



Technische Richtlinie

für die Instandhaltung von Betriebs- mitteln und Anlagen in Elektrizitäts- versorgungsnetzen

Stand: 10.11.2006



© **Verband der Netzbetreiber - VDN – e.V. beim VDEW**

Robert-Koch-Platz 4, 10115 Berlin

Tel. 030/726 148-0, Fax: 030/726 148-200

info@vdn-berlin.de, www.vdn-berlin.de

Ausgabe: November 2006

Inhaltsverzeichnis

1	Anwendungsbereich	6
2	Normative Verweisungen	7
2.1	Berufsgenossenschaftliche Vorschriften und Richtlinien.....	7
2.2	DIN-Normen / ISO-Normen.....	7
3	Begriffsbestimmungen	8
3.1	Instandhaltung.....	8
3.1.1	Ereignisorientierte Instandhaltung.....	8
3.1.2	Vorbeugende Instandhaltung	8
3.1.3	Zustandsorientierte Instandhaltung	9
3.1.4	Prioritätenorientierte Instandhaltung.....	9
3.2	Ordnungsbegriffe für die Instandhaltung	9
3.2.1	Inspektion	9
3.2.1.1	Begehung	9
3.2.1.2	Sichtkontrolle	10
3.2.1.3	Funktionskontrolle.....	10
3.2.1.4	Zustandsermittlung	10
3.2.2	Wartung	10
3.2.3	Instandsetzung.....	10
3.3	Beauftragte Personen	10
3.3.1	Anlagenbetreiber	11
3.3.2	Anlagenverantwortlicher	11
3.3.3	Sonstige beauftragte Personen	11
4	Instandhaltungsarten.....	13
4.1	Allgemeines	13
4.2	Ereignisorientierte Instandhaltung.....	13
4.3	Vorbeugende Instandhaltung.....	14

4.4	Zustandsorientierte Instandhaltung	15
4.5	Prioritätenorientierte Instandhaltung	16
4.6	Qualitätssicherung, Qualifikation von Fachfirmen.....	16
5	Prozess der Instandhaltung.....	17
5.1	Planung der Instandhaltung	17
5.2	Dokumentation der Instandhaltung	17
5.3	Unterstützung des Instandhaltungsprozesses durch DV-Lösungen.....	17
5.4	Inspektion	17
5.4.1	Begehung	18
5.4.2	Sichtkontrolle	18
5.4.3	Funktionskontrolle.....	18
5.4.4	Zustandsermittlung	18
5.4.5	Sonderkontrollen	18
5.5	Wartung / Instandsetzung.....	18
5.6	Ergänzende Untersuchungen und Analysen.....	19
5.6.1	Materialtechnische Untersuchungen	19
5.6.2	Störungs- und Schadensstatistiken.....	20
6	Inhalte der Instandhaltung	21
6.1	Allgemeines	21
6.2	Höchst-/Hochspannungsnetze.....	21
6.2.1	Umspannanlagen	21
6.2.1.1	Infrastruktur	21
6.2.1.2	Konventionelle Hoch- und Höchstspannungsschaltanlagen	22
6.2.1.3	Gasisolierte Schaltanlagen (110 – 380 kV).....	23
6.2.1.4	Leistungstransformatoren	24
6.2.2	Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen	24
6.2.3	Hoch- und Höchstspannungs-Kabelanlagen.....	25
6.2.4	Schutz- und Leittechnik	26

6.3	Mittel-/Niederspannungsnetze	26
6.3.1	Mittelspannungsschaltanlagen.....	26
6.3.2	Niederspannungsschalt- und Verteilanlagen	28
6.3.3	Verteiltransformatoren.....	29
6.3.4	Mittel- und Niederspannungsfreileitungen	29
6.3.5	Mittel- und Niederspannungs-Kabelanlagen	30
6.3.6	Schutz- und Leittechnik	31

1 Anwendungsbereich

Diese VDN-Richtlinie gilt für Betreiber von Elektrizitätsversorgungsnetzen.

Zielstellung ist es, Grundsätze der Instandhaltung von Elektrizitätsversorgungsnetzen zu beschreiben.

Bei der Umsetzung von Instandhaltungsstrategien ist den gesetzlichen Anforderungen (z.B. EU-Richtlinien, EnWG insb. §1,12,13, EEG, Arbeitsschutz, Umweltschutz) zur Gewährleistung einer hohen Zuverlässigkeit und Versorgungssicherheit dabei ebenso Rechnung zu tragen, wie den unternehmensspezifischen und betriebsmittelspezifischen Besonderheiten sowohl in technischer als auch betriebswirtschaftlicher Hinsicht.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden ausgewählten zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokumentes erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen). Die Normen für die jeweiligen Betriebsmittel und Anlagen sind hier nicht aufgeführt. Diese sind entsprechend anzuwenden.

2.1 Berufsgenossenschaftliche Vorschriften und Richtlinien

BGV A3, Elektrische Anlagen und Betriebsmittel

2.2 DIN-Normen / ISO-Normen

DIN 31051, Grundlagen der Instandhaltung.

DIN EN 13306, Begriffe der Instandhaltung.

DIN VDE 0105-100, Betrieb von elektrischen Anlagen.

3 Begriffsbestimmungen

Zur einheitlichen Ansprache von Begriffen zur Instandhaltung sind die folgenden Ordnungsbegriffe z. T. nach DIN EN 13306 und DIN 31051 anzuwenden.

