

Diagnose von elektrischen Antrieben mit der Richtlinie VDI/VDE 3543

Diagnosis of electric drives with the guideline VDI/VDE 3543

Prof. Dr. Günter Schröder, Institut für Leistungselektronik und Elektrische Antriebe, Universität Siegen, 57076 Siegen

Kurzfassung

Eine automatisierte Anlage besteht im allgemeinen Fall aus Geräten verschiedener Hersteller. Diese Geräte stellen dem Betreiber Informationen zur Diagnose und Überwachung in unterschiedlichen Darstellungen zur Verfügung. Die Weiterverarbeitung der Daten erfordert durch die Uneinheitlichkeit im Format und Inhalt entsprechenden Aufwand.

Die Richtlinie VDI/VDE 3543 definiert eine Schnittstelle für diagnoserelevante Informationen, unabhängig vom verwendeten Kommunikationssystem. Die Definition beinhaltet folgende Komponenten:

- Dateninhalte
- Formate
- Übertragungsmechanismen

Der Datenaustausch erfolgt auf Basis von XML-Dokumenten entsprechend dem in der Richtlinie definierten XML-Schema.

Abstract

In the general case, an automated system consists of devices of different makes. The information these devices provide to the user for diagnostics and monitoring might therefore be made available in different forms and further processing of the data might be complex and time-consuming due to differences in format and content.

The guideline VDI/VDE 3543 defines an interface for information relevant to diagnostics which is independent of the communication system used. The definition covers the following components:

- Data contents
- Formats
- Transmission mechanisms

Data exchange takes place on the basis of XML documents according to the XML scheme defined in the guideline.

1 Anwendungsbereich der Richtlinie

1.1 Abgrenzung

Die Richtlinie definiert eine so genannte „Aktive Meldefunktion“. Dies ist ein Kommunikationsmechanismus, der einen neuen Weg der Erzeugung und Kommunikation von Anlagendaten beschreibt, der in bestehende Automatisierungskonzepte nicht eingreift. Es wird ein Kommunikationsweg beschrieben, der es anlageninternen oder -externen Instanzen erlaubt, eine Diagnose von Geräten in einer Anlage durchzuführen, ohne in die durch die Automatisierungstechnik vorgegebenen Abläufe (im Folgenden auch Echtzeitbetrieb genannt) einzugreifen. Gleichwohl ist es möglich, dass sich die Automatisierung der beschriebenen Funktionen bedient.

1.2 Zielsetzung

Antriebe als Teile von automatisierungstechnischen Anlagen sind intelligente Feldgeräte, die vielfältige Informatio-

nen enthalten, deren Auswertung nicht nur Aufschluss über den individuellen Zustand des Antriebes gibt. Durch Korrelation und Verknüpfung der Einzelzustände erhalten der Betreiber und der Anlagenhersteller Informationen über den Zustand einer ganzen Anlage. Dadurch kann eine schnelle Diagnose bei irregulären Anlagenzuständen, eine Optimierung von Prozessabläufen, eine vorausschauende Wartung und eine minimale Ersatzteilhaltung ermöglicht werden.

Die Richtlinie berücksichtigt Konstellationen, in denen Antriebsgeräte nicht nur eines Herstellers beteiligt sind.

1.3 Verwendung von XML

Die ersten Abschnitte der Richtlinie beschreiben die Diagnose von Antrieben. Weitere Abschnitte enthalten die Umsetzung der Diagnoseinhalte auf Basis von XML. Dort werden Mechanismen zur Bereitstellung von Daten beschrieben. Die dargestellten Schemata sind jedoch auch zur Projektierung geeignet.

2 Begriffe und Definitionen

2.1 Diagnosedaten

Zur Diagnose von Antrieben und Anlagen stellen Antriebsgeräte z.B. folgende Daten zur Verfügung:

