8.3 MADUK

Messnetz zur automatischen Dosisleistungs-überwachung in der Umgebung der Kernkraftwerke

B. Bucher, R. Habegger, J. Löhle
Eidg. Nuklearsicherheitsinspektorat, Industriestrasse 19, Brugg

Zusammenfassung

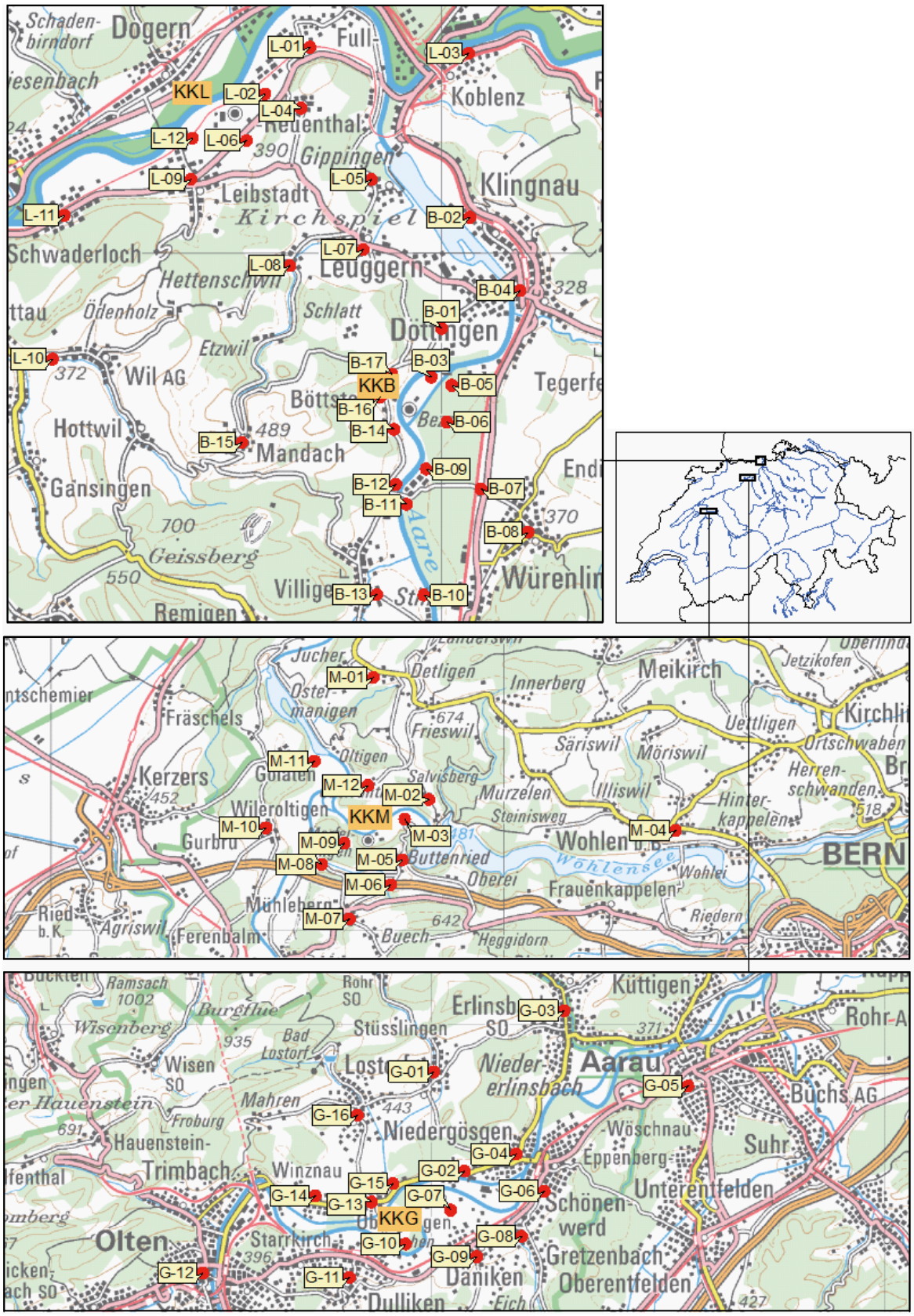
Das MADUK-System (Messnetz zur automatischen Dosisleistungsüberwachung in der Umgebung der Kernkraftwerke) misst und überwacht die Dosisleistung in der Umgebung der Kernkraftwerke ganzjährig rund um die Uhr. Es dient der Beweissicherung für die Behörden und zur Schaffung von Transparenz gegenüber der 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 2019 lagen im üblichen Rahmen wie in früheren Jahren. Alle registrierten Erhöhungen waren bis auf eine Ausnahme (Station B-12) auf Washout-Effekte natürlicher Radionuklide zurückzuführen. Bei der Station B-12, die sich beim Paul Scherrer Institut befindet, wurde am 30. Juli um 07:40 Uhr eine einzelne Schwellwertverletzung registriert. An der Meteostation am PSI wurde zu diesem Zeitpunkt kein Niederschlag registriert. Der erhöhte Messwert ist sehr wahrscheinlich auf Emissionen aus der Fortluftanlage des PSI West zurückzuführen, die bei bestimmten Kombinationen von Windgeschwindigkeit und Windrichtung an den Stationen B-11 und B-12 gemessen werden können.

