

DIN EN ISO 20074

ICS 75.020

**Erdöl- und Erdgasindustrie –
Rohrleitungstransportsysteme –
Risikobewertung geologischer Gefahren für Rohrleitungen an Land
(ISO 20074:2019);
Deutsche Fassung EN ISO 20074:2019**

Petroleum and natural gas industry –
Pipeline transportation systems –
Geological hazards risk management for onshore pipeline (ISO 20074:2019);
German version EN ISO 20074:2019

Industries du pétrole et du gaz naturel –
Systèmes de transport par conduites –
Gestion des risques géologiques pour les conduites terrestres (ISO 20074:2019);
Version allemande EN ISO 20074:2019

Gesamtumfang 82 Seiten

DIN-Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG)
DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 20074:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 67 „Materials, equipment and offshore structures for petroleum, petrochemical and natural gas industries“, Unterkomitee SC 2 „Pipeline transportation systems“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 12 „Materialien, Ausrüstungen und Offshore-Bauwerke für die Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN (Niederlande) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 109-00-02 AA „Fernleitungssysteme — Spiegelausschuss zu ISO/TC 67/SC 2“ im DIN-Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG).

Deutsche Fassung

Erdöl- und Erdgasindustrie —
Rohrleitungstransportsysteme —
Risikobewertung geologischer Gefahren für Rohrleitungen an
Land (ISO 20074:2019)

Petroleum and natural gas industry —
Pipeline transportation systems —
Geological hazards risk management for onshore
pipeline (ISO 20074:2019)

Industries du pétrole et du gaz naturel —
Systèmes de transport par conduites —
Gestion des risques géologiques pour les conduites
terrestres (ISO 20074:2019)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 14. Juli 2019 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe und Abkürzungen	8
3.1 Begriffe	8
3.2 Symbole und Abkürzungen	11
4 Geogefahren-Risikomanagementprogramm einer Rohrleitung	11
4.1 Grundprinzipien	11
4.2 Anforderungen für ein PGMP	12
4.3 Elemente eines PGMP	13
4.3.1 Allgemeines	13
4.3.2 Phase der technischen Vorbereitung und Wahl des Trassenverlaufs	14
4.3.3 Entwicklungsphase	16
4.3.4 Bauphase	18
4.3.5 Betriebs- und Instandhaltungsphase	21
5 Risikoidentifizierung	22
5.1 Allgemeines	22
5.2 Geogefahrenverzeichnis	27
5.3 Desktop-Datenauswertung	27
5.4 Auswertung von LiDAR- und Fernerkundungsbildern	28
5.5 Felduntersuchung	28
5.5.1 Felduntersuchungstechniken	28
5.5.2 Anwendungsbereich der Felduntersuchung	29
5.5.3 Empfehlungen für die Felduntersuchung	29
5.6 Geotechnische Untersuchung	29
6 Risikobewertung	29
6.1 Allgemeines	29
6.2 Bewertungssysteme und -verfahren	30
6.2.1 Bewertungssysteme	30
6.2.2 Bewertungsverfahren	31
6.3 Bewertung der regionalen Anfälligkeit einer Rohrleitung für Geogefahren	34
6.4 Bewertung einzelner Geogefahren von Rohrleitungen	34
7 Risikominderung	35
7.1 Allgemeines	35
7.2 Minderungsmaßnahmen	35
7.2.1 Physikalische und verfahrenstechnische Minderungsmaßnahmen	35
7.2.2 Kurzzeit- und Langzeit-Minderungsmaßnahmen	36
8 Techniken und Verfahren für das Geogefahren-Risikomanagement	37
9 Datenmanagement	41
Anhang A (informativ) Leitfaden für die Wahl des Trassenverlaufs einer Rohrleitung	42

Anhang B (informativ) Empfehlungen für die Felduntersuchung.....	44
B.1 Zu bestimmende und aufzuzeichnende Angaben zu Geogefahren.....	44
B.2 Bildgebung, Fotografien und Zeichnungen.....	45
Anhang C (informativ) Beispiel für die Klassifizierung geologischer Umweltbedingungen nach Komplexitätsgrad.....	46
Anhang D (informativ) Beispiel eines qualitativen Bewertungsverfahrens	48
D.1 Allgemeines	48
D.2 Grad der Anfälligkeit für Geogefahren	48
D.3 Verwundbarkeitsgrad der Rohrleitung	53
D.4 Klasse der Folgen eines Rohrleitungsversagens.....	54
D.5 Einstufung des Risikogrades	55
Anhang E (informativ) Beispiel eines semiquantitativen Bewertungsverfahrens	56
E.1 Allgemeines	56
E.2 Durchführung der Bewertung	56
E.3 Verfahren zur Berechnung des Risikowahrscheinlichkeitsindex.....	57
E.4 Bestimmung der Klasse der Folgen eines Rohrleitungsversagens	58
E.5 Beispiel.....	59
E.5.1 Beispielbeschreibung	59
E.5.2 Risikowahrscheinlichkeitsindex und Risikograd.....	59
E.5.3 Klasse der Folgen eines Rohrleitungsversagens.....	64
E.5.4 Risikograd	64
Anhang F (informativ) Potenzielle Verfahren zur Risikominderung.....	65
F.1 Physikalische Minderungsmaßnahmen.....	65
F.2 Verfahrenstechnische Minderungsmaßnahmen	68
F.2.1 Allgemeines	68
F.2.2 Patrouilleninspektion.....	68
F.2.3 Bewusstmachung.....	68
F.2.4 Management von Erdarbeiten	68
F.2.5 Überwachung	68
Anhang G (informativ) Wichtige Einflussfaktoren ausgewählter Geogefahren	73
Literaturhinweise.....	79

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 20074:2019) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 67 „Materials, equipment and offshore structures for petroleum, petrochemical and natural gas industries“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 12 „Materialien, Ausrüstungen und Offshore-Bauwerke für die Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2020, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2020 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 20074:2019 wurde von CEN als EN ISO 20074:2019 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 67, *Materials, equipment and offshore structures for petroleum, petrochemical and natural gas industries*, Unterkomitee SC 2, *Pipeline transportation systems*, erarbeitet.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Dieses Dokument wird von Betreibern und Planern von Rohrleitungen zur Umsetzung und Verbesserung des Geofahren-Risikomanagements für Rohrleitungen an Land angewendet.

Es wird angewendet für die ordnungsgemäße und wirksame Identifizierung, Bewertung und Minderung von Geofahren, welche die Integrität und Sicherheit der Rohrleitung gefährden, und um potenzielle Risiken und unbeabsichtigte Verluste zu verringern. Dieses Dokument soll Geofahren entlang der Rohrleitung oder des RoW behandeln.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen fest und gibt Empfehlungen zum Geogefahren-Risikomanagement während der Phasen von Auslegung, Bau und Betrieb der Rohrleitung.

Dieses Dokument ist anwendbar für alle Betreiber und Rohrleitungen (Bestand sowie in Planung/im Bau befindlich).

Dieses Dokument gilt für Sammel- und Transportleitungen an Land für den Einsatz in der Erdöl- und Erdgasindustrie.

ANMERKUNG Dieses Dokument ist nicht anwendbar für Rohre und Leitungen innerhalb klar definierter Anlagen und Einrichtungen, wie z. B. Pump- und Kompressorstationen, Verarbeitungseinrichtungen oder Raffinerien. Es wird angenommen, dass der gesamte Anlagenstandort einer gesonderten Geogefahrenbewertung zur Beurteilung zutreffender natürlicher und vom Menschen verursachter Gefährdungen unterzogen wird. Dennoch kann dieses Dokument nützliche Hinweise zur Bewertung der Bedrohung von Einrichtungen, einschließlich der Rohrleitungen innerhalb der Anlage, durch Geogefahren geben.