- Geräteidentifikation
- Typ, Hersteller, Seriennummer, Hardwarestand, Softwarestand, Identifikationsnummer, Firmwarestand, Version der Optionsbaugruppen, Datensatz-Nummer von Parametersätzen, etc.
- Elektronisches Typenschild
- Motordaten
- Bemessungsdrehzahl, Bemessungsfrequenz, Leistung, Spannung, Strom, $\cos \varphi$, Isolationsklasse, etc.
- Betriebsdaten
- Regelungsart: Open loop, closed loop, mit/ohne Geber
- Regelgröße: Position / Drehzahl / Geschwindigkeit / Moment / Kraft
- Ansteuerverfahren: Vektor, U/f, direkte Drehmoment-Regelung
- Prozessdaten
- Sollwerte, Istwerte (Geschwindigkeit, Strom, Temperatur (Motor, Kühlkörper, etc.)), Regelabweichungen (Schleppabstand, etc.), dynamische Variablen im weitesten Sinne
- Datum der letzten Parameteränderung. Angabe, welche Parameter geändert wurden.
- Betriebsstunden, Anzahl Lastspiele
- Ereignisse wie Handeingriff mit Datum und Uhrzeit
- Inhalt des Tracebuffers (gespeicherte Echtzeit-Abtastung)
- Meldungen, Warnungen, Störungen

Diese Liste ist unvollständig und kann vor allem durch prozess- und anlagenspezifische Daten ergänzt werden.

2.2 Aktive Meldefunktion

Die *Aktive Meldefunktion* erlaubt es einem Antrieb, eine Meldung selbstständig, ohne explizite Aufforderung durch eine andere Instanz, an einen oder mehrere vorprojektierte Empfänger zu senden. Steht einem Antrieb die dazu notwendige Kommunikations-Infrastruktur nicht zur Verfügung (z.B. weil der Antrieb Slave an einem Feldbus ist), so wird die *Aktive Meldefunktion* in einen so genannten Proxy verlegt. Der Proxy kennt den Zustand des Antriebs.

2.3 Meldeinterface

Die aktive Meldefunktion benutzt das Meldeinterface für die Kommunikation. Dem Meldeinterface wird per Projektierung mitgeteilt, welche Meldungen in welchem Format an welche Empfänger zu versenden sind, wenn bestimmte Ereignisse eintreten.

2.4 Diagnose

Diagnose ist das Feststellen und Beschreiben des Zustandes eines Gerätes oder einer Anlage.

2.5 XML

XML = Extended Markup Language. Die in der Richtlinie VDI/VDE 3543 enthaltenen Festlegungen hinsichtlich XML werden mit Hilfe von XML-Schemata beschrieben. Um vorhandene Basisdefinitionen nicht redundant zu definieren wird das XML-Schema der PNO XML@PROFIBUS verwendet.

3 Anwendungsfälle

Die Anwendung der „Diagnose von Antrieben“ unterscheidet sich grundlegend für die Bereiche Meldungen und Trace. Deshalb werden hierfür getrennte Anwendungsszenarien definiert.

3.1 Anwendungsfall „Meldungen“

Um die Steuerung und die Kommunikation zu entlasten, sollen auftretende Ereignisse direkt vom Gerät gemeldet werden. Sie müssen nicht „abgeholt“ werden. Dazu wird die *Aktive Meldefunktion* definiert. Die Aktive Meldefunktion kann auf einem Gerät (z.B. Antrieb) oder durch einen Proxy (z.B. auf der Steuerung) realisiert werden. Wo sie implementiert ist, hängt von der Kommunikationsfähigkeit und der topologischen Anordnung der beteiligten Geräte ab.

3.2 Anwendungsfall „Trace“

Die Tracefunktion ist ein Hilfsmittel, um definiert an bestimmte Informationen zu gelangen. Sie ist für Gerätediagnose und Prozessdiagnose einsetzbar. Die Aufzeichnung von Informationen erfolgt unabhängig vom überlagerten System im Antrieb in Echtzeit. Im Gegensatz zur ereignisgesteuerten Meldung werden beim Trace Prozessvariablen kontinuierlich aufgezeichnet. Die aufgezeichneten Daten müssen aktiv abgerufen werden.

4 Aktive Meldefunktion

4.1 Aktive Meldefunktion innerhalb des Antriebs

In **Bild 1** ist angenommen worden, dass die Antriebe die Möglichkeit besitzen, alle in Frage kommenden Meldungsempfänger über die bestehenden Kommunikationswege zu erreichen. Die *Aktive Meldefunktion* ist in den Antrieben untergebracht. Nach ihrer Projektierung wickelt sie Meldevorgänge aktiv ab. Sie versendet Informationen mit definiertem Inhalt und in definierter Form an definierte Emp-

fänger. Hierzu ist es erforderlich, dass der Antrieb selbstständig Nachrichten absetzen kann.

