

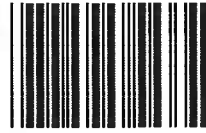


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI
Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN
Ispettorato federale della sicurezza nucleare IFSN
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI

Industriestrasse 19
5200 Brugg
Tel.: 056 / 460 84 00
Fax: 056 / 460 84 99

433



AN-Nummer

ENSI-AN-7979

Datum

6. November 2012

Aktenzeichen

10KMX

Typ/Charakter

Aktennotiz

Klassifikation

Öffentlich

Bearbeiter



Visum

Sachbearbeiter:



Vorgesetzter:

Projekt, Thema, Gegenstand (Schlagwörter)

Messdaten 2011, Kamininstrumentierung Schweizer
KKW

Seiten

14

Beilagen

Zeichnungen

Messdaten 2011 der Online-Kamininstrumentierung von Schweizer KKW

Das ENSI veröffentlicht jährlich in seinem Strahlenschutzbericht, die bilanzierten Abgaben radioaktiver Stoffe an die Umgebung der schweizerischen Kernanlagen (KKB, KKG, KKL, KKM, ZZL und PSI). Aus diesen Abgaben berechnet das ENSI die resultierenden Strahlendosen für Einzelpersonen der Bevölkerung. Diese sind nach Abgabepfaden und Nuklidgruppen getrennt ausgewiesen. Die bilanzierten Abgaben werden zudem den Jahresabgabegrenzen gegenübergestellt. <http://www.ensi.ch/de/2012/08/20/strahlenschutzbericht-2011-2/> Tabelle B1

In der vorliegenden Aktennotiz werden die Messwerte der Kamininstrumentierungen der Schweizer KKW für das Jahr 2011 als Stundenwerte dargestellt. Im Allgemeinen sind die Verläufe der Messwerte über das Jahr konstant und bewegen sich im Bereich der Nachweisgrenzen der Messsysteme. Die primäre Funktion der Kamininstrumentierung ist die kontinuierliche Überwachung der Einhaltung der Kurzzeitabgabegrenzen. Zur Bilanzierung der radioaktiven Abgaben über die Kaminfortluft werden in der Regel die deutlich empfindlicheren, über grössere Zeiträume sammelnden Messeinrichtungen verwendet. Grössere Variationen in den Messwertreihen werden in den jeweiligen Kapiteln erläutert.

Verteiler:

ENSI:



Extern: KKB, KKG, KKL, KKM



1 Einleitung

Der Anlass für diese Zusammenstellung der Kaminemissionsdaten sind Meldungen über Emissionsspitzen¹ in einzelnen Medien. Um die Grössenordnungen so genannter Emissionsspitzen der schweizerischen Kernkraftwerke beurteilen zu können, hat das ENSI von den Werken die Messwerte der Kamininstrumentierungen für das Jahr 2011 als Stundenwerte eingefordert. In dieser Aktennotiz wird der zeitliche Verlauf dieser Messwerte grafisch dargestellt und Messwertvariationen werden erläutert.

Schweizer Kernanlagen dürfen radioaktive Stoffe nur mit einer Bewilligung und kontrolliert an die Umwelt abgeben. Die Abgaberaten und -konzentrationen für die Abgabe von luftgetragenen und flüssigen radioaktiven Abfällen sind in den Betriebsbewilligungen festgelegt. Die Abgaberaten werden als Kurzzeit- und Jahresabgabelimiten (KAL, JAL) so festgelegt, dass der quellenbezogene Dosisrichtwert nach Artikel 7 der Strahlenschutzverordnung eingehalten wird. Für die Kaminfortluftüberwachung gibt die Richtlinie ENSI-G13 „Strahlenschutzmessmittel in Kernanlagen“ vor, dass Edelgas-, Iod- und Aerosolabgaben kontinuierlich überwacht und periodisch bilanziert werden müssen. Die Bilanzierung der Abgaben über die Fortluft erfolgt mit Ausnahme der Edelgasbilanzierungen in KKB und KKG (Online-Messung) durch Auswertung von Filtern (Aerosole), Molekularsieben (Jod) oder Gaskartuschen (Edelgase). Bei diesen Messeinrichtungen erfolgt eine Bestimmung der abgegebenen Totalaktivität über die Dauer der Sammelperiode. Eine feinere zeitliche Auflösung ist mit dieser Messmethode nicht möglich. Für die Überwachung der Kurzzeitabgabelimiten (KAL), wird der Abgabepfad über den Kamin parallel mit einer Online-Messung überwacht. Diese Onlinemonitore zeichnen die Messwerte in kürzeren Zeitabständen auf und ermöglichen einen Überblick über den zeitlichen Verlauf und die Variation der Messwerte. Beim Überschreiten von voreingestellten Alarmwerten in der Kamininstrumentierung werden die Bilanzierungseinrichtungen ausgewertet und auf eine allfällige Verletzung einer Kurzzeitabgabelimite untersucht.

Zeitliche Verläufe und besondere Messwerte werden für jedes Werk in einem eigenen Abschnitt betrachtet. In den Darstellungen sind auch Messwerte ausgewiesen welche unterhalb der Nachweisgrenze liegen. Die ENSI Richtlinie G-13 verlangt für die Messsysteme der Kaminfortluftüberwachung eine halbjährliche Funktionsprüfung. Diese beinhaltet eine Konstanzprüfung, eine Überprüfung der Elektronikbaugruppe, die Überprüfung der Signalisierung und eine Kanalprüfung. Die während der Dauer der Funktionsprüfung (1-2 Stunden) gemessenen Werte sind in dieser Zusammenstellung nicht enthalten. Die Revisionsperioden sind durch einen blauen Balken gekennzeichnet. Die Nachweisgrenzen der eingesetzten Messinstrumente sind innerhalb derselben Nuklidgruppen von derselben Grössenordnung. Unterschiede in den Messpegeln zwischen den einzelnen Werken entstehen daher vorwiegend durch die verschiedenen Fortluftvolumenströme.