Dieses Dokument ist anwendbar für alle anzunehmenden und glaubhaften natürlichen Gefährdungen bedingt durch Naturgewalten sowie Gefährdungen bedingt durch menschliche Handlungen, die ähnlich natürlichen Gefährdungen erscheinen und mit dem Sammelbegriff „geologische Gefährdungen“ bzw. „Geogefahren“ bezeichnet werden, oder durch die Industrie, den „Naturgewalten“ zugeschrieben werden. Die in diesem Dokument behandelten Geogefahren sind u. a. Folgende (nicht nach ihrer Bedeutung angegeben):

- Massenbewegungsprozesse, einschließlich Erdbeben, lateralen Ausbreitungen, Felsstürzen, Murgängen, Lawinen, sowie vergleichbare Vorgänge, ob natürlich auftretend oder anthropogen;
- Bodenabsenkung und/oder Bildung von Erdlöchern, ob natürlich auftretend, wie durch Auflösung von Salz- oder Karbonatgesteinsformationen (Karstformation), oder menschenbedingt, wie durch Untertage-Bergbau oder Förderung unterirdischer Fluide, wie z. B. Grundwasser sowie Erdöl und Erdgas;
- seismische Gefährdungen, wie z. B. Bodenbeben, Verwerfungsbruch, Verflüssigung, Durchflussausfälle und laterale Ausbreitung, oder zugehörige Sekundärwirkungen, wie z. B. seismisch bedingte Erdbeben;
- vulkanische Gefährdungen, wie z. B. Lahare, pyroklastische Ströme, Lavaströme, Dammbruch, sowie vulkanisch bedingte Seismizität (ausgenommen Ascheregen), wenn solche Gefährdungen vernünftigerweise vorhersagbar sind;
- hydrologische Prozesse, wie z. B. Flutung, senkrechte Unterspülung von Flussböden, Flussbettwanderung und Seitenerosion, Ausriss des Wasserlaufs, schnelle Entwässerung von Seen;
- Dauerfrostprozesse/periglaziale Prozesse und geothermale Einwirkungen, wie thermischer Abbau, Frosthebung oder Tausetzung, thermische Erosion, Thermokarst;
- Erosion der Oberfläche (Überland), Grabenverfüllung und Erosion durch die Verfüllung von Erdarbeiten;
- Ausdehnungs- oder Einsturzprozesse aufgrund sich ausdehnender und verformbarer Böden, wie z. B. glazimarine Tonerden, verformbarer Löss usw.

Dieses Dokument behandelt keine atmosphärischen/umweltbedingten Einwirkungen wie die Folgenden:

- Starkwinde aufgrund von Wirbelstürmen und Tornados sowie vergleichbarer Stürme, mit Ausnahme von Ereignissen, die vernünftigerweise vorhersagbar sind und Geogefahren verursachen, wie z. B. Erdbeben, Erosion usw.;
- Blitz;
- Wald- oder Buschbrände;
- Ascheregen aufgrund von Vulkanausbrüchen.

Des Weiteren ist dieses Dokument nicht anwendbar auf sogenannte Kettenreaktionen, bei denen ein entferntes Ereignis zu einer Ereigniskette führt, wodurch letztendlich eine Geogefahr in der Nähe der Rohrleitung verursacht wird. Es ist ausschließlich anwendbar auf Geogefahren mit direktem Einfluss auf die Rohrleitung oder das RoW.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 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:

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

3.1.1

Bauphase

Phase, in der die Rohrleitung physikalisch errichtet wird, einschließlich aller Tätigkeiten von der RoW-Räumung bis hin zur Inbetriebnahme sowie der RoW-Beräumung/Wiederherstellung

3.1.2

Entwicklungsphase

Phase der umfassenden Entwicklung, welche u. a. umfassende hydraulische Studien, mechanische Auslegung der Rohrleitung, Spannungsanalyse, RoW-Entwicklung, vollständige Beschreibung aller identifizierten Geogefahren, Bau- und Logistikplanung sowie Versorgungsmanagement einschließen kann

3.1.3

dynamisches Management

Prozess, der die gesamte Lebensdauer der Rohrleitung abdeckt und anwendbar ist, wenn eine neue Gefährdung festgestellt wird oder sich eine bestehende Gefährdung ändert

3.1.4

Geogefahrenverzeichnis

Liste aller identifizierten Geogefahren, die während der gesamten Lebensdauer des Rohrleitungsprojekts weitergeführt, ergänzt oder gekürzt werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Idealerweise wäre das Verzeichnis rechnergestützt und mit einem Geografischen Informationssystem (GIS) verbunden.

3.1.5

Anfälligkeit für Geofahren

geologische oder umweltbezogene Bedingungen, die das Auftreten eines Geofahrenereignisses zulassen könnten

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Geofahrenereignis kann ein Ereignis natürlichen oder menschlichen Ursprungs sein, welches eine Bedrohung für die Integrität oder Sicherheit der Rohrleitung oder des RoW verursacht.

3.1.6

geologisch sensibler Bereich

Bereich, der potenziell anfällig für Geofahren ist

BEISPIEL Derartige Bereiche umfassen seismische Verwerfungszonen oder aktive Verwerfungen, mittelgroße und große Flüsse, hohe und steile Hänge, Murgangkorridore, erdrutschenanfälliges Gelände, für Karsteinsturz anfällige Bereiche, Abbauhohlräume.

3.1.7

hydrologischer Prozess

Prozess in Zusammenhang mit fließenden Gewässern, d. h. Fluss- und Stromprozesse

3.1.8

einzelne Geofahr einer Rohrleitung

spezifische Geofahr, welche die Rohrleitung beeinflussen kann

3.1.9

Bodenabsenkung

Absenkung oder allmähliches Setzen der Erdoberfläche mit relativ geringer waagerechter Bewegung

Anmerkung 1 zum Begriff: Mögliche Ursachen sind Karstprozesse, verformbare oder dispersive Böden, Rohrleitungs-erosion, Aufwärtsbewegung von Untertage-Bergwerken oder andere Prozesse.

3.1.10

Langzeitmanagement

Managementtätigkeiten bezüglich *Geofahren einer Rohrleitung* (3.1.15) mittels Überwachung und wiederkehrender Neubewertung der von Geofahren ausgehenden Bedrohungsgrade

3.1.11

Massenbewegungsprozess

allgemeiner Begriff für die Ablösung sowie die/den schwerkraftbedingte(n) Abwärtsbewegung oder -transport von Boden- und Felsmaterial

3.1.12

Betriebs- und Instandhaltungsphase

Phase der Rohrleitungslebensdauer, während der sie mit Kohlenwasserstoffprodukt gefüllt ist, das in ihr transportiert wird, und während welcher der Rohrleitungsbetreiber Probleme in Verbindung mit der Instandhaltung und Integrität der Rohrleitung und des RoW behandelt

3.1.13

Betreiber

Person oder Organisation, welche ein Rohrleitungssystem oder Rohrleitungsanlagen besitzt oder betreibt und für den Betrieb und die Integrität des Rohrleitungssystems verantwortlich ist

3.1.14

Folge eines Rohrleitungsversagens

Einwirkung oder Verlust, direkt oder indirekt verursacht durch Undichtigkeit, Beschädigung oder Leistungsabfall einer Rohrleitung aufgrund von Geogefahren

BEISPIEL Auswirkung auf Gesellschaft und Umwelt sowie Verlust von Leben und Eigentum, negative Auswirkung auf die Unternehmensreputation und finanzieller Verlust.

Anmerkung 1 zum Begriff: Darin eingeschlossen sind die einzelne Geogefahr einer Rohrleitung und die regionale Geogefahr einer Rohrleitung.