Anmerkung: Die waagerechten und senkrechten Verbindungslinien in Bild 1 stellen die physikalische Vernetzung der Antriebe dar.

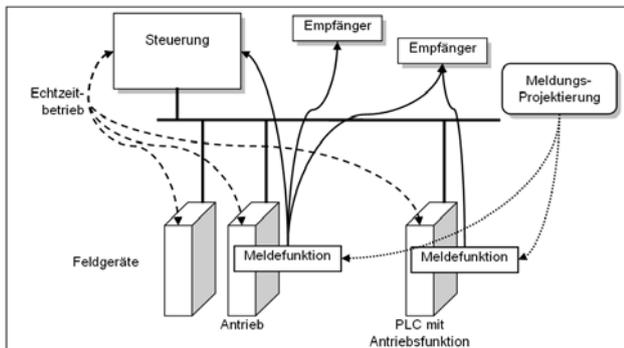


Bild 1 Aktive Meldefunktion innerhalb des Antriebs

4.2 Aktive Meldefunktion als Proxy auf einem überlagerten System (z.B. Steuerung)

In **Bild 2** ist das Antriebsgerät im Gegensatz zu der Konfiguration in **Bild 3** nicht in der Lage, direkt mit den in Frage kommenden Anwendern (Empfängern) aktiv zu kommunizieren. Dann wird im Gegensatz zu der Situation im Bild 3 ein Proxy (Stellvertreter) zwischengeschaltet. Der Proxy kann in einer ohnehin vorhandenen Steuerung (SPS, IPC o.ä.) implementiert sein. Er realisiert die *Aktive Meldefunktion* und holt sich die erforderlichen Informationen aus dem Antriebsgerät/ den Antriebsgeräten mit Hilfe der vorhandenen Kommunikationsmechanismen, die z.B. durch den verwendeten Feldbus definiert sind. Dies wird bei den aktuell verbreiteten Master-/Slave-Systemen in der Regel durch gezielte Abfragen erfolgen.

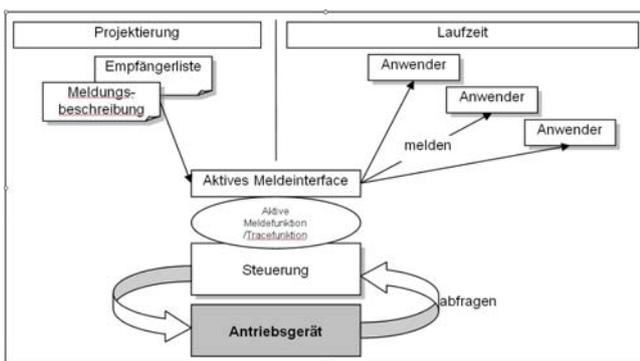


Bild 2 Aktive Meldefunktion als Proxy

Der MeldeProxy aus Bild 2 setzt anstelle des Antriebs auf seinem überlagerten Kommunikationssystem die Nachrichten ab. Hierzu werden die auszugebenden Meldungen von dem Antrieb abgeholt (zyklisch- oder ereignisgesteuert). Der Status eines Antriebes wird durch Abholung von

Meldungsinformationen nicht geändert. Dadurch wird ein Eingriff in bestehende Automatisierungskonzepte vermieden.

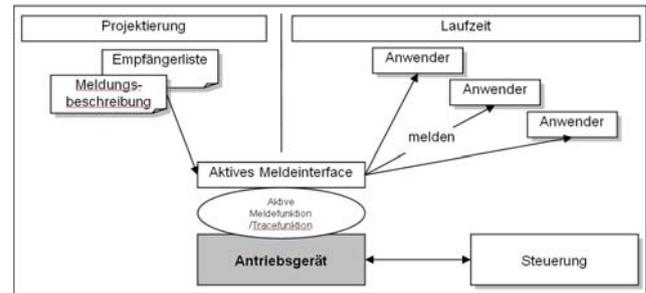


Bild 3 Aktive Meldefunktion im Antrieb

4.3 Meldeinterface

Die Struktur der *Aktiven Meldefunktion* ist unabhängig von der Implementierung im Antrieb oder in einem Proxy. Per Projektierung wird definiert, welche Empfänger welche Meldungen in welchem Format erhalten sollen (siehe **Bild 4**).

