

Fernwirk Einrichtungen und -systeme

Teil 5: Übertragungsprotokolle

Hauptabschnitt eins: Telegrammformate

(IEC 870-5-1 : 1990) Deutsche Fassung EN 60870-5-1 : 1993

DIN

EN 60870-5-1

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm **IEC 870-5-1**

ICS 33.200

Deskriptoren: Fernwirk Einrichtung, Übertragungsprotokoll, Datenübertragung, Telegrammformat

Telecontrol equipment and systems – Part 5: Transmission

protocols – Section One: Transmission frame formats

(IEC 870-5-1 : 1990)

German version EN 60870-5-1 : 1993

Matériels et systèmes de téléconduite – Partie 5: Protocoles de

transmission – Section un: Formats de trames de transmission

(CEI 870-5-1 : 1990)

Version allemande EN 60870-5-1 : 1993

Die Europäische Norm EN 60870-5-1 : 1993 hat den Status einer Deutschen Norm.

Sie enthält die Internationale Norm IEC 870-5-1 : 1990 "Telecontrol equipment and systems; Part 5: Transmission protocols; Section One: Transmission frame formats".

Entwurf war veröffentlicht als E DIN 19244-10 : 1988-03 (siehe Nationales Vorwort).

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung von EN 60870-5-1 ist vom Komitee 952 "Netzleittechnik" der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) ausgearbeitet und zur Veröffentlichung autorisiert worden. Soweit möglich, sind deutsche Fachausdrücke verwendet.

Die der EN 60870-5-1 zugrundeliegende Internationale Norm IEC 870-5-1 hat das Technische Komitee 57 "Fernwirktechnik, Schutzsignalübertragung und zugehörige Telekommunikationstechnik in der Elektrizitätsversorgung" (TC 57; seit 1994: "Netzleittechnik und zugehörige Kommunikationstechnik") der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) ausgearbeitet.

Die Internationale Norm IEC 870-5-1 ist unverändert in diese Europäische Norm übernommen worden.

Die vorliegende Norm ist der erste Teil der Normenreihe **IEC 870-5**, die vom IEC/TC 57 zum Thema "Fernwirk Einrichtungen und -systeme; Übertragungsprotokolle (englisch: Telecontrol equipment and systems; Transmission protocols)" erarbeitet wird.

Schon seit dem 6. Juli 1993, dem Datum der Annahme (Ratifizierung) durch das Technische Büro (BT) des CENELEC, kann diese Norm angewendet werden (bekanntgemacht durch DIN-Anzeiger für technische Regeln 11/93, Seite A 669, in DIN-Mitt. 72.1993 und durch etz Band 114 (1993), Heft 20, Seite 1293). Seither konnte von der DKE das Manuskript der Deutschen Fassung EN 60870-5-1 bezogen werden.

Zu diesem Thema gibt es insgesamt fünf Grundnormen:

IEC 870-5-1 Transmission frame formats,

IEC 870-5-2 Link transmission procedures,

IEC 870-5-3 General structure of application data,

IEC 870-5-4 Definition and coding of application information elements,

IEC 870-5-5 Basic application functions

(z. Z. Komitee-Entwurf IEC 57(Secretariat)160 : 1993-07).

Auf der Grundlage dieser Normen werden Anwendungsbezogene Normen (auch: Begleitende Normen; englisch: Companion Standards) für die Fernwirk- und Netzleittechnik festgelegt, die Kompatibilität von Geräten unterschiedlicher Hersteller ermöglichen. Zur Zeit wird im IEC/TC 57 die Anwendungsbezogene Norm für grundlegende Fernwirkaufgaben ausgearbeitet:

IEC 870-5-101 Companion Standard for basic telecontrol tasks

(z. Z. Schriftstück IEC 57(Secretariat)140 : 1993-04).

Die Norm-Nummer DIN 19244 konnte nicht beibehalten werden, weil jetzt bei der Übernahme Europäischer Normen in die nationalen Normenwerke die EN-Nummer Bestandteil der nationalen Norm-Nummern ist.

