

	DIN IEC 63047 (VDE 0493-6-4)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 17.240; 35.240.99 Nukleare Instrumentierung – Datenformat für digitale Datenerfassung im List-Mode für Strahlungsnachweis und -messung (IEC 63047:2018 + COR1:2020), mit CD-ROM Nuclear instrumentation – Data format for list mode digital data acquisition used in radiation detection and measurement (IEC 63047:2018 + COR1:2020), with CD-ROM Instrumentation nucléaire – Format de données pour l'acquisition de données numériques en mode liste utilisées dans la détection et la mesure des rayonnements (IEC 63047:2018 + COR1:2020), avec CD-ROM Gesamtumfang 113 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE DIN-Normenausschuss Radiologie (NAR)		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist 2020-08-01.

Inhalt	Seite
Nationales Vorwort.....	6
Nationaler Anhang NA (informativ) Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten	7
Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise.....	9
Einleitung	10
1 Anwendungsbereich	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe, Abkürzungen und Darstellungsarten	12
3.1 Begriffe	12
3.2 Abkürzungen	16
3.3 Darstellungsarten	16
4 Allgemeine Anforderungen	17
4.1 Anleitung für dieses Dokument	17
4.2 Anwendung der Abstract Syntax Notation One (ASN.1).....	18
4.3 Das Konzept der List-Mode-Datenerfassung	19
4.4 Kanäle und Geräte in einer Datei oder einem Datenstrom	20
4.5 Anwendbarkeit auf Dateien und Datenströme	20
4.6 Beziehung zu Dateien im Format nach IEC 62755	21
4.7 Datensicherheit.....	22
5 Typdefinitionen nach ASN.1	23
5.1 Überblick.....	23
5.2 ASN.1-Typen	25
5.3 Die Typen REAL32 und REAL64	25
5.4 Die Typen REAL32List, REAL64List und INTEGERList.....	26
5.5 Der Typ Numeric.....	26
5.6 Der Typ UTCTime	26
5.7 Der Typ Range	27
5.8 Der Typ TimeStamp	27
5.9 Der Typ SyncStatus	28
5.10 Der Typ FlagKind.....	28
5.11 Der Typ AccuracyKind.....	28
5.12 Der Typ Listmodedata.....	28
5.13 Der Typ Header.....	29
5.14 Der Typ IEC62755.....	32
5.15 Der Typ Device.....	33

5.16	Der Typ Channel	33
5.17	Der Typ EventProperty	37
5.18	Der Typ EventList	37
5.19	Der Typ Event	38
5.20	Die Typen EventPulse und EventPulseProperty	39
5.21	Die Typen EventDigitalSignalList und EventDigitalSignalListProperty	42
5.22	Die Typen DigitalSignal und DigitalSignalProperty	43
5.23	Die Typen EventTime und EventTimeProperty	45
5.24	Die Typen EventRollover und EventRolloverProperty	47
5.25	Die Typen EventRTC und EventRTCProperty	48
5.26	Die Typen EventLogic und EventLogicProperty	49
5.27	Die Typen EventGeo und EventGeoProperty	50
5.28	Der Typ Position	51
5.29	Der Typ GeographicPoint	52
5.30	Der Typ RelativeLocation	53
5.31	Der Typ Orientation	55
5.32	Die Typen EventMeasurementList und EventMeasurementListProperty	56
5.33	Die Typen Measurement und MeasurementProperty	57
5.34	Die Typen EventHistogram1DList und EventHistogram1DListProperty	59
5.35	Die Typen Histogram1D und Histogram1DProperty	60
5.36	Die Typen EventHistogram2DList und EventHistogram2DListProperty	62
5.37	Die Typen Histogram2D und Histogram2DProperty	62
5.38	Die Typen EventMessage und EventMessageProperty	63
5.39	Der Typ Footer	64
6	Verwendung des in diesem Dokument definierten List-Mode-Datenformats	66
6.1	Allgemeines	66
6.2	Verwendung von Zeitstempeln	66
6.3	Behandlung von Überläufen des Zeitstempel-Zählers	68
6.4	Optimierung der Größe von Zeitstempel und kodierten Überlaufereignissen	69
6.5	Hochgenaue Zeitangaben für Ereignisse	69
6.6	Darstellung von verschiedenen Typen von Ereignissen in den gleichen List-Mode-Daten	71
6.7	Darstellung von Daten von einem Gerät und einem Kanal	72
6.8	Kodierung und Dekodierung von Daten beim Schreiben oder Lesen von Dateien oder Datenströmen	75
6.9	Darstellung von Daten von mehr als einem Kanal	83
6.10	Darstellung von Daten von mehr als einem Gerät	85
6.11	Angabe der Totzeit	87
6.12	Darstellung von Logik-Ereignissen	93

	Seite
6.13 Darstellung von digitalen Signalen	94
6.14 Darstellung von eindimensionalen Histogrammen	96
6.15 Darstellung von Text oder Binärdaten in beliebigem Format	97
Anhang A (informativ) Vollständige ASN.1-Syntax für List-Mode-Daten	99
A.1 ASN.1-Syntax	99
Anhang B (informativ) Einführung in ASN.1	109
B.1 Allgemeines	109
B.2 Grundlagen von ASN.1	109
B.3 Vorteile von ASN.1	110
B.4 Verfügbare Hilfsprogramme	110
B.5 Arbeitsablauf mit ASN.1 – ein Beispiel	110
B.5.1 Überblick	110
B.5.2 ASN.1-Spezifikation	111
B.5.3 Auswahl des Kodierverfahrens	111
B.5.4 Kodierung	111
B.5.5 Übertragung oder Speicherung	112
B.5.6 Dekodierung	112
Bilder	
Bild 1 – In diesem Dokument benutzte grafische Darstellungen	17
Bild 2 – Typisches Datenerfassungsgerät, das von einem Computer vor Ort gesteuert wird, der List-Mode-Daten auf einer lokalen Platte speichert und/oder sie an einen entfernten Computer sendet	19
Bild 3 – Beispiel für die Zusammenfassung der Daten von mehreren Kanälen in einer oder mehreren Dateien	20
Bild 4 – Dieses Dokument wird angewendet für Dateien und Datenströme	21
Bild 5 – Verhältnisse zwischen IEC-63047- und IEC-62755-Dateien	22
Bild 6 – Beispiel mit sieben Werten des Typs <code>Listmodedata</code> (ein Wert des Typs <code>Header</code> , gefolgt von fünf Werten des Typs <code>EventList</code> und einem Wert des Typs <code>Footer</code>)	24
Bild 7 – Struktur von List-Mode-Dateien. Ein Rechteck stellt die kodierten Daten eines Werts des Typs <code>Listmodedata</code> dar	29
Bild 8 – Standort eines Objekts in Polarkoordinaten in Bezug auf den Bezugspunkt	54
Bild 9 – Ausrichtung des Objekts in Bezug auf Dreh-, Neigungs- und Rollwinkel	55
Bild 10 – Beispiel eines Zeitstempel-Überlaufs	69
Bild 11 – Beispiel eines Histogramms von 10 000 000 zufälligen 10-bit-INTEGER-Werten in 1 000 Bins nach der Umwandlung in eine reelle Zahl zwischen 0 und 1	70
Bild 12 – Anordnung von einem Detektor und einem Datenerfassungsgerät, die einen Kanal bilden	72
Bild 13 – Beispiel eines Datenerfassungsgeräts, das Daten aus drei Kanälen liefert: von zwei Strahlungsdetektoren und einem internen Temperatursensor	83
Bild 14 – Beispiel, bei dem der lokale Computer zwei Datenerfassungsgeräte steuert und ihre Daten speichert	86
Bild 15 – Zu einzelnen Impulsen gehörende Totzeit	87

Bild B.1 – Die vollständigen mit dem Kodierverfahren C-OER kodierten Daten des Beispielwerts value1	112
Bild B.2 – Beispiel der Übertragung eines kodierten Werts	113

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 63047 (VDE 0493-6-4):2017-06.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/GK 851 „Aktivitätsmessgeräte für den Strahlenschutz“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom IEC/TC 45 „Nuclear instrumentation“ erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC .

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieses Dokuments bis zu dem Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu diesem Dokument angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees das Dokument

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

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

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

ANMERKUNG Diese Publikation enthält eine .asn-Datei, deren Inhalt mit dem Inhalt von [Anhang A](#) identisch ist. Diese Datei ist als Ergänzung gedacht und ist nicht Bestandteil der Publikation.

Haftungsausschluss Die IEC lehnt jegliche Haftung für Personen-, Sach- oder sonstige Schäden jeglicher Art ab, seien es besondere, indirekte, Folgeschäden oder Schadensersatz, die direkt oder indirekt aus dieser Software und dem Dokument resultieren, auf dem ihre Methoden oder ihre Anwendung basieren.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1 (1 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEEE 754	–	–
–	ISO 8601	DIN ISO 8601	–
–	ISO/IEC 8824	–	–
–	ISO/IEC 8824-1:2015, ITU-T X.680	–	–
–	ISO/IEC 8824-2, ITU-T X.681	–	–
–	ISO/IEC 8824-3, ITU-T X.682	–	–
–	ISO/IEC 8824-4, ITU-T X.683	–	–
–	ISO/IEC 8825	–	–
–	ISO/IEC 8825-1, ITU-T X.690	–	–
–	ISO/IEC 8825-2, ITU-T X.691	–	–
–	ISO/IEC 8825-3, ITU-T X.692	–	–
–	ISO/IEC 8825-4, ITU-T X.693	–	–
–	ISO/IEC 8825-5, ITU-T X.694	–	–
–	ISO/IEC 8825-6, ITU-T X.695	–	–
–	ISO/IEC 8825-7, ITU-T X.696	–	–
–	ISO/IEC 9834, ITU-T X.660	–	–

Tabelle NA.1 (2 von 2)

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	ISO/IEC 9834-1:2012	–	–
–	ISO/IEC 10646:2017	–	–
–	IEC 62755:2012	–	–
–	IEC 60050-103:2009 + A1:2017	a	–
–	IEC 60050-311:2001	a	–
–	IEC 60050-702:1992 + A1:2016 + A2:2016 + A3:2017 + A4:2018 + A5:2019	a	–
–	IEC 60050-704:1993 + A1:2016 + A2:2017 + A3:2018 + A4:2019	a	–
^a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 8601, *Datenelemente und Austauschformate – Informationsaustausch – Darstellung von Datum und Uhrzeit*

Einleitung

Im Rahmen dieses Dokuments sind digitale Datenerfassungsgeräte Hochleistungsmessgeräte, die Daten von Strahlungsdetektoren erfassen, um sie digital zu speichern und zu verarbeiten. Sie bieten Vorteile gegenüber konventionellen Datenerfassungssystemen: sie sind im Allgemeinen schneller und kommen besser mit hohen Zählraten zurecht, außerdem sind sie kleiner und kostengünstiger je Eingangskanal. Sie gestatten eine leichtere Integration von mehreren Strahlendetektoren in einem System, was Vorteile für die Nuklearphysik bietet. Zusätzlich ermöglicht die Echtzeit-Verarbeitung durch digitale Datenerfassungsgeräte neue Anwendungen z. B. im Bereich der Nuklearsicherheit und Überwachung. Sie ermöglichen spätere Verarbeitung und Auswertung der Messdaten, was die Genauigkeit der Radioaktivitätsmessung erhöhen kann. Außerdem ermöglichen sie die computergestützte Analyse individueller Detektordaten oder des Ansprechvermögens des Messsystems.

Die Geräte, auf die dieses Dokument zutrifft, werden im Allgemeinen als „Digitiser“ bezeichnet und können auch Signalverarbeitung mit Hilfe von digitalen Signalprozessoren (DSPs) oder FPGAs (en: Field Programmable Gate Arrays) enthalten. Um die Menge der Daten zu reduzieren, die gespeichert oder übertragen werden muss, werden FPGAs oder DSPs so programmiert, dass sie nur die benötigten Kennwerte berechnen, wie Impulshöhe, Impulsfläche, Teilflächen, Anstiegszeit oder Impulsform und den Zeitstempel, der Ereignissen, die durch Wechselwirkung von Strahlung in einem Detektor entstehen, zugeordnet wird. Alternativ können sie auch die digitalisierten Signale für eine weitergehende Signalverarbeitung teilweise oder vollständig übertragen. Solche Daten mit Zeitstempel werden oft „List-Mode“-Daten genannt, sie können für nachträgliche Verarbeitung und Analyse per Software gespeichert werden.

