

Richtlinie

Betrieb und Instandhaltung von thermischen Netzen



F8

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

IMPRESSUM

Mit der Ausarbeitung dieser Richtlinie hat der SVGW eine Arbeitsgruppe betraut, die sich aus folgenden Mitgliedern zusammensetzt:

Monika Mörsch, Regionalwerke AG, Baden (Vorsitzende)
Nicolas Clerc, SIL, Lausanne
Daniel Cretenoud, SIG, Genf
Steve Hablützel, Groupe E Celsius SA, Granges-Paccot
Mentor Ilazi, Satom SA, Monthey
Gael Perroud, Groupe E Entretec SA, Matran
Umberto Visconti, Viteos SA, Neuenburg

Vertreter der Verwaltung des SVGW:

Stefan Güpfer, Zürich
Marie Renard, Lausanne
Laurent Roquier, Lausanne
Sonnenberger Rainer, Zürich

Korrektur und Layout:

X

Inkraftsetzung

Die vorliegende Richtlinie G13 wurde am xx.xx.xxxx durch die Hauptkommission Fernwärme (FW-HK) zuhanden des Vorstandes verabschiedet, vom Vorstand am xx.xx.xxxx genehmigt und auf den per xx.xx.xxxx in Kraft gesetzt. Die Ausgabe März 2016 der SVGW Richtlinie G13 wird zum gleichen Zeitpunkt ausser Kraft gesetzt

Es gelten die Allgemeinen Geschäftsbedingungen, die unter folgender Adresse zur Verfügung stehen:
www.svgw.ch/de/AGB

Copyright by SVGW, Zürich

Auflage Januar 2026

Nachdruck verboten

Fachverband für Wasser, Gas und Wärme SVGW
Grütlistrasse 44 | Postfach | 8027 Zürich
Telefon 044 288 33 33
www.svgw.ch | support@svgw.ch

Inhaltsverzeichnis

1	Zielsetzung und Geltungsbereich	6
2	Normative und gesetzliche Verweise	7
2.1	Gesetze und Verordnungen	7
2.2	SVGW Regelwerk:	7
2.3	Normen	8
2.4	Weitere technische Regeln	8
3	Begriffe	8
3.1	Glossar	8
3.2	Abkürzungen	10
4	Betrieb	11
4.1	Administrative Prozesse	11
4.1.1	Operative Betriebsführung	11
4.1.2	Krisenmanagement	11
4.1.3	Pikettdienst	12
4.1.4	Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz	13
4.1.5	Beziehungen zu den beteiligten Parteien	14
4.1.6	Instandhaltungsverträge	14
4.1.7	Computerprogramme für das Vertragsmanagement	15
4.1.8	Ausbildung, Instruktion, Information	15
4.1.9	Durchführung von Audits	16
4.2	Technische Prozesse	17
4.2.1	Betriebshandbuch	17
4.2.2	Automatisierung/Regulierung	17
4.2.3	Baustellen von Dritten an eignen Anlagen kontrollieren	18
4.2.4	Baustellen von Dritten in der Nähe von eigenen Anlagen kontrollieren	19
4.2.5	Beschaffung/Lagerung von Materialien	19
4.2.6	Dokumentation	20
4.3	Betriebswirtschaftlicher Prozess	21
4.3.1	Leistungskennzahlen (KPI)	21
4.3.2	Energy Data Management	24
4.3.3	Zustandsüberwachung	25
4.3.4	Betriebskontinuitätsplan	26
5	Instandhaltung	28
5.1	Instandhaltungsstrategie	28
5.1.1	Reaktive Instandhaltungsstrategie	28

5.1.2	Präventive Instandhaltungsstrategie	29
5.1.3	Vorausschauende Instandhaltungsstrategie	30
5.1.4	Risikoorientierte Instandhaltungsstrategie	30
5.1.5	Festlegung der Instandhaltungsstrategie	31
5.2	Inspektion	32
5.2.1	Allgemeines	32
5.2.2	Leckageüberwachung	32
5.2.3	Wasseranalysen	37
5.3	Wartung	37
5.3.1	Allgemeines	37
5.3.2	Allgemeines Verfahren für jegliche Wartung	38
5.3.3	Kammern und Schächte	38
5.3.4	Armaturen	39
5.3.5	Entlüftungen und Entleerungen	39
5.3.6	Pumpen	39
5.3.7	Dezentrale Druckhaltesysteme	40
5.3.8	Hausübergabestation	40
5.3.9	Messwesen	41
5.3.10	Kontroll- und Sicherheitssysteme	41
5.3.11	Umformerstation	42
5.3.12	Thermische Speicher	42
5.4	Instandsetzung	43
5.4.1	Fehlfunktionen beheben	43
5.4.2	Rohrleitungsabschnitte ausser Betrieb nehmen und wieder in Betrieb nehmen	45
5.5	Verbesserung	53
5.5.1	Verbesserungen im Rahmen der Instandhaltung/kontinuierliche Verbesserung	53
5.5.2	Strukturelle Verbesserungen	53

Anhänge

1	Berichte, Dokumente und wichtige Punkte für die Kontrolle von Bau- stellen und Bauarbeiten von Dritten an eigenen Anlagen	56
2	Empfohlene Instandhaltungsfrequenzen	57
3	Protokoll für den Austausch von Wärmezählern	60
4	Beispiel für eine Mitteilung über eine Betriebsunterbrechung	61
5	Checkliste für die Ausserbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme von Rohrleitungsabschnitten	62
6	Beispielformular für die Erfassung eines Erfahrungsberichts	63

VORWORT

ALLGEMEINES VORWORT ZUM REGELWERK DES SVGW

- 1 Das SVGW-Regelwerk beschreibt praxisnah und pragmatisch Regeln, Leitlinien und Merkmale für Erzeugnissen, Tätigkeiten oder deren Ergebnissen, um eine sichere, zuverlässige und nachhaltige Versorgung mit Wasser, Gas und Wärme sicherstellen zu können. Es konkretisiert die wesentlichen Anforderungen im Interesse der Kunden, der Öffentlichkeit und des Betreibers in Form von Spezifikationen zur Einhaltung von Schutzziele oder zur Vermeidung von Gefahren beim Bau, Betrieb und bei der Instandhaltung technischer Einrichtungen.
- 2 Das SVGW-Regelwerk basiert auf gesicherten Erkenntnissen von Wissenschaft, Technik und praktischer Erfahrung und wird von einer Mehrheit repräsentativer Fachleute und erfahrungsgemäss von den zuständigen Behörden als anerkannte Regeln der Technik angesehen. Es kann auch im Rahmen der Rechtsetzung von Bedeutung sein. Das SVGW-Regelwerk unterstützt den Anwender bei der Einhaltung der wesentlichen Anforderungen (Schutzziele oder abzuwendende Gefahren).
- 3 Durch das Anwenden des SVGW-Regelwerks kann sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln entziehen. Wer es anwendet, hat für die korrekte Anwendung im konkreten Fall Sorge zu tragen.

VORWORT ZUR VORLIEGENDEN SVGW-RICHTLINIE F8 BETRIEB UND INSTANDHALTUNG VON THERMISCHEN NETZEN

- 4 Betrieb und Instandhaltung von thermischen Netzen stellen eine grosse Herausforderung im Hinblick auf die Gewährleistung der Sicherheit, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Nachhaltigkeit dieser Energieinfrastrukturen dar. Ein optimales Management dieser Netze ist grundlegend, um ihre langfristige Leistung zu garantieren, ihre Energieeffizienz zu maximieren und die Betriebskosten zu minimieren.
- 5 Eine regelmässige und gründliche Instandhaltung beugt nicht nur Störungen und Betriebsunterbrechungen vor, sondern verhindert auch eine vorzeitige Alterung der Anlagen. Die vorliegende Richtlinie widmet sich diesen entscheidenden Aspekten und befasst sich mit Methoden und bewährten Verfahren für den Betrieb und die Instandhaltung von Wärmenetzen.
- 6 Die Richtlinie enthält praktische Empfehlungen für Betrieb und Instandhaltung von thermischen Netzen und richtet sich hauptsächlich an Versorger, die für Inspektion, Wartung, Instandsetzung und kontinuierliche Verbesserung zuständig sind, sowie an die Verantwortlichen für die Planung von Instandhaltungseinsätzen und -budgets. Die administrativen, technischen und betriebswirtschaftlichen Verfahren sind detailliert aufgeführt und stellen eine umfassende Methodik dar.
- 7 Diese Richtlinie soll einen Leitfaden für den Betrieb und die Instandhaltung von thermischen Netzen bieten, damit Nachhaltigkeit und Energieeffizienz gewährleistet werden können, und gleichzeitig zu einer wirtschaftlichen Nutzung der Ressourcen beitragen.

Klicken oder tippen Sie hier, um Text einzugeben.

1 Zielsetzung und Geltungsbereich

- ⁸ Die vorliegende Richtlinie gilt für den Betrieb und die Instandhaltung von thermischen Netzen. Sie bietet Versorgern, Eigentümern und Zulieferern eine Struktur für die Planung, Organisation und Durchführung des Betriebs und der Instandhaltung. Diese Struktur muss an die Besonderheiten jedes einzelnen thermischen Netzes angepasst werden.
- ⁹ Zeitlich gesehen beginnt der Geltungsbereich dieser Richtlinie im Sinne des Lebenszyklus von Wärmenetzen nach der Abnahme des Netzes durch seinen Eigentümer (siehe Richtlinie SVGW F1, Teil 3, Kap. 13), d. h. zu Beginn des Betriebs. Er endet mit der endgültigen Stilllegung eines Netzabschnitts.
- ¹⁰ Räumlich gesehen ist der Geltungsbereich dieser Richtlinie begrenzt durch
- die Aussenwände sämtlicher Komponenten, die von Fluid benetzt werden oder werden können, darunter
 - Rohre, Verzweigungen und Zusammenführungen,
 - Pumpen,
 - Druckhaltesysteme,
 - interne Umformerstationen,
 - Absperr- und Regelarmaturen,
 - Messsensorik,
 - Wärmezähler,
 - Wärmespeicher und
 - Systeme für das Erkennen und Lokalisieren von Leckagensowie
 - die Schnittstellen für die Wärme- und Kälteübertragung von den Erzeugern in das Netz und aus dem Netz an die Verbraucher.
- ¹¹ Aus technischer Sicht wäre es deshalb sinnvoll, diese Schnittstellen anhand der Komponenten zu definieren, die Wärme oder Kälte übertragen. Das wären z.B. Wärmetauscher bei hydraulisch entkoppelter und Flansche oder Rohrverbindungen bei hydraulisch kommunizierender Wärmeübertragung.
- ¹² Da der Versorger eine Instandhaltung, die Gegenstand dieser Richtlinie ist, nur für die Komponenten und Anlagen übernehmen kann und muss, die in seinen Zuständigkeitsbereich fallen, ist jedoch eine rechtliche Abgrenzung sinnvoller. Demnach fallen die oben genannten Schnittstellen für die Abgrenzung des Netzes mit den Regelungen zusammen, die zwischen dem Versorger und seinen Zulieferern und Kunden jeweils vertraglich vereinbart worden sind.

2 Normative und gesetzliche Verweise

2.1 Gesetze und Verordnungen

SR 822.11	Arbeitsgesetz (Bundesgesetz über die Arbeit in Industrie, Gewerbe und Handel, ArG)
SR 832.20	Bundesgesetz über die Unfallversicherung (UVG)
SR 941.20	Bundesgesetz über das Messwesen (Messgesetz, MessG)
SR 814.017	Verordnung zum Register über die Freisetzung von Schadstoffen sowie den Transfer von Abfällen und von Schadstoffen in Abwasser (PRTR-V)
SR 814.318.142.1	Luftreinhalte-Verordnung (LRV)
SR 832.311.141	Verordnung vom 18. Juni 2021 über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Bauarbeiten (Bauarbeitenverordnung, BauAV)
SR 832.312.12	Verordnung über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei der Verwendung von Druckgeräten (Druckgeräteverordnungsverordnung)
SR 930.114	Verordnung über die Sicherheit von einfachen Druckbehältern (Druckbehälterverordnung, DGV)
SR 941.210	Messmittelverordnung (MessMV)
SR 941.231	Verordnung des EJPD über Messmittel für thermische Energie (TMmV)

2.2 SVGW Regelwerk:

SVGW F1	Richtlinie für Fernwärme
SVGW F2	Richtlinie für Fernkälte- und Anergienetze
SVGW F5	Richtlinie Richtlinie für Dichtheits- und Festigkeitsprüfungen an Fernwärme-, Fernkälte- und Anergienetzen»
SVGW GW15001	SVGW-Branchenlösung Sicherheit und Gesundheitsschutz bei den Gas- und Wasserversorgungen
SVGW GW2 Teil A – Grundlagen	Richtlinie für die Unfallverhütung und den Gesundheitsschutz im Gas- und Wasserfach
SVGW GW2 Teil B – Sicherheitshandbuch	Sicherheitshandbuch für die Verhütung von Unfällen

2.3 Normen

DIN 31051	Grundlagen der Instandhaltung
SIA 118	Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten
SN EN 13306	Instandhaltung – Begriffe der Instandhaltung
SN EN ISO 22301	Sicherheit und Resilienz – Business Continuity Management System – Anforderungen

2.4 Weitere technische Regeln

/	Staatssekretariat für Wirtschaft SECO: Merkblatt zum Pikettdienst
ISBN 3-908705-35-5 18.10.2018	Planungshandbuch Fernwärme
SWKI BT102-01	Wasserbeschaffenheit für Gebäudetechnik-Anlagen

3 Begriffe

3.1 Glossar

¹³ **Anergienetz**

Thermisches Netz mit Temperaturen unter 30 °C zur direkten oder indirekten Nutzung (mittels Wärmepumpe) zum Heizen oder Kühlen.

¹⁴ **Betrieb**

[SN EN 13306:2018, Begriff 2.9]

Kombination aller technischen und administrativen Massnahmen sowie Massnahmen des Managements, mit Ausnahme der Instandhaltungsmassnahmen, die zur Verwendung des Objekts führen.

¹⁵ **Energiezentrale**

Technikraum in einem Gebäude oder Bauwerk mit Anlagen zur Produktion, Speicherung, Verteilung und/oder Umformung von Energie.

Anmerkung 1: Nachgeschaltete oder dezentrale Energiezentralen werden auch als Quartierzentralen bezeichnet.

¹⁶ **Fernkältenetz**

Thermisches Netz mit Temperaturen unter 20 °C zur direkten Kühlung.

¹⁷ **Fernwärmenetz**

Thermisches Netz mit Temperaturen über 30 °C.

Anmerkung 1: Zur Produktion von Brauchwarmwasser sind Netztemperaturen von mind. 60 °C erforderlich.

¹⁸ **Hausübergabestation**

Dient dazu, die thermische Energie bestimmungsgemäss bezgl. Druck, Temperatur und Volumenstrom an die Gebäudeinstallation zu übergeben und die übertragene Energie zu messen.

Anmerkung 1: Entspricht dem Begriff «Hausstation» in der DIN 4747

- 19 **Inspektion**
[SN EN 13306:2018, Begriff 8.1]
Prüfung auf Konformität der massgeblichen Merkmale eines Objekts durch Messung, Beobachtung oder Prüfung.
- 20 **Instandhaltung**
[Angelehnt an SN EN 13306:2018, Begriff 2.1]
Kombination aller technischen und administrativen Massnahmen sowie Massnahmen des Managements während des Lebenszyklus eines Objekts, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung seines funktionsfähigen Zustands dienen, sodass es die geforderte Funktion erfüllen kann.
Anmerkung 1: Technische Instandhaltungsmassnahmen umfassen die Beobachtung und Analyse des Zustandes eines Objekts (z. B. Inspektion, Überwachung, Prüfung, Diagnose, Prognose usw.) sowie aktive Instandhaltungsmassnahmen (z. B. Instandsetzung, Aufarbeitung).
Anmerkung 2: Es werden zwei Kategorien von Instandhaltung unterschieden: Vorbeugende Instandhaltung (Wartungen und Inspektionen) und korrektive Instandhaltung (Instandsetzung nach Störungen).
- 21 **Instandsetzung**
[SN EN 13306:2018, Begriff 8.10]
Physische Massnahme, die ausgeführt wird, um die Funktion eines fehlerhaften Objekts wiederherzustellen.
Anmerkung 1: Die Instandsetzung umfasst auch Fehlerortung und Funktionsprüfung.
Anmerkung 2: Fehlerkorrektur hat dieselbe Bedeutung wie Instandsetzung.
- 22 **Thermisches Netz**
[Synonym: Wärme-/Kälteversorgungssystem (veraltet)]
Gesamtheit der miteinander verbundenen Rohrleitungen und ihrer direkt zugeordneten Anlagen zum Transport, Verteilen und Messen von thermischer Energie mittels eines Mediums.
Anmerkung 1: Die Nutzung der thermischen Energie erfolgt entweder direkt oder indirekt (mittels Wärmepumpe).
- 23 **Umformerstation**
Hydraulische Trennung von Netzabschnitten mit unterschiedlichen Betriebsparametern (Druck, Temperatur).
Anmerkung 1: Wird üblicherweise in einer Energiezentrale untergebracht.
- 24 **Verbesserung**
[Synonym: Verbesserung der Funktionssicherheit]
[SN EN 13306:2018, Begriff 7.6]
Kombination aller technischen und administrativen Massnahmen sowie Massnahmen des Managements zur Steigerung der immanenten Zuverlässigkeit und/oder Instandhaltbarkeit und/oder Sicherheit eines Objekts, ohne seine ursprüngliche Funktion zu ändern.
Anmerkung 1: Eine Verbesserung kann auch vorgenommen werden, um unsachgemässe Verwendung während des Betriebs zu verhindern und um Ausfälle zu vermeiden.
- 25 **Wartung**
[Synonym: Routine-Instandhaltung]
[Angelehnt an SN EN 13306:2018, Begriff 8.5]
Regelmässige oder wiederholte einfache präventive Instandhaltungstätigkeiten.
Anmerkung 1: Kann zum Beispiel die Reinigung, das Nachziehen von Verbindungen, den Ersatz von Anschlüssen, die Prüfung des Flüssigkeitsstands, das Schmieren usw. beinhalten.
- 26 **Zustandsüberwachung**
[Synonym: Überwachung]
[SN EN 13306:2018, Begriff 8.2]
Manuell oder automatisch ausgeführte Tätigkeit zur Messung der Merkmale und Parameter des physischen Ist-Zustands eines Objekts in bestimmten Zeitabständen
Anmerkung 1: Die Überwachung unterscheidet sich von der Inspektion dadurch, dass sie zur Bestimmung jedweder Veränderungen der Parameter des Objekts über die Zeit dient.

Anmerkung 2: Die Überwachung kann kontinuierlich, in regelmässigen Zeitabständen oder nach einer festgelegten Anzahl von Betriebseinsätzen erfolgen.

Anmerkung 3: Die Überwachung wird üblicherweise im Betriebszustand durchgeführt.