Fortsetzung Seite 2 und 3
und 36 Seiten EN

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Bemerkungen zu EN 60870-5-1

Das Deutsche Nationale Komitee hatte bei CENELEC beantragt, die **Deskriptoren** "Protokoll", "Telegramm" und "Format" zu streichen, weil sie bei der Suche nach dieser Norm nicht helfen (oder nicht aussagekräftig sind), und statt dessen "Übertragungsprotokoll" und "Telegrammformat" aufzunehmen.

Im Text sind zum besseren Verständnis einzelne **englische Ausdrücke** in Klammern hinzugefügt, z.B. bei etwas freier übersetzten Textstellen. Die Schreibweise der **Formelzeichen** folgt DIN 1304-1, d.h. alle Formelzeichen (Symbole) für veränderliche Größen oder Zahlenwerte (z.B. auch für laufende Nummern) sind kursiv gesetzt, andere Kurzzeichen und Ziffern senkrecht.

Nach DIN ISO 7498 : 1991-04 lauten die deutschen Benennungen der **Schichten des Basis-Referenzmodells** für die Kommunikation Offener Systeme (OSI) abweichend von der vorliegenden Norm:

Data Link Layer: Sicherungsschicht statt Verbindungsschicht (Schicht 2),

Physical Layer: Bitübertragungsschicht statt Physikalische Schicht (Schicht 1).

Siehe auch DIN EN 60870-5-3 : 1994-07, Abschnitt 4.

Zu Abschnitt 4

Für die Restfehlerrate R (englisch: residual error rate) wird auch die Benennung Restfehler-Wahrscheinlichkeit (englisch: residual error probability) verwendet.

Zu Tabelle 1

"CS" steht für "Prüfsumme" (englisch: check sum).

Zu Abschnitt 6.2.4.2.1

Die Klammer für die Anwenderdatenoktette in der Darstellung des Telegrammformats FT 1.2 umfaßt auch im englischen und französischen Text von IEC 870-5-1 fälschlicherweise die obere "1".

Zu den Abschnitten 6.2.4.3 und 6.3.4.4

Norm für Protokollprozeduren: DIN EN 60870-5-2 : 1994-07.

Zu Abschnitt 6.2.4.4.1

Bei Übertragungsregel R5 fehlt "maximum" im englischen Text von IEC 870-5-1. Die Deutsche Fassung folgt dem französischen Text.

Abkürzungen

(soweit nicht jeweils im Text erklärt)

BCH: Zyklischer Code nach Bose, Chaudhuri, Hocquenghem

CCITT: Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique
(Internationaler beratender Ausschuß für den Telegraphen- und Fernsprehdienst), Genf

en: englisch

HDLC: High-level data link control (bitorientiertes Steuerungsverfahren)

ISO: International Organization for Standardization
(Internationale Organisation für Normung), Genf

OSI: Open Systems Interconnection (Kommunikation Offener Systeme)

PCM: Puls-Code-Modulation

TC: Technical Committee (Technisches Komitee)

Zusammenhänge zitierter Normen und anderer Unterlagen mit Deutschen Normen

Internationale Norm oder andere Unterlage	Europäische Norm	Entsprechende Deutsche Norm oder andere Unterlage
IEC 27-1	—	DIN 1304-1
IEC 50(371)	—	IEV 371
IEC 57(Sec)140	—	E DIN IEC 57(Sec)140
IEC 57(Sec)160	—	E DIN IEC 57(Sec)160
IEC 870-1-1	—	E DIN IEC 57(CO)21
IEC 870-1-3	—	E DIN IEC 57(CO)49
IEC 870-5-2	EN 60870-5-2	DIN EN 60870-5-2
IEC 870-5-3	EN 60870-5-3	DIN EN 60870-5-3
IEC 870-5-4	EN 60870-5-4	DIN EN 60870-5-4
ISO 31-11	—	DIN 1304-1
ISO/IEC 3309	—	E DIN ISO 3309 und DIN 66221-1
ISO 7498	EN 27498	DIN ISO 7498

Zitierte Normen und andere Unterlagen¹⁾

— in der Deutschen Fassung:

Siehe Anhang ZA.

