

8.3 MADUK

Messnetz zur automatischen Dosisleistungsüberwachung in der Umgebung der Kernkraftwerke

B. Bucher, R. Habegger, J. Löhle

Eidg. Nuklearsicherheitsinspektorat, Industriestrasse 19, Brugg

Zusammenfassung

Das MADUK-System (**M**essnetz zur **a**utomatischen **D**osisleistungsüberwachung in der **U**mgebung der **K**ernkraftwerke) misst und überwacht die Dosisleistung in der Umgebung der Kernkraftwerke ganzjährig rund um die Uhr. Es dient der Beweissicherung für die Behörden und zur Schaffung von Transparenz gegenüber der Öffentlichkeit. Ebenso ermöglicht es das Erkennen von Betriebsstörungen und Unfällen, da Erhöhungen gegenüber den natürlichen Dosiswerten im ENSI automatisch angezeigt werden.

Die Messwerte im Jahr 2023 lagen im üblichen Rahmen wie in früheren Jahren. Alle registrierten Erhöhungen waren auf Washout-Effekte natürlicher Radionuklide zurückzuführen. Erhöhte Ortsdosisleistungswerte, die auf Abgaben der Kernkraftwerke zurückzuführen waren, wurden keine festgestellt.

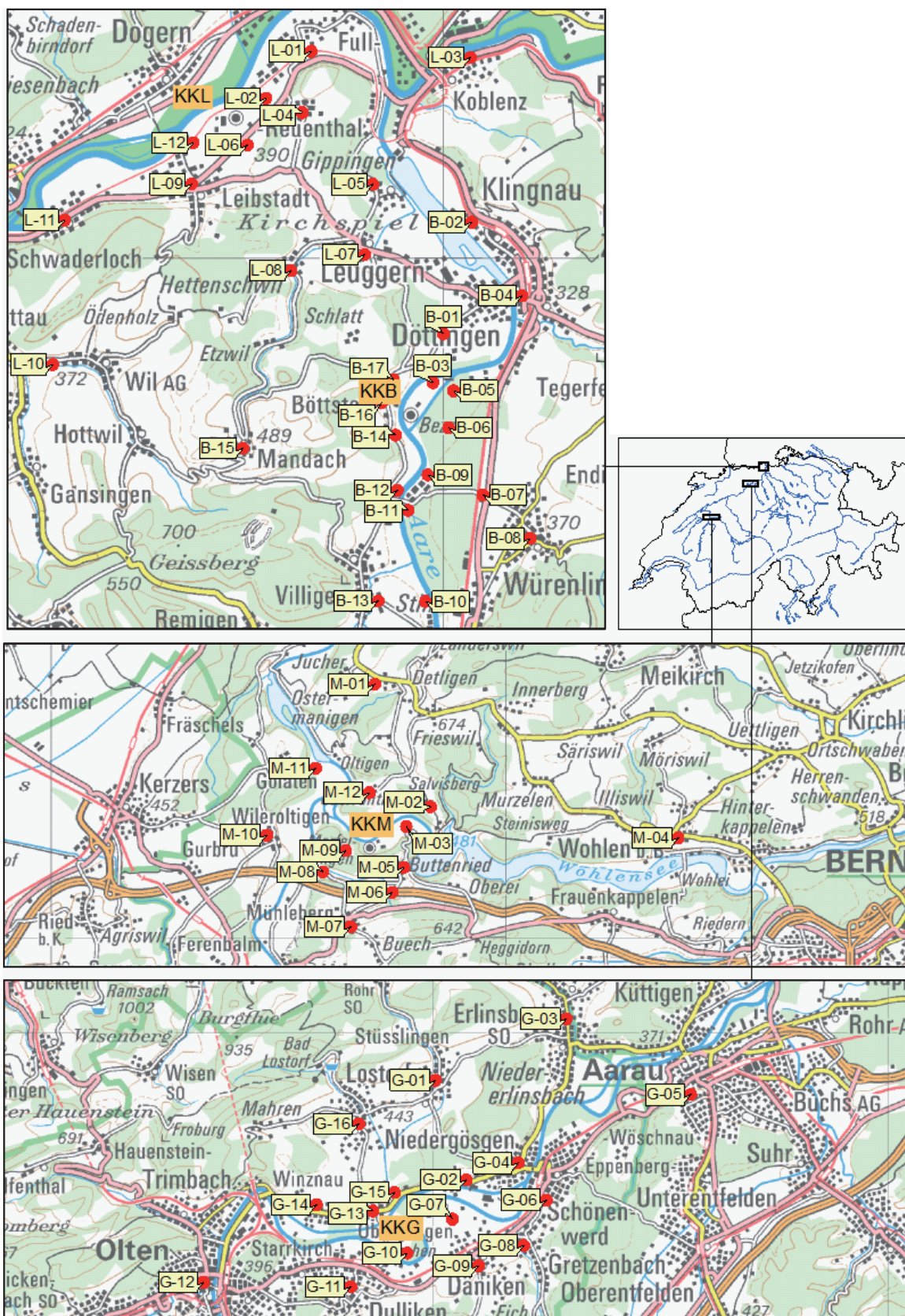
Übersicht

Das **MADUK**-System (**M**essnetz zur **a**utomatischen **D**osisleistungsüberwachung in der **U**mgebung der **K**ernkraftwerke) inklusive der Einrichtungen zur Übernahme von **Anlageparametern (ANPA)** und **Kaminemissionswerten (EMI)** aus den Kernkraftwerken wurde im Laufe des Jahres 1993 aufgebaut und ab Frühling 1994 in den operationellen Betrieb überführt. Da das System die Dosisleistung $H^*(10)$ in der Umgebung der Kernkraftwerke ganzjährig rund um die Uhr misst und überwacht, dient es der Beweissicherung für die Behörden und gegenüber der Öffentlichkeit. Ebenso ermöglicht es das Erkennen von Betriebsstörungen und Unfällen, da Erhöhungen gegenüber den natürlichen Dosiswerten ab einem vordefinierten Schwellenwert im ENSI automatisch gemeldet werden. Bei einem Störfall unterstützt MADUK/ANPA die Notfallorganisation bei der Beurteilung des Anlagenzustandes (ANPA- und EMI-Daten), bei der Bestimmung des betroffenen Gebietes und bei der Einschätzung der möglichen Massnahmen. Zudem trägt MADUK mit einem schnellen Datenaustausch der Dosisleistungsdaten zur erfolgreichen Zusammenarbeit mit den involvierten Behörden bei.