Funktionen des Meldeinterface

Das Meldeinterface benötigt zur Erfüllung seiner Aufgaben folgende Daten und muss darauf folgende Operationen ausführen können:

- Liste der Empfänger: Schreiben, Lesen und Löschen
- Liste der Meldungen: Schreiben, Lesen und Löschen
- Zuordnung von Meldungen zu Empfängern: Schreiben, Lesen und Löschen
- Arbeitsweise des Meldepuffers: Schreiben, Lesen und Löschen
- Meldungsstatistik: Lesen, Löschen
- Meldung auslösen (für Test)
- Lesen, Löschen von Triggerbedingungen. (Auch für Trace sinnvoll)
- Trigger definieren, aktivieren, deaktivieren
- Verschicken von Meldungen

Diese Funktionen sind jeweils systemspezifisch zu implementieren. Meldungen werden einfach nur abgeschickt. Es erfolgt keine Quittierung auf Applikationsebene, keine Zustellbestätigung, usw.

Liste der Empfänger

Diese Liste enthält systemspezifische Adressierungsinformationen zum Verschicken der Meldungen (z.B. Teilnehmeradresse, Kommunikationskanal, Identifikation der Applikation, IP-Adresse, E-Mail, etc.)

Liste der Meldungen

In der Regel sind vom Hersteller bereits Defaultmeldungen geladen. Per Projektierung können weitere, in der Regel anlagen- und prozessspezifische Meldungen ergänzt werden.

Zuordnung von Meldungen und Empfängern

Hier wird definiert, welche Meldungen an welche Empfänger verschickt werden sollen.

Arbeitsweise des Meldepuffers

Anstehende Meldungen werden in einem Meldepuffer bis zum Abschicken an die Empfänger gehalten. Wenn der Meldepuffer voll ist, werden neu auflaufende Meldungen verworfen oder alternativ im Ringpuffer gespeichert. Die Arbeitsweise des Meldepuffers (Ringpuffer oder Meldungen verwerfen) ist einstellbar.

Meldungsstatistik

In der Meldungsstatistik wird z.B. für die einzelnen Meldungen die Häufigkeit aufsummiert.

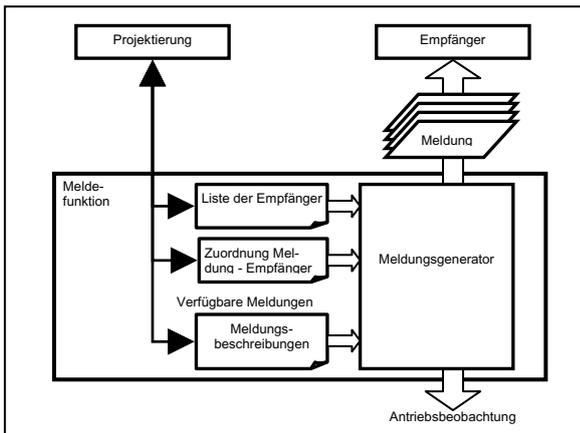


Bild 4 Strukturdiagramm Meldeinterface

5 Aufbau von Meldungen

Meldungen sind Informationen die innerhalb von Antrieben oder Antriebssystemen aufgrund bestimmter Ereignisse (z.B. interne Störung) entstehen. Diese sollen verschiedenen Empfängern oder Anwendungen zugestellt werden. Es wird von einer aktiven Komponente „Aktive Meldefunktion“ ausgegangen, die selbstständig eine Meldung an eine Liste von „Empfängern“ versendet.

Für Meldungen wird ein einheitliches Format definiert, das jedoch nicht in allen Punkten fest vorgegeben ist. Die in der Richtlinie dargestellte Meldungsbeschreibung kann zur Projektierung von Meldungen benutzt werden ebenso wie zum Übertragen der Meldung. Eine oder mehrere Meldungen werden dazu in einem XML-Dokument, dem Meldungsdocument beschrieben. Attribute, die mandatory sind, werden durch die Richtlinie festgelegt.

In der grafischen Darstellung (Bild 5) sind optionale Teile gestrichelt gezeichnet.

