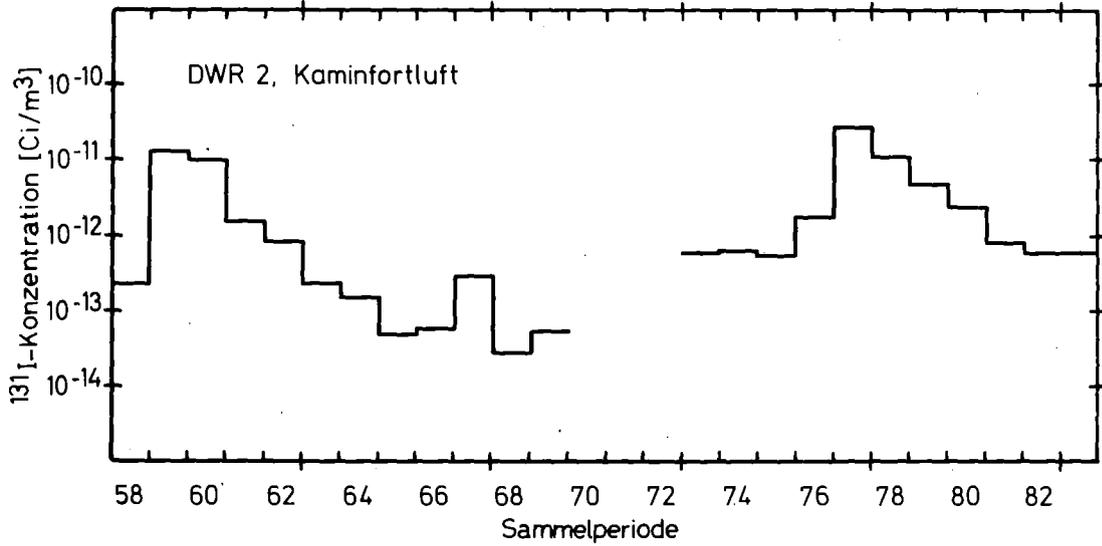
$^{131}\text{I}$ -Konzentrationen und Anteile der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Hilfsanlagegebäudeabluft (G)

Sammel- periode	$^{131}\text{I}$ - Konzentration [ Ci/m <sup>3</sup> ]	Anteil der $^{131}\text{I}$ -Komponenten [ % ]		
		schw. I	elem. I	org. I
58	2,8 (-14)	-	17	83
59	8,2 (-14)	-	45	55
60	9,5 (-12)	1	< 1	98
61	2,1 (-13)	-	14	86
62	1,1 (-12)	-	3	97
63	5,9 (-13)	-	4	96
64	5,4 (-14)	-	21	79
65	4,5 (-13)	2	2	96
66	9,6 (-14)	-	7	93
67	4,4 (-14)	-	-	100
68				
69	-	-	-	-
70	-	-	-	-
71	-	-	-	-
72	5,4 (-14)	-	-	100
73	1,3 (-13)	-	3	97
74	1,3 (-13)	-	31	69
75	3,2 (-14)	-	22	78
76	1,7 (-13)	-	51	49
77	2,3 (-13)	1	36	62
78	1,2 (-13)	-	41	59
79	5,9 (-14)	-	23	77
80	5,1 (-14)	-	-	100
81	9,4 (-14)	-	14	86
82	1,1 (-13)	-	-	100
83				

Tab. A - 8

$^{131}\text{I}$ -Konzentrationen und Anteile der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten in der Hilfsanlagegebäudeabluft (H 1)