¹ Die deutsche Vereinigung der IPPNW (International Physicians for the Prevention of Nuclear War) hat am 11. November 2011 eine Pressemitteilung mit dem Thema „Radioaktive Emissionsspitze zu Revisionsbeginn des Atomkraftwerks Gundremmingen“ veröffentlicht. Im Artikel wird über den zeitlichen Verlauf und die kurzzeitige Erhöhung der Edelgasabgaben während einer Revision und deren mutmasslichen Wirkungen berichtet.



2 KKB

2.1 Allgemeines

Die Messwerte der Kamininstrumentierung wurden von KKB als Mittelwert der beiden jeweiligen Monitore ausgewiesen. Die Angaben erfolgten in Bq/m^3 und wurden mit dem Fortluftvolumenstrom [m^3/h] auf die Abgabemenge pro Stunde [Bq/h] hochgerechnet.

Die Kurzzeitabgabelimiten für KKB betragen für:

Edelgase	$4.0 \cdot 10^{13}$ Bq/Tag
Jod-131	$9.0 \cdot 10^8$ Bq/Woche
Aerosole	$7.0 \cdot 10^8$ Bq/Woche

Die Bilanzierung der Edelgase erfolgt in KKB aufgrund der kontinuierlichen β -Gesamtmessung und der Analyse der Nuklidzusammensetzung. Die Messwertverläufe der Edelgasmessungen repräsentieren in diesem Fall die bilanzierten Abgaben.

Die Bilanzierung der Aerosolabgaben erfolgt durch eine β -Gesamtmessung der Wochenfilter. Dadurch wird eine um den Faktor 600 kleinere Nachweisgrenze als bei der Onlinemessung erreicht.

Die Bilanzierung der Jodabgaben erfolgt durch die gammaspektrometrische Auswertung von Wochenproben der beiden Jodprobenahmestellen der Kamininstrumentierung. Durch das Auswerten in einem Low-Level-Messplatz mit längeren Messzeiten liegen die Nachweisgrenzen deutlich tiefer als in den Online-Messungen. Der Messwertverlauf der Jodmessungen der Kamininstrumentierung lässt qualitative Rückschlüsse auf die Jodabgaben zu.



2.2 Messwertverlauf KKB1

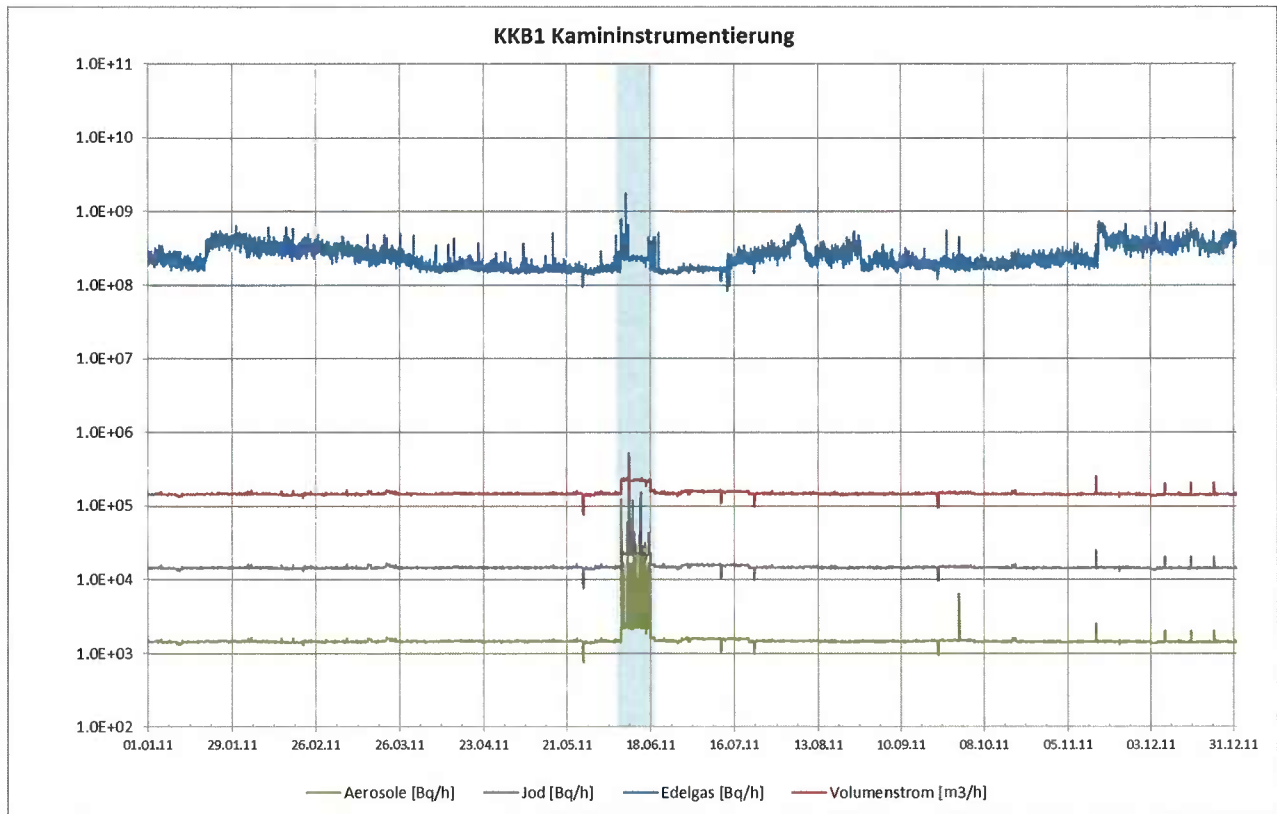


Abbildung 1 Verlauf der Messwerte Kamininstrumentierung KKB1 2011

2.2.1 Fortluftvolumenstrom

Minimaler Wert	:	$7.51 \cdot 10^4 \text{ m}^3/\text{h}$
Maximaler Wert	:	$2.46 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$
Mittelwert	:	$1.47 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$

Der Volumenstrom der Kaminfortluft liegt, mit Ausnahme der Revision, das ganze Jahr um den Mittelwert von 147'000 m³/h. Während der Revision wird der Fortluftvolumenstrom durch forcierten Lüftungsbetrieb auf 250'000 m³/h erhöht.

