

DIN EN 62673

ICS 03.120.10; 33.040.40; 35.110

Einsprüche bis 2011-01-29

Entwurf**Methodik zur Beurteilung und Sicherstellung der Zuverlässigkeit von Kommunikationsnetzen (IEC 56/1382/CD:2010)**

Methodology for communication network dependability assessment and assurance
(IEC 56/1382/CD:2010)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2010-11-22 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (Hausanschrift: Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main).

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

Gesamtumfang 74 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe und Abkürzungen	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Abkürzungen	9
4 Überblick zur Methodik der Netzzuverlässigkeit	10
4.1 Notwendigkeit für Methoden zur Netzzuverlässigkeit	10
4.2 Ziele der Netzzuverlässigkeit	10
4.3 Netzdienstszenarien	11
4.4 Strategien zur Beurteilung der Netzzuverlässigkeit	12
4.5 Strategien zur Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit	13
5 Anwendungen der Netzzuverlässigkeitsmethodik	13
5.1 Anwendbare Verfahren im Lebenszyklusprozess	13
5.2 Netzzuverlässigkeitseigenschaften	15
5.3 Methodik zur Beurteilung der Netzzuverlässigkeit	16
5.4 Methodik zur Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit	20
Anhang A (informativ) Überblick über die Beziehungen zwischen Dienstgüte, Zuverlässigkeit und Netzleistungsfähigkeit	25
A.1 Zielsetzung	25
A.2 Beschreibung der Beziehungen zwischen Dienstgüte, Zuverlässigkeit und Netzleistungsfähigkeit	25
Anhang B (informativ) Ein Beispiel für die Beurteilung der Zuverlässigkeit eines Ende-zu-Ende- Netzes	27
B.1 Zielsetzung	27
B.2 Beschreibung der Netztopologie und der Ende-zu-Ende-Netzdienstpfade	27
B.3 Aufbau von Ende-zu-Ende-Netzdienstpfaden	28
B.4 Analyse von Ende-zu-Ende-Netzdienstpfaden	30
B.5 Bewertung von Ende-zu-Ende-Netzdienstpfaden	31
Anhang C (informativ) Ein Beispiel für die Beurteilung der Zuverlässigkeit eines „Full-end“-Netzes	33
C.1 Zielsetzung	33
C.2 Beschreibung von Netztopologie und „Full-end“-Netz	33
C.3 Analyse des Verfügbarkeitsmodells für das „Full-end“-Netz	33
C.4 Bewertung des „Full-end“-Netzes	34
Anhang D (informativ) Bewertung der Netzzuverlässigkeit im Feldeinsatz	35
D.1 Zielsetzung	35
D.2 Analyse der Daten	35
D.3 Bewertung der Netzzuverlässigkeit	36
Literaturhinweise	37

Bild A.1 – Beziehungen zwischen Dienstgüte, Zuverlässigkeit und Netzleistungsfähigkeit	25
Bild B.1 – Ein typisches Beispiel einer Ende-zu-Ende-Netztopologie.....	27
Bild C.1 – Ein typisches Beispiel der Topologie eines „Full-end“-Netzes	33
Bild D.1 – Beiträge zum nichtverfügbaren Zustand des Netzes und resultierende Auswirkungen auf den Netzdienst	36
 Tabelle 1 – Zusammenstellung von Netzzuverlässigkeitsmaßnahmen und anwendbaren Verfahren	14
Tabelle 2 – Zusammenstellung von Netzzuverlässigkeitskenngrößen	16
Tabelle D.1 – Zusammenstellung der Netzausfalldaten eines landesweiten, öffentlichen vermittelten Fernsprechnetzes	35

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 56/1382/CD:2010 „Methodology for communication network dependability assessment and assurance“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 56 „Dependability“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 132 „Zuverlässigkeit“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Methodik zur Beurteilung und Sicherstellung der Zuverlässigkeit von Kommunikationsnetzen

Einleitung

Die Zuverlässigkeit von Kommunikationsnetzen wird stark beeinflusst vom Entwurf und der Realisierung der Netzdienstfunktionen, die die Zufriedenheit der Nutzer mit der Netzdienstleistung bewirken sollen. Netzevolution, Zunahme der Dienste und funktionale Erneuerung im Kommunikationsbereich sind seit langem Herausforderungen für die Anbieter von Netzdiensten sowohl für das weite Gebiet von Netzdiensten als auch für solche dienstbezogenen Maßnahmen, die vom End-Nutzer wahrgenommen werden. Um ein rentables Geschäft mit Netzdiensten aufrechtzuerhalten, ist es von der Kommunikationsindustrie umsichtig und vorausschauend, die benötigten Netzdienstfunktionen bereitzustellen, ebenso wie angemessene Netzkapazität und Netzleistungsfähigkeit, Sicherheit der Dienste, Dienstgüte und zuverlässige Dienste. Diese Internationale Norm befasst sich mit einem der wichtigsten Aspekte, der Beurteilung und der Bereitstellung von zuverlässigen Diensten, um die Netzdienstleistung sicherzustellen. Sie befasst sich auch mit den Strategien zur Zuverlässigkeitssicherung von Netzen und der Methodenanwendung zum Verbessern und Aufrechterhalten des Netzbetriebs.

Diese Norm unterstützt die Anforderungen von IEC 61907 an die Netzzuverlässigkeitstechnik, wonach die Methodik zur Beurteilung und Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit benötigt wird. Die Norm befasst sich mit der geeigneten Methodik, die ein einheitliches Herangehen an die Analyse und Bewertung der Netzzuverlässigkeit erlaubt, um einen zuverlässigen Netzentwurf für eine erfolgreiche Realisierung sicherzustellen. Ziel ist, zu einer kostengünstigen Lösung für die Realisierung der Netzzuverlässigkeit zu kommen und die Vorteile der Netzzuverlässigkeit für die Dienstbringung zu sichern.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm beschreibt eine Methodik zur Beurteilung von Kommunikationsnetzen, um Zuverlässigkeit und zuverlässige Dienste zu erreichen. Sie stellt ein systematisches Vorgehen bereit zur Analyse der Netztopologie, zur Bewertung der Zuverlässigkeit von Dienstpfaden, zum Modellieren komplexer Netzkonfigurationen, zur Anwendung der Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse auf Netze, zur Prüfung von Netzen mittels Einbau von Fehlzuständen^{N1)} zwecks Verifizierung der Zuverlässigkeit der Dienste sowie zur Interpretation von Zuverlässigkeitsdaten zur Verbesserung der Netzzuverlässigkeit. Sie befasst sich auch mit den Strategien zur Zuverlässigkeitssicherung von Netzen und der Methodenanwendung zum Verbessern und Aufrechterhalten des Netzbetriebs.

Diese Internationale Norm ist für Netzdienstanbieter, für Netzplaner und -entwickler sowie für Instandhalter und Betreiber von Netzen zur Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit und von zuverlässigen Diensten gedacht.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments 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).

IEC 60050-191, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 61907, *Communication network dependability engineering*

IEC 60300-3-15, *Dependability management – Part 3-15: Application guide – Engineering of system dependability*

^{N1)} Nationale Fußnote: DIN EN 65108 spricht von Test durch Fehlereinbau. In der Fachliteratur wird die en. Benennung (fault insertion test) meist nicht übersetzt.

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-191 und die folgenden Begriffe.

3.1.1

Kommunikationsnetz

System aus Kommunikationsknoten und Übertragungsleitungen, das die Übertragung von analogen oder digitalen Signalen ermöglicht

BEISPIELE Telekommunikationsnetze, Internet, Intranet, Extranet, Fernnetze (Wide Area Networks, WAN), Ortsnetze (Local Area Networks, LAN) und Computervernetzung, die Informationstechnologie verwenden.

ANMERKUNG 1 Ein Netz hat seine Begrenzung. Alle Knoten an der Netzgrenze werden Enden genannt. Bei einigen Anwendungen wird die Benennung „Knoten“ anstelle von „Ende“ für einen Kommunikationszugangspunkt zum Netz verwendet, ebenso wie für Zusammenschaltungen von Übertragungsleitungen.

ANMERKUNG 2 Ein „Backbone“-Kommunikationsnetz besteht aus dem Kernnetz und Hochgeschwindigkeitsverbindungen (national und international), die größere Vermittlungsstellen (Verknüpfung von Übertragungsleitungen) an verschiedenen Standorten in einem Land oder einer Region miteinander verbinden.

3.1.2

(Netz-)Zuverlässigkeit

Fähigkeit, wie und wenn benötigt zu funktionieren, um spezifizierte Kommunikations- und operative Anforderungen zu erfüllen

3.1.3

(Netz-)Verfügbarkeit

Fähigkeit, wie und wenn benötigt unter gegebenen Bedingungen funktionieren zu können, vorausgesetzt, dass die erforderlichen äußeren Hilfsmittel bereitgestellt sind

ANMERKUNG 1 Die Verfügbarkeit wird durch das Zusammenwirken aller Eigenschaften der Funktionsfähigkeit, der Instandhaltbarkeit und der Wiederherstellbarkeit der Einheit bestimmt, sowie im Allgemeinen durch die Instandhaltungsbereitschaft.

ANMERKUNG 2 Zu den gegebenen Bedingungen können Aspekte gehören, die die Funktionsfähigkeit, die Instandhaltbarkeit und die Instandhaltungsbereitschaft beeinflussen.

3.1.4

(Netz-)Funktionsfähigkeit

Fähigkeit, unter gegebenen Bedingungen für ein gegebenes Zeitintervall wie gefordert zu funktionieren

ANMERKUNG 1 Zu den gegebenen Bedingungen können Aspekte gehören, die die Funktionsfähigkeit beeinflussen, wie etwa Betriebsart, Beanspruchungsniveaus, Umgebungsbedingungen.

ANMERKUNG 2 Funktionsfähigkeit kann durch Verwendung geeigneter Messgrößen, wie etwa der mittleren Dauer bis zum Ausfall, oder der Wahrscheinlichkeit, innerhalb einer festgelegten Zeitspanne nicht auszufallen, quantifiziert werden.

3.1.5

(Netz-)Instandhaltbarkeit

Fähigkeit, in einem Zustand erhalten oder in ihn zurückversetzt werden zu können, in dem es unter gegebenen Einsatz- und Instandhaltungsbedingungen wie gefordert funktionieren kann

ANMERKUNG 1 „Gegebene Einsatzbedingungen“ dürfen Lagerung enthalten.

ANMERKUNG 2 „Gegebene Instandhaltungsbedingungen“ umfassen die zu verwendenden Verfahren und Ressourcen.

ANMERKUNG 3 Instandhaltbarkeit kann durch Verwendung von Messgrößen, wie etwa der mittleren Dauer bis zur Wiederherstellung, oder der Wahrscheinlichkeit der Wiederherstellung innerhalb einer festgelegten Zeitspanne quantifiziert werden.