3.1.15

Geogefahr einer Rohrleitung

geologische Prozesse oder Phänomene mit dem Potenzial der Schädigung von Rohrleitung oder RoW

3.1.16

Geogefahrenrisiko einer Rohrleitung

Kombination aus der *Anfälligkeit für Geogefahr* (3.1.5), der *Verwundbarkeit der Rohrleitung* (3.1.22) und der *Folge eines Rohrleitungsversagens* (3.1.14)

3.1.17

Bewertung des Geogefahrenrisikos einer Rohrleitung

Prozess der Feststellung, ob *Geogefahrenrisiken einer Rohrleitung* (3.1.16) annehmbar sind oder ob deren Minderung oder ein Eingriff erforderlich ist

3.1.18

Identifizierung des Geogefahrenrisikos einer Rohrleitung

Prozess der Erkennung, Charakterisierung und Beschreibung glaubhafter und wahrscheinlicher Geogefahren, die auf die Rohrleitung oder das RoW einwirken können

3.1.19

Geogefahren-Risikomanagement einer Rohrleitung

koordinierte Tätigkeit zur Anleitung und Problembehandlung in Verbindung mit dem *Geogefahrenrisiko einer Rohrleitung* (3.1.16)

3.1.20

Geogefahren-Risikomanagementprogramm einer Rohrleitung

Reihe von Prozessen und Verfahren zur Anleitung von Betreiberfirmen oder *Betreibern* (3.1.13) zur Durchführung des *Geogefahren-Risikomanagements einer Rohrleitung* (3.1.19)

3.1.21

Geogefahren-Risikominderung einer Rohrleitung

Prozess der Wahl und Umsetzung einer Gegenmaßnahme oder eines Eingriffs gegen ein Geogefahrenrisiko zur Verringerung der Wahrscheinlichkeit eines negativen Ereignisses oder zur Minderung der Folgen eines negativen Ereignisses, welches auf die Rohrleitung oder das RoW einwirken kann

3.1.22

Verwundbarkeit der Rohrleitung

bedingte Wahrscheinlichkeit, dass eine Rohrleitung aufgrund einer Geogefahr beschädigt wird, sofern eine solche eintritt und auf die Rohrleitung einwirkt, wobei abgeschätzt wird, wie beständig diese gegenüber einer Beschädigung aufgrund von Geogefahren ist

3.1.23

Phase der technischen Vorbereitung und Wahl des Trassenverlaufs

Anfangsphase in der Rohrleitungslebensdauer, während welcher grundlegende Auslegungsarbeiten abgeschlossen werden, einschließlich u. a. der Untersuchung und Wahl des Trassenverlaufs, der Vorentwicklung der Rohrleitung, der Frühplanung von Logistik, Versorgungsmanagement sowie rechtlicher Planung und Angebote

3.1.24

regionale Geogefahr einer Rohrleitung

Gruppe oder Ansammlung bestehender und potenzieller Geogefahren innerhalb eines festgelegten geografischen Gebietes

3.1.25

Wegerecht

Gebiet, in dem der Betreiber der Rohrleitung nach Abstimmung mit dem Grundeigentümer das Recht zur Durchführung von Arbeiten hat

[QUELLE: ISO 13623:2017, 3.1.19]

3.1.26

seismische Gefährdung

Gefährdung, die infolge eines Erdbebens eintritt

3.1.27

Fachkraft

SME

(en: subject matter expert)

Fachperson mit Erfahrung in der Beurteilung und dem Management von Geogefahren

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Qualifikationen einer Fachkraft sind standortabhängig, umfassen jedoch im Allgemeinen einen Abschluss in Geologie, Geomorphologie, Hydrogeologie, Geotechnikingenieurwissenschaften, Geologieingenieurwissenschaften, Bauingenieurwissenschaften oder einen verwandten Abschluss sowie mindestens 5-jährige praktische Berufserfahrung in der Arbeit mit Geogefahren.

3.2 Symbole und Abkürzungen

GIS	geografisches Informationssystem (en: geographic information system)
ILI	Inline-Inspektion (en: in-line inspection)
LiDAR	Lichtdetektion und -ortung (en: light detection and ranging)
PGMP	Geogefahren-Risikomanagementprogramm einer Rohrleitung (en: pipeline geohazard risk management program)
RoW	Wegerecht (en: right-of-way)

4 Geogefahren-Risikomanagementprogramm einer Rohrleitung

4.1 Grundprinzipien

Ein PGMP ist eine Reihe von Vorgehens- und Verfahrensweisen, eingesetzt für die/das systematische Identifizierung, Beurteilung und Management von Geogefahren, um das Risiko der Beschädigung eines Rohrleitungssystems auf ein annehmbares Niveau zu verringern. Ein PGMP wird über die gesamte Lebensdauer der Rohrleitung von der Planung und Auslegung, über Bau und Betrieb, bis hin zur Stilllegung

des Rohrleitungssystems betrieben. Somit sollte das PGMP so ausgelegt und umgesetzt werden, dass kritische Informationen für die Lebensdauer der Rohrleitung erhalten und zugänglich bleiben.

Da eine Vielzahl unterschiedlicher Gruppen an Auslegung, Bau und Betrieb einer Rohrleitung mitwirken, liegt die Gesamtverantwortung für das PGMP beim Betreiber. Der Betreiber muss eine Einzelperson oder eine Organisation (das „PGMP-Team“) für die Umsetzung des PGMP während der und zwischen den verschiedenen Phasen benennen. Das PGMP-Team darf aus dem Personal des Betreibers oder einer von ihm beauftragten qualifizierten Drittstelle bestehen. Wird eine Organisation durch eine andere ersetzt, ist eine ordnungsgemäße Übertragung der Pflichten des Geogefahren-Risikomanagements sicherzustellen. Wird eine Drittstelle mit dem Geogefahren-Risikomanagement beauftragt, muss der Betreiber durchgehend und eng mit dieser zusammenarbeiten, um sicherzustellen, dass die Interessen und Erfordernisse des Betreibers und aller Interessenvertreter angemessen beachtet und geschützt werden.

Es wird empfohlen, dass das Geogefahren-Risikomanagement während der gesamten Lebensdauer einer Rohrleitung durch dieselbe Organisation durchgeführt wird, wobei es sich entweder um einen Betreiber oder eine von ihm beauftragte Drittstelle handeln kann.

Dynamisches Management von Rohrleitungs-Geogefahren ist erforderlich und neu identifizierte Geogefahren dürfen in besagtes Management einbezogen werden. Die in das dynamische Management einbezogenen Geogefahren werden als Risikomanagementobjekte bezeichnet.

Wenn ein PGMP erforderlich ist, müssen Betreiber ein PGMP für die Lebensdauer der Anlage einrichten und aufrechterhalten. Der Betreiber muss das PGMP während der Lebensdauer der Anlage aktualisieren, sofern und sobald es die Bedingungen erfordern.

Sämtliche Arbeiten in Zusammenhang mit der Identifizierung, Bewertung und Minderung von Geogefahrenrisiken der Rohrleitung müssen von qualifiziertem Personal durchgeführt werden. SME sind während aller Stufen und Phasen der Rohrleitungslebensdauer nach Bedarf hinzuzuziehen.

PGMP-Tätigkeiten müssen dokumentiert werden. Geogefahren könnten sich mit der Zeit ändern und Änderungen im PGMP müssen über die Zeit dokumentiert werden, um sicherzustellen, dass die aktuellsten Daten und Bewertungen identifiziert sind. Veraltete Bewertungen dürfen archiviert werden.

4.2 Anforderungen für ein PGMP

Das PGMP informiert einen Betreiber darüber, wie Auslegung, Bau und Betrieb der Rohrleitung sicher, umweltbewusst und zuverlässig durchführbar sind.

Das PGMP deckt die Phasen der technischen Vorbereitung und Wahl des Trassenverlaufs, der Entwicklung, des Baus sowie des Betriebs und der Instandhaltung ab. Es wird empfohlen, das Geogefahren-Risikomanagement als gesondertes Element der Auslegungsphase einer Rohrleitung durchzuführen, beginnend in den frühesten Phasen der Auslegung.

Geogefahrenrisiken einer Rohrleitung und somit die Notwendigkeit und der Anwendungsbereich eines PGMP sind aufgrund einer Anzahl natürlicher und vom Menschen verursachter Faktoren von Rohrleitung zu Rohrleitung unterschiedlich. Das Geogefahrenrisiko könnte höher sein bei Rohrleitungen, die in Bereichen betrieben werden mit

- a) steilem Gelände;
- b) aktiver Tektonik;
- c) starken Niederschlägen;
- d) löslichem Festgestein;
- e) starker Seismizität;

- f) geologisch jungem Gelände;
- g) signifikantem/-r Abbau/Förderung natürlicher Ressourcen;
- h) für Erdbeben anfälliger Geologie;
- i) Vulkanismus;
- j) aktivem oberflächennahem Bergbau
- k) wichtigen Flussquerungen; und
- l) geothermischen Schwankungen, wie Dauerfrost.