Da die Abgaberaten (Bq/h) durch Multiplikation der Konzentration mit dem Fortluftvolumenstrom berechnet werden, verändert sich die Abgaberate im Bereich der Nachweisgrenze proportional zum Volumenstrom.

2.2.2 Edelgase

Minimaler Wert	:	$8.3 \cdot 10^7 \text{ Bq/h}$
Maximaler Wert	:	$1.7 \cdot 10^9 \text{ Bq/h}$
Mittelwert	:	$2.5 \cdot 10^8 \text{ Bq/h}$
Nachweisgrenze der Messung	:	$2.8 \cdot 10^3 \text{ Bq/m}^3 \rightarrow 4.2 \cdot 10^8 \text{ Bq/h}$ (bei 150'000 m ³ /h)
Max / Nachweisgrenze	:	2.5 (bei 250'000 m ³ /h)

Der Mittelwert der Messreihe liegt unterhalb der Nachweisgrenze. Der maximale Messwert entspricht der 2.5-fachen Nachweisgrenze und liegt am Beginn der Revision.



2.2.3 Aerosole

Minimaler Wert	:	$7.5 \cdot 10^2$ Bq/h	
Maximaler Wert	:	$1.2 \cdot 10^5$ Bq/h	
Mittelwert	:	$1.7 \cdot 10^3$ Bq/h	
Nachweisgrenze der Messung	:	$3.2 \cdot 10^{-2}$ Bq/m ³	-> $5.0 \cdot 10^3$ Bq/h (bei 150'000 m ³ /h)
Max / Nachweisgrenze	:	15 (bei 250'000 m ³ /h)	

Der Mittelwert der Messreihe liegt unterhalb der Nachweisgrenze. Der maximale Messwert entspricht der 15-fachen Nachweisgrenze und liegt in der Revision. Die Variation der Aerosolmesswerte während den Revisionsarbeiten erfolgt durch Ansaugen bodennaher, natürlicher Radionuklide aus der Umgebung ins Containment.

2.2.4 Jod

Minimaler Wert	:	$7.5 \cdot 10^3$ Bq/h	
Maximaler Wert	:	$5.1 \cdot 10^5$ Bq/h	
Mittelwert	:	$1.5 \cdot 10^4$ Bq/h	
Nachweisgrenze der Messung	:	$1.0 \cdot 10^{-1}$ Bq/m ³	-> $1.5 \cdot 10^4$ Bq/h (bei 150'000 m ³ /h)
Max / Nachweisgrenze	:	20 (bei 250'000 m ³ /h)	

Der Mittelwert der Messreihe liegt auf der Nachweisgrenze. Der maximale Messwert entspricht der 20-fachen Nachweisgrenze und liegt in der Revision.

2.3 Messwertverlauf KKB2

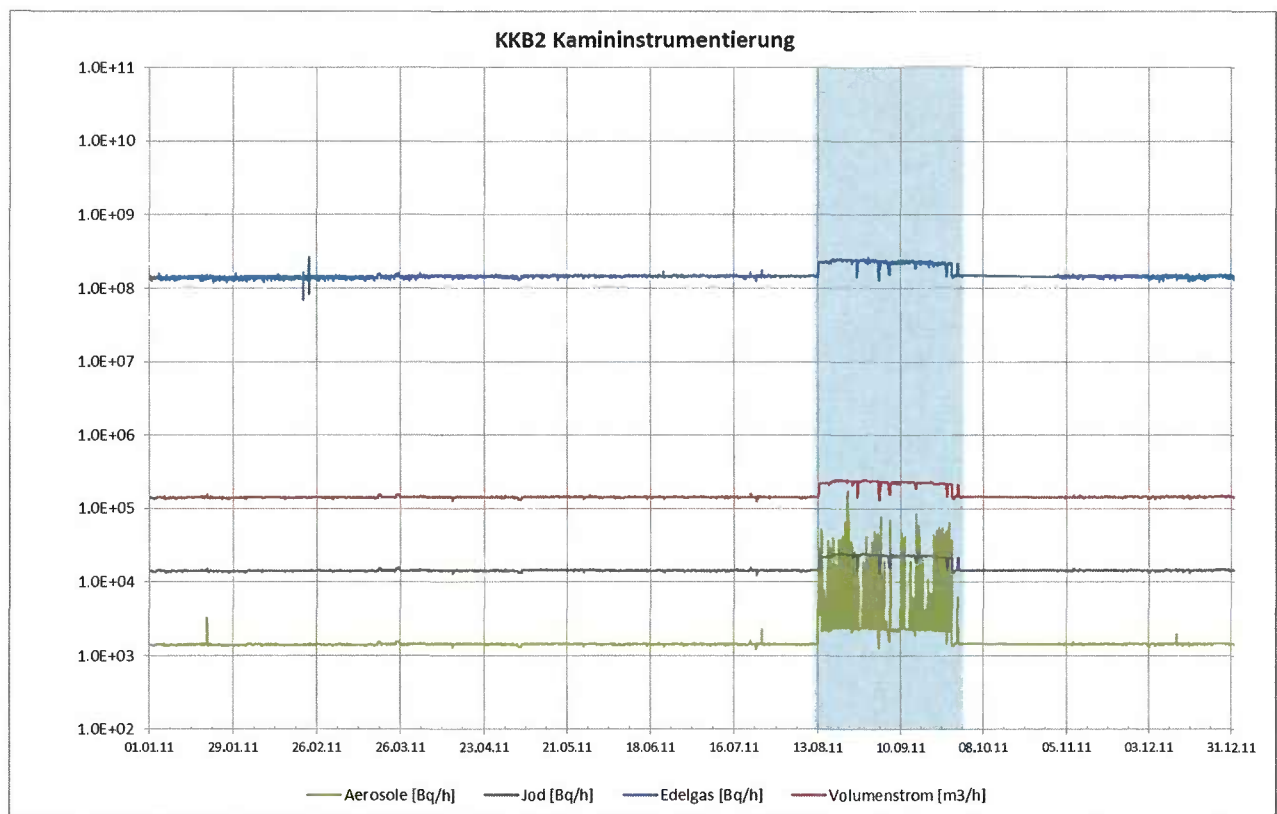


Abbildung 2 Verlauf der Messwerte Kamininstrumentierung KKB2 2011



2.3.1 Fortluftvolumenstrom

Minimaler Wert	:	$1.24 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$
Maximaler Wert	:	$2.43 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$
Mittelwert	:	$1.54 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$

Der Volumenstrom der Kaminfortluft liegt mit Ausnahme der Revision das ganze Jahr um den Mittelwert von $154'000 \text{ m}^3/\text{h}$. Während der Revision erhöht sich das Fortluftvolumen durch forcierten Lüftungsbetrieb auf $250'000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Da die Abgaberraten (Bq/h) durch Multiplikation der Konzentration mit dem Fortluftvolumenstrom berechnet werden, verändert sich die Abgaberrate, wenn sie im Bereich der Nachweisgrenze liegt, proportional mit dem Volumenstrom.

