

	DIN 72036	
ICS 43.040.10 Straßenfahrzeuge – Automatisierung der Leitungssatzfertigung Road vehicles – Automation of the wiring-harness production Véhicules routiers – Automatisation de la fabrication de faisceaux de câbles Gesamtumfang 134 Seiten DIN-Normenausschuss Auto und Mobilität (NAAutomobil)		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist 2024-06-01.

Inhalt

	Seite
Vorwort	6
0 Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	11
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe	11
4 Symbole und Abkürzungen	23
5 Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Leitungssätze	23
5.1 Allgemeines	23
5.1.1 Generische Beschreibung der Gestaltungsrichtlinien	23
5.1.2 Matrix zur Systematisierung der Gestaltungsrichtlinien	26
5.2 Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Leitungssatzkonzepte	27
5.3 Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Leitungssatzdesigns	27
5.4 Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Fertigungsprozesse	30
5.5 Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Komponenten	30
6 Datenprofile für die digitale Komponenten- und Leitungssatzbeschreibung auf Basis von Standarddatenformaten	31
6.1 Motivation und Zielsetzung	31
6.2 Zusammenfassung des Bedarfs an Komponenten- und Leitungssatzdaten	32
6.3 Generische Spezifikation der Datenprofile	35
6.4 VEC-basiertes Datenprofil im Kontext digitale Komponentenbeschreibung	36
6.4.1 Allgemeines	36
6.4.2 Verpflichtende Bedingungen im Kontext aller Komponentenarten	36
6.4.3 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Anbauteile	37
6.4.4 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Dichtungselemente	38
6.4.5 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Kontaktteile	38
6.4.6 Verpflichtende Bedingungen im Kontext elektrischer Leitungen	39
6.4.7 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Leitungsschutz	40
6.4.8 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Steckverbinder	40
6.4.9 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Tüllen	41
6.4.10 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Leitungsverbinder	41
6.5 VEC-basiertes Datenprofil im Kontext Leitungssatz	42
6.5.1 Allgemeines	42
6.5.2 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Komponentenstammdaten	42
6.5.3 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Formgebung	43
6.5.4 Verpflichtende Bedingungen im Kontext elektrischer Leitungen	44
6.5.5 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Leitungssatz	45
6.5.6 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Leitungsschutz	45
6.5.7 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Leitungsverbinder	46
6.5.8 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Vernetzungsstruktur	46
6.6 KBL-basiertes Datenprofil im Kontext Leitungssatz	47
6.6.1 Allgemeines	47
6.6.2 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Komponentenstammdaten	47
6.6.3 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Formgebung	50
6.6.4 Verpflichtende Bedingungen im Kontext elektrischer Leitungen	52
6.6.5 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Leitungssatz	53
6.6.6 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Leitungsschutz	53
6.6.7 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Leitungsverbinder	54
6.6.8 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Vernetzungsstruktur	54
Anhang A (normativ) Gestaltungsrichtlinien	55

A.1	Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Leitungssatzkonzepte	55
A.1.1	Allgemein	55
A.1.2	Kontaktträger	63
A.1.3	Anbauteile	65
A.1.4	Vernetzungsstruktur	66
A.2	Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Leitungssatzdesigns	69
A.2.1	Allgemein	69
A.2.2	Anbauteile	73
A.2.3	Kontaktteile	81
A.2.4	Elektrische Leitungen	86
A.2.5	Leitungsschutzkomponenten	97
A.2.6	Leitungsverbinder	104
A.2.7	Vernetzungsstruktur	109
A.3	Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Fertigungsprozesse	116
A.3.1	Vorkonfektion	116
A.3.2	Zusammenbau	119
A.4	Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Komponenten	120
A.4.1	Anbauteile	120
A.4.2	Dichtungselemente	125
A.4.3	Kontaktteile	127
A.4.4	Elektrische Leitungen	131
A.4.5	Steckverbinder	132
	Literaturhinweise	134

Bilder

Bild 1	Beispielhaftes Modell der Leitungssatzentwicklung	8
Bild 2	Beispielhaftes Modell der Leitungssatzfertigung	9
Bild 3	Vereinfachtes Modell der Abhängigkeiten der Gestaltungsrichtlinien	10
Bild 4	Kontaktteilüberstand eines Kontaktteils	16

Tabellen

Tabelle 1	Gestaltungsrichtliniendefinition	23
Tabelle 2	Datenbedarfsdefinition	26
Tabelle 3	Matrixdarstellung der Gestaltungsrichtlinien einer Entwicklungsphase	26
Tabelle 4	Gestaltungsrichtlinien für die Entwicklungsphase: LS-Konzept	27
Tabelle 5	Gestaltungsrichtlinien für die Entwicklungsphase: LS-Design für Leitungssätze	28
Tabelle 6	Gestaltungsrichtlinien für die Entwicklungsphase: LS-Design für Teilumfänge	29
Tabelle 7	Gestaltungsrichtlinien für die Entwicklungsphase: LS-Fertigung	30
Tabelle 8	Gestaltungsrichtlinien für die Entwicklungsphase: Komponentenvorgaben	30
Tabelle 9	Zusammenfassung der Datenbedarfe der Gestaltungsrichtlinien	32
Tabelle 10	Datenprofildefinition	36
Tabelle 11	Verpflichtende Bedingungen für alle Komponentenarten	37
Tabelle 12	Komponentenarten die RequirementsConformanceStatement erfordern	37
Tabelle 13	Verpflichtende Bedingungen im Kontext Anbauteile	38
Tabelle 14	Verpflichtende Bedingungen im Kontext Dichtungselemente	38
Tabelle 15	Verpflichtende Bedingungen im Kontext Kontaktteile	38
Tabelle 16	Verpflichtende Bedingungen im Kontext elektrischer Leitungen	39
Tabelle 17	Verpflichtende Bedingungen im Kontext Leitungsschutz	40
Tabelle 18	Verpflichtende Bedingungen im Kontext Steckverbinder	41
Tabelle 19	Verpflichtende Bedingungen im Kontext Tüllen	41
Tabelle 20	Verpflichtende Bedingungen im Kontext Leitungsverbinder	42

Tabelle 21 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext Formgebung	43
Tabelle 22 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext elektrischer Leitungen	44
Tabelle 23 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext Leitungssatz	45
Tabelle 24 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext Leitungsschutz	46
Tabelle 25 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext Leitungsverbinder	46
Tabelle 26 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext Vernetzungsstruktur	46
Tabelle 27 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext Komponentenstammdaten	47
Tabelle 28 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext Formgebung	51
Tabelle 29 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext elektrischer Leitungen	52
Tabelle 30 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext Leitungssatz	53
Tabelle 31 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext Leitungsschutz	54
Tabelle 32 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext Leitungsverbinder	54
Tabelle 33 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext Vernetzungsstruktur	54
Tabelle A.1 — 135067 — LS-Konzept — Kernanforderung auf eine automatisierungsfreundliche Vorauswahl der Prozesstechnikvielfalt festlegen	55
Tabelle A.2 — 345938 — LS-Konzept — Kernanforderung auf eine automatisierungsfreundliche Vorauswahl der Teilevielfalt festlegen	56
Tabelle A.3 — 259959 — LS-Konzept — Kernanforderung auf eine automatisierungsfreundliche Vorauswahl bei der Vernetzung festlegen	57
Tabelle A.4 — 689762 — LS-Konzept — Kernanforderung an automatentaugliche Gestaltung festlegen	58
Tabelle A.5 — 457158 — LS-Konzept — Kernanforderung an automatentaugliche Komponenten festlegen	59
Tabelle A.6 — 890738 — LS-Konzept — Kernanforderung an automatentaugliche Teilumfang festlegen	61
Tabelle A.7 — 607707 — LS-Konzept — Kernanforderung an Produktverbesserungen festlegen	62
Tabelle A.8 — 407527 — LS-Konzept — Lage der Kontakteile für UTP-Leitungen in Kontaktträgern festlegen	63
Tabelle A.9 — 954795 — LS-Konzept — Automatentaugliche Kabelkanäle verwenden	65
Tabelle A.10 — 615882 — LS-Konzept — Vernetzungsstruktur festlegen	66
Tabelle A.11 — 866354 — LS-Konzept — Überkreuzungen von Leitungen vermeiden	68
Tabelle A.12 — 172486 — LS-Design — Automatentaugliche Leitungssatzkomponenten verwenden	70
Tabelle A.13 — 895198 — LS-Design — Nichtelektrische Leitungen als abgeschlossene zusätzliche Teilumfänge auslegen	71
Tabelle A.14 — 489200 — LS-Design — Elektrische Leitungen, abweichend zu einadrigen und UTP-Leitungen, als abgeschlossene zusätzliche Teilumfänge auslegen	72
Tabelle A.15 — 770863 — LS-Design — Zugänglichkeit für Positionieren von Clips festlegen	74
Tabelle A.16 — 317887 — LS-Design — Automatentaugliche Durchführtüllen verwenden	76
Tabelle A.17 — 714621 — LS-Design — Teilevielfalt von Clips im 150 %-Leitungssatz festlegen	77
Tabelle A.18 — 935584 — LS-Design — Teilevielfalt von Clips im Teilumfang festlegen	78
Tabelle A.19 — 260631 — LS-Design — Prozesstechnikvielfalt von Clips festlegen	79
Tabelle A.20 — 977843 — LS-Design — Verlegeweg der Leitungen in Schäumtüllen festlegen	80
Tabelle A.21 — 524465 — LS-Design — Teilevielfalt an Kontaktteilen und Einzeladerabdichtungen festlegen	81
Tabelle A.22 — 310735 — LS-Design — Anzahl Adern an Kontaktteilen und Kabelschuhen festlegen	82
Tabelle A.23 — 290800 — LS-Design — Prozesstechnikvielfalt zur Kontaktierung von Kontaktteilen und Kabelschuhen festlegen	83
Tabelle A.24 — 718108 — LS-Design — Automatisierungsfreundliche Kontaktierung von Crimpkabelschuhen festlegen	84
Tabelle A.25 — 593889 — LS-Design — Automatentaugliche Schrumpfschläuche verwenden	85
Tabelle A.26 — 524350 — LS-Design — Leitungslängen von einadrigen Leitungen festlegen	86
Tabelle A.27 — 478795 — LS-Design — Nennquerschnitte von einadrigen Leitungen festlegen	87
Tabelle A.28 — 832197 — LS-Design — Leitungslängen von UTP-Leitungen festlegen	89
Tabelle A.29 — 092394 — LS-Design — Nennquerschnitte für verdrehte Adern festlegen	90

Tabelle A.30 — 925040 — LS-Design — Merkmale zur optischen Unterscheidung der Adern von UTP-Leitungen festlegen	91
Tabelle A.31 — 384332 — LS-Design — Automatisierungsfreundliche Litzen verwenden	92
Tabelle A.32 — 948648 — LS-Design — Automatisierungsfreundliche Leiterwerkstoffkombination festlegen	93
Tabelle A.33 — 706757 — LS-Design — Automatenfreundliche Vorgaben für das Pinnen von UTP-Leitungen festlegen	94
Tabelle A.34 — 571369 — LS-Design — Varianten von Nennquerschnitten und Leitungstypen elektrischer Leitungen festlegen	96
Tabelle A.35 — 625267 — LS-Design — Varianten der Leitungsschutzkomponenten festlegen	97
Tabelle A.36 — 546271 — LS-Design — Automatentaugliche Leitungsschutzkomponenten verwenden	99
Tabelle A.37 — 440108 — LS-Design — Prozesstechnikvielfalt für Leitungsschutzsysteme festlegen	100
Tabelle A.38 — 159418 — LS-Design — Zugänglichkeit für Bewicklung festlegen	102
Tabelle A.39 — 181916 — LS-Design — Ausführungsarten von Leitungsverbindern festlegen	104
Tabelle A.40 — 617422 — LS-Design — Prozesstechnikvielfalt für Endverbinder festlegen	105
Tabelle A.41 — 109085 — LS-Design — Anzahl Adern für Endverbinder festlegen	107
Tabelle A.42 — 830085 — LS-Design — Abdichtung oder elektrische Isolierung von Endverbindern festlegen	108
Tabelle A.43 — 546195 — LS-Design — Vernetzungstiefe festlegen	109
Tabelle A.44 — 619930 — LS-Design — Vielfalt der Vermaschung festlegen	111
Tabelle A.45 — 958211 — LS-Design — Anzahl Kontaktträger im Teilumfang festlegen	114
Tabelle A.46 — 427421 — LS-Design — Anzahl Adern im Teilumfang festlegen	115
Tabelle A.47 — 504937 — LS-Fertigung — Fügeverfahren für Kontaktteile festlegen	116
Tabelle A.48 — 183793 — LS-Fertigung — Deformation der Kontaktteile beim Crimpen festlegen	117
Tabelle A.49 — 952093 — LS-Fertigung — Anforderungen an das Pinnen festlegen	118
Tabelle A.50 — 160473 — LS-Fertigung — Geometrische Verlegewege der Fertigung festlegen	119
Tabelle A.51 — 783439 — Komponente — Abdeckkappen für Steckergehäuse festlegen	121
Tabelle A.52 — 969791 — Komponente — Außengeometrie von Schäumtüllen festlegen	122
Tabelle A.53 — 356993 — Komponente — Querschnittgeometrie von Schäumtüllen festlegen	123
Tabelle A.54 — 136523 — Komponente — Wandstärke von Schäumtüllen festlegen	124
Tabelle A.55 — 872352 — Komponente — Geometrie von Einzeladerabdichtungen festlegen	126
Tabelle A.56 — 476220 — Komponente — Messung der Kontaktteil-Nennquerschnittskombination während des Crimpens durchführen	127
Tabelle A.57 — 139563 — Komponente — Zuführung von Kontaktteilen für Crimpwerkzeuge festlegen	129
Tabelle A.58 — 106918 — Komponente — Bereitstellung von Kontaktteilen festlegen	130
Tabelle A.59 — 384361 — Komponente — Richtbarkeit einadriger Leitungen festlegen	131
Tabelle A.60 — 056177 — Komponente — Vielfalt Kammergrößen von Kontaktträgern festlegen	132

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 052-00-32AA „E/E-Komponenten und allgemeine Systemanforderungen“ im DIN-Normenausschuss Automobiltechnik (NAAutomobil) erarbeitet.