3.1 Instandhaltung

Instandhaltung ist die Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen sowie Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus einer Betrachtungseinheit zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes sowie zur Erhaltung des funktionsfähigen Zustandes oder der Rückführung in diesen, so dass sie die geforderte Funktion erfüllen kann.

Folgende grundsätzlichen Instandhaltungsarten werden erläutert:

- Ereignisorientierte Instandhaltung
- Vorbeugende Instandhaltung
- Zustandsorientierte Instandhaltung
- Prioritätenorientierte Instandhaltung

3.1.1 Ereignisorientierte Instandhaltung

Instandhaltung, ausgeführt nach der Fehlererkennung, um eine Einheit in einen Zustand zu bringen, in dem sie eine geforderte Funktion erfüllen kann. Die ereignisorientierte Instandhaltung muss ggf. ohne Aufschub nach der Fehlererkennung ausgeführt werden, um unannehmbare Folgen zu vermeiden oder kann nach entsprechend gegebener Instandhaltungsregeln nicht unmittelbar nach einer Fehlererkennung ausgeführt, sondern zurückgestellt werden.

3.1.2 Vorbeugende Instandhaltung

Instandhaltung zur Verminderung der Ausfallwahrscheinlichkeit oder der Wahrscheinlichkeit einer eingeschränkten Funktionserfüllung einer Einheit. Die vorausbestimmte Instandhaltung wird in festgelegten Zeitabständen oder nach einer festgelegten Zahl von Nutzungseinheiten durchgeführt, jedoch ohne vorherige Zustandsermittlung.

3.1.3 Zustandsorientierte Instandhaltung

Instandhaltung, die aus der Überwachung der Arbeitsweise und der sie darstellenden Messgrößen sowie den sich daraus ergebenden Maßnahmen besteht. Dabei wird die zustandsorientierte IH von der Analyse und Bestimmung von Parametern, welche die Verschlechterung der Einheit kennzeichnen abgeleitet.

3.1.4 Prioritätenorientierte Instandhaltung

Instandhaltung, die neben dem Zustand der Betriebsmittel eine Priorisierung für Instandhaltungsmaßnahmen berücksichtigt. Durch Priorisierung können Einflüsse aus der Wichtigkeit von Anlagen im jeweiligen Netz bzw. für einzelne Kunden oder aus Synergieüberlegungen zur Kombination verschiedener Netzmaßnahmen berücksichtigt werden.

3.2 Ordnungsbegriffe für die Instandhaltung

Die Instandhaltung kann vollständig in die folgenden Grundmaßnahmen unterteilt werden:

- Inspektion
- Wartung
- Instandsetzung

3.2.1 Inspektion

Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes einer Betrachtungseinheit einschließlich der Bestimmung der Ursachen der Abnutzung und dem Ableiten der notwendigen Konsequenzen für eine künftige Nutzung

3.2.1.1 Begehung

Die Begehung ist die einfachste Form der Inspektion. Sie erfolgt in der Regel während des laufenden Betriebs mit dem Ziel, durch (grobe) Inaugenscheinnahme den Gesamtzustand der Betrachtungseinheit zu überprüfen. Begehungen sind auch als Kontrollen im Sinne der Verkehrssicherungspflicht zu verstehen. Die Inaugenscheinnahme kann auch aus der Luft erfolgen (Befliegung).

3.2.1.2 Sichtkontrolle

Bei der Sichtkontrolle wird zusätzlich der Zustand der Betriebsmittel durch visuelle Begutachtung und durch Aufzeichnen von einfachen Zustandsgrößen, die durch Messgeber angezeigt werden, kontrolliert. Offensichtliche Funktionsmängel werden erfasst.

3.2.1.3 Funktionskontrolle

Die Funktionsprüfung wird durchgeführt, um zu bestätigen, dass eine Einheit imstande ist, die geforderte Funktion zu erfüllen.

3.2.1.4 Zustandsermittlung

Die Zustandsermittlung hat eine detaillierte Beurteilung des Ist-Zustandes der betrachteten Betriebsmittel nach objektivierbaren Kriterien zum Ziel. Welche diagnostischen Indikatoren zur Zustandsermittlung herangezogen werden können, lässt sich aus den Betriebserfahrungen d. h. aus der Analyse der Fehlerschwerpunkte und Fehlerursachen ableiten.

3.2.2 Wartung

Die Wartung ist eine Maßnahme zur Verzögerung des Abbaus des vorhandenen Abnutzungsvorrats. Der Abnutzungsvorrat ist der Vorrat der möglichen Funktionserfüllungen unter festgelegten Bedingungen, der einer Betrachtungseinheit aufgrund der Herstellung oder Instandsetzung innewohnt.

3.2.3 Instandsetzung

Die Instandsetzung ist eine Maßnahme zur Rückführung oder Wiederherstellung einer Betrachtungseinheit in einen definierten funktionsfähigen Zustand.

3.3 Beauftragte Personen

Maßnahmen zur Instandhaltung dürfen nur von Personen durchgeführt werden, die spezielle, nachgewiesene Kenntnisse – auch auf dem Gebiet der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes – besitzen. Dabei sind je nach Umfang und dem Schwierigkeitsgrad der zugewiesenen Instandhaltungsmaßnahmen unterschiedliche Qualifikationen der beauftragten Personen erforderlich.

3.3.1 Anlagenbetreiber

Anlagenbetreiber ist der Netzbetreiber. Er ist für den ordnungsgemäßen Zustand der elektrischen Anlagen zuständig. Durch die betriebliche Organisation ist sicherzustellen, dass Personen für einen festgelegten Bereich als Anlagenverantwortliche feststehen.