Übersicht

Das MADUK-System (Messnetz zur automatischen Dosisleistungsüberwachung in der Umgebung der Kernkraftwerke) inklusive der Einrichtungen zur Übernahme von Anlageparametern (ANPA) und Kaminemissionswerten aus den Kernkraftwerken wurde im Laufe des Jahres 1993 aufgebaut und ab Frühling 1994 in den operationellen Betrieb überführt. Da das System die Dosisleistung 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 dem ENSI automatisch gemeldet werden. Bei einem Störfall unterstützt MADUK die Notfallorganisation bei der Bestimmung des betroffenen Gebietes und bei der Einschätzung der möglichen Massnahmen. Zudem trägt MADUK mit einem schnellen Datenaustausch 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 (Figur 1). 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 (Niederdosiszählrohre) bis 10 Sv/h (Hochdosiszählrohr).



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

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. Des Weiteren sorgen verschiedene Subsysteme für den Datenaustausch mit externen und internen Partnern: Nationale Alarmzentrale (NAZ) in Zürich, Kernreaktorfernüberwachung Baden-Württemberg sowie die Systeme ADAM (Notfallwerkzeug zur Analyse der Anlageparameter) und JRODOS/LASAT (Notfallwerkzeug zur Dosisprognose in der Umgebung) im ENSI.

Die Daten von MADUK können mittels einer speziellen Software auf bestimmten Windows-Arbeitsplatzrechnern im ENSI und in den Kernkraftwerken visualisiert werden. Auf der Internetseite www.ensi.ch unter Notfallschutz/Messwerte Radioaktivität sind alle seit 1994 archivierten Tages-, Stunden- und Zehnminutenmittelwerte der MADUK Stationen abrufbar.

Systeminstandhaltung und -ergänzung

Im Jahr 2019 wurden Erweiterungen beim Treiber für die Übernahme der Ausbreitungsrechnungen von JRODOS vorgenommen, um den Notfallschutzpartnern zusätzliche Informationen zur Verfügung stellen zu können. Bei den ANPA-/EMI-Daten wurden die übertragenen Parameter um Temperatur und Füllstand der Brennelementelagerbecken erweitert.

Im zweiten Quartal wurden die Prüfmuster der neuen Messsonden geliefert. Diese wurden auf die Einhaltung der Spezifikationen getestet. Gleichzeitig wurden die Messwertzentralen für die neuen Messsonden eingerichtet und im Zusammenspiel mit den Prüfmustern erfolgreich in Betrieb genommen. Ende November konnte die Freigabe für die Serienproduktion der Messsonden erfolgen. Die Prüfmuster wurden durch das METAS erfolgreich geeicht. Die erste Teillieferung der Messsonden ist für das erste Quartal 2020 vorgesehen. Ende 2019 ging auch noch der Treiber für die Übernahme der Messdaten in das bestehende MADUK-System in den Probebetrieb.

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, werden als Ausfallzeit in Stunden erfasst.