2.3.2 Edelgase

Minimaler Wert	:	$6.9 \cdot 10^7 \text{ Bq}/\text{h}$
Maximaler Wert	:	$2.6 \cdot 10^8 \text{ Bq}/\text{h}$
Mittelwert	:	$1.6 \cdot 10^8 \text{ Bq}/\text{h}$
Nachweisgrenze der Messung	:	$2.0 \cdot 10^3 \text{ Bq}/\text{m}^3 \rightarrow 3.0 \cdot 10^8 \text{ Bq}/\text{h}$ (bei $150'000 \text{ m}^3/\text{h}$)
Max / Nachweisgrenze	:	<1 (bei $250'000 \text{ m}^3/\text{h}$)

Der Mittelwert und der Maximalwert der Messreihe liegen unterhalb der Nachweisgrenze.

2.3.3 Aerosole

Minimaler Wert	:	$1.2 \cdot 10^3 \text{ Bq}/\text{h}$
Maximaler Wert	:	$1.7 \cdot 10^5 \text{ Bq}/\text{h}$
Mittelwert	:	$2.6 \cdot 10^3 \text{ Bq}/\text{h}$
Nachweisgrenze der Messung	:	$1.5 \cdot 10^{-2} \text{ Bq}/\text{m}^3 \rightarrow 2.3 \cdot 10^3 \text{ Bq}/\text{h}$ (bei $150'000 \text{ m}^3/\text{h}$)
Max / Nachweisgrenze	:	45 (bei $250'000 \text{ m}^3/\text{h}$)

Der Mittelwert der Messreihe liegt auf der Nachweisgrenze. Der maximale Messwert entspricht der 45-fachen Nachweisgrenze und liegt in der Revision. Die Variation der Aerosolmesswerte in der Revisionsperiode erfolgt während den Revisionsarbeiten im Containment, infolge Ansaugens bodennaher natürlicher Radionuklide aus der Umgebung.

2.3.4 Jod

Minimaler Wert	:	$1.2 \cdot 10^4 \text{ Bq}/\text{h}$
Maximaler Wert	:	$2.4 \cdot 10^4 \text{ Bq}/\text{h}$
Mittelwert	:	$1.5 \cdot 10^4 \text{ Bq}/\text{h}$
Nachweisgrenze der Messung	:	$1.0 \cdot 10^{-1} \text{ Bq}/\text{m}^3 \rightarrow 1.5 \cdot 10^4 \text{ Bq}/\text{h}$ (bei $150'000 \text{ m}^3/\text{h}$)
Max / Nachweisgrenze	:	1 (bei $250'000 \text{ m}^3/\text{h}$)

Der Mittelwert und der Maximalwert der Messreihe entsprechen der Nachweisgrenze.



3 KKG

3.1 Allgemeines

Die Kurzzeitabgabelimiten für KKG betragen für:

Edelgase	$2.0 \cdot 10^{13}$ Bq/Tag
Jod-131	$2.0 \cdot 10^9$ Bq/Woche
Aerosole	$7.0 \cdot 10^8$ Bq/Woche

Die Bilanzierung der Edelgase erfolgt im KKG aufgrund der kontinuierlichen β -Gesamtmessung. Die Messwertverläufe der Edelgasmessungen repräsentieren in diesem Fall die bilanzierten Abgaben. Der Vergleich mit anderen Bilanzierungsmethoden (KKL, KKM) zeigt, dass diese Abgaben durch die Online-Messung konservativ ausgewiesen werden.

Die Bilanzierung der Aerosol- und Jodabgaben erfolgen durch eine Gammaskopimetrische Auswertung der kontinuierlich sammelnden Wochenfilter. Durch das Auswerten in einem Low-Level-Messplatz mit längeren Messzeiten liegen die Nachweisgrenzen deutlich tiefer als in den Online-Messungen. Die Messwertverläufe der Aerosol- und Jodabgaben lassen qualitative Rückschlüsse auf die Abgaben zu.

