

DIN EN ISO 18557



ICS 13.020.40; 27.120.30

Einsprüche bis 2019-10-23

Entwurf

**Charakterisierungsgrundsätze für mit Radionukliden kontaminierte Böden, Gebäude und Infrastrukturen zu Sanierungszwecken (ISO 18557:2017);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 18557:2019**

Characterisation principles for soils, buildings and infrastructures contaminated by radionuclides for remediation purposes (ISO 18557:2017);
German and English version prEN ISO 18557:2019

Principes de caractérisation des sols, bâtiments et infrastructures contaminés par des radionucléides, à des fins de réhabilitation (ISO 18557:2017);
Version allemande et anglaise prEN ISO 18557:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-08-23 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nmp@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin, Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 96 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Der Text von ISO 18557:2017 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 85 „Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als prEN ISO 18557:2019 durch das Technische Komitee CEN/TC 430 „Kernenergie, Kerntechnik und Strahlenschutz“ übernommen, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 062-07-46 AA „Reststofffragen“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP) verantwortlich.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 2889:2010	siehe	DIN ISO 2889:2012-07
ISO 3534-2:2006	siehe	DIN ISO 3534-2:2013-12
ISO 7503-1:2016	siehe	DIN ISO 7503-1:2017-12
ISO 7503-2:2016	siehe	DIN ISO 7503-2:2017-12
ISO 7503-3:2016	siehe	DIN ISO 7503-3:2017-12
ISO 10381-4:2003	siehe	DIN ISO 10381-4:2004-04
ISO 10381-5:2005	siehe	DIN ISO 10381-5:2007-02
ISO 10381-6:2009	siehe	DIN ISO 10381-6:2009-09
ISO 10381-7:2005	siehe	DIN ISO 10381-7:2007-10 (ist zurückgezogen)
ISO 18589-1:2005	siehe	DIN ISO 18589-1:2009-02
ISO 18589-2:2015	siehe	DIN EN ISO 18589-2:2017-12
ISO 18589-3:2015	siehe	DIN EN ISO 18589-3:2017-12
ISO 18589-4:2009	siehe	DIN ISO 18589-4:2010-06
ISO 18589-5:2009	siehe	DIN ISO 18589-5:2010-06
ISO 18589-6:2009	siehe	DIN ISO 18589-6:2010-06
ISO 18589-7:2013	siehe	DIN EN ISO 18589-7:2016-05
ISO 19017:2015	siehe	DIN EN ISO 19017:2018-01
ISO 19361	siehe	DIN ISO 19361
ISO 19581	siehe	DIN ISO 19581
ISO 20042	siehe	DIN ISO 20042

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 18589-2:2017-12 (VDE 0493-4-5892), *Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt — Erdboden — Teil 2: Leitlinie für die Auswahl der Probenahme-strategie, Probenahme und Vorbehandlung der Proben (ISO 18589-2:2015); Deutsche Fassung EN ISO 18589-2:2017*

DIN EN ISO 18589-3:2017-12 (VDE 0493-4-5893), *Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt — Erdboden — Teil 3: Messung von Gammastrahlen emittierenden Radionukliden mittels Gammaskpektrometrie (ISO 18589-3:2015); Deutsche Fassung EN ISO 18589-3:2017*

DIN EN ISO 18589-7:2016-05 (VDE 0493-4-5897), *Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt — Erdboden — Teil 7: In-situ-Messung von Gammastrahlung emittierenden Radionukliden (ISO 18589-7:2013); Deutsche Fassung EN ISO 18589-7:2016*

DIN EN ISO 19017:2018-01, *Leitfaden für gammaspektrometrische Messungen von radioaktivem Abfall (ISO 19017:2015); Deutsche Fassung EN ISO 19017:2017*

DIN ISO 2889:2012-07, *Probenentnahme von luftgetragenen radioaktiven Stoffen aus Kanälen und Kaminen kerntechnischer Anlagen (ISO 2889:2010)*

DIN ISO 3534-2:2013-12, *Statistik — Begriffe und Formelzeichen — Teil 2: Angewandte Statistik (ISO 3534-2:2006); Text Deutsch und Englisch*

DIN ISO 7503-1:2017-12 (VDE 0493-2-5031), *Bestimmung der Radioaktivität — Messung und Bewertung der Oberflächenkontamination — Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 7503-1:2016)*

DIN ISO 7503-2:2017-12 (VDE 0493-2-5032), *Bestimmung der Radioaktivität — Messung und Bewertung der Oberflächenkontamination — Teil 2: Wischtest (ISO 7503-2:2016)*

DIN ISO 7503-3:2017-12 (VDE 0493-2-5033), *Bestimmung der Radioaktivität — Messung und Bewertung der Oberflächenkontamination — Teil 3: Gerätekalibrierung (ISO 7503-3:2016)*

DIN ISO 10381-4:2004-04, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme — Teil 4: Anleitung für das Vorgehen bei der Untersuchung von natürlichen, naturnahen und Kulturstandorten (ISO 10381-4:2003)*

DIN ISO 10381-5:2007-02, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme — Teil 5: Anleitung für die Vorgehensweise bei der Untersuchung von Bodenkontaminationen auf urbanen und industriellen Standorten (ISO 10381-5:2005)*

DIN ISO 10381-6:2009-09, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme — Teil 6: Anleitung zur Entnahme, Behandlung und Lagerung von Boden unter aeroben Bedingungen für die Beurteilung mikrobiologischer Prozesse sowie der Biomasse und der Diversität unter Laboratoriumsbedingungen (ISO 10381-6:2009)*

DIN ISO 10381-7:2007-10, *Bodenbeschaffenheit — Probenahme — Teil 7: Anleitung zur Entnahme von Bodenluftproben (ISO 10381-7:2005)*

DIN ISO 18589-1:2009-02, *Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt — Erdboden — Teil 1: Allgemeiner Leitfaden und Begriffe (ISO 18589-1:2005)*

DIN ISO 18589-4:2010-06, *Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt — Erdboden — Teil 4: Messung von Plutoniumisotopen (Plutonium-238 und Plutonium-239 + 240) durch Alphaspektrometrie (ISO 18589-4:2009)*

DIN ISO 18589-5:2010-06, *Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt — Erdboden — Teil 5: Messung von Strontium-90 (ISO 18589-5:2009)*

DIN ISO 18589-6:2010-06, *Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt — Erdboden — Teil 6: Messung der Alpha- und Beta-Gesamtaktivitäten (ISO 18589-6:2009)*

DIN ISO 19361 (VDE 0493-361), *Nachweis der Radioaktivität — Bestimmung der Aktivität von Betastrahlern — Verfahren mit Flüssigszintillationszählung*

DIN ISO 19581 (VDE 0493-581), *Bestimmung der Radioaktivität — Gammastrahlung emittierende Radionuklide — Schnellverfahren mit Szintillationsdetektor und Gammaspektrometrie*

DIN ISO 20042 (VDE 0493-2042), *Bestimmung der Radioaktivität — Gammastrahlung emittierende Radionuklide — Allgemeines Messverfahren mittels Gammaspektrometrie*

Charakterisierungsgrundsätze für mit Radionukliden kontaminierte Böden, Gebäude und Infrastrukturen zu Sanierungszwecken (ISO 18557:2017)

Principes de caractérisation des sols, bâtiments et infrastructures contaminés par des radionucléides, à des fins de réhabilitation (ISO 18557:2017)

Characterisation principles for soils, buildings and infrastructures contaminated by radionuclides for remediation purposes (ISO 18557:2017)

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9p

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
4 Strategie für die Sanierung von Altlasten	15
4.1 Kurzbeschreibung	15
4.2 Charakterisierungs- und Sanierungsziele	17
4.3 Historische Analyse	18
4.4 Dokumente	18
4.5 Befragungen	19
4.6 Funktionsanalyse	19
4.7 Vorläufige Charakterisierung	20
4.8 Definition der Zonen von Interesse und Kontaminationstracer	20
4.9 Oberflächen- und/oder Volumencharakterisierungsprogramm	21
4.10 Datenverarbeitung und Kontaminationsbewertung	22
4.11 Übereinstimmung der Ergebnisse mit den Charakterisierungszielen	23
4.12 Sanierungsprogramm	23
4.13 Finale Charakterisierung	25
5 Oberflächencharakterisierungsprogramm	26
5.1 Kurzbeschreibung	26
5.2 Zerstörungsfreie Analyse	28
5.2.1 Charakterisierungsprogramm: Festlegung des Probenahmeplans und der Anzahl der Datenpunkte	28
5.2.2 Umsetzung	29
5.3 Zerstörende Analyse	29
5.3.1 Charakterisierungsprogramm	29
5.3.2 Durchführung und Laboranalysen	30
5.4 Vorläufige Konsolidierung	30
5.5 Datenverarbeitung	30
5.5.1 Räumliche Struktur des Phänomens	30
5.5.2 Datenverarbeitung bei räumlich strukturierter Kontamination	30
5.5.3 Ergebniskartierung bei räumlich strukturierter Kontamination	31
5.5.4 Statistische Verarbeitung bei räumlich strukturierter Kontamination	31
5.6 Übereinstimmung der Ergebnisse mit dem Charakterisierungsziel	31
5.7 Oberflächencharakterisierungsakte	32
6 Volumencharakterisierungsprogramm	32
6.1 Kurzbeschreibung	32
6.2 Volumetrische Untersuchungen	34
6.2.1 Charakterisierungsprogramm	34
6.2.2 Durchführung und Laboranalysen	34
6.3 Vorläufige Konsolidierung	35
6.4 Volumetrische Datenverarbeitung	35

6.4.1	Im Fall von strukturierter Kontamination.....	35
6.4.2	Im Fall von nicht strukturierter Kontamination	35
6.5	Kompatibilität der Ergebnisse mit den Zielen.....	35
6.6	Volumencharakterisierungsakte.....	36
7	Finales Charakterisierungsprogramm.....	36
7.1	Kurzbeschreibung.....	36
7.2	Finales Charakterisierungsprogramm.....	37
7.3	Verarbeitung der finalen Charakterisierungsergebnisse	38
7.4	Akte über die finale Charakterisierung.....	39
8	Abschlussbericht	40
Anhang A (informativ) Verarbeitung von geostatistischen Daten und Beispiele für bewährte Verfahren.....		41
A.1	Grundlegende Einführung in die Geostatistik	41
A.2	Räumliche Struktur und Unsicherheitsquantifizierung	41
A.3	Beispiele für die Optimierung der geostatistischen Probenahme für die anfängliche Maschennetz-Oberflächencharakterisierung von Gebäuden und Infrastrukturen.....	44
Literaturhinweise.....		45

Europäisches Vorwort

Der Text von ISO 18557:2017 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 85 „Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als prEN ISO 18557:2019 durch das Technische Komitee CEN/TC 430 „Kernenergie, Kerntechnik und Strahlenschutz“ übernommen, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 18557:2017 wurde von CEN als prEN ISO 18557:2019 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 85, *Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection*, Unterkomitee SC 5, *Nuclear fuel cycle* erarbeitet.