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

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

0 Einleitung

0.1 Allgemeines / Hintergrund / Methodischer Rahmen

Dieses Dokument begrenzt sich in der Beschreibung von Gestaltungsrichtlinien auf den Umfang von Niedervolt- und Niederfrequenzleitungssätzen.

0.2 Einführung

0.2.1 Zielsetzung

Die Entwicklung und die Fertigung von Leitungssätzen in der Automobilindustrie erfolgen bei Fahrzeug- und Leitungssatzherstellern in vergleichbaren, ineinandergreifenden Prozessen, so dass sich aus der Kollaboration der Fahrzeughersteller mit den Leitungssatzherstellern allgemeingültige Prozesse für diese Entwicklung und Fertigung etabliert haben. Dabei werden Best-Practice-Prozesse eingesetzt, da die Projekte vergleichbare Randbedingungen für das Produkt Fahrzeugleitungssatz bezüglich Eingangsgrößen sowie Entwicklungs- und Lebensdauer haben.

Das Ziel der vollständigen Automatisierung der Fertigung von Leitungssätzen wird über mehrere Stufen der Automatisierung erreicht. Diese Stufen sollen bei einer Weiterentwicklung dieses Dokuments immer umfangreicher adressiert werden. Dieses Dokument fokussiert sich in der vorliegenden Version auf einen Ausschnitt aller Fertigungsprozessschritte für Leitungssätze, so dass Prozesse außerhalb des Anwendungsbereiches des Dokuments weiterhin manuell ausgeführte Prozessschritte enthalten können. Das ist dem Umstand geschuldet, dass für bestimmte Komponenten derzeit keine geeigneten Automaten beziehungsweise automatisiert verarbeitbare alternative Komponenten existieren. Bei Einführung einer Automatisierung lassen sich manuelle, aufwändige Prozessschritte beispielsweise durch eine angepasste Reihenfolge der Prozessschritte in der ersten Stufe automatisiert aber nicht effizient umsetzen.

Das Dokument ist wie folgt aufgebaut:

- In Abschnitt 5 wird eine Übersicht der Gestaltungsrichtlinien, abhängig vom Anwendungsbereich, gegeben. Die Detaillierung der Gestaltungsrichtlinien erfolgt in Anhang A.
- Ergänzend dazu listet Abschnitt 6 die notwendigen Datenbedarfe der Gestaltungsrichtlinien in allgemeiner Form auf. Diese Datenbedarfe werden in die etablierten Datenformate KBL und VEC überführt. Mit den Datensatzbeschreibungen lassen sich Leitungssätze digital beschreiben, durch die die Zielwerte der Gestaltungsrichtlinien (siehe 5) digital abgeprüft werden können.

0.2.2 Zweck der Gestaltungsrichtlinien

Die Gestaltungsrichtlinien dieses Dokuments sind als Reaktion auf die Transformation im Automobilbau, wie beispielsweise der Integration neuer Funktionen, entstanden.

Neue Anforderungen, beispielsweise hinsichtlich Rückverfolgbarkeit und Prozessdokumentation, prägen die Leitungssatzfertigung und sind idealerweise auch mittels Substitution manueller Prozesse durch automatisierte Prozesse umsetzbar. Weiterhin ist die Automobilbranche in den Prozessen der Leitungssatzfertigung immer wieder mit Themen der Versorgungssicherheit und des Personalbedarfs konfrontiert. Eine wesentliche Herausforderung stellt dabei der bisher hohe Anteil an manuellen Fertigungsprozessen aufgrund der hohen Variabilität der Leitungssatzfertigung dar. Insgesamt variiert heutzutage der Anteil an automatisierten Prozessen in den unterschiedlichen Stufen der Fertigungsprozesse stark.

Für die Automatisierung der Fertigung von Leitungssätzen ist es notwendig, dass definierte Anforderungen bereits in frühen Phasen des Entwicklungsprozesses berücksichtigt werden (siehe Bild 1). Durch die Standardisierung dieser Anforderungen ist es möglich, dass auf am Markt verfügbare automatisierte Fertigungslösungen zurückgegriffen werden kann beziehungsweise neue Fertigungslösungen entstehen.

0.2.3 Beispielhaftes Modell des Entwicklungsprozesses

Der folgende Abschnitt beschreibt beispielhaft den Entwicklungsprozess des Leitungssatzes.

Anhand des Schaubildes (siehe Bild 1) können die Gestaltungsrichtlinien bezüglich ihrer Entwicklungsphase zeitlich eingeordnet werden. Das Bild 1 stellt diesen Prozess beispielhaft grafisch dar. Für die Anwendung der Gestaltungsrichtlinien dieses Dokuments sind lediglich die Konzept-, Design- und Industrialisierungsphase relevant. Bereits in der Konzeptphase sind wichtige Anforderungen zur automaten-tauglichen Produktgestaltung von Leitungssätzen für nachfolgende Phasen zu berücksichtigen.

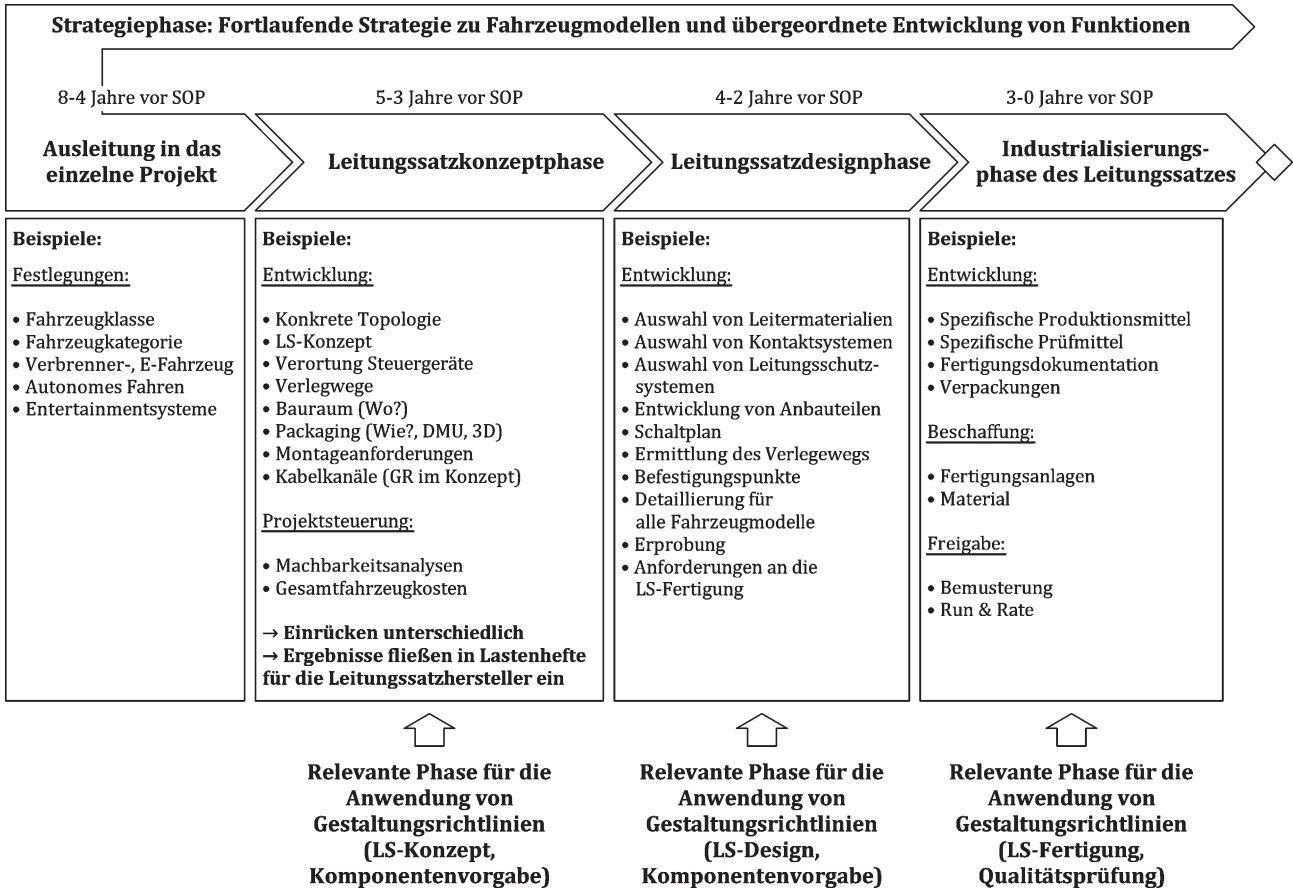


Bild 1 — Beispielhaftes Modell der Leitungssatzentwicklung

Die Komponentenentwicklung erfolgt zeitlich unabhängig oder entsprechend den Vorgaben aus dem gewünschten Einsatztermin der jeweiligen Komponente.

Die schematische Darstellung (siehe Bild 1) verzichtet bewusst auf die Verteilung der einzelnen Entwicklungsaufgaben zwischen Fahrzeug- und Leitungssatzhersteller, da es hierzu eine Vielzahl an Modellen der Zusammenarbeit gibt.

0.2.4 Beispielhaftes Modell der Leitungssatzfertigung

Das Bild 2 zeigt ein beispielhaftes Modell der Leitungssatzfertigung mit einer beispielhaften Abfolge der einzelnen Fertigungsschritte und den übergeordneten Systemen/Prozessen.

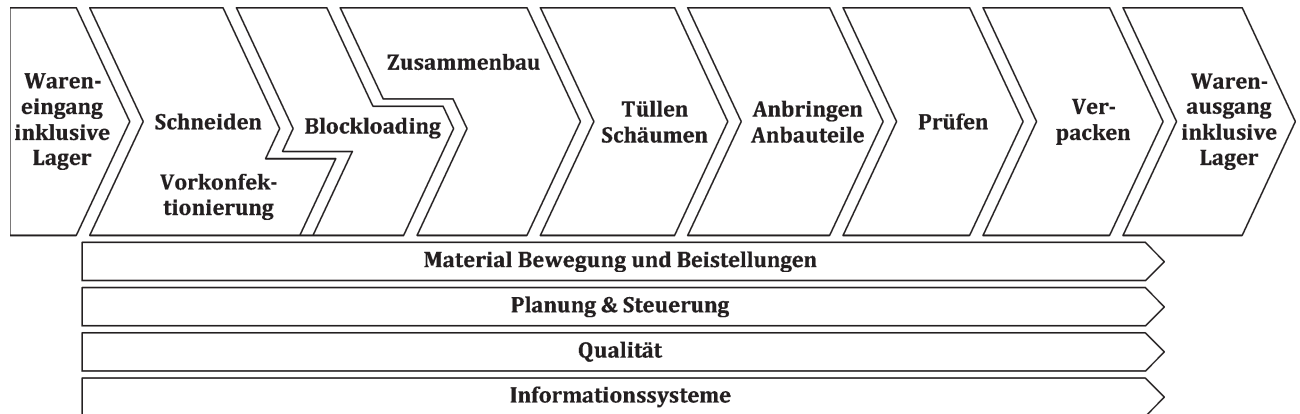


Bild 2 — Beispielhaftes Modell der Leitungssatzfertigung

Die Fertigung eines komplexen Leitungssatzes erfolgt ab einer gewissen Komplexität in mehreren Stufen. Diese Stufen beinhalten einzelne oder mehrere Prozessschritte und sind in der Regel räumlich voneinander getrennt. Zwischen den Stufen erfolgt eine Zwischenlagerung und ein Transport von Materialien zur Fertigstellung von Teilumfängen und der Leitungssätze. Als Herausforderung ist besonders hervorzuheben, dass komplexe Leitungssätze häufig in Losgröße 1 produziert werden. Alle Prozessschritte sollten daher geeignet sein, eine spezifische Variante aus einer sehr großen Variantenauswahl fertigen zu können. Dies gilt insbesondere für den Zusammenbau des Leitungssatzes selbst.

Die Anwendung der Gestaltungsrichtlinien dieses Dokumentes ermöglichen es, den Anteil automatisierter Prozessschritte in der Leitungssatzfertigung zu erhöhen. Die Gestaltungsrichtlinien adressieren hierfür die folgenden Kernanforderungen.

0.2.5 Kernanforderungen an eine automatentaugliche Leitungssatzfertigung

1. Automatisierungsfreundliche Vorauswahl

Eine automatisierungsfreundliche Vorauswahl durch Gestaltungsregeln wird in diesem Dokument erreicht durch:

- automatisierungsfreundliche Vorauswahl der Teilevielfalt;
- automatisierungsfreundliche Vorauswahl der Prozesstechnikvielfalt;
- automatisierungsfreundliche Vorauswahl der Vernetzung.

Die grundlegende Annahme ist, dass bei einer automatisierungsfreundlichen Vorauswahl in den Bereichen Teilevielfalt, Prozesstechnikvielfalt sowie Vernetzung die Teilumfänge und die Leitungssätze hinsichtlich einer automatisierten Fertigung optimiert. Weitere Aspekte für eine automatisierungsfreundliche Vorauswahl sind beispielsweise in Bezug auf das Änderungsmanagement oder die Vereinfachung der Geometrie.

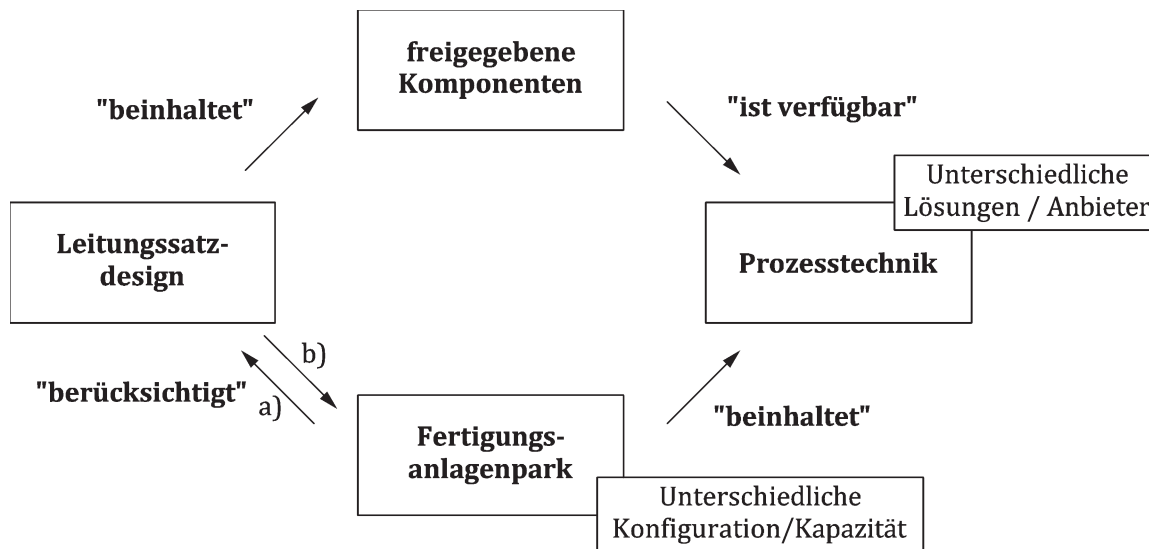
2. Automatentaugliche Fertigung

Die Möglichkeit einer automatisierten Fertigung wird durch eine automatentaugliche Gestaltung von Bordnetzen, 150 %-Leitungssätzen, Leitungssätzen und Teilumfängen begünstigt.