3.2 Messwertverlauf KKG

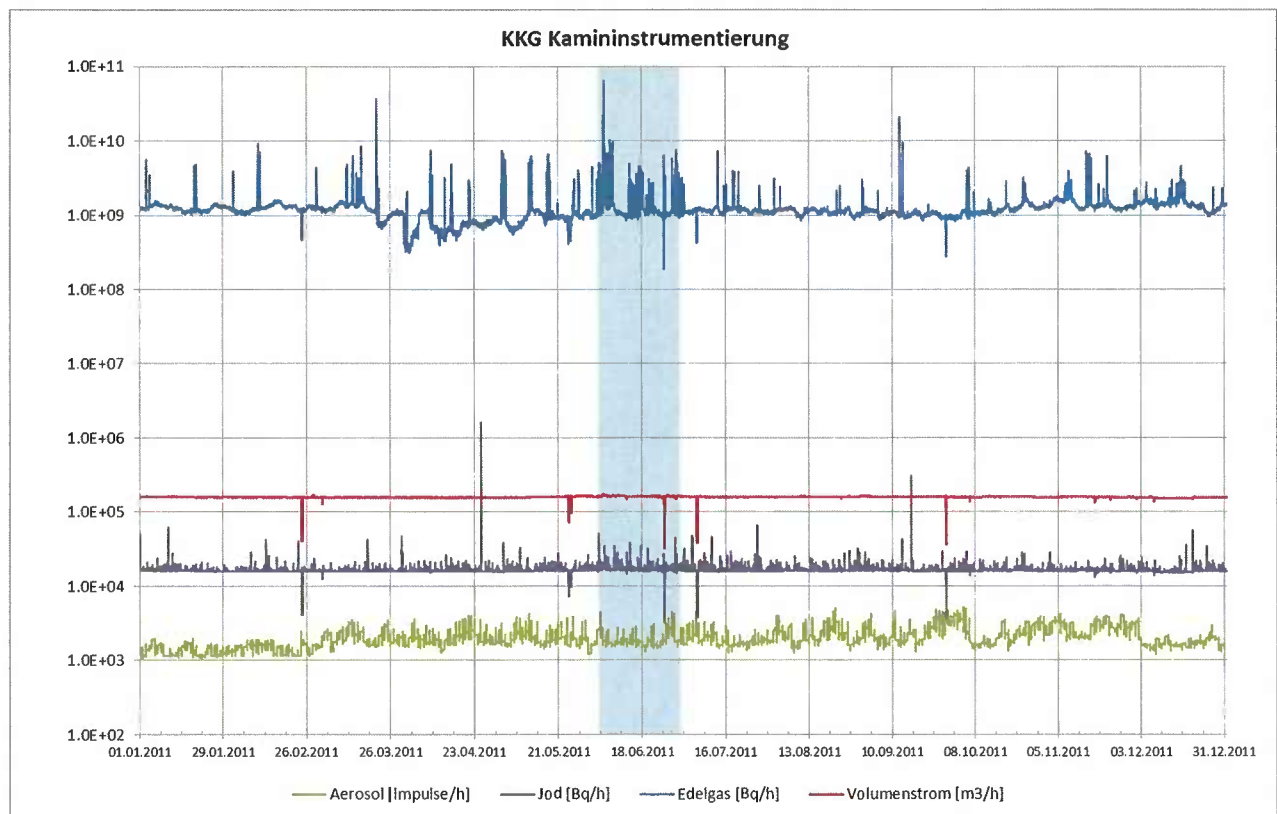


Abbildung 3 Verlauf der Messwerte Kamininstrumentierung KKG 2011



3.2.1 Fortluftvolumenstrom

Minimaler Wert	:	$3.2 \cdot 10^4 \text{ m}^3/\text{h}$
Maximaler Wert	:	$1.7 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$
Mittelwert	:	$1.6 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$

Der Fortluftvolumenstrom ist über das ganze Jahr sehr konstant und zeigt nur sehr kurze Abweichungen in Richtung Verringerung des Volumenstroms. Da die Abgaberraten (Bq/h) durch Multiplikation der Konzentration mit dem Fortluftvolumenstrom berechnet werden, verändert sich die Abgaberrate, wenn sie im Bereich der Nachweisgrenze liegt, proportional mit dem Volumenstrom.

3.2.2 Edelgase

Minimaler Wert	:	$1.9 \cdot 10^8 \text{ Bq/h}$
Maximaler Wert	:	$6.3 \cdot 10^{10} \text{ Bq/h}$
Mittelwert	:	$1.3 \cdot 10^9 \text{ Bq/h}$
Nachweisgrenze der Messung	:	$2.0 \cdot 10^3 \text{ Bq/m}^3 \rightarrow 3.2 \cdot 10^8 \text{ Bq/h}$ (bei $160'000 \text{ m}^3/\text{h}$)
Max / Nachweisgrenze	:	197

Der Mittelwert der Messreihe beträgt das Vierfache der Nachweisgrenze und der Maximalwert, welcher zu Beginn der Revision liegt, erreicht das 200-fache der Nachweisgrenze. Es sind diverse Erhöhungen gegenüber dem Normalpegel um Faktor 2 bis 5 in der Messreihe zu sehen. Dies hängt jeweils mit dem betrieblich bedingten Spülgaszufluss aus dem nuklearen Abgassystem zum Abluftkamin zusammen. Der Anstieg der Edelgasmesswerte zu Beginn der Revision ist zurückzuführen auf das Spülen und Evakuieren des Reaktorkühlkreislaufes.

3.2.3 Aerosole

Minimaler Wert	:	$1.0 \cdot 10^3 \text{ iph}$
Maximaler Wert	:	$5.1 \cdot 10^3 \text{ iph}$
Mittelwert	:	$2.0 \cdot 10^3 \text{ iph}$
Nachweisgrenze der Messung	:	$1.8 \cdot 10^3 \text{ iph}$
Max / Nachweisgrenze	:	2.8

Die Messwerte liegen in der Form ips (Impulse pro Sekunde) vor. Durch Multiplikation mit 3600 wurden sie auf die Form iph (Impulse pro Stunde) gebracht. Der Umrechnungsalgorithmus „Anstieg von 5 ips gemittelt über 10 min $\cong 500 \text{ Bq/m}^3$ (1CA Co-60)“ ermöglicht die Bestimmung des Messwertes als Aktivitätsabgabe.

3.2.4 Jod

Minimaler Wert	:	$3.2 \cdot 10^3 \text{ Bq/h}$
Maximaler Wert	:	$1.6 \cdot 10^6 \text{ Bq/h}$
Mittelwert	:	$1.7 \cdot 10^4 \text{ Bq/h}$
Nachweisgrenze der Messung	:	$3.0 \cdot 10^{-1} \text{ Bq/m}^3 \rightarrow 5.0 \cdot 10^4 \text{ Bq/h}$ (bei $160'000 \text{ m}^3/\text{h}$)
Max / Nachweisgrenze	:	32

Der Mittelwert der Jodmesswerte liegt unterhalb der Nachweisgrenze. Die Messwerte sind gekennzeichnet durch den Verlauf an der unteren Messbereichsgrenze. Der maximale Messwert beträgt die 32-fache Nachweisgrenze und liegt ausserhalb der Revisionsperiode. Die vereinzelt



erhöhten Messwerte sind einzelne Stundenwerte, welche betrieblich bedingten Abgaben zugeordnet werden können.