Tabelle 1:
Auflistung der Störungen bei den MADUK-Messstationen.

Station	Störungsdauer [h]	Permanenter Datenverlust [h]	Ursache
G-03	154.3	154.3	Defektes Netzteil
L-11	101.5	25.0	Defektes Netzkabel aufgrund Umbauarbeiten
B-01	93.0	14.5	Defektes Netzteil
G-09	128.7	55.5	Umbau am Standort
G-05	13.5	13.5	Defekte Messsonde
L-04	90.0	90.0	Defekte Messsonde
B-06	15.0	15.0	Blockierter Datenlogger
L-06	11.0	11.0	Arbeiten am Stromnetz
M-08	130.3	130.3	Defekte Messsonde

Die permanente Übertragung der Anlageparameter erreichte insgesamt wiederum eine hohe Verfügbarkeit. Im Berichtsjahr führten geplante Unterhaltsarbeiten seitens der Werke zu einem Unterbruch von 34.8 Stunden bei KKL. Ein Konfigurationsfehler bei der Integration neuer Datenpunkte für KKM führte auf Seiten des ENSI zu einem Unterbruch von 1.6 Stunden. Bei KKG wurden sieben Unterbrüche länger als eine Stunde registriert mit einer Gesamtdauer von 11.2 Stunden. Keiner der Unterbrüche dauerte länger als drei Stunden.

Die Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Störungen an den Messstationen mit Störungsdauer, permanentem Datenverlust und Ursache der Störung.

Die Stationselektronik lief auch im 2019 grösstenteils zuverlässig. Die Station G-03 fiel aufgrund eines defekten Netzteils über die Weihnachtstage und Neujahr 2018/2019 aus. Die Reparatur konnte erst anfangs Januar 2019 ausgeführt werden. Es verbleibt eine Datenlücke von 154.3 Stunden im Jahr 2019.

2019 waren wiederum diverse Kommunikationsunterbrüche zu den Messstationen von insgesamt 1'486.8 Stunden zu verzeichnen, deren Ursachen nicht immer festgestellt werden konnten. Davon entfielen 1'407.7 Stunden auf die Station L-11. Dort wurde im Zuge der Abschaltung des analogen Telefonnetzes auf einen Router via Mobilfunknetz migriert. Wie sich im Betrieb zeigte, war das Mobilfunksignal aber häufig für einen stabilen Betrieb zu schwach. Deshalb wurde anfangs Dezember die Station wieder auf einen Festnetzanschluss migriert. Eine Störung beim Provider führte bei den Stationen L-06 und L-12 zu einem Kommunikationsunterbruch von 1.5 Stunden. Bei den Stationen B-14, B-16, B-17, L-10 und M-10 waren Unterbrüche unbekannter Ursache von insgesamt 13.1 Stunden zu verzeichnen. Ein umgestürzter Baum beschädigte die Kommunikationsleitung der Station B-14. Die Reparatur konnte nach 41.5 Stunden abgeschlossen werden. Eine Störung in der Infrastruktur des Providers führte zu Kommunikationsunterbrüchen bei B-07 von 3.7 Stunden, bei B-17 von 3.3 Stunden und bei L-11 von 3.2 Stunden. Ein Stromausfall in Böttstein verursachte Unterbrüche zu den Stationen B-14, B-16 und B-17 während 2 Stunden. Bei allen Kommunikationsstörungen konnten die Daten nachträglich lückenlos archiviert werden.

Im Berichtsjahr lag die gemäss Managementhandbuch des ENSI bestimmte Systemverfügbarkeit bei 99.6% (Verfügbarkeit der ANPA- und EMI-Daten eingerechnet). Die Verfügbarkeit der Dosisleistungsdaten aller MADUK-Stationen im Archiv betrug 99.98%.

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. Die wesentlichen qualitätssichernden Massnahmen werden im Folgenden beschrieben.