Bei einer kurzen Rohrleitung in ebenem, tektonisch stabilem Gebiet mit minimalen Niederschlägen beispielsweise könnte das Risiko von Geofahren relativ gering sein. In diesem Fall könnte der Betreiber nachweisen, dass ein PGMP nicht erforderlich ist. Im Gegensatz dazu wäre das Risiko von Geofahren bei einer langen Rohrleitung mit einer Betriebslebensdauer von 50 Jahren in einem abgelegenen, steilen, tektonisch aktiven Gebiet in einer tropischen Region vermutlich relativ hoch. In diesem Fall würde der Betreiber sehr wahrscheinlich ein PGMP einrichten.

Aufgrund der großen Unterschiede von Geofahrenrisiken bei verschiedenen Rohrleitungen ist ein Betreiber erforderlich, um das Geofahrenrisiko bestehender und künftiger Rohrleitungen zu bewerten und zu bestimmen, ob ein PGMP erforderlich ist.

Kommt ein Betreiber zu dem Ergebnis, dass für eine(n) bestimmte(n) Rohrleitung oder Rohrleitungsabschnitt kein PGMP erforderlich ist, muss die Schlussfolgerung dokumentiert werden. Die Dokumentation muss ein Bericht sein unter dem Titel:

Nachweis, dass ein Geofahren-Managementprogramm nicht erforderlich ist für [Bezeichnung der Rohrleitung]

Sie muss eine Erörterung der in 4.2 aufgeführten Punkte a) bis l) enthalten, einschließlich einer Erläuterung, warum die Geofahrenrisiken so gering sind, dass ein PGMP nicht erforderlich ist. Der Bericht ist in Zusammenarbeit mit geeigneten Fachkräften mit einschlägiger Erfahrung in dem Bereich und der Art der geologischen Bedingungen, in denen die Rohrleitung verlegt ist bzw. wird, zu erstellen.

Kommt ein Betreiber zu dem Ergebnis, dass ein PGMP erforderlich ist, muss er ein PGMP-Team aufstellen, um das angemessene PGMP zu planen und umzusetzen, beginnend in den frühesten Phasen der Projektentwicklung.

4.3 Elemente eines PGMP

4.3.1 Allgemeines

Zur Verhinderung und Verringerung von Risiken aufgrund von Geofahren muss das PGMP während der gesamten Lebensdauer einer Rohrleitung unter Anleitung des PGMP-Teams angewendet werden. Das PGMP deckt vier miteinander verbundene Prozesse ab:

- **Identifizierung** potenzieller Geofahren;
- **Beurteilung** der Schwere der Geofahren;
- **Minderung** der von den Geofahren ausgehenden Bedrohung;
- **Langzeitmanagement** von Geofahren durch Überwachung und wiederkehrende Neubeurteilung der von Geofahren ausgehenden Bedrohungsgrade.

Die vier Prozesse sind in veränderlichem Umfang über die gesamte Lebensdauer der Rohrleitung erforderlich.

Zur Veranschaulichung der Anwendung dieser vier Prozesse werden in diesem Dokument vier Phasen der Lebensdauer einer Rohrleitung betrachtet:

- technische Vorbereitung und Wahl des Trassenverlaufs;
- Entwicklung;
- Bau;
- Betrieb und Instandhaltung.

Jede Phase wird nachstehend unter Veranschaulichung der vier Prozesse innerhalb jeder Phase erörtert.

Ein typisches PGMP folgt dem Flussdiagramm in Bild 1. Der PGMP-Prozess muss parallel zur Betrachtung anderer, z. B. ökonomischer oder gesellschaftlicher, Beschränkungen erfolgen.

4.3.2 Phase der technischen Vorbereitung und Wahl des Trassenverlaufs

In dieser Phase müssen die Auswirkungen von Geogefahren vollständig betrachtet werden, um die Anforderungen für die Wahl des Trassenverlaufs zu erfüllen. Da die wirksamste Minderung von Geogefahren die Vermeidung ist, bietet diese Phase dem Betreiber eine wichtige Gelegenheit, das Gesamtrisiko von Geogefahren für das Projekt zu verringern.

Anhang A enthält Leitlinien für die Wahl des Trassenverlaufs unter Berücksichtigung von Geogefahren.

Während dieser Phase muss das PGMP den Grundsätzen von Identifizierung, Beurteilung, Minderung und Langzeitmanagement folgen:

- **Identifizierung:** Es wird ein Verständnis der regionalen Geogefahren geschaffen und bestimmt, ob ein regionaler Bedrohungsgrad von Geogefahren die Weiterentwicklung eines PGMP erfordert. Für die anfänglichen Gebietsalternativen sollten schwerwiegende Geogefahren und geologisch sensible Bereiche, wie z. B. seismische Verwerfungszonen oder aktive Verwerfungen, mittelgroße und große Flüsse, hohe und steile Hänge, Murgangkorridore, erdrutschenanfälliges Gelände, für Karsteinsturz anfällige Bereiche, Abbauhohlräume, identifiziert werden. Regionale und örtliche Fernerkundungsdatensätze werden beschafft und erforderlichenfalls ergänzt durch Baugrunduntersuchung. Daten der Lichtdetektion und -ortung (LiDAR) in Kombination mit fachmännischer Auswertung haben sich als äußerst wertvolles Werkzeug bei der Identifizierung von Geogefahren während dieser Phase erwiesen.
- **Beurteilung:** Geogefahren werden entlang der geplanten Korridore entsprechend ihres Bedrohungsgrades für die geplante Rohrleitung eingestuft. Bei einigen Geogefahren könnte festgestellt werden, dass sie ausreichend schwerwiegend sind, um kritische Bedingungen zu verursachen, was dazu führen könnte, dass ein potenzieller Korridor ausgeschlossen wird. Andere Geogefahren bergen weniger schwere Risiken. Standorte, Profile und Schwere der Geogefahren sind in einer GIS-Datenbank zusammenzufassen, daraus muss das Geogefahrenverzeichnis (5.2) erstellt werden, das über die gesamte Projektdauer bestehen bleibt.
- **Minderung:** Die primäre Minderung von Geogefahren in dieser Phase ist die Vermeidung. Eine wichtige Verantwortung des PGMP-Teams in dieser Phase ist die eindeutige Bewertung und Präsentation von Geogefahren und Risiken gegenüber dem weiteren Projektteam. Die Quantifizierung der Auswirkungen von Geogefahren auf Auslegung, Bau und Betriebsvorgänge ist nützlich, um die Risiken vollständig zu definieren. Bei der Wahl des endgültigen Korridors müssen die Auswirkungen von Geogefahren gegen andere Betrachtungen hinsichtlich Auslegung, Bau und Betrieb abgewogen werden. Während dieser