3.3.2 Anlagenverantwortlicher

Anlagenverantwortlicher ist die Person, die beauftragt ist, die unmittelbare Verantwortung für den Betrieb der elektrischen Anlage zu tragen. Erforderlichenfalls können mit dieser Verantwortung einhergehende Verpflichtungen auf andere Personen übertragen werden.

Der Anlagenverantwortliche für eine bestimmte Anlage oder den Teil einer elektrischen Anlage hat sicherzustellen, dass bei der Durchführung von Arbeiten an, in oder in der Nähe von dieser Anlage sowohl die besonderen Gefahren, die mit der Anlage verbunden sind, berücksichtigt werden als auch ein sicherer Betrieb der Anlage gewährleistet wird.

Der Anlagenverantwortliche ist Elektrofachkraft.

3.3.3 Sonstige beauftragte Personen

Arbeitsverantwortlicher

Arbeitsverantwortlicher ist die Person, die benannt ist, die unmittelbare Verantwortung für die Durchführung der Arbeit zu tragen. Erforderlichenfalls kann diese Verantwortung teilweise auf andere Personen übertragen werden.

Der Arbeitsverantwortliche ist in der Regel Elektrofachkraft.

Sachkundige

Sachkundige sind Personen, die auf Grund ihrer fachlichen Ausbildung, praktischen Tätigkeit und Erfahrung ausreichende Kenntnisse auf dem Gebiet der Instandhaltung von Elektrizitätsversorgungsnetzen sowie ihrer Bauelemente und Betriebsmittel besitzen.

Fachkraft

Fachkräfte sind Personen, die aufgrund ihrer fachlichen Ausbildung, praktischen Tätigkeit und Erfahrung ausreichende Kenntnisse auf dem Gebiet der ihnen im Rahmen der Instandhaltung übertragenen Aufgaben besitzen.

Elektrofachkraft

Die Anforderungen an Elektrofachkräfte sind in der BGV A3 sowie in DIN VDE 0105-100 definiert.

Elektrotechnisch unterwiesene Person

Die Anforderungen an elektrotechnisch unterwiesene Personen sind in der BGV A3 sowie in DIN VDE 0105-100 definiert.

4 Instandhaltungsarten

4.1 Allgemeines

Die Instandhaltung dient dem Ziel, bestimmte Eigenschaften von Anlagen und Betriebsmitteln sicherzustellen. Diese Eigenschaften betreffen im Wesentlichen die Themenbereiche Verkehrssicherung und Funktionserhalt.

Die im Folgenden in ihren Grundzügen beschriebenen Instandhaltungsarten können kombiniert werden. Die Analyse von Instandhaltungsergebnissen sowie der Störungs- und Schadensstatistik kann zur Kosten-Nutzen-Kontrolle und zur Identifizierung von Einsparpotenzialen verwendet werden. Die Erkenntnisse können allerdings erst mit Zeitverzögerung in einen Optimierungsprozess einfließen, wenn z.B. das Betriebsverhalten durch zusätzliche Alterungseffekte beeinflusst wird.

4.2 Ereignisorientierte Instandhaltung

Die **ereignisorientierte** Instandhaltung erzeugt meist die geringsten Kosten für die eigentlichen Instandhaltungsmaßnahmen, denn nur bei einem Fehlerereignis fallen Kosten an. Mögliche Folgekosten für Ausfall und Ersatz sind jedoch oftmals nur schwer abschätzbar. Daher kommt diese Instandhaltung nur dann zur Anwendung, wenn die Folgen eines Betriebsmittelausfalls übersehbar und räumlich begrenzt sind und eine Wiederinbetriebnahme durch geeignete Instandsetzungs-, Austausch- oder Erneuerungsmaßnahmen kurzfristig machbar ist. Ein weiterer Grund für diese Instandhaltungsart kann die Vielzahl der eingesetzten Betriebsmittel sein, die geplante Instandhaltungsmaßnahmen aus wirtschaftlichen Gründen nicht rechtfertigt.

Bei der ereignisorientierten Instandhaltung wird der Ist-Zustand nicht systematisch durch Inspektionen erfasst. Wartungen und Instandsetzungen werden nach Eintritt von Fehlfunktion bzw. anderen Ereignishäufungen oder bei Ausfall durchgeführt.

Instandhaltung nach Eintritt von Fehlfunktionen

Diese Instandhaltungsart kommt bei wartungsarmen und nahezu wartungsfreien Betriebsmitteln mit hoher Zuverlässigkeit zum Einsatz. Voraussetzung ist, dass Auswirkungen in Folge der Fehlfunktion begrenzt sind. Die Instandhaltungsmaßnahme wird in der Regel sofort nach Funktionseinschränkung des Betriebsmittels eingeleitet.

Instandsetzung nach Ausfall

Dieser Instandhaltungsansatz nimmt eine Beeinträchtigung der Verfügbarkeit sowie zeitlich und lokal begrenzte Versorgungsausfälle in Kauf. Wenn keine (n-1)-Sicherheit oder Umschaltreserve vorhanden ist, werden üblicher Weise die erforderlichen Instandsetzungsmaßnahmen unmittelbar nach Ausfall in Angriff genommen oder eine Ersatzstromversorgung eingerichtet, um die Versorgung nicht unzulässig einzuschränken.