0.2.6 Wechselwirkung zwischen Leitungssatzdesign und Automatisierung

Eine Herausforderung bei der Beschreibung von Gestaltungsrichtlinien für Leitungssätze besteht darin, dass diese in Abhängigkeit der einzusetzenden beziehungsweise verfügbaren Prozesstechnik definiert werden sollten. Diese Gestaltungsrichtlinien sollten bei der Überprüfung mit den jeweils passenden Merkmalen versehen werden.

Vereinfacht lassen sich die Abhängigkeiten in folgender Darstellung (siehe Bild 3) veranschaulichen:



Legende

- a) LS-Design folgt LS-Fertigung
- b) LS-Fertigung folgt LS-Design

Bild 3 — Vereinfachtes Modell der Abhängigkeiten der Gestaltungsrichtlinien

Eine Komponente wird zur Verwendung freigegeben, wenn für diese eine geeignete automatentaugliche Prozesstechnik zur Verarbeitung verfügbar ist. Die Prozesstechnik kann von unterschiedlichen Herstellern von Fertigungsanlagen zur Verfügung gestellt werden und muss nicht zwangsläufig herstellerübergreifend kompatibel sein.

Ein Fertigungsanlagenpark eines Leitungssatzes beinhaltet unterschiedliche Prozesstechniken, sowohl die Fertigungsschritte als auch deren Anzahl betreffend. Daraus folgt, dass ein Fertigungsanlagenpark ein dynamisches, nicht einheitliches Konstrukt ist, welches je nach Leitungssatzhersteller gänzlich unterschiedlich ausgeprägt sein kann. Die Möglichkeiten, die ein spezifischer Fertigungsanlagenpark bietet, sollten im Leitungssatzdesign berücksichtigt werden, um sicherzustellen, dass der Leitungssatz tatsächlich auf diesem gefertigt werden kann.

Die Abstimmung kann in zwei Richtungen erfolgen:

- Das Leitungssatzdesign berücksichtigt die Möglichkeiten der Fertigung von Leitungssatzherstellern nach dem Stand der Technik (siehe Bild 3 a).
- Der Fertigungsanlagenpark wird in Abhängigkeit des Leitungssatzdesigns ausgelegt beziehungsweise ergänzt (siehe Bild 3 b).

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Gestaltungsrichtlinien fest, mit denen der Automatisierungsgrad innerhalb der Fertigung von Leitungssätzen in der Automobilindustrie erhöht wird.

Die Gestaltungsrichtlinien definieren Vorgaben sowohl für die Konzept-, Entwicklungs- und Industrialisierungsphase als auch für die Fertigungsphase des Leitungssatzes. Weiterhin werden Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Komponenten aufgestellt.

Dieses Dokument stellt Anforderungen an die produktbeschreibenden digitalen Daten auf und gibt Leitlinien für die Umsetzung für bereits vorhandene und in der Praxis eingesetzte Datenformate.

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).

DIN 72551-7, *Straßenfahrzeuge — Niederspannungsleitungen — Teil 7: Farben und Farbkennzeichnung von Adern für Niederspannungsleitungen*

ISO 19642-3, Road vehicles — Automotive cables — Part 3: Dimensions and requirements for 30 V a.c. or 60 V d.c. single core copper conductor cables

ISO 19642-4, Road vehicles — Automotive cables — Part 4: Dimensions and requirements for 30 V a.c. and 60 V d.c. single core aluminium conductor cables

VDA 4964, *Harness Description List (KBL)*

VDA 4968, *Vehicle Electric Container (VEC)*

TLF 0214 beziehungsweise DIN TS 70214 in Entstehung

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>
- DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1 Begriffe zu Komponenten

3.1.1 Begriffe zu elektrischen Leitungen

3.1.1.1

elektrischer Leiter

elektrisch leitende Komponente zur Energie- oder Informationsübertragung

3.1.1.2

Leiterwerkstoff

elektrisch leitender Werkstoff, aus dem der elektrische Leiter (3.1.1.1) hergestellt ist

BEISPIEL Kupfer, Aluminium

3.1.1.3

Litze

nicht isolierter elektrischer Leiter (3.1.1.1), bestehend aus mehreren Einzeldrähten

3.1.1.4

Nennquerschnitt

nominaler Querschnitt des elektrischen Leiters (3.1.1.1)

3.1.1.5

Ader

einadrige Leitung

Komponente, bestehend aus einem elektrischen Leiter (3.1.1.1) mit einer Isolierung

Anmerkung 1 zum Begriff: Leitungstypen mit deren Aufbaumerkmalen sind in ISO 19642-3 definiert.

Anmerkung 2 zum Begriff: Deutsche Bezeichnungen für Leitungstypen sind in DIN 76722 definiert.

3.1.1.6

elektrische Leitung

Komponente, bestehend aus einer oder mehreren Adern (3.1.1.5) mit oder ohne Schirmung beziehungsweise Mantel

3.1.1.6.1

Kupferleitung

elektrische Leitung (3.1.1.6), deren Adern (3.1.1.5) mit einem Leiterwerkstoff (3.1.1.2), der mehr als 99 %-Massenanteil des chemischen Elements Kupfer enthält, aufgebaut sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition inkludiert sowohl die zulässigen Kupferqualitäten nach ISO 19642-3 als auch niedrig legierte harte Kupferqualitäten zur Erhöhung der Zugfestigkeit.

3.1.1.6.2

Aluminiumleitung

elektrische Leitung (3.1.1.6), deren Adern (3.1.1.5) mit einem Leiterwerkstoff (3.1.1.2), der mehr als 98 %-Massenanteil des chemischen Elements Aluminium enthält, aufgebaut sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition inkludiert reines und niedrig legiertes Aluminium nach ISO 19642-4.

3.1.1.7

mehradrige Leitung

elektrische Leitung (3.1.1.6) mit mindestens zwei Adern (3.1.1.5)

3.1.1.8

verseilte Adern

mehradrige Leitung (3.1.1.7), die als Endlosmeterware hergestellt wird, bestehend aus miteinander verseilten Adern (3.1.1.5)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Fertigung einer mehradrigen Leitung beim Leitungshersteller wird auf Verseilmaschinen für Leitungslängen von mehreren hundert Metern, bis mehreren Kilometern realisiert. Hier wird von Verseilung gesprochen. In Mantelleitungen (3.1.1.11) kommen ausschließlich verseilte Adern zum Einsatz.

3.1.1.9**verdrillte Adern**

mehradrige Leitung (3.1.1.7), die aus vorab geschnittenen Adern (3.1.1.5) während der Verarbeitung verdreht wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Wird eine mehradrige Leitung beim Leitungssatzhersteller auf Maschinen verdreht, geschieht dies normalerweise mit bereits geschnittenen Längen bis zu wenigen Metern der einzelnen Adern und bereits angeschlagenen Kontaktteilen (3.1.4.4). Hier wird von Verdrehung gesprochen.

3.1.1.10**Unshielded Twisted Pair Leitung****UTP-Leitung**

mehradrige Leitung (3.1.1.7) aus genau zwei Adern (3.1.1.5) mit gleichem Nennquerschnitt (3.1.1.4) ohne Schirmung und ohne Mantel

Anmerkung 1 zum Begriff: UTP-Leitung besteht aus verseilten Adern (3.1.1.8) oder verdrehten Adern (3.1.1.9).

3.1.1.11**Mantelleitung**

elektrische Leitung (3.1.1.6), die von einem Mantel umhüllt ist

3.1.1.12**Koaxiale Leitung**

Mantelleitung (3.1.1.11) mit einer Ader (3.1.1.5) und Schirmung

BEISPIEL Antennenleitung

3.1.1.13**Niedervolt**

Spannungsklasse $\leq 30 \text{ V AC}$ oder $\leq 60 \text{ V DC}$ für den Einsatz im Bordnetz (3.1.3.4)

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Definition entspricht der englischsprachlichen Definition 60 V cable der ISO 19642-1.

3.1.1.14**Niederfrequenz**

Frequenz eines Wechselstroms oder einer Wechselspannung oder periodisch pulsierende Gleichspannung $\leq 25 \text{ kHz}$ für den Einsatz im Bordnetz (3.1.3.4)

3.1.2 Begriffe für nichtelektrische Leitungen**3.1.2.1****nichtelektrische Leitung**

Komponente zur Übertragung von Medien oder nichtelektrischen Informationen

3.1.2.2**Leitung für Flüssigkeiten**

nichtelektrische Leitung (3.1.2.1), bestehend aus polymeren Werkstoffen, zur Führung flüssiger Medien

BEISPIEL Wischwasserleitung

3.1.2.3**Leitung für Gas**

nichtelektrische Leitung (3.1.2.1), bestehend aus polymeren Werkstoffen, zur Führung gasförmiger Medien

BEISPIEL Unterdruckleitung

3.1.2.4

Lichtwellenleitung

lichtleitende, nichtelektrische Leitung (3.1.2.1), bestehend aus einer oder mehreren lichtleitenden Leitern, die mit einem gemeinsamen Außenmantel umhüllt ist

BEISPIEL Polymer Optische Fasern

3.1.3 Begriffe zum Leitungssatz

3.1.3.1

Teilumfang

Konstrukt von elektrischen Leitungen (3.1.1.6), dessen Leitungsenden mit Kontaktteilen (3.1.4.4) in Kontaktträgern (3.1.4.6) gepinnt (3.1.4.3) oder mit Kabelschuhen (3.1.4.10) abgeschlossen sind

3.1.3.2

Leitungssatz

LS

Zusammenbau von Leitungssatzkomponenten zur bestimmungsgemäßen Verwendung im Fahrzeug

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Umfang des Leitungssatz ist vollständig und in sich abgeschlossen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein Leitungssatz beinhaltet unter anderem Teilumfänge (3.1.3.1).

3.1.3.3

150 %-Leitungssatz

150 %-LS

Beschreibung einer Menge von Leitungssätzen (3.1.3.2), welche Varianten in einem bestimmten Kontext sind

Anmerkung 1 zum Begriff: 150 %-Leitungssätze werden nicht im Fahrzeug verbaut.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Kontext eines 150 %-Leitungssatzes ist beispielsweise Einbauort, Zuordnung zu einer Fahrzeugkomponente Sitz oder Lenkungsart.

BEISPIEL 1 Mehrere Antriebsvarianten auf einer Zeichnung.

BEISPIEL 2 Leitungssatz für Links- und Rechtslenker auf einer Zeichnung.

BEISPIEL 3 Alle Varianten eines Cockpitleitungssatzes auf einer Zeichnung.

3.1.3.4

Bordnetz

Summe aller Leitungssätze (3.1.3.2) der Fahrzeuge einer Produktreihe

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Produktreihe ist ein Fahrzeugmodell oder eine Fahrzeugmodellreihe.

3.1.3.5

Leistungsstrang

geometrisch beschränkter Abschnitt eines Leitungssatzes (3.1.3.2) oder eines Teilumfangs (3.1.3.1)

3.1.3.6

Ausbindung

Leistungsstrang (3.1.3.5) eines Leitungssatzes (3.1.3.2), der an einem Knoten (3.3.1) abgeht

3.1.3.7

Störkontur

geometrische Kontur eines Leitungssatzes (3.1.3.2), die bei einer Automatisierung zu berücksichtigen ist

3.1.3.8**Baugruppe**

in sich geschlossene Komponente, bestehend aus mindestens zwei Teilen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Teil kann eine Baugruppe sein.

3.1.3.9**Instanz**

konkrete, eindeutig identifizierbare Verwendung einer bestimmten Komponente

3.1.3.10**Verlegeweg**

geometrischer Verlauf von Leitungen im Leitungssatz (3.1.3.2) oder Leitungsstränge (3.1.3.5) im Fahrzeug

3.1.3.11**DMU-Länge**

Länge der Mittellinie im 3D-Modell eines Leitungsstrangs (3.1.3.5) in Fahrzeuglage

3.1.3.12**Kabelformbrett**

Montagehilfe zur Fertigung eines Leitungssatzes (3.1.3.2)

Anmerkung 1 zum Begriff: Die zur Fertigung eines Leitungssatzes notwendigen Komponenten werden hierzu auf einem Kabelformbrett zusammengeführt.

3.1.4 Begriffe zu Kontaktteilen und Verbindungstechniken**3.1.4.1****Crimpen**

Verbindungsverfahren, bei dem eine Komponente mit mindestens einem elektrischen Leiter (3.1.1.1) durch plastische Verformung miteinander elektrisch leitend verbunden wird

3.1.4.2**Schweißen**

Verbindungsverfahren, bei dem mindestens zwei Komponenten stoffschlüssig und elektrisch leitend gefügt werden

BEISPIEL Ultraschallschweißen, Widerstandschweißen

3.1.4.3**Pinnen**

Einführen von Kontaktteilen (3.1.4.4) in die Kammern von Kontaktträgern (3.1.4.6) mit bestimmungsgemäßer Primärverrastung (3.1.4.8)

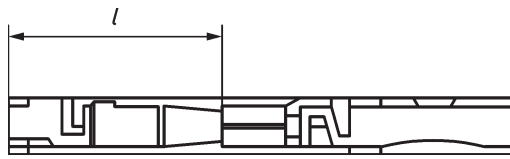
3.1.4.4**Kontaktteil**

metallisches, elektrisch leitendes Element eines Steckverbinders (3.1.4.13)

3.1.4.5**Kontaktteilüberstand**

Länge des Kontaktteils (3.1.4.4) ohne kontaktierte Ader (3.1.1.5)

Anmerkung 1 zum Begriff: siehe Bild 4.