3.2 Abkürzungen

27	ASA	Beizug von Arbeitsärzten und anderen Spezialisten der Arbeitssicherheit
28	BAFU	Bundesamt für Umwelt
29	BFE	Bundesamt für Energie
30	BKP	Betriebskontinuitätsplan
31	CMMS	Computergestütztes System für das Instandhaltungsmanagement
32	DGVV	Druckgeräteverwendungsverordnung
33	DIN	Deutsche Industrienorm
34	EDM	Energy Data Management
35	EJPD	Eidgenössisches Justiz- und Polizeidepartement
36	EN	Europäische Norm
37	FMECA	Fehlermöglichkeits-, Einfluss- und Kritikalitätsanalyse
38	IoT	Internet of Things, Internet der Dinge
39	ISBN	International Standard Book Number, Internationale Standardbuchnummer
40	ISO	Internationale Normungsorganisationen
41	KPI	Key Performance Indicator, Leistungskennzahlen
42	LoRaWAN	Low Range Wide Area Network
43	METAS	Eidgenössisches Institut für Metrologie
44	PSA	Persönliche Schutzausrüstung
45	SECO	Staatssekretariat für Wirtschaft
46	SGK	Schweizerische Gesellschaft für Korrosionsschutz
47	SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
48	SN	Schweizer Norm
49	SNV	Schweizerische Normen-Vereinigung
50	SUVA	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
51	SVTI	Schweizerischer Verein für technische Inspektionen
52	SWKI	Schweizerischer Verein von Gebäudetechnik-Ingenieuren
53	WKK	Wärme-Kraft-Kopplung

4 Betrieb

- ⁵⁴ Die Betriebsprozesse wurden in drei Kategorien eingeteilt: administrative, technische und betriebswirtschaftliche Prozesse. Diese Einteilung ist willkürlich und soll die Lektüre des vorliegenden Dokuments vereinfachen. Bestimmte Prozesse könnten mehreren Kategorien zugeordnet werden.

4.1 Administrative Prozesse

4.1.1 Operative Betriebsführung

- ⁵⁵ Die operative Betriebsführung setzt die Zielsetzung des Versorgers, Wärme oder Kälten von den Erzeugern zu den Verbrauchern zu transportieren und zu verteilen, unter Einhaltung folgender Randbedingungen um

- Legale Vorschriften aus Gesetzen und Verordnungen
- Vertragliche Verpflichtungen gegenüber Produzenten und Verbrauchern
- Budget und Strategie des Versorgers
- Richtlinien, Normen und Standards

- ⁵⁶ Aus diesem Rahmens ergeben sich insbesondere folgende Prozesse:

- Betrieb und Überwachung der Wärmenetze
- Quantitative Erfassung der empfangenen und gelieferten Wärme oder Kälte
- Überwachung des Zustands der Wärmenetze
- Bereitstellung von Einsatzpersonal im Störfall
- Erfassung von Erfahrungen im Hinblick auf eine kontinuierliche Verbesserung

- ⁵⁷ Ausgehend von der Beschreibung dieser Prozesse werden die Anforderungen für ihre Umsetzung festgelegt. Daraus ergeben sich Stellenbeschreibungen mit den erforderlichen Kompetenzen oder, im Falle einer Auslagerung an Lieferanten, die Inhalte der Ausschreibungen. Alle Funktionen müssen in klar definierte Rollen gegliedert sein, wobei hierarchische Beziehungen, Verantwortlichkeiten und die Koordination zwischen den Mitarbeitern zu berücksichtigen sind, und mit dem erforderlichen Personal ausgestattet sein.

- ⁵⁸ Das Organigramm formalisiert diese Struktur, indem es die Position und Funktion jedes Einzelnen relativ zu den anderen festlegt und so eine reibungslose Kommunikation und eine klare Verteilung der Zuständigkeiten gewährleistet. Die Regeln für die Übertragung von Kompetenzen, die Stellvertretung sowie die Organisation des Bereitschaftsdienstes müssen ebenfalls definiert und beschrieben werden.

4.1.2 Krisenmanagement

- ⁵⁹ Das Krisenmanagement für ein thermisches Netz muss mehrere grundlegende Elemente enthalten, damit im Notfall eine schnelle und effektive Reaktion gewährleistet ist. Im Folgenden sind die wichtigsten Elemente aufgeführt:

- Feststellung der Risiken
 - Liste der potenziellen Risiken (technische Ausfälle, Cyber-Attacken, Naturkatastrophen usw.)
 - Beurteilung der Auswirkungen eines jeden Risikos auf das Netz.
 - Einschätzung der Eintretenswahrscheinlichkeit
- Struktur des Krisenmanagements
 - Bildung eines Krisenstabs mit klar definierten Rollen und Verantwortlichkeiten.
 - Wichtigste Koordinatoren und Notfallkontakte.

- Reaktionsverfahren
 - Detaillierte Prozedur für jedes identifizierte Risiko.
 - Spezifische Anweisungen für das Krisenmanagement und die Wiederherstellung des Betriebs.
- Kommunikation
 - Plan für interne und externe Kommunikation
 - Informationen, die an die Nutzenden, die lokalen Behörden und die Partner weitergegeben werden müssen.
- Ressourcen und Ausrüstung
 - Liste der erforderlichen Ressourcen (qualifizierte interne und externe Kräfte, Notstromgeneratoren, Ersatzteile usw.)
 - Standort und Zugang zu diesen Ressourcen.
- Schulungen und Simulationen
 - Programme für regelmässige Schulungen des Personals.
 - Simulationsübungen, um den Plan zu testen und zu verbessern.
- Aktualisierung und Überarbeitung
 - Prozess der regelmässigen Überarbeitung des Plans.
 - Einbeziehung der Erfahrungen nach jedem Vorfall jeder Übung und jeder Simulation.

4.1.3 Pikettdienst

⁶⁰ Ausserhalb der Bürozeiten übernimmt der Pikettdienst die Notfallbearbeitung von Schäden und Störungen am thermischen Netz. Der Aufbau und die Struktur des Bereitschaftsdienstes richten sich nach der Grösse des Unternehmens und den gesetzlichen Bestimmungen.

⁶¹ Bei der Organisation eines effizienten Pikettdienstes für thermische Netze müssen folgende wesentliche Punkte berücksichtigt werden:

- Organisation der Teams und Planung
 - Für eine ausgeglichene Rotation der Techniker und Technikerinnen sorgen
 - Für ausreichend Personal für eine Rund-um-die-Uhr-Abdeckung sorgen
 - Die Zeiträume des Pikettdienstes (Beginn/Ende) mithilfe einer mittel- oder langfristigen Planung eindeutig festlegen
 - Ein Vertretungssystem bei Abwesenheit einrichten
- Kompetenzen und Schulung
 - Sicherstellen, dass das Personal des Pikettdienstes über die erforderlichen Qualifikationen verfügt (Zulassungen, Zertifizierungen)
 - Schulen der Teams bezüglich Notfallmassnahmen
- Technische und logistische Mittel
 - Die nötigen Werkzeuge und Geräte bereitstellen (Telefon, Notebook, PSA, geeignetes Einsatzfahrzeug usw.)
 - Die wesentlichen Ersatzteile zur Verfügung stellen
 - Eine Liste der verschiedenen internen und externen Kräfte auf dem aktuellen Stand halten
- Verfahren und Protokolle
 - Klare Verfahren für die Handhabung verschiedener Arten von Zwischenfällen in Abhängigkeit von den vertraglichen Verpflichtungen etablieren.
 - Die Prioritätsstufen der Einsätze festlegen

- Einen Prozess für die Weitergabe von Informationen und die Übergabe von Verantwortlichkeiten an die operativen Teams einrichten
- Kommunikationssystem
 - Eine klare Kommunikationskette mit den Verantwortlichen festlegen
 - Ein zuverlässiges System für den Empfang und die Bearbeitung von Alarmen einrichten
 - Das Personal des Pikettdienstes über die Kommunikationsmittel informieren, über die es im Notfall alarmiert wird (Telefon, SMS, spezielle App usw.). Redundante Kommunikationsmittel vorsehen
 - Eine effektive Kommunikation zwischen den Teams gewährleisten
- Einhaltung arbeitsrechtlicher Gesetze und Vorschriften
 - Das Arbeitsgesetz für Pikettpersonal einhalten (Einhaltung der täglichen Ruhezeiten, Anzahl der maximal aufeinanderfolgenden Tage mit Pikettdiensten, Vorschriften zu Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz, Pflicht zur Meldung bei den zuständigen Behörden usw.)
 - Für weiterführende Erläuterungen zu den gesetzlichen Anforderungen an den Pikettdienst, wird empfohlen, das «Merkblatt zum Pikettdienst» des SECO zu konsultieren.
- Administrative Aspekte
 - Die Nachverfolgbarkeit der Einsätze gewährleisten
 - Die Ruhezeiten für die Kompensation des Pikettdienstes festlegen
 - Ein angepasstes Vergütungssystem einrichten
- Erfahrungsberichte
 - Die Einsätze regelmässig analysieren
 - Verbesserungen identifizieren und umsetzen
 - Die Prozesse anhand der Rückmeldungen vor Ort aktualisieren
 - Nachbereitungssitzungen nach grossen Vorfällen organisieren

4.1.4 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz

- ⁶² Die SVGW-Branchenlösung stellt den Unternehmen (insbesondere kleine und mittlere Unternehmen) Hilfsmittel für die Erarbeitung eines ASA-Sicherheitssystems zur Verfügung, stellt den Beizug der Spezialisten der Arbeitssicherheit sicher und bietet Schulungen sowie weitere Dienstleistungen an. Details siehe SVGW Branchenlösung GW15001 und Richtlinie zur Unfallverhütung GW2.

4.1.5 Beziehungen zu den beteiligten Parteien

- 63 Es wird empfohlen, eine Ansprechperson zu benennen, die über sämtliche Informationen verfügt und jederzeit kompetent Fragen beantworten kann.
- 64 Informationen zur Versorgungsunterbrechungen müssen den betroffenen Personen (Datum, Ort, Zeit, vorhergesehene Dauer usw.) schnell kommuniziert werden, wenn es sich um eine geplante Unterbrechung handelt. Insbesondere bei sensiblen Kunden (beispielsweise Spitäler, Produktionsstätten usw.) muss die Versorgungsunterbrechung abgestimmt werden. Falls erforderlich sowie entsprechend der Möglichkeiten und vertraglichen Verpflichtungen wird vorübergehend eine mobile Wärme-/Kältezentrale zur Verfügung gestellt.
- 65 Im Falle einer nicht vorhergesehenen Versorgungsunterbrechung müssen die betroffenen Personen informiert werden (aus diesem Grund ist es sinnvoll, bereits zu Beginn der Nutzung des Netzes über die Kontaktdaten der Ansprechpersonen zu verfügen).
- 66 Bei einer Baustelle kann ein Informationsschild angebracht werden, um die Öffentlichkeit über die Arbeiten und die durchgeführten Massnahmen zu informieren.
- 67 Gemäss den lokalen gesetzlichen Vorgaben müssen die Bauarbeiten den zuständigen Behörden angekündigt werden.
- 68 Durch die Koordination der Arbeiten und die Abstimmung mit den Behörden können diese in den Prozess eingebunden und diverse Synergien genutzt werden.

4.1.6 Instandhaltungsverträge

- 69 Für Instandhaltungsarbeiten, die der Netzbetreiber nicht selbstständig übernehmen kann, werden Instandhaltungsverträge mit externen Dienstleistern abgeschlossen. Diese können neben dem thermischen Netz auch weitere Anlagen oder Anlagenteile betreffen, wie Feuer- und Rauchschutztüren und Absturzsicherungen usw.
- 70 Der Umfang der Instandhaltungsverträge muss in Abhängigkeit von den Kapazitäten und Kompetenzen des Personals des Versorgers, aber auch in Abhängigkeit des Bedarfs (oder der Wahl) des Kunden bzw. der Kundin bestimmt werden.
- 71 Die Lieferanten unterliegen manchmal Anforderungen im Hinblick auf die Instandsetzung während der Garantiezeit der Komponenten, die sie geliefert haben. Diese Anforderungen müssen vor Vertragsabschluss besprochen werden, um den Umfang festzulegen.
- 72 Bei der Verwaltung und Umsetzung der Instandhaltungsverträge werden die folgenden Angaben gemacht:
- Name und Adresse des Kunden bzw. der Kundin und des Dienstleisters
 - Beschreibung des Produkts bzw. der Anlage, die instandgehalten werden müssen
 - Art und Umfang der durchzuführenden Instandhaltungsarbeiten
 - Instandhaltungsintervalle und -dauer
 - Auslöser für Einsätze
 - Frist für die Durchführung der Instandhaltungsarbeiten
 - Kosten und Zahlungsbedingungen
 - Haftungsausschlüsse und Garantien
 - Vertragsdauer, Verlängerung und Kündigungsbedingungen

4.1.7 Computerprogramme für das Vertragsmanagement

⁷³ Es wird empfohlen, Vertragsmanagementprogramme zu nutzen. Es handelt sich um Softwareprogramme, die das Management von Verträgen über Geräte, Anlagen und Vermögenswerte für die Lieferanten und die Kundschaft vereinfachen und automatisieren. Ein solches Programm bietet mehrere Funktionalitäten auf verschiedenen Niveaus:

- **Zentralisierung der Informationen.** Mit Vertragsmanagementprogrammen werden sämtliche Informationen zu Verträgen gebündelt, einschliesslich Einzelheiten zu den jeweiligen Anlagen und Leistungen, Vertragsbedingungen, Zeitplänen, damit verbundene Kosten usw. Dies vereinfacht den Zugriff auf Daten und die Verwaltung der Verträge.
- **Automatisierung von Prozessen.** Mithilfe dieser Programme werden zahlreiche Aufgaben in Zusammenhang mit dem Vertragsmanagement erleichtert, wie die Erstellung und Verwaltung der Verträge, die Planung von Einsätzen, der Versand von automatischen Erinnerungen bei Fristen usw. So können die Betriebseffizienz erhöht und menschliche Fehler minimiert werden.
- **Nachverfolgung der Vertragserfüllung.** Mit Vertragsmanagementprogrammen kann die Vertragserfüllung im Hinblick auf Einhaltung von Fristen, Qualität der Einsätze, Kosten usw. nachverfolgt werden. Diese Daten können genutzt werden, um die Leistung der Dienstleister zu bewerten und strategische Entscheide zu treffen.
- **Kostenmanagement.** Kosten, die in Verbindung mit Verträgen anfallen, können mit dem Programm nachverfolgt werden, einschliesslich prognostizierter und tatsächlicher Kosten, Ersatzteil- und Personalkosten usw. So können die Ausgaben für die Instandhaltung optimiert und genauer budgetiert werden.
- **Lagerbewirtschaftung.** Bestimmte Programme für die Vertragsverwaltung umfassen ebenfalls Funktionalitäten für die Lagerbewirtschaftung, sodass der Lagerbestand von notwendigen Ersatzteilen und Materialien für Instandhaltungstätigkeiten nachverfolgt werden kann.

4.1.8 Ausbildung, Instruktion, Information

⁷⁴ Die Schulung von Mitarbeitenden ist ein wesentliches Element, um Qualifikation, Effizienz und Sicherheit des Personals und anderer Personen zu gewährleisten.

⁷⁵ Sämtliche Mitarbeiter, denen Aufgaben übertragen werden, müssen über die erforderlichen fachlichen Qualifikationen für diese Tätigkeiten verfügen. Sie müssen über die erforderlichen fachlichen Kenntnisse, praktische Erfahrung und Weiterbildung verfügen, um die ihnen übertragenen Arbeiten analysieren und korrekt ausführen zu können.

⁷⁶ Das Unternehmen muss dafür sorgen, dass die Mitarbeiter immer über den aktuellen Stand der Technik, die einschlägigen rechtlichen Vorgaben, die Vorgaben zur Unfallverhütung sowie unternehmensinterne Anweisungen für das Betreiben des thermischen Netzes informiert ist.

- **Schulungen zu Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz.** Dazu gehört der Umgang mit Unfällen und Notfällen, damit die Mitarbeitenden wissen, wie sie im Fall von Problemen schnell und effektiv reagieren. Fundierte Kenntnisse der Geräte und Anlagen sowie der Sicherheitsmassnahmen reduzieren nicht nur das Unfallrisiko, sondern auch die Auswirkungen im Falle eines Unfalls.
- **Schulung zu den technischen Grundlagen.** Diese Schulung ist von wesentlicher Bedeutung für die Mitarbeitenden, die an spezifischen Geräten oder Anlagen arbeiten. Darunter fallen Bereiche wie Hydraulik, Pneumatik, Sanitäranlagen, Elektrizität, Mechanik und Automatisierung.

- **Spezifische Schulung zu den Risiken des betroffenen Netzes.** Die Mitarbeitenden müssen sich der spezifischen Gefahren der Geräte und Anlagen, an denen sie arbeiten, und der zur Vermeidung durchzuführenden Sicherheitsmassnahmen bewusst sein.
- **Schulung über Netzsektionierung.** In Fällen von Instandhaltungsarbeiten, Lecks oder Netzerweiterungen müssen die Mitarbeitenden die Verfahren und die Vorrichtungen für die Abschaltung einzelner Netzabschnitte beherrschen.
- **Schulung zu Krisenmanagementplänen.** Die Mitarbeitenden müssen entsprechend ihrer jeweiligen Zuständigkeiten im Krisenfall bezüglich einer effektiven Kommunikation, der Koordination von Massnahmen vor Ort sowie des Treffens schneller und fundierter Entscheidungen geschult werden, um Risiken zu minimieren und Schäden zu begrenzen.

77 Die entsprechenden Dokumente müssen ebenfalls jederzeit zugänglich sein. Regelmässige Audits werden empfohlen.

4.1.9 Durchführung von Audits

78 Audits sind ein wichtiges Instrument, um die Leistungsfähigkeit, die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften und die Transparenz der Betreiber von Fernwärmenetzen sicherzustellen.

79 Sie ermöglichen insbesondere:

- die Überprüfung der Konformität der Prozesse mit den gesetzlichen und normativen Anforderungen (Energievorschriften, Sicherheit, Umwelt);
- die Ermittlung von Möglichkeiten zur kontinuierlichen Verbesserung;
- die Zuverlässigkeit der Daten zu Energieerzeugung, -verteilung und -verbrauch zu gewährleisten.

80 Es wird empfohlen, ein internes Audit jährlich oder nach jeder größeren (organisatorischen oder technischen) Veränderung, jedem bedeutenden Vorfall oder jeder Netzerweiterung durchzuführen.

- **Interne Audits (Sicherheit)**

81 Das interne Audit wird vom oder im Auftrag des Betreiberunternehmens selbst durchgeführt.

82 Seine Ziele sind:

- Überprüfung der ordnungsgemässen Anwendung der internen Verfahren (Sicherheit, Wartung, Rechnungsstellung, Energiemanagement);
- Qualitätskontrolle der technischen und administrativen Daten;
- Identifizierung von Risiken und Bewertung der Leistung (Netzwerkausbeute, Leckagen, Verfügbarkeitsrate usw.).