Üblicherweise werden digitale Datenerfassungsgeräte von einem Computer gesteuert, der auch im Gerät enthalten sein kann, und auf dem proprietäre oder kundenspezifische Software läuft. Die Kommunikation mit dem Datenerfassungsgerät wird mithilfe von Gerätetreibern durchgeführt. Dieses Dokument bestimmt das Ausgabedatenformat von digitalen Datenerfassungsgeräten, die vor allem für genaue Messungen im Labor benutzt werden, aber auch für neue Anwendungen im Bereich der Nuklearsicherheit und Sicherungsmaßnahmen (en: safeguards). Die Daten können auf einem Computer vor Ort oder einem entfernten Computer gespeichert werden, oder als Datenstrom an einen Computer im Netzwerk übertragen werden.

Dieses Dokument beruht auf der ASN.1-Schreibweise. ASN.1 ist eine internationale genormte, hersteller-, plattform- und sprachunabhängige Schreibweise, die dazu dient, Datenstrukturen mit einem hohen Abstraktionsgrad festzulegen. Die ASN.1-Schreibweise wird ergänzt um genormte Kodierv Verfahren, die unabhängig von der ASN.1-Schreibweise sind und auch plattform- und sprachunabhängig sind. Die Kodierv Verfahren bestimmen die genauen Bitmuster, in denen Werte aus diesen Datenstrukturen in einer Datei gespeichert oder an einen anderen Computer über ein Netzwerk übertragen werden. Es sind Hilfsprogramme verfügbar, die die Umsetzung dieses Dokuments in Software für Datenerfassung und -auswertung vereinfachen.

Nukleare Instrumentierung – Datenformat für digitale Datenerfassung im List-Mode für Strahlungsnachweis und -messung

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt das Format von binären „List-Mode“-Daten als Ausgabedaten von digitalen Datenerfassungsgeräten für den Nachweis und die Messung von Strahlung fest. Solche Datenerfassungsgeräte können digitale Signalprozessoren und FPGAs (en: Field Programmable Gate Arrays, de: anwenderprogrammierbare Gatterfelder) in Verbindung mit einem Speicher und einer Kommunikationsschnittstelle zu einem Computer verwenden.

Dieses Dokument ist anwendbar auf Datenerfassungsgeräte, die Messdaten von Strahlungsdetektoren als Liste einzelner Ereignisse aufzeichnen und ausgeben können, wobei die Daten in einer Ausgabedatei gespeichert oder an einen anderen Computer als Datenstrom übertragen werden können. Diese „List-Mode“-Daten enthalten üblicherweise Zeitstempel und Informationen über die Impulsenergie, sie können aber auch digitalisierte Daten enthalten oder sie können Parameter enthalten, wie die Anstiegszeit oder Teilflächen von Signalen, die vom DSP oder FPGA berechnet wurden.

Das Kommunikationsprotokoll zwischen der Datenerfassungselektronik und den Gerätetreibern ist nicht Gegenstand dieses Dokuments. Vielmehr legt dieses Dokument ein Format für die Darstellung der von einem oder mehreren Geräten erfassten Daten fest, für die Verwendung durch den Benutzer bzw. das Auswertungsprogramm.

Dieses Dokument beschreibt nur die binäre Formatierung der Daten. Die formatierten Daten können mithilfe von zusätzlichen Protokollen gespeichert oder übertragen werden. Außerdem sind Befehle zum Steuern von Messgeräten nicht in diesem Dokument enthalten.

Diese Norm stellt keine Anforderungen an die Verschlüsselung oder Authentifizierung der Daten. Aber Daten werden im Format dieses Dokuments kanonisch kodiert, was die Anwendung von Datenschutzalgorithmen gestattet.

Dieses Dokument ersetzt nicht IEC 62755. Die vorliegende Norm stellt zusätzliche Mechanismen zur Verfügung, um mit IEC 62755 formatierte Daten in Listmode-Daten einzufügen.

Dieses Dokument gilt nicht für Datenerfassungsgeräte, die als Mess- und Steuersysteme in Kernkraftwerken benutzt werden, oder für andere sicherheitskritische Anwendungen. Sie ist auch nicht für medizinische Anwendungen vorgesehen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 62755, *Radiation protection instrumentation – Data format for radiation instruments used in the detection of illicit trafficking of radioactive materials*

ISO/IEC 8824-1:2015, ITU-T X.680, *Information technology – Abstract Syntax Notation One (ASN.1): Specification of basic notation*

ISO/IEC 8825-7, ITU-T X.696, *Information technology – ASN.1 encoding rules: Specification of Octet Encoding Rules (OER) and Technical Corrigendum 1 and Technical Corrigendum 2*

ISO/IEC 9834, ITU-T X.660, *Information technology – Procedures for the operation of object identifier registration authorities: General procedures and top arcs of the international object identifier tree*

ISO/IEC 10646:2017, *Information technology – Universal Coded Character Set (UCS)*

ISO 8601, *Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times*

IEEE 754, *IEEE Standard for Floating-Point Arithmetic*

3 Begriffe, Abkürzungen und Darstellungsarten

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

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

3.1 Begriffe

3.1.1

ASN.1-Spezifikation

(en: ASN.1 specification)

Zusammenstellung von einem oder mehreren ASN.1-Modulen

Anmerkung 1 zum Begriff: In dieser Norm bezieht sich dieser Begriff auf die ASN.1-Schreibweise der Typen, die in [Abschnitt 5](#) definiert und die in [Anhang A](#) (informativ) wiederholt werden.

[QUELLE: ISO/IEC 8824-1:2015, 3.8.5]

3.1.2

ASN.1-Modul

(en: ASN.1 module)

eine oder mehrere Instanzen der Verwendung von ASN.1 für type (de: Typ), value (de: Wert), value set (de: Wertemenge), information object class (de: Informationsobjekt-Klasse), information object (de: Informationsobjekt), und information object set (de: Informationsobjekt-Menge) (sowie ihre parametrisierten Varianten), die mit Hilfe der ASN.1-Schreibweise kodiert wurden

Anmerkung 1 zum Begriff: Das ASN.1-Modul in dieser Norm verwendet nur die ASN.1-Schreibweise für type und value.

[QUELLE: ISO/IEC 8824-1:2015, 3.8.50]

3.1.3

Kanal

(en: channel)

Anordnung von verbundenen Komponenten in einem System mit einem einzigen Ausgang

3.1.4

Datenerfassungsgerät

(en: data acquisition device)

Messgerät, das das von einem oder mehreren Messwertaufnehmern erzeugte Signal abtastet

BEISPIEL Ein Digitiser, der das Signal von einem Strahlungsdetektor abtastet oder ein an einen Temperatursensor angeschlossenes Messgerät.

3.1.5

Datenstrom

(en: data stream)

Folge von digital kodierten zusammenhängenden Datenpaketen, die benutzt wird, um Informationen zu senden oder empfangen

3.1.6**Totzeit**

(en: dead time)

Zeit, in der ein Kanal eines Datenerfassungsgeräts keine Ereignisse eines Strahlungsdetektors erfassen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Totzeit kann durch den Nachweisvorgang oder das Datenerfassungsgerät erzeugt werden oder kann nach der Erfassung in die Daten eingeführt werden.

3.1.7**Gerät**

(en: device)

Datenerfassungsgerät, wie in 3.1.4 definiert

3.1.8**digitales Signal**

(en: digital signal)

zeitdiskretes Signal, in dem Information durch eine endliche Anzahl wohldefinierter diskreter Werte dargestellt wird, die eine ihrer charakteristischen Größen im Laufe der Zeit annimmt

[QUELLE: IEC 60050-702:1992, 702-04-05]

3.1.9**Kodierung**

(en: encoding)

Bitmuster, das aus einem abstrakten Wert durch Anwenden eines Kodiervorgangs entsteht

[QUELLE: ISO/IEC 8824-1:2015, 3.8.25]

3.1.10**Ereignis**

(en: event)

Menge von Eigenschaften (einschließlich Zeitstempel) die durch die Messung des Signals von einem einzelnen Sensor zur vom Zeitstempel angegebenen Zeit erhalten wurden

BEISPIEL 1 Die Impulshöhe und der Zeitstempel des Nachweises eines Photons in einem Strahlungsdetektor.

BEISPIEL 2 Der Ort und die Orientierung eines Strahlungsdetektors zu einem bestimmten Zeitpunkt.

BEISPIEL 3 Die Messung des Zustands eines Datenerfassungsgeräts (seine Leistungsaufnahme, Temperatur, ...) zu einem bestimmten Zeitpunkt.

3.1.11**Ganzzahl-Typ**

(en: integer type)

einfacher Typ mit verschiedenen Werten, die positive und negative ganze Zahlen einschließlich Null (als einzelner Wert) sein können

[QUELLE: ISO/IEC 8824-1:2015, 3.8.48]

3.1.12**List-Mode**

(en: list mode)

Methode zur Messung und Speicherung von Daten von Strahlungsdetektoren als Liste einzelner Ereignisse

Anmerkung 1 zum Begriff: Üblicherweise werden der Zeitstempel und gemessene Eigenschaften wie die Impulshöhe eines Ereignisses aufgezeichnet, aber es können auch wesentlich mehr Informationen hinzugefügt werden.

3.1.13**Live-Time**

(en: live time)

Zeit, in der ein Kanal eines Datenerfassungsgeräts Ereignisse von einem Sensor wie z. B. einem Strahlungsdetektor erfassen kann

3.1.14

Messgerät

(en: measuring instrument)

Gerät, das dafür vorgesehen ist, allein oder in Verbindung mit zusätzlichen Geräten Messungen durchzuführen

[QUELLE: IEC 60050-311:2001, 311-03-01]

3.1.15

Objektbezeichnung

(en: object identifier)

geordnete Liste von ganzzahligen Werten, die von der Wurzel des Internationalen Objektbezeichner-Baums zu einem Knoten führen und diesen Knoten eindeutig bestimmen

[QUELLE: ISO/IEC 9834-1:2012, ITU-T X.660 (07/2011), 3.5.11]

3.1.16

Oktett

(en: octet)

Element aus einer geordneten Folge von 8 Bits, gleichwertig mit einem 8-Bit-Byte

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Bezeichnung wird in diesem Dokument und in den ASN.1-Normen anstelle von „Byte“ benutzt, um Verwechslungen in Fällen zu vermeiden, wo es Hardware-abhängige Byte-Längen von z. B. 7-Bit-Bytes oder 16-Bit-Bytes gibt.

3.1.17

Strahlungsdetektor

(en: radiation detector)

Messwertaufnehmer als Bestandteil eines Strahlungsmessgeräts, der dafür ausgelegt ist, eine messbare Erregungsantwort auf ionisierende Strahlung zu erzeugen

[QUELLE: IEC 62755:2012, 3.1.26]

3.1.18

Randomisierung

(en: randomisation)

Verfahren, das sicherstellt, dass Messungen von einem zufälligen Signal mit einer gleichförmigen Verteilung Messwerte mit gleichförmiger Verteilung ergeben, auch wenn das Messverfahren diskrete anstelle von kontinuierlichen Werten liefert

3.1.19

Echtzeit

(en: real time)

Summe aus gesamter Totzeit und Gesamt-Live-Time eines Kanals

3.1.20

Abtastung

(en: sampling)

Vorgang der Aufnahme von Abtastwerten von einem Signal, üblicherweise in gleichen Zeitintervallen

[QUELLE: IEC 60050-704:1993, 704-23-02]

3.1.21

Abtastfrequenz

(en: sampling frequency)

Anzahl der Abtastwerte eines Signals je Zeiteinheit

[QUELLE: IEC 60050-704:1993, 704-23-03]

3.1.22**SELECTION -Typen****Selektionstypen**(en: **SELECTION** types)

Typen, die durch die Verweisung auf einen Komponententyp eines **CHOICE**-Typs (de: Auswahltyp) definiert worden sind, und dessen Werte genau die Werte des Komponententyps sind

[QUELLE: ISO/IEC 8824-1:2015, 3.8.66]

3.1.23**Messwertaufnehmer****Sensor**

(en: sensor)

Teil eines Messgeräts oder einer Messkette, auf das die Messgröße unmittelbar einwirkt, und das ein Signal erzeugt, welches vom Wert der Messgröße abhängt

[QUELLE: IEC 60050-311:2001, 311-05-01]

3.1.24**SEQUENCE -Typen****Sequenztypen**(en: **SEQUENCE** types)

Typen, die durch eine feste, geordnete Aufzählung von Typen definiert werden (von denen manche als optional festgelegt werden können); jeder Wert des Typs **SEQUENCE** ist eine geordnete Liste von Werten, je einer von jedem Komponententyp.

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn ein Komponententyp als optional angegeben ist, braucht ein Wert des Sequenztyps keinen Wert dieses Komponententyps enthalten.