3.1.6

Instandhaltungsunterstützung

Ressourcen zur Durchführung der Instandhaltung entsprechend einem vorgegebenen Instandhaltungskonzept und gegebener Instandhaltungspolitik

3.1.7

Instandhaltungsbereitschaft

Fähigkeit einer Organisation, festgelegte Netz-Instandhaltungsunterstützung auf Anforderung unter gegebenen Bedingungen durchzuführen

ANMERKUNG Die „gegebenen Bedingungen“ umfassen solche, die mit der Instandhaltungsorganisation und den Bedingungen, unter denen die Einheit eingesetzt und instandgehalten wird, zusammenhängen, sowie relevante Instandhaltungsregeln und -verfahren.

3.1.8

(Netz-)Wiederherstellbarkeit

Fähigkeit, sich ohne Instandsetzung nach einem Ausfall wieder zu erholen

ANMERKUNG 1 Die Fähigkeit, sich wieder zu erholen, kann externe Aktionen erfordern oder auch nicht.

ANMERKUNG 2 Wiederherstellbarkeit kann quantifiziert werden durch Verwendung von Messgrößen, wie etwa der mittleren Dauer bis zur Wiederherstellung, oder der Wahrscheinlichkeit der Wiederherstellung innerhalb einer festgelegten Zeitspanne.

3.1.9

(Netz-)Element

Subsystem oder Komponente eines Kommunikationsnetzes

BEISPIELE Terminals, Knoten, Übertragungsleitungen und Vermittlungsstellen.

ANMERKUNG 1 Ein Netzelement kann zur Erfüllung seiner Dienstfunktion Eingriffe durch den Menschen erfordern.

ANMERKUNG 2 Netzknoten und Zugangspunkte sind durch Übertragungsleitungen verbunden.

3.1.10

(Netz-)Übertragungsleitung

elektrische, drahtlose oder optische Verbindung zwischen Netzknoten

3.1.11

(Netz-)Leistungsfähigkeit

Fähigkeit, die für die Kommunikation zwischen Nutzern benötigten Dienstfunktionen zu erbringen

[ITU-T Recommendation I.350]

ANMERKUNG Die Netzzuverlässigkeit bezieht sich auf die Fähigkeit des Netzes, die im Netzbetrieb erforderliche Zuverlässigkeit zur Erfüllung von Netzzielsetzungen und Dienstgüteanforderungen sicherzustellen oder aufzuzeigen.

3.1.12

(Netz-)Management

Nutzung von strukturierten Prozessen und Ressourcen, um leistungs-, konfigurations-, abrechnungs-, fehlerzustands- und sicherheitsbezogene Aktivitäten zu leiten und zu lenken

3.1.13

(Netz-)Dienstfunktion

Programm oder Anwendung, das (bzw. die) mit den Nutzern des Netzes interagiert oder innerhalb der Netzinfrastruktur agiert, um Daten und Informationen im Netz zu übertragen oder auszutauschen

ANMERKUNG Eine Netz-Dienstfunktion kann aus Hardware- und Softwareelementen bestehen und Eingriffe durch den Menschen zur Realisierung einer speziellen Funktion erfordern.

3.1.14

Netzdienste

Bereitstellung von Netz-Dienstfunktionen und Kommunikationsdiensten für die Nutzer des Netzes

ANMERKUNG 1 Kommunikationsdienste sind die von den End-Nutzern abonnierten Netzdienste.

ANMERKUNG 2 Ein Trägerdienst ist eine Kommunikationsdienstfunktion, die die Übertragung von Signalen mit Anwenderinformation zwischen den Schnittstellen von Anwendernetzen ermöglicht.

3.1.15

Dienstgüte

Gesamtheit der Merkmale einer einem Nutzer gebotenen Dienstleistung, die dessen Zufriedenheit mit dieser Dienstleistung kennzeichnet

3.1.16

Netzausfall

Einbuße der Fähigkeit des Netzes, seine Funktion wie gefordert zu erfüllen

ANMERKUNG Der Ausfall kann beispielsweise auf Geräteausfall, auf Naturkatastrophen oder auf einem vom Menschen verursachten Störfall beruhen.

3.1.17

Netzfehlzustand

Zustand, der durch die Unfähigkeit des Netzes, seine Funktion wie gefordert zu erfüllen, charakterisiert ist

ANMERKUNG 1 Im Kontext von Netzbetrieb kann sich ein Fehlzustand durch einen regelwidrigen Zustand, oder eine Störung, die zu einem Ausfall eines Netzelementes führt, auf natürliche Weise ergeben, oder er kann von außen verursacht werden, wie etwa durch Einbringen eines Fehlzustandes.

ANMERKUNG 2 Ein Zustand eingeschränkter Netz-Leistungsfähigkeit ist eine Situation, in der eine oder mehrere Leistungseigenschaften nicht den Anforderungen entsprechen.

3.1.18

Dienstanbieter

Organisation, die Kommunikationsnetzdienste erbringt

BEISPIELE Telefongesellschaften, Datenübertragungsunternehmen, Anbieter drahtloser (Funk-)Kommunikation, Anbieter von Internetdiensten und Betreiber von Kabelfernsehen.

ANMERKUNG Ein Netzbetreiber oder ein öffentlicher Netzbetreiber ist eine Organisation, die ein Produkt oder eine Dienstleistung unter Verwendung eigener Einrichtungen oder der Einrichtungen anderer Netzbetreiber befördert und ihre Dienste der Allgemeinheit anbietet. Die Benennung Kommunikationsnetzbetreiber bezieht sich auf diverse Telefongesellschaften, die lokale Dienste, Ferngespräche oder Mehrwertdienste anbieten.

3.1.19

Nutzer

Anschlussinhaber, der die Dienste eines Dienstanbieters für den direkten Netzzugang in Anspruch nimmt

ANMERKUNG 1 Ein Nutzer kann Sender oder Empfänger von Nutzerinformationen oder beides sein.

ANMERKUNG 2 In manchen Situationen wird ein Nutzer eines Kommunikationsdienstes auch Teilnehmer genannt.

3.1.20

(Netz-)Integrität

Fähigkeit, sicherzustellen, dass die Inhalte des Datendurchsatzes zwischen Sendung und Empfang nicht kontaminiert, zerstört, verloren oder verändert werden

3.1.21

(Netz-)Zuverlässigkeit

Fähigkeit, die Leistungsmerkmale der Zuverlässigkeit zum Erfüllen der Netzdienstvorgaben im Netzbetrieb bereitzustellen oder darzulegen

ANMERKUNG Im Kontext dieser Norm bezieht sich Netzzuverlässigkeit auf die Bereitstellung von „Full-end“ Netzdiensten^{N2)}.

3.1.22

(Netz-)Dienstzuverlässigkeit

Fähigkeit, die Leistungsmerkmale der Zuverlässigkeit für Nutzerkommunikationsdienste bereitzustellen oder darzulegen

ANMERKUNG Im Kontext dieser Norm bezieht sich Netzdienstzuverlässigkeit auf die Bereitstellung von Ende-zu-Ende-Netzdiensten (E2E).

3.1.23

(Netz-)Dienstssicherheit

Fähigkeit, die Sicherheit für Nutzerkommunikationsdienste zu bieten oder darzulegen

3.1.24

(Netz-)Dienstpfad

Verbindungspfad aus Übertragungsleitungen und Knoten zum Aufbau von Nutzerkommunikationsdiensten

3.1.25

(Netz-)Dienstfluss

Fluss von Informationen und Daten über den Dienstpfad

3.1.26

Dienstscenario

Betriebssituation im Kommunikationsnetz für die Bereitstellung von Netzdienstfunktionen und Dienst-anwendungen der Nutzer

3.1.27

nichtverfügbarer Zustand (des Netzes)

Zustand des Netzes, in dem es unfähig ist, seine ursprüngliche Funktion auszuführen

3.2 Abkürzungen

E2E	Ende-zu-Ende (en: End-to-End)
FRACAS	Ausfallberichts-, Analyse- und Korrekturmaßnahmensystem (en: Failure Reporting, Analysis, Corrective Action System)
FRU	Feldrückläufer (en: Field Return Unit)
ND	Netzzuverlässigkeit (en: Network Dependability)
NFIT	Prüfung von Netzen mittels Einbau von Fehlzuständen (en: Network Fault Insertion Test)
NFMEA	Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse für Netze (en: Network Failure Modes and Effects Analysis)
OAMP	Betrieb, Verwaltung, Instandhaltung und Beschaffung (en: Operations, Administration, Maintenance, and Provisioning)
OSI	Kommunikation offener Systeme (en: Open Systems Interconnection)
QoS	Dienstgüte (en: Quality of Service)
RBD	Zuverlässigkeitsblockdiagramm (en: Reliability Block Diagram)
SLB	logischer Block eines Dienstpfades (en: Service Logic Block)

^{N2)} Nationale Fußnote: Nach IEC 61709, 5.1.5.5, wird unter einem „Full-end“ Netz ein Netz mit allen seinen Enden verstanden.

4 Überblick zur Methodik der Netzzuverlässigkeit

4.1 Notwendigkeit für Methoden zur Netzzuverlässigkeit

Netze sind Systeme von Systemen, die mit anderen Netzen interagieren, um mehrere Dienstleistungsziele zu erreichen. Netze sind komplex und entwickeln sich ständig weiter, was eine geeignete Methodik zur Beurteilung und Sicherstellung der Zuverlässigkeit erforderlich macht.

Aus dem Blickwinkel der Beurteilung der Netzzuverlässigkeit gesehen, haben die klassischen Zuverlässigkeitstechniken zur Analyse und Bewertung nur einen begrenzten Anwendungsbereich. Vorhandene Zuverlässigkeitstechniken sind für das Modellieren komplexer Netztopologie oft nicht geeignet und zu problematisch für die Analyse mehrteiliger Netzkonfigurationen und Netzdienstpfade, um Vertrauen in die Ergebnisse zu erzeugen. Gezielte, für die Analyse und Bewertung der Netzzuverlässigkeit geeignete Verfahren können leistungsfähige Netzlösungen bewirken. Sie sind die entscheidenden Prozesse geworden, um nachhaltige Netzdienstleistung zur Generierung von Erträgen sowie eine Investitionsrendite sicherzustellen.