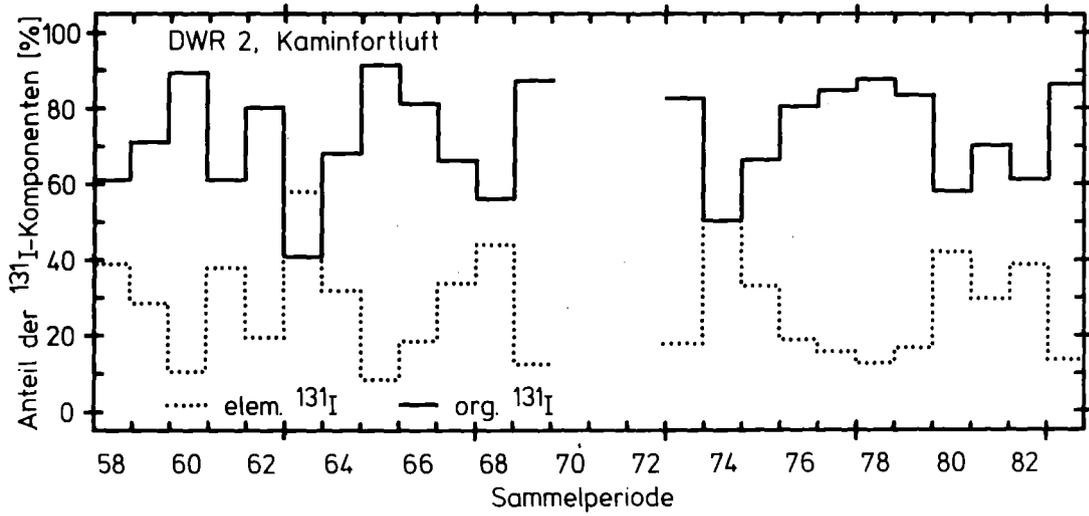
Sammel- periode	$^{131}\text{I}$ - Konzentration [Ci/m <sup>3</sup> ]	Anteil der $^{131}\text{I}$ -Komponenten [%]		
		schw. I	elem. I	org. I
58	4,9 (-14)	-	30	70
59	2,6 (-14)	-	-	100
60	2,1 (-13)	11	19	70
61	1,5 (-14)	-	-	100
62	3,7 (-14)	-	30	70
63	2,5 (-14)	-	47	53
64	1,2 (-14)	-	100	-
65	-	-	-	-
66	-	-	-	-
67	-	-	-	-
68	1,2 (-14)	-	100	-
69	2,9 (-14)	-	-	100
70	-	-	-	-
71	-	-	-	-
72	1,4 (-14)	-	100	-
73	1,2 (-14)	-	-	100
74	9,3 (-15)	-	100	-
75	3,7 (-14)	-	60	40
76	6,0 (-14)	-	78	22
77	3,6 (-13)	6	69	25
78	2,5 (-13)	-	79	21
79	6,1 (-14)	-	40	60
80	3,8 (-14)	-	77	23
81	1,4 (-14)	-	100	-
82	1,3 (-14)	-	-	100
83	1,7 (-14)	-	58	42



Kfz LAF II D8058

Zeitlicher Verlauf der  $^{131}\text{I}$ -Konzentration

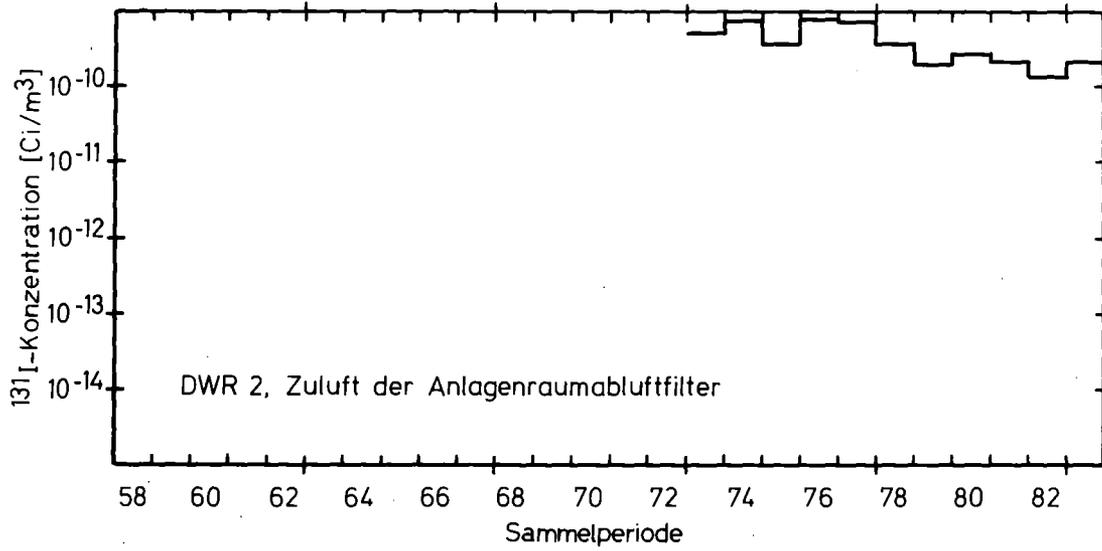
Abb. A - 1



Kfz LAF II D8059

Zeitlicher Verlauf des Anteils der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten

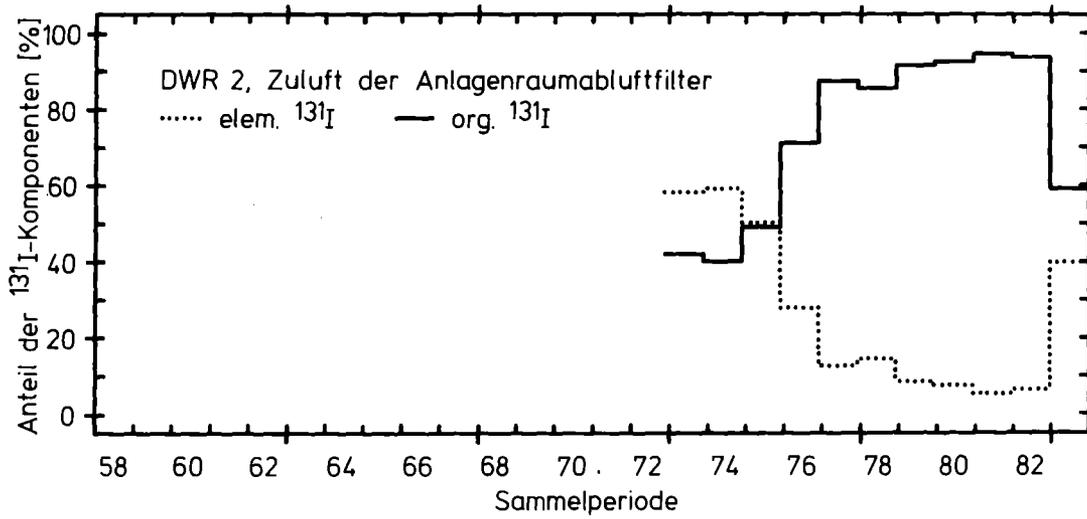
Abb. A - 2



KfK LAF II 08042

Zeitlicher Verlauf der <sup>131</sup>I-Konzentration

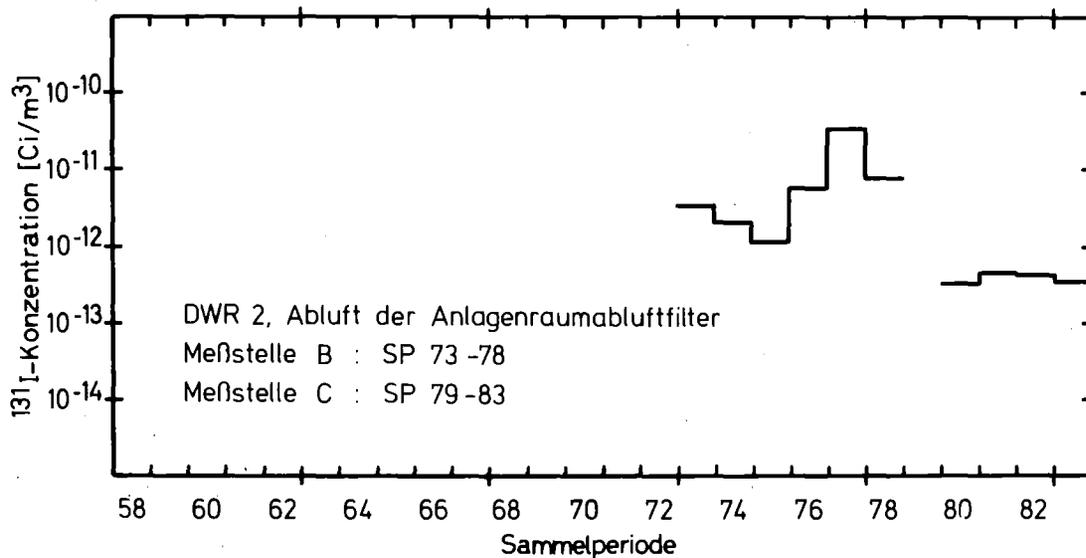
Abb. A - 3



KfK LAF II 08043

Zeitlicher Verlauf des Anteils der <sup>131</sup>I-Komponenten

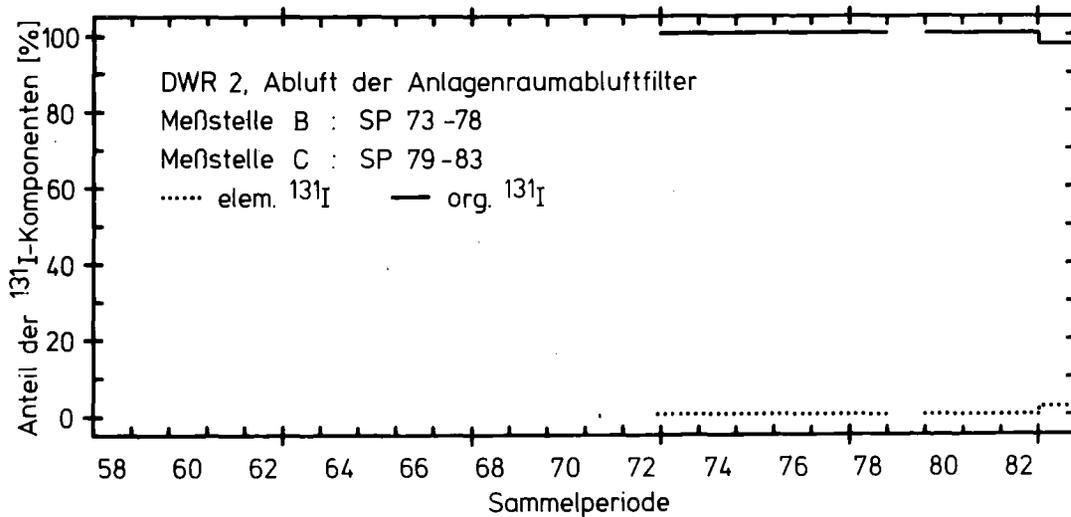
Abb. A - 4



KWK LAF II 08044

Zeitlicher Verlauf der  $^{131}\text{I}$ -Konzentration

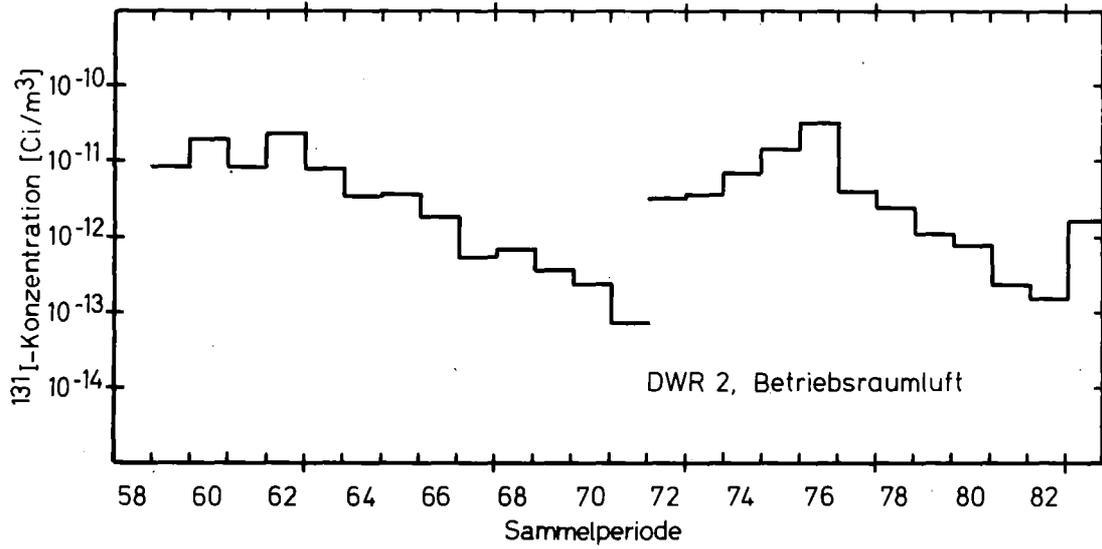
Abb. A - 5



KWK LAF II 08045

Zeitlicher Verlauf des Anteils der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten

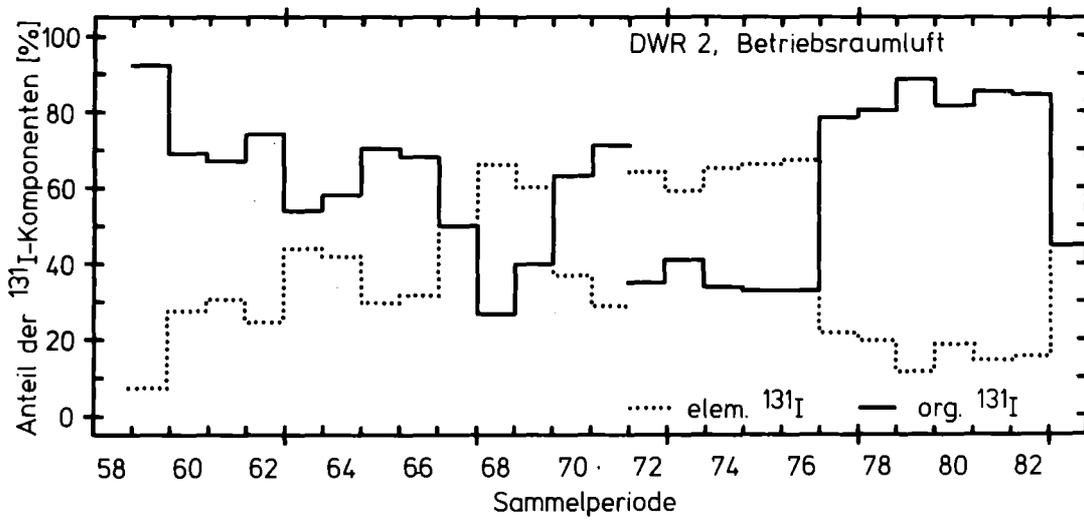
Abb. A - 6



KfK LAF II D8046

Zeitlicher Verlauf der  $^{131}\text{I}$ -Konzentration

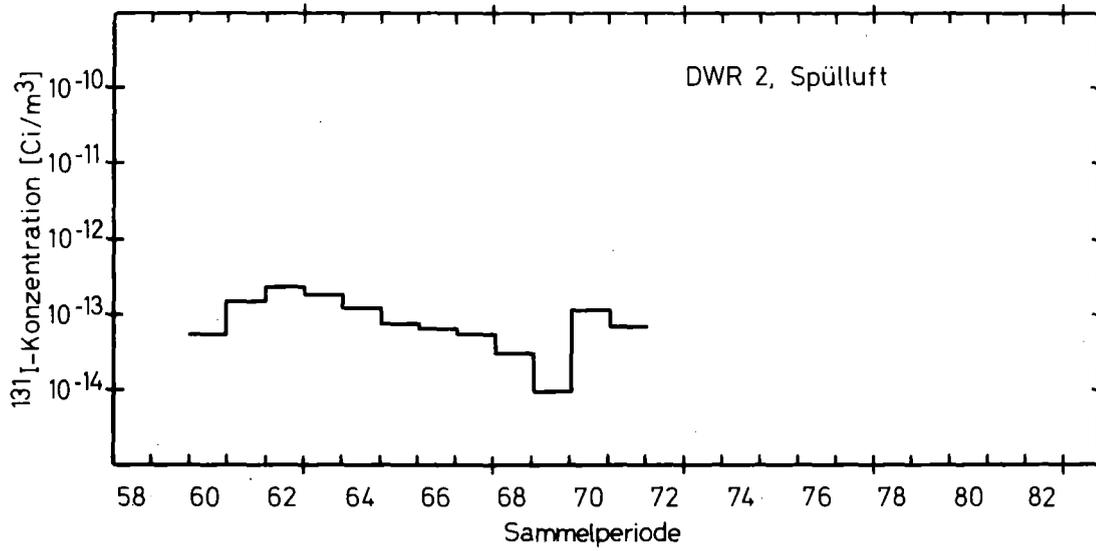
Abb. A - 7



KfK LAF II D8047

Zeitlicher Verlauf des Anteils der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten

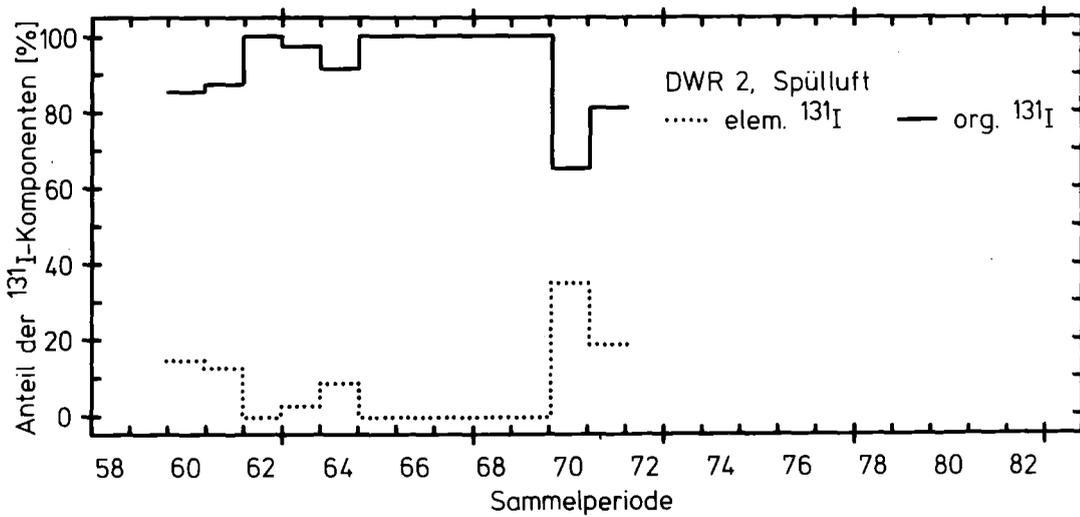
Abb. A - 8



KfK LAF II D8048

Zeitlicher Verlauf der  $^{131}\text{I}$ -Konzentration

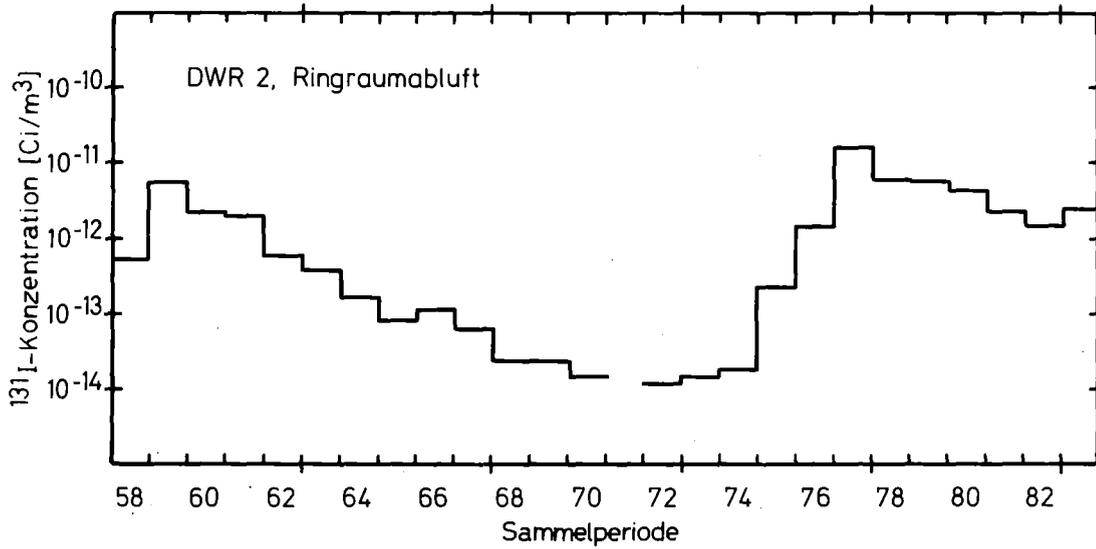
Abb. A - 9



KfK LAF II D8049

Zeitlicher Verlauf des Anteils der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten

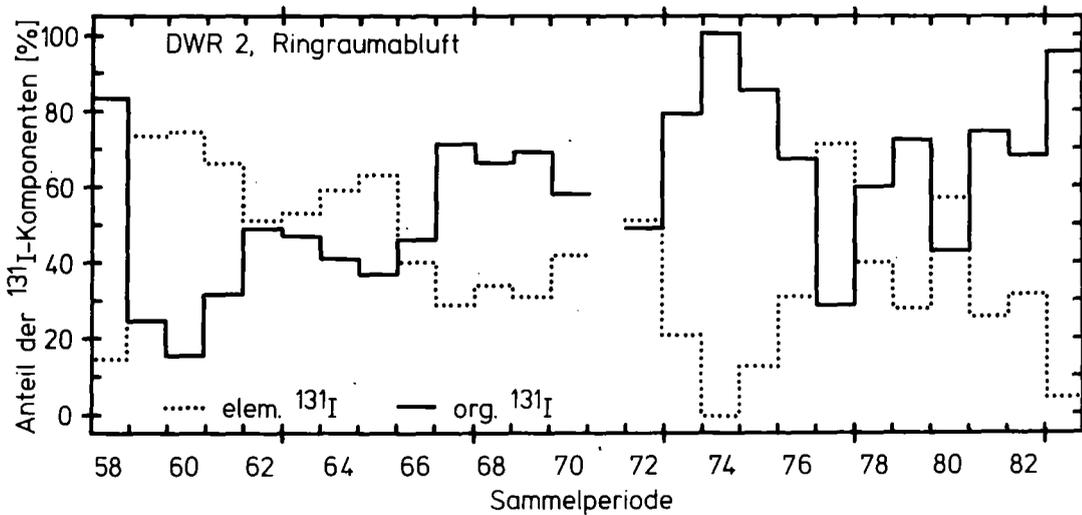
Abb. A - 10



KIK LAF II 08050

Zeitlicher Verlauf der  $^{131}\text{I}$ -Konzentration

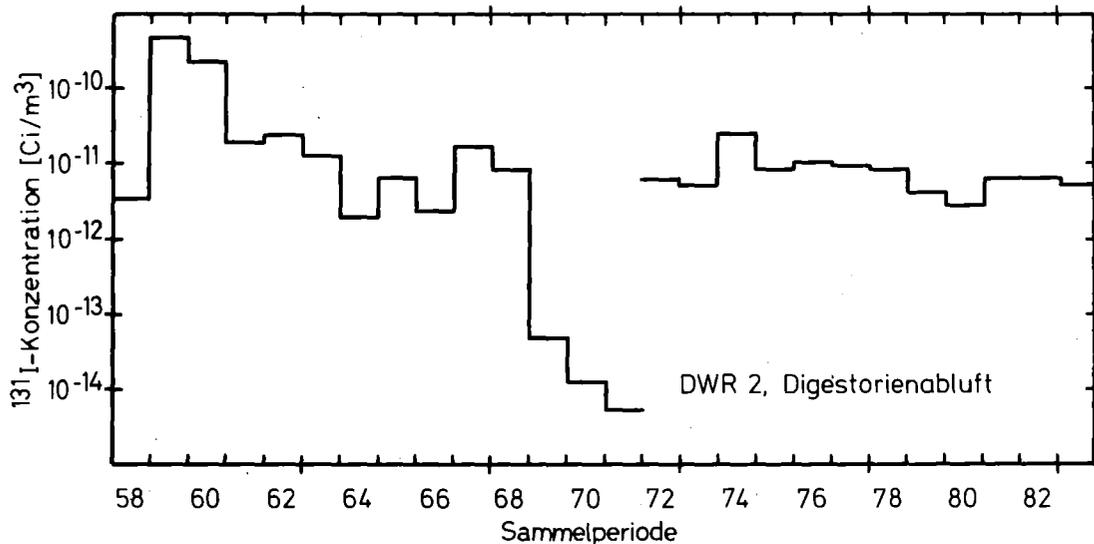
Abb. A - 11



KIK LAF II 08051

Zeitlicher Verlauf des Anteils der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten

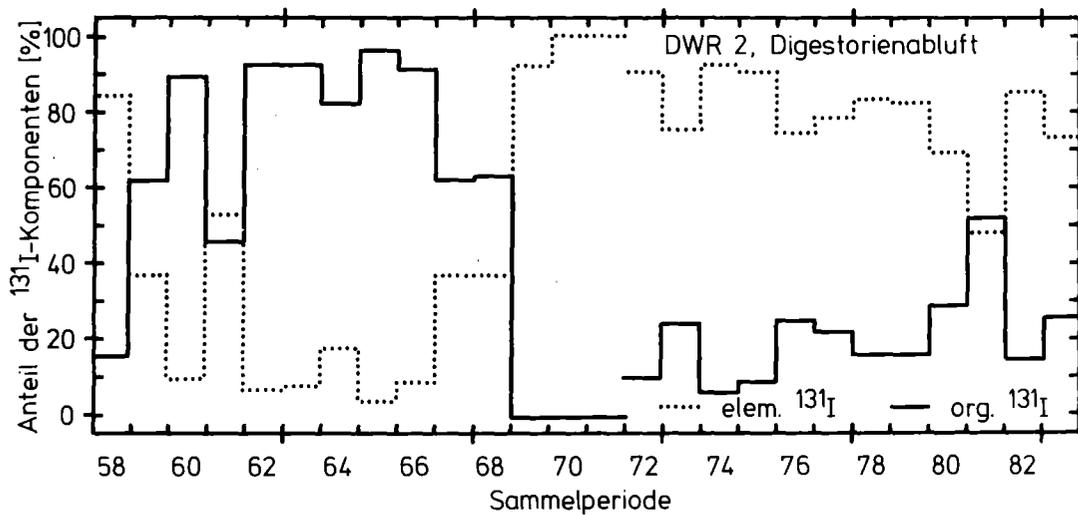
Abb. A - 12



LAF II 08052

Zeitlicher Verlauf der  $^{131}\text{I}$ -Konzentration

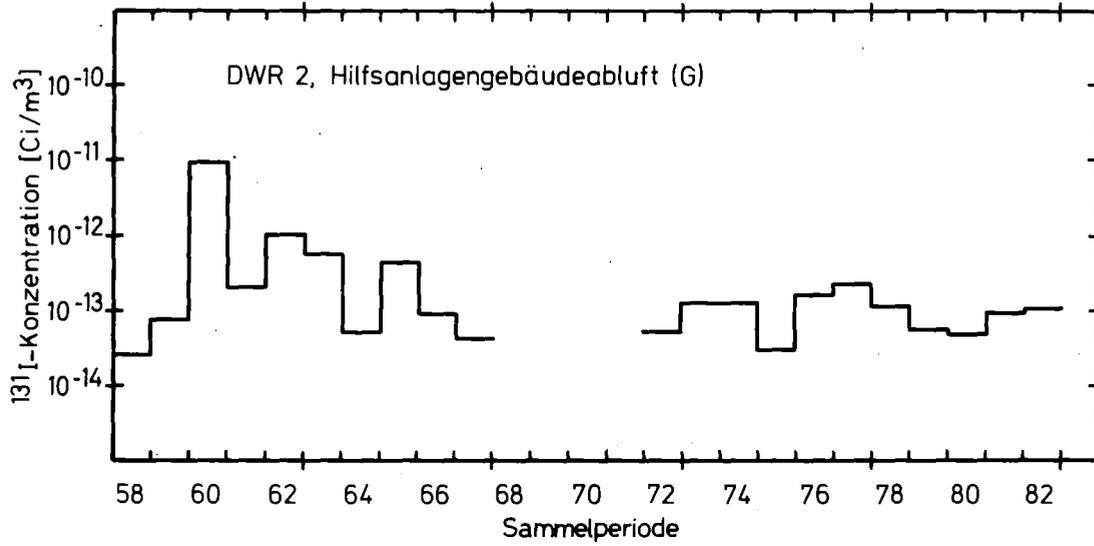
Abb. A - 13



LAF II 08053

Zeitlicher Verlauf des Anteils der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten

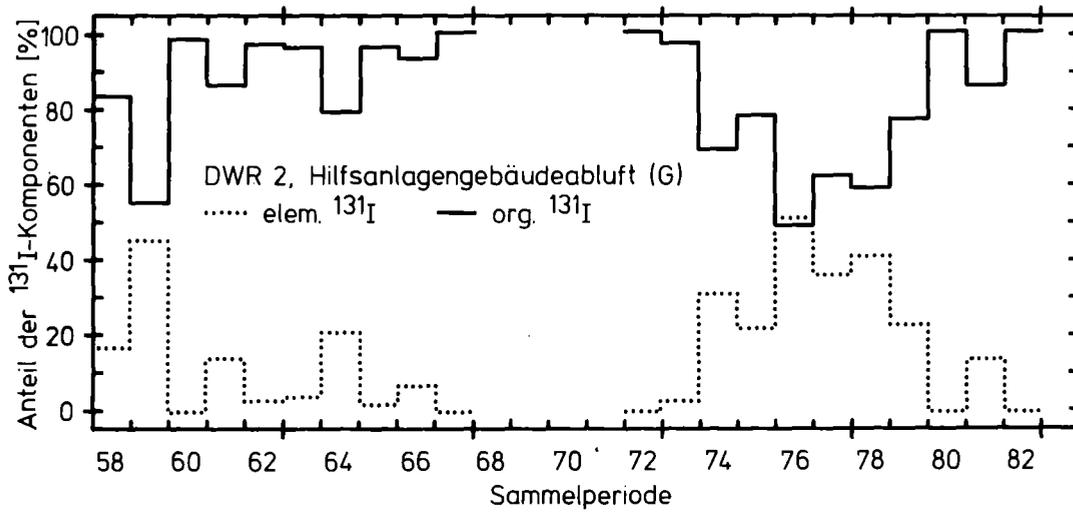
Abb. A - 14



KIK LAF II 08054

Zeitlicher Verlauf der  $^{131}\text{I}$ -Konzentration

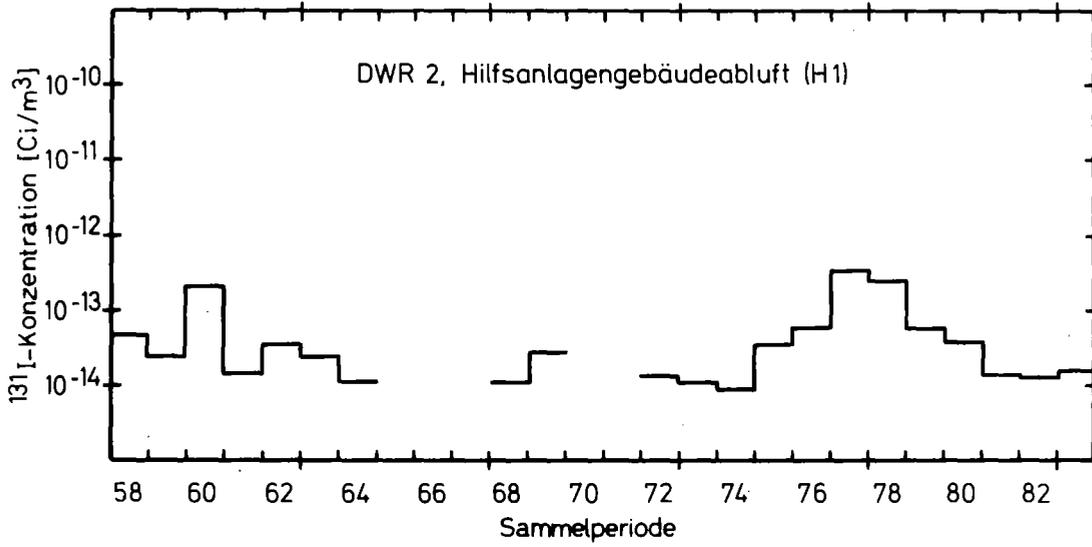
Abb. A - 15



KIK LAF II 08055

Zeitlicher Verlauf des Anteils der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten

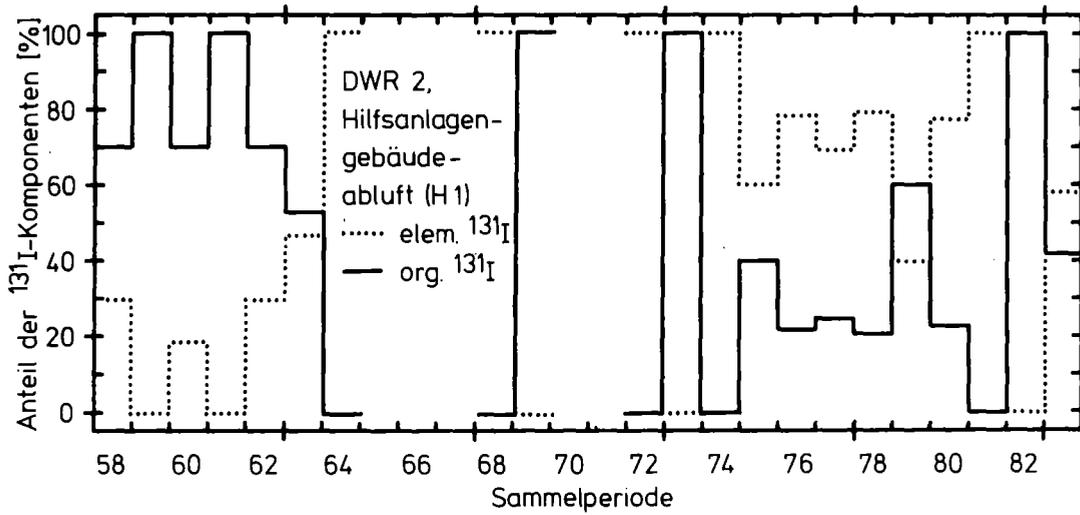
Abb. A - 16



KfK LAF II 08056

Zeitlicher Verlauf der  $^{131}\text{I}$ -Konzentration

Abb. A - 17



KfK LAF II 08057

Zeitlicher Verlauf des Anteils der  $^{131}\text{I}$ -Komponenten

Abb. A - 18