Einleitung

Der Aufgabenbereich der WG 13 umfasst alle Aspekte der Stilllegungsphase und ist somit mit anderen Unterausschüssen und Arbeitsgruppen verbunden, deren Arbeit mit dieser Phase zusammenfällt.

Bild 1 unten zeigt einige der Themen, die in SC 5 und/oder WG 13 aufgenommen werden könnten. Es enthält eine Übersicht über die Verknüpfung dieser ISO-Norm mit sowohl allgemeinen und eher detaillierten Themen.

Dieses Dokument enthält sowohl Anleitungen als auch Verweisungen auf Dokumente, die in Bezug auf diesen Arbeitsbereich nützlich sein könnten. In Verbindung mit den unterstützenden Verweisungen bietet es einen allgemeinen Ansatz für das Thema. Es kann zudem mit vielen weiteren Blöcken im gesamten Diagramm Verbindungen haben (z. B. Stilllegungsstrategie, Abfallmanagement, Standortsanierung, Rückbau/Abbruch, Kostenfragen, Sicherheit).

Es war außerdem nicht beabsichtigt, dieses Dokument als eigenständiges Dokument zu etablieren. Wenn ein Mitgliedsland bereits über nationale Regelungen in diesem Bereich verfügt (z. B. regulatorische Anforderungen, nationale Normen), gelten diese Anforderungen und nationalen Normen in Kombination mit diesem Dokument.

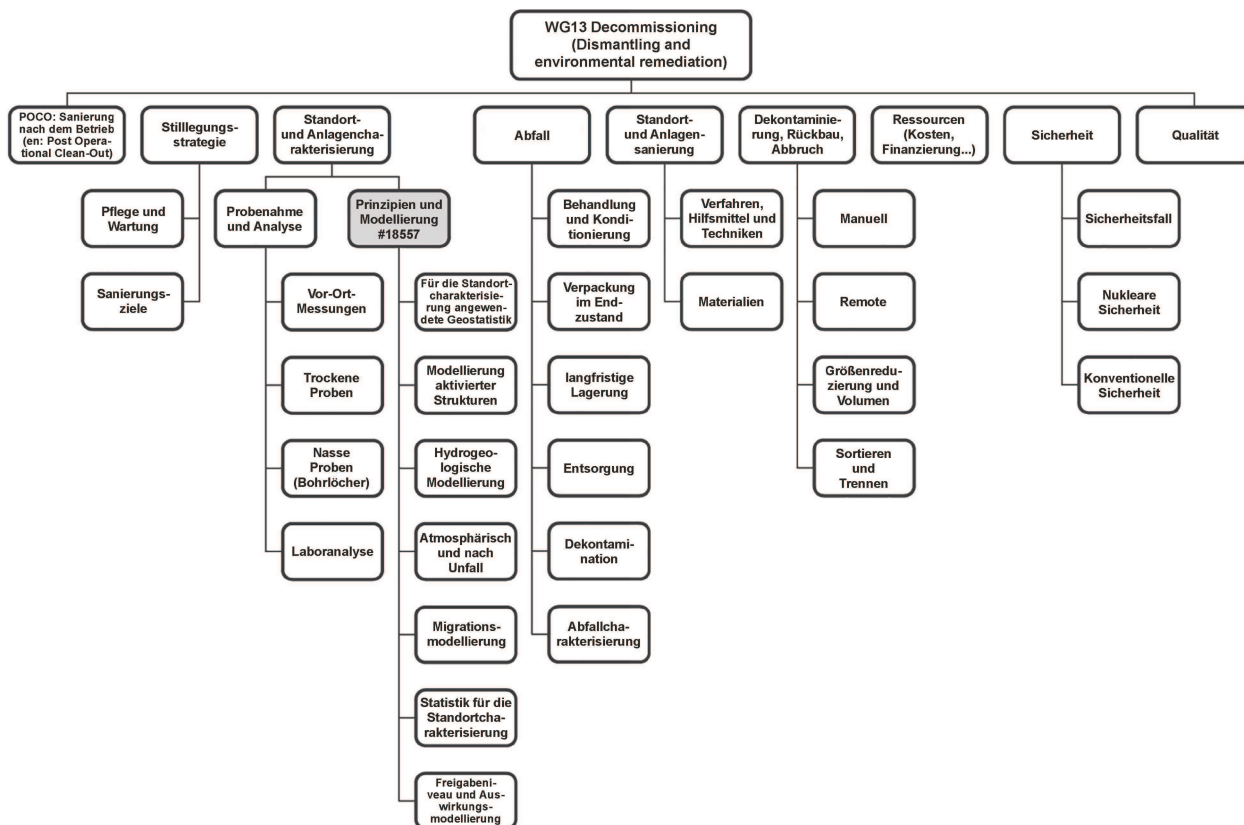


Bild 1 — Übersichtsdiagramm der in WG 13 enthaltenen Themen, das zeigt, wie dieses Dokument mit anderen Themen verknüpft ist

Diese Arbeitsablaufstruktur kann verwendet werden, um den Anwendungsbereich der WG-Veröffentlichungen zu verdeutlichen und sicherzustellen, dass Bereiche von gemeinsamem Interesse zwischen den ISO-Teams und Arbeitsgruppen koordiniert werden. Der ISO-Spiegelausschuss für eine Mitgliedsorganisation identifiziert Vorschläge für die weitere Arbeit und unterbreitet sie gegebenenfalls der Arbeitsgruppe zur internationalen Prüfung als mögliches neues Arbeitsprojekt. Bild 1 kann bei diesem Vorgang ein nützliches Hilfsmittel sein. Dieses Dokument ist Teil einer umfassenden Strategie für die Stilllegung und Umweltsanierung, die beispielsweise die Überwachung und/oder Sanierung von Grundwasser umfasst, die in einem neuen Arbeitsprojekt behandelt werden könnte.

Seit der Entdeckung der Radioaktivität Ende des 19. Jahrhunderts haben sich zahlreiche Labore und Einrichtungen mit radioaktiven Stoffen (insbesondere Radium) befasst. Darüber hinaus hat die Entwicklung und der umfassende Ausbau der zivilen und militärischen Nuklearindustrie viele seit den 1940er Jahren errichtete kerntechnische Anlagen hervorgebracht, die heute Altlasten darstellen.

In jüngster Zeit haben sich Kernkraftwerkbetreiber und staatliche Organisationen intensiv mit dem Rückbau und der Sanierung von stillgelegten kerntechnischen Anlagen beschäftigt. Sanierungsprojekte betreffen auch ehemalige Bergbaugebiete, andere Altlasten und Industrieanlagen, die NORM- (Naturally Occurring Radioactive Material) und TENORM- (Technologically Enhanced NORM) Abfälle produziert haben, wobei das Hauptproblem die große Menge an Abfällen ist. Ziel ist es in erster Linie, zu zeigen, dass der gesamte Nuklearkreislauf gut verwaltet wird. Es muss eine große Anzahl von Themen berücksichtigt werden:

- Der Rechtsrahmen für kerntechnische Anlagen existierte zu Beginn nicht und hat sich im Laufe der Zeit weiterentwickelt (Freigabeverfahren, Gesundheit und Sicherheit, Umweltschutz...). Darüber hinaus gibt es heute immer mehr Interessengruppen, die bereits in der Frühphase eines Projekts berücksichtigt werden müssen.
- Die Verfügbarkeit von Abfallentsorgungsanlagen und Endlagerstätten ist je nach Land und Zeit unterschiedlich. Die Klassifizierung nach Aktivitätsstufen: z. B. „Very Low Level Waste“ (VLLW), „Low Level Waste“ (LLW), „Intermediate Level Waste“ (ILW), „High Level Waste“ (HLW) und Nuklid-Halbwertszeiten (kurzlebige oder langlebige Radionuklide) beeinflussen Sanierungsprojekte. Diese Faktoren führen manchmal zu einer teilweisen Sanierung von Standorten, da es keine endgültige Lösung für die Abfallentsorgung gibt. Möglicherweise mussten Abfälle auch aus wirtschaftlichen Gründen vor Ort zwischengelagert werden.
- Sanierungskosten und -termine werden nach einem stufenweisen Ansatz optimiert und rationalisiert, da diese Projekte in der Regel teuer und zeitaufwendig sind. Zudem müssen sie sicher finanziert und geplant werden.
- Um Abfallkategorien, -mengen und -kosten zu optimieren, ist die Charakterisierung ein entscheidender Faktor, um vor Projektentscheidungen beste Kenntnisse über den radiologischen Zustand des Standortes (Böden, Gebäude und Infrastrukturen) zu erhalten.