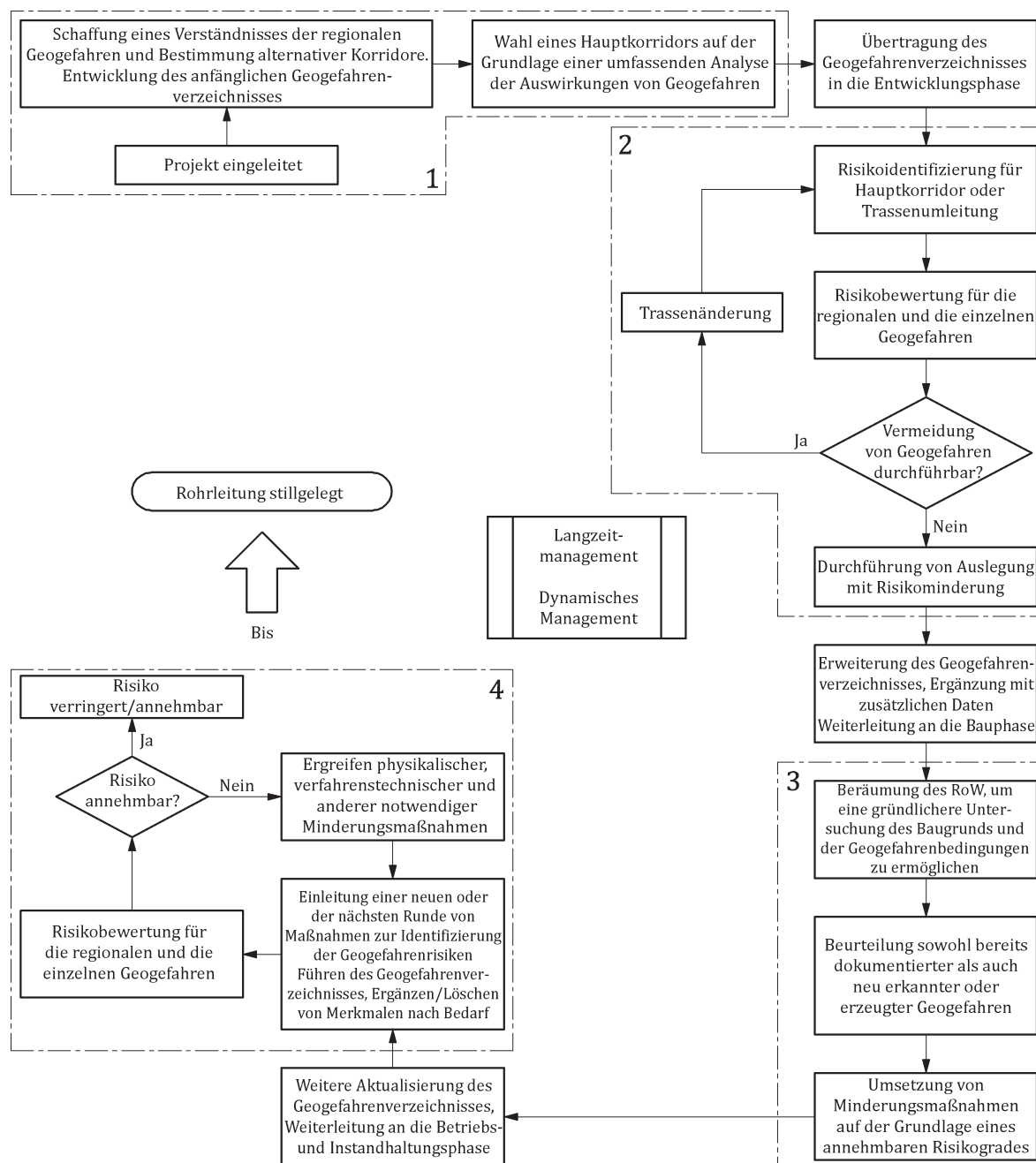
Phase darf der Betreiber auch andere Minderungsmaßnahmen in Betracht ziehen; z. B. beanspruchungs-basierte Auslegung der Rohrleitung.

- **Langzeitmanagement:** Da noch keine Anlage existiert, besteht das Geogefahren-Langzeitmanagement in dieser Phase aus der Erstellung des Geogefahrenverzeichnisses und der zugehörigen GIS-Datenbank sowie deren Weiterleitung an die Entwicklungsphase.

Die empfohlenen Verfahrensweisen zur Umsetzung in dieser Phase sind:

- a) Schaffung eines Verständnisses der regionalen Geogefahren und Bestimmung alternativer Korridore.
- b) Wahl eines Hauptkorridors.
- c) Für den Hauptkorridor wird eine Bewertung der regionalen Anfälligkeit für Geogefahren (6.3) durchgeführt. Falls bei bestimmten Standorten gerechtfertigt, könnten Bewertungen der einzelnen Geogefahrenrisiken (6.4) erforderlich sein.
- d) Nach der Wahl des Hauptkorridors dürfen die Entwicklungsphasen beginnen.

ANMERKUNG Während dieser Phase erfolgen auch umfangreiche Arbeiten der Rohrleitungsauslegung, wie z. B. rohrleitungsbezogene hydraulische Untersuchungen, Untersuchungen der Bauverfahren, Bewertungen von Logistik und Beschaffung sowie andere Tätigkeiten.



Legende

- 1 Phase der technischen Vorbereitung und Wahl des Trassenverlaufs
- 2 Entwicklungsphase
- 3 Bauphase
- 4 Betriebs- und Instandhaltungsphase

Bild 1 — Ein PGMP-Flussdiagramm

4.3.3 Entwicklungsphase

Die Entwicklung darf von einer anderen Einheit als dem Betreiber ausgeführt werden. Diese Phase umfasst im Vergleich zur vorangegangenen Phase typischerweise ein größeres Projektteam, mehr Ressourcen, gesteigerte Fähigkeit und Komplexität der Feldarbeit sowie stärker definierte Projektziele. Alle diese Tätigkeiten können vorteilhaft für das PGMP sein.

Das PGMP muss wieder den vier primären Grundsätzen folgen:

- **Identifizierung:** Die Identifizierung beginnt mit dem in der vorangegangenen Phase erstellten Geogefahrenverzeichnis, welches durch zusätzliche Untersuchungen, sowohl mittels Fernerkundung als auch des Baugrunds, erweitert wird. Sowohl der geplante Hauptkorridor der Rohrleitung als auch potenzielle Trassenänderungen, zusätzliche und vorübergehende Einrichtungen, wie Steinbrüche, Lager und Zufahrtsstraßen, die für den Rohrleitungsbau erforderlich sein könnten, sollten betrachtet werden.
- **Beurteilung:** Bestehende Einträge des Geogefahrenverzeichnisses müssen erneut eingestuft werden, wenn neue Daten vorliegen, und alle zusätzlichen Einträge zu Geogefahren müssen eingestuft werden. Programme zur Sammlung von Feld- und Fernerkundungsdaten müssen teilweise so ausgelegt werden, dass sie diese Beurteilung ermöglichen. Fern- und Bodenüberwachung von Geogefahren dürfen ebenfalls während dieser Phase beginnen. Es dürfen Neigungsmesser an Standorten von Erdbewegungsarbeiten aufgestellt und Überwachungspläne erstellt werden. Niederschlags- und Flussströmungsmessgeräte dürfen mit steigender Zugänglichkeit des Standorts ebenfalls aufgestellt werden. Die Beurteilung der Geogefahrenrisiken, insbesondere für den Bau, einschließlich der Auswirkungen abseits des RoW muss vom PGMP-Team in Zusammenarbeit mit den Fachkräften für die Projektdurchführung durchgeführt werden.
- **Minderung:** Die Hauptmaßnahme zur Minderung von Geogefahrenrisiken bleibt die Vermeidung. In dieser Phase sind Trassenänderungen zur Vermeidung von Geogefahren in Abstimmung mit anderen Projektzielen, wie z. B. Konstruierbarkeit, Kosten, Betrachtungen in Zusammenhang mit Umwelt und Interessenvertretern, einzusetzen. Während dieser Phase dürfen auch andere Minderungsmaßnahmen auf dem Wegerecht, wie z. B. verringerte Grundfläche (schmales RoW) Baugrundverstärkung und Bodenentwässerungen, entwickelt werden. Das Einbeziehen von Minderungsmaßnahmen, wie beanspruchungsbasierte Auslegung sowie Geotechnik- und Integritätsüberwachung, in die Auslegung muss ebenfalls in Betracht gezogen werden. Angemessene seismische Auslegung muss für Rohrleitungen in Betracht gezogen werden, welche seismische Verwerfungszonen oder aktive Verwerfungen queren. Literaturhinweise [6], [9], [10], [18], [19], [20] und [21] enthalten Hinweise zur seismischen Auslegung von Rohrleitungen.
- **Langzeitmanagement:** Das Geogefahren-Langzeitmanagement in dieser Phase besteht in der Weiterentwicklung des Geogefahrenverzeichnisses und der zugehörigen GIS-Datenbank sowie deren Weiterleitung in die Bauphase. Standorte und Daten von Überwachungsstellen sowie Pläne für Minderungsmaßnahmen für RoW und Rohrleitungen müssen ebenfalls in die Bauphase überführt werden.