4.3 Vorbeugende Instandhaltung

Die **vorbeugende** Instandhaltung verfolgt das Ziel, rechtzeitig an Betriebsmitteln Instandhaltungsmaßnahmen einzuleiten, bevor der Abnutzungsvorrat aufgebraucht ist bzw. Fehlfunktionen auftreten. Nach Ablauf des Instandhaltungszyklus wird unabhängig vom Zustand des Betriebsmittels der Abnutzungsvorrat wieder aufgefüllt oder Komponenten des Betriebsmittels werden ausgetauscht. Dabei werden die Instandhaltungsmaßnahmen nach einem vorgegebenen Instandhaltungsplan und in vorgegebenen Intervallen durchgeführt. Die Inhalte der Instandhaltungspläne beruhen im Wesentlichen auf Erfahrungen von Prüfungen aus der Entwicklungsphase, von Prototypprüfungen und von früheren Instandhaltungsaktivitäten und Betriebserfahrungen. Diese Instandhaltungsart geht mehr oder weniger stark von einer statistischen Basis aus und leitet aus diesen Erkenntnissen die Maßnahmen für ein bestimmtes Betriebsmittelkollektiv ab.

Diese Instandhaltungsart kommt weiterhin immer dann zum Einsatz, wenn auf Grund der Betriebserfahrungen ausreichend Informationen über das Betriebsverhalten bestimmter Betriebsmittelkollektive vorliegen und einzelne Betriebsmittel nicht oder nur teilweise mit Einrichtungen zur Zustandsüberwachung ausgerüstet sind.

Zyklische Instandhaltung

Die zyklische Instandhaltung ist dadurch charakterisiert, dass die Instandhaltungsmaßnahmen nach regelmäßigen Zeitintervallen unabhängig vom Zustand der Komponenten durchgeführt werden. Der Umfang der Instandhaltungsmaßnahmen ist dabei im Voraus vereinbart. Auf der Grundlage der Betriebserfahrungen werden die Instandhaltungszyklen so gewählt, dass die Funktionsfähigkeit des Betriebsmittels nicht gefährdet ist. Die zyklische Instandhaltung wird unabhängig von der Spannungsebene in den Bereichen eingesetzt, in denen eine hohe Anforderung an die Zuverlässigkeit oder die Sicherheit eines Betriebsmittels gefordert wird und im Betrieb ein Verschleiß von Betriebsmittelkomponenten zu erwarten ist.

Instandhaltung nach außergewöhnlichem Betriebszustand

Hier werden Instandhaltungsmaßnahmen nach dem Eintreten von besonderen Betriebszuständen oder Ereignissen eingeleitet. In der Regel wird es sich dabei um Betriebsereignisse mit erhöhter Betriebsmittelbeanspruchung, z. B. durch Kurzschlüsse, handeln, die erfahrungsgemäß den Abnutzungsvorrat überdurchschnittlich aufbrauchen.

Die vorbeugende Instandhaltung setzt voraus, dass die Betriebszustände mit erhöhter Beanspruchung erkannt werden. Der Umfang der erforderlichen einmaligen oder zyklischen Instandhaltungsmaßnahmen wird anhand der Betriebserfahrungen abhängig vom Betriebsmittel festgelegt.

Des Weiteren führen auch Ereignisse an Betriebsmitteln (Fehlfunktionen oder Ausfälle) auf Grund von "Konstruktionsfehlern/verdeckter Mangel" zu einer vorbeugenden Instandhaltung. In diesem Zusammenhang wird die erforderliche Instandhaltung als Einzelmaßnahme an einem Betriebsmittel oder einer Betriebsmittelgruppe durchgeführt.

4.4 Zustandsorientierte Instandhaltung

Für bestimmte Betriebsmittel kann eine effizientere Instandhaltung dadurch erreicht werden, dass man die Aktivitäten mehr auf die Besonderheiten und Anforderungen des zu betrachtenden Betriebsmittels ausrichtet. Zeitpunkt und Umfang der zu ergreifenden Maßnahmen werden in diesem Fall vom Zustand des jeweiligen Objektes abhängig gemacht. Um eine solche **zustandsorientierte** Instandhaltung erfolgreich durchführen zu können, müssen ausreichend Informationen über die Betriebsmittel zur Verfügung stehen. Nur dann kann der Zustand qualifiziert und zuverlässig beurteilt werden. Diese Informationen können im Rahmen der Zustandsüberwachung oder durch Zustands- und Diagnosemessungen oder durch Stichproben gewonnen werden. Die zustandsorientierte Instandhaltung ermöglicht, die Instandhaltung durch Verringerung des Aufwandes und der Häufigkeit technisch und wirtschaftlich effizienter zu gestalten. Darüber hinaus wirkt sie sich positiv auf die Verfügbarkeit und Nutzungsdauer aus. Unvorhergesehene Ausfälle werden nur noch selten auftreten. Die Zustandsinformationen erlauben eine weitgehende Ausschöpfung der Nutzungsdauer.

Die vorgenannte Instandhaltungsart bietet sich bei solchen Betriebsmitteln an, die mit Einrichtungen zur Zustandsüberwachung und –beurteilung ausgerüstet sind oder bei denen eine Zustandsbeurteilung durch Inspektion oder Diagnosemessungen möglich ist.

4.5 Prioritätenorientierte Instandhaltung

Die prioritätenorientierte Instandhaltung berücksichtigt neben den Daten der aktuellen Zustandsermittlung weitere Daten wie Alter, Technologie, Ersatzteilverfügbarkeit, Erfahrung des Betriebs- und Servicepersonals, besondere Vereinbarungen mit Netznutzern, netzplanerische Gesichtspunkte sowie allgemeine Betriebserfahrungen. Die einzelnen Größen können bei der Zustandsbewertung unterschiedlich gewichtet werden.