Legende

/ Kontaktteilüberstand

Bild 4 — Kontaktteilüberstand eines Kontaktteils

3.1.4.6

Kontaktträger

isolierte Komponente mit mindestens einer Kammer zur Aufnahme von Kontaktteilen (3.1.4.4)

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein oder mehrere Kontaktträger werden in ein Steckergehäuse (3.1.4.7) eingeführt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Kontaktträger können feste Bestandteile des Steckergehäuses sein.

3.1.4.7

Steckergehäuse

Gehäuse mit integriertem Kontaktträger (3.1.4.6) oder mit Aufnahmen für Kontaktträger

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein- oder mehrteiliger Umfang, optional mit zusätzlichen mechanischen Komponenten zum Schutz oder Befestigung.

3.1.4.8

Primärverrastung

Designelement, zur Sicherung gegen das ungewollte Entfernen eines Kontaktteils (3.1.4.4) aus der Kammer eines Kontaktträgers (3.1.4.6)

3.1.4.9

Sekundärverriegelung

Designelement, zur redundanten Sicherung gegen das ungewollte Entfernen von Kontaktteilen (3.1.4.4) aus den Kammern von Kontaktträgern (3.1.4.6)

3.1.4.10

Kabelschuh

elektromechanische Komponente, die eine Verbindung zwischen elektrischen Komponenten durch einen Schraubvorgang ermöglicht

3.1.4.11

Crimpkabelschuh

Kabelschuh (3.1.4.10), bei dem die Verbindung zwischen der elektrischen Leitung (3.1.1.6) und dem Ende des Kabelschuhs mittels Crimpen (3.1.4.1) realisiert wird

3.1.4.12

Leitungsverbinder

elektrische Verbindung eines elektrischen Leiters (3.1.1.1) mit weiteren elektrischen Leitern (3.1.1.1)

3.1.4.12.1

Crimpverbinder

Leitungsverbinder (3.1.4.12), dessen elektrische Verbindung durch Crimpen (3.1.4.1) realisiert wird

3.1.4.12.2**Quetschverbinder**

Leitungsverbinder (3.1.4.12), dessen elektrische Verbindung durch Quetschen einer Quetschhülse realisiert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Mit einem Quetschverbinder werden mehrere Leitungsenden dauerhaft miteinander verbunden. Ein Lösen der Verbindung ist nicht vorgesehen. Die Quetschhülse umschließt dabei die Leitungsenden nach dem Umformprozess. Häufig sind Quetschverbinder rotationssymmetrisch und spiegelsymmetrisch senkrecht zur Rotationsachse aufgebaut.

3.1.4.12.3**Schweißverbinder**

Leitungsverbinder (3.1.4.12), dessen elektrische Verbindung durch Schweißen (3.1.4.2) realisiert wird

BEISPIEL Ultraschallschweißverbinder

3.1.4.12.4**Durchgangsverbinder**

Leitungsverbinder (3.1.4.12), bei dem die elektrischen Leiter (3.1.1.1) von zwei Seiten der Verbindung zugeführt werden

3.1.4.12.5**Endverbinder**

Leitungsverbinder (3.1.4.12), bei dem die elektrischen Leiter (3.1.1.1) von einer Seite der Verbindung zugeführt werden

3.1.4.13**Steckverbinder**

elektromechanische Komponente, die Verbindungen zwischen elektrischen Komponenten durch einen Steckvorgang ermöglicht

3.1.4.14**Potentialverteiler**

Steckergehäuse (3.1.4.7) mit elektrisch verbundenen Kontaktteilen (3.1.4.4)

3.1.5 Begriffe zu nichtelektrischen Steckerkomponenten**3.1.5.1****Einzeladerabdichtung****EAD**

ringförmige Dichtung, bestehend aus einem elastomeren Polymer, die auf eine elektrische Leitung (3.1.1.6) mit einer Ader (3.1.1.5) aufgebracht wird, um die Ader zum Kontaktträger (3.1.4.6) gegen feuchte Umwelteinflüsse abzudichten

3.1.5.2**Sammelabdichtung**

mattenförmige Dichtung, bestehend aus einem elastomeren Polymer, durch die mehrere Adern (3.1.1.5) von elektrischen Leitungen (3.1.1.6) geführt werden, um die elektrischen Leitungen zum Steckergehäuse (3.1.4.7) gegen feuchte Umwelteinflüsse abzudichten

3.1.5.3**Endkappe**

elektrische Isolierung oder Abdichtung gegen feuchte Umwelteinflüsse für einen Endverbinder (3.1.4.12.5)

BEISPIEL Umwelteinflüsse können durch Luftfeuchte entstehen.

3.1.6 Begriffe zu Leitungsschutzkomponenten

3.1.6.1

Leitungsschutz

Schutz von elektrischen Leitungen (3.1.1.6) vor Umwelteinflüssen durch Bündelung und Aufbringen einer Leitungsschutzkomponente

Anmerkung 1 zum Begriff: Typen von Leitungsschutzkomponenten sind folgend unter 3.1.6.2 bis 3.1.6.7 definiert.

3.1.6.2

Wickelband

Komponente zum Leitungsschutz (3.1.6.1), bestehend aus einer Folie, einem Textil oder Laminat, gegebenenfalls einseitig mit Haftklebstoff versehen

BEISPIEL Ein Wickelband kann spiralförmig oder längslaufend (Längsbandagierung) um die zu schützenden elektrischen Leitungen (3.1.1.6) gelegt werden, so dass eine geschlossene Umhüllung entsteht.

3.1.6.3

Wellschlauch

Wellrohr

längsgeschlossene oder längsgeschlitzte Komponente zum Leitungsschutz (3.1.6.1) mit einer gewellten Wandstruktur, bestehend aus einem polymeren Werkstoff

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einem längsgeschlitzten Wellschlauch werden die elektrischen Leitungen (3.1.1.6) durch die Längsschlitzung in den längsgeschlitzten Wellschlauch gelegt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei der Fertigung einer geschlossenen Umhüllung von längsgeschlitzten Wellschläuchen muss die Längsschlitzung beispielsweise mit einem zweiten Wellschlauch oder einem Wickelband (3.1.6.2) verschlossen werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Bei einem längsgeschlossenen Wellschlauch werden die elektrischen Leitungen (3.1.1.6) durch einen Fädelprozess in den längsgeschlossenen Wellschlauch eingeführt.

3.1.6.4

Rollschlauch

selbstschließende Komponente zum Leitungsschutz (3.1.6.1), bestehend aus einem textilen Werkstoff

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einem Rollschlauch werden die elektrischen Leitungen (3.1.1.6) in den längsgeöffneten Rollschlauch gelegt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Zur Fertigung einer geschlossenen Umhüllung muss die verbleibende Längsöffnung beispielsweise mit einem zweiten Rollschlauch oder einem Wickelband (3.1.6.2) verschlossen werden.

3.1.6.5

Glattschlauch

längsgeschlossene Komponente zum Leitungsschutz (3.1.6.1) mit einer glatten Wandstruktur, bestehend aus einem polymeren Werkstoff

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einem längsgeschlossenen Glattschlauch werden die elektrischen Leitungen (3.1.1.6) über einen Fädelprozess in den längsgeschlossenen Glattschlauch eingeführt.

3.1.6.6

Geflechtschlauch

längsgeschlossene Komponente zum Leitungsschutz (3.1.6.1), bestehend aus einem textilen Werkstoff

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einem Geflechtschlauch werden die elektrischen Leitungen (3.1.1.6) durch einen Fädelprozess in den Geflechtschlauch eingeführt.

3.1.6.7**Schrumpfschlauch**

längsgeschlossene Komponente zur Abdichtung und zur elektrischen Isolierung, bestehend aus polymeren Werkstoffen, die sich bei thermischer Erwärmung radial unter definierten Vorgaben zusammenzieht

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einem Schrumpfschlauch werden die elektrischen Leitungen (3.1.1.6) durch einen Fädelprozess in den Schrumpfschlauch eingeführt.

3.1.7 Begriffe für Anbauteile**3.1.7.1****Anbauteil**

nichtelektrische Komponente des Leitungssatzes (3.1.3.2) mit Zusatzfunktion

Anmerkung 1 zum Begriff: Anbauteile haben einen zusätzlich zu berücksichtigten Bauraumbedarf bei der Automatisierung und können eine Störkontur (3.1.3.7) für die Fertigung darstellen.

3.1.7.2**Clip**

Formteil zur Befestigung der Leitungsstränge (3.1.3.5) eines Leitungssatzes (3.1.3.2) im Fahrzeug

BEISPIEL Wickelclip, Leitungsbinderclip

3.1.7.3**Leitungsbinder**

Kabelbinder

Band mit einem Verschlussmechanismus, das zum Bündeln von Leitungen, zum Befestigen von Komponenten an Leitungssträngen (3.1.3.5) oder von Leitungssträngen am Fahrzeug verwendet wird

3.1.7.4**Kabelkanal**

ein- oder mehrteiliges Formteil aus einem polymeren Werkstoff zum Bündeln, zum Schutz und zur geometrischen Formgebung oder zur Fixierung der Leitungsstränge (3.1.3.5) eines Leitungssatzes (3.1.3.2)

3.1.7.5**Tülle**

ein- oder mehrteiliges flexibles Formteil aus einem polymeren Werkstoff, zum Schutz, zur Abdichtung und zur Führung eines Leitungsstrangs (3.1.3.5) zwischen frei zugänglichen Karosserieteilen

3.2 Begriffe zum Entstehungsprozess eines Leitungssatzes**3.2.1****Leitungssatzentwicklungsprozess**

Entwicklungsprozess, bestehend aus Leitungssatzkonzeptphase (3.2.1.2), Leitungssatzdesignphase (3.2.1.4) und Industrialisierungsphase (3.2.1.5)

3.2.1.1**Leitungssatzkonzept****LS-Konzept**

Systemgestaltung des Bordnetzes (3.1.3.4) während der Leitungssatzkonzeptphase (3.2.1.2)

3.2.1.2**Leitungssatzkonzeptphase**

Entwicklungsphase des Leitungssatzentwicklungsprozesses (3.2.1) zur Erstellung des Leitungssatzkonzeptes (3.2.1.1)

3.2.1.3

Leitungssatzdesign

LS-Design

Systemgestaltung des Leitungssatzes (3.1.3.2)

3.2.1.4

Leitungssatzdesignphase

Entwicklungsphase des Leitungssatzentwicklungsprozesses (3.2.1) zur Erstellung des Leitungssatzdesigns (3.2.1.3)

3.2.1.5

Industrialisierungsphase

Entwicklungsphase des Leitungssatzentwicklungsprozesses (3.2.1) zur Fertigung des Leitungssatzes (3.1.3.2)

3.2.2

Fertigungsprozess

Summe aller Prozessschritte, die zur Fertigung eines Produkts notwendig sind

3.2.2.1

Vorkonfektion

Fertigungsprozess (3.2.2), in dem aus einzelnen Komponenten mittels Verarbeitung vorkonfektionierte Umfänge realisiert werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Schritte der Verarbeitung sind beispielsweise Schneiden, Abisolieren, Einzeladerabdichtung (3.1.5.1) aufbringen, Kontaktteil (3.1.4.4) aufbringen, Verdrillen zu UTP-Leitungen (3.1.1.10), fertigungsbegleitende Prüfung (3.2.2.6).

3.2.2.2

Blockloading

Fertigungsprozess (3.2.2), in dem aus elektrischen Leitungen (3.1.1.6) der Vorkonfektion (3.2.2.1) mittels Pin-
nen (3.1.4.3) der Kontaktteile (3.1.4.4) Teilumfänge (3.1.3.1) realisiert werden

3.2.2.3

Zusammenbau

Fertigungsprozess (3.2.2), in dem aus Teilumfängen (3.1.3.1) und zusätzlichen Umfängen mittels Verarbeitung
Leitungssätze (3.1.3.2) realisiert werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Schritte der Verarbeitung sind beispielsweise Teilumfänge zusammenfügen, Anbauteile (3.1.7.1) anbringen, Schäumen, nichtelektrische Leitungen (3.1.2.1) ergänzen, fertigungsbegleitende Prüfung (3.2.2.6) des Leitungssatzes.

3.2.2.4

Prozesstechnik

Technologie, die in einem Fertigungsprozess (3.2.2) eingesetzt wird

3.2.2.5

automatentauglich

einhalten der Eigenschaft, dass eine automatisierte Verarbeitung auf Fertigungsanlagen (3.2.2.10) möglich ist

3.2.2.6

fertigungsbegleitende Prüfung

Prüfung einzelner Prozessschritte während der Fertigungsprozesse (3.2.2)

3.2.2.7

End-of-Line-Prüfung

Prüfung des Leitungssatzes (3.1.3.2) nach dem Zusammenbau (3.2.2.3) und vor dem Versand zur Montage im
Fahrzeug

3.2.2.8**Konfektionsfreigabe**

Nachweis vor Start der Fertigung des Leitungssatzes (3.1.3.2) in Serie, dass Komponenten die Anforderungen für Fertigungsprozesse (3.2.2) erfüllen und für diese freigegeben sind

3.2.2.9**Fertigungsanlagenpark**

eine oder mehrere Fertigungsanlagen (3.2.2.10)

3.2.2.10**Fertigungsanlage**

Einheit zur automatisierten Fertigung von Leitungssätzen (3.1.3.2) oder Teilumfängen (3.1.3.1)

3.3 Begriffe zur Struktur eines Leitungssatzes**3.3.1****Knoten**

Verzweigungs- oder Endpunkte in einer Leitungssatztopologie (3.3.3)

3.3.2**Segment**

Abschnitt zwischen zwei benachbarten Knoten (3.3.1) in einer Leitungssatztopologie (3.3.3)

3.3.3**Leitungssatztopologie**

geometrische Grundstruktur des Leitungssatzes (3.1.3.2), bestehend aus Knoten (3.3.1) und Segmenten (3.3.2)

3.3.4**Vernetzungsstruktur**

Art und Weise des Aufbaus der in einem Leitungssatz (3.1.3.2) oder Teilumfang (3.1.3.1) realisierten Punkt-zu-Punkt Verbindungen samt deren physikalisch realisierten Endpunkten

Anmerkung 1 zum Begriff: Endpunkte sind beispielsweise Steckergehäuse (3.1.4.7) und Kabelschuhe (3.1.4.10).