- **Externe Audits (Sicherheit, Konformität)**

83 Das externe Audit wird von einer unabhängigen Stelle durchgeführt und hat folgende Ziele:

- Bestätigung der Konformität des Netzes mit den gesetzlichen, umweltbezogenen und vertraglichen Anforderungen;
- Objektive Bewertung der Gesamtenergieeffizienz des Netzes;
- Erstellung eines offiziellen Berichts, der als Grundlage für die Zertifizierung, die Erneuerung der Betriebsgenehmigung oder die Begründung von Tarifen gegenüber den konzessionsgebenden Gebietskörperschaften dienen kann.

84 Im Allgemeinen wird empfohlen, alle 3 bis 5 Jahre ein externes Audit durchzuführen.

4.2 Technische Prozesse

4.2.1 Betriebshandbuch

- ⁸⁵ Das Betriebshandbuch für die Anlage enthält die spezifischen einzuhaltenden Verfahren, um eine effiziente und den Anforderungen entsprechende Bedienung zu gewährleisten. In diesem Handbuch sind die durchzuführenden Aufgaben, ihre zeitlichen Abfolgen und Wiederholungen sowie die für die Ausführung verantwortlichen Personen angegeben.
- ⁸⁶ Im Betriebshandbuch sind die erforderlichen Berichte sowie die Zeiträume für die Berichterstattung festgelegt und sorgen für eine kontinuierliche Überwachung sowie eine schnelle Korrektur von möglichen Problemen.
- ⁸⁷ Zudem enthält das Betriebshandbuch wichtige Informationen zu der Organisation des Unternehmens und seinen Hauptprozessen, sowie den Zuständigkeiten und Schnittstellen. Daneben beinhaltet es Arbeitsanweisungen und Checklisten, die auch als Grundlage für regelmässige Instruktionen der Mitarbeiter dienen. Checklisten stellen eine schrittweise Anleitung dar, die den Teams hilft, die festgelegten Arbeitsabläufe einzuhalten und mögliche Abweichungen festzustellen.

4.2.2 Automatisierung/Regulierung

- ⁸⁸ Die Automation von thermischen Netzen bezieht sich auf die Nutzung von Technologien und Systemen, die die Funktionsweise sowie die Steuerung des Netzes regulieren und es effizienter sowie zuverlässiger machen.
- ⁸⁹ Mithilfe der Automatisierung können verschiedene Prozesse im thermischen Netz – wie die Regulierung der Wärme- oder Kälteerzeugung, die Verteilung von thermischer Energie und der Betriebszustand des Netzes – überwacht und gesteuert werden. Dies trägt dazu bei, den Energieverbrauch zu optimieren, die Kosten zu reduzieren und die Zuverlässigkeit des Netzes zu erhöhen.
- ⁹⁰ Hierfür werden Prozessleitsysteme verwendet, die den Betrieb des Netzes steuern und überwachen. Diese Systeme messen Betriebsgrößen, z. B. Temperaturen, Drücke und Volumenströme, und zeichnen diese Daten auf. Sie unterstützen die Versorger, ihre Netze in Echtzeit zu überwachen sowie bei Bedarf Anpassungen vorzunehmen. Durch die Speicherung der Daten können Tendenzen erfasst werden, um die langfristige Funktionsweise zu beurteilen.
- ⁹¹ Die Prozessleitsysteme können ebenfalls dafür eingesetzt werden, die Nachfrage nach Wärme und Kälte vorherzusagen und die Erzeugung zu optimieren. Dafür werden historische Betriebsdaten und aktuelle Wettervorhersagen analysiert, um eine effiziente und zuverlässige Versorgung zu gewährleisten.
- ⁹² Für eine sichere und reibungslose Integration in das bestehende Netzwerk ist es entscheidend, dass das Prozessleitsystem sorgfältig geplant, implementiert und kontinuierlich gewartet wird.
- ⁹³ Es werden Schwellwerte definiert, anhand derer bei Überschreitung oder in Gefahrensituationen verschiedene Alarmstufen ausgelöst werden. Die Alarmer lösen bei den Versorgern Handlungen aus.

4.2.3 Baustellen von Dritten an eignen Anlagen kontrollieren

⁹⁴ Die Kontrolle der Arbeiten von Dritten an den eigenen Infrastrukturen ist erforderlich, um die Sicherheit und Qualität sowie die Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben und der vertraglichen Vereinbarungen zu gewährleisten. Gleichzeitig kann durch Kontrollen Geld gespart und der Ruf des Versorgers gewahrt werden.

⁹⁵ Es folgen einige Punkte, die befolgt werden müssen:

- **Anforderungen und Standards festlegen.** Für die Arbeiten an einem thermischen Netz sind klare Standards und Anforderungen festzulegen. Dazu können technische Spezifikationen, Sicherheitsstandards und Anforderungen im Hinblick auf die Qualifikation der Arbeiter gehören. In der SIA-Norm 118 «Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten» sind die Regeln für den Abschluss, den Inhalt und die Erfüllung von Verträgen über Bauarbeiten aufgeführt. Vertragsparteien sind einerseits die Unternehmen der Branche und andererseits die Bauherren, die in der Regel durch ein Ingenieurunternehmen vertreten werden. Die Norm vervollständigt die allgemeinen Vorgaben des Obligationenrechts zu Verträgen.
- **Die Eigentümer und Betreiber benachbarter Infrastruktur informieren.** Dies muss bei den lokalen Behörden spätestens bei der Beantragung einer Baustelle im öffentlichen Raum (beispielsweise einer Strasse) erfolgen. Es muss also geklärt werden, welche Infrastrukturen anderer Unternehmen sich bereits an der betreffenden Stelle im Boden befinden. Normalerweise kann diese Information bei einem Kataster der lokalen Behörden eingeholt werden. In jedem Fall muss sichergestellt sein, dass der Eigentümer/Betreiber von Infrastrukturen, die sich bereits im Boden befinden, über das vorgesehene Bauprojekt informiert ist und dass mögliche Gefahren und Risiken mit ihm geklärt werden.
- **Qualifizierte Dienstleister auswählen.** Qualifizierte und im Bereich der Instandhaltung sowie Instandsetzung von thermischen Netzen erfahrene Dienstleister auswählen. Deren Referenzen, Erfahrung und Einhaltung der geltenden Vorgaben überprüfen. Die Gesetze über die Vergabe von öffentlichen Aufträgen bleiben vorbehalten.
- **Einen detaillierten Vertrag aufsetzen.** Einen detaillierten Vertrag aufsetzen, in dem die Verantwortlichkeiten jeder Partei, die Fristen, Kosten, Qualitätsanforderungen und Zahlungsmodalitäten aufgeführt sind. Überprüfen, dass der Vertrag Bestimmungen über die Sicherheit und die Einhaltung von Normen umfasst.
- **Das interne Personal schulen.** Überprüfen, dass das interne Personal im Hinblick auf die Kontrollverfahren und die Überwachung von Arbeiten Dritter geschult wird. Es muss in der Lage sein, die Qualität der durchgeführten Arbeiten zu beurteilen und mögliche Probleme festzustellen.
- **Die Arbeiten überwachen.** Einen Projektverantwortlichen benennen, um die Arbeiten regelmässig zu überwachen. Überprüfen, dass die Arbeiten gemäss den vereinbarten Spezifikationen und den erforderlichen Qualitätsstandards fristgerecht durchgeführt werden.
- **Regelmässige Inspektionen durchführen.** Regelmässige sporadische Besuche planen, um zu überprüfen, ob die Arbeiten den vereinbarten Standards und Spezifikationen entsprechen. Dies hilft, eventuelle Probleme festzustellen und schnell zu beheben.
- **Umgang mit Nichtkonformität.** Bei Nichtkonformitäten und Problemen müssen angemessene Korrekturmassnahmen durchgeführt werden, um das Problem schnell zu beheben. Dies kann zu Diskussionen mit dem Dienstleister, Anpassungen laufender Arbeiten oder gegebenenfalls sogar zur Beendigung des Vertrags führen. Auf jeden Fall sind jegliche Nichtkonformitäten schriftlich festzuhalten.

- **Die Arbeit dokumentieren.** Ein detailliertes Dossier über alle durchgeführten Arbeiten führen, einschliesslich Inspektionsberichte, Rechnungen, Konformitätsbescheinigungen und jeglicher wichtiger Korrespondenz. Dies kann für die Nachverfolgung und die Behebung von zukünftigen Problemen nützlich sein. Ein Abnahmeprotokoll der Arbeiten wird erstellt und von den verschiedenen Beteiligten unterzeichnet.
- **Leitungskataster.** Je nach Kanton und Gemeinde ist die Verpflichtung zur Dokumentation der eigenen, in der Erde befindlichen Infrastruktur in einem Leitungskataster unterschiedlich geregelt. Es wird den Eigentümern/Betreibern von unterirdischen Rohrleitungen daher dringend empfohlen, den lokalen Behörden die entsprechenden Informationen in einer ihnen passenden Form zukommen zu lassen. Dadurch wird sichergestellt, dass Dritte bei der Einreichung ihres Antrags auf eine Baustelle von den Behörden ordnungsgemäss informiert und über die vorhandene Infrastruktur in Kenntnis gesetzt werden.

⁹⁶ Eine nicht abschliessende Aufzählung der wichtigsten Berichte, Dokumente und zu beachtenden Punkte bei der Kontrolle von Baustellen und Arbeiten Dritter an eigenen Anlagen befindet sich in Anhang 1.

4.2.4 Baustellen von Dritten in der Nähe von eigenen Anlagen kontrollieren

⁹⁷ Der Netzbetreiber bzw. Versorger muss über Arbeiten von Dritten in der Nähe seiner Rohrleitungen informiert werden. Die lokalen Verfahren und Regelwerke müssen eingehalten werden. Der Dritte trägt die volle Verantwortung und es gilt das Obligationenrecht.

⁹⁸ Der Versorger gibt klare schriftliche Anweisungen an die Ausführenden zu den Abläufen auf der Baustelle. Es wird empfohlen, dass der Versorger sein Netz kartographiert und die betreffenden Lagepläne übermittelt.

⁹⁹ Das oberste Ziel ist, die Sicherheit von Personen und Vermögenswerten zu gewährleisten.

¹⁰⁰ Wenn beim Graben Teile eines thermischen Netzes freizulegen sind, müssen die Verantwortlichen für die Baustelle den Netzbetreiber über die einzelnen Schritte informieren. Der Netzbetreiber kann je nach Bauetappe sporadische Begehungen zur Sichtkontrolle durchführen (Graben, Abstützen, Aufschütten usw.).

¹⁰¹ Idealerweise wird ein von allen Parteien unterzeichnetes Protokoll erstellt.

4.2.5 Beschaffung/Lagerung von Materialien

¹⁰² Eine optimierte Lagerhaltung ermöglicht eine Kostenreduktion für die Gewährleistung des Netzbetriebs. Um den Anfangslagerbestand zu bestimmen und das Lager zu verwalten, wird empfohlen, dass der Versorger eine geeignete Analysemethode in Abhängigkeit der Komplexität der Infrastruktur, der gewählten Instandhaltungsstrategie, der Topologie des Netzes und der Betriebszyklen (Lebensdauer, mit oder ohne mechanische Vorspannung) auswählt.

¹⁰³ Beispielsweise können bei der Ausarbeitung eines Betriebskontinuitätsplans (siehe Kapitel 4.3.4) die Risiken für die eigene Anlage im Fall von fehlenden Ersatzteilen erkannt und beseitigt werden. Eine Fehlermode-, Effekt- und Kritikalitätsanalyse (engl. FMECA) des gesamten thermischen Netzes ermöglicht es, Ursachen von Lecks festzustellen und zu antizipieren sowie den erforderlichen Lagerbestand für zeitnahe Reparaturen zu planen.

¹⁰⁴ Im Rahmen eines Prozesses der ständigen Verbesserung und Optimierung wird dafür gesorgt, dass die für die Aufrechterhaltung der Versorgung erforderlichen Materialien in angemessener Menge bzw. Anzahl vor Ort verfügbar sind.

- ¹⁰⁵ Softwareprogramme für das computergestützte Instandhaltungsmanagement (CMMS) können ebenfalls helfen, den Lagerbestand anhand der Nachverfolgung von Berichten und Einsätzen zu optimieren. Sie vermitteln einen besseren Überblick über die Lagerdauer und den Lebenszyklus von einzelnen Teilen und tragen dazu bei, die Lagerbestände in Abhängigkeit von der gewählten Instandhaltungsstrategie zu optimieren.
- ¹⁰⁶ Der Lagerort und die Lagerbedingungen müssen den Vorgaben der Lieferanten entsprechen. Die Zugangsberechtigungen zu dem Lager müssen geklärt sein.
- ¹⁰⁷ Synergien mit anderen Versorgern sind ebenfalls ein gutes Mittel, um einen gewissen Lagerbestand aufrechtzuerhalten und die Kosten zu teilen. Aufgrund der globalen Übersicht ist der Versorger in der Lage, «ungenutzte oder ruhende» Bestände zu vermeiden.

4.2.6 Dokumentation

- ¹⁰⁸ Mehrere Schlüsselinformationen müssen durch eine effiziente Dokumentation aufgezeichnet und jederzeit abrufbar sein, insbesondere die Kenntnis des Netzes, die Überwachungsdaten und die Instandhaltungsberichte. Eine Aktualisierung der Dokumentation muss zeitnah nach jeder Änderung erfolgen. Es muss festgehalten werden, welche Informationen von welchen Personen zur Verfügung stehen werden (Feldaufzeichnungen und/oder Dokumentation für das Ingenieurbüro).
- Für einen optimalen Betrieb ist ein **detaillierter und aktueller Netzplan** von wesentlicher Bedeutung; er muss auf dem neuesten Stand, vollständig, korrekt und einfach zugänglich sein. Dieser ermöglicht die Visualisierung der Netzwerkstruktur sowie die Identifizierung kritischer Bereiche, die hinsichtlich Instandhaltung und Störungsmanagement besondere Aufmerksamkeit erfordern. Insbesondere sind folgende Punkte näher auszuführen:
 - Abschnittsbereiche
 - Art, Dimension und Lage der Schächte und Kammern, sowie Armaturen, Entlüftungen, Entleerungen und Kompensatoren
 - Art, Dimension und Lage der Rohrleitungen, Temperaturniveau und Druck
 - Verlegungsjahr, Schweissfachbetriebe, Muffen, Rohrleitungslieferanten, verantwortliches Tiefbauunternehmen usw.
 - Schleifenplan / Leckageüberwachung
 - Schemata der elektrischen Installationen
 - Die **Dokumentation der Geräte** mit Konformitätsunterlagen enthält wesentliche Informationen zu den technischen Spezifikationen und Konformitätsanforderungen. Dies gewährleistet, dass die Geräte entsprechend den vorgegebenen Standards installiert, betrieben und gewartet werden.
 - Im **Schema zur Leckageüberwachung** sind die verwendeten Sensoren, Geräte und Verfahren aufgeführt, um Lecks im Netz zu identifizieren und zu lokalisieren.
 - In den **Inbetriebnahme- oder Abnahmeprotokollen** sind die bei der Installation oder der Inbetriebnahme von neuen Geräten oder Anlagen einzuhaltenden Schritte aufgeführt. Sie sorgen für eine sanfte Integration in das bestehende Netz und minimieren gleichzeitig Versorgungsunterbrechungen.
 - Die **Zugänge** und die **Standorte der Umformerstationen und der Hausübergabestationen** werden dokumentiert, um Einsätze zu vereinfachen.
 - Die **Überwachungsdaten** und die **Instandhaltungsberichte** enthalten Informationen zu den erfolgten Inspektionen sowie Instandsetzungen, Notfalleinsätzen und Verbes-

serungen am Netz. Mithilfe dieser Berichte können die Leistungen des Netzes beurteilt, Tendenzen und wiederkehrende Probleme festgestellt sowie zukünftige Entscheidungen im Hinblick auf Planung und Ressourcenverwaltung beeinflusst werden.

4.3 Betriebswirtschaftlicher Prozess

4.3.1 Leistungskennzahlen (KPI)

- ¹⁰⁹ Die Leistungskennzahlen sind notwendig und nützlich, um die Leistung der strategischen Aktivität zu messen. Mit ihrer Hilfe können die Leistungen im Verlauf des Jahres verfolgt und gesteuert werden, um die festgelegten Ziele auf sämtlichen Ebenen des Unternehmens zu erreichen.
- ¹¹⁰ Das oberste Ziel des Versorgers ist die Aufrechterhaltung der Stabilität der KPIs.
- ¹¹¹ Die Leistung ist dann am höchsten und nachhaltigsten, wenn der Versorger einen langfristigen Ausgleich zwischen den vier strategischen Achsen aufrechterhalten konnte.

Strategische Achsen	Beschreibung	Repräsentative KPIs
Konformität	Das Unternehmen hält die rechtlichen, vertraglichen und regulatorischen Anforderungen ein.	- Kontrolle von Abgasen (Erzeugung) – Luftreinhalte-Verordnung (LRV) - Freisetzung des Mediums (m³) – Verordnung zum Register über die Freisetzung von Schadstoffen sowie den Transfer von Abfällen und von Schadstoffen in Abwasser (PRTR-V) und andere lokale Gesetze und Regelwerke. - Ab einem gewissen Schweregrad Meldungen über behobene und nicht behobene Nichtkonformitäten - Anzahl Störungsmeldungen von Kunden - Dauer bis zur Behebung von Störungen - Wasserqualität (Leitfähigkeit, pH, Sauerstoffgehalt)
Verfügbarkeit	Die betriebenen Anlagen sind zuverlässig und verfügbar. Sie sind im vollen Umfang und jederzeit betriebsbereit.	- Anzahl der Betriebsstunden - Geplante und nicht geplante Betriebsunterbrechungen - Anzahl der Einsätze
Wettbewerbsfähigkeit/Rentabilität	Die Aktivitäten und Leistungen sind und bleiben wettbewerbsfähig.	- Volumenverluste des Mediums (m³) - Wärmeverluste des Netzes (%) - Energiedichte des Netzes (MWh/m) - In das Netz eingespeiste thermische Energie - Verbrauchte elektrische Energie - Durchschnittliche Rücklauftemperatur des Netzes (°C) - Jahresstunden der verschiedenen Vorlauftemperaturbereiche (bei gleitender VL-Temperatur)
Mitarbeitende	Die Mitarbeitenden sind die wichtigste Ressource des Unternehmens, die immer respektiert werden müssen.	- Fehlzeiten von Mitarbeitenden - Fluktuation - Interne Weiterbildungen - Externe Weiterbildungen

Strategische Achsen	Beschreibung	Repräsentative KPIs
		- Ferientage, die bezogen werden müssen - Kumulierte Überstunden und Gleitzeittage für die Kompensation,

- 112 Um dies zu erreichen, wird eine permanente Überwachung der Indikatoren empfohlen, aus denen sich die jeweiligen strategischen Achsen zusammensetzen.
- 113 Jede KPI wird gewichtet, um ein Gesamtergebnis des Unternehmens von 100 % zu erreichen. Die folgende Gewichtung wird empfohlen:
- Konformität: 30 %
 - Verfügbarkeit: 25 %
 - Wettbewerbsfähigkeit/Rentabilität 25 %
 - Mitarbeitende: 20 %

4.3.2 Energy Data Management

- 114 Ein System für Energiemanagement (EDM – Energy Data Management) umfasst eine Plattform oder mehrere Softwaretools, die die Energienutzung erfassen, analysieren und optimieren. Mit einem EDM können nicht nur die Energieeffizienz optimiert und die Kosten reduziert, sondern auch eine verlässliche und nachhaltige Bereitstellung von Wärme/Kälte gewährleistet werden.
- 115 Ein EDM ist ein Optimierungstool, dessen Einrichtung und Nutzung kostspielig sein kann. Es ist ratsam, vor der Integration in eine Anlage eine Kosten-Nutzen-Analyse durchzuführen.
- 116 Temperatur-, Druck- und Durchflusssensoren sowie Energieverbrauchszähler werden in den Energiezentralen, an verschiedenen Punkten im Netz, an Hausübergabestationen und Umformerstationen installiert. Die gesammelten Daten werden über kabelgebundene oder drahtlose Netzwerke an ein Verarbeitungszentrum übertragen. Die Informationen werden zu späteren Analysen in sicheren Datenbanken gespeichert.
- 117 Die Plausibilität der Daten muss im Anschluss überprüft werden. In einem ersten Schritt kann eine Software die fehlenden oder besonders von den üblichen Messwerten abweichenden Werte aufzeigen. Die endgültige Validierung erfolgt in der Regel durch einen Mitarbeitenden.
- 118 Sobald die Daten validiert sind, können Softwareprogramme verschiedene Analysen durchführen, darunter:
- Erkennung von Trends, Anomalien und Ineffizienzen im Netzwerk.
 - Prognose des zukünftigen Energiebedarfs und Optimierung der Versorgung mit Wärme und Kälte.
 - Automatische Anpassung der Betriebsparameter (Temperatur, Durchfluss usw.) in Abhängigkeit vom tatsächlichen und prognostizierten Bedarf.
 - Prognose des Instandhaltungsbedarfs vor dem Auftreten von Störungen, wodurch Betriebsunterbrechungen reduziert werden.
 - Bereitstellung von Echtzeit-Visualisierungen der Netzwerkleistung, des Verbrauchs und der wichtigsten Leistungskennzahlen (KPIs).
 - Information der Bediener über alle Anomalien oder den Bedarf an sofortigen Massnahmen.
- 119 Ein EDM liefert ebenfalls die für die Rechnungsstellung erforderlichen Daten.