Es ist zu beachten, dass

- Anforderungen an das Geogefahren-Risikomanagement von Rohrleitungen als eine der Grundlagen für die Optimierung des Auslegungsprogramms der Rohrleitung und die Entscheidungsfindung anzusehen sind, gemeinsam mit anderen Faktoren der Rohrleitungsauslegung, welche in der Phase der technischen Vorbereitung und Wahl des Trassenverlaufs bestimmt werden;
- jede identifizierte Geogefahr bewertet werden muss, um ihre Auswirkung auf die Rohrleitung und den Umweltschutz zu bestimmen; und
- Minderungsmaßnahmen für Geogefahren vorzuschlagen sind, deren ungeminderte Auswirkung unannehmbar ist.

Die empfohlenen Verfahrensweisen zur Umsetzung in dieser Phase sind:

- a) Beginn der Identifizierung von Risiken für den in der Phase der technischen Vorbereitung und Wahl des Trassenverlaufs gewählten Hauptkorridor oder für alternative Korridore, die von der Auslegungsabteilung oder als Ergebnis der Abstimmung mit der Öffentlichkeit/Interessenvertretern vorgeschlagen wurden.

- b) Durchführung der Risikobewertung zu regionalen und einzelnen Geogefahren.
- c) Wiederholung der vorstehenden Schritte a) und b) bis alle identifizierten Geogefahren einen annehmbaren Risikograd aufweisen, erzielt durch Trassenänderung oder Anwendung angemessener Minderungsmaßnahmen.
- d) Erstellung einer PGMP-Schnittstelle mit dem Konstrukteur. Werden die Entwicklung und der Bau von derselben Einheit durchgeführt, wird es sich hierbei um eine interne Schnittstelle handeln.
- e) Diese Phase sollte wiederholt werden, falls sich das Eintrittspotenzial von Geogefahren während oder nach der Beurteilung signifikant ändert, z. B. durch menschliche Tätigkeiten (z. B. Bergbau oder Straßenbau), starke Stürme (z. B. einen tropischen Wirbelsturm) oder ein starkes Erdbeben.

4.3.4 Bauphase

ANMERKUNG 4.3.4 ist so geschrieben, als wären der Rohrleitungsplaner und der Konstrukteur unterschiedliche Einheiten. Wären sie dieselbe Einheit, könnten einige der Leitlinien für Schnittstellen weiterhin gelten, obwohl diese Schnittstellen intern in der Einheit statt extern zwischen Einheiten vorliegen. In beiden Fällen liegt es letztlich in der Verantwortung des Betreibers, durch das PGMP-Team sicherzustellen, dass das PGMP ordnungsgemäß von der Entwicklungs- in die Bauphase überführt wird.

Der Bau von Rohrleitungen in Bereichen, die anfällig für Geogefahren sind, birgt erhöhte Risiken für das Personal. Der Rohrleitungskonstrukteur sollte während der Ausschreibungsphase auf den Risikograd von Geogefahren hingewiesen werden. Insbesondere das erstellte Ausschreibungspaket sollte die im Rahmen des PGMP vom Konstrukteur erwarteten Pflichten beschreiben.

Der Bau einer Rohrleitung in einer Geogefahrenumgebung ist eine einmalige Phase während der Lebensdauer der Anlage und somit eine einmalige Phase des PGMP. Einige wichtige Betrachtungen umfassen Folgendes:

- Der relativ hohe Personalstand auf dem RoW während der Bauphase führt zu einem erhöhten Risiko von Personenschäden aufgrund von Geogefahren.
- Das RoW wird vollständig vom Großteil der Vegetation beräumt, um eine bessere Untersuchung der Baugrund- und Geogefahrenbedingungen zu ermöglichen und einige Merkmale am Boden untersuchen zu können, die zuvor lediglich durch Fernerkundung identifiziert wurden. Es sollte beachtet werden, dass das Beräumen des Bodens Erosion und Hanginstabilität fördern könnte.
- Die Verfügbarkeit von Personal, Maschinen und logistischer Unterstützung, wie Transport und Lager, ist relativ hoch. Darüber hinaus bietet die Anwesenheit von Personal und Maschinen auf der Baustelle den idealen Zeitpunkt zur Feststellung neuer unerkannter Geogefahren und zur Umsetzung von Minderungsmaßnahmen für Geogefahren.
- Die Vorbereitung des RoW wird umfangreiche Erdbewegungsarbeiten insbesondere in steilem Gelände erfordern, welche potenziell zusätzliche Geogefahren verursachen, wie z. B. steile Einschnitte sowie unverdichtete Aufschüttungs- und Verfüllungsbereiche.
- Das Ausfräsen des Rohrleitungsgrabens bietet eine einmalige Gelegenheit, die geotechnischen Untertagebedingungen entlang des RoW zu beurteilen; es könnte von Vorteil sein, die Boden- und Grundwasserbedingungen während dieser Bauphase zu erfassen und diese Aufzeichnungen aufzubewahren.

Die vier für die Bauphase anwendbaren PGMP-Prozesse der Identifizierung, Beurteilung, Minderung und des Langzeitmanagements sind nachstehend beschrieben:

- **Identifizierung:** Die Identifizierung während der Bauphase beginnt mit dem bestehenden, in den vorangegangenen Phasen erstellten Geogefahrenverzeichnis. Dieses Verzeichnis muss dem Konstrukteur übergeben werden, typischerweise in Form von GIS-Formdateien und/oder rechnergestützten Konstruktionszeichnungen (CAD, en: computer aided design). Das Gestaltungspersonal des Konstrukteurs muss mit dem Protokoll für die Aufrechterhaltung bestehender und das Hinzufügen neuer Merkmale vertraut gemacht werden. Konstruktionszeichnungen, wie z. B. Ausrichtungsblätter, sollten entsprechend den während der Bauphase vorliegenden und identifizierten Geogefahren aktualisiert werden, um Bestandszeichnungen zu erstellen.

Der Anwendungsbereich des PGMP während des Baus muss jedes vom Konstrukteur verwendete Profil abseits des RoW, einschließlich Zufahrtsstraßen und Steinbrüchen, umfassen.

Das PGMP-Team muss eine formelle Schnittstelle mit dem Konstrukteur einrichten, um die Aufsicht über das PGMP zu behalten. Früh im Prozess ist dafür zu sorgen, dass der angemessene Grad an Fachkunde hinsichtlich Geogefahren während des Baus verfügbar ist. Solche Fachkunde kann aus dem PGMP-Team und dem qualifizierten Personal des Auftragnehmers bestehen.

Aufsichtspersonen und Maschinenbediener, Fahrer und Arbeiter verbringen den Großteil der Zeit auf dem RoW und befinden sich in den „vordersten Linien“ bei der Identifizierung von Geogefahren. Sofern für das Gelände angemessen, müssen auch die Aufsichtspersonen und Ausrüstungsbediener des Auftragnehmers bezüglich Geogefahren ausgebildet werden. Derartiges Personal sollte Ausbildung zu persönlichen Sicherheitsrisiken aufgrund von Geogefahren sowie Ausbildung zur Identifizierung neuer Geogefahren und anzuwendender Gesundheits- und Sicherheitskontrollen erhalten.

Sämtliches Personal, das durch seine Arbeit Geogefahren ausgesetzt ist, sollte Ausbildung zu grundlegendem Geogefahren-Risikomanagement erhalten.

Aktualisierungen bestehender sowie neu identifizierte Geogefahren sind in der PGMP-Datenbank und in den Bestandszeichnungen aufzuzeichnen.