4 KKL

4.1 Allgemeines

Für die Messwertverläufe der Edelgas- und Aerosolmesswerte sind jeweils 2 Messstellen ausgewiesen. Für den Fortluftvolumenstrom sind 3 Messstellen ausgewiesen. Für die Auswertung der Daten wurde der Mittelwert der Messstellen gebildet.

Die Kurzzeitabgabelimiten für KKL betragen für:

Edelgase	$4.0 \cdot 10^{13}$ Bq/Tag
Jod-131	$4.0 \cdot 10^9$ Bq/Woche
Aerosole	$2.0 \cdot 10^9$ Bq/Woche

Die Bilanzierung der Edelgasabgaben erfolgt im KKL über die Gammaskpektrometrische Auswertung von Proben aus der Kaminabluft. Diese Proben werden an jedem Arbeitstag erhoben und das Analyseergebnis der Probe wird mit der ausgestossenen Luftmenge zur Aktivitätsabgabe verrechnet. Zusätzlich zu diesen gleichmässigen Aktivitätsabgaben werden noch so genannte Transienten in der Aufzeichnung der Edelgasmonitore in die Bilanzierung mit eingerechnet. Die Bilanzierung der Aerosol- und Jodabgaben erfolgen durch eine Gammaskpektrometrische Auswertung der kontinuierlich sammelnden Wochenfilter. Durch das Auswerten in einem Low-Level-Messplatz mit längeren Messzeiten liegen die Nachweisgrenzen deutlich tiefer als in den Online-Messungen. Der Messwertverlauf der Edelgas-, Aerosol- und Jodmonitore lässt deshalb nur eine qualitative Betrachtung der Abgaben über den Kamin zu. Ein direkter quantitativer Bezug zu den bilanzierten Werten ist nicht möglich. Im Jahr 2011 sind in 2 Zeitperioden schwache Erhöhungen der Messwerte zu sehen. Mitte April ist ein leichter Anstieg zu sehen, welcher auf eine als Vorkommnis gemeldete Leckage einer Dampfleitungsentwässerung zurückzuführen ist (ENSI VK 00212). Zu Beginn Oktober ist ein weiterer leichter Anstieg der Messwerte zu sehen, welcher auf eine Leckage an einer Heizdampfmenge messung zu einem Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer zurückzuführen ist. Die Erhöhungen führten zu keinen Limitenverletzungen.

4.2 Messwertverlauf KKL

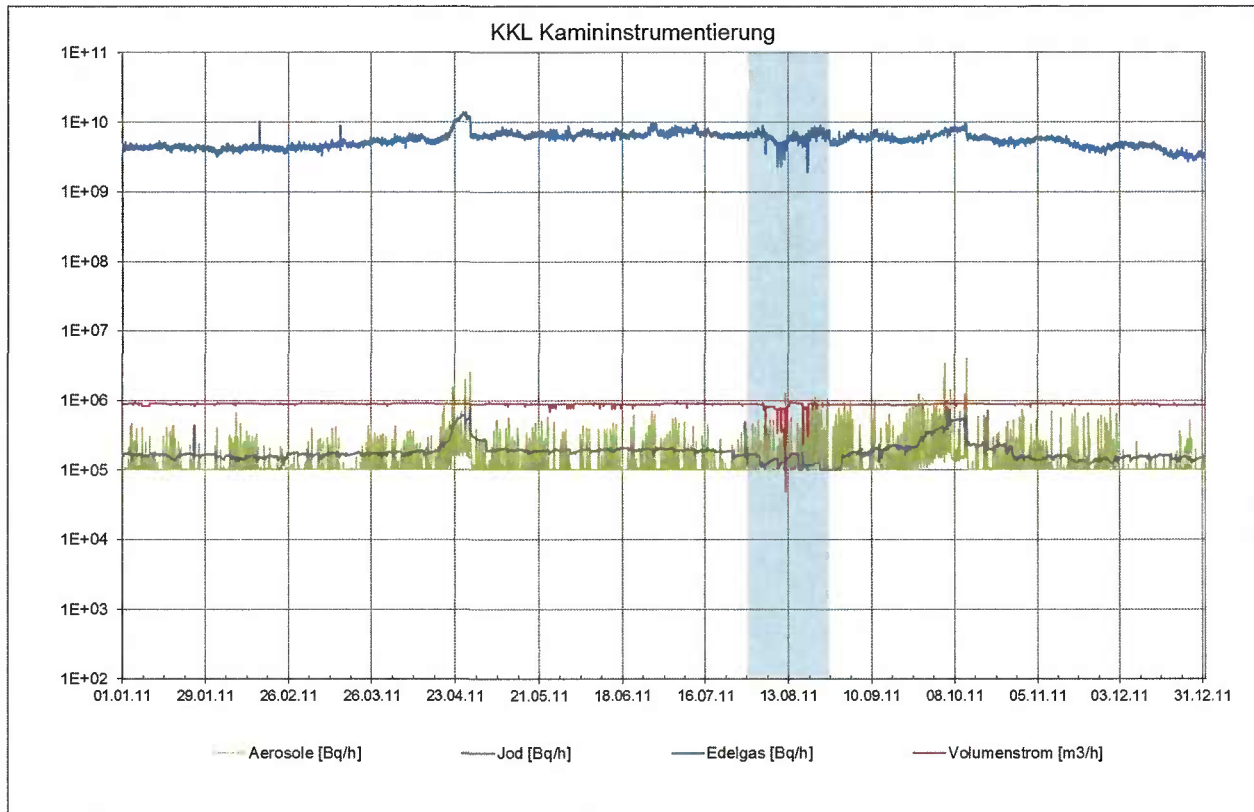


Abbildung 4 Verlauf der Messwerte Kamininstrumentierung KKL 2011

4.2.1 Fortluftvolumenstrom

Minimaler Wert	:	$5.11 \cdot 10^4 \text{ m}^3/\text{h}$
Maximaler Wert	:	$9.71 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$
Mittelwert	:	$8.86 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$

Nahezu konstanter, hoher Fortluftvolumenstrom mit kurzen Schwankungen während der Revisionsperiode bedingt durch Revisionsarbeiten.