Gemäss Art. 2 der Verordnung des EJPD über Messmittel für ionisierende Strahlung (StMmV) werden die MADUK Sonden vor einem ersten Einsatz geeicht. Die Eichung hat eine dreijährige Gültigkeit. Das Ansprechvermögen der Sonden wird zwischen den Eichungen mit halbjährlichen Funktionstests geprüft. Bei den Funktionstests werden mit Hilfe einer Prüfquelle die Resultate der Niederdosis- und Hochdosis-Zählrohre überprüft. Mit einer ^{137}Cs-Quelle werden erhöhte Werte bei jeder Sonde während ca. 40 Minuten produziert und mit Sollwerten verglichen. Gleichzeitig wird diese Sondenfunktionskontrolle auch für die Überprüfung der Datenübermittlung, der korrekten Archivierung im MADUK-Datenarchiv sowie der Alarmauslösung gemäss den festgelegten Schwellenwerten benutzt. Im Jahr 2019 wurden an jeder Sonde zwei Funktionsprüfungen durchgeführt. Bei den Funktionsprüfungen erfüllten alle Sonden, inklusive die Reservesonden, die Prüfkriterien.

Als weitere qualitätssichernde Massnahme wurden auch im Jahr 2019 Messungen mittels In-Situ-Gammaspektrometrie bei den Sonden der Messringe Gösgen und Leibstadt durchgeführt. Die Messwerte lagen im Bereich der früheren Jahre. Ausser ^{137}Cs vom Fallout der Atombombentests und des Tchernobyl-Unfalls konnten keine künstlichen Radionuklide nachgewiesen werden.

Messergebnisse

Im Jahr 2019 wurden insgesamt 13 Verletzungen des Nettodosisleistungsschwellenwertes von 50 nSv/h registriert (Tabelle 2). Davon waren 12 aufgrund von gleichzeitig registriertem Niederschlag und/oder dem für Radonfolgeprodukte typischen

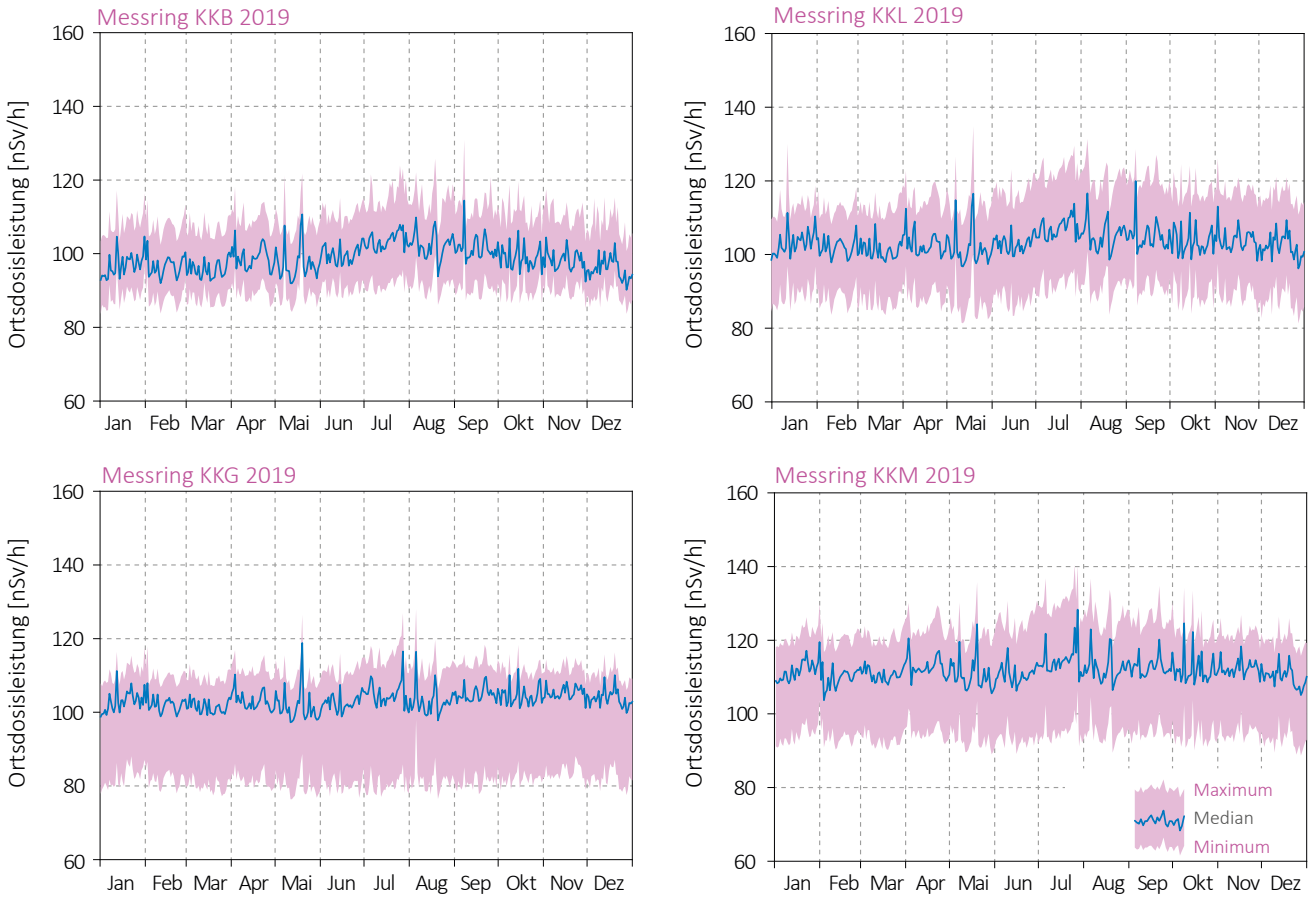
Tabelle 2:
Auflistung der Nettodosisleistungsschwellwertüberschreitungen im Jahr 2019.