3.3.5**Kette**

Vernetzungsstruktur (3.3.4), die einen rein linearen und nicht geschlossenen Aufbau besitzt

3.3.6**Ring**

Vernetzungsstruktur (3.3.4), die einen rein linearen und geschlossenen Aufbau besitzt

3.3.7**Masche**

Ring (3.3.6), der Teil einer Vernetzungsstruktur (3.3.4) ist

3.3.8**Elementarmasche**

Masche (3.3.7), die keine weitere Masche beinhaltet

3.3.9**Baum**

verzweigte Vernetzungsstruktur (3.3.4), die keine Maschen (3.3.7) enthält

3.3.10

Vernetzungstiefe

maximale Anzahl der aufeinanderfolgenden Knoten (3.3.1) zwischen zwei Endpunkten einer Kette (3.3.5)

Anmerkung 1 zum Begriff: Anfangs- und Endknoten der Kette werden mitbetrachtet.

3.3.11

digitale Leitungssatzbeschreibung

DLSB

Beschreibung des Leitungssatzes (3.1.3.2) in digitaler Form

3.3.12

digitale Komponentenbeschreibung

DKOB

Beschreibung einer Komponente des Leitungssatzes (3.1.3.2) in digitaler Form

3.4 Sonstige Begriffe

3.4.1

Gestaltungsrichtlinie

Regel oder Empfehlung zur automatisierten Fertigung des Leitungssatzes (3.1.3.2)

3.4.2

Sachnummer

Nummer und/oder Zeichenfolge zur eindeutigen Identifikation von Komponenten

4 Symbole und Abkürzungen

AC	Wechselstrom (englisch: alternating current)
CSR	Customer Specific Requirement
DC	Gleichstrom (englisch: direct current)
DIN	Deutsches Institut für Normung
DKOB	digitale Komponentenbeschreibung
DLSB	digitale Leitungssatzbeschreibung
DMU	Digital Mock-Up
EAD	Einzeladerabdichtung
E-Fahrzeug	Elektrofahrzeug
ISO	Internationale Organisation für Normung
KBL	Kabelbaumliste
LS	Leitungssatz
SOP	Start of Production
TLF	Technischer Leitfaden
UTP	Unshielded Twisted Pair
VDA	Verband der Automobilindustrie e.V.
VEC	Vehicle Electric Container
XML	Extensible Markup Language
XSD	XML-Schema Definition
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie
2D	zweidimensional
3D	dreidimensional

5 Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Leitungssätze

5.1 Allgemeines

5.1.1 Generische Beschreibung der Gestaltungsrichtlinien

Die Beschreibung von Gestaltungsrichtlinien erfolgt tabellarisch nach den Vorgaben von Tabelle 1.

Tabelle 1 — Gestaltungsrichtliniendefinition

Identifikationsnummer <i>Eindeutige Identifikationsnummer, die zum Referenzieren dieser Gestaltungsrichtlinie dient.</i>	Leitungssatzebene ☐ Bordnetz, ☐ 150 %-LS, ☐ LS, ☐ Teilumfang Komponente(n) <i>adressierte Komponente</i> Prozess <i>adressierte(r) Prozess(e) der Komponente oder der Instanz der Leitungssatzebene</i>	Kategorie ☐ Komponentenvorgaben ☐ LS-Konzept ☐ LS-Design ☐ LS-Fertigung
Verbindlichkeit ☐ Regel ☐ Empfehlung	Applikationsebene ☐ Niedervolt	Motivation ☐ Vielfalt optimieren ☐ Prozess ertüchtigen ☐ Produkt verbessern

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Gestaltungsrichtlinie
<i>Prägnante Beschreibung der Gestaltungsrichtlinie mit Verweisung auf die Anforderungen und die Zielwerte.</i>
Bebildering
<i>Optional grafische Darstellung der Situation zum besseren Verständnis mit der Einstufung, ob die Darstellung „in Ordnung“, das heißt konform zu dieser Gestaltungsrichtlinie, oder „nicht in Ordnung“, das heißt nicht konform zu dieser Gestaltungsrichtlinie, ist.</i>
Hintergrund
<i>Motivation der Automatisierung und das Potential der Optimierung durch die Gestaltungsrichtlinie oder den Grund des Ausschlusses.</i>
Anforderungen als Zielwert
<i>Liste aller Anforderungen als konkrete Zielwerte, anhand deren die Einhaltung einer Gestaltungsrichtlinie überprüft wird.</i>
Messkriterium
<i>Attribute, anhand derer die Anforderungen beziehungsweise die definierten Zielwerte überprüft werden können, oder die digitale Produktbeschreibung der Gestaltungsrichtlinie (siehe 6.2) mit den Bedarfen digitale Komponentenbeschreibung (DKOB) oder digitale Leitungssatzbeschreibung (DLSB).</i>
Ausblick
<i>Möglichkeiten der Innovationsentwicklung unter anderem in Bezug auf die <Anforderungen als Zielwert>.</i>
Verweisungen
<i>Verweisung auf weiterführende Informationen wie beispielsweise Normen oder Gestaltungsrichtlinien.</i>
ANMERKUNG Kursive Texte beschreiben den Inhalt der Tabellenzelle.

- a) Jede Gestaltungsrichtlinie hat eine eindeutige, sechsstellige **Identifikationsnummer** (siehe Tabelle 1) mit führendem Nullen zur eindeutigen Identifikation und zum Referenzieren der jeweiligen Gestaltungsrichtlinie in diesem oder externen Dokumenten.
- b) Die Gestaltungsrichtlinien bestimmen die **Verbindlichkeit** (siehe Tabelle 1) durch einen der zwei Typen:
 - 1) **Regel**: Eine Regel beschreibt klar, welche Anforderungen die Gestaltungsrichtlinie an den Zielwert stellt und mit welchem Messkriterium und damit welcher Datengrundlage (beispielsweise Zeichnung) diese Anforderungen zu überprüfen sind. Die Einhaltung der Regeln ist für die Konformität zur Norm erforderlich.
 - 2) **Empfehlung**: Eine Empfehlung betrifft Gestaltungsrichtlinien, die nicht immer mit Anforderungen an den Zielwert beschrieben werden können. Gestaltungsrichtlinien, die als Empfehlung klassifiziert sind, fördern die Automatisierbarkeit des Leitungssatzes beziehungsweise dessen Fertigung, auch wenn kein messbarer Zielwert vorgegeben werden kann. Sie sind daher optional.
- c) Der adressierte Themenkomplex einer Gestaltungsrichtlinie wird in Tabelle 1 beschrieben durch:
 - 1) **Leitungssatzebene**: 2 abgestufte theoretische Ebenen:
 - Bordnetz;
 - 150 %-Leitungssatz (150 %-LS);und den beiden abgestuften realen Ebenen:
 - Leitungssatz (LS);

- Teilumfang (ein Leitungssatz kann aus 1 bis n Teilumfängen bestehen).
 - 2) **Komponente(n)**: Die Komponente oder die Liste der Komponenten, die von der Gestaltungsrichtlinie adressiert wird. „Komponentenunabhängig“ bedeutet, es können keine konkreten Komponenten adressiert werden.
 - 3) **Prozess**: Ein spezifischer Verarbeitungsprozess der Komponente(n), der von dieser Gestaltungsrichtlinie adressiert wird. „Prozessunabhängig“ bedeutet, es können keine konkreten Prozesse adressiert werden.
 - 4) **Applikationsebene**: Die Applikationsebene des adressierten Produkts:
 - Niedervolt.
- d) Die **Kategorie** (siehe Tabelle 1) gibt die zugrundeliegende Entwicklungsphase der Gestaltungsrichtlinie an. Es werden folgende Kategorien unterschieden:
- 1) **Komponentenvorgaben**: Gestaltungsrichtlinien für Komponenten (siehe Abschnitt A.4) beinhalten Anforderungen für eine automatentaugliche Verarbeitung der Komponenten, welche bereits in der Entwicklung der Komponente berücksichtigt werden müssen. Mit diesen Anforderungen soll sichergestellt werden, dass die Komponenten mit der dafür geeigneten Prozesstechnik automatisiert verarbeitet werden können.
 - 2) **LS-Konzept**: Gestaltungsrichtlinien für das Leitungssatzkonzept (siehe Abschnitt A.1) sorgen dafür, dass bereits während der Leitungssatzkonzeptphase die Voraussetzungen für eine automatentaugliche Fertigung des Leitungssatzes geschaffen werden.
 - 3) **LS-Design**: Gestaltungsrichtlinien für das Leitungssatzdesign (siehe Abschnitt A.2) sorgen dafür, dass der während der Leitungssatzdesignphase entwickelte Leitungssatz automatentauglich gefertigt werden kann.
 - 4) **LS-Fertigung**: Gestaltungsrichtlinien für den Fertigungsprozess des Leitungssatzes (siehe Abschnitt A.3) behandeln Einschränkungen, die bei der automatentauglichen Industrialisierung berücksichtigt werden müssen.
- e) Die **Motivation** (siehe Tabelle 1) gibt die zugrundeliegende Zielsetzung der Gestaltungsrichtlinie an:
- 1) **Vielfalt optimieren**: Kernanforderung der Automatisierung ist die Vorauswahl und das Design des Leitungssatzes an Fertigungsanlagen anzupassen, indem im Vorfeld beispielsweise die Vielfalt auf das automatisierungsfähige Maß angepasst wird und Fertigungsanlagen für die Fertigung unterschiedlicher Leitungssätze und Teilumfänge ausgelegt werden können. Eine Festlegung auf eine mögliche Vielfalt beinhaltet die Punkte:
 - automatisierungsfreundliche Vorauswahl bei der Teilevielfalt;
 - automatisierungsfreundliche Vorauswahl bei der Prozesstechnikvielfalt;
 - automatisierungsfreundliche Vorauswahl bei der Vernetzung.
 - 2) **Prozess ertüchtigen**: Kernanforderung der Automatisierung ist eine Automatisierung in Bezug auf beispielsweise Prozesssicherheit und Kosteneffizienz zu erreichen, indem die Automatisierung beispielsweise zuverlässig gestaltet wird. Diese Kernanforderung beinhaltet die Punkte:
 - Automatentaugliche Gestaltung in Bezug auf einzelne Merkmale der Leitungssätze und in Bezug auf Beschränkung der Ausdehnung (Größe, Instanzen) der verarbeiteten Teilumfänge;
 - Automatentaugliche Komponenten;

- Automatentaugliche Teilumfänge in Bezug auf Beschränkung der verarbeiteten Teilumfänge.
- 3) **Produkt verbessern:** Kernanforderung der Automatisierung ist Qualitätsziele automatisiert sicherzustellen, um nachfolgende Qualitätsprüfungen zu vermeiden. Qualitätsanforderungen werden definiert für:
 - LS-Fertigungsprozesse und Komponenten.
- f) Die Bedarfe der digitalen Leitungssatzbeschreibungen oder digitalen Komponentenbeschreibungen werden im **Messkriterium** der Gestaltungsrichtlinie (siehe Tabelle 1) spezifiziert und tabellarisch unter Angabe der Datenquelle (DKOB oder DLSB) für den beschriebenen Datenbedarf definiert (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2 — Datenbedarfsdefinition

Datenquelle	Datenbedarf
DLSB und/oder DKOB	Beschreibung des Datenbedarfs, der durch die Datenquelle zur Verfügung gestellt werden muss.
ANMERKUNG	Kursive Texte beschreiben den Inhalt der Tabellenzelle.

- g) Die **Verweisungen** einer Gestaltungsrichtlinie (siehe Tabelle 1) definieren Referenzen auf weiterführende Normen, technische Leitfäden oder ähnlichem und auf Gestaltungsrichtlinien in diesem Dokument, die einer der drei Klassen zugewiesen werden:
 - 1) **Konkretisierung in:** Die als Verweisungen aufgelisteten Gestaltungsrichtlinien präzisieren den Inhalt der beschriebenen allgemeingültigen Gestaltungsrichtlinie (beispielsweise einer Kernanforderung).
 - 2) **Konkretisierung von:** Die als Verweisung aufgelistete Gestaltungsrichtlinie ist eine allgemeingültige Gestaltungsrichtlinie (beispielsweise einer Kernanforderung), die durch die beschriebene Gestaltungsrichtlinie präzisiert wurde.
 - 3) **Siehe auch:** Die als Verweisungen aufgelisteten Gestaltungsrichtlinien zeigen für die beschriebene Gestaltungsrichtlinie weitere ähnliche Gestaltungsrichtlinien, die beispielsweise die gleiche Komponente betreffen.

5.1.2 Matrix zur Systematisierung der Gestaltungsrichtlinien

Für jede Kategorie (siehe Tabelle 1) werden alle Gestaltungsrichtlinien in einer separaten Tabelle (siehe Tabelle 3) zusammengefasst. Diese Tabellen geben für die von der Kategorie vorgegebenen Entwicklungsphase einen Überblick über die definierten Gestaltungsrichtlinien und deren Verbindlichkeit, ob die Gestaltungsrichtlinie beispielsweise eine Regel oder eine Empfehlung für die Entwicklungsphase ist, und mit dem Titel der Gestaltungsrichtlinie die Motivation der Gestaltungsrichtlinie. Die referenzierten Gestaltungsrichtlinien sind im Anhang A zu finden.

Tabelle 3 — Matrixdarstellung der Gestaltungsrichtlinien einer Entwicklungsphase

Motivation	Gestaltungsrichtlinien <Entwicklungsphase>
Vielfalt optimieren	Referenz einer Gestaltungsrichtlinie aus Anhang A, Information der Verbindlichkeit der Gestaltungsrichtlinie und Titel der Gestaltungsrichtlinie für die Motivation Vielfalt optimieren.
Prozess ertüchtigen	Referenz einer Gestaltungsrichtlinie aus Anhang A, Information der Verbindlichkeit der Gestaltungsrichtlinie und Titel der Gestaltungsrichtlinie für die Motivation Automation bei der Umsetzung begünstigen.