Ein bekannter Ansatz zur Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit und der Netzdienstzuverlässigkeit ist, zur Verbesserung der Netzdienste eine zuverlässige Netzstruktur anzulegen, wirksame Wegeführungsmodelle festzulegen, leistungsfähiges Fehlzustandsmanagement und leistungsfähige Netzinstandhaltungsbereitschaft vorzusehen sowie Leistungsdaten und Nutzerrückmeldungen zu erfassen. Der Prozess umfasst die Analyse der Netzdienstfunktionen hinsichtlich kostengünstiger Realisierung und bewertet wertschöpfende Netzdienst-eigenschaften im Hinblick auf die Erhöhung der Dienstzuverlässigkeit. Dieser Ansatz, der zwar für die Beurteilung des Systemlebenszyklus von Hardware- und Software-Netzelementen zur Bestimmung der Zuverlässigkeit angemessen ist, ist dagegen nicht geeignet, den Vernetzungsgrad der Wegeführung von Nutzerdiensten im Netzbetrieb zu behandeln. Darüber hinaus fehlt dem herkömmlichen Ansatz zur Sicherung die Fähigkeit, auf die Dynamik der Märkte hinsichtlich anpassungsfähiger Netzkonfigurationen zu reagieren. Dies wirkt sich in einem stark wettbewerbsorientierten globalen Netzgeschäft auf die Netzdienstziele, die die Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit und die Gewährleistung zuverlässiger Dienste betreffen, aus.

In der Vergangenheit sind viele Zuverlässigkeitstechniken entwickelt worden, aber nur wenige bieten eine brauchbare Methodik, die für Anwendungen im Hinblick auf nachhaltige Netzzuverlässigkeit und zuverlässige Dienste geeignet ist. Diese Feststellung ist zurückzuführen auf die komplexe Natur der Netzevolution, die innovative Topologie bei der Entwicklung fortschrittlicher Netzdienstfunktionen und die besonderen Techniken, die für die praktische Anwendung der Zuverlässigkeitsmethodik benötigt werden. Auch wenn es viele Faktoren gibt, die die Zuverlässigkeit im Lebenszyklus des Netzes beeinflussen können, liegt der wesentliche Einfluss doch in den frühen Phasen, d. h. in Konzept/Definition, Entwurf/Entwicklung sowie Realisierung/Einführung. Netzzuverlässigkeit und Dienstzuverlässigkeit sollten zwecks Optimierung des Netzbetriebs und zwecks Vorhaltung Ertrag generierender Netzdienste fortlaufend überwacht, analysiert und bewertet werden. Aus einer realistischen Geschäftsperspektive sind die Strategien zur Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit und die Anwendung der Methodik die Schlüsselfaktoren zum Verbessern und Stärken eines ständigen Angebots von Netzdiensten.

4.2 Ziele der Netzzuverlässigkeit

Netzzuverlässigkeit ist die Fähigkeit eines Netzes, seine Leistung wie und wenn benötigt zu erbringen, um den Kommunikationsbedarf der Nutzer an ununterbrochener Netzleistung und Dienstleistung zu erfüllen. Zuverlässigkeit bedeutet, dass die Bereitstellung der Netzdienstfunktionen verlässlich ist und in der Lage, den erwünschten Dienst auf Anforderung zu erbringen. Um die Netzleistung zu realisieren und die Netzdienstzuverlässigkeit zu gewährleisten, ist es unabdingbar, einschlägige Verfahren zur Beurteilung der Netzzuverlässigkeit anzuwenden. Diese Norm unterstützt bei der Umsetzung der technischen Anforderungen in den Netzentwurf sowie bei der Prozessrealisierung und stellt die einschlägigen Zuverlässigkeitstechniken zur Analyse und Bewertung von Kommunikationsnetzen bereit. Für die vorliegende Norm gelten das technische Rahmenkonzept von IEC 60300-3-15 über Systemaspekte der Zuverlässigkeit sowie die Anforderungen von IEC 61907 an Netzzuverlässigkeitstechnik.

Bei der Entwicklung und Realisierung von Kommunikationsnetzen gibt es zahlreiche wichtige Einflussfaktoren, die für die Netzbetreiber und die Dienstleister zur Aufrechterhaltung eines rentablen Geschäfts wichtig sind. Dazu gehören:

- Netzdienstfunktionen, die dem Nutzerbedarf gerecht werden;

- Netzleistungsfähigkeit, die den Dienstanforderungen genügt;
- Dienstsicherheit;
- Dienstgüte (QoS);
- Dienstzuverlässigkeit.

Diese wichtigen mit den Netzdienstbeziehungen zwischen Dienstgüte, Zuverlässigkeit und Netzleistungsfähigkeit verbundenen Einflussfaktoren werden in Anhang A beschrieben. Die Abbildung der relevanten Netzbeziehungen liefert ein Rahmenkonzept für die Strukturierung des Netzbetriebs und zur Anlegung von Netzdienstszenarien. Die Netzdienstkriterien bilden die Basis für Strategien zur Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit und für die Methodenanwendung.

Bei der Beurteilung und Bewertung der Netzzuverlässigkeit sollte berücksichtigt werden, dass

- a) die funktionalen Parameter eines Netzes wie etwa Übertragungskapazität und Verbindungsleistung aufgrund von Ausfällen mit der Zeit abnehmen und dass dies Netzzuverlässigkeit beeinträchtigen wird;
- b) die Robustheit eines Netzes, Dienstleistungsstörungen aufgrund externer Aufschaltung oder aufgrund Unterbrechung wegen nichtverfügbarer Zustände zu widerstehen, die entscheidenden Schutzeinrichtungen der Netzinfrastruktur beeinträchtigen wird.

4.3 Netzdienstszenarien

Es gibt zwei Netzdienstszenarien, die für die Zuverlässigkeit von Interesse sind.

- a) Dienstzuverlässigkeit der Endnutzer-Verbindungen für Ende-zu-Ende-(E2E)-Netzdienste (siehe B.2) – das Ziel ist, die Netzzuverlässigkeitseigenschaften für E2E-Netzdienste aus der Sicht der Endnutzer festzulegen. Der E2E-Netzdienst ist ein unentbehrlicher Dienst, um den Endnutzerbedarf auf der Basis der Leistungsfähigkeit eines „Full-end“-Netzes im Dienstbetrieb zu erfüllen. Im E2E-Netzdienstszenario ist die Dienstzuverlässigkeit abhängig von den Wegeführungsmodellen und dem Potential der Netzleistung, das mit den speziellen, für die E2E-Verbindungen gewählten Dienstpfaden verbunden ist. Dienstzuverlässigkeit wird von den Endnutzern erlebt und spiegelt Kundenbedürfnisse und Nutzerzufriedenheit wider.
- b) Zuverlässigkeit des gesamten Netzes für „Full-end“-Netzdienste (siehe C.2) – das Ziel ist, die Netzzuverlässigkeitseigenschaften des gesamten Netzes aus der Sicht des Netzbetreibers oder des Netzdienstanbieters festzulegen. Ein „Full-end“-Netz kann in einem Dienstszenario arbeiten, in dem der Dienstanbieter die volle Verfügungsgewalt über ein privates Netz hat und dafür verantwortlich ist, ausreichende Netzzuverlässigkeit für die Netzdienste bereitzustellen. Das „Full-end“-Netz kann auch in einem Dienstszenario mit mehreren Dienstanbietern arbeiten, von denen jeder ein genau bezeichnetes Segment des gesamten Netzes wie in einer öffentlichen Vermittlungsstelle verantwortet. Der Netzbetreiber ist für die Gesamt-Netzdienstleistung verantwortlich. Die Anbieter der einzelnen Netzdienste sind, was die Dienstgüte betrifft, für ihre Beiträge zur Netzdienstleistung entsprechend den Netz-Leistungsverträgen mit dem Netzbetreiber verantwortlich.

Die beiden mit E2E- und „Full-end“-Netzdienstbetrieb verbundenen Netzszenarien greifen ineinander und ergänzen sich. Es sollte festgehalten werden, dass zufriedenstellende Nutzerdienste ohne ausreichende Zuverlässigkeit weder erreicht noch aufrechterhalten werden können. Und ohne die Zufriedenheit der Nutzer mit der Dienstzuverlässigkeit würde der Dienstanbieter^{N3)} Schwierigkeiten bekommen, den Bedarf der Nutzer an Dienstleistung aufrechtzuerhalten und könnte Teilnehmer verlieren, was sich auf die Generierung von Ertrag auswirken würde. Die Erfassung relevanter Rückinformationen bei den Nutzern des Netzes und die Analyse von Netzleistungsdaten bei diesen beiden Netzdienstszenarien würde die Ressourcenplanung sowie die Überwachung der für die Teilnehmer oder Nutzer bereitgestellten Dienstgüte erleichtern und die Zuverlässigkeit der Netzdienste insgesamt aufrechterhalten.

Der Schwerpunkt dieser Norm liegt auf der Behandlung der Netzzuverlässigkeit und der Dienstzuverlässigkeit hinsichtlich derjenigen Netzdienstszenarien, die den Anwendungsbereich und die Betriebsumgebung im Geschäftsbetrieb widerspiegeln. Dies wird mithilfe der Zuverlässigkeitsbeurteilung erreicht, die die Zuverlässigkeit bei der Netzentwicklung sicherstellt, und mithilfe der Zuverlässigkeitssicherung, die die Zuverlässigkeit der Dienste während des Betriebs erhält. Adäquate Netzzuverlässigkeitsmethoden werden

^{N3)} Nationale Fußnote: Im en. Original steht hier versehentlich „network performance“ anstelle von „service provider“.

verwendet, damit die für diese Dienstszenarien relevanten Netzdienstziele erreicht werden. Die maßgeblichen Analyse- und Beurteilungsmethoden sollten schon beim frühen Netzkzeptentwurf festgelegt werden, um die Vorteile der Zuverlässigkeit möglichst voll auszuschöpfen und das Erreichen der Dienstzuverlässigkeit sowohl aus der Sicht des Netzdienstangebots als auch aus der Sicht der Nutzerzufriedenheit zu gewährleisten. Um die Anwendung der Methoden zu erleichtern, werden hier das technische Vorgehen und der Prozessfluss beschrieben. Für die Netzdienstanalyse sollten die relevanten Eingabe- und Ausgabeanforderungen festgelegt sein. Rechtzeitige Reaktion auf erfasste Daten sowie Analyse und Interpretation von Bewertungsergebnissen sollten als Teil des Zuverlässigkeitssicherungsprozesses die Basis für Vorschläge zur Zuverlässigkeitsverbesserung bilden.

4.4 skizziert die Strategien für die Beurteilung der Netzzuverlässigkeit und für die Zuverlässigkeitssicherung; Abschnitt 5 behandelt die Anwendung der Netzzuverlässigkeitsmethoden.