Datum	Station	Dauer [h]	Max. NDL [nSv/h]	Max. ODL [nSv/h]
07.01.2019 07:50	L-02	1.2	61	158
10.05.2019 21:30	B-02	0.2	51	152
28.07.2019 03:20	M-01	0.2	51	180
28.07.2019 05:10	L-06	0.5	54	161
28.07.2019 05:20	G-10	0.2	52	160
28.07.2019 05:50	L-12	0.2	52	164
28.07.2019 06:50	G-15	0.5	68	161
28.07.2019 07:10	G-07	0.2	51	193
30.07.2019 07:40	B-12	0.2	53	159
30.07.2019 20:40	M-01	0.2	53	167
10.08.2019 05:30	G-08	0.2	50	169
20.08.2019 18:20	L-06	0.7	64	195
20.08.2019 18:30	L-02	0.2	61	183

Abklingverhalten auf Washout von natürlichen Radionukliden zurückzuführen. Zum Zeitpunkt der Erhöhung bei der Station B-12 am 30. Juli um 07:40 Uhr zeichnete die Niederschlagsmessung am Standort PSI keinen Niederschlag auf. Die Station B-11, welche sich ebenfalls auf dem PSI-Areal befindet, zeigte zum Zeitpunkt der Schwellenwertverletzung keine Erhöhung der Messwerte. Der erhöhte Messwert ist sehr wahrscheinlich auf Emissionen aus der Fortluftanlage des PSI West zurückzuführen, die bei bestimmten Kombinationen von Windgeschwindigkeit und Windrichtung an den Stationen B-11 und B-12 gemessen werden können. Auf Grund fehlender Messwerte für die Windsituation am Standort PSI (nur Prognosedaten vorhanden) ist eine abschliessende Aussage über die Ursache der Erhöhung nicht möglich.

Erhöhte Ortsdosisleistungswerte, die auf Abgaben der Kernkraftwerke zurückzuführen waren, wurden keine festgestellt.

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



Figur 2:
Wertebereiche aus Tagesmittelwerten für die Messringe KKB, KKG, KKL und KKM im Jahr 2019.

Chapitre / Kapitel 8

Surveillance des installations nucléaires : Emissions et Immissions
Überwachung der Kernanlagen : Emissionen und Immissionen

2019

- Emissions et Immissions
- Dose locale et débit de dose local
- ZWILAG
- Installations nucléaires et environnement
- CERN - rejets et environnement
- CERN - mesures OFSP

- Emissionen und Immissionen
- Ortsdosis und Ortsdosisleistung / MADUK
- ZWILAG
- Nukleare Anlagen und Umwelt
- CERN - Emissionen und Umwelt
- CERN - BAG-Messungen