Die Informationen der Betriebsmittelebene werden mit Informationen der Systemebene zur Priorität verknüpft.

4.6 Qualitätssicherung, Qualifikation von Fachfirmen

Qualitätssicherung ist Bestandteil des Qualitätsmanagement. Zur Qualitätssicherung gehören alle operativen Tätigkeiten, die vorbereitend, begleitend und prüfend die definierte Qualität eines Produktes oder einer Dienstleistung gewährleisten sollen.

Die Qualitätssicherung prüft, ob die Instandhaltungsvorgänge mit den Instandhaltungszielen sowie den Prozessen und Verfahren der Organisation vereinbar sind. Sie analysiert und überwacht die Prozesse, um sie zu verbessern.

Im Rahmen der Qualitätssicherung wird auch die Qualifikation Dritter (z.B. Fachfirmen, die Instandhaltungsarbeiten ausführen) berücksichtigt.

5 Prozess der Instandhaltung

5.1 Planung der Instandhaltung

Die Grundsätze für die Planung der Instandhaltung werden in der Regel durch die Unternehmen vorgegeben. Unter Beachtung der Netzentwicklung und Netzplanung orientiert sich die Planung der Instandhaltung an den lang-, mittel- und kurzfristigen Zielen.

Im Rahmen dieser Planungen werden den Betriebsmitteln und Anlagen die vorgesehenen Instandhaltungsarten zugeordnet und die Ausprägung der jeweiligen Instandhaltungsart hinsichtlich Umfang der Maßnahmen und Zeitfenster der Durchführung fixiert. Wenn erforderlich, ist ein Arbeitsprogramm aufzustellen.

Vor Beginn der Wartungs- oder Instandsetzungsarbeiten sind vor Ort die ggf. erforderlichen persönlichen Schutzausrüstungen und Geräte bereitzustellen.

5.2 Dokumentation der Instandhaltung

Für die Durchführung der Inspektion werden verschiedene Formular-Unterlagen, z. B. Inspektionsbericht, Checkliste und Begehungsprotokoll, herangezogen. In den Inspektionsberichten werden im Allgemeinen neben den Ergebnissen der Inspektion auch die Wartungs- oder Instandsetzungsarbeiten dokumentiert.

Wartungen und Instandsetzungen werden durch Fachpersonal realisiert. Die Ergebnisse werden auch für Anforderungen aus gesetzlichen Vorgaben dokumentiert.

5.3 Unterstützung des Instandhaltungsprozesses durch DV-Lösungen

Der Instandhaltungsprozess kann durch Datenverarbeitungs-Lösungen (DV-Lösungen) unterstützt werden. Sie berücksichtigen hauptsächlich die technischen und organisatorischen Aspekte der Instandhaltung. Es werden z.B. die Ergebnisse der Instandhaltung aufgezeichnet und verwaltet sowie die Instandhaltungsplanung unterstützt.

5.4 Inspektion

Der Prozess der Inspektion beinhaltet unterschiedliche Tätigkeiten. Mögliche Maßnahmen sind in der DIN 31051 aufgeführt.

5.4.1 Begehung

Begehungen werden z.B. in gleichmäßigen Intervallen durchgeführt und mittels Begehungsprotokoll dokumentiert.

5.4.2 Sichtkontrolle

Die Aufnahme des Ist-Zustandes erfolgt bei der Sichtkontrolle z.B. auf Grundlage einer Checkliste.

5.4.3 Funktionskontrolle

Im Rahmen der Funktionskontrolle werden die Funktionen eines Betriebsmittels überprüft. Die Ergebnisse werden mittels Protokoll dokumentiert.

5.4.4 Zustandsermittlung

Die zur Zustandsermittlung erforderlichen Informationen können durch periodische Überprüfung, aber auch durch gelegentliche oder durch dauernde Überprüfung gewonnen werden.

Periodische Überprüfungen sollen neben dem momentanen Zustand auch Rückschlüsse auf Betriebsereignisse zwischen den Prüfperioden liefern.

Gelegentliche Überprüfungen werden ereignisorientiert im Zusammenhang mit besonderen Vorkommnissen im Netz oder auf Grund von Schadensfällen an vergleichbaren Betriebsmitteln vorgenommen.

Für die dauernde Überprüfung ist das zu überprüfende Betriebsmittel mit einer Messeinrichtung auszurüsten, welche die als diagnostischer Indikator ausgewählte Messgröße erfasst, auswertet und bei Überschreiten von Schwellwerten Alarmsignale absetzt.

5.4.5 Sonderkontrollen

Sonderkontrollen können ereignisorientiert z.B. aufgrund besonderer Vorkommnisse notwendig werden.

5.5 Wartung / Instandsetzung

Die Prozesse der Wartung und der Instandsetzung beinhalten unterschiedliche Tätigkeiten. Mögliche Maßnahmen sind in der DIN 31051 aufgeführt.

Die Wartung greift auf die Ergebnisse der Inspektion zurück, bei der festgestellt wird, inwieweit Wartungsbedarf besteht, oder sie wird nach vorgegebenen Zyklen durchgeführt. Sie erfolgt in der Regel auf der Grundlage von betriebsmittelbezogenen Anleitungen bzw. Checklisten. Die Wartungsmaßnahmen sind so umfassend festzulegen und durchzuführen, das bis zur nächsten Wartung durch Abnutzung und sonstige Beeinträchtigungen keine Störungen der Funktionsfähigkeit zu erwarten sind.