- **Beurteilung:** Während der Bauphase muss die Beurteilung sowohl für bereits dokumentierte als auch für neu erkannte Geogefahren, welche während der Bautätigkeiten erzeugt oder erkannt wurden, durchgeführt werden. Die Beurteilung darf von Mitgliedern des PGMP-Teams und dem Personal des Konstrukteurs vorgenommen werden, soweit angemessen. Einige wichtige Betrachtungen umfassen Folgendes:
 - Während der Entwicklungsphase kartierte Erdrutsche müssen weiterer Beurteilung während der RoW-Beräumung unterzogen werden, um den zugewiesenen Bedrohungsgrad auf den neuesten Stand zu bringen. Es dürfen Neigungsmesser an Stellen von Erdbewegungsarbeiten aufgestellt und Überwachungspläne erstellt werden.
 - Veränderungen der Oberflächenentwässerung und der Vegetationsdecke während des Baus könnten die Stabilität bestehender Merkmale verringern. Die Auswirkungen jener Änderungen sollten beachtet und Maßnahmen zur Korrektur und Überwachung dieser Bereiche sollten ergriffen werden.
 - Während des Baus erzeugte Abraumhalden, Aufschüttungen sowie Erdverfüllungen und -schnitte müssen hinsichtlich der Bedrohung sowohl für Baupersonal und Baustoffe als auch für Anlagen abseits des RoW, wie z. B. Gebäude, Siedlungen und Umweltrezeptoren wie Ströme und Flüsse, beurteilt werden.
 - Zur Unterstützung des Rohrleitungsbaus entwickelte Steinbrüche müssen unter dem Gesichtspunkt der Geogefahren beurteilt werden. Dies schließt kleinere Merkmale wie Felsstürze sowie größere

globale Instabilitäten ein. Insbesondere letztere haben das Potenzial, sich aus dem Steinbruch zu bewegen und auf benachbarte Gemeinden auszuwirken. Jeder Steinbruch muss über einen Steinbruch-Managementplan verfügen, der den Anforderungen bewährter Ingenieur-/Bauverfahrensweise entspricht.

- Aufgrund der Verfügbarkeit von Ressourcen könnte die Bauphase die beste Gelegenheit für das PGMP-Team zur Beurteilung von Geogefahren durch eingreifende Untersuchungen, wie z. B. geotechnische Bohrungen, sein.
- **Minderung:** Die Bauphase ist vermutlich der ideale Zeitpunkt für die Minderung bekannter Geogefahren aufgrund der Verfügbarkeit von Personal und Maschinen auf dem RoW.

Minderung bekannter Geogefahren ist als Teil der Grundausslegung umzusetzen. Die Minderung darf Stabilisierungs- und/oder Entwässerungsarbeiten einschließen. Beispiele umfassen technische Spaltenübergänge an bekannten aktiven Verwerfungen, Verstärkungen bekannter instabiler Hänge, Einsatz dickwandiger Rohre, Stabilisierungs- und/oder Entwässerungsarbeiten auf der Baustelle sowie zusätzliche Aufstellung von Vermessungsmarken und Überwachungsmessgeräten (z. B. Neigungsmessern).

Minderungsmaßnahmen können auch für während des Baus identifizierte Geogefahren erforderlich sein. Alle baulichen Maßnahmen zur Minderung von Geogefahren müssen in den Bestandszeichnungen dokumentiert werden.

- **Langzeitmanagement:** Während der Bauphase bezieht sich „Langzeitmanagement“ auf die Überwachung und das Management während der Anwesenheit des Konstrukteurs auf dem RoW vor Übergabe der fertiggestellten Anlage.

Die Stabilität von Einschnitten, Zufahrtsstraßen, Abbauwänden von Steinbrüchen, Abraumhalden und sonstigen potenziell instabilen Bereichen könnte wiederkehrende Überwachung und Minderung während der Bauphase erfordern. Bauanlagen, wie z. B. Steinbrüche, die während der Betriebs- und Instandhaltungsphase nicht gebraucht werden, müssen ordnungsgemäß geschlossen und gesichert werden. Sofern angemessen, müssen Überwachungspläne für diese Bereiche erstellt werden.

Das Geogefahrenverzeichnis des Projekts wird während der Bauphase weiter ergänzt durch neu identifizierte Geogefahren, Neubeurteilung bestehender Geogefahren, Minderungsmaßnahmen und Überwachungsergebnisse. Dieses erweiterte Geogefahrenverzeichnis wird an die Betriebs- und Instandhaltungsphase weitergeleitet. Bestandsdokumentationen des Baus und Daten zu Schweißstellen und Qualität der Rohre sind ebenfalls relevante Daten für das PGMP.

Der Übergang vom Bau zu Betrieb und Instandhaltung ist ein bedeutender Meilenstein eines Projekts und zieht erhebliche Änderungen von Personal und Organisationen nach sich. Das PGMP-Team muss während des Übergangs eng eingebunden sein, um sicherzustellen, dass die Geogefahrendaten und Überwachungspläne genauestens an die Betriebsorganisation weitergeleitet werden und Durchgängigkeit des PGMP erzielt wird.

Die empfohlenen Verfahrensweisen zur Umsetzung in dieser Phase sind:

- a) Beräumung des RoW.
- b) Beurteilung sowohl bereits dokumentierter als auch neu erkannter oder erzeugter Geogefahren.
- c) Verfeinerung oder Optimierung der Minderungsmaßnahmen, die erforderlich sein könnten aufgrund der am Standort während der Bauphase vorliegenden Bedingungen und des annehmbaren Risikogrades.

4.3.5 Betriebs- und Instandhaltungsphase

Das Geogefahren-Risikomanagement in dieser Phase muss wieder den vier primären Grundsätzen folgen:

- **Identifizierung:** Die Identifizierung wird mit dem in den vorangegangenen Phasen erstellten Geogefahrenverzeichnis fortgeführt. Während der Betriebs- und Instandhaltungsphase wird die wiederkehrende Überwachung der Rohrleitung aus der Ferne und am Boden vermutlich das vorherrschende Mittel zur Identifizierung jeglicher neuer Geogefahren sein, die während der Lebensdauer der Rohrleitung entstehen. Insbesondere während des Beginns der Betriebsvorgänge muss das PGMP-Team jegliche neuen Geogefahren, wie z. B. aus den Baumaßnahmen resultierende Einschnitte und Abraumhalden, identifizieren. Unmittelbar nach dem Bau könnte die Vegetationsdecke des RoW nicht vollständig ausgebildet sein. Das ist vorteilhaft unter dem Gesichtspunkt der Identifizierung von Geogefahren, aber auch unvorteilhaft unter dem Gesichtspunkt der RoW-Erosion und -Stabilität.
- **Beurteilung:** Die während des Projektbeginns eingeleiteten Überwachungspläne müssen zur Beurteilung der identifizierten Geogefahren angewendet werden. Ablesungen des Neigungsmessers, Inspektion am Boden, Inline-Inspektion, wiederholte Geländeerkundung und Satellitenüberwachung sind alles anwendbare Techniken. Falls Bodenbewegung festgestellt wird, dürfen Rohrspannungsanalysen zur besseren Beschreibung der tatsächlichen Auswirkung der Geogefahr auf das Rohr sowie zur Bestimmung des Zeitpunkts und Umfangs jeglicher erforderlicher Minderungsmaßnahmen vorgenommen werden. Das PGMP-Team muss darüber hinaus alle Auswirkungen betrachten, die Geogefahren abseits des RoW haben könnten.
- **Minderung:** Sobald die Rohrleitung verlegt ist, ist Vermeidung im Allgemeinen keine Minderungsoption. Minderungsmaßnahmen und Eingriffe während der Betriebs- und Instandhaltungsphase dürfen RoW-Entwässerung, Stabilisierung und Verstärkung von Hängen, Bodenabtrag, Wasserlaufmanagement und andere Maßnahmen in Abhängigkeit von der jeweiligen Geogefahr einschließen. Die laufende RoW-Instandhaltung könnte der Notwendigkeit kostenaufwändigerer Minderungsmaßnahmen vorbeugen.
- **Langzeitmanagement:** Das Langzeitmanagement von Geogefahren in dieser Phase besteht aus der weiteren Ergänzung des Geogefahrenverzeichnisses und der zugehörigen GIS-Datenbank sowie allen vorstehend aufgeführten Maßnahmen. Gegen Ende der Lebensdauer einer Anlage sind angemessene Stilllegungspläne zu erstellen, um die Langzeit-Stabilität des RoW nach Betriebsende sicherzustellen.