Die Erfahrungen aus den ersten zu sanierenden Standorten haben gezeigt, dass eine schlechte Charakterisierung (basierend auf unvollständigen historischen Informationen und einer zu begrenzten Anzahl von Datenpunkten oder Proben) den Erfolg eines Sanierungsprojekts stark beeinträchtigt, da unangemessene Entscheidungen getroffen wurden (Überbewertung der Mengen und Überkategorisierung von Abfällen, unerwartete Kontamination).

Infolgedessen ist heute anerkannt, dass eine genaue Charakterisierung der Schlüssel zu erfolgreichen Rückbau- und Sanierungsprojekten ist. Während eines Projekts sind viele Charakterisierungsschritte erforderlich, die jeweils spezifische Ziele haben.

Die wichtigste potenzielle Verbesserung betrifft den Aufwand für die Probenahme, die Repräsentativität der Probe und die Bewertung der Aktivitätsniveaus. In Kombination mit der Datenanalyse und -verarbeitung werden alle vorhandenen Unsicherheiten zu einem Ergebnis mit einem entsprechenden Vertrauensintervall kombiniert. Daher sollten die Charakterisierungsstrategie und das Programm lange vor den eigentlichen Messungen festgelegt werden, um die Effizienz sicherzustellen.

Die Vorbereitung des Sanierungsprogramms einer kerntechnischen Anlage erfordert die Kenntnis ihrer Betriebsgeschichte. Dies umfasst den gesamten Zeitraum von der Planung, über die Genehmigung bis hin zur endgültigen Abschaltung, um die Art und den Standort der potenziellen oder bekannten radioaktiven Kontamination sowie der damit verbundenen möglichen chemischen Produkte mit der erforderlichen Genauigkeit festzustellen. Die gesamte Sanierungsstrategie erfordert eine Abschätzung der Menge und des Volumens der anfallenden Abfälle sowie eine Bewertung des Kontaminationsgrades. Dies ermöglicht ein entsprechend optimiertes Abfallmanagement.

Darüber hinaus ist eine abschließende Charakterisierung für Standorte, die freizugeben und/oder wiederzuverwenden sind, zwingend erforderlich, um die Einhaltung der Sanierungsziele (etwaige Freigabewerte oder eine von der Regulierungsbehörde festgelegte oder mit ihr vereinbarte Freigabeschwelle) nachzuweisen.

Dieses Dokument beschreibt die Prinzipien der Charakterisierung von Böden, Gebäuden und Infrastrukturen für Sanierungszwecke, die durch Radionuklide und mögliche damit verbundene chemische Schadstoffe verunreinigt sind.

Da die Erstellung eines Stichprobenplans ein iterativer Prozess ist, werden in diesem Dokument unter Berücksichtigung der durch Betriebsabläufe, Budgets und Vorschriften bedingten Einschränkungen unter Beachtung der Grundsätze von ALARA und ALARP Entscheidungsschritte festgelegt.

Die Anwendung dieser Methodik hilft dem Benutzer, die Informationen zu erhalten, die er für die Zusammenstellung der Dateien im Zusammenhang mit Sanierungsmaßnahmen, wie von den Regulierungsbehörden gefordert, benötigt. Sie gilt für jeden der Schritte, die für die Sanierung von Standorten erforderlich sind, abhängig von der Zielsetzung (Freigabe in den öffentlichen Bereich, Wiederverwendung). Sie kann die Erstellung einer Bewertung für kontaminierte Böden oder die Vorbereitung auf die Durchführung von Kontrollen nach der Sanierung (auch unter Einbeziehung der Tiefbaustrukturen der Anlage) ermöglichen, um zu bestätigen, dass die Sanierungsziele erreicht wurden.

Im Hinblick auf die Empfehlungen der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEA, en: International Atomic Energy Agency) sollte ein stufenweiser Ansatz für die Charakterisierung von Böden, Gebäuden und Infrastrukturen für Sanierungszwecke in Betracht gezogen werden. Die Charakterisierungsstrategie, das Programm und die Planung sollten der Komplexität des Sanierungsproblems und dem festgelegten Endzustand angemessen sein. Ein stufenweiser Ansatz kann die Exposition der Arbeiter am Arbeitsplatz begrenzen und Zeit und Geld sparen (siehe IAEA = DeSa project [Evaluation and Demonstration of Safety for Decommissioning of Facilities Using Radioactive Material]).

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument enthält Richtlinien für Probenahmestrategien und Charakterisierungsverfahren zur Beurteilung der Kontamination von Böden, Gebäuden und Infrastrukturen vor der Sanierung und/oder zur Überprüfung, ob die Sanierungsziele erreicht wurden (finale Freigabegutachten). Die dargelegten Grundsätze müssen in Bezug auf die jeweiligen spezifischen Gegebenheiten (Größe, Kontaminationsgrad...) angemessen eingestuft werden. *Es kann in Verbindung mit der wesentlichen Dokumentation jedes Landes verwendet werden.*

Dieses Dokument befasst sich mit der Charakterisierung in Bezug auf die Standortsanierung. Es gilt für Standorte, die nach dem normalen Betrieb älterer kerntechnischer Anlagen kontaminiert sind. Es könnte auch für die Standortsanierung nach einem schweren Unfall gelten. In diesem Fall werden die Eingangsdaten mit dem entsprechenden Unfall verknüpft.

Das Dokument ergänzt die bestehenden Normen, insbesondere in Bezug auf Probenahme, Probenkonservierung und Probentransport, Behandlung und Labormessungen, aber auch jene in Bezug auf chemische und radiologische Vor-Ort-Messungen. *Die Verweisungen in den Literaturhinweisen enthalten Links zu geeigneten Dokumentationen und Techniken, wie sie von den einzelnen Mitgliedsländern gefordert werden.*

Das Dokument gilt nicht für die folgenden Punkte: Durchführung von Sanierungsarbeiten, Probenahme und Charakterisierung von Abfällen (konditioniert oder nicht konditioniert) oder für Abfallgebinde.

Sie gilt nicht für die Grundwassercharakterisierung (gesättigte Zone).

Da die Sanierung und Stilllegung von Standorten auf Fallbasis erfolgt, sind die in diesem Dokument kommunizierten Grundsätze und Leitlinien nur als allgemeine Anleitung und nicht als normative Anforderungen zu verstehen.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

Charakterisierung

Bestimmung der Art, Konzentration und räumlichen Ausdehnung von an einem bestimmten Ort vorhandenen radiologischen und chemischen Inhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch radiologische und chemische Untersuchung.

3.2

Aufräumarbeit

Maßnahmen zur Verringerung der Exposition gegenüber radiologischen und chemischen Stoffen durch Altlasten mit Hilfe von Maßnahmen, die auf die Kontamination selbst (die Quelle) oder auf die Expositionspfade für Mensch und Umwelt angewendet werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch *Sanierung* (3.22).

3.3

Freigabenniveau

Freigabeschwelle

Wert oder eine Reihe von Werten, die von einer Regulierungsstelle festgelegt und in Form von Aktivitätskonzentration und/oder Gesamtaktivität ausgedrückt werden, bei oder unterhalb derer eine Strahlenquelle aus der regulatorischen Überwachung freigegeben werden kann

3.4

Schadstoff

radioaktive oder chemische Stoffe oder Substanzen, die in einem Medium vorhanden sind, das aufgrund seiner Eigenschaften, Menge oder Konzentration Auswirkungen auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit haben kann

3.5

Kontamination

Vorhandensein von radioaktiven oder chemischen Stoffen oder Substanzen in einem Medium, in dem sie nicht erwünscht sind und die aufgrund ihrer Eigenschaften, Menge oder Konzentration Auswirkungen auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit haben können

3.6

Kosten-Nutzen-Analyse

Entscheidungshilfe durch eine systematische Bewertung der positiven Auswirkungen (Nutzen) und negativen Auswirkungen (Nachteile) einer Maßnahme unter Einbeziehung von technischen, zeitplanungspezifischen, verwaltungstechnischen, finanziellen, gesellschaftlichen und ökologischen Aspekten

3.7

Datenqualitätsbewertung

DQA (en: data quality assessment)

Prozess, der durchgeführt wird, nachdem die gesammelten Daten ordnungsgemäß verifiziert und validiert wurden

Anmerkung 1 zum Begriff: In der DQA bedeutet Bewertung eine Beurteilung der Datenqualität, die nur dann aussagekräftig ist, wenn sie sich auf den Verwendungszweck der Daten bezieht.

3.8

Datenqualitätsziel

DQO (en: data quality objective)

Verfahren zur Festlegung von Leistungs- oder Akzeptanzkriterien, das als Grundlage für die Erstellung eines Plans zum Erfassen von Daten ausreichender Qualität und Quantität zur Unterstützung der Ziele einer Studie dient

3.9

zerstörende Analyse

DA (en: destructive analysis)

Analyse von radioaktiven und chemischen Stoffen mit Verfahren, die zur Zerstörung einer Probe führen, z. B. chemische und radiochemische Analyse, ICP-MS, Alphaspektrometrie

3.10

schwer zu messende Radionuklide

DTM (en: difficult to measure radionuclides)

Nuklide, die sich nicht ohne weiteres anhand ihrer Gammastrahlung oder Betastrahlung messen lassen können; in der Regel sind dies alpha-emittierende Nuklide ohne starke Gammalinien oder reine Betastrahler

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind unter anderem ^3H , ^{14}C , ^{36}Cl , ^{90}Sr , ^{99}Tc , ^{129}I , ^{238}Pu .