— in nationalen Zusätzen:

DIN 1304-1	Formelzeichen – Teil 1: Allgemeine Formelzeichen
E DIN 66221-1	HDLC – Teil 1: Aufbau des Datenübertragungsblocks; Identisch mit ISO/IEC 3309 : 1991 (Stand 1992)
DIN EN 60870-5-2	Fernwirkeinrichtungen und -systeme; Teil 5: Übertragungsprotokolle; Hauptabschnitt 2: Übertragungsprozeduren der Verbindungsschicht; (IEC 870-5-2 : 1992) Deutsche Fassung EN 60870-5-2 : 1993
DIN EN 60870-5-3	Fernwirkeinrichtungen und -systeme; Teil 5: Übertragungsprotokolle; Hauptabschnitt 3: Allgemeine Struktur der Anwendungsdaten; (IEC 870-5-3 : 1992) Deutsche Fassung EN 60870-5-3 : 1992
DIN EN 60870-5-4	Fernwirkeinrichtungen und -systeme; Teil 5: Übertragungsprotokolle; Hauptabschnitt 4: Definition und Codierung von Informationselementen der Anwendungsschicht; (IEC 870-5-4 : 1993) Deutsche Fassung EN 60870-5-4 : 1993
E DIN IEC 57(CO)21	Fernwirkeinrichtungen und Fernwirkssysteme; Teil 1: Allgemeine Grundsätze
E DIN IEC 57(CO)49	Fernwirkeinrichtungen und Systeme; IEC 870-1-3: Wörterbuch; Identisch mit IEC 57(CO)49
E DIN IEC 57(Sec)140	Fernwirkeinrichtungen und -systeme; Teil 5: Übertragungsprotokolle; Hauptabschnitt 101: Begleitende Norm für grundsätzliche Fernwirkaufgaben; Identisch mit IEC 57(Sec)140 : 1993
E DIN IEC 57(Sec)160	Fernwirkeinrichtungen und -systeme; Teil 5: Übertragungsprotokolle; Hauptabschnitt 5: Grundlegende Anwendungsfunktionen; (IEC 57(Sec)160 : 1993)
DIN ISO 3309	Bitorientierte Steuerungsverfahren zur Datenübermittlung, HDLC; Aufbau des Datenübermittlungsblocks; Identisch mit ISO 3309 : 1984
DIN ISO 7498	Informationsverarbeitung; Kommunikation Offener Systeme; Basis-Referenzmodell; Identisch mit ISO 7498 : 1984 (Stand 1988)
IEC 870-1-3	Telecontrol equipment and systems; Part 1: General considerations; Section Three: Glossary
IEV 371	Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch; Kapitel 371: Fernwirken

¹⁾ Bezugsquellen:

DIN-Normen, IEC-Wörterbuch und ISO-Normen: Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin;

IEC-Publikationen: vde-verlag gmbh, Bismarckstraße 33, 10625 Berlin.

DK 621.398:621.316.1:681.3.04

Deskriptoren: Fernwirktechnik, Datenübertragung, Kommunikation offener Systeme, Protokoll, Datenstruktur, Telegramm, Format

Deutsche Fassung

**Fernwirkeinrichtungen und -systeme
Teil 5: Übertragungsprotokolle
Hauptabschnitt eins: Telegrammformate
(IEC 870-5-1:1990)**

Telecontrol equipment and systems;
Part 5: Transmission protocols;
Section One: Transmission frame formats
(IEC 870-5-1:1990)

Matériels et systèmes de téléconduite;
Partie 5: Protocoles de transmission;
Section un: Formats de trames de transmission
(CEI 870-5-1:1990)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1993-07-06 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, der Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B - 1050 Brüssel

Vorwort

Das CENELEC-Umfrageverfahren, das durchgeführt wurde, um herauszufinden, ob die Internationale Norm IEC 870-5-1:1990 ohne Änderungen angenommen werden konnte, hat gezeigt, daß keine gemeinsamen Abänderungen zur Annahme als Europäische Norm erforderlich waren.