[QUELLE: ISO/IEC 8824-1:2015, 3.8.67]

3.1.25**SEQUENCE OF -Typen****Folgentypen**(en: **SEQUENCE OF** types)

Typen, die durch Verweisung auf einen einzelnen Komponententyp definiert werden; jeder Wert in einem Folgentyp ist eine geordnete Folge von keinem, einem oder mehreren Werten des Komponententyps

[QUELLE: ISO/IEC 8824-1:2015, 3.8.68]

3.1.26**Signal**

(en: signal)

analoges elektrisches Ausgangssignal eines Sensors, das Informationen über den Wert der Messgröße enthält

3.1.27**Zeitbasis**

(en: time base)

Referenztakt, von dem Zeitintervalle als Zeitpunkte von bestimmten Phasen der Oszillation bestimmt werden können

Anmerkung 1 zum Begriff: In diesem Dokument bezeichnet die Zeitbasis eine Periode des Takts, der benutzt wird, um den Zeitstempel-Zähler eines Kanals zu erhöhen, sie wird in Sekunden angegeben. Die Zeitbasis ist der Kehrwert des Kanalelements `clockFrequency` und wird durch das Symbol *B* dargestellt.

[QUELLE: IEC 60050-702:1992, 702-04-08]

3.1.28

Gesamttotzeit

(en: total dead time)

Summe aller einzelnen Totzeiten eines Kanals seit Beginn der Messung

3.1.29

Gesamt-Live-Time

(en: total live time)

Summe aller einzelnen Live-Times eines Kanals seit Beginn der Messung

3.1.30

kanonische Kodierung

(en: canonical encoding)

Kodierung, die eine eindeutige Binärdarstellung für jeden Wert erzeugt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die meisten der Kodierv Verfahren von ASN.1 erlauben eine gewisse Freiheit. Kodierv Verfahren, die keine Freiheiten bei der Kodierung erlauben, werden kanonisch genannt.

BEISPIEL Wenn ein boolescher Typ mithilfe des Kodierv Verfahrens CANONICAL-OER (C-OER) kodiert wird, muss der Wert TRUE als 255 kodiert werden. Diese Beschränkung gibt es nicht für BASIC-OER, wo FALSE als 0 kodiert wird und TRUE als jeder andere Wert in einem Oktett (1 bis 255).

3.2 Abkürzungen

ADC	(en: analog to digital converter)	Analog-Digital-Wandler
ASN.1	(en: Abstract Syntax Notation One)	Abstrakte Syntaxschreibweise Eins
DSP	(en: digital signal processor)	Digitaler Signalprozessor
FPGA	(en: field programmable gate array)	Programmierbares Gatterfeld
PMT	(en: photomultiplier tube)	Photomultiplier oder Sekundärelektronenvervielfacher
RMS	(en: root-mean-square) [QUELLE: IEC 60050-103:2009, 103-02-02]	Effektivwert
RTC	(en: Real-Time Clock)	Echtzeituhr
URI	(en: Uniform Resource Identifier) [QUELLE: RFC 3986]	einheitlicher Bezeichner für Ressourcen
UTC	(en: Universal Coordinated Time)	koordinierte Weltzeit
XML	(en: Extensible Markup Language)	erweiterbare Auszeichnungssprache

3.3 Darstellungsarten

3.3.1 Grafische Darstellung

Die folgenden grafischen Darstellungsarten werden in diesem Dokument benutzt (siehe auch [Bild 1](#)):

- Kanäle werden mit dünnen, geraden, schwarzen Pfeilen gezeichnet;
- Datenverbindungen werden durch dicke Pfeile dargestellt, bei denen die Farbe das Datenformat angibt;
- Datenerfassungsgeräte, oder kurz Geräte, werden mit Rechtecken dargestellt;
- Strahlungsdetektoren werden durch die typische Form eines mit einem Photomultiplier verbundenen Szintillators dargestellt. Dieses Symbol wird allerdings für alle Arten von Strahlungsdetektoren verwendet;
- Alle anderen Messwertaufnehmer werden durch ein Quadrat mit einer diagonalen Linie dargestellt;
- Ein Speichermedium wie z. B. eine Festplatte wird durch einen Zylinder dargestellt;
- Wenn keine Verwechslung möglich ist, werden die Beschriftungen in den Abbildungen weggelassen.

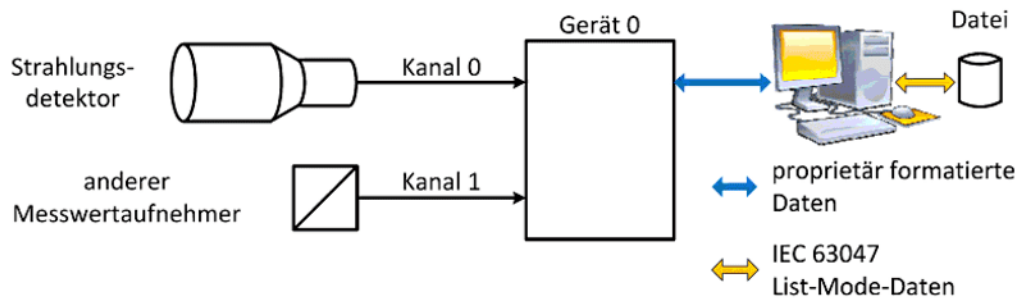


Bild 1 – In diesem Dokument benutzte grafische Darstellungen

3.3.2 ASN.1-Schreibweise

Namen von Datentypen, Elementen und Definitionen in der ASN.1-Schreibweise sind in der besonderen Schriftart *Courier New* gedruckt.

Die Schreibweise von ASN.1 ist in ISO/IEC 8824-1 festgelegt. Dieser Unterabschnitt fasst die in jenem Dokument verwendete Schreibweise kurz zusammen:

- ASN.1-Typnamen beginnen mit einem Großbuchstaben;
- ASN.1-Schlüsselwörter (einschließlich der eingebauten Typen) werden ausschließlich in Großbuchstaben geschrieben, mit Ausnahme einiger Zeichenkettentypen, die mithilfe des OCTET STRING redefiniert wurden;
- jedes Element eines `SEQUENCE`- oder `CHOICE`-Typs wird von einem Bezeichner benannt, der mit einem Kleinbuchstaben beginnt;
- einzeilige Kommentare in der ASN.1-Schreibweise beginnen mit zwei Bindestrichen, „--“. Auch wenn Kommentare keine formale Bedeutung haben, enthalten sie jedoch normativen Text, der sich auf die Semantik oder (wie in [Abschnitt 5](#)) Einschränkungen der Syntax bezieht;
- drei Punkte „...“ markieren Stellen, wo die ASN.1-Definition erweiterbar ist (siehe [4.2.3](#)).

3.3.3 Dezimaltrennzeichen

Das in Veröffentlichungen der IEC übliche Dezimaltrennzeichen ist das Komma. Das ist auch in diesem Dokument der Fall, außer wenn die in der Schriftart *Courier new* gedruckte ASN.1-Schreibweise benutzt wird, in der der Punkt als Dezimaltrennzeichen verwendet wird.

3.3.4 Hexadezimale und Binärzahlen

In diesem Dokument werden hexadezimale Zahlen dargestellt als 'xx xx xx xx'H und Binärzahlen als 'yyyy yyyy'B, wobei x Werte von 0 bis F und y die Werte 0 oder 1 annehmen kann.

4 Allgemeine Anforderungen

4.1 Anleitung für dieses Dokument

Dieses Dokument definiert das List-Mode-Datenformat und erklärt, wie es benutzt werden muss. Das Dokument ist wie folgt aufgebaut:

- das List-Mode-Datenformat wird durch die allgemeinen Anforderungen in [Abschnitt 4](#) und die in [Abschnitt 5](#) definierten Datentypen festgelegt;
- [Abschnitt 6](#) beschreibt, wie man das List-Mode-Datenformat in verschiedenen Fällen benutzt, unter anderem bei der Angabe der Totzeit und bei einem Überlauf des Zeitstempel-Zählers, und führt Beispiele auf;
- [Anhang A](#) (informativ) wiederholt die Typdefinitionen von ASN.1 aus [Abschnitt 5](#) und kann als Kopiervorlage benutzt werden, was bei der Verwendung von ASN.1-Hilfsprogrammen nützlich sein kann;

- **Anhang B** (informativ) gibt eine Einführung in ASN.1: Der Anhang führt kurz in die Syntax von ASN.1 und das C-OER-Kodierverfahren ein und erklärt die Arbeitsschritte mit ASN.1;

4.2 Anwendung der Abstract Syntax Notation One (ASN.1)

4.2.1 Allgemeines

Das in diesem Dokument beschriebene Datenformat baut auf der in ISO/IEC 8824 beschriebenen ASN.1-Syntax auf. Mithilfe vorhandener Hilfsprogramme wie ASN.1-Compiler kann Quellcode aus der ASN.1-Syntax-Spezifikation, der Darstellung der Datenstrukturen in ASN.1-Schreibweise, erzeugt werden. Der erzeugte Quellcode enthält Datenstrukturen, Kodier- und Dekoderroutinen, die benutzt werden können, um diese Norm umzusetzen. Die Verwendung solcher Hilfsprogramme wird nicht vorausgesetzt: die Verfahren für die Kodierung und Dekodierung sind in ISO/IEC 8825 beschrieben und können benutzt werden, um eigene Software für Kodierung und Dekodierung zu entwickeln. Siehe **Anhang B** (informativ) für weitere Information über ASN.1.

4.2.2 Kodierverfahren

Das ASN.1-Kodierverfahren für das in diesem Dokument definierte List-Mode-Datenformat muss C-OER sein (Canonical Octet Encoding Rule, de: eindeutiges Oktett-Kodierverfahren), das in ISO/IEC 8825-7, ITU-T X.696 spezifiziert wird.

4.2.3 Erweiterbarkeit

Die ASN.1-Spezifikation in diesem Dokument sieht eine Erweiterbarkeit vor. Die Erweiterbarkeit sichert die Vorwärts- und Rückwärtskompatibilität von verschiedenen Ausgaben dieses Dokuments. Das bedeutet, wenn dieses Dokument in der Zukunft überarbeitet wird (z. B. um neue Eigenschaften hinzuzufügen), dass alle Programme, die für vorangegangene Ausgaben entwickelt wurden, mit den Daten weiterhin funktionieren, die mit der überarbeiteten Ausgabe der Norm kodiert wurden (aber die neuen Eigenschaften werden ignoriert). Programme, die für die überarbeitete Norm entwickelt worden sind, werden in der Lage sein, Daten zu lesen, die von Programmen für vorige Ausgaben erzeugt wurden. In der ASN.1-Schreibweise zeigen drei Punkte (...) Stellen an, wo die ASN.1-Spezifikation in einer zukünftigen Ausgabe dieses Dokuments erweitert werden kann.

4.2.4 Objektkennung

In Übereinstimmung mit ISO/IEC 9834, ITU-T X.660 wird die Objektkennung, die die ASN.1-Definition dieses Dokuments festlegt, definiert als {iso(1) standard(0) listmode-dataformat(63047) 2018}, wobei 2018 das Erscheinungsjahr dieses Dokuments ist.

ANMERKUNG Siehe <http://oid-info.com/get/1.0> für den von ISO und IEC entwickelten Objektkennungsbaum für Internationale Normen.

4.2.5 Optionale Elemente und Elemente mit Vorgabewert

Einige Typdefinitionen in diesem Dokument enthalten Elemente, die optional sind, während andere Elemente mit einem Vorgabewert festgelegt werden. Die ASN.1-Syntax und das Kodierverfahren legen das folgende fest:

- wenn einem optionalen Element kein Wert zugewiesen wird, wird das Element nicht kodiert. Der Kodierer benutzt ein presence bitmap (de: Anwesenheits-Bitfeld), um anzugeben, welche optionalen Elemente einen Wert zugewiesen bekommen haben. Der Dekoder prüft dieses Bitfeld, um zu bestimmen, welche Elemente dekodiert werden müssen;
- wenn einem Element mit einem Vorgabewert kein Wert zugewiesen wird, wird es nicht kodiert. Das vom Kodierer erzeugte Bitfeld gibt an, dass der Wert nicht vorhanden ist. Der Dekoder weist dann dem Element den Vorgabewert zu. Auch wenn einem Element der Vorgabewert zugewiesen wird, wird es nicht kodiert;
- ein Element kann nicht gleichzeitig optional sein und einen Vorgabewert besitzen.

BEISPIEL In der folgenden ASN.1-Spezifikation ist `listModeDataID` optional, während `listModeDataPart` einen Vorgabewert von 0 hat. Wenn für beide Werte kein Wert angegeben wird, werden sie nicht kodiert, d. h. in den kodierten Daten ist kein Wert vorhanden. Die Dekodierung von `listModeDataID` wird einen ungültigen Wert ergeben, aber der dekodierte Wert von `listModeDataPart` wird 0 sein.

```
listModeDataID UTF8String OPTIONAL,
listModeDataPart INTEGER (0..255) DEFAULT 0
```

4.3 Das Konzept der List-Mode-Datenerfassung

ANMERKUNG In diesem Unterabschnitt sind die in [Abschnitt 3](#) definierten Begriffe *kursiv* dargestellt.