3.11

einfach zu messende Radionuklide

ETM (en: easy to measure radionuclides)

gamma-emittierende Nuklide, deren Radioaktivität durch zerstörungsfreie Analysemittel einfach direkt gemessen werden kann

3.12

Fingerabdruck

Nuklidvektor

wird zur Ableitung und Quantifizierung des Vorhandenseins anderer Schlüsselnuklide verwendet

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Anwendung von Korrelationsfaktoren ermöglicht Schätzungen von *schwer zu messenden Nukliden* (3.10).

Anmerkung 2 zum Begriff: Es handelt sich hierbei um ein Verfahren, bei dem *einfach zu messende Radionuklide* (3.11) (für gewöhnlich Gammastrahler, z. B. ^{137}Cs , ^{60}Co) gemessen werden, um *schwer zu messende Radionuklide* (3.10) zu quantifizieren.

3.13

Geostatistik

statistische Methode, die auf der Verwendung von räumlichen Korrelationen zwischen Paaren von Messwerten basiert, die Interpolationskarten mit der Kriging-Technik erzeugt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Mehrwert der Geostatistik liegt in der Quantifizierung der Ergebnisunsicherheit und ihrer fortgeschrittenen Techniken (nichtlinear, nicht stationär, multivariat...).

3.14

stufenweiser Ansatz

Anwendung von Sicherheitsanforderungen, die den praktischen Merkmalen oder der Quelle sowie dem Ausmaß und der Wahrscheinlichkeit der Exposition entsprechen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Verwendung eines *stufenweisen Ansatzes* soll sicherstellen, dass die erforderlichen Analyse-, Dokumentations- und Handlungsebenen beispielsweise den Größenordnungen von radiologischen und nicht-radiologischen Gefahren, der Art und den besonderen Merkmalen einer *Einrichtung oder eines Standorts* und der Phase ihrer *Lebensdauer* entsprechen.

3.15

Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen

Kombination von Verfahren, Methoden und Instrumenten, mit denen eine Richtlinie, ein Programm oder ein Projekt hinsichtlich ihrer potenziellen Auswirkungen auf die Gesundheit einer Bevölkerung und der Verteilung dieser Auswirkungen innerhalb der Bevölkerung beurteilt werden kann

3.16

Infrastrukturen

alle Zusatzausrüstungen und Einrichtungen, die den Betrieb einer kerntechnischen Anlage oder eines kerntechnischen Standorts unterstützen: z. B. Kanalisationsnetz, Straßen, aber auch schwere Geräte, die als Abfall entsorgt oder nach der Sanierung wiederverwendet werden können, wie Brücken- und Portalkräne

3.17

Vor-Ort-Messung

Feldmessung

Messung, bei der das Detektionsinstrument zum Material gebracht wird, wobei es sich um eine zerstörungsfreie Messung handelt

3.18

Beurteilungshilfe

Messungen an Standorten, die nach fachmännischer Beurteilung ausgewählt wurden, z. B. nach ungewöhnlichem Aussehen, Lage in Bezug auf bekannte kontaminierte Bereiche, hohes Potenzial für Restradioaktivität, allgemeine Zusatzinformationen

3.19

Kartierung

Darstellung von 2D- oder 3D-Objekten

Anmerkung 1 zum Begriff: Hintergrundschichten bestehen aus Luft- oder Satellitenbildern sowie vektoriellen Karten. Die Messdaten werden in Form einer Karte dargestellt (Punkte, Farbskala, Größe, Symbol...). Sie enthält darüber hinaus 2D- und 3D-Rasterergebnisse (z. B. Isokonturen, Schichten, Auswahl).

3.20

zerstörungsfreie Analyse

NDA (en: non-destructive analysis)

Anzahl der Analysetechniken, die die Messung spezifischer Eigenschaften ohne physische Zerstörung der Medien/Objekte ermöglichen

Anmerkung 1 zum Begriff: Wird im Allgemeinen für *Vor-Ort*-Messungen verwendet.

3.21

Radionuklid

RN

Kern (eines Atoms), der Eigenschaften des spontanen Zerfalls (Radioaktivität) aufweist

Anmerkung 1 zum Begriff: Atomkerne unterscheiden sich durch ihre Nukleonenzahl und Kernladungszahl

3.22

Sanierung

Maßnahmen zur Entfernung von Schadstoffen, Eindämmung oder überwachten Nichtintervention an einem kontaminierten Standort zur Verringerung der Strahlenbelastung und Verbesserung des ökologischen und/oder wirtschaftlichen Werts des kontaminierten Standorts

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Sanierung eines Standortes bedeutet nicht zwingend eine Wiederherstellung des Standortes in einwandfreiem Zustand

3.23

Sanierungsziele

Oberbegriff für jedes Ziel, einschließlich derjenigen, die sich auf technische (z. B. Restkontaminationskonzentrationen, technische Tätigkeiten), administrative und rechtliche Anforderungen beziehen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die zukünftige Endnutzungsannahme des Standorts bildet die Grundlage für die Sanierungsziele und dient zur Entwicklung der Strategie für die Stilllegungs- und Sanierungsmaßnahmen.

3.24

Probe

Reihe an einzelnen physikalischen Mengen oder Messungen, die aus einer Grundgesamtheit stammen, deren Eigenschaften untersucht werden, um Informationen über die vollständige Grundgesamtheit zu erhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Art und Weise, wie die Probe ausgewählt wird, sollte im *Probenahmeplan* (3.27) beschrieben werden.

3.25

Laborprobe

Probe für die Laboruntersuchung oder -analyse

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn die Laborprobe durch Unterteilung, Mischen, Mahlen oder durch Kombinationen dieser Tätigkeiten weiter vorbereitet (reduziert) wird, ist das Ergebnis die Versuchsprobe. Wenn keine Vorbereitung der Laborprobe erforderlich ist, entspricht die Laborprobe der Untersuchungsprobe. Eine Prüfmenge wird zur Durchführung der Prüfung oder zur Analyse aus der Versuchsprobe entnommen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Laborprobe ist aus der Sicht der Probenahme die Endprobe, jedoch für das Laboratorium die Ausgangsprobe.

Anmerkung 3 zum Begriff: Mehrere Laborproben dürfen aufbereitet und an unterschiedliche Labore oder dasselbe Labor für verschiedene Zwecke gegeben werden.

3.26

Probenahme

Tätigkeit zur Entnahme oder Bildung (und Vorbereitung) einer Probe zur Untersuchung einer vollständigen Grundgesamtheit

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Bodenuntersuchung bezieht sich „Probenahme“ auch auf die Auswahl von Standorten für Vor-Ort-Prüfungen, die im Feld ohne Materialabtrag durchgeführt werden

3.27

Probenahmeplan

detaillierte Beschreibung, welche Messungen durchgeführt werden, typischerweise mit Angabe zu welchem Zeitpunkt, auf welchem Material, in welcher Weise und von wem diese durchgeführt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Probenahmepläne sind so konzipiert, dass die resultierenden Daten eine repräsentative Probe der relevanten Parameter enthalten und es ermöglichen, alle in den Zielen genannten Fragen zu beantworten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Schritte, die bei der Entwicklung eines Probenahmeplans erforderlich sind, sind üblicherweise:

- a) Identifikation der zu messenden Parameter, des Bereichs der möglichen Werte und der erforderlichen Auflösung;
- b) Entwicklung eines Probenahmeschemas, in dem angegeben ist, wie und wann Proben entnommen werden;
- c) Auswahl des Probenumfangs;
- d) Entwicklung von Datenspeicherformaten;
- e) Zuweisen von Rollen und Verantwortlichkeiten.

Anmerkung 3 zum Begriff: Dazu gehört, welche Untersuchungen durchgeführt werden, welche Proben entnommen werden und wie sie gesammelt, vorbereitet und gemessen werden (z. B. Probenahmestelle, Zeitpunkt der Probenahme, Umfang der Probenahme und andere Variablen, die zur Durchführung einer Messung einer bestimmten Probenahmestelle in Zeit und Raum erforderlich sind).

Anmerkung 4 zum Begriff: Der Plan kann beispielsweise vorsehen, dass die Probenahme systematisch und in zwei Stufen erfolgt. In Kombination mit der Angabe der Art der Probenahme kann der Probenahmeplan in diesem Beispiel auch die Anzahl der aus einer Charge zu entnehmenden Einzelproben, die Anzahl der Sammelproben (oder Gesamtproben) je Charge, die Anzahl der Untersuchungsproben je Sammelprobe und die Anzahl der Messungen/Prüfungen je Untersuchungsprobe angeben.

3.28

probabilistische Probenahme

Probenahme, die nach den statistischen Grundsätzen der Probennahme durchgeführt wird um sicherzustellen, dass für jeden Partikel oder jedes Element in der Grundgesamtheit dieselbe Wahrscheinlichkeit besteht, Teil der Probe zu werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Die probabilistische Probenahme führt zu Randbedingungen für die Art der verwendeten Probenahmeeinrichtungen, das Probenahmeverfahren (wo, wann, wie) und die Mindestgröße der Einzelproben und (Sammel-)Proben.

3.29

Anlage

jede Vorrichtung, Einrichtung oder jedes einzelne physisch getrennte Stück Land oder jedes Gebäude oder jede Infrastruktur oder jeder Teil davon, der/die/das für eine Besichtigung und Untersuchung und gegebenenfalls eine Sanierung in Betracht gezogen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Dazu gehören Böden, Gebäude und Infrastrukturen (ohne Oberflächen- und Grundwasser).