Die Instandsetzung kann ereignisorientiert zur Beseitigung von Störungen und Schäden, oder z. B. als zustandsorientierte Maßnahme, basieren auf den Ergebnisse der Inspektion, durchgeführt werden. Bei der Instandsetzungsmaßnahme kann ein Ersatz oder Teilersatz des Betriebsmittels erfolgen. Alle darüber hinaus gehenden Maßnahmen werden im Rahmen der Erneuerung behandelt.

5.6 Ergänzende Untersuchungen und Analysen

Durch die Zustandsermittlung von Betriebsmitteln im Rahmen der Inspektion ist sicher gestellt, dass auftretende Mängel an Komponenten erkannt und behoben werden. Neben den Inspektionen ist es ggf. erforderlich, weitere Prüfungen durchzuführen. Auslöser für Prüfungen von Betriebsmitteln sind im Folgenden beispielhaft genannt:

- Außergewöhnliche Vorkommnisse
Nach außergewöhnlichen Vorkommnissen kann die Überprüfung von Betriebsmitteln im Hinblick auf aufgetretene Überlastungen oder Beschädigungen erforderlich werden. Die Prüfungen werden ereignisorientiert angestoßen.
- Schadensereignisse
Nach Schadensereignissen können Schadensanalysen sowie weitergehende Untersuchungen notwendig werden. Die Prüfungen werden ereignisorientiert angestoßen.
- Begründete Hinweise Dritter
Werden z.B. bei Inspektionen oder durch Informationen von dritter Seite (Lieferanten, andere Netzbetreiber, etc.) Anhaltspunkte bekannt, die auf mögliche Mängel hinweisen, so sind nach Bedarf Prüfungen durchzuführen. Die Prüfungen werden ereignisorientiert angestoßen.

5.6.1 Materialtechnische Untersuchungen

Geeignete materialtechnische Untersuchungen können durchgeführt werden, um Aussagen über Zustand und Alterungsverhalten von Betriebsmitteln oder Komponenten zu erhalten.

5.6.2 Störungs- und Schadensstatistiken

Störungs- und Schadensstatistiken können genutzt werden, um den Informationsumfang zu Betriebsmitteln oder Komponenten zu erhöhen. So kann der Umfang und der Zeitpunkt von Instandhaltungsmaßnahmen an statistischen Größen orientiert werden.

6 Inhalte der Instandhaltung

6.1 Allgemeines

Die nachfolgend aufgelisteten Inhalte beschreiben exemplarisch die für ausgewählte Betriebsmittel und Anlagen empfohlenen Inspektions- und Wartungsinhalte, die je nach Instandhaltungsart und deren Kombinationen (vgl. Kapitel 5) ausgeführt werden können und bei den verschiedenen Instandhaltungsmaßnahmen zur Anwendung kommen können.

Im konkreten Einzelfall hängen die Inhalte von vielen Faktoren ab wie z. B. Fabrikat, Herstellungsjahr, Erfahrungen, Standort, Umgebungsbedingungen usw.). Deshalb ist die jeweilige Umsetzung auf die unternehmensspezifischen Bedingungen anzupassen.

Instandsetzungstätigkeiten werden nach Bedarf ausgeführt und werden deshalb im Folgenden nicht mehr näher betrachtet.

6.2 Höchst-/Hochspannungsnetze

6.2.1 Umspannanlagen

6.2.1.1 Infrastruktur

- Gebäude (Betriebs-, Schaltanlagegebäude)
 - Schließung Türen, Tore, Fenster
 - Notbeleuchtung, Nothandleuchten
 - Telefoneinrichtungen
 - Brandschutz
 - Sicherheitseinrichtungen und –ausstattung
 - Raumklima
 - Außenansicht, Dach, Wände
 - Spannungsprüfsysteme, sicherheitstechnische Einrichtungen
- Eigenbedarfseinrichtungen
 - Eigenbedarfsschaltanlage
 - Gleich- und Wechselrichter

- Batterien
- Druckluftanlage
- Stationäre Notstromaggregate
- Gelände und Außenanlagen
 - Zaunschäden
 - Schließung der Außentore
 - Warnbeschilderung
 - Bewuchs
 - Fremdanlagen
 - Außenbeleuchtung
 - Verkehrswege

6.2.1.2 Konventionelle Hoch- und Höchstspannungsschaltanlagen

- Schaltanlage allgemein
 - Abspannisolatoren, Stützisolatoren
 - Klemmen, Verbindungen, Seile, Rohre
 - Stahlkonstruktionen
 - Erdungsanlage
 - Thermovisionmessungen
 - Korrosionsschutz
 - Beschilderung
- Leistungsschalter
 - Schaltkammerporzellan, Anschlüsse
 - Polsäulen
 - Fundamente, Grundrahmen
 - Antrieb
 - Isolier- und Löschmedium
 - Schaltgeschwindigkeit, Schaltzeiten, Laufzeiten

- Kontaktübergangswiderstand
- Gas- bzw. Ölzustand
- Stör- und Warnmeldungen
- Überwachungseinrichtungen
- Reinigen, Schmieren (Antrieb), Justieren (Druckwächter, -schalter)
- Ersatz von Verschleiß- und Kleinteilen
- Trenn- und Erdungsschalter
 - Strombahn mit Kontakten
 - Stützer, Drehsäule
 - Antrieb, Gestänge, Grundrahmen
 - Kontaktzustand (Kontaktkraft, -einlauf, -eintauchtiefe)
 - Laufzeiten
 - Messung Stromübergang
- Wandler
 - Gehäuse
 - Isolator (Porzellan, Silikon)
 - Isoliermedium
 - Fundamente, Grundrahmen
 - Überwachungseinrichtungen
 - Ölabschluss
 - Ölanalyse
- Überspannungsableiter
 - Isolator (Porzellan, Silikon)
 - Kontrollfunkenstrecke