Das Referenzdokument wurde den CENELEC-Mitgliedern zur Abstimmung vorgelegt und von CENELEC am 6. Juli 1993 als EN 60870-5-1 genehmigt.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum der Veröffentlichung
einer identischen nationalen Norm (dop): 1994-08-01
- spätestes Datum für die Zurückziehung
entgegenstehender nationaler Normen (dow): 1994-08-01

Anhänge, die als "normativ" bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt. In dieser Norm ist Anhang ZA normativ.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 870-5-1:1990 wurde von CENELEC als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Inhalt	Seite
Vorwort	2
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	6
2 Zweck	6
3 Anforderungen an die Datenübertragung in Fernwirkssystemen	6
3.1 Hohe Datenintegrität und Datenkonsistenz	6
3.2 Kurze Fernwirkübermittlungszeit (siehe IEC 371-08-16)	6
3.3 Unterstützung bitorientierter (codetransparenter) Datenübertragung	6
4 Quantitative Bewertung der Datenintegrität	7
4.1 Quantitative Anforderungen an die Datenintegrität in Fernwirkssystemen	7
5 Quantitative Bewertung der Übertragungseffizienz	9
6 Festlegung des Übertragungsprotokolls	10
6.1 Physikalische Schicht (Datenübertragungseinrichtung (DÜE oder DCE))	10
6.2 Verbindungsschicht	11
6.2.1 Verbindungsdienstklassen	12
6.2.2 Dialogprozeduren	13
6.2.3 Genormte Telegrammsynchronisation	13
6.2.4 Genormte Telegrammformate	13
6.2.5 Synchronisation für Übertragungskkanäle mit getasteter Trägerfrequenz	23
6.2.6 Hauptanwendungen der festgelegten Formatklassen	24
6.2.7 Anwendung der HDLC-Protokolle (bitorientiertes Steuerungsverfahren)	24
Anhang A Auswirkung der Signal-Qualitätsüberwachung auf die Übertragungseffizienz und Datenintegrität	25
Anhang B Quantitative Bewertung der Datenintegrität und Übertragungseffizienz	29
Anhang ZA (normativ) Andere in dieser Norm zitierte internationale Publikationen mit den Verweisungen auf die entsprechenden europäischen Publikationen	36
Tabelle 1 Genormte Telegrammformate und Codespezifikationen	15
Bild 1 Daten-Integritätsklassen	8
Bild A.1 Bitsignalerkennung	
a) ohne Signal-Qualitätsüberwachung	27
b) mit Signal-Qualitätsüberwachung	27
Bild A.2 Einfluß der Signal-Qualitätsüberwachung auf Telegramm-Übertragungseffizienz und Datenintegrität	28
Bild B.1 Restfehler der Formatklassen FT 1.1, FT 1.2, FT 2 und FT 3	34
Bild B.2 Telegramm-Übertragungseffizienz der Formatklassen FT 1.1, FT 1.2, FT 2 und FT 3	35

Einleitung

Dieser Hauptabschnitt (diese Norm) befaßt sich mit besonderen Anforderungen und Bedingungen für die Datenübertragung in Fernwirkssystemen und zeigt Wege auf, solche Anforderungen einzuhalten. Bestehende Normen für Datenübertragungsprotokolle sind da einbezogen, wo sie den besonderen Anforderungen der Fernwirktechnik entsprechen.

Im Sinne des OSI-Referenzmodells (Basis-Referenzmodell für die Kommunikation Offener Systeme) von ISO und CCITT, das die Kommunikation in sieben Schichten unterteilt, enthält diese Norm genormte Regeln ("Normen"; en: standards) für die zwei untersten Schichten, nämlich für die Physikalische Schicht und die Verbindungsschicht. Im einzelnen beschreibt die Norm bitserielle Telegramm-Übertragungsformate, die die festgelegten Daten-Integritätsklassen einhalten.