Tabelle 3 (fortgesetzt)

Motivation	Gestaltungsrichtlinien <Entwicklungsphase>
Produkt verbessern	<i>Referenz einer Gestaltungsrichtlinie aus Anhang A, Information der Verbindlichkeit der Gestaltungsrichtlinie und Titel der Gestaltungsrichtlinie für die Motivation Produkt verbessern.</i>
ANMERKUNG	Kursive Texte beschreiben den Inhalt der Tabellenzelle.

Die vollständige Matrixsystematik mit Basisinformationen und einer tabellarischen Übersicht aller Gestaltungsrichtlinien ist über den Link

<https://www.vda.de/de/themen/automobilindustrie/standards-und-normung/din72036>

verfügbar.

5.2 Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Leitungssatzkonzepte

In Tabelle 4 werden alle Gestaltungsrichtlinien für die Entwicklungsphase LS-Konzept zusammengefasst. Im Anhang A sind diese Gestaltungsrichtlinien in Allgemein, Kontaktträger, Anbauteile und Vernetzungsstruktur unterteilt (siehe Anhang A.1).

Tabelle 4 — Gestaltungsrichtlinien für die Entwicklungsphase: LS-Konzept

Motivation	Gestaltungsrichtlinien LS-Konzept
Vielfalt optimieren	Tabelle A.1 Empfehlung — 135067 – LS-Konzept – Kernanforderung auf eine automatisierungsfreundliche Vorauswahl der Prozesstechnikvielfalt festlegen
	Tabelle A.2 Empfehlung — 345938 – LS-Konzept – Kernanforderung auf eine automatisierungsfreundliche Vorauswahl der Teilevielfalt festlegen
	Tabelle A.3 Empfehlung — 259959 – LS-Konzept – Kernanforderung auf eine automatisierungsfreundliche Vorauswahl bei der Vernetzung festlegen
	Tabelle A.10 Empfehlung — 615882 – LS-Konzept – Vernetzungsstruktur festlegen
Prozess ertüchtigen	Tabelle A.4 Empfehlung — 689762 – LS-Konzept – Kernanforderung an automatentaugliche Gestaltung festlegen
	Tabelle A.5 Empfehlung — 457158 – LS-Konzept – Kernanforderung an automatentaugliche Komponenten festlegen
	Tabelle A.6 Empfehlung — 890738 – LS-Konzept – Kernanforderung an automatentaugliche Teilumfang festlegen
	Tabelle A.8 Regel — 407527 – LS-Konzept – Lage der Kontaktteile für UTP-Leitungen in Kontaktträgern festlegen
	Tabelle A.9 Empfehlung — 954795 – LS-Konzept – Automatentaugliche Kabelkanäle verwenden
	Tabelle A.11 Empfehlung — 866354 – LS-Konzept – Überkreuzungen von Leitungen vermeiden
Produkt verbessern	Tabelle A.7 Empfehlung — 607707 – LS-Konzept – Kernanforderung an Produktverbesserungen festlegen

5.3 Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Leitungssatzdesigns

In Tabelle 5 und Tabelle 6 werden alle Gestaltungsrichtlinien für die Entwicklungsphase LS-Design zusammengefasst. Tabelle 5 fasst die Gestaltungsrichtlinien des Leitungssatzes und Tabelle 6 die Gestaltungsrichtli-

nien des Teilumfangs zusammen. Im Abschnitt A.2 sind diese Gestaltungsrichtlinien in Allgemein, Anbauteile, Kontaktteile, Elektrische Leitungen, Leitungsschutzkomponente, Leitungsverbinder und Vernetzungsstruktur unterteilt.

Tabelle 5 — Gestaltungsrichtlinien für die Entwicklungsphase: LS-Design für Leitungssätze

Motivation	Gestaltungsrichtlinien LS-Design
Vielfalt optimieren	Tabelle A.17 Empfehlung — 714621 – LS-Design – Teilevielfalt von Clips im 150 %-Leitungssatz festlegen
	Tabelle A.19 Regel — 260631 – LS-Design – Prozesstechnikvielfalt von Clips festlegen
	Tabelle A.34 Empfehlung — 571369 – LS-Design – Varianten von Nennquerschnitten und Leitungstypen elektrischer Leitungen festlegen
Prozess ertüchtigen	Tabelle A.12 Regel — 172486 – LS-Design – Automatentaugliche Leitungssatzkomponenten verwenden
	Tabelle A.15 Empfehlung — 770863 – LS-Design – Zugänglichkeit für Positionieren von Clips festlegen
	Tabelle A.16 Regel — 317887 – LS-Design – Automatentaugliche Durchführtüllen verwenden
	Tabelle A.20 Empfehlung — 977843 – LS-Design – Verlegeweg der Leitungen in Schäumtüllen festlegen
	Tabelle A.22 Regel — 310735 – LS-Design – Anzahl Adern an Kontaktteilen und Kabelschuhen festlegen
	Tabelle A.24 Regel — 718108 – LS-Design – Automatisierungsfreundliche Kontaktierung von Crimpkabelschuhen festlegen
	Tabelle A.25 Regel — 593889 – LS-Design – Automatentaugliche Schrumpfschläuche verwenden
	Tabelle A.26 Regel — 524350 – LS-Design – Leitungslängen von einadrigen Leitungen festlegen
	Tabelle A.27 Regel — 478795 – LS-Design – Nennquerschnitte von einadrigen Leitungen festlegen
	Tabelle A.28 Regel — 832197 – LS-Design – Leitungslängen von UTP-Leitungen festlegen

Tabelle 5 (fortgesetzt)

Motivation	Gestaltungsrichtlinien LS-Design
	Tabelle A.30 Regel — 925040 – LS-Design – Merkmale zur optischen Unterscheidung der Adern von UTP-Leitungen festlegen
	Tabelle A.31 Regel — 384332 – LS-Design – Automatisierungsfreundliche Litzen verwenden
	Tabelle A.33 Regel — 706757 – LS-Design – Automatenfreundliche Vorgaben für das Pinnen von UTP-Leitungen festlegen
	Tabelle A.35 Regel — 625267 – LS-Design – Varianten der Leitungsschutzkomponenten festlegen
	Tabelle A.36 Regel — 546271 – LS-Design – Automatentaugliche Leitungsschutzkomponenten verwenden
	Tabelle A.37 Empfehlung — 440108 – LS-Design – Prozesstechnikvielfalt für Leitungsschutzsysteme festlegen
	Tabelle A.38 Empfehlung — 159418 – LS-Design – Zugänglichkeit für Bewicklung festlegen
	Tabelle A.39 Regel — 181916 – LS-Design – Ausführungsarten von Leitungsverbindern festlegen
	Tabelle A.40 Regel — 617422 – LS-Design – Prozesstechnikvielfalt für Endverbinder festlegen
Produkt verbessern	—

Tabelle 6 — Gestaltungsrichtlinien für die Entwicklungsphase: LS-Design für Teilumfänge

Motivation	Gestaltungsrichtlinien LS-Design
Vielfalt optimieren	Tabelle A.18 Empfehlung — 935584 – LS-Design – Teilevielfalt von Clips im Teilumfang festlegen
	Tabelle A.21 Regel — 524465 – LS-Design – Teilevielfalt an Kontaktteilen und Einzeladerabdichtungen festlegen
	Tabelle A.23 Empfehlung — 290800 – LS-Design – Prozesstechnikvielfalt zur Kontaktierung von Kontaktteilen und Kabelschuhen festlegen
	Tabelle A.43 Empfehlung — 546195 – LS-Design – Vernetzungstiefe festlegen
	Tabelle A.44 Regel — 619930 – LS-Design – Vielfalt der Vermaschung festlegen
	Tabelle A.45 Regel — 958211 – LS-Design – Anzahl Kontaktträger im Teilumfang festlegen
	Tabelle A.46 Empfehlung — 427421 – LS-Design – Anzahl Adern im Teilumfang festlegen
Prozess ertüchtigen	Tabelle A.13 Regel — 895198 – LS-Design – Nichtelektrische Leitungen als abgeschlossene zusätzliche Teilumfänge auslegen
	Tabelle A.14 Regel — 489200 – LS-Design – Elektrische Leitungen, abweichend zu einadrigen und UTP-Leitungen, als abgeschlossene zusätzliche Teilumfänge auslegen
	Tabelle A.29 Regel — 092394 – LS-Design – Nennquerschnitte für verdrehte Adern festlegen
	Tabelle A.41 Regel — 109085 – LS-Design – Anzahl Adern für Endverbinder festlegen
	Tabelle A.42 Regel — 830085 – LS-Design – Abdichtung oder elektrische Isolierung von Endverbindern festlegen
Produkt verbessern	Tabelle A.32 Regel — 948648 – LS-Design – Automatisierungsfreundliche Leiterwerkstoffkombination festlegen

5.4 Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Fertigungsprozesse

In Tabelle 7 werden alle Gestaltungsrichtlinien für die Entwicklungsphase LS-Fertigung zusammengefasst. Im Abschnitt A.3 sind diese Gestaltungsrichtlinien in Vorkonfektion und Zusammenbau unterteilt.

Tabelle 7 — Gestaltungsrichtlinien für die Entwicklungsphase: LS-Fertigung

Motivation	Gestaltungsrichtlinien LS-Fertigung
Vielfalt optimieren	Tabelle A.47 Regel — 504937 – LS-Fertigung – Fügeverfahren für Kontaktteile festlegen
Prozess ertüchtigen	Tabelle A.49 Regel — 952093 – LS-Fertigung – Anforderungen an das Pinnen festlegen
	Tabelle A.50 Empfehlung — 160473 – LS-Fertigung – Geometrische Verlegewege der Fertigung festlegen
Produkt verbessern	Tabelle A.48 Regel — 183793 – LS-Fertigung – Deformation der Kontaktteile beim Crimpen festlegen

5.5 Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Komponenten

In Tabelle 8 werden alle Gestaltungsrichtlinien für die Entwicklungsphase Komponentenvorgaben zusammengefasst. Im Abschnitt A.4 sind diese Gestaltungsrichtlinien in Anbauteile, Dichtungselement, Kontaktteile, Elektrische Leitungen und Steckverbinder unterteilt.

Tabelle 8 — Gestaltungsrichtlinien für die Entwicklungsphase: Komponentenvorgaben

Motivation	Gestaltungsrichtlinien Komponentenvorgaben
Vielfalt optimieren	Tabelle A.57 Regel — 139563 – Komponente – Zuführung von Kontaktteilen für Crimpwerkzeuge festlegen
Prozess ertüchtigen	Tabelle A.51 Regel — 783439 – Komponente – Abdeckkappen für Steckergehäuse festlegen
	Tabelle A.52 Regel — 969791 – Komponente – Außengeometrie von Schäumtüllen festlegen
	Tabelle A.53 Regel — 356993 – Komponente – Querschnittgeometrie von Schäumtüllen festlegen
	Tabelle A.54 Regel — 136523 – Komponente – Wandstärke von Schäumtüllen festlegen
	Tabelle A.56 Empfehlung — 476220 – Komponente – Messung der Kontaktteil-Nennquerschnittskombination während des Crimpens durchführen
	Tabelle A.58 Regel — 106918 – Komponente – Bereitstellung von Kontaktteilen festlegen
	Tabelle A.59 Empfehlung — 384361 – Komponente – Richtbarkeit einadriger Leitungen festlegen
Produkt verbessern	Tabelle A.60 Regel — 056177 – Komponente – Vielfalt Kammergrößen von Kontaktträgern festlegen
	Tabelle A.55 Regel — 872352 – Komponente – Geometrie von Einzeladerabdichtungen festlegen

6 Datenprofile für die digitale Komponenten- und Leitungssatzbeschreibung auf Basis von Standarddatenformaten

6.1 Motivation und Zielsetzung

Die in der physischen Bordnetzentwicklung eingesetzten Datenformate KBL (siehe VDA 4964) und VEC (siehe VDA 4968) vermeiden es, in Bezug auf ihre Anwendung verpflichtende Anforderungen an eine Mindestbefüllung zu stellen. Die Datenformate weisen eine Vielzahl von Attributen und Relationen als optionale Datenstrukturen aus. Dies gilt insbesondere für das Datenformat VEC, das im Vergleich zum Datenformat KBL einen viel weiter gefassten Anwendungsbereich besitzt.

Um den Anwendern der Datenformate für die praktische Anwendung anwendungsspezifische Vorgaben zu geben, wird seitens der zuständigen Standardisierungsorganisationen eine spezielle Methodik angewendet, um anwendungsfallbezogen höhere Anforderungen auszuweisen. So gibt es zu beiden Standards KBL und VEC jeweils eine begleitend publizierte *strict*-Variante, welche beispielsweise im Kontext der Wertelisten deutlich strengere Maßstäbe ansetzt als es die Grundversion vorgibt. Mit dieser Anhebung des Semantikniveaus wird die tool- und toolherstellerübergreifende Interoperabilität verbessert.

Ziel der Abschnitte 6.2 bis 6.6 ist es, diese Methodik anzuwenden, um für die Standards KBL und VEC die erforderliche Mindestbefüllung zu definieren, damit die in diesem Dokument definierten Gestaltungsrichtlinien digital auswertbar sind. Im Ergebnis werden drei Datenprofile definiert: ein VEC-basiertes Datenprofil für die digitale Komponentenbeschreibung (DKOB) (siehe 6.4) sowie je ein VEC- und KBL-basiertes Datenprofil für die digitale Leitungssatzbeschreibung (DLSB) (siehe 6.5 und 6.6).

Die Anforderungen an die digitale Leitungssatzbeschreibung ergeben sich dabei unmittelbar aus den in diesem Dokument definierten Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Leitungssatzkonzepte (siehe Abschnitt A.1) und automatentaugliche Leitungssatzdesigns (siehe Abschnitt A.2) in Form der darin definierten Datenbedarfe. Ein Beispiel hierfür sind Anforderungen an die zulässigen Leitungslängen im Leitungssatz (siehe beispielsweise Gestaltungsrichtlinie Tabelle A.26 — 524350 – LS-Design – Leitungslängen von einadrigen Leitungen festlegen).