4.3.3 Zustandsüberwachung

¹²⁰ Um den ordnungsbemässen Betrieb thermischer Netze sicher zu stellen, ist die Überwachung von Messgrössen erforderlich. Anhand ihrer Werte können Informationen zur Leistung des Systems erfasst und eventuelle Probleme oder Störungen festgestellt werden.

¹²¹ Unter anderem werden derzeit folgende Messgrössen überwacht:

- **Temperatur des Vorlauf- und Rücklaufs.** Es ist unerlässlich, die Vor- und Rücklauftemperaturen im Netz zu messen. So können Temperaturabweichungen entdeckt und potenzielle Anomalien festgestellt werden, wie ein anomales Absinken oder Ansteigen, das auf Energieverlust oder ein Zirkulationsproblem hinweisen könnte.
- **Leitungsdruck.** Die Überwachung des Leitungsdrucks ist wichtig, um Lecks oder Druckschwankungen zu erkennen, die auf Probleme im System hinweisen könnten, z. B. Wasserlecks oder Verstopfungen.
- **Wasserdurchfluss.** Durch die Messung des Durchflusses im Netz kann überprüft werden, ob der Wasserdurchfluss den vorgegebenen Spezifikationen entspricht. Eine Absenkung des Durchflusses kann auf Zirkulationsprobleme und Verstopfungen in den Rohrleitungen hinweisen.
- **Energieverbrauch.** Durch die Überwachung des Energieverbrauchs kann die Energieeffizienz des Netzes bewertet werden. Dies kann dazu beitragen, Fluktuationen des Verbrauchs festzustellen und Potentiale für die Verbesserung der Energieeffizienz aufzuzeigen.
- **Wasserqualität.** Die Überwachung der Wasserqualität – darunter Wasserhärte sowie Gehalt an gelöstem Sauerstoff und Feststoffen – ist wichtig, um Probleme wie Korrosion, Kalkablagerungen oder Verstopfungen im System zu verhindern.
- **Regel- und Steuersysteme.** Die Daten aus Regel- und Steuersystemen – darunter Temperaturfühler, Regelarmaturen und speicherprogrammierbare Steuerungen – sind ebenfalls erforderlich, um die Betriebsparameter des Netzes zu überwachen und anzupassen.
- **Füllstand der Druckhaltesysteme.** Die Überwachung und Steuerung der Füllstände der Druckhaltesysteme wird häufig von der Produktion übernommen, da Alarmsignale für die Produktion von grosser Bedeutung sind und die geografische Nähe eine Rolle spielt. Volumenschwankungen aufgrund von Ausdehnung, Verdunstung und Lecks müssen ausgeglichen werden. Diese Daten sind auch für das Netzwerkmanagement wichtig, beispielsweise zur Erkennung von Leckagen.
- **Druckdifferenzen an den Schlechtpunkten des Netzes.** Zur Steuerung des Drucks in den Vor- und Rücklaufleitungen und damit des Betriebs der Pumpen sind Geräte zur kontinuierlichen Druckmessung an den Schlechtpunkten des Netzes erforderlich.
- **Überflutungssicherheit der begehbaren Kammern und Schächte überwachen**
- **Leckageüberwachung des Netzes**
Die Leckageüberwachung wird detailliert in Kapitel 5.2.2 «Leckageüberwachung» beschrieben.

¹²² Diese Daten können mithilfe von Sensoren, Sonden und automatisierten Überwachungssystemen erfasst werden. Technologien wie das Internet der Dinge (IoT) und Cloud Computing können ebenfalls zur Erfassung, Analyse und Visualisierung dieser Daten eingesetzt werden und ermöglichen so eine Echtzeitüberwachung und proaktive Entscheidungsfindung, um einen reibungslosen Netzbetrieb aufrechtzuerhalten.

- ¹²³ Durch eine anlagenspezifische Risikoanalyse können der optimale Nutzungsbereich, die Abstraten der Messungen und die durchzuführenden Massnahmen im Falle von Abweichungen bestimmt werden.
- ¹²⁴ Die Überwachungsdaten werden gespeichert; hierfür wird eine Dauer von mindestens zehn Jahren empfohlen. CMMS-Systeme, computergestützte Systeme für das Instandhaltungsmanagement, können bei dieser Nachverfolgung hilfreich sein.

4.3.4 Betriebskontinuitätsplan

- ¹²⁵ Die Erstellung eines Betriebskontinuitätsplan (BKP) wird dringend empfohlen.
- ¹²⁶ Jedes Netz birgt Risiken für den Betrieb aufgrund von Entscheidungen, die bei der Planung getroffen wurden. Das Ziel eines BKP ist die Erstellung von Szenarien und die Reaktion auf solche Szenarien.
- ¹²⁷ Gemäss der Norm SN EN ISO 22301 ist der BKP definiert als «ganzheitlicher Managementprozess, der potenzielle Bedrohungen für Organisationen und die Auswirkungen ermittelt».
- ¹²⁸ Der Anwendungsbereich dieser Anforderungen hängt gemäss der Norm ISO SN EN 22301 vom Umfeld und der Betriebskomplexität des Unternehmens ab.
- ¹²⁹ Es empfiehlt sich, einen Prozess für einen Betriebskontinuitätsplan einzuleiten. Dieser umfasst eine Reihe von Verfahren und Leitlinien zur Gewährleistung der Wiederaufnahme der Tätigkeit innerhalb einer annehmbaren Frist im Falle einer grossen Störung. Dies gilt ebenfalls für thermische Netze, bei denen die Energieversorgung für zahlreiche Nutzerinnen und Nutzer kritisch ist.
- ¹³⁰ Ein Betriebskontinuitätsplan muss flexibel und anpassungsfähig sein, damit er unterschiedlichen Umständen gerecht wird. Eine Zusammenarbeit mit den beteiligten Parteien und zuständigen Behörden ist ebenfalls wichtig, damit eine reibungslose Koordination im Notfall gewährleistet ist.
- ¹³¹ Eine FMECA-Matrix (Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse) ist ein Analyseinstrument, das im Ingenieurwesen, Qualitätsmanagement und Risikomanagement eingesetzt wird. Ziel der FMECA-Matrix ist die Feststellung, Priorisierung und Verhinderung von möglichen Störungen in einem Prozess, einem Produkt oder einem System.
- ¹³² Die FMECA-Matrix muss in Zusammenarbeit mit Personen entwickelt werden, die mit den Anlagen auf operativer Ebene vertraut sind.
- **Identifikation der Szenarien.** In einem ersten Schritt muss der fragliche Prozess oder das System untersucht und sämtliche Szenarien festgestellt werden, die auftreten könnten. Es handelt sich um Ereignisse, die zu einer Fehlfunktion oder einer Störung führen können.
 - **Bewertung des Schweregrads.** Für jedes festgestellte Szenario beurteilen die Teams die möglichen Auswirkungen auf das Produkt, den Prozess oder das System. Dazu gehört die Analyse möglicher Folgen wie Sicherheitsrisiken, Auswirkungen auf die Qualität, Produktionsausfälle usw. Jeder Fehlerart wird entsprechend der zu erwartenden Auswirkungen auf den Betrieb oder die Endnutzer und -nutzerinnen ein Schweregrad zugewiesen. Diese Bewertung erfolgt beispielsweise auf einer Skala von 1-10.

- **Bewertung der Wahrscheinlichkeit.** Für jedes identifizierte Szenario bestimmen die Teams die möglichen Ursachen und die Auslöser für die Auswirkungen der Fehlfunktionen. Jedes Szenario wird entsprechend der Häufigkeit, mit welcher der Auslöser oder die Ursache eintreten kann, in eine Wahrscheinlichkeitsklasse eingestuft. Kontrollen, durch welche das Eintreten des Szenarios verhindert oder erkannt wird, wirken sich positiv auf die Wahrscheinlichkeitsklasse aus. Diese Bewertung erfolgt beispielsweise auf einer Skala von 1-10.
- **Bewertung des Risikos.** Schliesslich beurteilen die Teams das Risiko einer Fehlerart, indem sie den Schweregrad ihrer Auswirkungen und die Wahrscheinlichkeit des Eintretens in Beziehung setzen. Jede Fehlerart wird entsprechend ihrer Schwere- und Wahrscheinlichkeitsbewertung in der FMECA-Matrix eingetragen.

Wahrscheinlichkeit	...10	Akzeptabel	Akzeptabel	Unerwünscht	Inakzeptabel	Inakzeptabel	Inakzeptabel
		Akzeptabel	Akzeptabel	Unerwünscht	Unerwünscht	Inakzeptabel	Inakzeptabel
		Vernachlässigbar	Akzeptabel	Akzeptabel	Unerwünscht	Unerwünscht	Inakzeptabel
		Vernachlässigbar	Akzeptabel	Akzeptabel	Akzeptabel	Unerwünscht	Unerwünscht
		Vernachlässigbar	Vernachlässigbar	Vernachlässigbar	Akzeptabel	Akzeptabel	Akzeptabel
	1...	Vernachlässigbar	Vernachlässigbar	Vernachlässigbar	Vernachlässigbar	Akzeptabel	Akzeptabel
		1...	Schweregrad				
			...10				

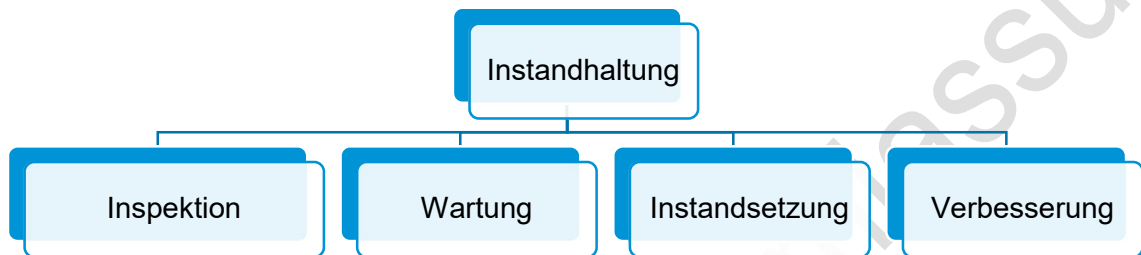
Abbildung. 1 Beispiel für FMECA-Matrix

- 133 Durch eine Konzentration auf die risikoreichsten Szenarien können die Korrekturmassnahmen priorisiert werden.
- 134 Es werden Korrekturmassnahmen erarbeitet, um das Ausfallrisiko auf ein akzeptables Mass zu reduzieren. Dazu können Änderungen an der Konzeption, Prozessverbesserungen, Überprüfungen von Verfahren und der Erkennung von Risiken usw. gehören.

- ¹³⁵ Es wird empfohlen, die Matrix regelmässig zu aktualisieren, um die Korrekturmassnahmen sowie die Entwicklung der Szenarien zu berücksichtigen.
- ¹³⁶ Zudem sollten regelmässig Simulationen durchgeführt werden, um die Effizienz des Betriebskontinuitätsplan zu testen und Bereiche zu identifizieren, die verbessert werden müssen.

5 Instandhaltung

- ¹³⁷ Gemäss der Norm DIN 31051 ist die Instandhaltung wie folgt in vier Tätigkeiten aufgeteilt:



- ¹³⁸ In dieser Richtlinie werden die vier Tätigkeiten in den folgenden Kapiteln näher beschrieben.

5.1 Instandhaltungsstrategie

- ¹³⁹ Die Instandhaltung soll sicherstellen, dass ein einwandfreier Betriebszustand aufrechterhalten oder im Falle eines Ausfalls wiederhergestellt wird. Dazu gehören alle Massnahmen der Inspektion, kurativen Instandsetzung, Wartung und Verbesserung.
- ¹⁴⁰ Es gibt verschiedene Instandhaltungsstrategien, die Unternehmen je nach ihren Anforderungen, Ressourcen und Zielen anwenden können. Die vier wichtigsten Instandhaltungsstrategien mit ihren Vor- und Nachteilen sind die folgenden:

5.1.1 Reaktive Instandhaltungsstrategie

- ¹⁴¹ Bei der reaktiven Instandhaltungsstrategie wird ein Bauteil oder ein System nur bei Ausfällen oder Fehlfunktionen repariert. In bestimmten Situationen kann sie angebracht sein, insbesondere wenn die Kosten kurzfristig reduziert werden müssen. Allerdings hat sie erhebliche Nachteile in Bezug auf die langfristigen Kosten, Produktionsausfälle, Sicherheit und Qualität.

- Vorteile:
 - **Kosten werden kurzfristig reduziert:** Dieser Ansatz spart Kosten für vorbeugende oder vorausschauende Instandhaltung, da ein Eingriff nur dann vorgenommen wird, wenn er unbedingt notwendig ist.
 - **Einfachheit:** Die reaktive Instandhaltung ist einfach umzusetzen, da weder eine vorausschauende Planung noch umfangreiches Wartungspersonal erforderlich sind.

- Nachteile:
 - **Kosten werden langfristig erhöht:** Obwohl die reaktive Instandhaltung kurzfristig wirtschaftlich erscheint, kann sie jedoch aufgrund von beschleunigtem Verschleiss der Anlagen, ungeplanten Ausfallzeiten und kostspieligen Reparaturen langfristig zu höheren Kosten führen.
 - **Produktionsausfälle:** Ungeplante Ausfallzeiten aufgrund von Störungen können zu Produktionsausfällen führen, die sich negativ auf die Rentabilität des Unternehmens auswirken können.
 - **Sicherheitsrisiko:** Unvorhergesehene Ausfälle können ebenfalls Sicherheitsrisiken für die Arbeitnehmenden und die Umwelt darstellen.
 - **Qualitätseinbussen:** Die Qualität von Dienstleistungen (Energieversorgung) kann beeinträchtigt sein, wenn die Anlagen nicht ordnungsgemäss funktionieren, was sich auf die Zufriedenheit der Kunden auswirken kann.
 - **Verwaltungsschwierigkeiten:** Die Verwaltung der reaktiven Instandhaltung kann schwierig sein, da sie bei Ausfällen eine schnelle Reaktion erfordert.

5.1.2 Präventive Instandhaltungsstrategie

¹⁴² Die präventive Instandhaltungsstrategie umfasst regelmässig geplante Instandhaltungsarbeiten, auch wenn es keine Anzeichen für eine Störung gibt.

- Vorteile:
 - **Verringerung von Ausfällen:** Durch die Durchführung von regelmässigen Inspektionen und Eingriffen können im Rahmen der präventiven Instandhaltung potenzielle Probleme festgestellt und korrigiert werden, bevor sie zu kostspieligen Ausfällen führen.
 - **Erhöhung der Lebensdauer der Anlagen:** Durch die proaktive Pflege der Anlagen wird ihre Nutzungsdauer verlängert, sodass die ursprünglichen Investitionen umso stärker amortisiert werden können.
 - **Erhöhung der Sicherheit:** Die präventive Instandhaltung trägt dazu bei, die Betriebsbereitschaft der Anlagen aufrechtzuerhalten und somit das Risiko von Verletzungen oder Sachschäden durch plötzliche Ausfälle zu verringern.
 - **Effiziente Planung und Verwaltung:** Massnahmen zur präventiven Instandhaltung werden zu Zeiten festgelegt, die für die Produktion günstig sind, wodurch ungeplante Ausfallzeiten und negative Auswirkungen auf die Anlagen sowie die Verbraucher und Verbraucherinnen minimiert werden.
 - **Kostenkontrolle:** Auch wenn die präventive Instandhaltung regelmässig Kosten verursacht, liegen diese oft unter den nicht vorhersehbaren Kosten der reaktiven Instandhaltung.
- Nachteile:
 - **Kosten:** Die Umsetzung eines Programms zur präventiven Instandhaltung erfordert Investitionen in Personal, Schulungen und Werkzeuge, was teuer sein kann.
 - **Risiko von zu umfangreichen Instandhaltungsarbeiten:** Es ist möglich, dass zu viele Ressourcen für die präventive Instandhaltung verwendet werden, wenn unnötige Aufgaben durchgeführt oder Aufgaben zu häufig durchgeführt werden, was teuer und ineffizient sein kann.
 - **Produktionsunterbrechung:** Selbst wenn die Abschaltungen geplant sind, kann die präventive Instandhaltung zu Unterbrechungen führen, was Auswirkungen auf die Produktion hat.
 - **Kritische Planung:** Eine unzureichende Planung oder Verzögerungen bei der präventiven Instandhaltung können negative Folgen haben.

5.1.3 Vorausschauende Instandhaltungsstrategie

¹⁴³ Die vorausschauende Instandhaltungsstrategie, die auch als zustandsorientierte Instandhaltung bezeichnet wird, beruht auf der Erfassung und Analyse von Daten in Echtzeit, um Ausfälle und Störungen von Anlagen zu antizipieren.