4.4 Strategien zur Beurteilung der Netzzuverlässigkeit

Zuverlässigkeitsbeurteilung ist ein Prozess der Bestandsaufnahme, um den Status der Netzleistung hinsichtlich der Erbringung der Dienstzuverlässigkeit zu ermitteln. Im Folgenden werden die Strategien zur Beurteilung der Netzzuverlässigkeit beschrieben, die für die in 4.3 genannten Netzdienstszenarios von Bedeutung sind.

a) Zuverlässigkeitsbeurteilungsstrategie für Ende-zu-Ende-(E2E)-Netze

Die Zuverlässigkeit von E2E-Netzen hängt von der Netz-Topologie, den Wegeführungsmodellen und der Auswahl der Dienstpfade zum Aufbau der Nutzerdienstverbindungen ab. Um die Zuverlässigkeit von E2E-Netzen zu bewerten, sollten die mit den Dienstszenarien verbundenen Dienstpfade der Wegeführung analysiert werden. Alles Gerät und alle Übertragungsleitungen jedes Dienstpfades sollten hinsichtlich Erreichen und Erbringen der Dienstzuverlässigkeit bewertet werden. Eine Zuverlässigkeitsbeurteilung von E2E-Netzen kann mehrere Netzdienstszenarios in privaten und in öffentlichen Netzen umfassen.

Die Beurteilungsstrategie für ein E2E-Netz sollte zur Bewertung der Dienstzuverlässigkeit einem technischen Ansatz folgen. Das ergibt sich daraus, dass mehrere Dienstpfade zur Optimierung der Dienstzuverlässigkeit untersucht werden müssen. Die komplizierte Beschaffenheit der Netzkonfiguration erfordert eine spezifische Modellierungstechnik und -methodik, die Diagramme der logischen Blöcke des Dienstpfades (en. Service Logic Block, SLB) verwendet (siehe B.3), um die Bewertung der Zuverlässigkeit von E2E-Netzdiensten zu ermöglichen.

b) Zuverlässigkeitsbeurteilungsstrategie für „Full-end“-Netze

Ein in einem Dienstszenario enthaltenes „Full-end“-Netz besteht aus zahlreichen interagierenden Netzen, die verschiedenartige Dienstfunktionen von mehreren Dienst Anbietern offerieren. Die Gewährleistung von Netzzuverlässigkeit ist entsprechend der Leistungsverträge bezüglich der bereitzustellenden Dienstgüte eine gemeinsame Leistung dieser Dienst Anbieter. Die Zuverlässigkeit der Dienstfunktion des „Full-end“-Netzes kann mithilfe des Zuverlässigkeitsblockdiagramms (en. Reliability Block Diagram, RBD) [3] oder mit ähnlichen Ansätzen modelliert werden. Die praktische Beurteilung der Zuverlässigkeit von „Full-end“-Netzen kann eigentlich erst nach der Netzdienstrealisierung mithilfe von Feldbeobachtungen und mithilfe von Kundenzufriedenheitsrückinformationen, die relevante Netzleistungsdaten liefern, durchgeführt werden. Das beruht auf der komplexen Natur der Netzevolution, bei der zur Leistungsverbesserung fortlaufend neue Dienstfunktionen hinzugefügt und überholte oder unprofitable Netzdienste abgeschaltet werden. Die öffentliche Vermittlungsstelle ist ein Beispiel, bei dem die Netzzuverlässigkeit durch Analyse und Bewertung der berichteten Häufigkeit und Dauer von Nutzerdienst-Nichtverfügbarkeiten beurteilt werden kann sowie durch Analyse und Bewertung der Kundenreklamationen über die Auswirkung auf die Dienste. Die Ergebnisse der Beurteilung sollten eine Kategorisierung der nichtverfügbaren Zustände sowie das Ausmaß der Dienstauswirkung auf Netzteilnehmer oder -nutzer enthalten.

Ein „Full-end“-Netz, das als privates Netz arbeitet, gehört normalerweise einem einzigen Netzbetreiber, der die volle Verfügungsgewalt über die Bereitstellung der Netzdienste hat. Ein geschütztes Datennetz, das aus Geldautomaten besteht, die dezentrale Bankdienste anbieten, ist ein Beispiel für ein privates Netz. Um die Zuverlässigkeit des privaten „Full-end“-Netzes beurteilen zu können, sollten alle Netzelemente und ihre Beziehungen zueinander festgelegt sein und alle maßgeblichen Zuverlässigkeitsmerkmale daraufhin beurteilt werden, ob sie die für den Netzdienst vorgegebenen Leistungskriterien erfüllen. Die technischen Prozesse für die Bewertung der Netzzuverlässigkeit sind in IEC 60300-3-15 beschrieben, wo das Netz als ein System mit

Randbedingungen analysiert und bewertet wird. Bei der Entwicklung neuer Netze sollte dem Lebenszyklusprozess gefolgt werden, und es sollten Maßnahmen der Zuverlässigkeitstechnik gemäß den in IEC 61907 empfohlenen Leitlinien durchgeführt werden. Für die Erweiterung von Netzen und für Erneuerungsprojekte ist es unabdingbar, existierende Probleme vorhandener Netzkonfigurationen zu berücksichtigen, um die Leistungsfähigkeit des erneuerten Netzes zu optimieren. Netzleistungsstatistiken aus dem Feldeinsatz sollten geführt und analysiert werden, um die Angemessenheit der Leistung bezüglich der Erfüllung der Netzdienstziele zu validieren.

4.5 Strategien zur Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit

Die Strategien zur Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit bestehen aus geplanten Maßnahmen, die systematische Prozesse verwenden, damit das Erreichen der Netzzuverlässigkeit hinsichtlich Leistung und kundenorientierter Dienstzuverlässigkeit sichergestellt werden kann. Die Strategien zur Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit spiegeln die relevanten technischen Bereiche auf netzspezifische Anwendungen. Sie arbeiten mit dem Netzleistungsmanagement und den routinemäßigen Netz-Instandhaltungs- und Unterstützungsmaßnahmen zusammen, indem sie spezielle zuverlässigkeitstechnische Leistungen bereitstellen. Die netzspezifischen Strategien zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit werden nachfolgend aus der Sicht des Netzbetriebs zusammengefasst.

a) Bereitstellen von Dienstzuverlässigkeit für End-Nutzer

Bei der Gewährleistung von Dienstzuverlässigkeit gibt es zwei getrennte strategische Fragen: eine betrifft die Dienstbeiträge vom Bereitstellungsvorgang der Netzgerätfunktionen und die Fähigkeit zur Zusammenarbeit im Dienstbetrieb; die andere bezieht sich auf die Dienstbringung für Dateninformationen als Durchsatz bei der Verwendung des Bereitstellungsvorgangs der Netzkonfiguration. Die anwendungsspezifischen Strategien konzentrieren sich auf den Bereitstellungsvorgang und die Integrität des Datendurchsatzes.

b) Sicherstellen der Integrität des Datendurchsatzes

Die Integrität des Datendurchsatzes ist Grundvoraussetzung für eine zuverlässige Informationserzeugung und Datenübertragung über die Netzdienstpfade, die den Bereitstellungsmechanismus der Netzkonfiguration darbieten. Die datenspezifische Strategie konzentriert sich auf die Netzzuverlässigkeit und die Fähigkeit, Datenverlust, Datenverfälschungen oder Gefährdung der Sicherheit zu vermeiden.

c) Verbesserung der Netzleistungsfunktionen und der Unterstützungsprozesse

Die Netzleistungsfunktionen und -unterstützungsprozesse neigen dazu, sich zu verschlechtern, wenn sie nicht angemessen instand gehalten und laufend aktualisiert werden. Das würde sich in allmählicher Herabsetzung der Netzleistung äußern und zu häufiger Netz-Nichtverfügbarkeit sowie zu zunehmenden Unklarzeiten der Dienste führen, und so den Netzbetrieb und die Dienstgüte beeinträchtigen. Die Netz-Instandhaltungsbereitschaftsstrategie zur Zuverlässigkeitssicherung soll die fortlaufende Verbesserung zur Optimierung von Netzfunktionen und zur Vereinfachung von Verfahren für Netzunterstützungsprozesse voranbringen. Der technische Schwerpunkt liegt auf der Verbesserung kritischer Netzleistung in Verbindung mit Zuverlässigkeitsmerkmalen, wie Wiederherstellbarkeit, Verfügbarkeit, Funktionsfähigkeit, Instandhaltbarkeit und Instandhaltungsunterstützung. Fortlaufende Verbesserung des Netzes ist entscheidend dafür, einen entwicklungsfähigen Netzdienstbetrieb aufrechtzuerhalten und die Zufriedenheit der End-Nutzer sicherzustellen. Die Sicherungsstrategie umfasst sowohl Korrekturmaßnahmen als auch vorbeugende Maßnahmen, um das Wiederauftreten von Netzbetriebsproblemen zu vermeiden.

5 Anwendungen der Netzzuverlässigkeitsmethodik

5.1 Anwendbare Verfahren im Lebenszyklusprozess

Die anwendbaren Verfahren im Netzlebenszyklusprozess und zugehörige Zuverlässigkeitsmaßnahmen werden in IEC 61907 beschrieben. Die Netzlebenszyklusphasen umfassen Konzept/Definition, Entwurf/Entwicklung, Realisierung/Einführung, Betrieb/Instandhaltung, Erweiterung/Erneuerung und Stilllegung. Für jede Phase des Netzlebenszyklus werden die relevanten Verfahren für die Analyse und Bewertung der Netzzuverlässigkeit genannt. Ziel ist, die Anforderungen an die Netzzuverlässigkeit durch umsichtige

Anwendung der einschlägigen Methoden zur Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit zu erfüllen, damit die geforderte Dienstzuverlässigkeit erreicht wird.

Es gibt zwei mit dem Netzlebenszyklus verbundene Hauptaspekte bei der Anwendung der Zuverlässigkeitsmethodik.

a) Beurteilung der Netzzuverlässigkeit

Die Beurteilung der Netzzuverlässigkeit ist die Anwendung von Analyse-, Prüf-, Verifizierungs- und Bewertungsverfahren bei der Netzentwicklung. Die Beurteilungsverfahren werden in den frühen Phasen des Netzlebenszyklus angewendet, d. h. während Konzept/Definition, Entwurf/Entwicklung und Realisierung/Einführung. Die Ziele der Beurteilung sind auf das Erfüllen der Anforderungen an die Netzzuverlässigkeit gerichtet, bevor das Netz zur Dienstbringung in Betrieb genommen wird. Einige der Beurteilungsverfahren wie etwa FRACAS und Risikobeurteilung sind die wesentlichen Analyse- und Beurteilungsprozesse, die eingesetzt werden, um die Erfassung von Netzdateninformationen für die Vorhersage von Entwicklungstendenzen der Zuverlässigkeit während Betrieb/Instandhaltung zu unterstützen und um Entscheidungen bezüglich Netzerweiterung bzw. Netzerneuerung zu erleichtern. Anwendungen der Methodik zur Zuverlässigkeitsbeurteilung werden in 5.3 beschrieben.

b) Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit

Die Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit umfasst die Vorgehensweisen und Prozesse, die während der Phasen Betrieb/Instandhaltung und Erweiterung/Erneuerung des Netzlebenszyklus angewendet werden. Ihre Ziele sind auf spezielle Zuverlässigkeitsfragen gerichtet, die Lösungen während des Netzbetriebs erfordern. Dies soll Netzleistung und -dienste aufwerten und stärken. Die Maßnahmen hängen eng mit dem Netzleistungsmanagement, dem Netzfehlzustandsmanagementsystem und den routinemäßigen Netz-Instandhaltungs- und Unterstützungsmaßnahmen zusammen, indem sie spezielle zuverlässigkeitstechnische Leistungen bereitstellen. Anwendungen der Methodik zur Zuverlässigkeitssicherung und technische Vorgehensweisen werden in 5.4 beschrieben.