Die Anforderungen an die digitale Komponentenbeschreibung sind ebenfalls von den Gestaltungsrichtlinien aus A.1 und Abschnitt A.2 und den darin definierten Datenbedarfen abgeleitet. Beispielsweise müssen je Konstruktträger Lage und Orientierung der Kammern digital auswertbar abgebildet sein, um diverse die Vernetzungsstruktur des Leitungssatzes betreffende Gestaltungsrichtlinien überprüfen zu können.

Die in den Abschnitten 6.3 bis 6.6 definierten Datenprofile stellen eine Basis dar, damit Toolanbieter Standardimplementierungen anbieten können, die wiederum alle an der Leitungssatzentwicklung beteiligten Unternehmen unmittelbar und in jeglicher Kombinatorik ohne Reibungsverluste anwenden können. Ferner informieren die definierten Datenprofile über in der Wertschöpfungskette relevante Daten. Letztlich wird ein Beitrag geschaffen, dass konstruktiv bedingte Automatisierungshemmnisse von Beginn an im Entwicklungsprozess transparent werden und so die Entstehung von Leitungssätzen, welche die Anforderungen dieses Dokuments erfüllen, in der industriellen Praxis voranschreitet.

Hinweise:

- Die in Abschnitt A.3 „Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Fertigungsprozesse“ definierten Gestaltungsrichtlinien schlagen sich nicht in den Datenprofilen nieder, da der Fokus der Datenformate KBL und VEC auf der digitalen Leitungssatzbeschreibung und deren Komponenten liegt, nicht auf der Beschreibung von Fertigungsprozessen.
- Die in Abschnitt A.4 „Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Komponenten“ definierten Gestaltungsrichtlinien schlagen sich nur mittelbar in den Datenprofilen nieder (siehe 6.4.2 sowie relevante Komponentenarten in Tabelle 12). Hintergrund ist, dass die zusammenfassende Information, ob eine Komponente die für sie relevanten Gestaltungsrichtlinien erfüllt oder nicht erfüllt, bereits als ausreichende digitale Abbildung angesehen wird.

6.2 Zusammenfassung des Bedarfs an Komponenten- und Leitungssatzdaten

Tabelle 9 fasst die in Abschnitt A.1 und Abschnitt A.2 in den Gestaltungsrichtlinien definierten Datenbedarfe zusammen. Ferner wird je Datenbedarf der Kontext für die Datenprofildefinitionen (siehe 6.3 bis 6.6) ausgewiesen.

Tabelle 9 — Zusammenfassung der Datenbedarfe der Gestaltungsrichtlinien

Datenprofil	Datenbedarf	Kontext
DLSB	Es müssen die Punkte auf dem Leitungssatz ableitbar sein, welche zu den Außenkanten der auf dem Leitungssatz platzierten Clips korrespondieren. Zur Vereinfachung können diese durch den platzierten Mittelpunkt des Clips plus Offset angenähert werden.	Formgebung (siehe 6.5.3 und 6.6.3)
	Es müssen die Punkte auf dem Leitungssatz ableitbar sein, welche zu den Außenkanten der auf dem Leitungssatz platzierten Kabelkanäle korrespondieren. Zur Vereinfachung können diese durch die Ein- und Austrittspunkte der Leitungsstränge des Leitungssatzes in den und aus dem jeweiligen Kabelkanal angenähert werden.	Formgebung (siehe 6.5.3 und 6.6.3)
	Es müssen die Punkte auf dem Leitungssatz ableitbar sein, welche zu den Außenkanten der auf dem Leitungssatz platzierten Tüllen korrespondieren. Zur Vereinfachung können diese durch die Ein- und Austrittspunkte der Leitungsstränge des Leitungssatzes in die jeweilige und aus der jeweiligen Tülle angenähert werden.	Formgebung (siehe 6.5.3 und 6.6.3)
	Der geometrische Verlegeweg des Leitungssatzes durch die Tülle muss definiert sein.	Formgebung (siehe 6.5.3 und 6.6.3)
	Es müssen die Punkte auf dem Leitungssatz ableitbar sein, welche zu den Außenkanten der auf dem Leitungssatz platzierten Kontaktträger korrespondieren. Zur Vereinfachung können diese durch die Eintrittspunkte der elektrischen Leitungen in das Steckergehäuse angenähert werden.	Formgebung (siehe 6.5.3 und 6.6.3)
	Es müssen die Punkte auf dem Leitungssatz ableitbar sein, welche zu den Außenkanten einer abgehenden Ausbindung korrespondieren. Zur Vereinfachung können diese durch den jeweiligen Knoten in der Leitungssatztopologie plus Offset angenähert werden.	Formgebung (siehe 6.5.3 und 6.6.3)
	Für jede verwendete Ader muss die DMU-Länge definiert sein.	Elektrische Leitungen (siehe 6.5.4 und 6.6.4)

Tabelle 9 (fortgesetzt)

Datenprofil	Datenbedarf	Kontext
	Eine Vorgabe zur nachträglichen Verzinnung der Litze muss identifizierbar sein.	Elektrische Leitungen (siehe 6.5.4 und 6.6.4)
	Eine Vorgabe zum Löten muss identifizierbar sein.	Elektrische Leitungen (siehe 6.5.4 und 6.6.4)
	Für jede verwendete UTP-Leitung muss die maximal zulässige Entdrilllänge definiert sein.	Elektrische Leitungen (siehe 6.5.4 und 6.6.4)
	Für jede verwendete UTP-Leitung muss die orientierte Länge des Schlaglängendreiecks in Richtung des Pinnens definiert sein. Zur Vereinfachung kann sie durch eine konstante Länge angenähert werden.	Elektrische Leitungen (siehe 6.5.4 und 6.6.4)
	Zu betrachtende Leitungssätze müssen definiert oder ableitbar sein.	Leitungssatz (siehe 6.5.5 und 6.6.5)
	Zu betrachtende Teilumfänge müssen definiert oder ableitbar sein.	Leitungssatz (siehe 6.5.5 und 6.6.5)
	Die Positionierung von Leitungsschutzkomponenten auf dem Leitungssatz muss definiert sein.	Leitungsschutz (siehe 6.5.6 und 6.6.6)
	Durchgangs- und Endverbinder müssen jeweils als solche identifizierbar sein.	Leitungsverbinder (siehe 6.5.7 und 6.6.7)
	Die Vernetzung muss definiert sein (Anfangs- und Endpunkte von elektrischen und nichtelektrischen Leitungen).	Vernetzungsstruktur (siehe 6.5.8 und 6.6.8)
DLSB, DKOB	UTP-Leitungen müssen als solche identifizierbar sein.	Elektrische Leitungen (siehe 6.4.6 sowie 6.5.4 und 6.6.4)
DKOB	Für Komponenten muss erkennbar sein, wenn sie Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Komponenten nicht erfüllen.	Alle Komponentenarten (siehe 6.4.2 und 6.6.2)
	Jede Komponente braucht einen eindeutigen Identifikator (beispielsweise eine Sachnummer), mit der die Komponente gegen andere Komponenten und Varianten dieser Komponente abgegrenzt wird.	Alle Komponentenarten (siehe 6.4.2 und 6.6.2)
	Kabelkanäle müssen als solche identifizierbar sein.	Anbauteile (siehe 6.4.3 und 6.6.2)
	Für Kabelkanäle muss identifizierbar sein, ob diese automatisiert verarbeitet werden können oder nicht.	Anbauteile (siehe 6.4.3 und 6.6.2)
	Clips müssen als solche identifizierbar sein.	Anbauteile (siehe 6.4.3 und 6.6.2)
	Die für das Anbringen des Clips auf dem Leitungssatz benötigte Prozesstechnik muss definiert sein.	Anbauteile (siehe 6.4.3 und 6.6.2)
	EADs müssen als solche identifizierbar sein.	Dichtungselemente (siehe 6.4.4 und 6.6.2)
	Kabelschuhe müssen als solche identifizierbar sein.	Kontaktteile (siehe 6.4.5 und 6.6.2)
	Kontaktteile müssen als solche identifizierbar sein.	Kontaktteile (siehe 6.4.5 und 6.6.2)

Tabelle 9 (fortgesetzt)

Datenprofil	Datenbedarf	Kontext
	Für jedes Kontaktteil muss der Kontaktteilüberstand definiert sein.	Kontaktteile (siehe 6.4.5 und 6.6.2)
	Das für ein Kontaktteil oder einen Kabelschuh vorgegebene Verbindungsverfahren muss definiert sein.	Kontaktteile (siehe 6.4.5 und 6.6.2)
	Elektrische Leitungen müssen als solche identifizierbar sein.	Elektrische Leitungen (siehe 6.4.6 und 6.6.2)
	Nichtelektrische Leitungen müssen als solche identifizierbar sein.	Elektrische Leitungen (siehe 6.4.6 und 6.6.2)
	Einadrige Leitungen müssen als solche identifizierbar sein.	Elektrische Leitungen (siehe 6.4.6 und 6.6.2)
	Kupfer- und Aluminiumleitungen müssen jeweils als solche identifizierbar sein.	Elektrische Leitungen (siehe 6.4.6 und 6.6.2)
	Für jede Ader muss der Nennquerschnitt definiert sein.	Elektrische Leitungen (siehe 6.4.6 und 6.6.2)
	Für jede Ader muss die Farbinformation definiert sein.	Elektrische Leitungen (siehe 6.4.6 und 6.6.2)
	Für jede Ader muss der Leitungstyp definiert sein.	Elektrische Leitungen (siehe 6.4.6 und 6.6.2)
	Wickelbänder müssen als solche identifizierbar sein.	Leitungsschutz (siehe 6.4.7 und 6.6.2)
	Glattschläuche, Wellschläuche, Geflechschläuche und Rollschläuche müssen jeweils als solche identifizierbar sein.	Leitungsschutz (siehe 6.4.7 und 6.6.2)
	Schrumpfschläuche müssen als solche identifizierbar sein.	Leitungsschutz (siehe 6.4.7 und 6.6.2)
	Für Glattschläuche, Wellschläuche, Geflechschläuche und Rollschläuche muss erkennbar sein, ob sie geschlitzt ausgeführt sind.	Leitungsschutz (siehe 6.4.7 und 6.6.2)
	Es muss erkennbar sein, ob der Schrumpfschlauch durch einen Fädelprozess auf einen Leitungsstrang des Leitungssatzes aufzubringen ist.	Leitungsschutz (siehe 6.4.7 und 6.6.2)
	Kontaktträger müssen als solche identifizierbar sein.	Steckverbinder (siehe 6.4.8 und 6.6.2)
	Für jede Kammer des Kontaktträgers muss die geometrische Lage des Eintrittspunktes definiert sein.	Steckverbinder (siehe 6.4.8 und 6.6.2)
	Für jede Kammer der Kontaktträger muss die Orientierung definiert sein.	Steckverbinder siehe 6.4.8 und 6.6.2)

Tabelle 9 (fortgesetzt)

Datenprofil	Datenbedarf	Kontext
	Für jede Kammer der Kontaktträger muss die Kammerlänge definiert sein.	Steckverbinder (siehe 6.4.8 und 6.6.2)
	Tüllen müssen als solche identifizierbar sein.	Tüllen (siehe 6.4.9 und 6.6.2)
	Es muss erkennbar sein, ob die Tülle durch Fädelprozess auf den Leitungssatz aufzubringen ist.	Tüllen (siehe 6.4.9 und 6.6.2)
	Schäumtüllen müssen als solche identifizierbar sein.	Tüllen (siehe 6.4.9 und 6.6.2)
	Das für einen Durchgangs- oder Endverbinder vorgegebene Verbindungsverfahren muss definiert sein.	Leistungsverbinder (siehe 6.4.10 und 6.6.2)

Zusätzlich zu den in Tabelle 9 aufgeführten Datenbedarfen ist eine grundlegende digitale Beschreibung zu fordern. Sie muss einen 150 %-Leitungssatz derart abbilden können, dass daraus konkrete Leitungssätze abgeleitet werden können und für jeden Leitungssatz auf die beinhalteten Komponenten geschlossen werden kann. Diese Anforderungen werden in 6.3 bis 6.6 nicht weiterverfolgt, da die Datenformate KBL und VEC bereits darauf ausgelegt sind, genau diese Forderungen zu bedienen.

In der industriellen Praxis wird das Leitungssatzdesign über eine digital auswertbare Beschreibung des 150 %-Leitungssatzes definiert. Eine Ableitung auf konkrete Leitungssätze ist Stand der Technik. Die explizite Spezifikation der Teilumfänge während des Leitungssatzdesigns erfolgt in der Regel nicht. Sie ist aber ausgehend von konkreten Leitungssätzen ableitbar: Dazu sind die gepinnten elektrischen Leitungen (inklusive Kontaktträger, Kabelschuhe, Potentialverteiler und Leistungsverbinder) ohne eine weitere Betrachtung der anderen Komponenten des Leitungssatzes in die Teilumfänge (das heißt automatisierungsfreundliche Umfänge) zu zerlegen, sodass keine Restmenge verbleibt.

6.3 Generische Spezifikation der Datenprofile

Die Definition der Datenprofile erfolgt tabellarisch durch die Definition von verpflichtenden Bedingungen (siehe Tabelle 10). Dies stellt sicher, dass die in diesem Dokument definierten Datenbedarfe in den digitalen Produktbeschreibungen gedeckt werden.

Tabelle 10 — Datenprofildefinition

Datenbedarf	Kontext	Verpflichtende Bedingung
Ein Datenbedarf aus 6.2 Tabelle 9.	Der Name einer VEC- oder KBL-Klasse, in deren Kontext die verpflichtende Bedingung gilt. Beispiel für VEC: WireReception↵ Specification	Variante 1: Eine formale Definition der verpflichtenden Bedingung als gültiger XPath-Ausdruck. Die einfachste Form davon ist die zwingende Existenzanforderung an ein Unterelement. Beispiel: WireReceptionType Variante 2: Kann oder muss keine formale verpflichtende Bedingung formuliert werden, so wird die Begründung in spitzen Klammern angegeben: <Begründung warum keine formale verpflichtende Bedingung notwendig oder möglich ist.> Beispiel: <Bei einer VEC konformen Abbildung besitzt jede Komponente über die PartNumber, PartVersion und CompanyName einen eindeutigen Identifikator.>
ANMERKUNG 1 Kursive Texte beschreiben den Inhalt der Tabellenzelle.		
ANMERKUNG 2 Das Symbol ↵ zeigt einen zusätzlichen Zeilenumbruch in feststehenden Begriffen der Dateiformate KBL und VEC an, der innerhalb der Tabellen aufgrund einer zu geringen Spaltenbreite notwendig wird.		