- Vorteile:
 - **Verringerung der Ausfallzeiten:** Durch die Antizipation von potenziellen Ausfällen ermöglicht die vorausschauende Instandhaltung die Planung von Instandhaltungsmassnahmen zum optimalen Zeitpunkt, wodurch ungeplante Ausfallzeiten reduziert werden.
 - **Verlängerung der Lebensdauer der Anlagen:** Durch die frühzeitige Erkennung und Behebung von Problemen verlängert dieser Ansatz die Lebensdauer der Infrastruktur und optimiert ihre Leistung.
 - **Optimierung der Kosten:** Die vorausschauende Instandhaltung ermöglicht eine Konzentration auf die Komponenten oder Systeme, deren Instandhaltung erforderlich ist, sodass sich die Gesamtkosten im Vergleich zur präventiven oder reaktiven Instandhaltung verringern.
 - **Erhöhung der Sicherheit:** Durch die Feststellung und Korrektur von möglichen Sicherheitsproblemen trägt die vorausschauende Instandhaltung zur Senkung der Risiken für die Arbeitenden und die Umwelt bei.
 - **Effizientes Ressourcenmanagement:** Auf der Grundlage von Daten und Analysen werden Ressourcen effizienter für die Instandhaltung eingesetzt, wodurch übermässige Instandhaltungsarbeiten vermieden werden.
- Nachteile:
 - **Kosten:** Die Einrichtung von Überwachungs- und Datenerfassungssystemen sowie die Schulung des Personals können teuer sein.
 - **Komplexität:** Die vorausschauende Instandhaltung erfordert umfangreiche technische Kenntnisse und Fähigkeiten, um Daten korrekt zu erfassen, zu analysieren und zu interpretieren.
 - **Überwachungsanlagen erforderlich:** Überwachungsanlagen wie Sensoren, Überwachungssoftware und Kommunikationssysteme sind erforderlich.
 - **Weiterentwicklung des Bedarfs:** Der Bedarf in Hinblick auf die vorausschauende Instandhaltung kann sich im Laufe der Zeit weiterentwickeln und anhaltende Investitionen in Technologien sowie Kompetenzen erfordern.

5.1.4 Risikoorientierte Instandhaltungsstrategie

¹⁴⁴ Diese Strategie basiert auf der Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls und dem Ausmass der Folgen dieses Ausfalls, um über Wartungsarbeiten und erforderliche Massnahmen zu entscheiden.

- Vorteile:
 - **Priorisierung der Ressourcen:** Die risikoorientierte Instandhaltung ermöglicht die sinnvollere Zuweisung von Ressourcen durch die Konzentration auf die für das Unternehmen wichtigsten Anlagen, sodass die Kosten für unnötige Instandhaltungsarbeiten an weniger wichtigen Anlagen gesenkt werden.
 - **Verringerung der grössten Risiken:** Durch die Identifizierung und Behandlung der Anlagen mit hohem Risiko trägt dieser Ansatz dazu bei, Risiken im Zusammenhang mit Ausfällen und Produktionsunterbrechungen zu minimieren und die Sicherheit zu erhöhen.

- **Optimierung der Kosten:** Durch die Konzentration auf das Risikomanagement ermöglicht die risikoorientierte Instandhaltung effizientere Ausgaben, indem übermäßige Instandhaltungsarbeiten an risikoarmen Anlagen vermieden werden.
 - **Verwendung von Daten und Analysen:** Diese Strategie beruht auf der Analyse von Daten, sodass Entscheide über die Instandhaltung auf Grundlage von objektiven Informationen und nicht auf Grundlage von Annahmen getroffen werden können.
 - **Verbesserung des Anlagenmanagements:** Dadurch wird ein besseres Verständnis der Anlagen, ihrer Leistung und ihres Beitrags zum Gesamtziel des Unternehmens gefördert.
- Nachteile:
 - **Komplexität:** Die Umsetzung einer risikoorientierten Instandhaltungsstrategie kann komplex sein und erfordert technische Kompetenzen sowie spezielle Analysewerkzeuge.
 - **Anfangsinvestition:** Die Erfassung von Daten und die Risikoanalyse erfordern möglicherweise hohe Anfangsinvestitionen im Hinblick auf Zeit und Ressourcen.
 - **Fehlende Objektivität:** Die Beurteilung von Risiken kann manchmal subjektiv sein, je nach individueller Wahrnehmung der für die Instandhaltung verantwortlichen Personen.
 - **Zuverlässigkeit der Daten:** Die risikoorientierte Instandhaltungsstrategie beruht auf zuverlässigen Daten zur korrekten Beurteilung der Risiken. Dies kann eine Herausforderung sein, wenn die Daten nicht zur Verfügung stehen oder von schlechter Qualität sind.
 - **Risikoentwicklung:** Die Risikostufen von Anlagen und Systemen können sich im Laufe der Zeit ändern, was eine kontinuierliche Neubewertung und Anpassung der Strategie erforderlich macht.

5.1.5 Festlegung der Instandhaltungsstrategie

- ¹⁴⁵ Allgemein wird empfohlen, Elemente aus den verschiedenen Instandhaltungsstrategien (siehe Kap. 5.1.5.1.1 ... 5.1.4) zu kombinieren, um die Verfügbarkeit, Nachhaltigkeit und Rentabilität der Infrastruktur gemäss den Anforderungen des Netzbetreibers und des thermischen Netzes angepasst zu optimieren.
- ¹⁴⁶ Diese Kombination von Instandhaltungsstrategien hängt insbesondere von Kriterien wie dem Alter, dem Zustand und der Bedeutung der Infrastrukturkomponenten sowie den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen ab.
- ¹⁴⁷ Die Instandhaltungsstrategie wird aufgrund der betrieblichen und kommerziellen Rahmenbedingungen des Netzbetreibers und den technischen Eigenschaften des thermischen Netzes festgelegt.
- ¹⁴⁸ Die Grundlage bildet die Bewertung von Eintretenswahrscheinlichkeiten und Auswirkungen der möglichen Defekte im Netz. Basierend darauf werden der Aufwand (z.B. jährliche Kosten) und die Auswirkungen einer möglichen rein reaktiven Instandhaltungsstrategie (siehe Kap. 5.1.1) ermittelt.
- ¹⁴⁹ Gewählt wird die Instandhaltungsstrategie (oder eine Kombination verschiedener Instandhaltungsstrategien) gewählt, deren Aufwand und die Auswirkungen unter den Rahmenbedingungen des Netzbetreibers und des thermischen Netzes das beste Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweist.

- ¹⁵⁰ Die ausgewählte Instandhaltungsstrategie wirkt sich auf den Umfang der Lagerbestände aus. Eine reaktive Instandhaltung erfordert im Allgemeinen höhere Lagerbestände als eine vorausschauende Instandhaltung.

5.2 Inspektion

5.2.1 Allgemeines

- ¹⁵¹ Eine Inspektion umfasst sämtliche Arbeiten zur Überprüfung und zum Vergleich des Zustands der Anlage und des Betriebs mit dem nominalen Betriebszustand. Dafür werden genaue Messungen, Beobachtungen und gründliche Kontrollen durchgeführt und dokumentiert.
- ¹⁵² Eine Inspektion eines thermischen Netzes kann beispielsweise die folgenden Beobachtungen und Messungen umfassen:
- Allgemeine Sichtkontrolle der Anlage (Armaturen, Schächte, Kammern, Zugang, Leitern usw.)
 - Geräusche der Netzpumpen im Betriebszustand
 - Vibration der Pumpen, der Rohrleitungen und anderer Teile des Netzes
 - Funktionalität der Armaturen, Absperrungen und Sensoren
 - Sichtkontrolle auf Lecks und Wasser in den Leitungskanälen und -tunneln
- ¹⁵³ Systematische Kontrollen, die während des Betriebs durchgeführt werden, gehören zur Überwachung und werden in Kapitel 4.3.3 Zustandsüberwachung behandelt.
- ¹⁵⁴ Eine Tabelle mit den empfohlenen Inspektionsfrequenzen ist in Anhang 2 aufgeführt.
- ¹⁵⁵ Die Inspektionen werden anhand einer Checkliste und/oder in einem Bericht festgehalten und gegebenenfalls mit einer Nichtkonformitätserklärung versehen.

5.2.2 Leckageüberwachung

- **Allgemeines**
- ¹⁵⁶ Bei der Leckageüberwachung besteht die Aufgabe darin, bei vorisolierten Rohren das Vorhandensein von Wasser innerhalb der Isolierung zu erkennen, was sowohl durch eine Leckage im Netz als auch durch das Eindringen von Feuchtigkeit von aussen verursacht werden kann. Bei nicht isolierten Rohren handelt es sich immer um den Verlust von Wärmeträgerflüssigkeit.
- ¹⁵⁷ Eine Tabelle mit den empfohlenen Inspektionshäufigkeiten ist in Anhang 2 aufgeführt.
- ¹⁵⁸ Ein Leck kann verschiedene Ursachen haben. Möglicherweise handelt es sich um Verschleisserscheinungen am Netz, wie z.B. Korrosion, Schäden im Rahmen von Bauarbeiten, die Qualität der Wärmeträgerflüssigkeit oder Konstruktionsfehler; letztere müssen schnellstmöglich erkannt und instandgesetzt werden.
- ¹⁵⁹ Die häufigsten Folgen eines Lecks sind:
- Verlust von Wärmeträgerflüssigkeit
 - Erhöhter Wärmeverlust und damit auch erhöhter Energieverbrauch für das Pumpen

- Auftreten von Korrosion
- Bodenverunreinigung, vor allem bei Zusätzen wie Glykol oder Ethanol
- Beschädigung der Isolierung
- Leistungseinbussen des Netzes

160 Je nach Situation können die Kosten für eine Instandsetzung erheblich sein, daher müssen Lecks in den Rohrleitungssystemen in einem frühen Stadium festgestellt und instandgesetzt werden. Ein kleineres Leck, selbst mit zu Anfang geringen Verlusten, kann zu technischen und wirtschaftlichen Schäden führen, die sich im Verlauf der Zeit potenziell erhöhen.

161 Wenn Feuchtigkeit vorhanden ist, verschlechtert sich die Qualität der Isolierung schneller. Die Verbindungen, die aus einem solchen chemischen Abbau hervorgehen, führen zu einer Beschleunigung der Oxidation der Rohrleitung.

• **Vorisolierte Rohrleitungen**

162 Es wird empfohlen, eine regelmässige Überwachung von thermischen Netzen durchzuführen, damit der Zustand des Netzes bekannt ist und eine optimale Funktion gewährleistet werden kann. Für Systeme, die keine kontinuierliche Überwachung ermöglichen, finden Sie die empfohlene Kontrollfrequenz für Widerstandsmessungen in Anhang 2.

163 Um diese Überwachung durchzuführen, werden am häufigsten folgende Systeme eingesetzt:

- Messung des Isolationswiderstandes
- Impulsreflexionsmessung
- Hierarchische Systeme

164 Diese Überwachungssysteme ermöglichen die Erkennung und Lokalisierung von Feuchtigkeit in der Isolation der Rohrleitung.

165 Messung des Isolationswiderstandes (z. B.: Brandes):

166 Dieses System besteht aus zwei in die Isolierung der Leitung integrierten Drähten: Der in regelmässigen Abständen abisolierte Vorlaufleiter mit genau definiertem Widerstandswert und der isolierte Rücklaufleiter aus Kupfer. Diese beiden Drähte sind miteinander verbunden und bilden Schleifen. Wenn die Feuchtigkeit in der Isolierung variiert, ändert sich der elektrische Widerstand zwischen dem Vorlaufleiter und dem Wärmeträgerrohr. Durch die Messung des Widerstands können Lecks festgestellt und lokalisiert werden.

167 Impulsreflexionsmessung (z. B. Nordic):

168 Das System besteht aus zwei nicht isolierten und nicht miteinander verbundenen Kupferdrähten, die in die Isolierung der Leitung integriert sind. In Abhängigkeit von der Feuchtigkeit in der Isolierung variiert der Widerstand der elektrischen Isolierung zwischen den beiden Leitern. Durch die Messung des Widerstands können Lecks festgestellt und lokalisiert werden.

169 Hierarchisches System:

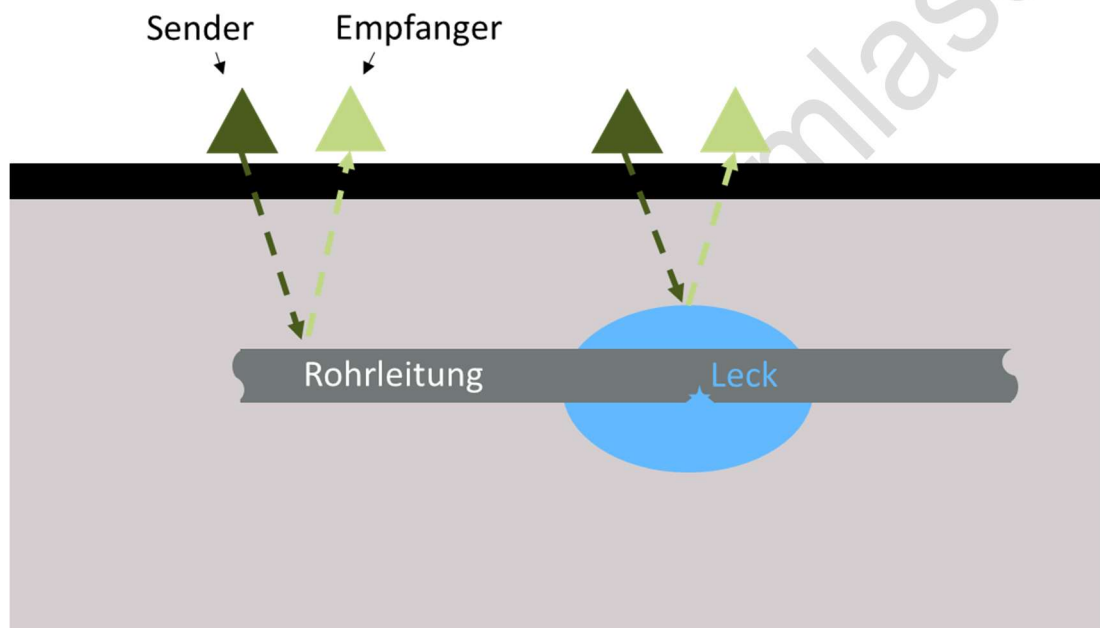
170 Das System besteht aus zwei miteinander verdrehten Kupferdrähten. An den Muffenverbindungen sind Feuchtigkeitssensoren angebracht. Diese Feuchtigkeitssensoren (Indikatoren) bestehen aus zwei Kupferblechstreifen, die elektrisch voneinander getrennt sind. Hierarchien werden mithilfe von T-Abtrennungen aufgebaut. Es können maximal vier Hierarchien gebildet werden. Mithilfe der Messtechnik kann die von der Feuchtigkeit betroffene Hierarchie identifiziert werden.

- **Nicht isolierte Leitungen**

171 Die gängigsten Methoden zur Lecksuche bei nicht isolierten Leitungen sind:

172 Georadar (Bodenradar)

173 Ein Bodenradar, Georadar oder auch GPR (engl. für Ground Penetrating Radar) ist ein Gerät zur zerstörungsfreien Charakterisierung des Untergrundes. Es arbeitet mit elektromagnetischen Wellen, die an Schichtgrenzen oder Objekten im Boden reflektiert und von Empfangsantennen aufgezeichnet werden. Durch die Aufzeichnung der aufeinanderfolgenden Echos lässt sich die Lage der verschiedenen Materialien bestimmen. Die Eindringtiefe variiert je nach Frequenz der Antenne: bis zu 3 m bei 400 MHz und etwa 30 cm bei 2 000 MHz. Dieses Verfahren bietet die Möglichkeit, die Trasse einer Rohrleitung zu verfolgen und mögliche Hohlräume zu erkennen, die durch ein Leck in einer unter Druck stehenden Leitung verursacht wurden. Die Ergebnisse können in Echtzeit angezeigt werden, sodass eine erste Auswertung vor Ort möglich ist.



174 Satellit

175 Diese Leckageerkennung basiert auf dem Einsatz von satellitengestützten Radargeräten mit synthetischer Apertur (SAR), die Mikrowellen im L-Band (1,3 GHz) aussenden. Diese Signale reagieren auf die dielektrischen Eigenschaften von mit Erde vermishtem aufbereitetem Wasser und ermöglichen so die Erkennung von Leckagen in bis zu drei Metern Tiefe, unabhängig von Wetterbedingungen oder Lichtverhältnissen. Die gesammelten Daten werden durch spezielle Algorithmen analysiert und in ein Geographisches Informationssystem (GIS) integriert, auf das dann über ein Dashboard aus der Ferne zugegriffen werden kann. Obwohl diese Technologie teurer ist als herkömmliche Methoden und den Einsatz spezialisierter Unternehmen erfordert, bietet sie mehrere Vorteile: keine Ausrüstung vor Ort erforderlich, regelmäßige Überwachung (alle zwei Wochen möglich), frühzeitige Erkennung von Lecks, Reduzierung von Wasserverlusten und hohe Effizienz in großen Netzwerken. So können die Untersuchungen auf Gebiete mit hohem Risiko konzentriert und Schäden verhindert werden, bevor sie sichtbar werden.

176 Hydraulische Bilanzen

- 177 Hydraulische Bilanzen lassen nur teilweise Rückschlüsse auf die Lage der Lecks zu. Sie führen lediglich allgemeinen Erkenntnissen über die Wasserverluste in thermischen Netzen. Hydraulische Bilanzen sind allerdings hilfreich, wenn ein Netz in Abschnitte aufgeteilt ist. Die Lecks können so bestimmten Sektoren zugeordnet werden.
- 178 Es ist möglich, die Ortung nach einer Abgrenzung in kleinere Netzabschnitte zu verfeinern. Wenn ein Leck auf einem bestimmten Abschnitt festgestellt wird, kann im Anschluss durch die Inspektion der in diesem Abschnitt gelegenen Kammern eine neue Lokalisierung des Lecks vorgenommen werden.
- 179 Diese Methode erlaubt es jedoch nicht, die Lage eines Lecks präzise zu bestimmen. Es besteht das Risiko, dass die Rohre an mehreren Stellen freigelegt werden müssen, bevor das Leck mit Sicherheit lokalisiert werden kann.
- 180 Analyse per Korrelation
- 181 Die Analyse per Korrelation wird nur dann angewandt, wenn die Lage des Lecks ungefähr bekannt ist. Zur Ortung wird die elektro-akustische Erkennungsmethode eingesetzt.
- 182 Dabei werden elektro-akustische Messinstrumente an zwei zugänglichen Stellen (Zimmer, Hausanschluss) platziert und eine Schallwelle emittiert. Durch die Messung der Laufzeit der Schallwellen kann das Leck geortet werden. Kleinere Lecks geben Geräusche in einem hohen Frequenzbereich ab, während grosse Lecks Geräusche in einem niedrigen Frequenzbereich verursachen.
- 183 Wanddickenmessung mit Schaber
- 184 Ultraschallmessungen mit Schabern sind nur dann möglich, wenn der Durchmesser des zu untersuchenden Rohrs ausreichend gross ist. Mithilfe dieser Methode kann die Wanddicke bestimmt werden. Die Ergebnisse werden in Echtzeit bewertet. Vor der Messung muss der entsprechende Abschnitt ausser Betrieb genommen und gereinigt werden. Aus den Messergebnissen können Schlussfolgerungen gezogen werden, um die Instandhaltungsarbeiten zu planen.
- 185 Spürgase
- 186 Eine weitere Möglichkeit, Lecks in erdverlegten Rohrleitungen zu orten, ist das Beimischen von Stoffen zur Markierung (Markern). Dazu wird in der Regel Helium verwendet, das dem Wärmeträgermedium beigemischt wird. Liegt ein Leck vor, so verteilt sich das Helium an der Erdoberfläche. Durch Messung der Heliumkonzentration in der bodennahen Luft lassen sich aussagekräftige Hinweise auf die Leckstelle gewinnen. Durch Niederschläge und nasse Oberflächen wird die Messung der Heliumkonzentration gestört (die natürliche Heliumkonzentration in der Luft liegt bei 5 ppm [vol]). Im Falle von undurchlässigen Oberflächen werden Löcher gebohrt, damit das Gas austreten kann; diese Löcher müssen am Ende der Arbeiten wieder geschlossen werden. Es ist auch zu beachten, dass zum Erreichen aussagekräftiger Ergebnisse alle Entlüftungsvorrichtungen des Fernwärmenetzes ausgeschaltet sein müssen.
- 187 Die Systeme und Methoden zur Lecksuche und -ortung werden in den Richtlinien des SVGW F1 (Teil 2, Kapitel 9) erläutert.