Dieses Dokument legt das Format von binären Daten fest, die die Ergebnisse von Messungen des *Signals* darstellen, das von *Messwertaufnehmern* erzeugt wird. Diese *Messwertaufnehmer* sind in erster Linie *Strahlungsdetektoren*, können aber auch *Messwertaufnehmer* für Umweltbedingungen, die geografische Position usw. sein. In diesem Dokument werden solche anderen *Messwertaufnehmer* genauso wie *Strahlungsdetektoren* behandelt. Bild 2 zeigt ein schematisches Diagramm des Messvorgangs.

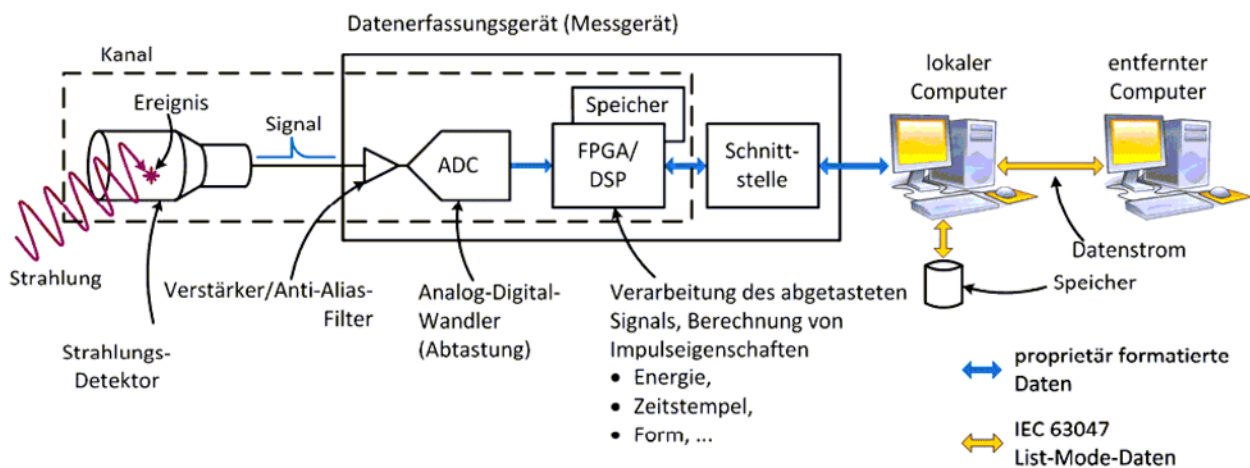


Bild 2 – Typisches Datenerfassungsgerät, das von einem Computer vor Ort gesteuert wird, der List-Mode-Daten auf einer lokalen Platte speichert und/oder sie an einen entfernten Computer sendet

Für die hier beschriebene Anwendung ist ein *Ereignis* (en: event) ein Satz von Eigenschaften oder Parametern, der zu einem Ereignis der Wechselwirkung von Strahlung in einem *Strahlungsdetektor* gehört, der von einem *Messgerät* zu einem bestimmten Zeitpunkt aufgezeichnet wird. Allgemeiner angegeben, verknüpft ein *Ereignis* ein Messergebnis von einem beliebigen *Messwertaufnehmer* mit dem Zeitpunkt, zu dem die Messung durchgeführt wurde.

Das von einem *Messwertaufnehmer* erzeugte *Signal* wird von einem *Messgerät* mit einer bestimmten Abtastfrequenz *abgetastet*. Das *Messgerät* (oder *Datenerfassungsgerät*) enthält üblicherweise einen Verstärker und Alias-Korrektur-Filter, gefolgt von einem Analog-Digital-Wandler (ADC) und digitaler Elektronik (z. B. enthalten in einem *FPGA* oder *DSP*), die das *abgetastete Signal* verarbeitet und es digital am Ausgang des *Kanals* zur Verfügung stellt. Der *Kanal* (en: channel) umfasst den *Messwertaufnehmer* und den Teil des *Messgeräts*, der das *Signal* abtastet und verarbeitet.

Wenn Messergebnisse am Ausgang eines *Kanals* als Liste einzelner *Ereignisse* aufgezeichnet werden, sagt man, dass die Daten im *List-Mode* aufgezeichnet werden. Diese Daten werden in *List-Mode-Dateien* aufgezeichnet oder mit *Datenströmen* übertragen.

In *List-Mode-Daten*, die diesem Dokument entsprechend formatiert sind, können verschiedene Typen von *Ereignissen* enthalten sein, unter anderem Impulse, *digitale Signale* usw. Ein *Kanal* kann Daten von mehr als einem *Ereignis-Typ* erzeugen. *List-Mode-Daten* von mehr als einem *Gerät* (en: device) und mehreren *Kanälen* können in einer Datei oder einem Datenstrom gemischt enthalten sein.

4.4 Kanäle und Geräte in einer Datei oder einem Datenstrom

Einer der Vorteile der Datenerfassung im List-Mode ist die Einfachheit, mit der Daten, die mit verschiedenen Strahlungsdetektoren und anderen Messwertaufnehmern erfasst wurden, für die Verarbeitung kombiniert werden können. Dieses Dokument kann dafür verwendet werden, um Daten, die im List-Mode von verschiedenen Kanälen oder verschiedenen Datenerfassungsgeräten aufgezeichnet wurden, in einer einzelnen Datei oder einem Datenstrom darzustellen oder auch in mehreren Dateien oder Datenströmen. Siehe Bild 3 für Beispiele. Die Datenerfassungssoftware und -hardware, die die List-Mode-Daten erzeugen, sollten die gleiche Flexibilität gestatten.

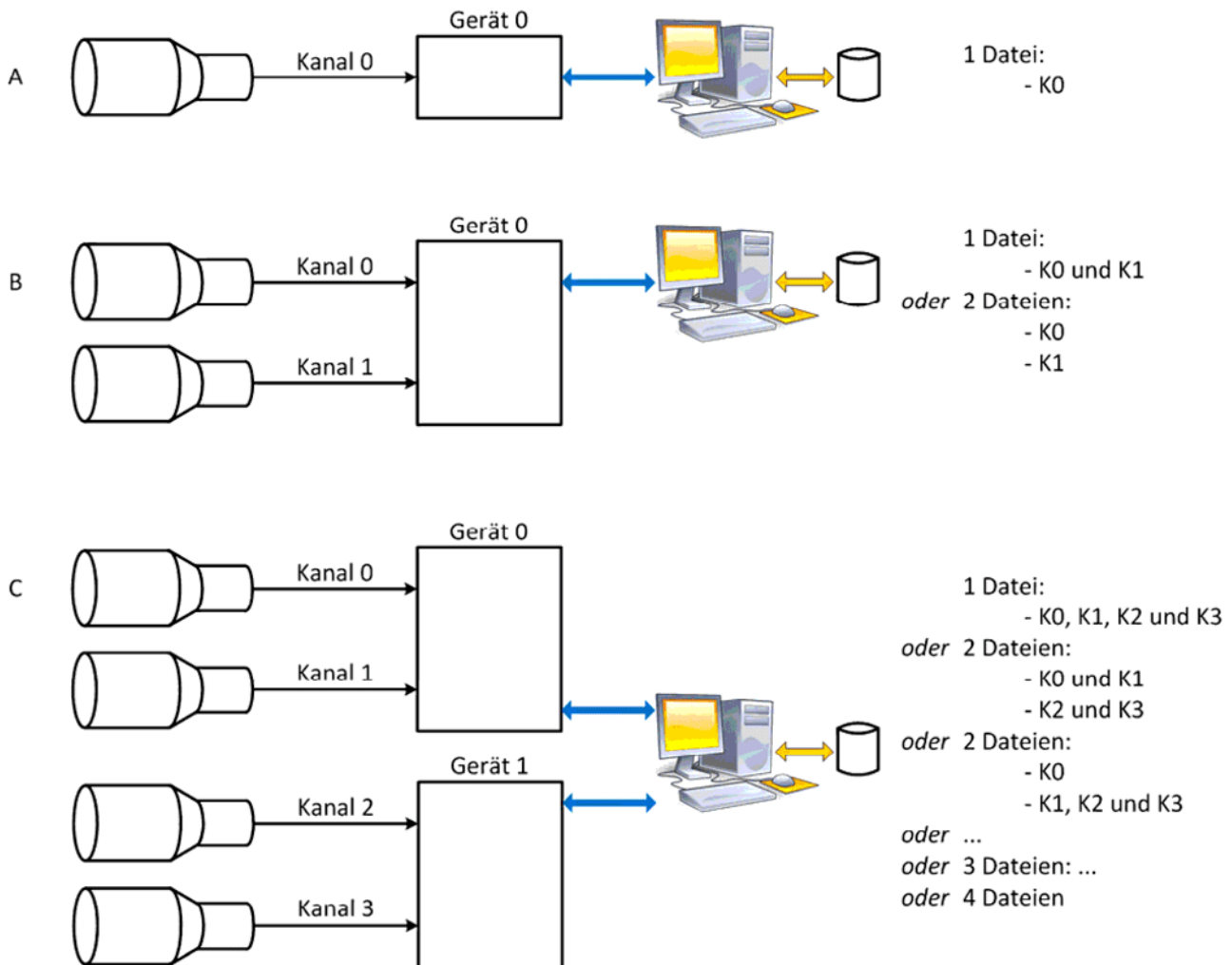


Bild 3 – Beispiel für die Zusammenfassung der Daten von mehreren Kanälen in einer oder mehreren Dateien

BEISPIEL Bild 3 zeigt drei unterschiedliche Kombinationen von Kanälen und Geräten. Im Beispiel A werden die Daten von einem einzigen Kanal eines einzigen Geräts in eine List-Mode-Datei geschrieben. Im Beispiel B hat Gerät 0 zwei Kanäle. List-Mode-Daten können in eine einzige Datei geschrieben werden, die die beiden Kanäle kombiniert, oder in zwei separate Dateien. Im Beispiel C gibt es zwei Geräte, die jeweils zwei Kanäle haben. Die List-Mode-Daten können in eine oder mehrere Dateien geschrieben werden, wobei die Kanäle auf verschiedene Art kombiniert werden können.

4.5 Anwendbarkeit auf Dateien und Datenströme

Dieses Dokument wird angewendet für List-Mode-Dateien und Datenströme. Bild 4 zeigt die verschiedenen Anordnungen bei der Benutzung dieses Dokuments. In Anordnung A kommuniziert der Computer mit dem Datenerfassungsgerät mit einem proprietären Kommunikationsformat oder Kommunikationsprotokoll, aber speichert List-Mode-Daten in einer Datei in dem in diesem Dokument festgelegten Format. Es ist nicht die

Absicht dieses Dokuments, das genormte Format für die gesamte Kommunikation zwischen dem Datenerfassungsgerät und dem Computer einzuführen oder vorzuschreiben.