3.30

radiologische Untersuchung

chemische Untersuchung

Art einer Untersuchung, die Probenahme-, Überwachungs- und Analysetätigkeiten in Einrichtungen oder von Anlagen zur Bestimmung des Umfangs und der Art der *Kontamination* (3.5) umfasst

Anmerkung 1 zum Begriff: Charakterisierungsuntersuchungen bilden die Grundlage für die Beschaffung notwendiger technischer Informationen zur Entwicklung, Analyse und Auswahl geeigneter Sanierungstechniken.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe auch *Charakterisierung* (3.1).

3.31

Variogramm

Semi-Variogramm

Maß für die räumliche Variation einer Variablen

3.32

Zone von Interesse

Bereiche von Interesse

Bereich, in dem nach einer historischen Analyse, einer Funktionsanalyse oder einer vorläufigen *Charakterisierung* (3.1) ein Verdacht auf *Kontamination* (3.5) besteht

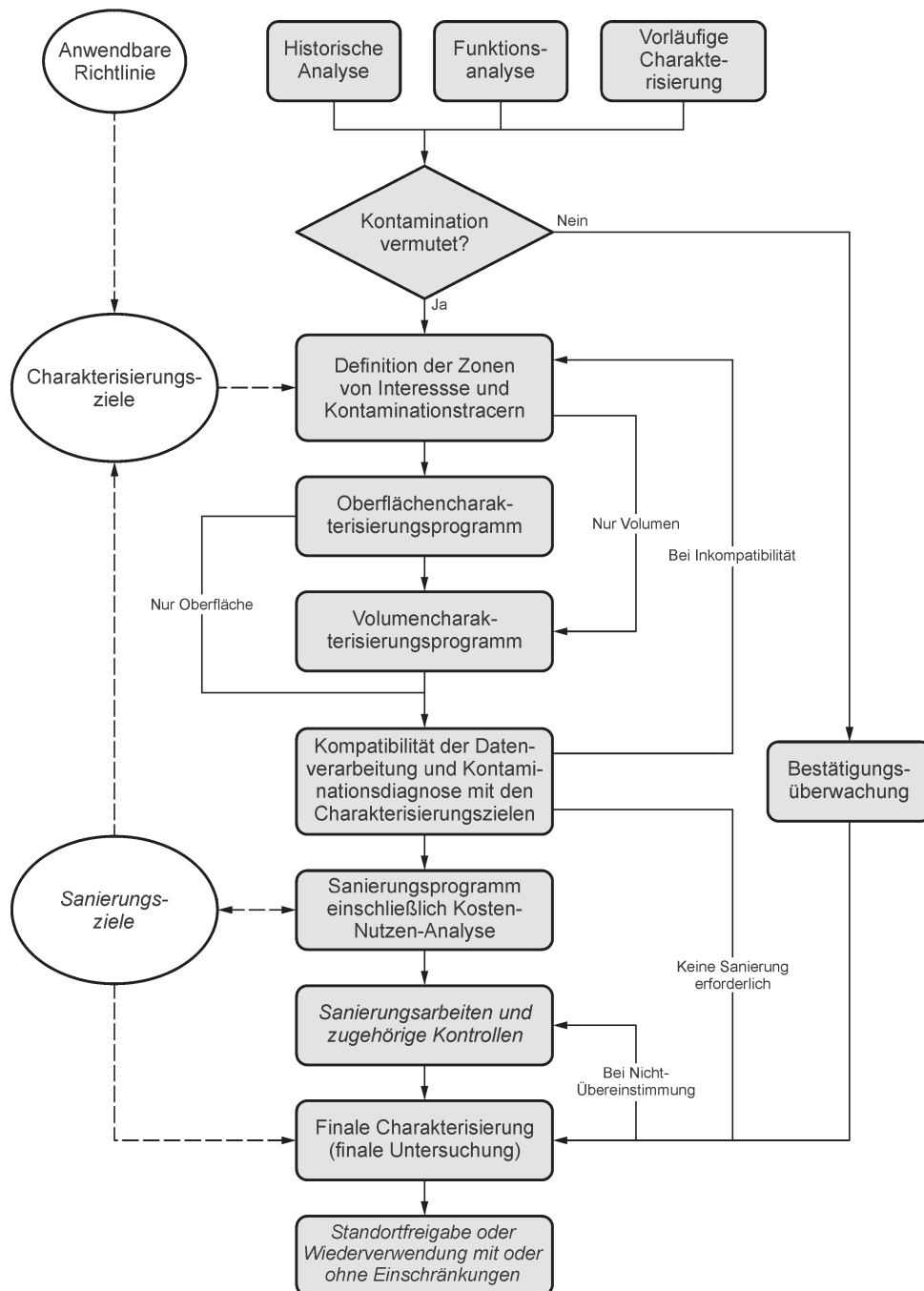
4 Strategie für die Sanierung von Altlasten

4.1 Kurzbeschreibung

Dieser Abschnitt befasst sich mit den Bedürfnissen der Projektleiter, die sich mit der Sanierung von Altlasten befassen. Sein Ziel ist, einen globalen Überblick über die verschiedenen Charakterisierungsschritte bereitzustellen. Das Hauptziel bleibt eine fundierte Bewertung der Aktivitätsniveaus von dem Auswahlsschritt für eine Sanierungsstrategie bis hin zur finalen Freigabe der Anlage.

Für die verschiedenen Charakterisierungsschritte sollten Datenqualitätsziele (DQO) und Datenqualitätsbewertungen (DQA) oder vergleichbare Verfahren definiert und verwendet werden, um eine effiziente Charakterisierung sicherzustellen.

Bild 2 zeigt das Ablaufdiagramm der Charakterisierungsstrategie für Böden, Gebäude und Infrastrukturen, die durch radioaktive Stoffe und zugehörige Chemikalien verunreinigt sind.



Legende

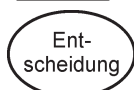


Bild 2 — Ablauf der Charakterisierungsstrategie für die Sanierung von Standorten, die durch radioaktive Stoffe (und mögliche zugehörige chemische Stoffe) kontaminiert sind

4.2 Charakterisierungs- und Sanierungsziele

Die Kenntnis des physischen und radiologischen Zustands von Anlagen und Einrichtungen ist das anspruchsvollste Charakterisierungsziel für Betreiber und trägt zur Erstellung von Plänen für geeignete stufenweise Maßnahmen bei, die durchgeführt werden können, wenn die Zeit für die Sanierung und den Rückbau gekommen ist. Dieses Ziel kann eine gesamte Anlage oder nur Teile davon betreffen.

Sanierungs- oder Dekontaminationsziele sollten in Übereinstimmung mit den verschiedenen nationalen Richtlinien definiert oder festgelegt werden. Diese Ziele können die finalen Kriterien für die Freigabe von Anlagen oder die Stilllegung von Gebäuden sein. Sie werden in der Regel aus der Dosis-Risikobewertung unter Berücksichtigung der voraussichtlichen Wiederverwendung abgeleitet. Sie können durch Richtlinien (Freigabestufen) festgelegt oder von Fall zu Fall ausgehandelt werden.

Neben der Erfüllung der Sanierungsziele kann die Charakterisierung auch für andere spezifische Ziele erforderlich sein, z. B. für Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen und deren Auswirkungen auf die Sanierungs- und Rückbau-Arbeitsplätze, die Abschätzung des kontaminierten Volumens zur Bestimmung der Menge an radioaktivem Abfall, die in ein Lager oder eine Endlagerstätten gebracht werden sollen, die Gewinnung von Eingangsdaten zur Durchführung einer Strahlenschutz- oder Umweltverträglichkeitsstudie oder zur Abschätzung der Sanierungskosten. Am Ende des Sanierungsprozesses besteht das Ziel der Charakterisierung, die während einer abschließenden Freigabeuntersuchung durchgeführt wurde, darin, nachzuweisen, dass die Sanierungsziele der Sanierung einer Anlage ganz oder teilweise erreicht wurden.

Daher kann es erforderlich sein, dass die Charakterisierung einige oder alle der folgenden Ziele berücksichtigt:

- Bestimmung des radiologischen Fingerabdrucks und der chemischen Zusammensetzung;
- Identifizierung von Bereichen in Bezug auf ihre radiologischen/chemischen Eigenschaften und die betroffenen Medien;
- Bestimmung des räumlichen Ausmaßes der Kontamination in allen Einrichtungsstrukturen, -systemen und -komponenten sowie in den Böden um die Einrichtung herum und möglicherweise außerhalb der kerntechnischen Anlage;
- Bestimmung des radiologischen und chemischen Untergrunds um das Gelände herum;
- Verifizierung der Ergebnisse der numerischen Modellrechnungen (z. B. Aktivierung, Migration oder Diffusion);
- Identifizierung und Quantifizierung von schwer zu messenden Radionukliden;
- Unterstützung bei der Modellierung der Dosisberechnungen zur Ermittlung der Sanierungskriterien für Gebäude und Böden;
- Unterstützung bei der Auswahl von Dekontaminations- oder Sanierungstechniken;
- Bestimmung der Dosen, denen das Personal während der Sanierung und des Rückbaus wahrscheinlich ausgesetzt ist;
- Quantifizierung der Strahlenschutzmaßnahmen, die für die Rückbau- und Sanierungsarbeiten erforderlich sind;
- Kategorisierung des Abfalls, um eine Entscheidung über dessen Behandlung/Konditionierung, Verpackung, Transportoptionen und den Managementweg (Freigabe, Recycling, Wiederverwendung, Lagerung, Entsorgung) zu ermöglichen;

- Schätzung der Rückbau- und Sanierungskosten;
- Festlegung der durchzuführenden Rückbau- und Sanierungsmaßnahmen;
- Bestimmung der möglichen Erleichterungen, die abhängig von dem tatsächlichen Zustand der Anlage oder des Standorts erforderlich sind;
- Nachweis, dass die Sanierungsziele erreicht wurden;
- formaler Beitrag zu den Unterlagen, die für die endgültige Genehmigung/Entscheidung zu verwenden sind.