Tabelle 1 zeigt für jede Phase des Netzlebenszyklus eine Zuordnung von Verfahren zu wichtigen Zuverlässigkeitsmaßnahmen.

Tabelle 1 – Zusammenstellung von Netzzuverlässigkeitsmaßnahmen und anwendbaren Verfahren

Phasen des Netzlebenszyklus	Maßnahmen zur Netzzuverlässigkeit	Anwendbare Verfahren
Konzept/Definition	– Analyse der Anforderungen an die Netzzuverlässigkeit	– Analyse von Dienstszenarien – Risikobeurteilung
Entwurf/Entwicklung	– Netzzuverlässigkeitsaufteilung – Netzzuverlässigkeitsvorhersage – Analyse und Bewertung des Netzzuverlässigkeitsentwurfs	– Modellieren des Netzes (einschließlich SLB-Methode) – Netz-FMEA
Realisierung/Einführung	– Prüfung der Netzzuverlässigkeitseigenschaften – Entwicklung von Prüfdatensätzen – Nachweis der Konformität der Netzdienstzuverlässigkeit	– Prüfung von Netzen mittels Einbau von Fehlzuständen (NFIT)
Betrieb/Instandhaltung	– Netzzuverlässigkeitsbewertung – Fehlzustandsmanagement und Störfallberichte – Instandhaltungsaufzeichnungen	– Ausfallberichts-, Analyse- und Korrekturmaßnahmen-system (FRACAS) – Sicherstellung

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Phasen des Netzlebenszyklus	Maßnahmen zur Netzzuverlässigkeit	Anwendbare Verfahren
Erweiterung/Erneuerung	– Analyse des Bedarfs an erweiterten/erneuerten Diensten – Zuverlässigkeitsbeurteilung für erweiterte/erneuerte Dienste	– Risikobeurteilung – Sicherstellung
Stilllegung	– Mitteilung an die Nutzer bei Netzdiensteinstellung – Entsorgung veralteten Geräts	– Risikobeurteilung

5.2 Netzzuverlässigkeitseigenschaften

Die in Tabelle 1 genannten anwendbaren Verfahren erfordern die Festlegung einschlägiger Netzleistungseigenschaften für die Beurteilung der Zuverlässigkeit. Diese Leistungseigenschaften spiegeln die Übereinstimmung der Netzleistungsfähigkeit mit den in den Leistungsverträgen festgelegten Anforderungen an die Dienstgüte bei der Bereitstellung von Netzdiensten wieder. Zur Analyse dieser Zuverlässigkeitseigenschaften sollten Netzausfallkriterien festgelegt sein und die Werte der Zuverlässigkeitskenngrößen ermittelt werden.

a) Festlegung von Netzausfallkriterien

Netzausfallkriterien für Ende-zu-Ende- und „Full-end“-Netzdienste sollten festgelegt werden, um die Maßeinheit für die Werte der Zuverlässigkeitsparameter vorzugeben. Die Kriterien bieten quantitative Maße für das Beurteilen der Leistungsparameter, die den Status des Netzdienstbetriebs sowie für das Beurteilen der Ausfallbedingungen festlegen. Die Netzausfälle werden mit dem Ziel der Verbesserung der Netzzuverlässigkeit zum Erkennen möglicher Ursachen und zur Erleichterung von Ursachenanalysen nach Kategorien aufgliedert.

- Einrichtungsspezifische Netzausfälle sind Ausfälle einzelner Netzelemente, die auf Ausfällen von Knoten oder Verbindungsleitungen von Geräten oder von Software beruhen und zu Netzunterbrechungen führen. Ein Feldrückläufer (en: field return unit, FRU) ist ein Netzelement wie etwa ein Schaltkreis oder eine instanzzusetzende Hardwarebaugruppe, die im Netzdienstbetrieb eingesetzt wird. Der Feldrückläufer wird aufgrund von Ausfall oder aus anderen Gründen zum Austausch gemäß den Netzdienstvereinbarungen oder gemäß den Anforderungen an die Netzinstandhaltung zurückgesandt. Die Analyse der Feldrückläufferrate liefert Erkenntnisse über kritische Feldausfallprobleme.
- Verkehrsflussspezifische Netzausfälle sind Ausfälle, die mit den Betriebsszenarien von Netzdienstverkehrsänderungen und mit Überlastung durch Nutzerinanspruchnahme zusammenhängen.
- Katastrophenbedingte Netzausfälle sind Ausfälle, die menschlichen Ursprungs sind oder von Naturkatastrophen verursacht werden.
- Sicherheitsbedingte Netzausfälle sind Ausfälle, die durch ungenügende Sicherheit verursacht werden.
- Geplante, maßnahmenbezogene Netzausfälle sind Ausfälle, die während geplanter Maßnahmen zur Netzinstandhaltung auftreten.
- Durch menschliche Faktoren bedingte Netzausfälle sind Ausfälle, die auf menschlichen Fehlern oder auf Fahrlässigkeit beruhen.

b) Festlegung von Netzzuverlässigkeitskenngrößen

Tabelle 2 fasst wichtige Kenngrößen für die Beurteilung der Netzzuverlässigkeitseigenschaften zusammen. Die relevanten Zuverlässigkeitskenngrößen werden für „Full-end“-Netzdienste und für Ende-zu-Ende-Netzdienste angegeben. Diese Zuverlässigkeitskenngrößen beschreiben die wichtigsten Zuverlässigkeitseigenschaften und -anforderungen an die Bereitstellung von „Full-end“- und Ende-zu-Ende-Netzdiensten.

Tabelle 2 – Zusammenstellung von Netzzuverlässigkeitskenngrößen

„Full-end“-Netzdienste: Zuverlässigkeitskenngrößen (aus Sicht der Dienstanbieter)	Ende-zu-Ende-Netzdienste: Zuverlässigkeitskenngrößen (Erfahrung der Endnutzer)
– „Full-end“-Netzdienstverfügbarkeit (<i>in % Klarzeit</i>) – Anzahl der vom nichtverfügbaren Zustand des Netzes betroffenen Teilnehmer oder Nutzer – Netzkunklarzeit (<i>Minuten/Jahr</i>) – Fehlzustandserkennungsdauer (<i>Minuten</i>) – Dauer bis zur Wiederherstellung (<i>Minuten</i>) – Quote der Feldrückläufer (<i>Anzahl/Monat^{N4)}</i>)	– E2E-Netzdienstverfügbarkeit (<i>in % Klarzeit</i>) – Dienstpfad-Unklarzeit (<i>Minuten/Jahr</i>) – Verweigerter Dienstzugang (<i>Häufigkeit/Jahr</i>) – Verzögerter Dienstzugang (<i>Häufigkeit/Jahr</i>) – Vorzeitige Dienstabstaltung (<i>Häufigkeit/Jahr</i>) – Verzögerung bei Dienstmedien (<i>Minuten/Jahr</i>)

5.3 Methodik zur Beurteilung der Netzzuverlässigkeit

5.3.1 Allgemeine Verfahren zur Zuverlässigkeitsanalyse und -bewertung

Zuverlässigkeitsbeurteilung umfasst sowohl Analyse als auch Bewertung und wird oft iterativ durchgeführt. Die allgemeinen Verfahren zur Zuverlässigkeitsanalyse und -bewertung [1] bieten ein breites Spektrum von Methoden für Netzzuverlässigkeitsanwendungen. Viele dieser klassischen Zuverlässigkeitstechniken werden während des Netzlebenszyklus zur Zuverlässigkeitsanalyse von Netzelementen und des Dienstbetriebs verwendet. Beispiele, wie etwa die Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse [2], die Analyse mithilfe von Zuverlässigkeitsblockdiagrammen [3], die Markov-Analyse [4] und Verfahren zur Zuverlässigkeitssicherung von Software [1] bilden die Grundlage zur Bewertung der Netzzuverlässigkeit. Dennoch sollte bedacht werden, dass die klassischen Zuverlässigkeitstechniken nur einen begrenzten Anwendungsbereich haben. Insbesondere sind die bestehenden vorhandenen Zuverlässigkeitsverfahren oft nicht geeignet für die Modellierung komplexer Netztopologie und problematisch für die Analyse multipler Netzkonfigurationen. Neue Verfahren, die sich leichter an die dynamischen Wegeführungsmodelle von Kommunikationsnetzdiensten anpassen lassen, sind für Anwendungen auf die Netzzuverlässigkeit eingeführt. Die folgenden, in Tabelle 1 bereits genannten anwendbaren Verfahren stellen die empfohlene Methodik und Prozesse für die Beurteilung der Netzzuverlässigkeit und für die Bewertung der Dienstzuverlässigkeit bereit.

5.3.2 Analyse von Dienstszenarien

a) Beschreibung und Zielsetzung

Die Analyse von Dienstszenarien ist ein zur Festlegung von Betriebsprofilen und zur Analyse von Anforderungen an einen Dienst anwendbares Verfahren. Zielsetzung ist es, Netztopologie und Dienstfunktionen, die für die Bereitstellung geplanter Netzdienste wichtig sind, für die Zuverlässigkeitsbeurteilung festzulegen. Dieses Verfahren erlaubt im Prozess der Analyse der Anforderungen an die Netzzuverlässigkeit die Umsetzung der über verschiedene Vertriebsquellen erlangten Kenntnis der Dienstbedürfnisse der Nutzer in technische Anforderungen.

b) Prozessanwendung

- Festlegen der zum Erfüllen der Diensterfordernisse geeigneten Netztopologie. Netze haben unterschiedliche topologische Formen, die den aktiven Pfad des Diensttransportes im Netz mit Reservepfaden und Schutzmechanismen, die den Dienstzugang und den Transport unterstützen, beschreiben.
- Festlegen der Dienstfunktionen wie etwa Sprache, Daten und Video für die Bereitstellung der Netzdienste.
- Ermitteln der Inanspruchnahme der Dienstfunktionen.
- Ermitteln des Inanspruchnahme-Profiles, das die Zugangshäufigkeit sowie Zeitpunkt und Dauer von Kommunikationssitzungen wiedergibt.