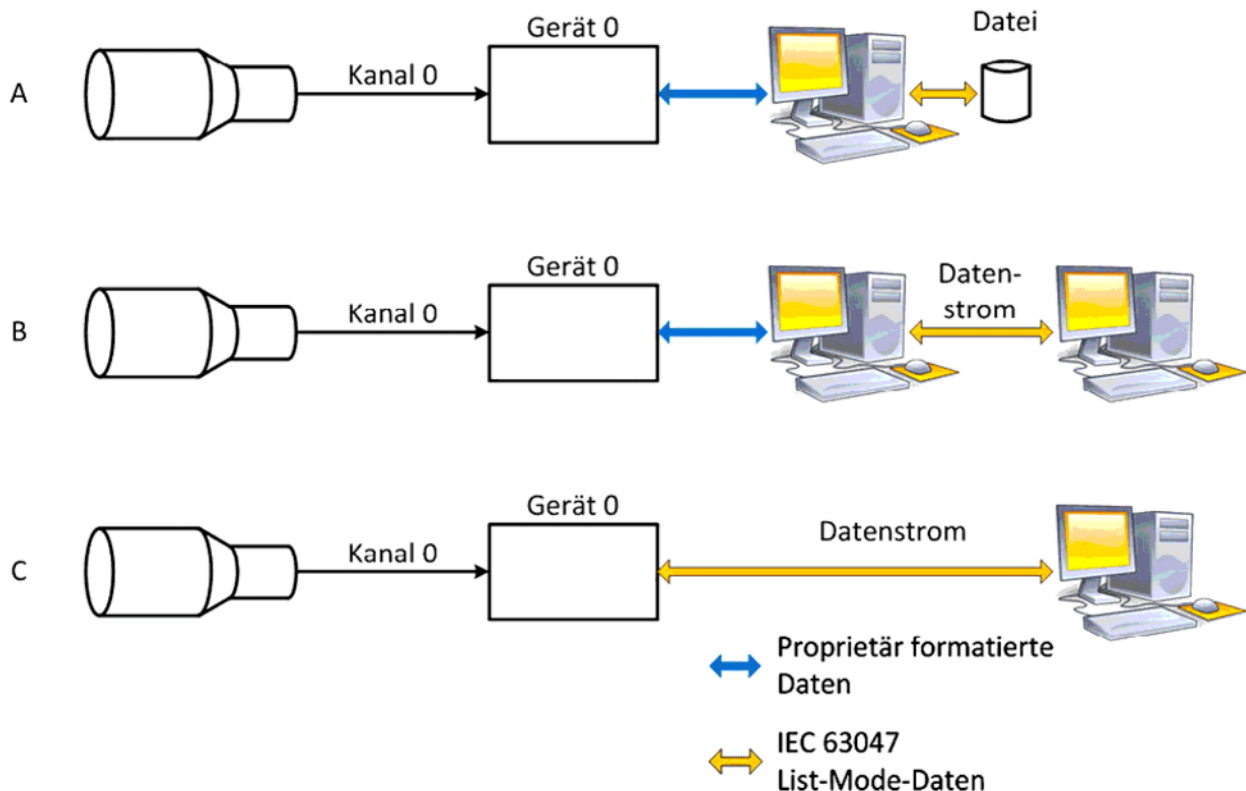


Bild 4 – Dieses Dokument wird angewendet für Dateien und Datenströme

In Anordnung B benutzt der Computer vor Ort das proprietäre Format, um mit dem Datenerfassungsgerät zu kommunizieren, aber sendet einen Datenstrom an einen anderen Computer, der die Daten verarbeiten oder speichern könnte oder an einen weiteren (nicht gezeigten) Computer senden könnte.

Es gibt eine Tendenz, genormte Kommunikationsprotokolle in die Schnittstelle von Datenerfassungsgeräten einzubauen. In Anordnung C z. B. dient das Datenerfassungsgerät als Server und nimmt Netzwerk-Verbindungen entgegen, die von Client-Computern angefordert werden, die die Daten speichern oder verarbeiten und weitersenden.

Diese Topologie gestattet es, Daten von verschiedenen Detektoren und Messwertaufnehmern zu kombinieren. Die Daten können z. B. von Computersystemen verarbeitet und gespeichert werden, die die Daten anderen Benutzern zugänglich machen. Dieses Dokument gilt für List-Mode-Daten, die in Dateien gespeichert werden oder als Datenstrom über solche Verbindungen übertragen werden. [Unterabschnitt 6.8](#) beschreibt, wie das gemacht wird.

4.6 Beziehung zu Dateien im Format nach IEC 62755

IEC 62755 beschreibt das Datenformat für Informationen, die von Strahlungsdetektoren für den Nachweis des unerlaubten Handels mit radioaktiven Stoffen erzeugt werden. IEC 62755 benutzt XML, das durch definierte Elemente und Eigenschaften sowohl von Menschen als auch von Maschinen gut lesbar ist.

Das in IEC 63047 (diesem Dokument) festgelegte Datenformat ist gedacht für digitale Datenerfassungsgeräte, die Daten im List-Mode aufnehmen. Diese Art, Daten aufzuzeichnen, erzeugt Dateien, die bis zu Gigabytes Speicherplatz verbrauchen können. Aus Gründen des Datendurchsatzes verlangt diese Norm, dass die Daten in einem Binärformat gespeichert werden. Der Anwendungsbereich dieser Norm ist hauptsächlich die Metrologie (die genaue Messung von Strahlung) und Messungen im Labor, sie kann aber auch im Bereich der Strahlenschutzkonzeption (en: nuclear security), nuklearer Sicherheit (en: nuclear safety) und

Sicherungsmaßnahmen (en: safeguards applications) (z. B. Compton-Kameras, active interrogation systems, Fernüberwachung und Untersuchung von radioaktivem Abfall) benutzt werden.

IEC 63047 ersetzt IEC 62755 nicht. Beide Formate können nebeneinander verwendet werden. IEC 63047 stellt Methoden zur Verfügung, um, falls erforderlich, nach IEC 62755 formatierte Dateien in IEC 63047 List-Mode-Daten einzufügen oder umgekehrt. Das ist sinnbildlich in Bild 5 dargestellt und wird näher in 5.14 und 6.15.4 behandelt.

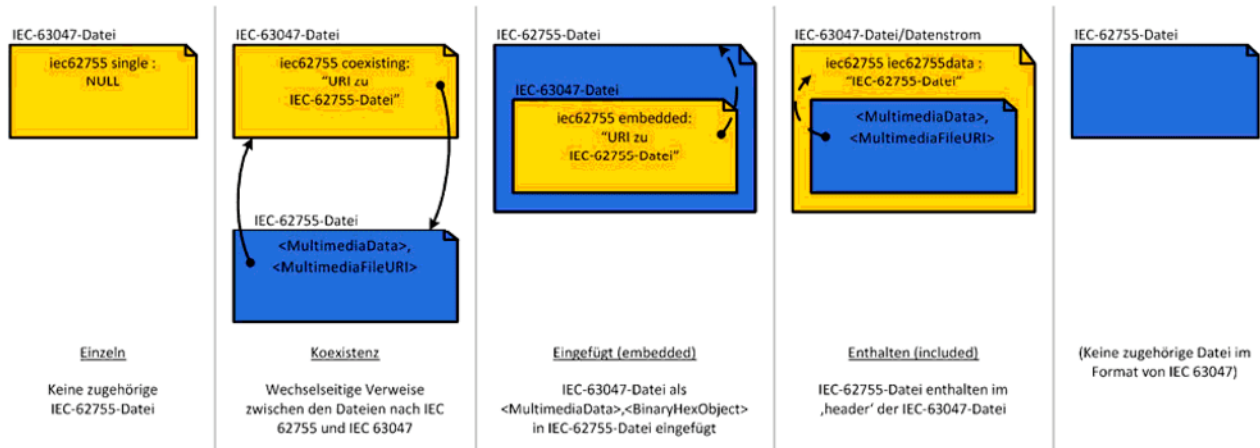


Bild 5 – Verhältnisse zwischen IEC-63047- und IEC-62755-Dateien

Der Vorteil des Zusammenschlusses beider Formate ist, dass alle Elemente im Format nach IEC 62755 in Verbindung mit binären List-Mode-Daten benutzt werden können, wodurch es vermieden wird, viele der schon in IEC 62755 enthaltenen Metadaten-Elemente zu kopieren. Solche Elemente schließen die Beschreibung des für die Messung benutzten Geräts, die Detektorkonfiguration, Kalibrierdaten, Radionuklididentifizierungsergebnisse usw. ein. Diese Integration der Formate muss aber nicht verwendet werden und richtet sich nach den Anforderungen des Benutzers.

4.7 Datensicherheit

Um sicherzustellen, dass die Daten bei der Übertragung in eine Datei oder über einen Datenstrom nicht verändert wurden, können Authentifizierungsalgorithmen verwendet werden, um eine digitale Signatur durch Anwendung einer Hash-Funktion auf die vom Encoder erzeugte Oktett-Kette zu erzeugen. Danach können die kodierten Daten und die digitale Signatur mit einem privaten Schlüssel kodiert und übertragen werden, abhängig vom Typ des Algorithmus. Der Empfänger entschlüsselt die Daten und verifiziert ihre Authentizität. Als letzter Schritt werden die Daten wieder dekodiert.

Dieses Dokument gibt keine Anforderungen für die Authentifizierungs- und Verschlüsselungsalgorithmen vor. Viele Authentifizierungsalgorithmen erfordern aber eine kanonische Kodierung, die sicherstellt, dass es genau eine binäre Darstellung für alle möglichen List-Mode-Daten, die vorkommen können, gibt. Die Anwendung der in 4.2.2 festgelegten Kodierungsregel stellt sicher, dass die nach diesem Dokument kodierten Daten kanonisch sind. Daraus folgt, dass dieses Dokument die Verwendung von Datensicherheitsalgorithmen nicht einschränkt.

Sicherheitsalgorithmen können auf die List-Mode-Daten als Ganzes angewendet werden (was für Dateien relevanter ist) oder auf alle Werte des Listmodedata-Typs zusammen oder können auf einzelne Werte angewendet werden (was eher für Datenströme wichtig ist), oder auf Gruppen von kodierten Werten.

5 Typdefinitionen nach ASN.1

5.1 Überblick

Abschnitt 5 beschreibt die in diesem Dokument benutzten Typen und die Voraussetzung für ihre Verwendung. Spezielle Anwendungsfälle für dieses Dokument werden in [Abschnitt 6](#) beschrieben. [Anhang A](#) (informativ) kombiniert alle ASN.1-Typdefinitionen aus diesem Abschnitt in einem gesamten Text, der als Eingabe für ASN.1-Hilfsprogramme und Compiler benutzt werden kann.

Dieser Überblick ist äußerst wichtig für das richtige Verständnis dieses Dokuments. Beim Lesen dieses Überblicks kann das Beispiel aus [Bild 6](#) betrachtet werden.

Der Typ `Listmodedata` ist der einzige Typ auf der obersten Ebene der ASN.1-Schreibweise; alle Datenpakete, die in einer Datei gespeichert werden oder über ein Netzwerk übertragen werden, sind kodierte Werte des Typs `Listmodedata`.

Der Typ `Listmodedata` ist eine CHOICE (de: Auswahl) zwischen den Typen `Header`, `EventList` oder `Footer`. Die Namen der Elemente, die benutzt werden, um die Auswahl anzuzeigen, sind `header`, `eventList` bzw. `footer`:

- der Typ `Header` (de: Datenkopf) ([5.13](#)):
 - kommt nur einmal am Beginn der Datei oder des Datenstroms vor;
 - enthält allgemeine Informationen über die Messung oder den Datenerfassungsvorgang;
 - enthält die Liste der Datenerfassungsgeräte (`deviceList` [5.15](#));
 - enthält die Liste der Kanäle (`channelList`, [5.16](#)) der Datenerfassungsgeräte, die Daten liefern. Für jeden Kanal enthält die `eventPropertyList` (de: Liste der Ereignisseigenschaften) eine Liste von `eventProperty`-Werten (de: Ereignisseigenschaften). Jeder `Event`-Typ (de: Ereignistyp), der in einer `eventList` (de: Ereignisliste) auftritt, muss einen entsprechenden `EventProperty`-Typ in der `eventPropertyList` des Kanals haben. Der `EventProperty`-Wert enthält allgemeine Informationen und Vorgabewerte, die für alle Ereignisse des zugehörigen Typs gelten;
- der Typ `EventList` (de: Ereignisliste) ([5.18](#)):
 - kommt mindestens einmal in jeder List-Mode-Datei und jedem List-Mode-Datenstrom nach dem Header vor;
 - gruppiert eine Anzahl von Werten des Typs `Event` ([5.19](#));
 - der Typ `Event` ist eine CHOICE (de: Auswahl) zwischen verschiedenen Typen. In Abhängigkeit von der Anwendung können Werte von verschiedenen `Event`-Typen zur `eventList` hinzugefügt werden:
 - a) `EventPulse` (de: Impuls-Ereignis): zu einem Impuls gehörender Ereignistyp ([5.20](#));
 - b) `EventDigitalSignalList` (de: Ereignis mit Liste digitaler Signale): enthält ein oder mehrere digitale Signale des Typs `DigitalSignal` ([5.21](#) und [5.22](#));
 - c) `EventTime` (de: Zeit-Ereignis): gibt die Gesamtzeit und Gesamt-Live-Time an ([5.23](#));
 - d) `EventRollover` (de: Überlauf-Ereignis): zeigt an, dass ein Überlauf des Zeitstempel-Zählers stattgefunden hat ([5.24](#));
 - e) `EventRTC` (de: Echtzeituhr-Ereignis): gibt den Synchronisationsstatus z. B. mit einer Echtzeituhr an ([5.25](#));
 - f) `EventLogic` (de: Logik-Ereignis): wird für Logikwerte benutzt ([5.26](#));
 - g) `EventGeo` (de: Geolokalisierungs-Ereignis): wird benutzt, um die Position, Ausrichtung und/oder Geschwindigkeit eines Detektors anzugeben ([5.27](#) bis [5.31](#));
 - h) `EventMeasurementList` (de: Ereignis mit Messwertliste): enthält einen oder mehrere Messwerte beliebiger Art. Die einzelnen Messwerte sind vom Typ `Measurement` ([5.33](#));
 - i) `EventHistogram1DList` (de: Ereignis mit 1D-Histogramm): enthält ein oder mehrere eindimensionale Histogramme ([5.34](#)). Die einzelnen Histogramme sind vom Typ `Histogram1D` ([5.35](#));

- j) **EventHistogram2DList** (de: Ereignis mit 2D-Histogramm): enthält ein oder mehrere zweidimensionale Histogramme (5.36). Die einzelnen Histogramme sind vom Typ **Histogram2D** (5.37);
- k) **EventMessage** (de: Ereignis mit Textnachricht): enthält eine Textmeldung oder eine binäre Information wie z. B. ein Bild (5.38);
- der Typ **Footer** (de: Fußtext) (5.39):
 - kommt genau einmal in einer List-Mode-Datei oder im List-Mode-Datenstrom vor;
 - zeigt das Ende der List-Mode-Datei oder des Datenstroms an.