6.2.1.3 Gasisolierte Schaltanlagen (110 – 380 kV)

Zusätzlich oder alternativ zu konventionellen Hoch- und Höchstspannungsschaltanlagen:

- Schaltanlage allgemein

- Gasraumüberwachungseinrichtungen
- Kapselung, Berstscheiben
- Durchführungen
- Gasanalyse
- Isolationszustand (TE-Messung)
- Strombahnwiderstand
- Spannungsanzeige

6.2.1.4 Leistungstransformatoren

- Beschädigung, Korrosion, Undichtigkeiten, Verschmutzung
- Durchführungen (Risse, Lichtbogenspuren, äußere Teilentladungen)
- Ölstandsüberwachung
- Temperaturüberwachung
- Kühlanlagen (Radiatoren, Lüfter und Pumpen, Reinigung)
- Verdrahtung und Schaltschränke, Motorantrieb
- Isolierölalterung und Gas in Öl-Analyse
- Durchführungen: C / tan δ Messung
- Buchholzschutz, Druckentlastungsventile, Lastschalterschutz
- Luftentfeuchterkontrolle, Tausch des Trocknungsmittels
- Lastschalter

6.2.2 Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen

- Trasse
 - Abstände zum Boden, zu Gebäuden, Hindernissen, Kreuzungsobjekten
 - Trassenpflege (Ausastmaßnahmen, Schneisenbreite, Randbäume, Unterholz)
- Maste
 - Maststandorte: ungehinderter Zugang, Bewuchs, Ablagerungen, Geländeänderungen

- Mastkonstruktionen: Korrosionsgrad, Abwitterungszustand des Anstrichs, Zustand der Eckstiele im Übergangsbereich Boden-Luft, lose, abgesprengte oder entfernte Verschraubungen, Rissbildung an Profilen, verbogene oder ausgeknickte Eckstiele und Diagonalen, Steighilfen, Fremdkörper wie z. B. Vogelnester
- Fundamente: Rissbildungen, Abplatzungen, Porosität, Fundamentbeschichtung
- Funktionalität der Masterdung
- Beschilderung: Vollständigkeit und Lesbarkeit
- Schichtdickenmessung von Beschichtungen
- Korrosionsschutzmaßnahmen an Stahlmasten
- Stromkreise, Erdseile, Luftkabel
 - Leiter- und Erdseile: Durchgangsunterschiede, Seilschäden, Fremdkörper
 - Luftkabel: Beschädigungen an Trag- und Abspannpunkten, Schwingungsdämpfern Ableitungen und Muffen
 - Isolatoren: abgeplatzte Isolatorschirme, Brandspuren, Doppelketten erforderlich?
 - Armaturen und Stromschlaufen: Beschädigungen, Lichtbogenspuren, lose Abstandshalter
 - Thermovisionmessungen
- Stichpunktartige Verschleißuntersuchungen an wichtigen Baugruppen wie z. B. Isolatorketten und Leiterseilen im Prüffeld

6.2.3 Hoch- und Höchstspannungs-Kabelanlagen

- Begehung von Kabeltrassen z. B. in Brücken, Schächten und Kanälen
- Endverschlüsse (Dichtigkeit, Ölaustritt, Verschmutzung)
- Kathodischer Korrosionsschutz (Kontrolle der Wirksamkeit)
- Isolation (Füllstand Ausgleichsgefäße, Druckanzeige)
- Anschlussklemmen (Thermovisionmessungen)
- (Mauer-)Durchführungen (Dichtigkeit)
- Kabelmantelprüfung
- Garnituren (TE-Messung)

- Isoliermedium bei Endverschlüssen von Papiermasse-Verteilungskabel oder Gasdruckkabel und Ölkabel
- Isolatoren der Endverschlüsse (Porzellan, Silikon)

6.2.4 Schutz- und Leittechnik

- Steuerungen, Regelungen, Überwachungen, Schutzeinrichtungen
 - Steuerschrank, Relaishaus
(Heizung, Beleuchtung, Belüftung, Verschmutzung)
 - Vor-Ort-Steuerung, (Not-)Steuertafel
 - Schutzschränke/Schutztafeln, Meldefeld
 - Reglerschränke
 - Ggf. ablesen von Relaisanzeigen und Zählwerkständen
- Schutzeinrichtungen (Prüfung des Schutzsystems)
 - Anrege- und Auslösekennlinien
 - Messwerte, Meldungen und Störmeldungen/Stördaten
- Funktionskontrolle
- Überprüfung der Wandlerkreise
- Nachjustierung von Einstellwerten

6.3 Mittel-/Niederspannungsnetze

Mittelspannungsanlagen, die einen zu Hochspannungsanlagen vergleichbaren Aufbau haben, sind in Kapitel 6.2 behandelt.