^{N4)} Nationale Fußnote: Die im en. Original irrtümlicherweise genannte Dimension „months“ wurde in der dt. Übersetzung richtiggestellt.

c) Anforderungen an die Daten

Topologievarianten, alternative Dienstpfade, Lage von Schutzmechanismen und Zugangspunkten.

d) Interpretation der Ergebnisse

Darstellung wichtiger Netzdienst-Betriebsprofilinformationen und der Eingabedaten für die Netzmodellierung und für die Erarbeitung von Zuverlässigkeitsanforderungen.

5.3.3 Netzmodellierung

a) Beschreibung und Zielsetzung

Netzmodellierung ist ein zur Erzeugung grafischer Symboldarstellungen von Netzknoten und Verbindungsleitungen sowie von Zusammenschaltungen anwendbares Verfahren bei der Festlegung einer Netzkonfiguration. Zielsetzung ist es, mutmaßliche Netzdienstpfade für Nutzerdienstverbindungen zu ermitteln. Die Anwendung dieses Prozesses erleichtert die Festlegung der relevanten Netzknoten und Verbindungsleitungen sowie der zugeordneten Schutzmechanismen, die zu einem speziellen Dienstfluss gehören, für die Beurteilung der Ende-zu-Ende-Dienstzuverlässigkeit. Netzmodellierung erlaubt die Auswahl alternativer Dienstpfade für die Zuverlässigkeitsanalyse und -bewertung, um optimale Wegeföhrung zu erreichen. Das Ende-zu-Ende-Dienstnetz ist ein Kommunikationsnetz für die Dienstbereitstellung. Anhang B beschreibt die Methode der logischen Blöcke eines Dienstpfades (en. Service Logic Block, SLB), die speziell für die Anwendung bei Ende-zu-Ende-Dienstzuverlässigkeit entwickelte wurde.

Bei „Full-end“-Netzen liefert die Netzmodellierung alle Netzknoten und Verbindungsleitungen zur Festlegung der Netzkonfiguration für die Zuverlässigkeitsbeurteilung. Ziel ist, die Verfügbarkeit des Gesamtnetzes zu ermitteln, die für die Netzfähigkeit und Netzkapazität bei der Lieferung der Netzgesamtleistung zur Erfüllung der Leistungsverträge hinsichtlich der Erbringung von Dienstgüte steht. Allgemeine Modellierungstechniken wie etwa Zuverlässigkeitsblockdiagramme, Markov-Analyse, Systemsimulation und der Prozess zur Systemmodellierung werden in IEC 60330-3-15 behandelt. Ein „Full-end“-Netz wird als Erweiterung des Systemkonzepts, bei dem ein ähnlicher Modellierungsprozess zur Anwendung kommt, angesehen. Anhang C zeigt ein Beispiel einer Beurteilung eines „Full-end“-Netzes.

b) Prozessanwendung

- Entwerfen der Netzknoten und Verbindungsleitungen sowie der Zusammenschaltungen auf der Basis der Netztopologie, um die Netzkonfiguration festzulegen.
- Festlegen der den Dienstpfaden zugeordneten Dienstfunktionen.
- Auswählen eines geeigneten Dienstpfades und Festlegen der Netzknoten und Verbindungsleitungen sowie der zugehörigen Schutzmechanismen, die zum Dienstfluss gehören.
- Analysieren jedes Dienstpfades, um die Ende-zu-Ende-Dienstfunktionsfähigkeit und -Verfügbarkeit bei der Bereitstellung der Dienstfunktionen zu bestimmen.
- Optimieren der Netzdienstkonfigurationen bezüglich der Gewährleistung von Ende-zu-Ende-Dienstzuverlässigkeit durch Festlegen von Haupt-Dienstpfaden und alternativen Dienstpfaden.
- Beim Modellieren von „Full-end“-Netzen sollte die Art der Beurteilung wichtiger Kenngrößen für Funktionsfähigkeit, Instandhaltbarkeit, Instandhaltungsunterstützung und Wiederherstellbarkeit der Netzknoten und Verbindungsleitungen festgelegt, überprüft und bewertet werden. Bei kontinuierlichem Netzbetrieb sollte die Verfügbarkeit der gesamten Netzkonfiguration zur Ermittlung der gesamten Unklarzeit pro Jahr untersucht werden.

c) Benötigte Daten

Zuverlässigkeitseigenschaften jedes ausgewählten Dienstpfades, Funktionsfähigkeit von Knoten und Verbindungsleitungen sowie zugehöriger Schutzmechanismen, Verfügbarkeit der ausgewählten Dienstpfade und Unklarzeit der Dienstpfade.

d) Interpretation der Ergebnisse

Die Anwendung der Netzmodellierung bildet die Basis für die Erarbeitung von Anforderungen an die Netzzuverlässigkeit. Sie erlaubt die Aufteilung der Netzfunktionsfähigkeit, die Vorhersage der Netzzuverlässigkeit, die Entwurfsanalyse und -bewertung sowie die Beurteilung von Ende-zu-Ende-Diensten hinsichtlich der Zuverlässigkeit der Dienste.

5.3.4 Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse für Netze

a) Beschreibung und Zielsetzung

Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse für Netze (NFMEA) ist ein Verfahren, das von dem klassischen FMEA-Prozess zur Analyse und Bewertung von Netzelementen und Dienstfunktionen übernommen worden ist. Zielsetzung ist es, kritische Fehlzustandsarten in den Netzknoten und Verbindungsleitungen zu erkennen, um deren Auswirkungen auf Dienstfunktionen der nächst höheren Schicht zu ermitteln. Die NFMEA bewertet die Kritizität möglicher Fehlzustände, die Netzzuverlässigkeit und Nutzerdienste beeinträchtigen könnten.

b) Prozessanwendung

- Verwenden der Informationen zur Netztopologie zum Kennzeichnen der Netzknoten und Verbindungsleitungen der Dienstpfade auf jeder Netzschicht für die Analyse der Fehlzustandsarten.
- Ermitteln der jeweiligen jedem Knoten und jeder Verbindungsleitung zugeordneten Fehlzustandsarten (beispielsweise Überlast bzw. Schnittstellenunterbrechung) aus der im Netzdatenspeicher gehaltenen Erfahrungsdatenbank. Diese Fehlzustandsdaten geben die Erfahrung der Endnutzer mit den Diensten wieder wie beispielsweise hinsichtlich Dienstverfügbarkeit, Dienstbeständigkeit und Dienstausslösung.
- Ermitteln der Fehlzustände, die zu Unklarzeiten bei dem betrachteten Dienst führen, wie etwa zu Dienstpfad-Unklarzeit, Netz-Unklarzeit und Unklarzeit des Übertragungsnetzes.
- Ermitteln der resultierenden Kritizität des Fehlzustands und Bewerten der Auswirkung auf den E2E-Netzdienst.

c) Benötigte Daten

Erfahrungsdaten, die über Art und Auswirkungen von Fehlzuständen erfasst und im Netzdatenspeicher gesammelt wurden.

d) Interpretation der Ergebnisse

Die Ergebnisse der NFMEA können als Eingabedaten für die Aktualisierung der Netzzuverlässigkeitsbeurteilung hinsichtlich der Dauer der Unklarzeit und des Instandhaltungsaufwandes verwendet werden. Die Ergebnisse der NFMEA werden auch verwendet für die Entwicklung von Prüfdatensätzen für die Prüfung von Netzen mittels Einbau von Fehlzuständen, wenn dies vereinbart war.

5.3.5 Prüfung von Netzen mittels Einbau von Fehlzuständen

a) Beschreibung und Zielsetzung

Die Prüfung von Netzen mittels Einbau von Fehlzuständen (en: Network Fault Insertion Test, NFIT) kann angewendet werden, um die Auswirkungen von Netzausfällen durch den beabsichtigten Einbau von Fehlzuständen zum Zweck der Prüfung der Auswirkungen auf die Ergebnisse zu verifizieren. Das Ziel ist, die Leistungsfähigkeit von redundanten Entwürfen, von Schutzmechanismen und die Fähigkeit des Fehlzustandsmanagements des Netzes insgesamt zu verifizieren.

b) Prozessanwendung

- Festlegen des Prüfobjektes für den vorgesehenen Prüfdatensatz.
- Festlegen der Vorgehensweise für den Fehlzustandseinbau an einer Soll-Prüfschicht (en: target test layer). Unterschiedliche OSI-Schichten [6] haben unterschiedliche Arten von Fehlzuständen.
- Anwenden des Prüfdatensatzes. Während der Prüfung Beobachten aller zugehörigen Netzelemente und Dienstpfade. Ermitteln von Bereich und Ausmaß der Auswirkung des Fehlzustandes. Aufzeichnen der Prüfergebnisse.

c) Benötigte Daten

Prüfprotokolle und Bemerkungen.

d) Interpretation der Ergebnisse

Bewerten der Auswirkung der Fehlzustände auf die Netzdienstfunktionen, die Dienstwiederherstellungsdauer und die Fähigkeit zur Toleranz gegenüber Fehlzuständen. Bereitstellen von Informationen über die Wirkungsweise des Prüfdatensatzes, die Fehlzustandsabdeckung und die Wirksamkeit des Netzfehlzustandsmanagements.

5.3.6 Ausfallberichts-, Analyse- und Korrekturmaßnahmensystem

a) Beschreibung und Zielsetzung

Das Ausfallberichts-, Analyse- und Korrekturmaßnahmensystem (FRACAS) ist ein Verfahren zur Erfassung relevanter Daten für Störfallberichterstattung und Instandhaltungsmaßnahmen sowie von Diagnose- und Analyseergebnissen für die Empfehlung von Korrekturmaßnahmen. Zielsetzung ist ein standardisierter Aufbewahrungsort für den Datenbestand zur Erfassung und Speicherung der Zuverlässigkeitshistorie zur Verbesserung von Netzentwurf und Netzdienst.

b) Prozessanwendung

FRACAS ist normalerweise automatisiert, um Datenaktualisierung, Folgemaßnahmen und Prozessverbesserungen zu erleichtern.

c) Benötigte Daten

Ausfalldatenklassifizierung und Instandhaltung der Datenbank vorsehen.

d) Interpretation der Ergebnisse

Feststellen von Entwicklungstendenzen bei der Netzzuverlässigkeit und Aufbau einer Historie der Verbesserungsmaßnahmen.