6 Aufbau Trace

Mit der Trace-Funktion werden in den Antriebsgeräten in Echtzeit Verläufe von Antriebs- und Prozessvariablen aufgezeichnet. Die Funktion (ähnlich der eines Oszilloskops) kann in den Geräten für unabhängige Messungen mehrfach realisiert sein. Sie ist standardmäßiger Bestandteil vieler Antriebsgeräte. Die Funktion muss konfiguriert und gestartet werden. Die Konfiguration kann lokal gespeichert und mehrfach benutzt werden. Nach Auslösen eines Triggers werden aufgezeichnete Daten bereitgestellt. Welche Daten aufgezeichnet und bereitgestellt werden hängt von der Konfiguration ab. Die gesammelten Daten werden anschließend vom Meldeinterface ausgelesen und verschickt.

Der Empfänger kann die Daten mehrerer Antriebsgeräte korrelieren und damit Informationen gewinnen, die den gesamten Prozess betreffen. Das gelingt jedoch nur bei eindeutiger zeitlicher Zuordnung der gemessenen Werte. Die dazu notwendige anlagenweite Uhrzeitsynchronisation ist nicht Bestandteil dieser Richtlinie.

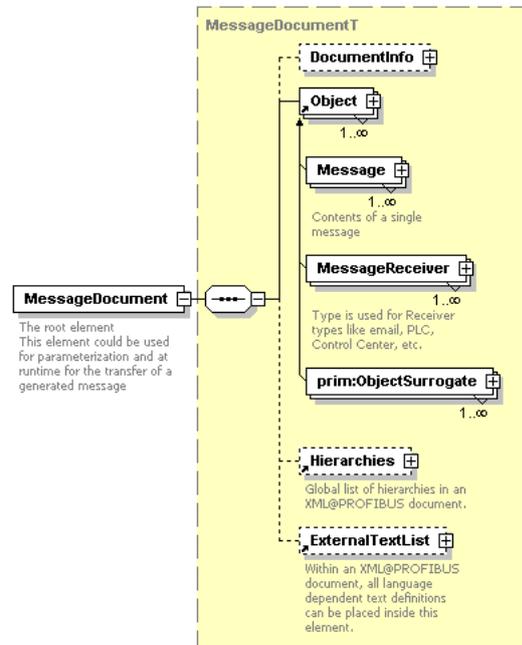


Bild 5 MessageDokument

Trace-Daten enthalten folgende Informationen:

- Identifikation (Auftraggeber, Auftragsnummer)
- Identifikation der gemessenen Variablen (z.B.: Parameternummer 250/Strom)
- Länge des Datensatzes (Anzahl der Daten)
- Parameterbeschreibung
- Triggerzeitpunkt
- Daten vor und nach dem Triggerzeitpunkt (Pretrigger, Posttrigger)
- Zum Triggerzeitpunkt gemessener Datenwert und Zeit
- Abtastzeit der Triggerbedingung

- Abtastzeit des Trace, Zeit zwischen zwei aufgezzeichneten Datenpunkten
- Status der Triggerbedingung

6.1 Trace-Daten

Grundsätzlich soll es zwei Varianten der zeitlichen Zuordnung der gemessenen Werte geben:

- die Fassung mit Startzeit und Delta t
- die Fassung mit Messwert und individuellem Erfassungszeitpunkt.

Bei der zweiten Variante müssen die Abtastungen der gemessenen Variablen nicht äquidistant sein. Es kann z. B. auch nur bei Änderung aufgezeichnet werden.

Ein Trace wird durch ein sog. TraceDocument repräsentiert (siehe Bild 6). Die Grobstruktur ist ähnlich der des Meldungsdocuments.

In der grafischen Darstellung sind optionale Teile gestrichelt gezeichnet.

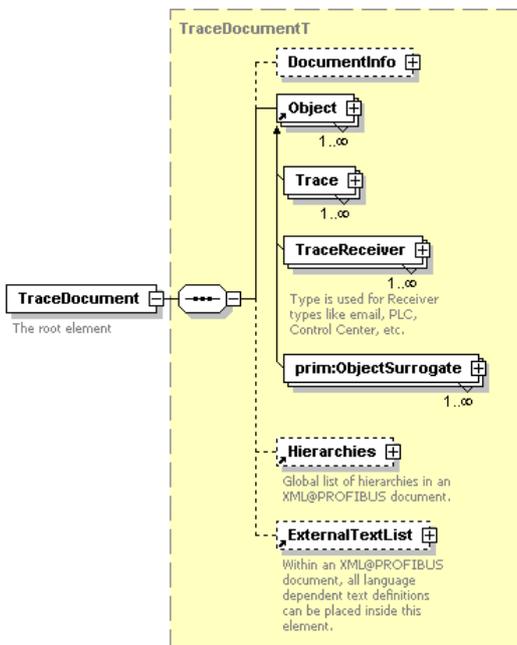


Bild 6 Trace Dokument

6.2 Trace-Bedingungen

Der herstellerneutrale Zugriff auf die Trace-Funktion durch verschiedene Anwender wird durch die in Bild 7 / Tabelle 1 dargestellte Zustandsmaschine beschrieben.