Die Standards KBL und VEC definieren einen Mechanismus, wie in der obigen Form definierte Datenprofile automatisiert in eine XML-Schema Datei überführt werden können. Dazu ist eine zur Struktur von Tabelle 10 korrespondierende XML-Beschreibung erforderlich. Diese soll in zukünftigen Versionen diesem Dokument angehängt werden.

6.4 VEC-basiertes Datenprofil im Kontext digitale Komponentenbeschreibung

6.4.1 Allgemeines

Im Folgenden wird auf Basis der in 6.2 aufgeführten Datenbedarfe ein Datenprofil für die digitale Komponentenbeschreibung im Datenformat VEC abgeleitet. Dabei wird definiert, welche Inhalte eine im Datenformat VEC abgebildete digitale Komponentenbeschreibung mindestens beinhalten muss, damit eine digitale Auswertung der in 6.2 aufgeführten Komponenteneigenschaften möglich ist.

Ein VEC-basiertes Datenprofil, das die digitale Leitungssatzbeschreibung definiert, wird in 6.5 beschrieben. Die in 6.4 und 6.5 definierten Datenprofile sind grundsätzlich so definiert, um sie getrennt voneinander oder in Kombination miteinander zu verwenden (siehe 6.5.1).

Die Basis für die nachfolgenden Definitionen ist, sofern nichts anderes vermerkt, die Version 1.2 des von VDA und prostep ivip veröffentlichten Datenformats VEC. Die Festlegungen der verpflichtenden Bedingungen für die Datenbedarfe erfolgen in tabellarischer Form wie in Tabelle 10 (siehe 6.3) beschrieben.

6.4.2 Verpflichtende Bedingungen im Kontext aller Komponentenarten

Tabelle 11 definiert ausgehend der in Tabelle 9 (siehe 6.2) aufgeführten Datenbedarfe entsprechende verpflichtende Bedingungen für VEC-basierte Komponentenbeschreibungen.

Tabelle 11 — Verpflichtende Bedingungen für alle Komponentenarten

Datenbedarf	Kontext	Verpflichtende Bedingung
Jede Komponente braucht einen eindeutigen Identifikator (beispielsweise eine Sachnummer), mit der die Komponente gegen andere Komponenten und Varianten dieser Komponente abgegrenzt wird.	PartVersion	<Bei einer VEC konformen Abbildung besitzt jede Komponente über die PartNumber, PartVersion und CompanyName einen eindeutigen Identifikator.>
Für Komponenten muss erkennbar sein, wenn sie Gestaltungsrichtlinien für automatentaugliche Komponenten nicht erfüllen.	Requirements↔ Conformance↔ Statement	<Verpflichtende Bedingung nicht formal formulierbar, da das RequirementsConformance↔Statement nur für die in Anhang A.4 benannten Komponentenarten definiert werden muss. Details siehe nachfolgende Anmerkung und Tabelle 12.>

Für alle Komponenten der in Tabelle 12 aufgeführten Komponentenart muss eine RequirementsConformanceSpecification mit einem RequirementsConformanceStatement existieren. Das RequirementsConformanceStatement muss dann auf eine DocumentVersion zeigen, die dieses Dokument eindeutig referenziert (Herausgeber als CompanyName, Normnummer als DocumentNumber und Version als DocumentVersion). Im RequirementsConformanceStatement muss hinterlegt sein, ob die Komponente die Anforderungen aus A.4 erfüllt (siehe Tabelle A.12 — 172486 – LS-Design – Automatentaugliche Leitungssatzkomponenten verwenden).

Tabelle 12 — Komponentenarten die RequirementsConformanceStatement erfordern

Komponentenart	VEC PrimaryPartType
Abdeckkappen	ConnectorHousingCap
Tüllen	Grommet
Kabelkanäle	CableDuct
Clips	Fixing, BoltMountedFixing, HoleMountedFixing, EdgeMountedFixing
Kontaktträger	ConnectorHousing
EADs	CavitySeal
Kontaktteile	PluggableTerminal
Kabelschuhe	RingTerminal
Leitungen	Wire

6.4.3 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Anbauteile

Tabelle 13 definiert im Kontext Anbauteile ausgehend von den in Tabelle 9 (siehe 6.2) aufgeführten Datenbedarfen entsprechende verpflichtenden Bedingungen für VEC-basierte Komponentenbeschreibungen.

Tabelle 13 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext Anbauteile

Datenbedarf	Kontext	Verpflichtende Bedingung
Kabelkanäle müssen als solche identifizierbar sein.	PartVersion	<Im Datenformat VEC ist es bereits als MUSS-Attribut definiert. Identifikation von Kabelkanälen durch den Wert CableDuct.>
Für Kabelkanäle muss identifizierbar sein, ob diese automatisiert verarbeitet werden können oder nicht.	Requirements↔ Conformance↔ Statement	<Noch nicht definierbar, da A.4 dazu keine technischen Anforderungen benennt.>
Clips müssen als solche identifizierbar sein.	PartVersion	<Im Datenformat VEC ist es bereits als MUSS-Attribut definiert. Identifikation von Clips durch einen der Werte: Fixing, BoltMountedFixing, HoleMountedFixing, EdgeMountedFixing.>
Die für das Anbringen des Clips auf dem Leitungssatz benötigte Prozesstechnik muss definiert sein	Fixing↔ Specification	<Im Datenformat VEC ist es aktuell nicht abbildbar. Eine Anforderung zur Erweiterung wurde eingereicht.>

6.4.4 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Dichtungselemente

Tabelle 14 definiert im Kontext Dichtungselemente ausgehend von den in Tabelle 9 (siehe 6.2) definierten Datenbedarfen entsprechende verpflichtende Bedingungen für VEC-basierte Komponentenbeschreibungen.

Tabelle 14 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext Dichtungselemente

Datenbedarf	Kontext	Verpflichtende Bedingung
EADs müssen als solche identifizierbar sein.	PartVersion	<Im Datenformat VEC ist es bereits als MUSS-Attribut definiert. Identifikation von EADs durch den Wert CavitySeal.>

6.4.5 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Kontaktteile

Tabelle 15 definiert im Kontext Kontaktteil ausgehend von den in Tabelle 9 (siehe 6.2) aufgeführten Datenbedarfen entsprechende verpflichtende Bedingungen für VEC-basierte Komponentenbeschreibungen.

Tabelle 15 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext Kontaktteile

Datenbedarf	Kontext	Verpflichtende Bedingung
Kabelschuhe müssen als solche identifizierbar sein.	PartVersion	<Im Datenformat VEC ist es bereits als MUSS-Attribut definiert. Identifikation von Kabelschuhen durch den Wert RingTerminal.>
Kontaktteile müssen als solche identifizierbar sein.	PartVersion	<Im Datenformat VEC ist es bereits als MUSS-Attribut definiert. Identifikation von Kontaktteilen durch den Wert PluggableTerminal.>

Tabelle 15 (fortgesetzt)

Datenbedarf	Kontext	Verpflichtende Bedingung
Für jedes Kontaktteil muss der Kontaktteilüberstand definiert sein.	Terminal↔ Specification	<Im Datenformat VEC ist es aktuell nicht abbildbar. Eine Anforderung zur Erweiterung wurde eingereicht.>
Das für ein Kontaktteil oder einen Kabelschuh vorgegebene Verbindungsverfahren muss definiert sein. Damit muss jede Leitungsaufnahme eine Spezifikation besitzen.	WireReception	WireReceptionSpecification
Das für ein Kontaktteil oder einen Kabelschuh vorgegebene Verbindungsverfahren muss definiert sein. Damit muss jede Leitungsaufnahmespezifikation einen Typ definieren.	WireReception↔ Specification	WireReceptionType

6.4.6 Verpflichtende Bedingungen im Kontext elektrischer Leitungen

Tabelle 16 definiert im Kontext elektrischer Leitungen ausgehend von den in Tabelle 9 (siehe 6.2) aufgeführten Datenbedarfen entsprechende verpflichtende Bedingungen für VEC-basierte Komponentenbeschreibungen.

Tabelle 16 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext elektrischer Leitungen

Datenbedarf	Kontext	Verpflichtende Bedingung
Einadrige Leitungen müssen als solche identifizierbar sein.	Wire↔ Specification	<Bei einer VEC-konformen Abbildung sind einadrige Leitungen als solche identifizierbar.>
UTP-Leitungen müssen als solche identifizierbar sein.	WireGroup↔ Specification	<Bei einer VEC-konformen Abbildung sind verdrehte Adern inklusive Zahl der verdrehten Adern identifizierbar.>
Elektrische Leitungen müssen als solche identifizierbar sein.	Conductor↔ Specification	Type
Nichtelektrische Leitungen müssen als solche identifizierbar sein.	Conductor↔ Specification	Type
Kupfer- und Aluminiumleitungen müssen jeweils als solche identifizierbar sein.	Conductor↔ Specification	Material
Für jede Ader muss die Farbinformation definiert sein. Damit muss die Grundfarbe definiert sein.	Insulation↔ Specification	BaseColor

Tabelle 16 (fortgesetzt)

Datenbedarf	Kontext	Verpflichtende Bedingung
Für jede Ader muss die Farbinformation definiert sein. Damit müssen etwaige existierende weitere Kennfarben definiert sein.	Insulation↔ Specification	<Bei einer VEC-konformen Abbildung sind weitere Kennfarben durch die Attribute firstIdentificationColor und secondIdentificationColor identifizierbar.>
Für jede Ader muss der Nennquerschnitt definiert sein.	Conductor↔ Specification	CrossSectionArea
Für jede Ader muss der Leitungstyp definiert sein.	WireElement↔ Specification	Type

6.4.7 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Leitungsschutz

Tabelle 17 definiert im Kontext Leitungsschutz ausgehend von den in Tabelle 9 (siehe 6.2) aufgeführten Datenbedarfen entsprechende verpflichtende Bedingungen für VEC-basierte Komponentenbeschreibungen.

Tabelle 17 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext Leitungsschutz

Datenbedarf	Kontext	Verpflichtende Bedingung
Wickelbänder müssen als solche identifizierbar sein.	PartVersion	<Im Datenformat VEC ist es bereits als MUSS-Attribut definiert. Identifikation von Wickelbändern durch einen der Werte: Tape, Stripe.>
Schrumpfschläuche müssen als solche identifizierbar sein.	PartVersion	<Im Datenformat VEC ist es bereits als MUSS-Attribut definiert. Identifikation von Schrumpfschläuchen durch den Wert ShrinkableTubeSpecification.>
Glattschläuche, Wellschläuche, Geflechschläuche und Rollschläuche müssen jeweils als solche identifizierbar sein.	PartVersion	<Im Datenformat VEC ist es bereits als MUSS-Attribut definiert. Identifikation der Schläuche durch einen der Werte: Tube, CorrugatedPipe.>
Für Glattschläuche, Wellschläuche, Geflechschläuche und Rollschläuche muss erkennbar sein, ob sie geschlitzt ausgeführt sind.	Tube↔ Specification	IsSlit
Es muss erkennbar sein, ob der Schrumpfschlauch durch einen Fädelprozess auf einen Leitungsstrang des Leitungssatzes aufzubringen ist.	Shrinkable↔ Tube↔ Specification	<Im Datenformat VEC ist es aktuell nicht abbildbar. Eine Anforderung zur Erweiterung wurde eingereicht.>

6.4.8 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Steckverbinder

Tabelle 18 definiert im Kontext Steckverbinder ausgehend von den in Tabelle 9 (siehe 6.2) aufgeführten Datenbedarfen entsprechende verpflichtende Bedingungen für VEC-basierte Komponentenbeschreibungen.

Tabelle 18 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext Steckverbinder

Datenbedarf	Kontext	Verpflichtende Bedingung
Kontaktträger müssen als solche identifizierbar sein.	PartVersion	<Im Datenformat VEC ist es bereits als MUSS-Attribut definiert. Identifikation von Kontaktträger durch den Wert ConnectorHousing.>
Für jede Kammer der Kontaktträger muss die Kammerlänge definiert sein.	Cavity	<Im Datenformat VEC ist es aktuell nicht abbildbar. Eine Anforderung zur Erweiterung wurde eingereicht.>
Für jede Kammer des Kontaktträgers muss die geometrische Lage des Eintrittspunktes definiert sein.	Cavity	<Im Datenformat VEC ist es aktuell nicht abbildbar. Eine Anforderung zur Erweiterung wurde eingereicht.>
Für jede Kammer der Kontaktträger muss die Orientierung definiert sein.	Cavity	<Im Datenformat VEC ist es aktuell nicht abbildbar. Eine Anforderung zur Erweiterung wurde eingereicht.>

6.4.9 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Tüllen

Tabelle 19 definiert im Kontext Tüllen ausgehend von den in Tabelle 9 (siehe 6.2) aufgeführten Datenbedarfen entsprechende verpflichtende Bedingungen für VEC-basierte Komponentenbeschreibungen.

Tabelle 19 — Verpflichtende Bedingungen im Kontext Tüllen

Datenbedarf	Kontext	Verpflichtende Bedingung
Tüllen müssen als solche identifizierbar sein.	PartVersion	<Im Datenformat VEC ist es bereits als MUSS-Attribut definiert. Identifikation von Tüllen durch den Wert Grommet.>
Es muss erkennbar sein, ob die Tülle durch Fädelprozess auf den Leitungssatz aufzubringen ist.	Grommet↔ Specification	<Im Datenformat VEC ist es aktuell nicht abbildbar. Eine Anforderung zur Erweiterung wurde eingereicht.>
Schäumtüllen müssen als solche identifizierbar sein.	Grommet↔ Specification	<Im Datenformat VEC ist es aktuell nicht abbildbar. Eine Anforderung zur Erweiterung wurde eingereicht.>

6.4.10 Verpflichtende Bedingungen im Kontext Leitungsverbinder

Tabelle 20 definiert im Kontext Leitungsverbinder ausgehend von den in Tabelle 9 (siehe 6.2) aufgeführten Datenbedarfen entsprechende verpflichtende Bedingungen für VEC-basierte Komponentenbeschreibungen.