4.2.2 Edelgase

Minimaler Wert	:	$2.0 \cdot 10^9$ Bq/h	
Maximaler Wert	:	$1.4 \cdot 10^{10}$ Bq/h	
Mittelwert	:	$5.7 \cdot 10^{09}$ Bq/h	
Nachweisgrenze der Messung	:	$2.8 \cdot 10^3$ Bq/m ³ -> $2.5 \cdot 10^9$ Bq/h (bei 890'000 m ³ /h)	
Max / Nachweisgrenze	:	6	

Der Mittelwert entspricht etwa der doppelten Nachweisgrenze und der Maximalwert liegt in der Grössenordnung der sechsfachen Nachweisgrenze.

4.2.3 Aerosole

Minimaler Wert	:	$1.0 \cdot 10^5$ Bq/h	
Maximaler Wert	:	$4.0 \cdot 10^6$ Bq/h	
Mittelwert	:	$1.7 \cdot 10^5$ Bq/h	
Nachweisgrenze der Messung	:	$1.0 \cdot 10^{-1}$ Bq/m ³	-> $8.9 \cdot 10^4$ Bq/h (bei 890'000 m ³ /h)
Max / Nachweisgrenze	:	45	

Der Mittelwert entspricht etwa der doppelten Nachweisgrenze. Der maximale Messwert entspricht der 45-fachen Nachweisgrenze. Die grössten Variationen in der Aerosolüberwachung ergeben sich aufgrund der Akkumulation natürlicher und kurzlebiger radioaktiver Nuklide auf den Bilanzierungsfiltern.

4.2.4 Jod

Minimaler Wert	:	$1.0 \cdot 10^5$ Bq/h	
Maximaler Wert	:	$9.2 \cdot 10^5$ Bq/h	
Mittelwert	:	$1.9 \cdot 10^5$ Bq/h	
Nachweisgrenze der Messung	:	$3.0 \cdot 10^{-1}$ Bq/m ³	-> $2.7 \cdot 10^5$ Bq/h (bei 890'000 m ³ /h)
Max / Nachweisgrenze	:	3	

Der Mittelwert liegt unterhalb der Nachweisgrenze. Der Maximalwert der Messreihe entspricht der dreifachen Nachweisgrenze.

5 KKM

5.1 Allgemeines

Für die Messwertverläufe der Edelgas- und Aerosolmesswerte sind jeweils 2 Messstellen ausgewiesen. Für die Auswertung der Daten wurde der Mittelwert der Messstellen gebildet.

Die Kurzzeitabgabegrenzen für KKM betragen für:

Edelgase	$2.0 \cdot 10^{14}$ Bq/Tag
Jod-131	$4.0 \cdot 10^9$ Bq/Woche
Aerosole	$2.0 \cdot 10^9$ Bq/Woche

Die Bilanzierung der Edelgasabgaben erfolgt im KKM über eine gammaspektrometrische Auswertung von Proben aus der Kaminabluft. Diese Proben werden arbeitstäglich erhoben und das

Analyseergebnis der Probe wird mit der ausgestossenen Luftmenge zur Aktivitätsabgabe verrechnet. Sollte es zwischen zwei Probenahmen zu einer diskontinuierlichen Edelgasemission kommen (Transiente), wird eine solche Abgabe zusätzlich in der Bilanzierung erfasst. Die Bilanzierung der Aerosol- und Jodabgaben erfolgen durch eine gammaspektrometrische Auswertung der kontinuierlich sammelnden Wochenfilter. Durch das Auswerten mit einem Gammamessplatz mit längeren Messzeiten liegen die Nachweisgrenzen deutlich tiefer als in den Online-Messungen. Die Messwertverläufe der Edelgas-, Aerosol- und Jodmonitore lassen deshalb nur eine qualitative Betrachtung der Abgaben über den Kamin zu.