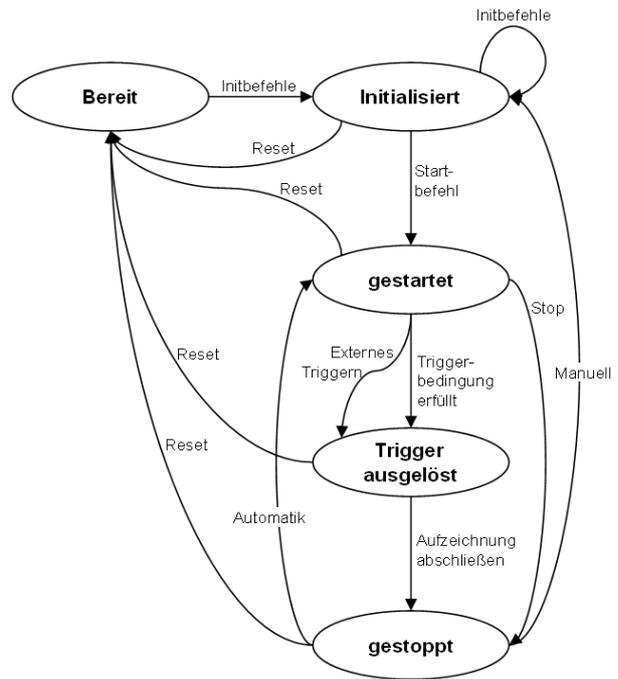


Bild 7 Zustandsmaschine für Trace

Tabelle 1. Zustände der Zustandsmaschine

Zustände	Bedeutung
Bereit	Die Antriebselektronik ist betriebsbereit
Initialisiert	Tracearbeitsweise (Automatik, Manuell) ist gesetzt, Triggerbedingungen sind gesetzt.
Gestartet	Trace zeichnet Daten auf und wartet auf Auslösen der Triggerbedingung. Daten können in Form eines Schnappschusses ausgelesen werden, stehen aber nicht in Bezug zu Triggerbedingung, d.h. Triggerzeitpunkt im Telegramm ist ungültig. Hinweis: zur Entkopplung der Datenübertragung können Wechselbuffer verwendet werden.
Trigger ausgelöst	Entsprechend der gesetzten Tracearbeitsweise wird die Aufzeichnung abgeschlossen. Die Daten werden an die definierten Empfänger geschickt.
Gestoppt	Tracebuffer stabil. Daten können ausgelesen werden. Daten stehen in Zusammenhang mit der Triggerbedingung und werden nicht mehr geändert

7 Zusammenfassung

In diesem Aufsatz wurden die Grundgedanken der Richtlinie VDI/VDE 3543 vorgestellt. Die Richtlinie ist entstanden, damit auch in Anlagen mit Antriebsgeräten unterschiedlicher Hersteller Meldungen und Tracedaten nach einheitlichen Regeln kommuniziert werden können. Besonderer Wert wurde darauf gelegt, dass die dort beschriebene Kommunikation unabhängig von den übrigen Automatisierungstechnischen Funktionen und der Topologie der Anlage ist. Der Projektteur kann die beschriebenen Funktionalitäten nutzen, muss es aber nicht. Die Richtlinie ermöglicht anlagenweite Diagnose auch bei heterogener Technik.

Der Autor möchte den Mitgliedern des VDI/VDE-GMA-Fachausschusses 4.11 „Leittechnik in der Elektrischen Antriebstechnik“, die aktiv an der Erstellung der Richtlinie VDI/VDE 3543 mitgewirkt haben, für ihr Engagement danken. Nur mit ihrer Hilfe konnte die Richtlinie entstehen.

8 Literatur

- [1] Richtlinie VDI/VDE 3543 Diagnose von elektrischen Antrieben, Beuth Verlag, 2007
- [2] [xml@profibus_2342_V10_jan04.pdf](#), Profibus Nutzer-Organisation, 2004