Eine Charakterisierung sollte immer klar definierte Ziele erfüllen. Dadurch wird sichergestellt, dass eine fundierte Entscheidung über den endgültigen Einrichtungs- oder Anlagenzustand getroffen werden kann. Unklare Ziele können zu nutzlosen Daten oder Übercharakterisierung führen.

4.3 Historische Analyse

Bei der historischen Analyse sollte Folgendes berücksichtigt werden:

- der Kontext der Anlage (z. B. Geologie, Hydrogeologie, Berufsfelder in der Umgebung);
- die verschiedenen industriellen Aktivitäten oder Betriebsprozesse, die im Laufe der Jahre umgesetzt wurden;
- alle Störfälle, die sich während des Betriebs (vor Ort und außerhalb der Anlage) ereignet haben sowie deren Folgen.

Die Kenntnis dieser Aspekte ist entscheidend, um Zonen von besonderem Interesse für den Charakterisierungsprozess identifizieren zu können.

Das Erfassen historischer Daten mit Informationen aus Funktionsanalysen, Prozesswissen und vorläufigen Charakterisierungsergebnissen bildet die Grundlage für die Eingangsdaten für den Ablauf.

Der historische Analysebericht beschreibt (listet auf, kartiert, ...) alle möglichen radiologischen Gefahren und möglichen Kontaminationen.

Er priorisiert Dokumentenarchive, insbesondere die verfügbaren Rechts- und Verwaltungstexte sowie die Prozess- und Betriebsaufzeichnung. Er sollte einen ausreichend langen Zeitraum umfassen, um ein Gesamtverständnis der kontaminierenden Stoffe an dem Standort zu ermöglichen. Er darf sich auch auf die Aussage von Mitarbeitern stützen, die am Betrieb der Anlage beteiligt waren.

Wenn keine umfassenden historischen Informationen vorliegen, kann eine umfassendere Charakterisierung in Betracht gezogen werden.

4.4 Dokumente

Zu den Dokumentenquellen für die historische Analyse gehören insbesondere die Sicherheitsberichte, die Prozessgestaltung und die Prozessentwicklung, die Genehmigungen bzw. Lizenzen für den Betrieb und die Abwasserfreisetzung sowie die Genehmigung(en) für Halter radioaktiver Strahlenquellen. Die Forschung an diesen Dokumenten orientiert sich an den Veränderungen, die in jedem größeren Zeitraum während der Lebensdauer einer Anlage stattgefunden haben.

Andere Dokumente werden herangezogen, um eine Akte der Pläne und topographischen Dokumente zu erstellen, die die Grenzen der Landstücke aufzeigt und beispielsweise das Vorhandensein etwaiger Erleichterungen und Störfallberichte enthält. Sie können durch gewerbliche Eigentumsrechte ergänzt werden. Historische Luftbildaufnahmen stellen eine sehr nützliche Informationsquelle dar, da sie dabei helfen, den Standort oder Zweck früherer Gebäude, Lagerflächen, Grabungsarbeiten oder unterirdischer Bauwerke zu bestätigen oder zu identifizieren, falls entscheidende Informationen vergessen oder nicht aufgezeichnet wurden.

Eine sorgfältige Überprüfung dieser Dokumente liefert nützliche Daten, um das Wissen über vergangene Ereignisse einschließlich möglicher Kontaminationen und die Folgen für den Betrieb der Anlage zu bewerten.

Die Untersuchungen können sich auch auf klimatische Ereignisse und Naturkatastrophen konzentrieren, die den Standort dauerhaft oder vorübergehend in Bezug auf den Betrieb, die Umweltfaktoren und mögliche Freisetzungen in die Umwelt hätten beeinflussen können.

Darüber hinaus liefert die Einsichtnahme in die Betriebs- und Wartungsunterlagen von Industrieanlagen auch relevante Eingangsdaten. So haben beispielsweise Informationen über Änderungen an der Oberflächenbeschichtung/Lackierung Auswirkungen auf die Möglichkeit einer lokalen Untergrundkontamination.

Weitere Informationen können durch Einsichtnahme in das Register zur Überwachung von Umweltinformationen oder Zusammenstellungen von Dosisleistungen gewonnen werden.

4.5 Befragungen

Die beiden Hauptziele der Befragungen sind zum einen die Bestätigung und Verbesserung der Dokumentationsanalysen und zum anderen die Gewinnung zusätzlicher Informationen über nicht schriftlich vorliegende Praktiken oder Störfälle.

Jeder Unfall oder Störfall sollte basierend auf Archivstudien oder gegebenenfalls durch Befragung von Zeugen, die möglicherweise in der Lage sind, relevante Informationen zu liefern, sorgfältig geprüft werden.

Die Befragungen können auch weitere Informationen liefern, die zusätzliche Zonen von Interesse identifizieren.

4.6 Funktionsanalyse

Eine Funktionsanalyse ist die notwendige Ergänzung zu einer historischen Analyse.

Ihr Ziel ist die Überprüfung der verschiedenen industriellen Prozesse am Standort, um die verwendeten Radionuklide und chemischen Stoffe sowie deren geschätzte Mengen und Aufenthaltsorte zu kennen. Dies führt zu einem qualitativen und quantitativen Verzeichnis der radioaktiven Stoffe und chemischen Produkte oder Reagenzien, die voraussichtlich in signifikanten Mengen vorhanden sind.

Die meisten Informationen werden in der Beschreibung der Anlage, den Prozessaufzeichnungen oder in jedem Synthesedokument enthalten sein, das Anlagenfunktionsdaten und quantitative Daten sowie die detaillierten Anlagenspezifikationen enthält. Es ist beispielsweise wichtig zu wissen, ob die Rohre über eine einfache oder zweifache Ummantelung verfügten, um ihr Leckagerisiko zu bestimmen.

Mit dieser Analyse werden auch Änderungen oder Anpassungen des Prozesses oder der räumlichen Organisation sowie mögliche Betriebsstörungen untersucht, die wahrscheinlich zu einer Kontamination geführt haben.

Zu den wichtigen Aspekten gehören die Standorte der Lagerbereiche für Rohstoffe, Fertigerzeugnisse sowie für Abfall- und Betriebsrückstände sowie die Transferleitungssysteme und Entwässerungsnetze.

4.7 Vorläufige Charakterisierung

Eine vorläufige Charakterisierung im Zusammenhang mit einer Standortbegehung ist von grundlegender Bedeutung, um die Konformität der aus der historischen Dokumentation und Funktionsanalyse gewonnenen Daten zu überprüfen. Die vorläufige Charakterisierung sollte auch die umliegenden Bereiche berücksichtigen, die mit der bisherigen Standortkonfiguration verbunden sind.

Es können mehrere Begehungen erforderlich sein. Während dieses Schrittes sollte eine vorläufige Charakterisierung durchgeführt werden, die auf einigen *Vor-Ort*-Messungen (einschließlich Dosisleistung, Gesamt-Beta- und Alpha-Menge) und auf einigen im Labor zu analysierenden Oberflächen-Proben basiert. Laboratorien vor Ort oder mobile Laboratorien werden immer häufiger eingesetzt, so dass sowohl die vorläufige Charakterisierung (als auch finale Charakterisierung) durch zerstörungsfreie Analysen (Dosisleistungsmessungen, Gammaskpektrometrie) als auch radiochemische Messungen durchgeführt werden können. Diese unterstützen die vorläufige Charakterisierung und erleichtern weitere Charakterisierungsschritte.

Die entscheidenden Kriterien für die Wahl der Messverfahren (z. B. Aktivitätsniveau, Dosisleistung, Konzentration) in qualitativer und quantitativer Hinsicht sollten unter Berücksichtigung der historischen und funktionellen Analysen festgelegt werden.

Die vorläufige Charakterisierung soll das mögliche Vorhandensein von Radionukliden oder Schadstoffen bestätigen und eine grundlegende Schätzung ihrer Aktivität oder Konzentration ermöglichen. Dies ermöglicht einen ersten Hinweis auf den Fingerabdruck des Nuklids.

Die Stellen, an denen Proben entnommen oder Dosisleistungen gemessen werden sollten, werden auf der Grundlage einer fachmännischen Beurteilung in Abhängigkeit von den Standortmerkmalen, den verfügbaren Daten und den angestrebten Zielen festgelegt. Sie befinden sich üblicherweise in den Bereichen, in denen mit einer Kontamination am ehesten zu rechnen ist (Vorfälle, Akkumulationsstellen...). Es stehen Leitlinien für die Probenahme zur Verfügung, siehe 5.2, Anhang A und Literaturhinweise.

4.8 Definition der Zonen von Interesse und Kontaminationstracer

Das Ziel ist, eine Bestandsaufnahme der Bereiche zu erstellen, in denen eine mögliche Kontamination vorliegen kann.

Sie sollte auf den Ergebnissen der historischen und Funktionsanalysen basieren und Daten aus der vorläufigen Charakterisierung enthalten, die den Standort und die Nuklidaktivität jeder Zone angeben. Bei der Auswahl des zu messenden Tracers (in der Regel ein Gammastrahler) sollte die Entwicklung des Nuklidfingerabdrucks mit der Zeit (radioaktiver Zerfall) beachtet werden. Falls relevant können ebenfalls chemische Tracer in Betracht gezogen werden.