Anhang D zeigt die Bewertung der Netzzuverlässigkeit im Feldbetrieb. Er veranschaulicht am Beispiel einer öffentlichen Vermittlungsstelle typische Netzfehlzustandskategorien für die Zuverlässigkeitsbewertung.

5.3.7 Risikobeurteilung

a) Beschreibung und Zielsetzung

Risikobeurteilung ist ein Verfahren zur Ermittlung möglicher Vorteile oder des Ausmaßes des Gefährdungspotentials, die (bzw. das) aus einer speziellen Maßnahme, die ergriffen wurde oder geplant ist, resultieren können (kann). Zielsetzung ist es, ein Vorgehen zum Umgang mit Unsicherheit zu formalisieren, bei dem es einen möglichen Vorteil oder einen Risikohinderungsgrund gibt. Risikobeurteilung ist verbunden mit dem Risikomanagement für Projekte [5], das während des Projektlebenszyklus an wesentlichen Entscheidungspunkten, an denen entscheidende Zusagen für Ressourcen gemacht werden, wichtiges Fachwissen bereitstellt.

b) Prozessanwendung

- Erkennen von Bereichen im Projektlebenszyklus, die Gefährdungspotential bergen.
- Bestimmen der Risikobedingungen in Form von Eintrittswahrscheinlichkeit und zugehöriger Auswirkung auf das Ergebnis. Eine Risikoanalyse sollte zur Risikobeurteilung^{N5)}, deren Ergebnis in Form einer qualitativen Feststellung und/oder als messbare Größe ausgedrückt werden kann, jeweils mit erläuternder Begründung durchgeführt werden.

^{N5)} Nationale Fußnote: Risikobeurteilung (en: risk assessment) setzt sich gemeinhin zusammen aus Risikoanalyse (en: risk analysis) und Risikobewertung (en: risk evaluation); vgl. beispielsweise DIN IEC 62198.

- Bewerten des Niveaus des Risikoengagements zwecks Festlegung von Prioritäten für Risikominderung oder Risikosteuerung und -bewältigung.

c) Benötigte Daten

Einschlägige technische Daten und praktische Erfahrungen liefern die benötigten Informationen für Risikoaussagen.

d) Interpretation der Ergebnisse

Nachfolgeprozess zur Risikosteuerung und -bewältigung zwecks Risikovermeidung, Risikominderung, Risikoübertragung oder -teilung bzw. zwecks Risikoselbstbehalts für den Wiederanlauf nach Eintritt des Ereignisses. Risikobeurteilung während der Konzept-/Definitionsphase sollte sich auf die Machbarkeit des Konzeptentwurfs und die Technologieauswahl für die Projektumsetzung konzentrieren. Risikobeurteilung während der Erweiterungs-/Erneuerungsphase sollte sich auf Aufwand/Nutzen und Rentabilität konzentrieren. Risikobeurteilung während der Stilllegungsphase sollte sich auf sozio-ökonomische und Umweltauswirkungen bei Einstellung des Dienstes konzentrieren.

5.4 Methodik zur Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit

5.4.1 Anwendungsbereich für die Methodik zur Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit

Der Anwendungsbereich der Methodik zur Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit deckt die drei in 4.5 genannten strategischen technischen Felder ab. Der Schwerpunkt der Anwendung ist aus der Zuverlässigkeitsperspektive besonders auf Sicherungsmaßnahmen im Netzbetrieb gerichtet. Der Netzsicherungsprozess macht ausführlichen Gebrauch von den festgelegten Netzmanagementprozessen, um praktische Vorgehensweisen zur Unterstützung des Netzleistungsmanagements, des Netzfehlzustandsmanagements und der Dienstgüte anbieten zu können. Zielsetzung ist, die Zuverlässigkeit im Netzbetrieb zu fördern und zu erhalten.

Die Sicherungsmethodiken entsprechen den empfohlenen technischen Vorgehensweisen, die auf industrieller praktischer Erfahrung zur Sicherstellung einer vertretbaren Zuverlässigkeit im Netzbetrieb und zur rechtzeitigen Erfüllung von zuverlässigkeitsgerichtetem Betreuungsbedarf im Netzdienst beruhen. Die übergreifende Netzbetriebsverantwortung zur Erreichung der Dienstgüte und Kundenzufriedenheit bleibt bei den Netzbetreibern und den Diensteanbietern. Zuverlässigkeitssicherung unter normalen Bedingungen des Netzbetriebs sowie im Notfall zielt durch Beiträge zur Dienstgüte hauptsächlich auf die Bereitstellung von Dienstzuverlässigkeit für die Endnutzer. Die zur Dienstgüte beitragende Dienstsicherheit vervollständigt die Maßnahmen zur Zuverlässigkeitssicherung. Die im Netzentwurf erreichte Zuverlässigkeit und die Einführung eines Dienstes für die Bereitstellung notwendiger Netzzuverlässigkeitsunterstützung können sich auf die Sicherheit des Netzbetriebs auswirken.

Die Methoden zur Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit werden technischen Anwendungsfeldern zugeordnet, um sie an deren Strategien zur Gewährleistung der Zuverlässigkeit auszurichten. Die hier vorgestellten Verfahren zur Zuverlässigkeitssicherung sind typische Beispiele, die aus der Gewährleistung der Zuverlässigkeit von Netzdiensten während des Netzbetriebs gewonnen worden sind, wie etwa die Prüfung des Netzzustandes und die Steuerung von Netz-Nichtverfügbarkeiten. Netzfehlzustandsmanagementsysteme werden zur Unterstützung ausgedehnter Netze bei der Fehlzustandserkennung, bei der Datenerfassung und zur Analyse von Entwicklungstendenzen verwendet. Die folgenden Abschnitte beschreiben die technischen Vorgehensweisen bei der Behandlung von Fragestellungen der Zuverlässigkeitssicherung.

5.4.2 Sicherstellung zuverlässiger Dienste

a) Zielsetzung

Gewährleistung der Zuverlässigkeit von Netzdienstpfaden für die Übertragung von Informationen und die Übergabe des Datendurchsatzes

b) Beschreibung von Anwendungen der Methodik

- i. Der Netzdienstpfad ist ein Übergabemechanismus für den Informationstransfer. Die dem Dienstpfad zugeordneten Netzknoten und Verbindungsleitungen sollten in geeignete Schutzmechanismen eingebunden sein, die den erfolgreichen Informationstransfer sicherstellen und im Falle der Störung des Hauptpfades auf andere Dienstpfade umleiten. Es gibt verschiedene Schemata zur Pfadauswahl, die für die Einbindung von Schutzeinrichtungen geeignet sind, wie etwa aktiv- oder passiv-redundante Pfade sowie Mehrheits- und Vorrangauswahltechniken. Eine Analyse der Funktionsfähigkeit des Schutzgerätes ist zur Festlegung des situationsgerechten Einsatzes unerlässlich. Eine Risikobeurteilung des geschützten Netzdienstpfades kann gefordert sein, um die Auswirkung einer Fehlfunktion und der resultierenden Effekte und Folgen zu beurteilen.
- ii. Die Dienstverfügbarkeit des Netzes drückt die Bereitstellung von Dienstzuverlässigkeit für die End-Nutzer aus. Die zur Dienstverfügbarkeit beitragenden Faktoren umfassen die Dienstzugänglichkeit für End-Nutzer, die Dienstbeständigkeit und das Auslösen des Dienstes, die zu Einrichtung und Abschluss oder Anfang und Ende einer Kommunikationssitzung gehören. Zugangsverzögerungen hängen mit der Unfähigkeit, infolge verschiedener Netzverbindungsfähigkeitsprobleme Netzverbindungen aufzubauen, zusammen. Die Stabilität der Dienstbeständigkeit wird durch die Netzkapazität und die Verkehrsflussbedingungen während der Kommunikation beeinflusst. Ein nicht erfolgreiches Auslösen des Dienstes würde zum Verlust verfügbarer Netzressourcen und zu Fehlern bei der Abrechnung mit Teilnehmern oder Nutzern führen. Die Leistungsfähigkeit der Netzdienstverfügbarkeit beruht auf der Zuverlässigkeit der Netzleistung sowie auf Funktionsfähigkeit, Geschwindigkeit und Genauigkeit des Auslösens. Netzplanung sollte sich mit Dienstverfügbarkeitsfragen aus der Sicht der Zuverlässigkeit befassen, um die Nutzung der Netzressourcen zu optimieren.

5.4.3 Sicherstellung der Datenintegrität

a) Zielsetzung

Sicherstellen der Integrität des Datendurchsatzes und des Schutzes der Datensicherheit

b) Beschreibung von Anwendungen der Methodik

- i. Datenintegrität ist abhängig von den in den Netzelementen realisierten Mechanismen und den Dienstfunktionen, die zur Entdeckung und Vermeidung nicht korrekter Übergabe des Datenflusses zwischen den Verarbeitungsfunktionen des Netzes vorgesehen wurden. Sie hängt weiterhin von den Mechanismen ab, die zur Verifizierung der Genauigkeit und der Echtheit der Ein- und Ausgabedaten verwendet werden. Die Integritätseigenschaft der Zuverlässigkeit ist die Fähigkeit des Netzes, eine gesicherte Strecke zum Schutz der Inhalte des Datendurchsatzes bereitzustellen. Integrität spiegelt den Sicherungsprozess für die Netz-Dienstfunktionen wieder, mit dem sichergestellt wird, dass die Inhalte des Datendurchsatzes bei der Überführung der Eingangsdaten in die Ausgangsdaten nicht verunreinigt, beschädigt oder verändert werden.
- ii. Es gibt zahlreiche Methoden, die für das Umgehen mit gesicherten Informationen und die Bewahrung der Datenintegrität verwendet werden. Ihre Anwendung hängt als Teil des Netzsicherungsprozesses ab von den speziellen Anforderungen an das Informationsmanagementsystems, an die Datenintegrität und das Niveau der Sicherheitserfordernisse, an die Fähigkeit zur Datenwiedergewinnung und an die Wiederherstellungsgeschwindigkeit, an die Wirksamkeit der angewendeten Technik sowie von den Realisierungskosten. Datenintegrität und Vorgehensweisen zum Schutz der Sicherheit bei ihrer Realisierung werden in IEC 61709 behandelt. Beispiele zum Datenerhalt umfassen Datensicherung und Datenduplizierung, Datenspeicherung an unterschiedlichen Orten sowie Datenkopien in unterschiedlichen Formaten. Beispiele für den Schutz der Datensicherheit umfassen Echtheitsprüfung, Codierung und Verschlüsselung von Daten und Nachrichten, Viren-erkennung und Zugangsschutzsysteme zur Vermeidung von Angriffen aus dem Netz.