Das MADUK-Netz zur Messung der Dosisleistungen besteht aus insgesamt 57 Immissionsmessstationen in

der Umgebung der vier Kernkraftwerke. Die Messsonden des MADUK-Systems komplettieren und ergänzen das gesamtschweizerische Messnetz zur Radioaktivitätsüberwachung, das mit dem NADAM-Netz auf weitere 76 Messstationen zählen kann. Die Geiger-Müller-Zählrohre in den Sonden ermitteln die Gamma-Dosisleistung im Messbereich von 10 nSv/h (Niederdosiszählrohr) bis 10 Sv/h (Hochdosiszählrohr). Die MADUK-Zentrale des ENSI verarbeitet und archiviert die Daten, sorgt im Bedarfsfall für eine sofortige Alarmierung der ENSI-Notfallorganisation und sichert die Daten langfristig. Zudem erfolgt ein permanenter Datenaustausch mit externen Partnern wie die Nationale Alarmzentrale (NAZ) und die Kernreaktorfernüberwachung Baden-Württemberg. Die Figur 1 zeigt die Standorte der Messsonden in der Umgebung der Kernkraftwerke.

Die Daten von MADUK können mittels einer speziellen Software auf bestimmten Windows-Arbeitsplatzrechnern im ENSI visualisiert werden. Auf der Internetseite www.ensi.ch/de/messwerte-radioaktivitat/ sind alle seit 1994 archivierten Tages-, Stunden- und Zehnminutenmittelwerte der MADUK Stationen abrufbar.



Figur 1:
Die vier Messringe von MADUK. Kartendaten PK200 © Bundesamt für Landestopografie.

Systeminstandhaltung und -ergänzung

Im Jahr 2023 wurden die Erfassungsrechner für die ANPA-/EMI-Daten in den Kernkraftwerken KKB, KKG und KKL ersetzt. Zudem wurden die Netzwerkanbindungen auf Glasfaser migriert, um die Ausfallsicherheit im Falle eines Stromnetzausfalls zu erhöhen. Ab September 2023 befanden sich nach dem Abtransport ins ZWILAG keine Brennelemente mehr auf dem Werksareal von KKM. Für die Beurteilung der in der Stilllegungsphase 2 noch möglichen Störfälle sind die ANPA- und EMI-Daten nicht mehr relevant. Deshalb wurde die Übertragung der entsprechenden Daten von KKM Ende September eingestellt und die Geräte in der Folge zurückgebaut. Die MADUK-Messsonden beim KKM sind weiterhin in Betrieb.