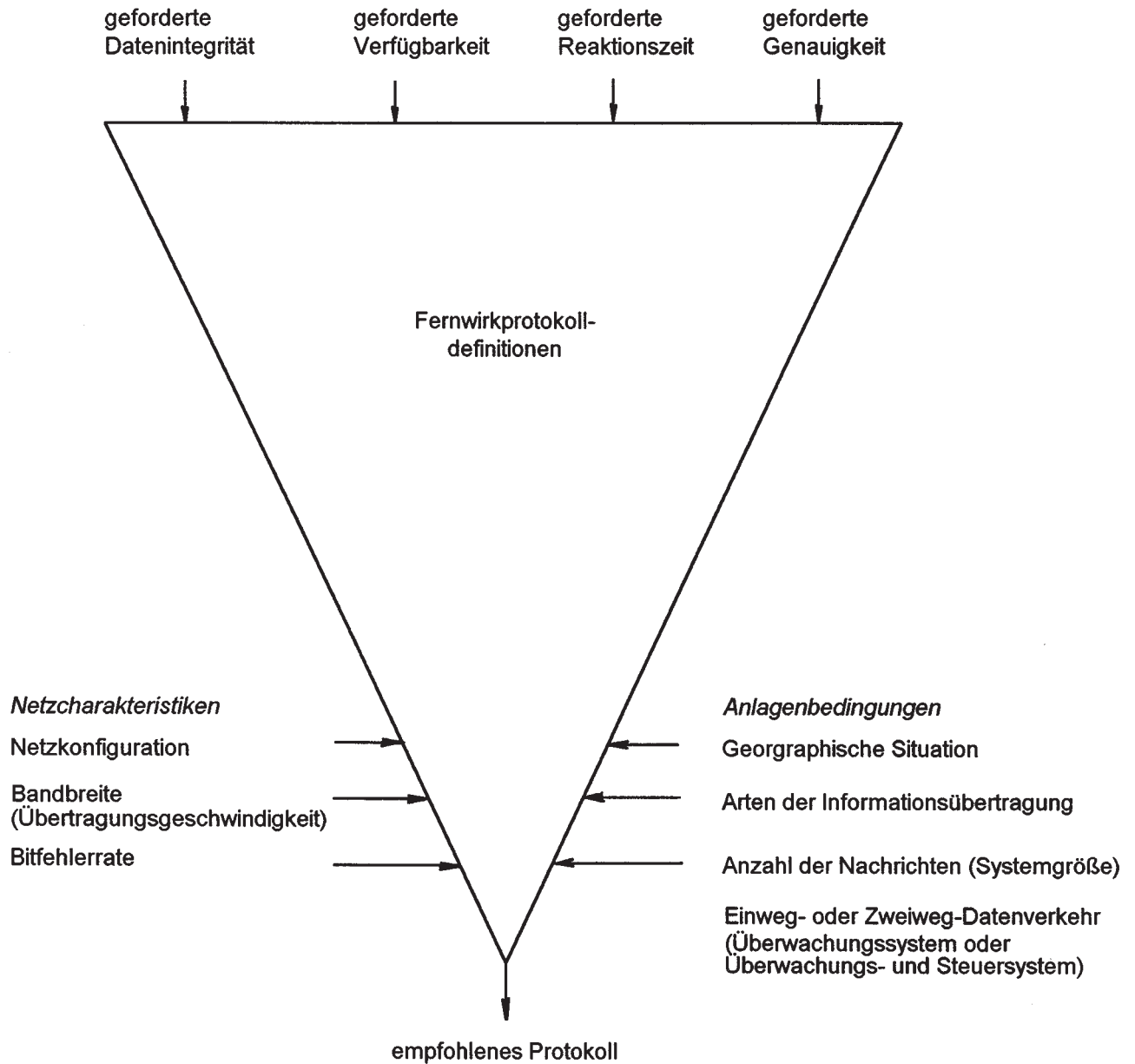
IEC 870-5-2 (Hauptabschnitt zwei: Übertragungsverfahren) enthält weitere genormte Regeln für die Verbindungsschicht und höhere Schichten. Diese schließen Angaben über Dateninhalte innerhalb von Telegrammen ein, d. h. Dienste für unterschiedliche Verkehrsarten und für unterschiedliche Verbindungs- und Netzkonfigurationen.

Der grundsätzliche Zweck der Kommunikationsfunktion in der Prozeßüberwachung und -steuerung liegt darin, ein Maximum an Systemkonsistenz zu erreichen; d. h., es sollte keine Unterschiede zwischen den physikalischen Zuständen der Prozeßgrößen und ihrem Abbild in der Datenbasis des Fernwirksystems geben. Dieses Endziel kann nicht vollständig erreicht werden. Bedingt durch die Gesetze von Ursache und Wirkung verzögert sich die Information über Prozeßzustände, und äußere Störeinflüsse oder Bauteilfehler können die Information verfälschen. Es kann lediglich erwartet werden, daß die Kommunikation einen hohen Grad von Systemkonsistenz sicherstellt. Aus diesem Grunde muß das Datenübertragungsverfahren in besonderem Maße einen *zuverlässigen* und *effizienten* Informationsdurchsatz unterstützen, insbesondere für kurze und dringende Nachrichten. Die Ausnutzung der vorhandenen Bandbreite unter Einbeziehung dieser zwei Qualitätseigenschaften ist für die kritische Beurteilung von Fernwirkprotokollen maßgebend, da die verfügbaren Bandbreiten begrenzt sind.