- **Rohrleitungen in Kanälen**

- 188 Visuelle und mechanisch-technologische Vorgehensweise

189 Abhängig von den Platzverhältnissen in Kanalkonstruktionen, können diese mit einem Roboter auf Raupenfahrwerk oder einer Endoskopkamera inspiziert werden. Der Zustand des Systems kann so anhand einer frei steuerbaren und orientierbaren Kamera beurteilt werden. Auf diese Art und Weise ist die Lage eines Lecks präzise mithilfe eines Entfernungsmessers lokalisierbar.

190 Die Dicke eines Rohrs kann per Ultraschall gemessen werden, was Rückschlüsse auf den Zustand und den Instandhaltungsbedarf zulässt.

191 Beschränkt sich das Leck auf einen kleinen Teil, so kann der Feuchtigkeitsverlauf in der thermischen Isolierung durch einen Feuchtigkeitsmesser bestimmt werden.

192 Überwachung von Schächten

193 Bei dieser Überwachung werden Temperatur- und Feuchtigkeitssensoren in den Schächten angebracht. Bei einem Leck in einer Rohrleitung steigen die Werte dieser beiden Messgrößen an. Die Messwerte der Sensoren werden in der Regel über ein LoRaWAN-Kommunikationssystem (Low Range Wide Area Network) übertragen, das für geringe Datenmengen mit reduzierter Datenrate ausgelegt ist, wodurch der Energieverbrauch der verbundenen Objekte begrenzt und eine Batterielebensdauer von mehreren Jahren erreicht werden kann.

194 Ein Anstieg der Temperatur allein kann durch eine erhöhte Außentemperatur verursacht werden, während die Feuchtigkeit im Inneren des Schachts durch Regenfälle verursacht werden kann. Ein gleichzeitiger Anstieg beider Parameter kann auf ein Leck hinweisen.

• **Wärmebildkamera**

195 Bei Heisswassernetzen bietet eine Wärmebildkamera vorzugsweise im Winter eine zusätzliche Untersuchungsmöglichkeit durch Inspektion an der Erdoberfläche.

196 Eine auf einem Fahrzeug oder einer Drohne montierte Wärmebildkamera ermöglicht die Erstellung von Thermogrammen (Bilder mit Farbkontrasten) des von der Analyse abgedeckten Bereichs. Der Kontrast entspricht der Temperaturverteilung in diesem Bereich. Eine Analyse der Thermogramme in Verbindung mit der Trasse und den Besonderheiten des Netzes ermöglicht es, beschädigte Netzabschnitte zu erkennen. Diese Technik erfordert eine gute Zusammenarbeit zwischen Thermografie-Spezialisten und dem Netzbetreiber bei der Analyse der Thermogramme.

197 Diese Methode ist nur anwendbar, wenn der Temperaturunterschied zwischen dem aus der Rohrleitung austretenden Wasser und dem Boden groß genug ist.

198 Es ist sinnvoll, alte und aktuelle Aufnahmen derselben Orte zu vergleichen, um Fehlinterpretationen der Wärmebilder zu vermeiden.

• **Verfahren für die Beseitigung von Leckagen**

199 Unabhängig vom eingesetzten Überwachungssystem ist es unerlässlich, das thermische Netz genau zu kennen, sowohl den Verlauf, die Länge als auch die verschiedenen Abschnitte, aus denen es sich zusammensetzt.

200 Um eine wirksame Erkennung und Ortung von Lecks zu ermöglichen, müssen die nominalen Referenzwerte der elektrischen Widerstände jedes Abschnittes für alle Zeiträume und Verbindungen bekannt und in der Dokumentation der isolierten Rohrleitungen vermerkt sein.

Diese Werte müssen vom Leitungsmonteur bzw. der Leitungsmonteurin zur Verfügung gestellt werden und (durch ein drittes Unternehmen oder intern) vor der Schliessung der Baugrube überprüft werden. Ein Messprotokoll für den Installateur oder die Installateurin kann bereitgestellt werden, um sicherzustellen, dass diese Werte bei der Verlegung korrekt erfasst und aufgezeichnet werden.

- 201 Jegliche Veränderung des Netzes (Verlängerung, Reparaturen usw.) muss zeitnah zu einer Aktualisierung der Dokumentation des Rohrleitungsnetzes führen.
- 202 Der Betreiber bestimmt in Abhängigkeit der Besonderheiten seines Netzes und der Grösse des Lecks, ob ein Eingriff erforderlich ist.
- 203 Bei Erkennung eines Lecks sind die Unternehmen zu informieren, die an der Umsetzung des Bauabschnitts mitgewirkt haben, falls noch eine Garantie besteht.
- 204 Ein Schadensprotokoll muss erstellt werden, in dem die Verantwortlichkeiten und das Verfahren zur Geltendmachung der Garantie für die Abschnitte mit Garantieanspruch festgehalten werden.
- 205 In diesem Protokoll müssen auch die für die Behebung der Schäden zuständigen Parteien und das genaue Vorgehen bei der Reparatur festgehalten werden.

5.2.3 Wasseranalysen

- 206 Um Schäden aufgrund von Korrosion, Erosion oder übermässige Materialbeanspruchung in den Anlagen zu vermeiden, muss das im Netz verwendete Wasser bestimmten Anforderungen entsprechen, die unter anderem von der Erzeugung von Wärme oder Kälte abhängen.
- 207 Die allgemeinen Parameter, die in Abhängigkeit von der Temperatur des Netzes festgelegt werden, sind in der Richtlinie des Schweizerischen Vereins von Gebäudetechnik-Ingenieuren SWKI BT102-01 «Wasserbeschaffenheit für Gebäudetechnik-Anlagen» aufgeführt. Wenn der Lieferant bestimmter Komponenten strengere Grenzwerte vorgibt, so müssen diese unbedingt eingehalten werden.
- 208 Es ist möglich, dass bei Anergienetzen die Wasseraufbereitung aufgrund von niedrigen Betriebstemperaturen nicht notwendig ist. Bei Frostgefahr muss ein Zusatzstoff zugesetzt werden.
- 209 Allerdings muss die Wasserqualität an die verwendeten Materialien gemäss den Vorgaben der Hersteller angepasst werden (bei geschlossenen Systemen). Es ist ebenfalls möglich, die verwendeten Materialien an die Zusammensetzung des Wassers anzupassen.
- 210 Die empfohlene Frequenz für die Wasseranalyse ist in Anhang 2 aufgeführt. Ziel ist es, eine stabile Wasserqualität zu erhalten, die den vorab festgelegten Werten entspricht. Solange das Netz erweitert und geändert wird oder erhebliche Lecks aufweist, wird empfohlen, häufigere Analysen durchzuführen, je nachdem, wie schnell sich die Wasserqualität verschlechtert.

5.3 Wartung

5.3.1 Allgemeines

- 211 Die Wartung muss gemäss den Empfehlungen der Hersteller erfolgen.

- ²¹² Die Wartung umfasst einfache Tätigkeiten der präventiven Instandhaltung, die regelmässig oder wiederholt durchgeführt werden, und ist von grosser Bedeutung, um die Sicherheit und ordnungsgemässe Leistungsfähigkeit des Systems aufrechtzuerhalten.
- ²¹³ Sie erfolgt in Abhängigkeit von der vom Unternehmen gewählten Instandhaltungsstrategie, wie in Kapitel 5.1 Instandhaltungsstrategie ausgeführt.
- ²¹⁴ Diese Strategie führt zu einem jährlichen Wartungsplan, in dem die Wartungsvorgänge, die Frequenzen, die Verantwortlichen und die erforderlichen Ressourcen aufgeführt sind.
- ²¹⁵ Der Wartungsplan kann anhand der Erfahrungen der Vorjahre optimiert werden.
- ²¹⁶ Jegliche Wartungsaktivität umfasst aus pragmatischen Gründen ebenfalls ein gewisses Mass an Inspektionstätigkeiten. Die folgenden Wartungsbeschreibungen können daher manchmal inspektionsähnliche Tätigkeiten enthalten.
- ²¹⁷ Jegliche Wartungstätigkeit wird dokumentiert.
- ²¹⁸ Eine Tabelle mit den empfohlenen Frequenzen für die Wartung ist in Anhang 2 aufgeführt.

5.3.2 Allgemeines Verfahren für jegliche Wartung

- ²¹⁹ Die Wartung aller Komponenten Elemente umfasst eine Reihe gemeinsamer Massnahmen, die im Folgenden dargestellt werden. Die Besonderheiten der einzelnen Elemente werden in den folgenden Kapiteln aufgeführt.
- Die Absicherung und Kennzeichnung des Arbeitsbereichs (siehe SVGW GW2)
 - Der Schutz der Mitarbeitenden gemäss den geltenden SUVA-Normen und mit angepasster persönlicher Schutzausrüstung (PSA).
 - Eine Sichtkontrolle (Isoliergehäuse öffnen, falls erforderlich):
 - Den allgemeinen Zustand der Anlage überprüfen
 - Nach Anzeichen für Korrosion, Lecks und mechanische Schäden an sämtlichen Anlagen suchen
 - Sicherstellen, dass alle Verbindungen fest angezogen sind und keine Lecks vorhanden sind
 - Schweissnähte kontrollieren
 - Den Zustand der Isolierung kontrollieren
 - Die äusseren Oberflächen reinigen, um Ansammlungen von Staub und Dreck zu vermeiden.

5.3.3 Kammern und Schächte

- ²²⁰ Die Wartung der Kammern und Schächte ist erforderlich, um die ordnungsgemässe Funktion, die Zugänglichkeit und Sichtbarkeit zu gewährleisten. Zusätzlich zum allgemeinen Verfahren sämtlicher Wartungsarbeiten werden die folgenden spezifischen Schritte empfohlen:
- Die Zugänglichkeit überprüfen (Parkplatz, private Parzelle usw.)
 - Die Verschlussdeckel auf Dichtheit überprüfen
 - Zustand des Zugangs (Leiter / Einstieg) überprüfen

- Die Kammer oder den Schacht vor dem Zugang öffnen und lüften und sich mithilfe eines Vierstoffmessgeräts auf mehreren Höhen vergewissern, dass kein Gas vorhanden ist
- Den Boden der Kammer oder des Schachts reinigen (falls sie bzw. er begehbar ist)
- Den Rand des Verschlussdeckels reinigen und frisch einfetten

5.3.4 Armaturen

221 Der Zweck von regelmässigen Armaturbetätigungen ist es, mögliche Probleme mit dem Schliessen/Öffnen der Anlage auszuschliessen und Lecks zu identifizieren.

222 Zusätzlich zum allgemeinen Verfahren sämtlicher Wartungsarbeiten werden die folgenden spezifischen Schritte empfohlen:

- In begehbaren Kammern und Schächten:
 - Die Isolationskissen entfernen
 - Armaturen betätigen
 - Einfetten der Armaturen, insb. der Ventilspindeln
 - Die Isolationskissen wieder schliessen
- Bei unterirdischen Kammern und Schächten:
 - Die Armaturen betätigen

5.3.5 Entlüftungen und Entleerungen

223 Ziel von Entlüftungs- und Entleerungsvorgängen ist es, Luft bzw. Ablagerungen aus dem System zu entfernen und eventuelle Lecks zu beseitigen. Idealerweise sollten diese Tätigkeiten an einem stillstehenden Netz nach einer gewissen Ruhezeit durchgeführt werden.

224 Zusätzlich zum allgemeinen Verfahren sämtlicher Wartungsarbeiten werden die folgenden spezifischen Schritte empfohlen:

- Die Verschlussstopfen öffnen
- Die Entlüftungs- und Entleerungsarmaturen leicht öffnen, bis eine geringe Menge des Mediums austritt, um eventuelle Ablagerungen zu entfernen.
- Die Verschlussstopfen wieder anbringen

225 Bei Hochdruck- und Hochtemperaturnetzen (ab 110 °C) ist es ratsam, zuvor den Druck und die Temperatur zu senken oder keine Entlüftungen und Entleerungen vorzunehmen.

5.3.6 Pumpen

226 Zusätzlich zum allgemeinen Verfahren für jegliche Wartungsarbeiten wird empfohlen, auf ungewöhnliche Geräusche, Schwingungen und Undichtigkeiten zu achten und dafür zu sorgen, dass die Pumpen reibungslos funktionieren.

227 Spezifische Empfehlungen des Herstellers müssen ebenfalls eingehalten werden.

5.3.7 Dezentrale Druckhaltesysteme

- 228 Für die Wartung von dezentralen Druckhaltesystemen sind besondere Kenntnisse erforderlich. Es wird empfohlen, diese Arbeiten an spezialisierte Unternehmen zu vergeben.

5.3.8 Hausübergabestation

- 229 Die Wartung und Funktionsprüfung der Hausübergabestationen sind von wesentlicher Bedeutung, um die ordnungsgemässe Funktion und die Verteilung beim Endkunden oder bei der Endkundin zu gewährleisten.

- 230 Die einzelnen Schritte können je nach der zwischen Versorger und Eigentümer/in festgelegten Grenzen variieren. Wenn die Hausübergabestation Eigentum des Endkunden oder Endkundin ist, so müssen die Wartungskriterien im Vertrag über den Anschluss festgelegt werden.

- 231 Zusätzlich zum allgemeinen Verfahren werden die folgenden spezifischen Schritte empfohlen:

- Überprüfen, dass der Zugang gemäss den vertraglichen Vereinbarungen gewährleistet ist
- Den Volumenstrom, die Temperaturen und die Drücke am Wärme-/Kältetauscher überprüfen
- Nach dieser Kontrolle sind die erforderlichen Massnahmen durchzuführen. Dies können beispielsweise die folgenden sein:
 - Die Filter und die Schlammabscheider reinigen
 - Die Übertrager entkalken oder eine chemische Reinigung durchführen, insbesondere wenn hartes Wasser verwendet wird, um die Ablagerung von Mineralien zu vermeiden, die die Platten und Rohre verstopfen oder die Leistung des Wärmetransfers reduzieren können.¹
- Das 2-Wege-Ventil kontrollieren, um die Dichtigkeit sowie das Erreichen des vertraglich festgelegten Durchflusses zu überprüfen
- Die Schliessung des 2-Wege-Ventils in folgenden Fällen überprüfen:
 - Überhitzung des Sekundärkreislaufs
 - Stromausfall der Hausübergabestation
 - Ausserbetriebnahme des Wärmezählers
- Es wird ebenfalls empfohlen, die folgenden Elemente zu prüfen:
 - Absperrarmaturen
 - Halterungen für die Rohrleitungen
 - Isolierung der Rohrleitungen und des Wärmeübertragers
 - Abdichtung des Wärmetauschers
 - Intakte Plombierungen
 - Energieübertragung des Wärmetauschers
 - Anlagendruck stromab des Wärmetauschers

¹ Nur wenn dies wirtschaftlicher als ein Ersatz des Wärmetauschers ist.

5.3.9 Messwesen

- 232 Ein Wärmezähler für thermische Energie setzt sich aus folgenden einzeln zertifizierten Teilen zusammen:
- **Energierechner:** übernimmt die übermittelten Angaben und zeigt die verbrauchte Energie an ($\Delta \text{Temperatur} \times \text{Durchfluss} \times \text{Zeit}$)
 - **Gepaarte Temperaturfühler (Vor- und Rücklauf):** Jeder Fühler misst die Temperatur des Durchflusses.
 - **Durchflussmesser:** sendet einen Impuls bei einem bestimmten Volumen.
- 233 Die Elemente müssen untereinander kompatibel sein.
- 234 Das Eidgenössische Institut für Metrologie METAS ist das Kompetenzzentrum der Schweiz für sämtliche Fragen zur Metrologie, zu Messinstrumenten und -methoden.
- 235 Es wendet die Verordnung des Eidgenössischen Justiz- und Polizeidepartement (EJPD) über Messmittel für thermische Energie (TMmV SR 941.231) an und überwacht den Ersatz von Wärmezählern.
- 236 Das Inverkehrbringen, die Verfahren zur Erhaltung der Messbeständigkeit und die Pflichten der Verwenderin sind im Messgesetz (MessG; SR 941.20), der Messmittelverordnung (MessMV, SR 941.210) und den entsprechenden Ausführungsvorschriften des Eidgenössischen Justiz- und Polizeidepartements (EJPD) geregelt.
- 237 Kommerzielle Zähler für thermische Energie müssen den wesentlichen Anforderungen in den Verordnungen über Messmittel entsprechen. Sie unterliegen einem Instandhaltungsverfahren für die Messstabilität in den in Anhang 2 vorgegebenen Intervallen.
- 238 Das Eidgenössische Institut für Meteorologie akkreditiert mehrere Labore für die Überprüfung von Energiezählern.
- 239 In Abhängigkeit vom Preis des Zählers (und insbesondere bei geringen Durchmessern) kann es vorteilhafter sein, ihn durch einen fabrikneuen Zähler zu ersetzen als ihn zu kalibrieren. Ein Zähler, dessen Kalibrierung nicht mehr aktuell ist, kann für nichtkommerzielle Messungen eingesetzt werden.
- 240 Im Streitfall kann zunächst eine Schätzung und Plausibilitätsprüfung des Verbrauchs vorgenommen werden. Besteht weiterhin Uneinigkeit, können die Zähler auf Antrag gegen eine Entschädigung gemäss den vertraglichen Bestimmungen überprüft werden.
- 241 Bei Wärmezählern mit Fernauslesung ist zu überprüfen, ob die BUS-Verbindung (oder eine andere Verbindung) wieder funktioniert.
- 242 Ein Beispiel für das bei einem Austausch des Zählers zu verwendende Formular ist in Anhang 1 aufgeführt.

5.3.10 Kontroll- und Sicherheitssysteme

- 243 Zusätzlich zum allgemeinen Verfahren werden die folgenden spezifischen Schritte empfohlen:

- Die Temperatur- und Drucksensoren testen, um sicherzustellen, dass sie vorschriftsmässige Messwerte liefern.
- Die Kohärenz der Regelvorrichtungen überprüfen, um zu gewährleisten, dass sie ordnungsgemäss funktionieren.