Systemverfügbarkeit und Störungen

Die Systemverfügbarkeit ist bei MADUK von besonderer Bedeutung, da das System eine kontinuierliche Überwachung gewährleisten muss, die auch von der Öffentlichkeit wahrgenommen wird. Mit der Kenngrösse «Systemverfügbarkeit» wird die Einsatztauglichkeit des Gesamtsystems MADUK beurteilt: Systemstörungen, die zu wesentlichen Nutzungseinschränkungen des Systems geführt haben, erfasst das ENSI als Ausfallzeit in Stunden.

Die Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Störungen mit permanentem Datenverlust an den MADUK-Messstationen.

Die Messstationen liefen auch im Jahr 2023 grösstenteils zuverlässig. Aufgrund von Qualitätsproblemen beim Hochdosiszählrohr befanden sich 2023 zehn Messsonden in der Reparatur. Dies führte im dritten Quartal zu Engpässen beim Reservematerial, aber glücklicherweise nicht zu längeren Ausfällen von Messstationen. Mit dem Eintreffen der reparierten Sonden anfangs Dezember entspannte sich die Situation wieder. Am 11. Oktober ab ca. 11:00 Uhr lieferte die Messstation L-03 um rund 10 % erhöhte Messwerte. Dies fiel bei der täglichen Routineprüfung der Daten ab 12. Oktober auf. Die Detailprüfung der Sonden Daten zeigte zudem, dass die Sonde zum entsprechenden Zeitpunkt ein Schock-Ereignis aufgezeichnet hat. Am 13. Oktober wurde die Situation vor Ort überprüft, wobei festgestellt wurde, dass die Sonde umgefahren worden war und am Boden lag. Die Befestigungsschrauben waren ausgerissen. Die Sonde wurde beim ENSI repariert und geprüft und anschliessend wieder bei der Station L-03 montiert. Der Schadenverursacher konnte nicht festgestellt werden.

Im Berichtsjahr lag die gemäss Managementhandbuch des ENSI bestimmte Systemverfügbarkeit bei 99.8 % (Verfügbarkeit der ANPA- und EMI-Daten eingerechnet).

Tabelle 1:

Auflistung der Störungen bei den MADUK-Messstationen mit permanentem Datenverlust.

Station	Störungsdauer [h]	Permanenter Datenverlust [h]	Ursache
M-10	43.3	43.3	Defekte Messsonde
L-03	143.0	143.0	Messsonde umgefahren
G-02	6.4	6.4	Defekte Messsonde

Tabelle 2:

Auflistung der Schwellwertüberschreitungen durch die Nettodosisleistung im Jahr 2023.

Datum	Station	Dauer [h]	Max. ND [nSv/h]	Max. OD [nSv/h]
13.05.2023 18:50	M-04	0.3	52	140
23.05.2023 02:10	L-03	0.2	51	151
24.08.2023 19:00	G-12	0.3	54	148
28.08.2023 15:10	G-03	0.2	52	203
28.08.2023 15:00	G-07	0.5	58	196

Die Verfügbarkeit der Dosisleistungsdaten aller MADUK-Stationen im Archiv betrug 99.9 %.

Qualitätssicherung

Die Aufgaben im Bereich der Qualitätssicherung basieren auf dem Qualitätsmanagementsystem des ENSI. Dadurch ist gewährleistet, dass alle Aufgaben im Zusammenhang mit dem Betrieb, der Wartung und der Instandhaltung/Erneuerung qualitätsgesichert und nachvollziehbar bearbeitet werden.

Im dritten Quartal 2023 erfolgte wie üblich eine jährliche Funktionsprüfung der Messsonden mit Hilfe einer radioaktiven Quelle. Alle Messsonden erfüllten die Prüfkriterien.

Als weitere qualitätssichernde Massnahme führt das ENSI üblicherweise Messungen mittels In-Situ-Gammaspektrometrie bei den Messstationen durch. Im Jahr 2023 erfolgten die Messungen an den MADUK-Standorten der Messringe des KKB und des KKM. Bei allen Messungen konnten keine Immissionen der Kernanlagen nachgewiesen werden.

