E DIN EN ISO 19204:2026-03 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2026-01-30

Bodenbeschaffenheit - Vorgehensweise zur standortbezogenen ökologischen Risikobewertung von Bodenverunreinigungen (TRIAD-Ansatz zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit) (ISO/DIS 19204:2026); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 19204:2026

Soil quality - Procedure for site-specific ecological risk assessment of soil contamination (soil quality TRIAD approach) (ISO/DIS 19204:2026); German and English version prEN ISO 19204:2026

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 8

Vorwort ... 9

Einleitung ... 11

1 Anwendungsbereich ... 12

2 Normative Verweisungen ... 12

3 Begriffe ... 12

4 Prozessübersicht ... 18

5 Unsicherheit und Beweiskraft ... 19

6 Durchführung eines TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit ... 20

6.1 Erster Schritt: Ziel der Untersuchung (Formulierung des Problems und Entscheidung hinsichtlich der Notwendigkeit einer standortbezogenen Risikobewertung) ... 20

6.1.1 Allgemeiner Ansatz ... 20

6.1.2 Entscheidung ... 20

6.1.3 An einer ökologischen Risikobewertung beteiligte Interessensgruppen ... 21

6.1.4 Unabhängige Qualitätskontrolle ... 21

6.2 Zweiter Schritt: Grundlegende Betrachtungen ... 22

6.2.1 Allgemeiner Ansatz ... 22

6.2.2 Beurteilungskriterien ... 22

6.3 Dritter Schritt: Praktische Durchführung des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit ... 24

6.3.1 Allgemeines ... 24

6.3.2 Stufen des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit ... 24

6.3.3 Beweislinien des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit ... 25

6.3.4 Messparameter ... 27

6.4 Vierter Schritt: Bewertung auf den unterschiedlichen Stufen: Normierung, Gewichtung und Integration von Ergebnissen ... 32

6.4.1 Allgemeines ... 32

6.4.2 Quantifizierung von Ergebnissen aus terrestrischen Prüfungen ... 32

6.4.3 Normierung in der Praxis ... 32

6.4.4 Gewichtung ... 32

6.4.5 Integration der Ergebnisse ... 33

6.5 Fünfter Schritt: Entscheidung über das weitere Vorgehen ... 34

7 Berichterstattung ... 34

Anhang A (informativ) Bioindikatoren für Auswirkung und Akkumulation — Zusätzliche Instrumente für eine standortbezogene ökologische Risikobewertung ... 36

Anhang B (informativ) Toolboxen ... **37**

Anhang C (informativ) Fallstudien ... **51**
C.1 Fallstudie 1: Ehemaliges Bergwerk ... **51**
C.1.1 Kontext ... **51**
C.1.2 Erster Schritt: Ziel der Untersuchung (Formulierung des Problems und Entscheidung hinsichtlich der Notwendigkeit einer standortbezogenen Risikobewertung) ... **52**
C.1.3 Zweiter Schritt: Grundlegende Betrachtungen ... **52**
C.1.4 Dritter Schritt: Praktische Durchführung des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit (Stufe 1) ... **53**
C.1.5 Fünfter Schritt: Entscheidung über das weitere Vorgehen (Stufe 1) ... **62**
C.1.6 Vierter Schritt: Bewertung auf den unterschiedlichen Stufen: Normierung, Gewichtung und Integration von Ergebnissen (Stufe 2) ... **65**
C.1.7 Fünfter Schritt: Entscheidung über das weitere Vorgehen (Stufe 2) ... **69**
C.2 Fallstudie Korea ... **69**
C.2.1 Standortbeschreibung ... **69**
C.2.2 Bodenprobenahme und Probenvorbereitung ... **70**
C.2.3 TRIAD-Beurteilung ... **70**

Literaturhinweise ... **73**

Bilder

Bild 1 — Graphische Darstellung der fünf Schritte, die bei einer standortbezogenen ökologischen Risikobewertung (TRIAD-Ansatz zur Bodenbeschaffenheit) von Bodenverunreinigungen auszuführen sind, um die Entscheidungsfindung in Bezug auf die Bodenbeschaffenheit zu unterstützen ... **18**

Bild 2 — Schematische Darstellung des gestaffelten Ansatzes bei der Durchführung einer TRIAD-Studie zur Bodenbeschaffenheit ... **25**

Bild 3 — Schematische Darstellung der drei Beweislinien (LoE) des TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit ... **25**