6.3.1 Mittelspannungsschaltanlagen

- Schalthäuser und Stationsgebäude
 - Außenansicht, Dach, Wände
 - Schließung Türen, Fenster
 - Raumklima
 - Bewuchs

- Schaltanlage allgemein
 - Durchführungen, Klemmen, Verbindungen
 - Kapselung, Gehäuse
 - Geräusche
 - Kabel
 - Erdungsanlage
 - Beschilderung
 - Abschrankungen
 - Spannungsprüfsysteme, sicherheitstechnische Einrichtungen
- Leistungsschalteranlagen, luftisoliert (auch luft-feststoffisoliert)
 - Gehäuse
 - Druckentlastung
 - Spannungsanzeige
 - Anschlüsse
 - Antrieb
 - Isolier- und Löschmedium
- Leistungsschalteranlagen, gasisoliert
 - Kapselung
 - Berstscheiben
 - Spannungsanzeige
 - Anschlüsse
 - Antrieb
 - Isoliermedium
 - Isolationszustand (TE-Messung)
- Last-, Trenn- und Erdungsschalter
 - Strombahn mit Kontakten (Kontaktbrand; Beschädigung; Abrieb; Drehlageranschluss)

- Stützer, Drehsäule (Beschädigungen; Verschmutzung; Flanschkorrosion; Kitzung)
- Antrieb, Gestänge, Grundrahmen (Gelenkfettung; Korrosion; Verschmutzung)
- Reinigen und Fetten der Kontakte, Schmierer (Antrieb und Gestänge)
- HH-Sicherungen
- Wandler
 - Gehäuse
 - Isoliermedium
- Überspannungsableiter
 - Isolator (Porzellan, Silikon)
- Eigenbedarfseinrichtungen
 - Gleich- und Wechselrichter
 - Batterien
 - Verteilung

6.3.2 Niederspannungsschalt- und Verteilanlagen

- Kabelverteilschränke
 - Kapselung, Gehäuse
 - Abschrankungen / Abdeckungen
 - Beschriftung
 - Normalschaltzustand
 - Sicherungen
 - Potentialausgleich, Schutzerdung
 - Niederspannungsverteilungen
- Hausanschlusskästen
 - Zugänglichkeit
 - Gehäuse
 - Verplombung

- Elektrische Kontakte
- Sicherungen
- Potentialausgleich

6.3.3 Verteiltransformatoren

- Kessel
- Anschlüsse
- Erdung
- Öldichtigkeit

6.3.4 Mittel- und Niederspannungsfreileitungen

Mittelspannungsleitungen werden in der Regel durch Begehungen inspiziert.

- Maste/Stützpunkte
 - Standsicherheit, Schäden und Mängel ggf. in Schadensklassen einteilen
 - Masterdung und Erdung der Anbauteile
 - Traversen/ Querträger (Schäden, verdreht, schief, lose)
 - Vogelschutzeinrichtungen
 - Kabelaufführungen, Endverschlüsse, Überspannungsableiter
 - Mastschalter mit Gestänge und Schloss
 - Mastanker (Korrosion, lose)
 - Besteigschutz
 - Maststandortpflege
 - Speziell bei Holzmasten:
 - Mechanische Beschädigungen, Blitzschäden, Insektenbefall, Spechtlöcher, Beschädigung der Bandage
 - Abklopfen des Schaftbereiches
 - Nachpflege von Holzmasten
 - Speziell bei Betonmasten:
 - Längsrisse am Mastenschaft (bis 2 mm, bis 5 mm, über 5 mm)

- Torsionsrisse
- Betonabplatzungen am Mastschaft und Querträger
- Korrosion freiliegender Bewehrungsstähle
- Belüftungsbohrung
- Betonfestigkeit und Betonüberdeckung von Bewehrungsstählen

Speziell bei Stahlmasten (Gitter-, Stahlvollwand- und Profilstahlmaste):

- Zustand von Schweißnähten
- Korrosionsschutz

Speziell bei Dachständern

- Streben / Anker (Korrosion)
- Verwahrungen (Korrosion, Undichtigkeit)
- Keine leitende Verbindung mit Erdungsleitungen, Blitzschutzanlagen (Schutzfunkenstrecke) oder metallischen Folien von Wärmeisolationmaterial

- Trasse

- Trassenpflege
- Ausastmaßnahmen (Baumannäherungen, Waldschneisen)

6.3.5 Mittel- und Niederspannungs-Kabelanlagen

Instandhaltungsmaßnahmen werden in der Regel nur an Endverschlüssen sowie zugänglichen Garnituren und zugehörigen Nebeneinrichtungen (Druckgefäße, Verrohrungen, Drucküberwachungen etc) durchgeführt.

- Endverschlüsse (Dichtigkeit, Ölaustritt, Verschmutzung)
- Kathodischer Korrosionsschutz
- Isolation (Füllstand Ausgleichsgefäße, Druckanzeige)
- Anschlussklemmen
- (Mauer-)Durchführungen (Dichtigkeit)
- Nachfüllen von Isoliermedium bei Endverschlüssen von Papiermasse-Verteilungskabel oder Gasdruckkabel und Ölkabel
- Isolatoren der Endverschlüsse (Porzellan, Silikon)

6.3.6 Schutz- und Leittechnik

- Steuerungen, Regelungen, Überwachungen, Schutzeinrichtungen
 - Steuerschrank, Relaishaus
(Heizung, Beleuchtung, Belüftung, Verschmutzung)
 - Vor-Ort-Steuerung, (Not-)Steuertafel
 - Schutzschränke/Schutztafeln, Meldefeld
 - Reglerschränke
 - Ggf. ablesen von Relaisanzeigen und Zählwerkständen
- Schutzeinrichtungen (Prüfung des Schutzsystems)
 - Anrege- und Auslösekennlinien
 - Messwerte, Meldungen und Störmeldungen/Stördaten
- Funktionskontrolle
- Überprüfung der Wandlerkreise
- Nachjustierung von Einstellwerten