Der Umfang sollte sowohl die horizontale als auch die vertikale Ausdehnung berücksichtigen, auch wenn sie manchmal auf eine Fläche beschränkt sein kann. Da sich die Zäune um die Anlage oder Lagerflächen verändert haben können, ist es notwendig, das zu untersuchende Gebiet auf Basis von Vorkenntnissen aus historischen und Funktionsanalysen darzustellen.

Die Analyse der Eingangsdaten ermöglicht die Definition einer oder mehrerer „Kontaminationsverdachtszonen“, die Kontamination auf der Oberfläche und/oder im Boden enthalten kann.

Abhängig von der Anzahl der identifizierten Zonen kann auf der Grundlage einer Mehrkriterienanalyse eine Hierarchie aufgebaut werden (Zuverlässigkeit von und/oder Mangel an Daten, nukleare Sicherheit, Strahlenschutz und persönliche Sicherheit, Freisetzung in die Umwelt usw.).

In der Studie kann auch ein Informationsmangel (unzureichende Quantität oder Qualität) festgestellt werden, der sich auf weitere Charakterisierungsschritte auswirkt und daher zusätzlichen Aufwand erfordert.

4.9 Oberflächen- und/oder Volumencharakterisierungsprogramm

Basierend auf den Charakterisierungszielen werden mit dem Charakterisierungsprogramm alle Informationen aus den historischen und Funktionsanalysen, der vorläufigen Charakterisierung und der Definition der Zonen von Interesse und Kontaminationstracer identifiziert. Mangelhafte historische und Funktionsanalysen (z. B. aufgrund einer sehr begrenzten Anzahl von Dokumenten und Daten für eine sehr alte Anlage) bedeuten in der Regel, dass ein umfangreicherer Charakterisierungsprozess erforderlich ist. Aufgrund verschiedener Einschränkungen (Budget, Planung, Arbeitnehmerschutzbestimmungen...) sollte jedoch eine definierte optimale (angemessene) Menge an quantitativen Daten beschafft werden, um nutzlose Daten oder Übercharakterisierungen zu vermeiden.

In den Spezifikationen sollten das Oberflächen- und/oder Volumencharakterisierungsprogramm und das Datenverarbeitungsverfahren festgelegt werden. Die Umsetzung eines Charakterisierungsprogramms im Zusammenhang mit einem Probenahmeplan ermöglicht die Erstellung eines Modells zur Bestimmung der qualitativen und quantitativen Verteilung von Schadstoffen nach Zonen. Dies ermöglicht es einem Projektleiter, die erforderlichen Entscheidungen mit einem angemessenen Vertrauensniveau zu treffen.

Üblicherweise beginnt das Charakterisierungsprogramm mit der Oberflächencharakterisierung der Anlage, da diese Messungen kostengünstiger und schneller durchzuführen sind als volumetrische Untersuchungen.

Dies ermöglicht eine erste Bewertung des Oberflächenkontaminationsumfangs und kann auch neue Zonen von Interesse aufzeigen. Bei Bedarf kann dieser Schritt durch eine Volumencharakterisierung ergänzt werden. Sollte auf Basis von Informationen, die bei den historischen und Funktionsanalysen erfasst wurden, der Verdacht bestehen, dass Kontamination im Boden vorhanden ist, ist eine Volumencharakterisierung unerlässlich. Der erste Schritt der Oberflächenanalyse kann bestätigen, dass in diesem speziellen Fall keine Oberflächenkontamination vorliegt.

Verschiedene Probenahmestrategien (Screening, Zufallsprobenahme, regelmäßige Gitterbeprobungen, Erfahrungen aus Gutachten) sollten kombiniert werden, um relevante und repräsentative Ergebnisse zu erhalten. Die Probenahme sollte üblicherweise in verschiedenen Vorgängen erfolgen, da sich ein iterativer Prozess als die beste verfügbare Praxis erwiesen hat. Er ermöglicht die Optimierung des Probenahmeaufwands auf Grundlage von Vorabinformationen und den bereits erhaltenen Ergebnissen.

Das Charakterisierungs- und Probenahmeprogramm sollte die anzuwendenden Verfahren sowie die Anzahl und den Ort der *Vor-Ort*-Messungen (zerstörungsfreie Analyse) und der Proben für die Laboranalyse (zerstörende Analyse) festlegen. Mit diesem Programm sollte sichergestellt sein, dass die verfügbaren Charakterisierungsdaten (z. B. Analyseergebnisse, Dosisleistungen, Gesamt-Alpha- und Beta-Menge) eine fundierte Charakterisierung ermöglichen. Datenqualitätsziele und Datenqualitätsbewertung (DQO/DQA) sind relevante Instrumente, um dieser Herausforderung gerecht zu werden, da sie auf den gesamten Prozess angewendet werden können, von der Probenahme und -analyse bis hin zur Datenverarbeitung und Berichterstattung. Dabei handelt es sich um Aussagen, die entscheidende Definitionen der Vertrauensniveaus liefern, die erforderlich sind, um Schlussfolgerungen aus der gesamten Reihe von Projektdaten zu ziehen. Diese Ziele bestimmen das Maß der Gesamtvariabilität (Unsicherheit oder Fehler), das in den Daten toleriert werden kann. Die Variabilitätsgrenzen sollten in den Probenahme- und Analyseplan aufgenommen werden und werden durch detaillierte Probenahme- und Analyseprotokolle erreicht. Darüber hinaus ermöglicht eine vollständige, mehrjährige und umfassende Datenbank die Erfassung von Ergebnissen (Dosisleistung, Aktivitätsgrad, Konzentration) sowie von Kontextinformationen (Koordinaten, Kampagnenbezeichnung, Datum...). Die erzielten Ergebnisse sind entscheidende Elemente bei der Entscheidungsfindung über zukünftige Sanierungsmaßnahmen und die Definition der Strategie.

Die beabsichtigte zukünftige Nutzung der Anlage kann das Charakterisierungsprogramm stark beeinflussen. Es gibt ein breites Spektrum an Einsatzmöglichkeiten: nukleare oder nichtnukleare industrielle Tätigkeiten, Büros, Wohnungen usw.

Andere Einschränkungen wie Zeit, Budget und Zugänglichkeit können einen erheblichen Einfluss auf das Oberflächen-/Volumencharakterisierungsprogramm haben.

4.10 Datenverarbeitung und Kontaminationsbewertung

Die Charakterisierungsdaten sollten eine fundierte Abschätzung der vorhandenen Kontamination ermöglichen und auf einer geeigneten Datenverarbeitungs- und Interpretationsmethode beruhen. Sie sollten das Erreichen der Charakterisierungsziele ermöglichen.

Die erfassten Daten sollten in einer konsolidierten und validierten Datenbank organisiert werden.

Die wichtigsten gemessenen physikalischen Größen sind:

- a) Dosisleistung und Gesamtmenge;
- b) Oberflächen- und spezifische Aktivitäten (z. B. Bq/cm², Bq/g, Bq/m³);
- c) Schadstoffkonzentration (z. B. mg/kg).

Alle anderen quantitativen Werte, die sich auf die Messung beziehen (Gewicht, chemische Zusammensetzung, Datum...) oder qualitative Informationen (visuelle Beobachtungen, Matrix) sollten aufgezeichnet werden, da sie für die spätere Interpretation sehr wertvoll sind.

Die Messergebnisse sind mit ihren Messunsicherheiten, einschließlich derjenigen aus der Probenahme, aufzuzeichnen. Um den Datensatz konsistent zu machen und Abweichungen zu minimieren (z. B. Unterschiede in Modell, Konfiguration, Detektor, Matrix, Verfahren), sollte für die gleiche Art von Daten das gleiche Protokoll verwendet werden.

Es sollte darauf geachtet werden, dass die Ergebnisse auf Grundlage einheitlicher Datensätze, z. B. Einheit, Trockengewicht, Feuchtgewicht usw. verarbeitet werden.

Diese Parameter können sich auch auf die physikalische (z. B. Mahlen, Sieben) oder chemische (z. B. Auflösen, Versäuern) Behandlung der Probe erstrecken.

Die Datenerfassung kann Folgendes umfassen:

- statistische Analyse und Interpretation (Histogramm, Untergrundpegel...);
- Erstellung von Fingerabdrücken (oder Nuklidvektoren) basierend auf Korrelationen. Dies kann auch aus Vorkenntnissen (z. B. ähnliche Pfade, chemische Affinitäten) stammen;
- Diffusionskoeffizienten- und Migrationsprofilanalysen;
- Kalibrierung von numerischen Modellen (z. B. Aktivierung, atmosphärische Dispersion, Migration, Hydrogeologie);
- geostatistische Oberflächen-/Volumenverarbeitung;
- statistische Hypothesenprüfungen;
- Bewertung der gesundheitlichen Auswirkungen.

Um die unterschiedlichen Charakterisierungsziele zu erreichen, ist es oft notwendig, mehrere Verarbeitungsarten zu verwenden oder zu kombinieren.

Der Charakterisierungsbericht sollte den Vergleich der Ergebnisse (vorhandene Radionuklide, Kartierung der Kontamination an der Oberfläche oder im Boden, chemischer Schadstoffgehalt) mit den Sanierungszielen ermöglichen. Er basiert auf der in den vorangegangenen Abschnitten beschriebenen Datenerfassung sowie auf der Datenverarbeitung und -interpretation.

Die Akte sollte alle Elemente enthalten, die zur Charakterisierung der radiologischen und chemischen Schadstoffe (Kontaminationsgrad, räumliche Ausdehnung...) notwendig sind. Sie sollte zu einer technischen und finanziellen Bewertung des Sanierungsprogramms beitragen.