Es ist zu beachten, dass

- das in der vorangegangenen Phase erstellte PGMP übernommen werden muss, sofern vorhanden. Ist kein PGMP verfügbar, muss ein betriebsspezifisches PGMP entwickelt werden;
- dynamisches Management zur Identifizierung, Bewertung und Minderung von Risiken der während der Betriebsvorgänge verursachten oder verschärften Geogefahren angewendet werden muss;
- die während der Entwicklungs- und der Bauphase identifizierten Geogefahren sowie die zugehörigen Minderungsmaßnahmen vor der Inbetriebnahme der Rohrleitung bestätigt werden müssen;
- der Geogefahren-Risikomanagementzyklus der Rohrleitung entsprechend der Entwicklung verschiedener Geogefahren sowie in Kombination mit den Geschäftserfordernissen, festgelegten Plänen und sozialen Verantwortungen der Rohrleitungsbetreiberfirma bestimmt werden sollte; und
- beim Eintreten von Ereignissen, welche das Geogefahrenrisiko ändern könnten, wie aufgrund menschlicher Tätigkeiten (z. B. Bergbau oder Straßenbau, verursachte Seismik), starker Stürme (z. B. tropischer Wirbelsturm) oder eines starken Erdbebens, so schnell wie vernünftig eine neue Runde Geogefahren-Risikomanagement erfolgen sollte.

Die empfohlenen Verfahrensweisen zur Umsetzung in dieser Phase sind die Folgenden:

- a) Beginn der Identifizierung von Risiken.
- b) Durchführung der Risikobewertung zu regionalen und einzelnen Geogefahren.
- c) Bewertung, ob das Risiko für regionale oder einzelne Geogefahren einer Rohrleitung annehmbar ist.
- d) Entwicklung und Umsetzung der Risikominderung entsprechend dem Risikograd.
- e) Wiederholung der vorstehenden Schritte a), b), c) und d), bis der Risikograd der Rohrleitung auf ein annehmbares Maß verringert ist.

Das PGMP ist zu beenden, wenn die Rohrleitung stillgelegt wird (Außerbetriebsetzung).

5 Risikoidentifizierung

5.1 Allgemeines

Die Identifizierung von Geogefahrenrisiken einer Rohrleitung ist eine Hauptstufe des Geogefahren-Risikomanagements einer Rohrleitung und die Grundlage für die Durchführung der Risikobewertung. Sie sollte den Anforderungen der Risikobewertung in den verschiedenen Phasen der Rohrleitung entsprechen. Die technischen Empfehlungen für die Arbeiten in den verschiedenen Phasen sind in Tabelle 1 detailliert aufgeführt.

Die Identifizierung von Risiken darf mittels Desktop-Datenauswertung (5.3), Auswertung von LiDAR und Fernerkundungsbildern (5.4) und Felduntersuchung (5.5) erfolgen.

Bei geologisch sensiblen Bereichen oder komplizierten Geogefahren könnte, falls die Ergebnisse der Desktop-Datenauswertung, die Auswertung von Fernerkundungsbildern sowie nicht eingreifende Felduntersuchungen unzureichende Daten für die Erfüllung der Anforderungen der Risikobewertung liefern, die Durchführung geeigneter eingreifender geotechnischer Untersuchungen (5.6) erforderlich sein. Bei dieser Bewertung sollten Grenzen der Datenaufzeichnung berücksichtigt werden.

Die größte Senkung von Kosten in Zusammenhang mit dem Bau und der Langzeit-Instandhaltung aufgrund von Geogefahren kann während der Phase der technischen Vorbereitung und Wahl des Trassenverlaufs sichergestellt werden. Projektplaner sollten die folgende Reihe von Tätigkeiten zur Umsetzung dieser Phase durchführen:

- Frühestmögliches Heranziehen von geeignetem Personal, das mit den lokalen Geogefahren vertraut ist, um eine Liste der Arten glaubhafter Geogefahren zu erstellen, die entlang des geplanten Trassenverlaufs vorliegen können. Das wird die in dieser Phase zu berücksichtigenden Arten von Geogefahren bestimmen. Eine in der Arktis gebaute Rohrleitung beispielsweise sollte Dauerfrost als Teil des Gefahrenkatalogs berücksichtigen, was hingegen bei einer in den Tropen gebauten Rohrleitung nicht notwendig wäre.
- Bestimmung der Breite des Korridors, für den der Identifizierungsprozess ausgeführt werden sollte. Diese Breite kann in Abhängigkeit vom Gelände und von den vorliegenden Geogefahren schwanken. Die Korridorbreite sollte mindestens der Korridorbreite des Trassenverlaufs entsprechen und idealerweise in einem Abstand ausgeführt werden, der dem Abstand entspricht, innerhalb dessen Gefährdungen, die außerhalb des/der geplanten Trassenverlaufs/-verläufe entstehen, die Trasse beeinflussen könnten, wie Erdbeben mit langem Auslauf. In dieser Phase könnte die Korridorbreite für den Identifizierungsprozess in der Größenordnung von 5 km bis 10 km liegen, abhängig von der Art der Geogefahr: der Beurteilungskorridor für Erosion und Bergbauabsenkung wird sehr schmal sein, wohingegen er für seismische und pyroklastische Bedrohungen viel breiter sein könnte. Murgänge (von steilen

Gebirgsströmen) und Erdbeben, die im Festgestein ausgelöst werden, erfordern eine Korridorbreite bis zur potenziellen Quelle, die der Geländehöhe, d. h. Kronenhöhe, entspricht.

- Die Wirksamkeit der Identifizierung von Geofahrenrisiken kann erheblich durch hochauflösende Fernerkundungsbilder, wie z. B. LiDAR, Luftaufnahmen und Satellitenbilder, verbessert werden.

In der Entwicklungsphase und der Bauphase:

- die Korridorbreite für den Identifizierungsprozess darf in der Größenordnung von 1 km bis 2 km liegen, abhängig von den identifizierten Geofahren;
- standortspezifische Gefahrenuntersuchungen sollten für alle in der Phase der technischen Vorbereitung und bei der Wahl des Trassenverlaufs identifizierten Gefahren mit hohem Risiko für sämtliche von den Bauabteilungen berichteten verursachten Geofahren durchgeführt werden;
- während der Phase der Trassenverlaufswahl identifizierte Bereiche hoher Anfälligkeit sollten im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit stehen; und
- soweit für das jeweilige Projekt angemessen, sollte die Aufzeichnung der Formationslithologie, die während des Aushebens eines Rohrleitungsgrabens freigelegt wird, in Betracht gezogen werden.

In der Betriebs- und Instandhaltungsphase gilt Folgendes:

- a) die Korridorbreite für den Identifizierungsprozess könnte in der Größenordnung von 0,5 km bis 1 km liegen, abhängig von den jeweiligen Geofahrbedrohungen;
- b) die folgenden Daten müssen zusätzlich zu den in 5.3 festgelegten erfasst werden:
 - Bestandsdaten in der Auslegungs- und Bauzeit;
 - im Verlauf des Geofahren-Risikomanagements in der Auslegungs- und Bauzeit erfasste Daten (sofern vorhanden);
 - während des vorangegangenen Geofahren-Risikomanagements erfasste Daten (sofern vorhanden).
- c) Geofahren entlang des gesamten Rohrleitungssystems sollten hinsichtlich ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit und Wiederkehrperiode angemessen analysiert sowie entsprechend dem/der vorangegangenen Risikomanagement oder Risikobewertung in der Auslegungs- und Bauzeit abgeschätzt und zusammengefasst werden.