Bild C.1 — Ergebnis Stufe 1 ... **62**

Bild C.2 — Konzeptionelles Standortmodell des Untersuchungsgebiets ... **69**

Bild C.3 — Dreiecksdiagramme für integrierte Risikowerte (IR) für jedes Gebiet, abgeleitet aus drei Beweislinien (LoEs): chemische LoE (Chem-LoE), ökotoxikologische LoE (Ecotox-LoE) und ökologische LoE (Eco-LoE). Das Gebiet R stellt einen Referenzstandort als Kontrollstandort dar. ... **72**

Tabellen

Tabelle 1 — Beispiel für einen Versuch, verschiedene Instrumente in den unterschiedlichen Stufen der TRIAD zur Bewertung der Bodenbeschaffenheit für jede LoE einzustufen ... **30**

Tabelle B.1 — Chemische LoE — Toolbox ... **38**

Tabelle B.2 — Ökotoxische LoE — Toolbox ... **41**

Tabelle B.3 — LoE — Toolbox ... **46**

Tabelle C.1 — Interpretation des Risikoindexwertes ... **53**

Tabelle C.2 — Interpretation der Unsicherheitswerte **53**

Tabelle C.3 — Einfache Screening Instrumente **55**

Tabelle C.4 — Gesamtkonzentration von Metallen (mg/kg) **55**

Tabelle C.5 — Vermeidungsverhalten von Regenwürmern (ISO 17512-1) **56**

Tabelle C.6 — Dehydrogenaseaktivität von *Arthrobacter globiformis* (ISO 18187) **56**

Tabelle C.7 — Vegetationsbedeckung **56**

Tabelle C.8 — Toxizitätsschwellenwert ($HC_{50}EC_{50}$ und $HC_{50}NOEC$) **57**

Tabelle C.9 — Berechnete toxische Belastung nach Komponente **58**

Tabelle C.10 — Berechnete toxische Belastung nach Komponente mit Korrektur für Hintergrundkonzentrationen **58**

Tabelle C.11 — Toxische Belastung für TRIAD **59**

Tabelle C.12 — Korrigierte Werte für die Ergebnisse der Biotests **60**

Tabelle C.13 — Daten, die aus verschiedenen Instrumenten stammen und zu einem einzigen LoE-Wert zusammengefasst werden. Diese Zusammenstellung der Werte erfolgt in drei Schritten **60**

Tabelle C.14 — TRIAD-Normierung der Vegetationsbedeckung **61**

Tabelle C.15 — Berechnung des integrierten Risikos der Stufe 1 ..... **61**

Tabelle C.16 — Stufe 2, anspruchsvollere Screening Instrumente **62**

Tabelle C.17 — Umweltrelevante Verfügbarkeit im Boden in µg/kg ($CaCl_2$-Extraktion) **63**

Tabelle C.18 — Konzentration von Metallen in Pflanzen **63**

Tabelle C.19 — SET-Index, Abschätzung der Übertragung von Schadstoffen auf Landschnecken **64**

Tabelle C.20 — Auswirkung von verunreinigten Böden auf Saatauflauf und Wachstum höherer Pflanzen (ISO 11269-2) **64**

Tabelle C.21 — Für die Studie herangezogene Kriterien für den Nematodenindex **65**

Tabelle C.22 — Risikoindizes, die durch den Vergleich der extrahierbaren Konzentrationen mit PNECsoil ermittelt wurden **65**

Tabelle C.23 — Skalierter Risikoindex in Bezug auf die Umweltverfügbarkeit von Metallen im Boden **65**

Tabelle C.24 — Normierung der Metallkonzentrationen in Pflanzen **66**

Tabelle C.25 — Skaliert für den TRIAD SET-Index **67**

Tabelle C.26 — Berechnung des chemischen LoE-Auswirkungs-Wertes für Stufe 2 ..... **67**

Tabelle C.27 — Berechnung des ökotoxikologischen LoE-Auswirkung-Wertes für Stufe 2 ..... **67**

Tabelle C.28 — Nematodenindex: Abundanz..... 67

Tabelle C.29 — Berechnung des ökologischen LoE-Auswirkungs-Wertes für Stufe 2..... 68

Tabelle C.30 — Stufe 2, Integrierter Risikoindex und Unsicherheit 68

Tabelle C.31 — Toolbox-Listen für drei Beweislinien (chemische LoE, ökotoxikologische LoE und ökologische LoE) 71

Tabelle C.32 — Drei Beweislinien (LoE) und integriertes Risiko 72