5.2 Messwertverlauf KKM

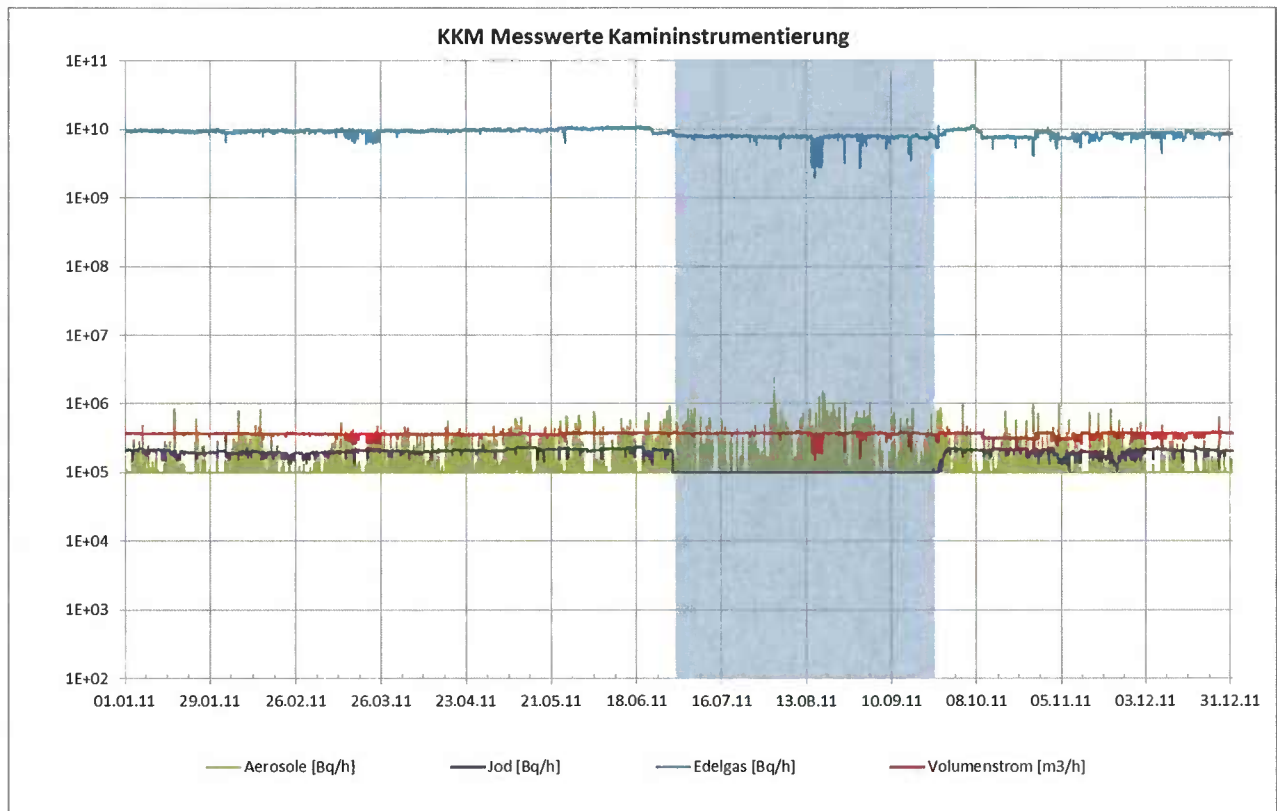


Abbildung 5 Verlauf der Messwerte Kamininstrumentierung KKM 2011

5.2.1 Fortluftvolumenstrom

Minimaler Wert	:	$1.53 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$
Maximaler Wert	:	$3.75 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$
Mittelwert	:	$3.71 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{h}$

Der Fortluftvolumenstrom ist praktisch konstant. Die Absenkung im Frühjahr und in der Jahresrevision ist auf periodische Unterhaltsarbeiten an den Lüftungsanlagen (Lüftungsrevision) zurückzuführen, jene Ende des Jahres der temporären Ausserbetriebnahme einzelner Lüfter.



5.2.2 Edelgase

Minimaler Wert	:	$2.0 \cdot 10^9$ Bq/h	
Maximaler Wert	:	$1.1 \cdot 10^{10}$ Bq/h	
Mittelwert	:	$8.8 \cdot 10^9$ Bq/h	
Nachweisgrenze der Messung	:	$2.5 \cdot 10^4$ Bq/m ³	-> $9.2 \cdot 10^9$ Bq/h (bei 370'000 m ³ /h)
Max / Nachweisgrenze	:	1.2	

Der Mittelwert entspricht der Nachweisgrenze und der Maximalwert liegt leicht darüber. Aufgrund der Umrechnung der Messwerte in Bq/h geht das Fortluftvolumen direkt in den Abgabewert mit ein. Da die Abgaberraten (Bq/h) durch Multiplikation der Konzentration mit dem Fortluftvolumenstrom berechnet werden, verändert sich die Abgaberrate, wenn sie im Bereich der Nachweisgrenze liegt, proportional mit dem Volumenstrom.

5.2.3 Aerosole

Minimaler Wert	:	$1.0 \cdot 10^5$ Bq/h	
Maximaler Wert	:	$2.5 \cdot 10^6$ Bq/h	
Mittelwert	:	$1.5 \cdot 10^5$ Bq/h	
Nachweisgrenze der Messung	:	$3.0 \cdot 10^{-1}$ Bq/m ³	-> $1.1 \cdot 10^5$ Bq/h (bei 370'000 m ³ /h)
Max / Nachweisgrenze	:	23	

Der Mittelwert entspricht rund dem dreifachen der Nachweisgrenze und der Maximalwert ist etwa 20mal höher. Die grössten Variationen in der Aerosolüberwachung ergeben sich aufgrund der Akkumulation natürlicher und kurzlebiger radioaktiver Nuklide auf den Bilanzierungsfiltern.

5.2.4 Jod

Minimaler Wert	:	$1.0 \cdot 10^5$ Bq/h	
Maximaler Wert	:	$2.9 \cdot 10^5$ Bq/h	
Mittelwert	:	$1.8 \cdot 10^5$ Bq/h	
Nachweisgrenze der Messung	:	$5.0 \cdot 10^{-1}$ Bq/m ³	-> $1.9 \cdot 10^5$ Bq/h (bei 370'000 m ³ /h)
Max / Nachweisgrenze	:	2	

Der Mittelwert entspricht sowohl beim Normalbetrieb als auch in der Jahresrevision der Nachweisgrenze. Diese wird u. a. durch die Untergrundstrahlung beeinflusst. Ausserhalb des Leistungsbetriebes ist die Nachweisgrenze darum etwas niedriger. Im Leistungsbetrieb steigt die Nachweisgrenze von $1.0 \cdot 10^5$ Bq/h auf ca. $2.0 \cdot 10^5$ Bq/h an.



6 Zusammenfassung

Für die Berechnung der Dosis für Einzelpersonen der Bevölkerung verwendet das ENSI die bilanzierten Abgaben der einzelnen Werke. Das ENSI überprüft die Bilanzierung der Werke durch Inspektionen und mit Kontrollmessungen im eigenen Labor, das nach ISO-17025 akkreditiert ist. Der direkte Vergleich von Messwerten der Kamininstrumentierungen mit den bilanzierten Abgaben ist aus den in den einzelnen Kapiteln beschriebenen, messtechnischen Gründen nicht möglich. Die Messwerte der Kamininstrumentierung, welche häufig im Bereich der Nachweisgrenzen liegen, dienen in erster Linie der Überwachung von voreingestellten Alarmierungswerten.

Die in Deutschland beobachteten Anstiege der Edelgasmesswerte zu Beginn einer Revision, konnten in den Schweizer Kernanlagen in den Druckwasserreaktoren KKG und KKB1 nur in abgeschwächter Form beobachtet werden. Der maximale Edelgasmesswert von KKG wurde am 05.06.2011 ausgewiesen. Die zeitintegrierte Summe der Edelgasmesswerte des ganzen Tages schöpft die Kurzzeitabgabelimite für Edelgase zu 1,4% aus. Der maximale Edelgasmesswert des Werkes KKB1 wurde am 09.06.2011 ausgewiesen. Die zeitintegrierte Summe der Edelgasmesswerte des ganzen Tages schöpft die Kurzzeitabgabelimite für Edelgase zu 0.004% aus.