In einer störungsbehafteten Umgebung sind jedoch hohe Datenintegrität und effiziente Datenübertragung sich widersprechende Eigenschaften: Höhere Ansprüche an die Datenintegrität können auf Kosten der Nettogeschwindigkeit des Datenflusses erfüllt werden. Es ist deshalb notwendig, auf der Grundlage einer Anforderungsanalyse einen akzeptablen Kompromiß zwischen diesen beiden Eigenschaften zu finden. Eine Voraussetzung für eine analytische Behandlung ist die objektive Messung der geforderten Eigenschaften.

Datentransport ist nur eine Funktion des Gesamtsystems. Die Geschwindigkeits- und die Integritätsanforderungen der Datenübertragung müssen so ausgewählt werden, daß sie zu der Genauigkeit des vollständigen Systems passen, d. h., alle Systemparameter sollten aufeinander abgestimmt sein. Neben den geforderten Kompromissen zwischen Übertragungsgeschwindigkeit und Übertragungsintegrität gibt es weitere Bedingungen, die die Auswahl eines geeigneten Fernwirkprotokolls beeinflussen, wie das folgende Diagramm zeigt:

Funktionsanforderungen



1 Anwendungsbereich

Diese Normenreihe gilt für Fernwirk Einrichtungen und -systeme mit codierter bitserieller Datenübertragung zur Überwachung und Steuerung geographisch ausgedehnter Prozesse. Diese Norm umfaßt die asynchrone Datenübertragung mit Halbduplex- und Duplex-Protokollen der Verbindungsschicht, die mit Fenstergröße eins für Nachrichtenübertragungen arbeiten.

2 Zweck

Die vorliegende Norm beschreibt die grundlegenden Anforderungen für die vorgesehenen Dienste der Verbindungs- und der Physikalischen Schicht für fernwirktechnische Anwendungen. Insbesondere enthält sie genormte Regeln ("Normen") für die Codierung, Formatierung und Synchronisierung der Telegramme variabler und fester Länge, die vorgegebene Daten-Integritätsanforderungen einhalten.

Die angegebenen Blockcodes sind für die Übertragung bitserieller Telegramme über binärsymmetrische Übertragungskanäle mit Bitcodierungsverfahren **ohne Speicherverhalten** geeignet. Das heißt, die Signalform jedes gesendeten Bits darf nicht von den Signalformen abhängen, die vor diesem Bit übermittelt wurden.

ANMERKUNG: Empfehlungen für Datenübertragungsdienste, die andere als Bitcodierungsverfahren ohne Speicherverhalten anwenden [z. B. Digitale Puls-Dauer-Modulation (DPDM), HDLC (bitorientiertes Steuerungsverfahren), usw.], sowie für Duplex-Protokolle der Verbindungsschicht mit Fenstergrößen über eins sind in Bearbeitung.

3 Anforderungen an die Datenübertragung in Fernwirkssystemen

Entsprechend der grundsätzlichen Aufgabe von Fernwirkssystemen und den besonderen Umgebungsbedingungen ist es notwendig, daß die Datenübertragung folgende Anforderungen erfüllt:

3.1 Hohe Datenintegrität und Datenkonsistenz

Die korrekte Datenübertragung muß bei Einfluß schwieriger Umgebungsbedingungen sichergestellt sein, z. B. bei elektromagnetischen Beeinflussungen, Erdpotentialdifferenzen, Alterung der Bauteile und anderen Stör- und Rauschquellen auf den Übertragungskanälen. Unter diesen Bedingungen ist es notwendig, für einen wirksamen Schutz der Telegramme zu sorgen gegen

- unerkannte Bitfehler;
- unerkannte Telegrammfehler, hervorgerufen durch Synchronisierungsfehler;
- unerkannten Informationsverlust;
- Entstehen von ungewollter Information (z. B. Vortäuschung von Telegrammen durch Rauschen);
- Trennung oder Störung zusammenhängender Information.