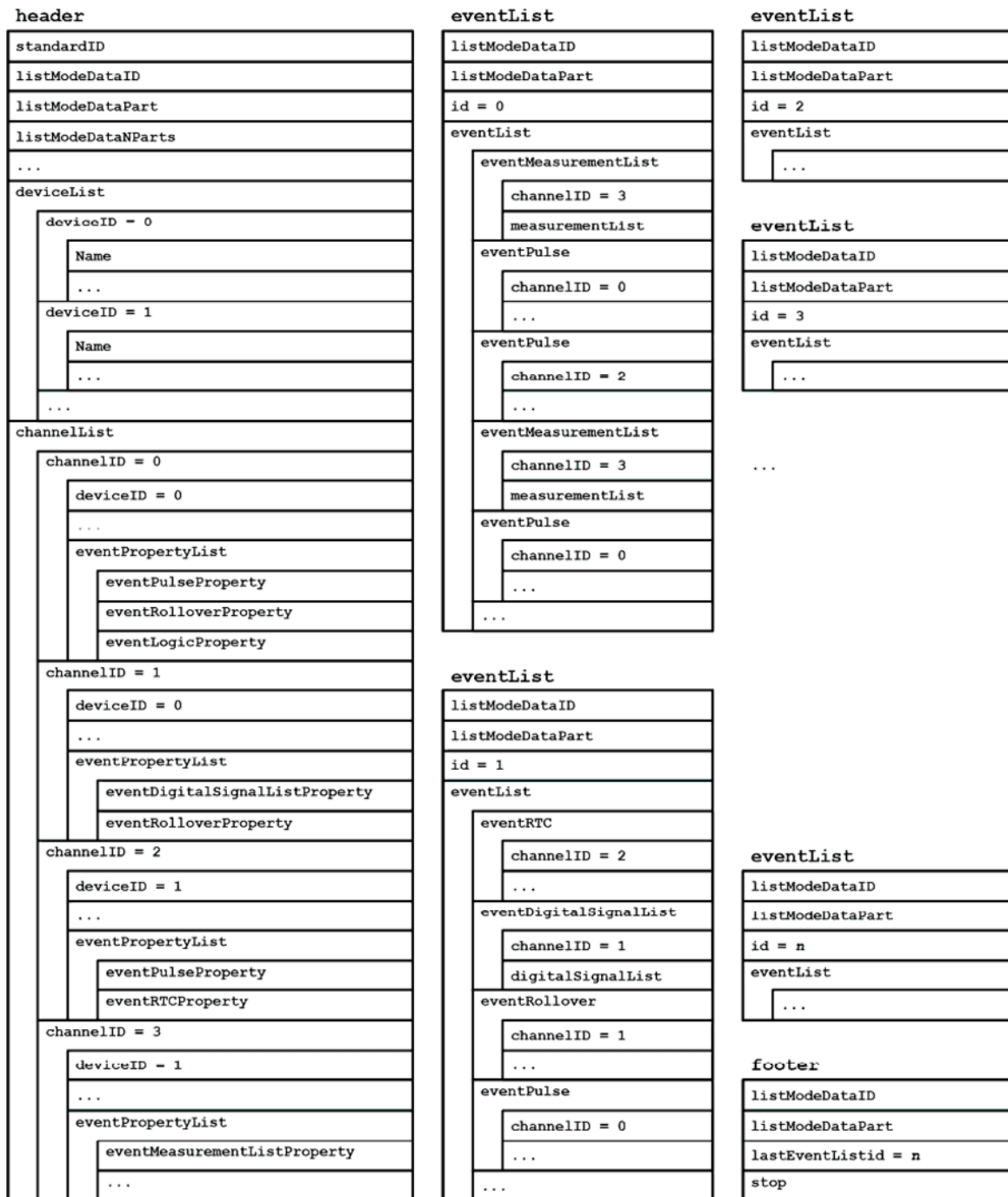


Bild 6 – Beispiel mit sieben Werten des Typs Listmodedata (ein Wert des Typs Header, gefolgt von fünf Werten des Typs EventList und einem Wert des Typs Footer)

In Bild 6 stellen drei Punkte einen Platzhalter für andere Elemente dar und sind nicht die Erweiterungsmarkierung für ASN.1.

BEISPIEL In Bild 6 werden sieben Werte des Typs ListmodeData gezeigt. Die sieben Werte werden einzeln kodiert und an eine Datei angehängt oder über ein Netzwerk zu einem Client-Computer gesendet. Der erste Wert ist vom Typ Header. Der Header enthält allgemeine Informationen (listModeDataID und andere Elemente) und die Liste der Geräte und Kanäle. Die Geräte und Kanäle werden durch ihre Position in der Liste identifiziert, wobei das erste die ID = 0 hat. Jeder Kanal enthält allgemeine Information über den Kanal (wie z. B. das Gerät, zu dem der Kanal gehört) und eine Liste von EventProperty-Typen, die zu den Event-Typen gehören, die in einer eventList vorkommen können. Der Kanal mit channelID = 0 kann Ereignisse der Typen EventPulse, EventRollover und EventLogic erzeugen. Die Werte von Header, EventList und Footer enthalten alle das Element listModeDataID, das den gleichen Wert hat. Der erste EventList-Wert hat id = 0. Beispielhaft sind die ersten fünf Event-Werte im Element eventList aufgeführt. Das erste Ereignis ist eine Liste von Messergebnissen vom Kanal mit channelID = 3. Das zweite und dritte Ereignis sind Impulse von den Kanälen mit channelID = 0 bzw. channelID = 2. Das geht so weiter bis zum letzten EventList-Wert mit id = n. Zum Schluss ist ein Wert des Typs Footer angehängt.

5.2 ASN.1-Typen

Die folgenden ASN.1-Typen werden in diesem Dokument benutzt und werden in ISO/IEC 8824-1 definiert:

- der BIT STRING-Typ (de: Bitfolgetyp) ist ein Typ, dessen verschiedene Werte eine geordnete Folge von keinem, einem oder mehreren Bits ist;
- ENUMERATED-Typen (de: Aufzählungstyp) sind Typen, deren Werten in der Typdefinition unterschiedliche Bezeichnungen gegeben werden;
- der Typ INTEGER (de: Ganzzahl) ist ein Typ mit verschiedenen Werten, die aus positiven und negativen ganzen Zahlen einschließlich Null (als ein einzelner Wert) bestehen. Aus praktischen Gründen dürfen bei der Implementierung des in diesem Dokument beschriebenen Formats die Werte des INTEGER-Datentyps nicht mehr als 8 Oktette einnehmen;
- OCTET STRING (de: Oktettkette) ist ein Typ, dessen verschiedene Werte eine geordnete Folge von keinem, einem oder mehreren Oktetten sind, wobei jedes Oktett eine geordnete Folge von acht Bits ist;
- der Typ REAL (de: reelle Zahl) ist ein Typ dessen verschiedene Werte (definiert in ISO/IEC 8824-1:2015 Abschnitt 21) die Menge der reellen Zahlen (numerische reelle Zahlen) und spezielle Werte wie NOT-A-NUMBER (de: keine Zahl) enthalten;
- der Typ UTF8String (de: UTF8-Zeichenkette) ist ein RestrictedCharacterStringType. In einem Wert vom UTF8String können alle in ISO/IEC 10646 definierten Zeichen vorkommen;
- der Typ VisibleString (de: Zeichenkette mit sichtbaren Zeichen) ist ein RestrictedCharacterStringType. In einem VisibleString können die in ISO International Register of Coded Character Sets to be used with Escape Sequences, Registration Number 6 (de: ISO internationales Register von kodierten Zeichensätzen mit Escape-Tastensequenzen, Escape-Tastensequenz mit Registriernummer 6), enthaltenen Zeichen und das Leerzeichen vorkommen.

5.3 Die Typen REAL32 und REAL64

5.3.1 Definition

```
REAL32 ::= REAL (0 |
  WITH COMPONENTS {
    mantissa (-16777215..16777215), base (2),
    exponent (-149..104)}) -- einfach genaue Fließkommazahl nach IEEE 754

REAL64 ::= REAL (0 |
  WITH COMPONENTS {
    mantissa (-9007199254740991..9007199254740991), base (2),
    exponent (-1074..971)}) -- doppelt genaue Fließkommazahl nach IEEE 754
```

5.3.2 Verwendung

Die Typen `REAL32` und `REAL64` werden definiert, um Zahlen im einfach genauen bzw. doppelt genauen Fließkommaformat nach IEEE 754 darzustellen.

ANMERKUNG OER und C-OER sind die einzigen gegenwärtig verfügbaren Kodierverfahren, die die Darstellungsweise nach IEEE 754 für 32-Bit- und 64-Bit-Fließkommazahlen benutzt. Die OER und C-OER-Kodierung und Dekodierung solcher Zahlen ist sehr effizient.

5.4 Die Typen `REAL32List`, `REAL64List` und `INTEGERList`

5.4.1 Definition

```
REAL32List ::= SEQUENCE (SIZE(1..MAX)) OF REAL32
REAL64List ::= SEQUENCE (SIZE(1..MAX)) OF REAL64
INTEGERList ::= SEQUENCE (SIZE(1..MAX)) OF INTEGER
```

5.4.2 Verwendung

Die Typen `REAL32List`, `REAL64List` und `INTEGERList` sind definiert als Folge von `REAL32`, `REAL64` bzw. `INTEGER`-Werten. Diese Typen werden bei der Definition anderer Typen verwendet, wenn eine Liste von Werten angegeben werden muss.

5.5 Der Typ `Numeric`

5.5.1 Definition

```
Numeric ::= CHOICE {
    real32 REAL32,
    real64 REAL64,
    int    INTEGER -- Wert darf nicht mehr als 8 Oktette einnehmen
}
```

5.5.2 Verwendung

Der Typ `Numeric` (de: numerischer Wert) ist eine `CHOICE` (de: Auswahl) zwischen den Typen `REAL32`, `REAL64` oder `INTEGER`.

5.6 Der Typ `UTCDateTime`

5.6.1 Definition

```
UTCDateTime ::= SEQUENCE {
    date-time TIME (SETTINGS "Basic=Date-Time Date=YMD Year=Basic Time=HMS Local-or-UTC=Z"),
    fractional-seconds REAL64 -- angegeben in Sekunden, positiv, kleiner als 1
} -- DateTime ISO 8601, UTC
```

5.6.2 Verwendung

Der Typ `UTCDateTime` (de: UTC-Datum und Uhrzeit) ist definiert als Sequenz von zwei Elementen. Das `date-time`-Element ist ein Datum- und Uhrzeit-Format nach ISO 8601 und muss immer in UTC angegeben werden. Das Element `fractional-seconds` ist vom Typ `REAL64` und wird in Sekunden angegeben. Der Wert von `fractional-seconds` muss positiv und kleiner als Eins sein.

BEISPIEL „2016-03-28T15:30:41Z“ ist ein gültiger Wert des `date-time`-Elements.

5.7 Der Typ Range

5.7.1 Definition

```
Range ::= CHOICE {
    rangeOfReals32 SEQUENCE {
        lowerBound REAL32,
        upperBound REAL32
    },
    rangeOfReals64 SEQUENCE {
        lowerBound REAL64,
        upperBound REAL64
    },
    rangeOfInts SEQUENCE {
        lowerBound INTEGER -- Wert darf nicht mehr als 8 Oktette einnehmen
        upperBound INTEGER -- Wert darf nicht mehr als 8 Oktette einnehmen
    }
}
```

5.7.2 Verwendung

Der Typ Range (de: Bereich) ist eine CHOICE (de: Auswahl) zwischen rangeOfReals32, rangeOfReals64 oder rangeOfInts. Der Range-Typ wird benutzt, um die untere Grenze lowerBound und die obere Grenze upperBound eines Intervalls von numerischen Werten anzugeben. Der Wert von lowerBound muss kleiner als der Wert von upperBound sein.