4.11 Übereinstimmung der Ergebnisse mit den Charakterisierungszielen

Das Charakterisierungsprogramm kann zu einer Aktualisierung der Sanierungsziele und der endgültigen Charakterisierungsakte (mit oder ohne Einschränkungen) führen, ohne die Methodik in Frage zu stellen.

Die Ergebnisse der Datenverarbeitung können mit den Charakterisierungszielen verglichen werden.

Wenn die Ergebnisse mit den unter 4.2 beschriebenen Ausgangszielen vereinbar sind, kann die unter 4.9 beschriebene Sanierungsprogrammphase beginnen.

Ebenso sollte das Charakterisierungsprogramm überarbeitet werden, wenn die Ergebnisse keine endgültige Schlussfolgerung zulassen, die den ursprünglichen Charakterisierungszielen entspricht. Beispielsweise könnten neue Untersuchungen erforderlich sein. Ziel ist, die Charakterisierung zu verbessern und den Entscheidungsprozess unter Berücksichtigung der neu identifizierten Einschränkungen (z. B. Aktivitätsniveau, Volumen, Budget, Zeit) zu konsolidieren.

4.12 Sanierungsprogramm

Die Vorbereitung eines Sanierungsprogramms hängt von den Sanierungszielen ab, die im Rahmen der beabsichtigten zukünftigen Anlagennutzung vorgeschlagen werden. Die Definition dieser Ziele ist an akzeptable Gesundheitsrisiken gebunden, wie sie von nationalen oder internationalen Behörden und Richtlinien definiert werden.

Das Sanierungsprogramm untersucht verschiedene Hypothesen und Sanierungsszenarien, gibt Auskunft über die räumlichen Grenzen der Untersuchungsgebiete und schließt die Risiken einer Kontaminationsausbreitung in den umgebenden Medien ein.

Die Erstellung dieser Szenarien erfordert nicht nur Kenntnisse über die physikalisch-chemische Beschaffenheit und Aktivität der Radionuklide und die Eigenschaften der vorhandenen chemischen Schadstoffe, sondern auch über die Kosten- und Ressourcenschätzung für das Sanierungsprogramm. Die Kosten können sich je nach Integration von Teilergebnissen ändern, die den anfänglichen Ansatz beeinflussen oder diesbezüglich Fragen aufwerfen können, z. B. Identifizierung neuer toxischer Produkte, Erweiterung der Zone, Freisetzung von Kontaminationen, übermäßige Kosten.

Abhängig von den Ergebnissen und den Sanierungszielen kann eine finanzielle Bewertung auf Grundlage einer Kosten-Nutzen-Analyse erforderlich sein. Diese Analyse zeigt, ob das Sanierungsziel für das Projekt angemessen ist. Ist dies nicht der Fall, müssen die anfänglichen Sanierungsziele überarbeitet werden.

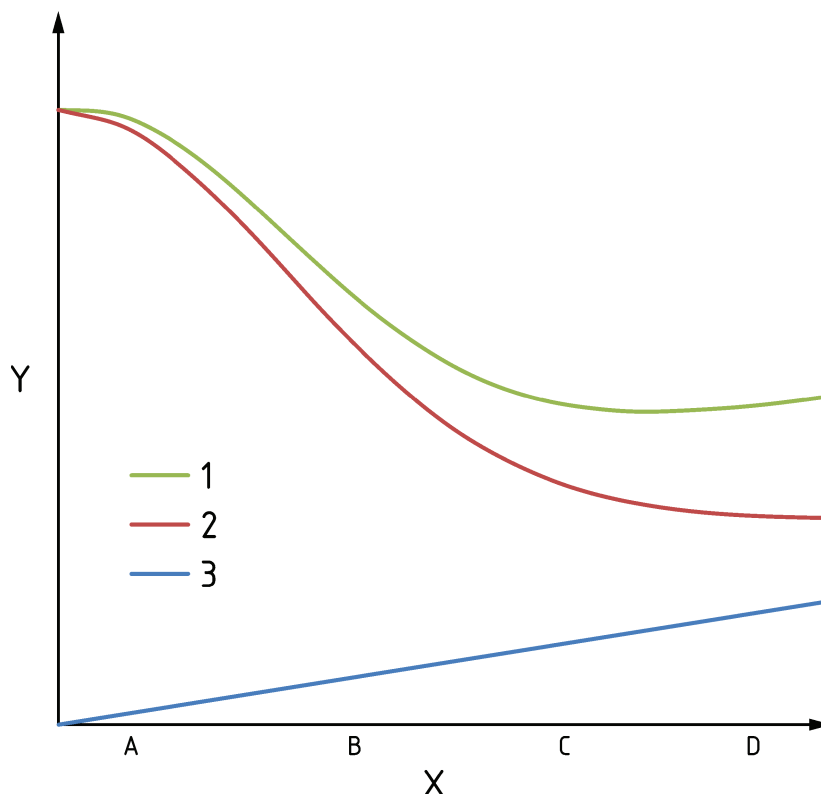
Diese Kosten-Nutzen-Analyse soll bei der Auswahl des besten Sanierungsszenarios helfen und dabei qualitative und quantitative Aspekte berücksichtigen, wie z. B.:

- Standortbeschränkungen (z. B. Stilllegungsplan, Zugänglichkeit);
- Art der Sanierungsmaßnahmen zur Beseitigung der Kontaminationsquelle;
- Art der Sanierungsmaßnahmen, um die verschiedenen Pfade zu unterbrechen, wenn die Quelle schwer zu beseitigen ist;

- Schutz der Arbeiter;
- Abfallarten und erzeugte Mengen;
- Umweltbelastung durch die Sanierung (Artenvernichtung, Baumfällung, LKW-Transport, Lärm, Vibrationen usw.);
- Dosis- oder Risikoziel, das das Sanierungsszenario erreichen würde;
- technische Durchführbarkeit der Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen;
- Beschränkungen, die anzuwenden oder nicht anzuwenden sind;
- behördlicher und/oder gesetzlicher Rahmen;
- finanzielle Kosten;

Es sollte beachtet werden, dass ein mangelhafter Charakterisierungsaufwand oft zu übermäßig konservativen Annahmen oder im Gegenteil zur Entdeckung einer unerwarteten Kontamination während der Sanierungsarbeiten führen kann. Beide Fälle bedeuten Ausgaben, die für das Sanierungsprojekt unvorhersehbar und in der Regel höher sind als die Kosten für eine angemessene Charakterisierung.

Eine allgemeine Prüfung der vergangenen Sanierungsprojekte für kontaminierte Böden, Gebäude und Infrastrukturen zeigt die Relevanz des Charakterisierungsaufwands. Diese Beobachtungen gelten sowohl für die Radionuklidkontamination als auch für die chemische Kontamination. Als Zusammenfassung von Bild 3 lässt sich sagen, dass der Probenahme- und Charakterisierungsaufwand in Bezug auf die Probleme des Sanierungsprojekts (Gesamtvolume der betroffenen Mengen, Kontaminationsgrad) optimiert werden sollte, um die Dekontaminations-/Sanierungskosten (Arbeits- und Abfallkosten) und damit die Gesamtkosten des Projekts zu reduzieren. Bei einem sehr begrenzten Charakterisierungsaufwand sollte auf eine Überkategorisierung der kontaminierten Mengen oder auf das Risiko einer unerwarteten Kontamination geachtet werden, die die Sanierungskosten drastisch erhöhen würden. Im Gegenteil, sobald die kontaminierten Mengen richtig abgeschätzt sind und nicht weiter reduziert werden können, ist es nicht länger notwendig, (unnötige Proben) übermäßig zu charakterisieren, da dies zu Zeit- und Geldverschwendung führen würde. Letzteres ist nicht üblich, da der Charakterisierungsprozess in der Regel von zu geringem Umfang ist.



Legende

- X Charakterisierungsaufwand
- Y relative Kosten
- 1 Gesamtkosten
- 2 Sanierung
- 3 Charakterisierungskosten
- A unzureichend
- B mittel
- C optimiert
- D übermäßig

Bild 3 — Relevanz des Charakterisierungsaufwands in Bezug auf die Gesamtkosten des Sanierungsprojekts

4.13 Finale Charakterisierung

Das finale Charakterisierungsziel ist der Nachweis der Übereinstimmung der Ergebnisse der Standortsanierung mit den Sanierungszielen. Dies bedeutet, der Aufsichtsbehörde und anderen Interessengruppen nachzuweisen, dass die potenzielle Dosis oder das Risiko einer Restkontamination innerhalb der Sanierungsziele (Freigabekriterien/Freigabenniveau) liegt und dass der Standort für seine zukünftige geplante Nutzung geeignet ist.

Für diese Art der Charakterisierung sollte ein probabilistischer Ansatz für die Probenahme angewandt werden, um ein repräsentatives Bild des endgültigen Standorts zu erhalten. Dieser Ansatz ermöglicht die Erstellung von Daten, auf die Statistiken angewendet werden können. Daher wird sich der Nachweis der Konformität auf wissenschaftliche Verfahren stützen, wobei zu berücksichtigen ist, dass Messunsicherheiten mit Charakterisierungstechniken verbunden sind und dass ein 100%iges Vertrauen in eine Entscheidung nicht erreicht werden kann. Ein Risikoniveau sollte vom Projektteam und der Aufsichtsbehörde erörtert werden. Abhängig von der Vergangenheit der verschiedenen Bereiche eines Standorts kann die Auslegung dieser finalen Charakterisierung unterschiedlich sein, von zufälliger Probenahme oder zerstörungsfreien Messungen bis hin zu einem Probenahmekonzept, das auf statistischen Prüfungen basiert, mit denen definiert wird, wie viele Proben ausreichend sind, um für das Gebiet oder den Standort repräsentativ zu sein.