5.3.11 Umformerstation

²⁴⁴ Zusätzlich zum allgemeinen Verfahren werden die folgenden spezifischen Schritte empfohlen:

²⁴⁵ Punkte 5.3.4 bis 5.3.8 durchführen, soweit sie in der Umformerstation vorhanden sind.

5.3.12 Thermische Speicher

²⁴⁶ Zusätzlich zum allgemeinen Verfahren werden die folgenden spezifischen Schritte empfohlen:

²⁴⁷ Druckbehälter, die Flüssigkeiten enthalten und bei denen keine Gefahr der Überhitzung besteht, mit folgenden Eigenschaften:

- der Konzessionsdruck beträgt mehr als 50 bar
- das Produkt aus Druck und Volumen (bar × Liter) beträgt mehr als 10'000

²⁴⁸ unterliegen der Verordnung über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer und Arbeitnehmerinnen bei der Verwendung von Druckgeräten (DGV) und unterliegen daher den Kontrollen des SVTI.

²⁴⁹ Neben den gesetzlichen Anforderungen und den Herstellerempfehlungen sollten die folgenden Sichtkontrollen durchgeführt werden:

²⁵⁰ Kältespeicher

- Sichtkontrollen aussen:
 - Kondenswasser (Energieverlust, Korrosionsrisiko, Ablauf usw.)
- Sichtkontrollen innen (wenn möglich, Bullauge):
 - Wasserqualität
 - Biofilm im Inneren des Behälters

¹ Wärmespeicher

- Bei Bedarf entkalken, insbesondere wenn hartes Wasser verwendet wird, um die Ablagerung von Mineralien zu vermeiden, welche die Rohre verstopfen oder ihre Wirksamkeit reduzieren können.
- Den Druck im System kontrollieren, um Überdrücke zu vermeiden, die den Speicher oder andere Bestandteile des Systems beschädigen können.
- Das Fluid regelmässig analysieren, um zu gewährleisten, dass es effizient und nicht kontaminiert ist.
- Sicherheitsvorrichtungen wie Sicherheitsarmaturen und Temperatursensoren kontrollieren, um sicherzustellen, dass sie ordnungsgemäss funktionieren.

5.4 Instandsetzung

- ²⁵² Die Instandsetzung ist eine Massnahme, die durchgeführt wird, um die erforderliche Funktionsfähigkeit eines beschädigten Systems wiederherzustellen.
- ²⁵³ Geplante Instandsetzungsarbeiten ermöglichen eine bessere Vorbereitung und sind im Allgemeinen kostengünstiger.
- ²⁵⁴ Nicht geplante Instandsetzungsarbeiten erfolgen aufgrund von grösseren Ausfällen, Schäden oder Notfällen. Sie erfordern eine schnelle Reaktion, um die fortgesetzte Funktionsfähigkeit des Netzes zu gewährleisten.
- ²⁵⁵ Je nach Umfang der Arbeiten am Netz müssen Dritte informiert werden. Dies betrifft insbesondere Kunden und Kundinnen, die von Netzabschaltungen und somit von Versorgungsunterbrechungen betroffen sind. Zusätzlich müssen die Polizei und die Sicherheitsinstitutionen über Baustellen und Störungen informiert werden.
- ²⁵⁶ Die Instandsetzungsarbeiten werden in einem Bericht festgehalten.

5.4.1 Fehlfunktionen beheben

- ²⁵⁷ Die Behebung von Fehlfunktionen eines thermischen Netzes kann komplex sein. Nachfolgend sind einige allgemeine Schritte aufgeführt, um Störungen effizient zu beheben:
- **Identifikation des Problems.** Zunächst einmal ist es wichtig, die Art der Fehlfunktion festzustellen. Dazu können Probleme wie nicht ausreichende Temperatur oder Durchflussrate, Lecks, zu geringer Druck usw. gehören.
 - **Absicherung.** Die Sicherheit von Personen und Anlagen gewährleisten, gegebenenfalls die zuständigen Behörden informieren. So weit wie möglich die Ausbreitung der Fehlfunktion begrenzen, beispielsweise durch die Abtrennung des betroffenen Sektors.
 - **Erhebung von Informationen.** So viele Informationen wie möglich über die Fehlfunktion sammeln. Dazu können Daten zu Temperatur, Druck, Durchfluss usw. gehören. Überwachungs- und Kontrollsysteme nutzen, um diese Informationen zu erhalten.
 - **Ursachenanalyse.** Die möglichen Ursachen der Fehlfunktion feststellen. Es kann sich um eine Störung des Regelsystems, Verteilungsprobleme, mechanische Ausfälle usw. handeln.
 - **Kommunikation.** Die Nutzer und Nutzerinnen des Netzes über aktuelle Probleme, die Massnahmen zu Behebung und die geschätzte Dauer informieren. Eine transparente Kommunikation kann Bedenken und Frustrationen der Nutzer und Nutzerinnen reduzieren.
 - **Technischer Eingriff.** Bei Bedarf qualifizierte Techniker/innen hinzuziehen, um die fehlerhaften Anlagen zu inspizieren, eine Diagnose zu erstellen und sie instand zu setzen.
 - **Dichtheits- und Festigkeitsprüfungen.** Schweissnähte oder neu eingebaute Rohrleitungsstücke sind gemäss SVGW Richtlinie F5 zu prüfen.

- **Inbetriebnahme des Systems.** Sobald das Problem behoben ist, muss das System eine gewisse Zeit aufmerksam beobachtet werden, um sicherzustellen, dass die Fehlfunktion nicht wieder auftritt.
 - **Dokumentation.** Fehlfunktionen müssen dokumentiert werden (Art der Mängel, Uhrzeit, Ort usw.). Es wird empfohlen, Verfahren für Eingriffe im Falle von Mängeln festzulegen.
 - **Analyse nach der Fehlfunktion.** Nach der Behebung des Problems sollte genügend Zeit aufgewendet werden, um festzustellen, was passiert ist. Dies kann dazu beitragen, die zugrunde liegenden Ursachen festzustellen und Massnahmen zu ergreifen, um ähnliche Probleme in der Zukunft zu vermeiden.
 - **Präventive Instandhaltung** Das thermische Netz ist regelmässig instand zu halten. Dies kann dazu beitragen, Fehlfunktionen zu verhindern, indem mögliche Probleme festgestellt und gelöst werden, bevor sie kritisch werden.
 - **Ausfallstatistik.** Die Erfassung und Bewertung von Ausfällen und Schwachstellen sind für eine wirksame Instandhaltungsstrategie unerlässlich. Es wird empfohlen, eine Datenbank mit den Datenblättern zu Lecks zu erstellen. Die Störungen und die entsprechenden Informationen können an ein territoriales Informationssystem (SIT) übermittelt werden. Es wird empfohlen, die folgenden Daten in das Datenblatt über Lecks aufzunehmen:
 - Lage (Vor- und Rücklaufleitungen), Datum des Schadens
 - Komponenten des Netzes (Rohrleitung, Formstück, Armaturen), Art der Rohrleitung (Haupt-, Verteilungs- oder Anschlussleitung)
 - Spezifische Daten des Netzes (beispielsweise Betriebsdruck und Betriebstemperatur, Art der Verlegung, Art der Kanäle)
 - Baujahr
 - Nenndurchmesser
 - Material
 - Anschluss der Rohrleitungen
 - Art und Ursprung des Lecks (Korrosion, defektes Material usw.)
 - Zustand und Art der Isolierung
 - Lage anhand einer Massskizze, Fotodokumentation
 - Art und Datum der Instandsetzung
- Der Ablauf der Instandsetzung des Lecks, die Gesamtkosten und eventuelle Schäden bei Dritten können ebenfalls dokumentiert werden.
- Eine fundierte Statistik der Lecks ermöglicht eine Bewertung des Zustands der Netze in ihrer gesamten Ausdehnung. Sie kann ebenfalls der Vorhersage von Lecks zur Antizipation von Instandhaltungskosten dienen.
- **Kontinuierliche Verbesserung.** Die erfassten Informationen nutzen, um die Konzeption und die Funktionsweise des Netzes zu verbessern. Dies könnte ebenfalls die Anpassung von Verfahren zur Instandhaltung, die Einführung von fortschrittlicheren Überwachungssystemen oder zur Aktualisierung von Anlagen umfassen.

258 Bei der Erkennung eines Lecks sind die folgenden Massnahmen im Rahmen der Behebung der Anomalie durchzuführen:

- Die Unternehmen informieren, die an der Umsetzung des Bauabschnitts mitgewirkt haben, sofern der Garantiezeitraum noch läuft.
- Ein Unternehmen mit der Instandsetzung beauftragen.
- Beauftragung einer Tiefbaufirma
- Gegebenenfalls die Behörden informieren

- ²⁵⁹ Der Mangel ist so schnell wie möglich zu beheben. Wenn längere Unterbrechungen aufgrund der Instandsetzung von Schäden oder Störungen unvermeidlich sind, wird empfohlen, je nach Vertragsbedingungen ein Ersatzgerät (z. B. mobile Heizungsanlage) zur Verfügung zu stellen.
- ²⁶⁰ Jeder Netzbetreibende muss einen Aktionsplan mit der erforderlichen Ausrüstung und eine adäquaten Ablaufbeschreibung oder eine Checkliste bereit halten, der die spezifischen Gegebenheiten seines thermischen Netzes berücksichtigt.

5.4.2 Rohrleitungsabschnitte ausser Betrieb nehmen und wieder in Betrieb nehmen

- ²⁶¹ Die Vorbereitung der Netzabschaltung ist eine wesentliche Etappe, um einen effizienten Einsatz zu gewährleisten und die Auswirkungen auf die Kundschaft zu minimieren. Dafür wird empfohlen, eine schriftliche Arbeitsanweisung mit den technischen Details, Zuständigkeiten und Schnittstellen zu erstellen, insbesondere wenn mehrere Abteilungen involviert sind (Kundendienst, Produktion, Hausinstallationen, Netzbetrieb etc.).
- ²⁶² Im Folgenden sind die wesentlichen Schritte im Hinblick auf administrative und technische Aspekte aufgeführt:

Vorbereitung der Netzabschaltung (Dokumentation)	
1. Im Prozess zur Netzabschaltung müssen die folgenden Punkte aufgeführt sein	– Daten der Netzabschaltung: Die Daten und die Dauer des Eingriffs klar definieren – Kubatur: Schätzen des Wasservolumens, das abgelassen werden soll – Betroffene Kundschaft: Die von der Abschaltung betroffene Kundschaft sowie die allfälligen vertragliche Vorgaben identifizieren und auflisten – Betroffenes Netz: Den von der Abschaltung betroffenen Teil des Netzes bestimmen – Grund: Den Grund für die Abschaltung (Instandhaltung, Instandsetzung, Verbesserung usw.) angeben – Pläne zur Verfügung stellen: Detaillierte und aktuelle Pläne des Einsatzbereiches vorbereiten
2. Den Zeitraum des Einsatzes in Abstimmung mit folgenden Teams und Personen planen	Je nach Größe und Auswirkungen der Baustelle muss die Koordination mit den folgenden Organisationen im Voraus geplant werden: – Technische und administrative Teams, um den optimalen Zeitpunkt des Einsatzes festzulegen und Zeiträume mit hohem Verbrauch möglichst zu meiden – Mobilitätsdienste (des Kantons, der Gemeinde, des Bundes oder der Bahn), um die Auswirkungen auf den Verkehr zu minimieren – Der öffentliche Verkehr, um Beeinträchtigungen der Nutzung zu minimieren – Notfalldienste (Polizei, Feuerwehr und Ambulanz) und die Werkhöfe, um den Zugang zu gewährleisten
3. Die Kunden und Kundinnen informieren	Vertragliche Vereinbarungen haben Vorrang vor den unten stehenden Vorgaben – Sensible Kunden mindestens eine Woche im Voraus informieren – Allen anderen Kunden sind mindestens 48 Stunden im Voraus über den Unterbruch zu informieren.

Vorbereitung der Netzabschaltung (Dokumentation)	
4. Die Verantwortlichen für die Wärmeproduktion und den Kontrollraum informieren	– Wenn sich die Arbeiten auf die Produktion auswirken, die Verantwortlichen für die Wärme oder Kälteproduktion und den Kontrollraum über die bevorstehenden Arbeitsschritte und den Terminplan informieren
5. Wasservorräte für die Wiederinbetriebnahme bereitstellen	– Wassertanks und -behälter befüllen, um für die bevorstehende Wiederinbetriebnahme des Netzes genügend Wasserreserven zur Verfügung zu haben.
6. Die Anrufzentrale benachrichtigen	– Damit diese darauf vorbereitet ist, Anrufe und Beschwerden der betroffenen Kundschaft entgegenzunehmen

Vorbereitung der Netzabschaltung (technisch)	
1. Bei Bedarf die Arbeitsbereiche im Voraus absichern	– Sicherheitsbarrieren und Beschilderungen aufstellen, um Teams sowie Passanten und Passantinnen zu schützen
2. Ankündigung des Versorgungsunterbruchs bei den Kunden	– Die betroffenen Kunden werden mindestens 48 Stunden im Voraus durch das Anbringen von entsprechenden Hinweisen über den Versorgungsunterbruch informiert. – Ein Beispiel für eine Informationstafel über die Abschaltung befindet sich in Anhang 1.
3. Die technischen Vorrichtungen installieren, um die Entleerung und die spätere Befüllung der Rohrleitungen zu gewährleisten	– Die notwendigen Vorkehrungen vorbereiten, um die Rohrleitungen korrekt zu entleeren und später wieder zu befüllen.
4. Die korrekte Funktionsweise der Sektionierungsarmaturen überprüfen	– Die Sektionierungsarmaturen mindestens 48 Stunden im Voraus überprüfen und testen, um ihre korrekte Funktionsweise bei dem Einsatz zu gewährleisten
5. Die zu ersetzenden technischen Elemente auflisten	– Erforderliche Komponenten für Ersatz und Instandsetzung erfassen, um den Eingriff zielgerecht zu optimieren.
6. Die auszuführenden Arbeiten koordinieren	– Die auszuführenden Arbeiten vorgängig dahingehend optimieren, dass der Versorgungsunterbruch minimiert werden kann. Vorgängige Koordinationsbesprechung vor Ort mit Betreiber, Tiefbau und Rohrleitungsbau wird empfohlen.
7. Notheizsysteme installieren	– Falls notwendig, die Notheizsysteme zur Versorgung der Kunden während der Netzabschaltung installieren.

Version für Vernehmlassung

Durchführung der Netzabschaltung

1. Ausserbetriebnahme

- Die Arbeitsbereiche absichern
- Den zu entleerenden Abschnitt des Netzes isolieren und absichern
- Rohrleitungen entleeren und entlüften:
 - Vor der Entleerung des Netzes, ist die Temperatur so weit wie möglich abzusenken.
 - Die Entleerung der Netze ist sorgfältig auszuführen (Personensicherheit und Verhinderung von Schäden an den technischen Anlagen).
 - Die Rohrleitungen unter Beachtung der Höchsttemperaturen (30 C bei Freisetzung in die Umwelt) und der örtlichen Gesetze entleeren.
- Austausch und Instandsetzung: Die erforderlichen Austausch-, Sanierungs- und Anschlussarbeiten durchführen
- Bei Bedarf die Ringleitungen entsprechend der Topologie des Netzes öffnen

Durchführung der Inbetriebnahme	
1. Inbetriebnahme	- Die Arbeitsbereiche absichern - Im Falle neuer Rohrleitungen wird empfohlen, eine Dichtheits- und Druckfestigkeitsprüfung nach SVGW-Richtlinie F5 durchzuführen. - Im Falle von modifizierten Rohrleitungen sollten angemessene Prüfungen nach SVGW-Richtlinie F5 durchgeführt werden. - Befüllen der Rohrleitungen: Die Rohrleitungen befüllen und dabei sicherstellen, dass der Druckausgleich erhalten bleibt, Luft ablassen sowie Druck zum Ausgleich des Netzes aufbauen. Die Volumenströme müssen bei der Befüllung so gewählt werden, dass die Druckhaltung jederzeit gewährleistet ist. - Öffnung der Absperrarmaturen: Die betroffenen Abschnitte wieder in Betrieb nehmen - Gegebenenfalls die Ringleitungen schliessen Hinweis: Bei Vorlauftemperaturen über 80°C erfolgt eine materialschonende Befüllung der Vorlaufleitung idealerweise über den Rücklauf.

Erfahrungsbericht	
1. Erfahrungsbericht	- Den Ablauf des Einsatzes analysieren (was gut und was schlecht funktioniert hat und was verbessert werden könnte) - Diese Erfahrungen in einer zu diesem Zweck vorgesehenen Datenbank erfassen
2. Statistiken und Indikatoren	- Die statistischen Indikatoren im Hinblick auf die durchgeführten Arbeiten vervollständigen, um die Effektivität und die Auswirkungen des Einsatzes zu beurteilen

Diese Übersicht kann als Grundlage für die Erstellung von Formularen, Einsatzanweisungen und Bedienanweisungen für jedes Unternehmen/jede Anlage dienen.

Version für Vernehmlassung

²⁶³ Ein Beispiel für eine Checkliste mit den wichtigsten Informationen, die bei einer Ausser- und Wiederinbetriebnahme eines Rohrleitungsabschnittes festzuhalten sind, befindet sich in Anhang 5. Diese Liste ist nicht abschliessend.

²⁶⁴ Zur kontinuierlichen Verbesserung der Arbeitsabläufe, wird nach Ende der Arbeiten ein Erfahrungsbericht erstellt. Darin wird festgehalten, welche Aspekte gut bzw. schwierig waren und was bei der nächsten Ausser- resp. Wiederinbetriebnahme besser gemacht werden soll. Ein Beispiel für einen Erfahrungsbericht befindet sich in Anhang 6.

5.5 Verbesserung

²⁶⁵ Im Folgenden wird unterschieden zwischen Verbesserungen, die für die Instandhaltung spezifisch sind, und strukturellen Verbesserungen, die ein neues Projekt erfordern und auf eine oder mehrere grundlegende Änderungen des Thermischen Netzes abzielen.