5.8 Der Typ TimeStamp

5.8.1 Definition

```
TimeStamp ::= INTEGER (0..MAX) -- Wert darf nicht mehr als 8 Oktette einnehmen
```

5.8.2 Verwendung

Der Typ TimeStamp (de: Zeitstempel) wird benutzt, um Zeitstempel anzugeben. Zeitstempel sind positive ganze Zahlen kleiner als 2^{64} . Alle timeStamp-Werte werden angegeben als ganzzahlige Vielfache der Zeitbasis B und relativ zu start oder dem letzten Ereignis des Typs EventRollover (de: Überlauf-Ereignis) in einer eventList. Die Verwendung von Zeitstempeln wird in 6.2 festgelegt.

ANMERKUNG 1 Bei der Kodierung mit C-OER wird der Zeitstempel kodiert als eine Längenangabe (en: length prefix) gefolgt von einer vorzeichenlosen ganzen Zahl, bei der die höchstwertigen Bytes zuerst stehen (en: big-endian unsigned binary integer), die eine variable und im length prefix angegebene Anzahl von Oktetten lang ist. Die Anzahl der Oktette ist die kleinste mögliche, mit der ein Zeitstempel dargestellt werden kann. Das bedeutet, dass die kodierte Darstellung eines Zeitstempels in Abhängigkeit von seinem Wert 2 bis 9 Oktette lang sein kann:

- Werte von 0 bis einschließlich $255 = 2^8 - 1$ werden in 2 Oktetten kodiert als '01 00'H bis '01 FF'H;
- Werte von $256 = 2^8$ bis einschließlich $65\,535 = 2^{16} - 1$ werden in 3 Oktetten kodiert als '02 01 00'H to '02 FF FF'H;
- Werte von $65\,536 = 2^{16}$ bis einschließlich $16\,777\,215 = 2^{24} - 1$ werden in 4 Oktetten kodiert als '03 01 00 00'H to '03 FF FF FF'H;
- Werte von $16\,777\,216 = 2^{24}$ bis einschließlich $4\,294\,967\,295 = 2^{32} - 1$ werden in 5 Oktetten kodiert als '04 01 00 00 00'H to '04 FF FF FF FF'H;
- und so weiter bis $18\,446\,744\,073\,709\,551\,615 = 2^{64} - 1$, das kodiert wird als '08 FF FF FF FF FF FF FF'H.

ANMERKUNG 2 Die Beschränkung des Wertebereichs ist nicht in der ASN.1-Typdefinition selbst enthalten, um die Größe der kodierten Werte zu begrenzen, wo 64-Bit-Zeitstempel nicht erforderlich sind. Wenn der Typ definiert wäre als `TimeStamp ::= INTEGER (0..18446744073709551615)`, dann wäre die C-OER-kodierte Darstellung immer 8 Oktette lang, was in den meisten Anwendungen zu viel Platz verbraucht, wenn die gesamte Messzeit begrenzt ist und die Zeitbasis nicht kürzer als eine Nanosekunde ist. Zum Beispiel kommt ein Zeitstempelüberlauf bei 8 Oktetten und einer Zeitbasis von 1 ns etwa alle 584 Jahre vor.

5.9 Der Typ `SyncStatus`

5.9.1 Definition

```
SyncStatus ::= ENUMERATED {
    synchronised,    -- Zeitstempel-Takt wird mit einem Bezugstakt synchronisiert
    unsynchronised  -- Zeitstempel-Takt wird nicht synchronisiert
}
```

5.9.2 Verwendung

Der Typ `SyncStatus` (de: Synchronisationszustand) darf benutzt werden, um den Zustand der Synchronisation des Zeitstempels mit einem anderen Takt oder einer anderen Uhr anzugeben. Er ist vom Typ `ENUMERATED` (de: Aufzählungstyp) mit den Werten `synchronised` und `unsynchronised`.

5.10 Der Typ `FlagKind`

5.10.1 Definition

```
FlagKind ::= ENUMERATED {
    logicstate,
    logictransition -- eine Änderung von 0 zu 1 wird durch einen flag-Wert von 1 angezeigt
}
```

5.10.2 Verwendung

Der Typ `FlagKind` (de: Art des Flags) gehört zum Typ `Flags`. Er gibt an, ob ein bestimmtes Flag einen Logikzustand (`logicstate`) oder eine Änderung (`logictransition`) angibt. Wenn das Flag eine Änderung anzeigt, muss es den neuen Wert enthalten, der nach dem Zeitstempel gilt.

5.11 Der Typ `AccuracyKind`

5.11.1 Definition

```
AccuracyKind ::= ENUMERATED {
    absolute,
    relative -- Eine relative Genauigkeit von 1 bedeutet 100 %
}
```

5.11.2 Verwendung

Der Typ `AccuracyKind` (de: Art der Genauigkeitsangabe) wird benutzt, um die Genauigkeit von Messergebnissen anzugeben. Er ist ein `ENUMERATED`-Typ (de: Aufzählungstyp), der die Werte `absolute` oder `relative` haben kann. Bei dem Wert `absolute` wird die Genauigkeit in der gleichen Einheit wie das Messergebnis dargestellt. Bei dem Wert `relative` bedeutet ein Genauigkeitswert von 1 eine Genauigkeit von 100 %.

5.12 Der Typ `Listmodedata`

5.12.1 Definition

```
Listmodedata ::= CHOICE {
    header Header, -- (de: Datenkopf)
    -- erste kodierte Daten in einer Datei oder einem Datenstrom
    -- tritt einmal auf
    eventList EventList, -- (de: Liste der Ereignisse)
    -- zweite und weitere kodierte Daten in einer Datei oder einem Datenstrom
    -- tritt einmal oder mehrmals auf
    footer Footer, -- (de: Fußtext)
```

```

-- letzte kodierte Daten in der Datei oder im Datenstrom
-- tritt einmal auf
...
} -- Alle kodierten Daten im IEC 64047-Format sind vom Typ Listmodedata

```

5.12.2 Verwendung

Der Typ `Listmodedata` (de: List-Mode-Daten) ist der einzige Typ auf der obersten Ebene: Alle kodierten Daten in dem in diesem Dokument festgelegten Format müssen vom Typ `Listmodedata` sein.

Der Typ `Listmodedata` ist eine CHOICE (de: Auswahl) zwischen den Typen `Header`, `EventList` oder `Footer`.

Wenn kodierte List-Mode-Daten in eine Datei geschrieben werden, müssen die ersten Daten in der Datei ein kodierter Wert des Typs `Listmodedata` sein, bei dem die Auswahl `Header` ist, gefolgt von einem oder mehreren Werten, bei denen die Auswahl `EventList` ist, wiederum gefolgt von einem kodierten Wert, bei dem die Auswahl `Footer` ist (siehe Bild 7). Die gleiche Reihenfolge gilt, wenn List-Mode-Daten in einem Datenstrom über ein Netzwerk übertragen werden.



Bild 7 – Struktur von List-Mode-Dateien.
Ein Rechteck stellt die kodierten Daten eines Werts des Typs `Listmodedata` dar

5.13 Der Typ `Header`

5.13.1 Definition

```

Header ::= SEQUENCE {
    standardID          VisibleString ("IEC 63047 Ed. 1.0"),
    listModeDataID      UTF8String OPTIONAL,
    -- kennzeichnet die List-Mode-Daten
    listModeDataPart    INTEGER (0..255) DEFAULT 0,
    -- Nummer des Teils der List-Mode-Daten
    listModeDataNParts  INTEGER (1..256) DEFAULT 1,
    -- Anzahl der Teile der List-Mode-Daten
    measSetupID         UTF8String OPTIONAL,
    -- kennzeichnet die Messanordnung
    measSetupDescription UTF8String OPTIONAL,
    -- Beschreibung der Messanordnung
    iec62755            IEC62755,
    -- Beziehung zu einer IEC62755-Datei
    radSource           UTF8String OPTIONAL,

```

```

-- kennzeichnet die Strahlungsquelle
start          UTCDateTime,
-- legt die Bezugszeit für alle Zeitstempel fest
startAccuracy  REAL64 OPTIONAL,
-- Genauigkeit der Startzeit in Sekunden
deviceList     SEQUENCE (SIZE(1..256)) OF Device,
-- Liste von Geräten
-- Die Position des Geräts in dieser Sequenz bestimmt die deviceID (de: Gerätenummer)
-- deviceID = 0 für das erste Gerät
channelList    SEQUENCE (SIZE(1..256)) OF Channel,
-- Liste aller Kanäle
-- Die Position des Kanals in dieser Aufzählung bestimmt die channelID (de: Kanalnr.)
-- channelID = 0 für den ersten Kanal
messageList    SEQUENCE (SIZE (1..MAX)) OF EventMessage OPTIONAL,
-- Liste von Text- oder Binärnachrichten oder Dateien, die eingeschlossen werden
...
}

```

5.13.2 Verwendung

Der Typ `Header` (de: Datenkopf) muss Informationen enthalten, die den Datenerfassungsvorgang und die List-Mode-Datei oder den List-Mode-Datenstrom als Ganzes betreffen.

Zusätzliche Informationen, für die es keine zutreffenden Elemente im `header` gibt, oder solche Informationen, für die die Elemente nicht geeignet sind, dürfen in einer Datei im IEC-62755-Format eingefügt werden, die verknüpft wird oder mithilfe des Elements `iec62755` in den `header` eingefügt wird.

5.13.3 Das Element `standardID`

Das zwingend erforderliche Element `standardID` (de: Bezeichnung der Norm) muss benutzt werden, um anzuzeigen, dass die Daten nach diesem Dokument formatiert sind, einschließlich der Ausgabe. Der Wert der `standardID`-Zeichenkette muss „IEC 63047 Ed. 1.0“ sein.

ANMERKUNG Der Wert des Elements `standardID` ist in von Menschen lesbarer Form in den kodierten Daten enthalten.

5.13.4 Das Element `listModeDataID`

Das optionale Element `listModeDataID` (de: List-Mode-Daten-Kennung) ist eine Zeichenkette, die die List-Mode-Daten kennzeichnet. Wenn die List-Mode-Daten einer Messung in mehrere Teile aufgeteilt werden, muss die gleiche `listModeDataID` in allen Teilen verwendet werden.

Das `listModeDataID`-Element darf in den `EventList`- und `Footer`-Typen wiederholt werden, um die Identifizierung von einzelnen Paketen kodierter Daten zu ermöglichen, wenn die Daten als Datenstrom übertragen werden.

BEISPIEL Das Element darf dazu benutzt werden, um auf ein Feld in einer Datenbank zu verweisen, das die List-Mode-Datei oder den Datenstrom eindeutig kennzeichnet und darauf verweist.

5.13.5 Die Elemente `listModeDataPart` und `listModeDataNParts`

Falls mehr als 256 Kanäle benötigt werden, müssen die List-Mode-Daten in zwei oder mehr Teile aufgeteilt werden. Jeder Teil entspricht einer List-Mode-Datei oder einem Datenstrom. Die Elemente `listModeDataPart` (de: List-Mode-Datenteil-Nummer) und `listModeDataNParts` (de: Anzahl der List-Mode-Datenteile) müssen dafür benutzt werden, um die Anzahl der Teile und die Nummer des jeweiligen Teils anzugeben.

Das Element `listModeDataPart` ist eine positive ganze Zahl von 0 bis 255.

Das Element `listModeDataNParts` ist eine positive ganze Zahl von 1 bis 256. Der Vorgabewert ist 1.

5.13.6 Das Element `measSetupID`

Das optionale Element `measSetupID` (de: Messanordnungskennung) ist eine Zeichenkette, die die Messanordnung, mit der die Daten aufgenommen wurden, kennzeichnet.

5.13.7 Das Element `measSetupDescription`

Das optionale Element `measSetupDescription` (de: Beschreibung der Messanordnung) ist eine Zeichenkette, die eine Beschreibung der Messanordnung enthält.

5.13.8 Das Element `iec62755`

Das zwingend vorgeschriebene Element `iec62755` ist ein Wert des Typs `IEC62755`, das die Beziehung der List-Mode-Daten zu einer Datei im IEC-62755-Format beschreibt (siehe 5.14).

5.13.9 Das Element `radSource`

Das optionale Element `radSource` (de: Strahlungsquelle) ist eine Zeichenkette, die die Strahlungsquelle angibt.

5.13.10 Das Element `start`

Das zwingend erforderliche Element `start` ist die Bezugszeit für alle Zeitstempel. Das Element `start` ist vom Typ `UTCDateTime` (5.6).

Das Element `start` enthält den Zeitpunkt, zu dem das Gerät bzw. die Geräte beginnen, Daten zu erfassen und die Signale von ihrem Kanal bzw. ihren Kanälen zu analysieren. Für Datenströme entspricht `start` dem Zeitpunkt, zu dem die Daten am Ausgang des Kanals zur Verfügung stehen nachdem die Verbindung für den Datenstrom aufgebaut wurde. Bei `start` wird der Zähler für die Zeitstempel zurückgesetzt. Jeder Empfänger des Datenstroms hat seine eigene Startzeit und einen eigenen Zeitstempel-Zähler. Siehe auch 6.2.