3.2 Kurze Fernwirkübermittlungszeit (siehe IEC 371-08-16)

Es müssen durch Anwendung effizienter Telegramm-Übertragungsprotokolle kurze Informationsübertragungszeiten sichergestellt sein, insbesondere für ereignisgesteuerte Telegramme über Übertragungskanäle mit begrenzter Bandbreite und mit ungewissem Rauschverhalten.

3.3 Unterstützung bitorientierter (codetransparenter) Datenübertragung

Es werden keine Codierungseinschränkungen für die Anwenderdaten gefordert. Das Verbindungsschichtprotokoll akzeptiert und überträgt willkürliche Bitfolgen von der Datenquelle.

4 Quantitative Bewertung der Datenintegrität

Eine quantitative Festlegung der Datenintegrität in Informationsübertragungssystemen wird durch Berechnung des Komplements der Datenintegrität, der Nichtintegrität der Daten, erreicht. Grundsätzlich gibt es zwei Ursachen, die eine Nichtintegrität von Daten in einer Empfangsstation hervorrufen, nämlich:

- (i) die Restfehlerrate *) (siehe IEV 371-08-05) =

$$\frac{\text{Anzahl der unerkant fehlerhaften Nachrichten}}{\text{Gesamtanzahl der gesendeten Nachrichten}}$$

- (ii) die Rest-Informationsverlustrate (siehe IEV 371-08-09) =

$$\frac{\text{Anzahl der unerkant verlorenen Nachrichten}}{\text{Gesamtanzahl der gesendeten Nachrichten}}$$

Es wird betont, daß bei der Informationsübertragung nur die Anzahl der *unerkannten* Fehler oder Datenverluste zu der Nichtintegrität beitragen. Erkannte Fehler und Datenverluste werden nach vorgegebenen Strategien, wie automatische Wiederholung der Übertragung oder Meldung an den Benutzer, bearbeitet. Sie können die Systemverfügbarkeit als Ganzes beeinflussen; das Datenübertragungsprotokoll hat jedoch mit dem Melden dieser Fehler seine Aufgabe erfüllt.

4.1 Quantitative Anforderungen an die Datenintegrität in Fernwirkssystemen

Für die Datenübertragung der Fernwirktechnik werden drei unterschiedliche Daten-Integritätsklassen I1, I2 und I3 eingeführt. Die Anwendung jeder Klasse hängt von der Art der Daten ab. Bild 1 zeigt eine graphische Darstellung der oberen Grenzwerte der Restfehlerrate R in Abhängigkeit von der Bitfehlerrate (siehe IEV 371-08-01) für diese drei Klassen. Die Kurven enden bei der Bitfehlerrate $p = 0,5$, dem Fall des Empfangs zufälliger Bits, wenn kein Signal mehr, sondern nur noch Rauschen empfangen wird. Die Steigung der Kurven bei $p < 10^{-4}$ stellt die Hamming-Distanz d des verwendeten Codierungsverfahrens dar. Dies resultiert aus dem doppelt logarithmischen Maßstab in Bild 1 und der Tatsache, daß Bitfehlermuster mit d -invertierten Bits bei $p < 10^{-4}$ den Hauptanteil an Restfehlern liefern.

*) Nationale Fußnote: Siehe Nationales Vorwort.