5.5.1 Verbesserungen im Rahmen der Instandhaltung/kontinuierliche Verbesserung

²⁶⁶ Es folgen einige Vorschläge für Verbesserungen, die zum grossen Teil dem Betreiber obliegen:

- **Instandhaltung.** Eine optimierte Instandhaltungsstrategie je nach System einrichten (siehe Kapitel 5.1 Instandhaltungsstrategie).
- **Sensibilisierung und Schulung.** Die Endnutzer und -nutzerinnen über bewährte Praktiken informieren und sie dazu ermutigen, energieeffiziente Verhaltensweisen zu übernehmen. Sensibilisierungskampagnen zur Förderung einer verantwortungsvollen Nutzung von Energie organisieren und Energieeinsparungen fördern.
- **Personal.** Sicherstellen, dass das Instandhaltungs- und Betriebspersonal richtig ausgebildet ist, um das Netz sicher und effizient zu betreiben. Klare Notfallplanungen für Ausfälle und unvorhergesehene Situationen vorbereiten, um die Effizienz von Eingriffen zu erhöhen.
- **Technische Verbesserungen.** Ziel von technischen Verbesserungen ist eine Verringerung von Fehlerquellen und/oder die erhöhte Effizienz des Netzes. Nachfolgend sind einige Beispiele für technische Verbesserungen aufgeführt:
 - Hydraulischer Netzabgleich (Mindestdurchfluss an den ungünstigsten Stellen)
 - Ansteuerung von Regelarmaturen (Armaturstellungen/Funktionsweise)
 - Überwachung der Leckagerate (Expansion)
 - Speicherbewirtschaftung
 - Absenkung der Temperaturen
 - Begrenzung der Hausübergabestationen (die die vorgeschriebenen Rücklauftemperaturen bei der Rücklaufkontrolle nicht einhalten usw.)
 - Erkennung von unsachgemässer Verwendung durch die Nutzer und Nutzerinnen (maximaler Durchfluss usw.)

5.5.2 Strukturelle Verbesserungen

²⁶⁷ Weitere strukturelle Verbesserungen, die über den Rahmen der Norm DIN 31051 hinausgehen, können eine Projektstudie erforderlich machen:

- **Zuverlässigkeit.** Um die Zuverlässigkeit des Netzes zu erhöhen, wird empfohlen, Redundanz-Elemente in das Netz aufzunehmen, wie Notfallsysteme (Vorbereitung für mobile Heizanlagen), Absperrarmaturen oder eine vermaschte Architektur, um die Kontinuität des Betriebs im Falle eines Ausfalls aufrechtzuerhalten.

- **Regelung und Steuerung.** Ein Regel- und Steuerungssystem zur Überwachung und Anpassung der Temperatur, des Drucks und des Durchflusses im Netz einrichten. Sensoren einsetzen, um die Daten in Echtzeit zu erfassen, und Kontrollalgorithmen nutzen, um die Funktionsparameter zu optimieren. Eine Regelung nach einer Vorhersagekurve kann in Betracht gezogen werden.
- **Nachfragesteuerung.** Systeme zur Nachfragesteuerung einrichten, um die Energiebedarfe der Endnutzenden besser zu antizipieren. Dazu können meteorologische Prognosetools, Programme zur differenzierten Bepreisung und Anreize zur Nachfragereduktion in den Spitzenzeiten gehören.
- **Aufnahme von erneuerbaren Energien.** Die Möglichkeiten zur Einbindung erneuerbarer Wärmequellen in das Netz identifizieren. Das kann die Nutzung von Biomasse, thermischer Solarenergie, Geothermie usw. sein, um die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und den Ausstoß von Treibhausgasen zu verringern.
- **Optimierung der Verteilung.** Bei der Planung sicherstellen, dass das Netz effizient gestaltet wird, sodass Wärme- und Pumpverluste minimiert werden (Wahl des Durchmessers, der Rohrleitungs- und der Isolierungsart). Im Rahmen der Planung muss eine Abwägung zwischen den Kosten von thermischen Verlusten und den Kosten für das Pumpen erfolgen. Mithilfe von KPIs können die Verbesserungen bestimmt und nachverfolgt werden.
- **Absenkung der Temperaturen bei thermischen Netzen.** Die Temperaturabsenkung sowie die Erhöhung der Differenz zwischen Vorlauf- und Rücklauftemperaturen steigern die Energieeffizienz, senken die Betriebskosten und ermöglichen die Integration erneuerbarer Energiequellen. Sie tragen ausserdem zu einer Verlängerung der Lebensdauer von Infrastrukturen und einer besseren Nutzung der Abwärme bei. Die Leistungsfähigkeit und Nachhaltigkeit von thermischen Netzen werden dadurch erheblich verbessert.

1. Absenkung der Vorlauftemperatur

– Erhöhung der Energieeffizienz:

- **Verringerung von thermischen Verlusten.** Geringere Vorlauftemperaturen führen zu weniger Wärmeverlusten während des Transports im Netz, da die Temperaturdifferenz zur Umgebung reduziert wird.
- **Leistungsverbesserung der Wärmeerzeugung.** Beispielsweise arbeiten viele moderne Heizkessel und Wärmepumpen bei niedrigeren Temperaturen effizienter, sodass der Brennstoffverbrauch reduziert werden kann.

– Aufnahme von erneuerbaren Energien:

- **Nutzung von Quellen mit niedriger Temperatur.** Geringere Vorlauftemperaturen ermöglichen die Aufnahme von erneuerbaren Energien wie Geothermie und Seewasser, die oft keine erhöhten Temperaturen erzeugen können.

– Längere Lebensdauer der Infrastruktur:

- **Reduzierung der thermischen Belastung.** Niedrigere Temperaturen reduzieren die thermischen Spannungen in den Rohrleitungen und in den Anschlüssen, was ihre Lebensdauer verlängert und die Instandhaltungskosten reduziert.

2. Absenkung der Rücklauftemperatur

– Erhöhung der Effizienz des Wärmeübertragers:

- **Effizienterer Wärmetransport.** Niedrigere Rücklauftemperaturen erhöhen die Leistung und die Effizienz der Wärmetauscher auf Seiten der Wärmeproduktion, weil die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf erhöht wird.
- Verbesserte Nutzung der Restwärme:
 - **Erhöhte Nutzung der Restwärme.** Industrieunternehmen und Elektrizitätswerke können die Restwärme besser nutzen, wenn die Rücklauftemperatur niedrig ist, da dies den thermodynamischen Ertrag und die Wärmerückgewinnung erhöht.
- Erhöhung der Kondensationsquote, beispielsweise in -Wärme- Kraft-Kopplungsanlagen (WKK):
 - **Effizientere Kondensation.** Niedrigere Rücklauftemperaturen fördern die Kondensation des Dampfes und erhöhen so die Effizienz.

3. Erhöhung der Netzkapazität durch Erhöhung des Temperaturunterschieds

- Erhöhung der Netzkapazität:
 - **Mehr Wärme bei gleichem Durchfluss.** Ein höherer Temperaturunterschied ermöglicht den Transport von zusätzlicher thermischer Energie bei gleichem Durchfluss. So wird die Netzkapazität erhöht, ohne die physische Infrastruktur zu verändern.
- Verringerung der Kosten für das Pumpen:
 - **Geringerer Durchfluss.** Mit einem grösseren Temperaturunterschied ist weniger Wasser erforderlich, um die gleiche Wärmemenge zu transportieren, sodass die Pumpen mit einem geringeren Durchfluss betrieben werden können, was ihren Energieverbrauch senkt.

Anhänge

Anhang 1 Berichte, Dokumente und wichtige Punkte für die Kontrolle von Baustellen und Bauarbeiten von Dritten an eigenen Anlagen

Phase	Etappe	Beschreibung
Vor den Bauarbeiten	Dokumente und Genehmigungen	Überprüfen, ob alle erforderlichen Genehmigungen eingeholt wurden Gegebenenfalls sicherstellen, dass die Arbeitsgenehmigungen ausgestellt wurden Pläne des bestehenden Netzes und der benachbarten Infrastrukturen
	Überprüfung der Dokumente	Die Zertifizierungen, Arbeitspläne und von den Lieferanten erstellten Angebote prüfen Information über das Datum des Beginns und des Endes der Arbeiten
	Vorbereitung der Baustelle	Koordinierungsplan mit den Betreibern der benachbarten Netze Liste der Beteiligten (Lieferanten, Unterauftragnehmer)
	Sicherheit und Gefahrenabwehr	Bewertung der mit den Bauarbeiten verbundenen Risiken (Druck, hohe Temperatur) Schulung der Beteiligten im Hinblick auf spezifische Anweisungen Evakuierungsplan und Sicherheitsanweisungen
	Kommunikation mit der Nachbarschaft.	Information der Anstösser über die Arbeiten (Daten, Zeiten, Auswirkungen der Arbeiten) Anbringung der Kennzeichnung und Umleitungen
	Kommunikation mit den Lieferanten	Zu Beginn eine Versammlung mit den Lieferanten und den betroffenen Teams durchführen Einen Kommunikationsverantwortlichen für die Lieferanten für die Dauer des Projektes bestimmen
Während der Arbeiten	Nachverfolgung der Fortschritte	Regelmässig den Fortschritt der Arbeiten im Vergleich zum Zeitplan überwachen Wöchentliche Nachverfolgungssitzungen planen und durchführen
	Kontrolle der Sicherheitsbedingungen	Die persönliche Schutzausrüstung für das Personal (PSA) kontrollieren Überprüfen, dass die Sicherheitsmassnahmen auf der Baustelle eingehalten werden
	Nachverfolgung der Bauarbeiten und technische Kontrollen	Sichtkontrolle der Schweissnähte, Anschlüsse Durchführung von Röntgenaufnahmen an Schweissnähten (min. 10 % der Baustelle) Zwischentest Druck

Phase	Etappe	Beschreibung
		Kontrolle der Muffen und Überwachungsschleifen (bevor die Rohrleitungen wieder bedeckt werden) Einhaltung der Zeitpläne zur Begrenzung der Lärmbelästigung
	Abfall- und Sauberkeitsmanagement	Überprüfen, dass Abfälle angemessen bearbeitet werden Arbeitsbereiche sauber halten
	Ständige Kommunikation und Koordination	Sitzungen zur Nachverfolgung und erforderliche Anpassungen Kontinuierliche Information der Beteiligten
Nach den Bauarbeiten	Kontrollen am Ende der Bauarbeiten	Eine finale Inspektion durchführen, um sicherzustellen, dass die Arbeit den Standards entspricht Überprüfen, dass sämtliche festgestellte Fehler korrigiert worden sind
	Wiederherstellung und Neugestaltung des Geländes	Wiederherstellung von Strassen und Trottoirs Abbau von vorübergehenden Anlagen
	Abnahme und Dokumentation	Abschlussbericht zum Ende der Bauarbeiten Sämtliche Dokumente zum Abschluss der Arbeiten entgegennehmen (Zertifikate, Gebrauchsanweisungen, Garantien usw.) Überprüfen, ob sämtliche vorgenommenen Änderungen dokumentiert sind
	Archivierung und Erfahrungsbericht	Archivierung der Dokumente und aktualisierten Pläne Eine Abschlusssitzung zur Besprechung der durchgeführten Arbeiten organisieren Die Zufriedenheit der Beteiligten und betroffenen Teams bewerten

Anhang 2 Empfohlene Instandhaltungsfrequenzen

Anlagen	Inspektionsfrequenz	Wartungsfrequenz
Wasserqualität	Die Wasserqualität muss mindestens einmal pro Jahr bei Netzen mit bis zu 100 °C kontrolliert werden und alle drei Monate bei Netzen mit mehr als 110 °C.	
Kammern	Jährlich, bei der Wartung	Jährlich
Armaturen	Jährlich, bei der Wartung	Mindestens jährlich oder nach Herstellerangaben.
Entlüftungen und Entleerungen	Jährlich, bei der Wartung	Jährlich
Pumpen	Wöchentlich	Nach Herstellerangaben

Dezentrale Druckhalte-systeme	Jährlich, bei der Wartung Wöchentlich, falls nicht überwacht	Jährlich
Hausübergabestation	Alle zwei Jahre bei der Wartung	Alle zwei Jahre
Zähler (Verfahren zur Auf-rechterhaltung der Mess-beständigkeit)		Für mechanische Zähler alle sechs Jahre. Bei allen anderen Zählern alle acht Jahre.
Kontroll- und Sicherheits-system	Monatlich	Halbjährlich
Umformerstation	Wöchentlich	Jährlich
Kältespeicherstationen	Monatlich	Wenn sie der DGV unterlie-gen: gemäss den gesetzli-chen Vorgaben Mindestens halbjährlich oder nach Herstelleranga-ben.
Wärmespeicherstationen	Monatlich	Wenn sie der DGV unterlie-gen: gemäss den gesetzli-chen Vorgaben Mindestens halbjährlich oder nach Herstelleranga-ben.
Netz	Jährliche Leckerkennung, wenn es kein ständiges Überwachungssystem gibt. Bei Netzen mit Kanälen wird empfohlen, im Fall von ge-ringen Wasserverlusten min-destens alle fünf Jahre eine Kontrolle und im Fall von ho-hen Wasserverlusten eine jährliche Inspektion oder ständige Überwachung durchzuführen. In jedem Fall wird empfoh-len, eine Sichtkontrolle sämtlicher sichtbarer und zugänglicher Teile des Net-zes durchzuführen.	

Tab. 1 Empfohlene Instandhaltungsfrequenzen

268 Bei bestimmten Anlagen und Infrastrukturen muss die Inspektionsfrequenz an die Sensibi-lität, die Risiken und die Wahrscheinlichkeit von Vorfällen angepasst werden.

Anhang 3 Protokoll für den Austausch von Wärmezählern

Firmenlogo		Zählerwechsel oder Neuinstallation	
Allgemeine Informationen			
Einsatznr.:		Zählerwechsel durchgeführt durch:	
Fernwärmenetz:			
Unterstation Nr.:			
Alter Volumenmessteil/Temperaturfühler/Rechenwerk			
Volumenmessteil	Nr S/N:	Herstellungsjahr:	Hersteller:
	Index	Unité	DN
Ableitung:			
Temperaturfühler	Nr S/N:		Interne Kennung:
Rechenwerk	Nr S/N:		Typ:
	Index	Unité	BUS-Adresse:
Ableitung:	Energie		
	Lau		
Neuer Zähler/Temperaturfühler/Rechenwerk			
Volumenmessteil	Nr S/N:	Herstellungsjahr:	Hersteller:
	DN:	PN:	Typ:
			Interne Kennung:
Temperaturfühler	Nr S/N:		Interne Kennung:
			Herstellungsjahr:
Rechenwerk	Nr S/N:	Typ:	Liter pro Impuls:
	Index	Unité	Nbre digits avant virgule
Ableitung:	Energie		
	Lau		
Sonde	Typ:	Anzahl Drähte:	Zertifizierungstyp M oder Stempel
Fotos machen			
☐ Alter Rechenwerk		☐ Neuer Rechenwerk	
Anmerkungen			
Validation			
Name und Vorname:			
Datum:		Unterschrift:	

Anhang 4 Beispiel für eine Mitteilung über eine Betriebsunterbrechung

MITTEILUNG ÜBER DIE UNTERBRECHUNG DES FERNWÄRMENETZES

An die Bewohner

Ort :

Datum :

Sehr geehrte Damen und Herren,

Wir möchten Sie darüber informieren, dass in Ihrem Bereich aufgrund notwendiger Wartungsarbeiten an unserem Netz eine vorübergehende Unterbrechung der Fernwärmeversorgung geplant ist.

Details zum Einsatz

Datum der Arbeiten: Bsp.: Dienstag, 21. Januar 2025

Uhrzeiten: Bsp.: von 8:00 bis 16:00 Uhr

Betroffener Bereich: Bsp.: Rosenallee 1-15, Fliederstraße 2-8

Art der Arbeiten: Bsp.: Austausch eines Hauptventils

Auswirkungen

Bsp.: Vorübergehende Unterbrechung der Heizung und des Warmwassers

Bsp.: Unterbrechung des Warmwassers

Bsp.: Mögliche Geräusche während der Entlüftungsarbeiten

Empfehlungen

Bsp.: Vermeiden Sie die Planung von Aktivitäten, die Warmwasser erfordern

Bsp.: Halten Sie die Fenster geschlossen, um die Wärme zu bewahren

Bsp.: Planen Sie bei Bedarf alternative Heizlösungen ein

Kontakt

Bei Fragen können Sie sich an xxx/xx.xx.xx wenden oder eine E-Mail an: beispiel@beispiel.ch schreiben.

Wir entschuldigen uns für die Unannehmlichkeiten und danken Ihnen für Ihr Verständnis.

Mit freundlichen Grüßen,

Technischer Dienst

Name des Unternehmens

Anhang 5 Checkliste für die Ausserbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme von Rohrleitungsabschnitten

Einsatzprotokoll	
Firmenlogo	Ausserbetriebnahme und Wiederherstellung von Rohrleitungsabschnitten
Allgemeine Informationen	
Einsatznr.:	Name des Netzwerks: Datum:
Abschnittsstandort:	Intervenierende:
Einsatzgrund:	
Ausserbetriebnahme	
Schliessen vorgeschaltetes Absperrventil Nr.:	Uhrzeit:
Schliessen nachgeschaltetes Absperrventil Nr.:	Uhrzeit:
Startzeitpunkt der Netzentleerung:	Menge: m ³
Endzeitpunkt der Netzentleerung:	Resttemperatur: °C
Einsatz	
Arbeitsbeschreibung: _____	
Arbeitsbeginn: _____ Arbeitsende: _____	
Verwendetes Material:	
- _____	
- _____	
- _____	
Wiederinbetriebnahme	
Kontrollen vor dem Befüllen:	Befüllung:
☐ Überprüfung der Formstücke	Beginn der Befüllung:
☐ Druckprüfung	Ende der Befüllung:
☐ Reinigung des Bereichs	Hinzugefügte Wassermenge: m ³
Kontrolle nach dem Befüllen:	
☐ Wasserqualität überprüft	
☐ Entlüftung durchgeführt	
☐ Betriebsdruck erreicht: _____ bar	
☐ Überprüfung auf Lecks	
☐ Betriebstemperatur erreicht: _____ °C	
Abschluss der Arbeiten	
☐ Abschliessende Überprüfung der Parameter	
☐ Information über Baustellenabschluss an Kunden oder betroffene Abteilung	
☐ Entfernung der Beschilderung	
Störungsursach: _____	
Einsatzbeschreibung: _____	

Validierung	
Unterschrift des Technikers:	Name des technischen Verantwortlichen:
	Datum:
	Unterschrift:

Anhang 6 Beispielformular für die Erfassung eines Erfahrungsberichts

Erfahrungsbericht	
Firmenlogo	Gut - Schwierig - Ändern
Allgemeine Informationen	
Einsatznr.:	Intervenierende:
Datum des Einsatzes:	
Einsatzdetails:	
GUT - Was funktioniert hat	
<i>Positive Punkte, die beibehalten und wiederholt werden sollten</i> <i>(Qualität der Ausrüstung, Effizienz des Teams, Einhaltung der Verfahren, Qualität der Kommunikation,...)</i>	
SCHWIERIG - Was problematisch war	
<i>Aufgetretene Hindernisse und Verbesserungspunkte</i> <i>(Infrastruktur, Ausrüstung, Teamkoordination, Werkzeuge, Verfahren,...)</i>	
ÄNDERN - Was geändert werden sollte	
<i>Konkrete Massnahmen, die beim nächsten Mal umgesetzt werden sollen</i> <i>(Wartung, Sicherheit, Schulung, Ausrüstung, Verfahren, Kommunikation,...)</i>	
Aktionsplan	
1. Wichtigste Massnahme:	Verantwortlicher: Fälligkeit:
2. Sekundäre Massnahme:	Verantwortlicher: Fälligkeit:
3. Sekundäre Massnahme:	Verantwortlicher: Fälligkeit:
4. Sekundäre Massnahme:	Verantwortlicher: Fälligkeit:
Datum der nächsten geplanten Überprüfung:	