ANMERKUNG Die Werte des Zeitstempel-Zählers, der den einzelnen Empfängern gesendet wird, werden vom Zeitstempel-Zähler des Geräts abgeleitet, aber in der Zeit verzögert. Die Verzögerung stellt den Zeitunterschied zwischen dem Aufbau der Verbindung zu den Empfängern dar.

5.13.11 Das Element `startAccuracy`

Das optionale Element `startAccuracy` (de: Genauigkeit von `start`) darf benutzt werden, um die Genauigkeit des `start`-Elements anzugeben. Das Element `startAccuracy` wird in Sekunden angegeben und darf nur benutzt werden, wenn die Genauigkeit von `start` bekannt ist. Das Element `startAccuracy` ist vom Typ `REAL64` (5.16).

BEISPIEL Wenn der Takt, der den Zeitstempel-Zähler erhöht, zu UTC mit einer Genauigkeit von 50 ns synchronisiert ist, muss `startAccuracy` den Wert 5×10^{-8} enthalten.

5.13.12 Das Element `deviceList`

Das zwingend erforderliche Element `deviceList` (de: Geräteliste) muss eine Sequenz von Werten des in 5.15 definierten Typs `Device` enthalten. Darin müssen die Geräte aufgeführt werden, die Daten für den von `listModeDataPart` festgelegten Teil der List-Mode-Daten aufnehmen.

Die Position eines Geräts in dieser Aufzählung kennzeichnet das Gerät eindeutig. Wenn der Bezug auf ein bestimmtes Gerät erforderlich ist, haben Datentypen ein Element `deviceID` (de: Gerätenummer), das für das erste Gerät im ersten Teil 0 ist und sich für jedes weitere Gerät um eins erhöht. Es muss mindestens ein Gerät geben und maximal 65 536 Geräte in allen Teilen der List-Mode-Daten. Wenn weitere Teile der List-Mode-Daten vorhanden sind, wird die Gerätenummer dort weiter hochgezählt.

BEISPIEL 512 Geräte nehmen an der Datenerfassung teil, jedes hat einen Kanal. Die List-Mode-Daten sind in zwei Teile aufgeteilt und werden in zwei Dateien geschrieben. Der erste Teil enthält die Daten der Geräte mit `deviceID` 0 bis 255. Der zweite Teil enthält die Geräte mit der `deviceID` 256 bis 511. Es ist zu beachten, dass in beiden Teilen die `channelID` von 0 bis 255 reicht.

5.13.13 Das Element `channelList`

Das zwingend erforderliche Element `channelList` (de: Kanalliste) muss eine Folge von Werten des Typs `Channel` enthalten, der in 5.16 definiert wird, und muss alle Datenerfassungskanäle aufzählen, die am Datenerfassungsprozess teilnehmen.

Die Position des Kanals in der `channelList` kennzeichnet den Kanal eindeutig. Wenn der Bezug auf einen bestimmten Kanal erforderlich ist, haben Datentypen ein Element `channelID` (de: Kanalnummer), das für den ersten Kanal 0 ist und sich für jeden weiteren Kanal in der Aufzählung in `channelList` um eins erhöht, unabhängig davon, zu welchem Gerät der Kanal gehört (die `channelID` fängt nicht für jedes neue Gerät von null an). Jedes Gerät muss mindestens einen Kanal haben. Die gesamte Anzahl von Kanälen ist auf 256 begrenzt, unabhängig von der Anzahl der Geräte. Wenn mehr als 256 Kanäle an der Datenerfassung teilnehmen, müssen mehr als eine List-Mode-Datei oder mehrere Datenströme erzeugt werden.

BEISPIEL Ein erstes Gerät mit `deviceID` = 0 hat zwei Kanäle mit `channelID` = 0 und 1. Ein zweites Gerät mit `deviceID` = 1 hat nur einen Kanal mit `channelID` = 2.

5.13.14 Das Element `messageList`

Das optionale Element `messageList` (de: Mitteilungsliste) enthält eine Liste von Informationen, wie sie in 5.38 definiert werden. Das Element `messageList` darf benutzt werden, um beliebige Informationen als Text oder Binärdaten einzufügen.

BEISPIEL Ein Mitteilungstext enthält die URI zu einer XML-Datei, die Metadaten (zusätzliche Informationen) zur Messung enthält.

5.14 Der Typ `IEC62755`

5.14.1 Definition

```
IEC62755 ::= CHOICE {
    single          NULL,
    -- Keine dazugehörige IEC 62755-Datei vorhanden
    coexisting       UTF8String,
    -- URI zur IEC 62755-Datei
    embedded        UTF8String,
    -- Diese Datei ist als Multimedia-Datenelement kodiert in einer IEC-62755-Datei
    -- enthalten
    included         OCTET STRING
    -- Eine vollständige nach IEC 62755 formatierte Datei ist in diesen kodierten Daten
    -- enthalten.
} -- Beziehung zur IEC-62755-Datei
```

5.14.2 Verwendung

Ein Wert des Typs `IEC62755` wird benutzt, um die Beziehung der List-Mode-Daten zu einer Datei im IEC-62755-Format festzulegen. Der Typ `IEC62755` ist eine `CHOICE` (de: Auswahl) zwischen dem folgenden:

- `single`: es gibt keine dazugehörigen IEC-62755-Daten. Die Daten, die nach dem vorliegenden Dokument formatiert sind, stehen alleine;
- `coexisting`: Die Daten, die wie in diesem Dokument festgelegt formatiert wurden, sind gleichzeitig mit einer Datei im IEC-62755-Format vorhanden. Beide Dateien sind separat und müssen mithilfe von URIs aufeinander verweisen:
 - der Wert der `coexisting`-Zeichenkette muss die URI der IEC-62755-Datei sein;

- das untergeordnete Element <MultimediaFileURI> des Elements <MultimediaData> der IEC-62755-Datei muss die URI zu der nach IEC 63047 formatierten Datei enthalten. Die anderen untergeordneten Elemente des Elements <MultimediaData> dürfen benutzt werden, um zusätzliche Informationen zu speichern;
- `embedded`: Die binären Daten, die bei der Kodierung von List-Mode-Daten nach diesem Dokument entstanden sind, werden mithilfe der UTF-8-Kodierung als hexadezimaler Text kodiert und als Multimediadatenelement in die IEC-62755-Datei eingefügt:
 - der Wert der `embedded`-Zeichenkette muss die URI der IEC-62755-Datei sein;
 - das untergeordnete Element <BinaryHexObject> des Elements <MultimediaData> in der IEC-62755-Datei muss die Binärdatei in dem in diesem Dokument festgelegten Format enthalten und mit dem in 4.2.2 spezifizierten Kodierverfahren kodiert worden sein. Nach der Kodierung werden die Binärdaten als hexadezimaler Text dargestellt, indem die UTF-8-Kodierung angewendet wird. Die anderen untergeordneten Elemente des Elements <MultimediaData> dürfen benutzt werden, um zusätzliche Informationen zu speichern;
- `included`: Die diesem Dokument entsprechend formatierten Daten enthalten eine IEC-62755-Datei:
 - der Wert der `included`-Zeichenkette muss die vollständige IEC-62755-Datei sein;
 - das untergeordnete Element <MultimediaFileURI> des Elements <MultimediaData> der IEC-62755-Datei darf die URI zur IEC-63047-Datei sein.

Allgemeine Anforderungen an das Verhältnis zwischen List-Mode-Daten und Daten im IEC-62755-Format werden in 4.6 festgelegt.

5.15 Der Typ `Device`

5.15.1 Definition

```
Device ::= SEQUENCE {
    name      UTF8String OPTIONAL,
    manuf     UTF8String OPTIONAL,
    model     UTF8String OPTIONAL,
    serial    UTF8String OPTIONAL
}
```

5.15.2 Verwendung

Der Typ `Device` (de: Gerät) wird benutzt, um Informationen über die Geräte zur Verfügung zu stellen, die am Datenerfassungsvorgang teilnehmen.

5.15.3 Die Elemente `name`, `manuf`, `model` und `serial`

Die optionalen Elemente `name`, `manuf`, `model` und `serial` (de: Name, Hersteller, Modell, Seriennummer) sind Zeichenketten-Elemente für den Namen des Geräts, den Herstellernamen, die Modellbezeichnung und die Seriennummer.

5.16 Der Typ `Channel`

5.16.1 Definition

```
Channel ::= SEQUENCE {
    deviceID      INTEGER (0..65535) DEFAULT 0,
    -- bezeichnet das Gerät
    kind          ENUMERATED {physicalkind, virtualkind},
    physicalChannel INTEGER (0..MAX) OPTIONAL,
    -- benennt den physikalischen Kanal des Geräts
    -- entfällt bei virtuellen Kanälen
    -- Wert darf nicht mehr als 8 Oktette einnehmen
    name          UTF8String OPTIONAL,
```

```

-- Name des Kanals
description      UTF8String OPTIONAL,
-- Beschreibung des Kanals
parameters      UTF8String OPTIONAL,
-- Parameter zum Einstellen oder Konfigurieren des Kanals
delay           INTEGER DEFAULT 0,
-- Verzögerung, die auf alle Zeitstempel des Kanals angewendet wird
-- angegeben als ganzzahliges Vielfaches der Zeitbasis
-- Wert darf nicht mehr als 8 Oktette einnehmen
-- Wert kann negativ sein
refClock        UTF8String OPTIONAL,
-- Referenztakt, zu dem der Kanal synchronisiert wird
-- entfällt, wenn nicht synchronisiert
syncStatus      OPTIONAL,
-- Zustand der Synchronisierung bei start
adcSamplingRate Numeric,
-- Abtastfrequenz des ADC in Abtastwerten je Sekunde
-- Positiv
-- Sollte möglichst INTERGER sein
-- 0 für konventionelle ADCs oder wenn nicht zutreffend
adcBitResolution INTEGER (0..255),
-- Anzahl der Bits des ADC
adcJitterRMS    REAL32 OPTIONAL,
-- Jitter des ADC-Abtastvorgangs, angegeben in als Effektivwert (RMS) in Sekunden
timeStampJitterRMS REAL32 OPTIONAL,
-- Jitter des Zeitstempels, angegeben in als Effektivwert (RMS) in Sekunden
fineTimeBitResolution INTEGER (0..255) OPTIONAL,
-- Anzahl der Bits von FINE_TIME, falls sie als INTEGER angegeben wird
clockFrequency  Numeric,
-- Anzahl der Erhöhungen des Zeitstempel-Zählers pro Sekunde (Kehrwert der Zeitbasis)
-- Positiv
-- Sollte möglichst ganzzahlig sein
eventPropertyList SEQUENCE (SIZE(1..MAX)) OF EventProperty,
-- enthält die Eigenschaften von allen Ereignissen, die vom Kanal ausgegeben werden
...
}

```

5.16.2 Verwendung

Werte des Typs `Channel` (de: Kanal) müssen im Element `channelList`, das im Header-Typ definiert wird, benutzt werden, um Informationen über die Kanäle zu speichern, die Daten in die Datei oder den Datenstrom ausgeben.

Wenn mehr als ein Kanal am Datenerfassungsvorgang teilnimmt, dürfen die Daten von den verschiedenen Kanälen in einer oder mehreren List-Mode-Dateien oder Datenströmen zusammengefasst werden.

5.16.3 Das Element `deviceID`

Das `channel`-Element `deviceID` (de: Gerätenummer) enthält den Verweis auf das Gerät, zu dem der Kanal gehört. Wenn es nur ein Gerät gibt, darf `deviceID` in den kodierten Daten weggelassen werden. Wenn der Wert in den kodierten Werten weggelassen wurde, muss der Wert als 0 dekodiert werden. Der Wert von `deviceID` muss eine ganze Zahl von 0 bis 65 535 sein.

5.16.4 Die Elemente `kind` und `physicalChannel`

Das `channel`-Element `kind` (de: Art) muss entweder `physicalkind` oder `virtualkind` sein:

- a) physikalische Kanäle sind echte Kanäle eines Datenerfassungsgeräts. Die Daten, die von physikalischen Kanälen bereitgestellt werden, enthalten alle von einem Strahlungsdetektor oder einem anderen Messwertaufnehmer aufgezeichneten Ereignisse. Bei physikalischen Kanälen muss das Element `physicalChannel` die Nummer enthalten, die den physikalischen Kanal im Datenerfassungsgerät bezeichnet. Der Wert von `physicalChannel` muss ein positiver ganzzahliger Wert sein;