5.4.4 Sicherstellung der Netzleistungsfunktionen und Verbesserung des Unterstützungsprozesses

a) Zielsetzung

Sicherstellen der Netzleistungsfunktionen und Verbesserung des Unterstützungsprozesses

b) Beschreibung von Anwendungen der Methodik

- i. Die zur Zuverlässigkeitssicherung maßgebliche Methodik verwendet die im Netzmanagement eingeführten Prozesse zum Erfüllen verschiedener zuverlässigkeitsbezogener Aufgabenstellungen, die mit der Netzplanung, mit Messungen und mit der Leistungsoptimierung verbunden sind. Die Zuverlässigkeitsmaßnahmen gehören zu Erkennung und Lösung zeitabhängiger Netzleistungsfragen, wie etwa Latenzzeit und Verzugszeiten bei der Übertragung von Datenblöcken und deren positiver Quittierung, Paketverlust, Rückübertragung und Messung des Verkehrsdurchsatzes. Das Ziel der Sicherstellung ist, das Erreichen der Verkehrsleistung hinsichtlich Geschwindigkeit, Funktionsfähigkeit und Kapazität von Netzentwurf und -konfiguration bei maximaler Ausnutzung der Ressourcen und der Vermeidung von Netzüberlastungen sicherzustellen.
- ii. Die zur Zuverlässigkeitssicherung maßgebliche Methodik verwendet die im Netzfehlzustandsmanagement eingeführten Prozesse zum Erkennen, Isolieren und Korrigieren von Funktionsstörungen im Netzbetrieb, zum Kompensieren von umfeldbedingten Änderungen und zur Unterstützung bei Instandhaltungs- und Diagnosemaßnahmen. Das Ziel der Sicherstellung ist, die Diagnose von Netzfehlzuständen, die Erfassung des Datenbestandes und die Verwaltung der Netzleistungsaufzeichnungen sachgerecht zu gewährleisten sowie die Quelle der Fehlzustandsdaten als Referenz für die Verbesserung der Netzunterstützungsdienste zu verwenden.
- iii. Die zur Zuverlässigkeitssicherung maßgebliche Methodik verwendet die im Feldüberwachungssystem des Netzes und in der Instandhaltungs- und logistischen Unterstützung eingeführten Prozesse sowie relevante Leistungsgrunddaten für die Analyse und Bewertung von Ausfallkategorien, von Unklarzeiten aufgrund von nichtverfügbaren Zuständen des Netzes, von Häufigkeiten nichtverfügbarer Zustände sowie von Beiträgen nichtverfügbarer Zustände zu Netzdienstauswirkungen auf die Nutzer des Netzes. Die Ziele der Sicherstellung sind, eine sachgerechte Beurteilung der Entwicklungstendenzen der Netzleistung sowie Kundenzufriedenheit und Dienstgüte zu gewährleisten.

5.4.5 Methoden zur Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit

a) Zustandsprüfung des Netzes

Die Zustandsprüfung (en. health check) des Netzes ist eine Methode zur Überwachung und Steuerung der Angemessenheit und Wirksamkeit der Entschärfung anhaltender Feldprobleme im Netzbetrieb. Dies geschieht, um die Bereitstellung zuverlässiger Dienste zu gewährleisten. Die Zustandsprüfung des Netzes ist die bevorzugte Methode zur Sicherstellung der Netzzuverlässigkeit. Der Prozess der Zustandsprüfung wird aufgrund von Feldproblemen durchgeführt, die im Netzbetrieb, der mittels einer Reihe von Netzsimulationsverfahren über eine gewisse Zeitspanne regelmäßig (beispielsweise alle zwei Wochen) überwacht oder überprüft wird, aufgetreten sind. Damit soll eine Reihe von Zeitachsen zur Untersuchung des Auftretens von Problemen im jeweiligen Netzszenario und Betriebsprofil festgelegt werden, um den Netzleistungsstatus zur Sicherstellung des Netzzustandes während des Betriebes zu verifizieren.

Das Netzszenario ändert sich fortlaufend mit der Zeit aufgrund des unterschiedlichen Verkehrsbedarfs, der schwankenden Dienstnutzung, der Topologie- und Konfigurationsanpassung sowie der Aktivierung von Schutzmechanismen zur Entschärfung von Netzleistungsstörungen und der Umsteuerung von Netzpfeilen, die durch Kapazitätsgrenzen beschränkt sind. Die Methode der Netzzustandsprüfung wird in Verbindung mit dem Netzfehlzustandsmanagementsystem und den FRACAS-Datenbankinformationen mit dem Ziel kontinuierlichen Netzbetriebs verwendet. Bei der Behandlung aufgetretener Feldprobleme erfordert der Prozess der Zustandsprüfung die Analyse des Netzszenarios und des Betriebsprofils, um die Zuverlässigkeit im Netzbetrieb zu erhalten.

Die Prozessschritte der Netzzustandsprüfung sind wie folgt:

- i. Feststellen der momentanen Netztopologie und -konfiguration für jede Szenario-Analyse;
- ii. Klären des aufgetretenen Feldproblems in dem Szenario, das überwacht wird;
- iii. Analysieren der wesentlichen Netzelemente, die zur Entschärfung des aufgetretenen Feldproblems im Hinblick auf eine Lösung, die den Netzbetrieb aufrechterhält, benötigt werden;
- iv. Ermitteln der Netzzuverlässigkeit in Form von Verfügbarkeit und Funktionsfähigkeit und des Bedarfs an Dienstunterstützung für das Netzbetriebsszenarios;

- v. Anlegen einer Netzkonfigurationsdatei mit allen zeitabhängigen Sätzen relevanter Szenariodaten als Eingabedaten für die Netzsimulation;
- vi. Bewerten der Simulationsergebnisse zur Ermittlung der Wirksamkeit und Angemessenheit der Netzzuverlässigkeit von Sicherungsredundanz und Wegelenkungsschemata bei jeder Szenario-Untersuchung;
- vii. Dokumentieren der Analyse- und Bewertungsergebnisse für die verschiedenen Szenario-Untersuchungen zur Aufstellung einer Reihe von Netzzustandsprüfungs-Profilen, um den Netzbetrieb in Richtung ständiger Verbesserung zu führen.

Es ist umsichtig und vorausschauend, die Wirksamkeit und Angemessenheit der Netzleistung bei der Bereitstellung von Netzdiensten auf der Basis der Kenntnis von Betriebsszenarien und Feldproblemen zu verifizieren und zu validieren.

b) Überwachung von nichtverfügbaren Zuständen des Netzes

Die Überwachung von nichtverfügbaren Zuständen des Netzes ist eine Methode zur Erkennung und Kategorisierung von Netzproblemen im Feld mithilfe von Störfallberichten der Netzbetreiber und Dienstanbieter. Damit sollen der Status der kontinuierlichen Netzleistung und die Auswirkung auf die Dienste ermittelt werden, um die Kundenzufriedenheit sicherzustellen. Das Ziel ist, eine Statistik über die Netznichtverfügbarkeit sowie Daten über Unklarzeiten von Geräten zusammenzutragen, um die Zuverlässigkeitsangaben im Vergleich zu Industriebezugswerten zu verifizieren. Die relevanten Informationen aus der Statistik der Netznichtverfügbarkeiten können geeignete Entschärfungsmaßnahmen und die Überwachung von Auswirkungen auf die Dienste im Netzbetrieb erleichtern.

Die Gepflogenheiten der Kommunikationsindustrie [7, 8] liefern die Standard-Anforderungen für die Berichterstattung über Feldprobleme. Die Kriterien für die Messungen nichtverfügbarer Zustände von Netzelementen (beispielsweise Geräten) sind durch Industriestandards festgelegt. Die Informationen über nichtverfügbare Zustände von Netzgeräten werden im Hinblick auf die Erfüllung von Leistungsvereinbarungen bezüglich der Bereitstellung von Netzdiensten erfasst und berichtet. Netzzuverlässigkeit wird durch die Auswirkungen von Gerätestörungen beeinflusst, die zum totalen oder teilweisen Dienstausschlag führen. Die Gerätestörung kann zugleich eine Verschlechterung der Netzleistung bewirken. Sie kann auch die Integrität des Datendurchsatzes während des Netzbetriebs beeinträchtigen. Zur Überwachung der nichtverfügbaren Zustände des Netzes ist es unerlässlich, die Informationen über die nichtverfügbaren Zustände, die Netzdienste beeinträchtigen, zu erfassen. Die mithilfe von Störfallberichten gesammelten Informationen über nichtverfügbare Zustände sind ausschlaggebend für die Ermittlung kausaler Zusammenhänge bei der Bestimmung der relevanten Ausfallursachen, die Unklarzeiten der Netzdienste zur Folge haben. Die Unklardauer aufgrund eines nichtverfügbaren Zustands wird über die Zeitdauer des Vorliegens des nichtverfügbaren Zustands ausgedrückt. Zusätzliche Informationen werden auch über die Ursache des nichtverfügbaren Zustands erfasst, die Häufigkeit des Auftretens des nichtverfügbaren Zustands und die Auswirkung auf die Anzahl der Teilnehmer oder Nutzer, die betroffen sind. Die Informationen über nichtverfügbare Zustände erlauben es dem Prozess der Netzsicherung, Korrektur- oder vorbeugende Maßnahmen im Hinblick auf ununterbrochene Netzleistung und ständige Dienstverbesserung zu rechtfertigen und zu empfehlen.

Die Überwachung von nichtverfügbaren Zuständen des Netzes verfolgt den Verlust von Gerätefunktionalität in den Netzsystemen. Die Informationen über nicht verfügbare Zustände liefern die Länge des durch einen nichtverfügbaren Zustand bedingten Unklarzeitintervalls für die Messung der Auswirkungen auf die Dienste und auf die Netzgeräte. Ziel ist, die Länge der durch einen nichtverfügbaren Zustand bedingten Unklarzeitintervalle zu reduzieren, ebenso wie die damit verbundenen Kosten und Auswirkungen auf die Dienste, um die Generierung von Ertrag zu verbessern und die Kundenzufriedenheit zu steigern.

Die Netzausrüstung ist in Kategorien eingeteilt, um die Datenerfassung und die Zuordnung der Ergebnisse der Messungen aus nichtverfügbaren Zuständen zu erleichtern. Zu den Netzausrüstungskategorien gehören beispielsweise: Vermittlungssysteme, Signalisierungssysteme, Übertragungssysteme und gemeinsame Systeme.

Messungen nichtverfügbarer Zustände eines Netzes bestehen aus:

- i. Messung der Auswirkungen auf die Dienste – Häufigkeit der nichtverfügbaren Zustände des Netzes und Länge der durch einen nichtverfügbaren Zustand bedingten Unklarzeitintervalle, die sich, bedingt durch einen teilweisen oder totalen nichtverfügbaren Zustand und unter Berücksichtigung