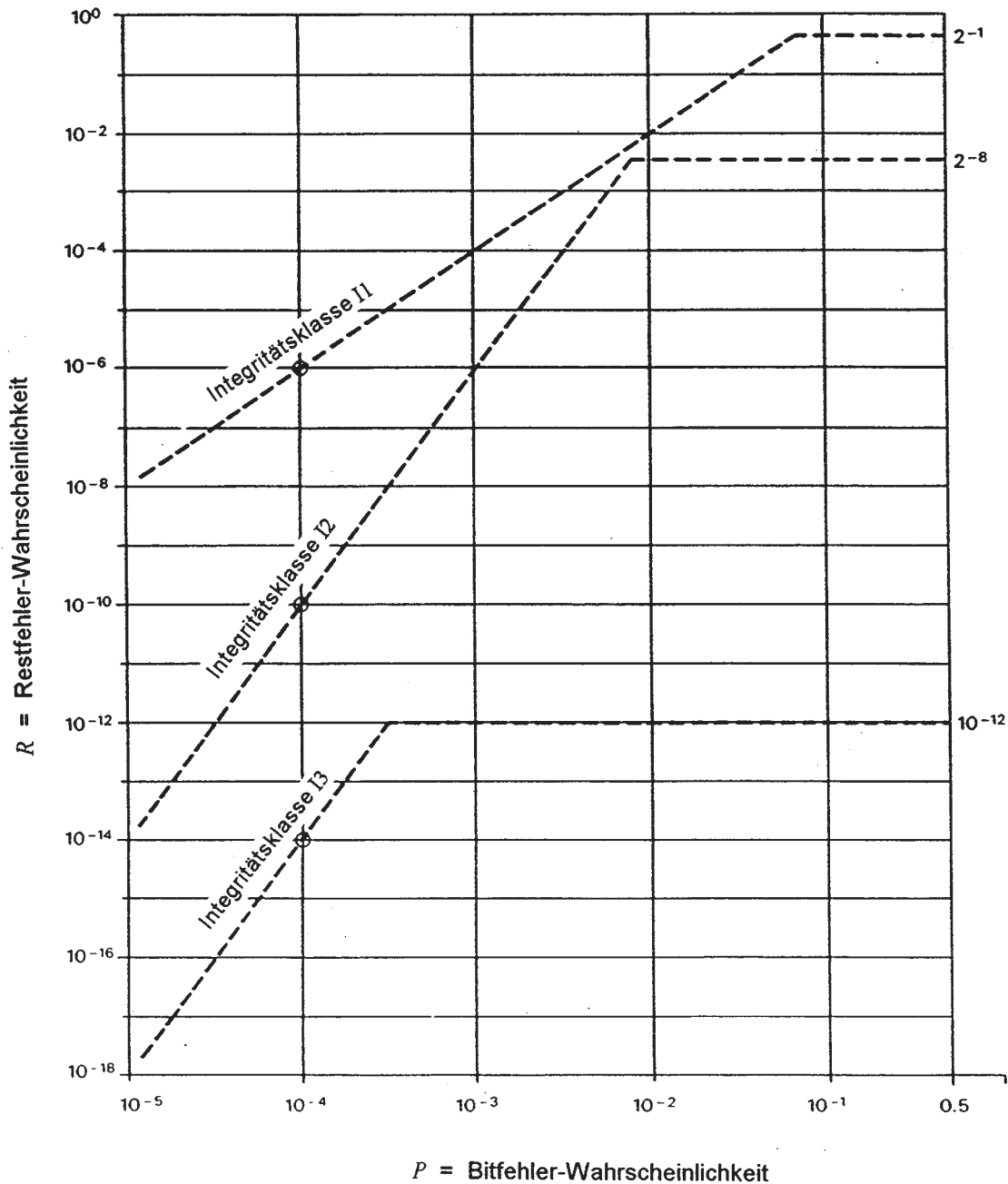


Bild 1: Daten-Integritätsklassen

Die Qualität der Übertragungskanäle sollte fortlaufend überwacht werden. Es wird eine durchschnittliche Bitfehler-Wahrscheinlichkeit von weniger als 10^{-4} vorausgesetzt, damit die geforderten Gesamt-Daten-integritätswerte und Gesamt-Informationsübertragungszeiten erreicht werden.

In der niedrigsten Daten-Integritätsklasse I1 wird eine Hamming-Distanz von mindestens 2 gefordert, während die Klassen I2 und I3 Codes eine Hamming-Distanz von mindestens 4 erfordern. Zusätzlich gilt die Anforderung, daß die Restfehlerrate in Klasse I3 für keine Bitfehlerrate $R = 10^{-12}$ überschreiten darf. Um die Bedeutung dieser drei Daten-Integritätsklassen zu veranschaulichen, wird von einem Fernwirkkanal mit