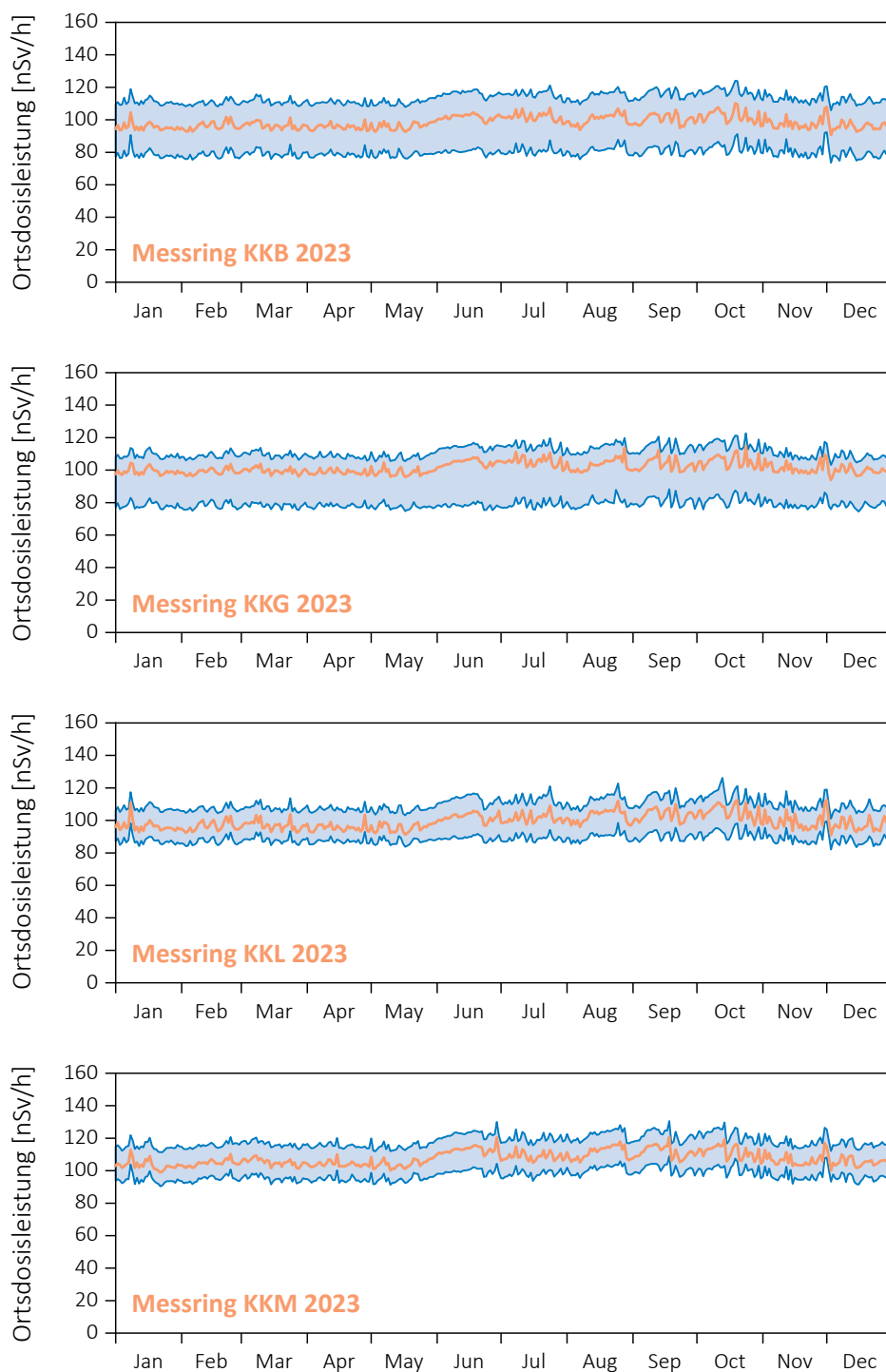
Messergebnisse

Im Jahr 2023 verzeichneten die Messstationen insgesamt fünf Verletzungen des Nettodosisleistungsschwellwertes von 50 nSv/h (Tabelle 2). Alle Erhöhungen waren

aufgrund von gleichzeitig registriertem Niederschlag und/oder dem für Radonfolgeprodukte typischen Abklingverhalten auf Washout von natürlichen Radionukliden zurückzuführen.

Die Figur 2 zeigt die Maxima, die Minima und die Medianwerte der Tagesmittelwerte der jeweiligen Messringe im Berichtsjahr in den Umgebungen der Kernkraftwerke.

Das ENSI stellte keine erhöhten Ortsdosisleistungswerte fest, die auf Abgaben der KKW zurückzuführen waren.



Figur 2:

Maxima, Minima und Medianwerte der Tagesmittelwerte der Sonden der Messringe KKB, KKG, KKL und KKM im Jahr 2023.