

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
	<i>Dirk Weidemann und Rainer Drath</i>	
1.1	Lesefahrplan: welche Kapitel Sie nicht lesen müssen	1
1.2	Motivation und Problembeschreibung	2
1.2.1	Motivation	2
1.2.2	Problembeschreibung	3
1.2.3	Ansätze	6
1.3	Initiatoren	9
1.4	Ziele von AutomationML	10
1.4.1	Übersicht	10
1.4.2	Offenheit	12
1.4.3	Datenaustausch im Engineering	12
1.4.4	Hoher Abdeckungsgrad	13
1.4.5	Hohe Marktdurchdringung	14
1.4.6	Kombination bewährter Datenformate	14
1.4.7	Erweiterbarkeit und Standardisierung	15
1.4.8	Abgrenzung	15
1.5	Vergleich von Planungsprozessen	16
1.5.1	Ein typischer Planungsprozess in der Automobilindustrie	16
1.5.2	Ein typischer Planungsprozess in der Prozessindustrie	19
1.5.3	Gemeinsamkeiten von Fertigungs- und Prozesstechnik	22
1.5.4	Problematik heterogener CAE-Systeme	23
1.6	AutomationML in a Nutshell: ein Architekturüberblick	25
1.6.1	Architekturanforderungen und Architekturübersicht	25
1.6.2	Beschreibung der Anlagentopologie	28
1.6.3	Geometrie- und Kinematikbeschreibung	30
1.6.4	Beschreibung von Abläufen und Verhalten	31
1.6.5	Schnittstellen- und Rollen-Bibliotheken	33
1.6.6	Erweiterte AutomationML-Konzepte	34
1.7	Anwendungen und Beispiele	35
1.8	Standardisierungsvorhaben	39
1.9	Möglichkeiten der Mitgestaltung	42
	Literatur	43

<b>2 Grundarchitektur: das Objektmodell</b>	<b>45</b>
<i>Rainer Drath und Miriam Schleipen</i>	
2.1 Die Architektur von AutomationML	45
2.2 Ein Wort zur Objektorientierung in der Anlagenplanung	46
2.3 Einführung in CAEX	48
2.3.1 Überblick über wesentliche CAEX-Elemente	48
2.3.2 CAEX-Bibliotheken	49
2.3.3 Die Instanz-Hierarchie	50
2.3.4 Das CAEX-Rollenkonzept	52
2.4 AutomationML-spezifische Festlegungen zu CAEX	54
2.4.1 Drei Wege zum Umgang mit der Instanz-Hierarchie	54
2.4.2 Objektidentifizierung	55
2.4.3 Unterstützung mehrerer Rollen	56
2.5 Beziehungen zwischen CAEX-Objekten	58
2.5.1 Überblick	58
2.5.2 Vater-Kind-Relationen	59
2.5.3 Vererbungsbeziehungen	60
2.5.4 Klassen-Instanz-Relationen	61
2.5.5 Relationen zwischen Instanzen	62
2.6 Referenzierung extern gespeicherter Informationen	64
2.6.1 Referenzierung von COLLADA- und PLCopen-XML-Daten	64
2.6.2 Relationen zwischen extern gespeicherten Informationen	64
2.7 AutomationML-Standardbibliotheken	67
2.7.1 AutomationML-Schnittstellenbibliothek	67
2.7.2 AutomationML-Basis-Rollenbibliothek	68
2.7.3 Fertigungstechnische Rollenbibliothek	69
2.7.4 Leittechnische Rollenbibliothek	69
2.8 Abbildung nutzerdefinierte Daten	70
2.8.1 Übersicht	70
2.8.2 Nutzerdefinierte Attribute	70
2.8.3 Nutzerdefinierte SystemUnit-Klassen	71
2.8.4 Nutzerdefinierte Rollenbibliotheken	72
2.8.5 Fazit	73
2.9 Erweiterte AutomationML-Konzepte	74
2.9.1 Überblick	74
2.9.2 AutomationML Port-Konzept	74
2.9.3 AutomationML Facetten-Konzept	77
2.9.4 AutomationML Gruppen-Konzept	79
2.9.5 Kombination aus Gruppen- und Facetten-Konzept	80
2.9.6 Ressource-Produkt-Prozess-Konzept	83
2.10 Import und Export von AutomationML-Objekten	91
Literatur	94

<b>3 Beschreibung von Geometrie und Kinematik mit COLLADA</b>	<b>95</b>
<i>Steffen Lips</i>	
3.1 Übersicht zu COLLADA 1.5	95
3.2 Geometriebeschreibung	96
3.2.1 Einführung	96
3.2.2 Aufbau eines COLLADA-Dokuments	97
3.2.3 Boundary Representation (BREP)	98
3.2.4 Tessellierte Geometrien	103
3.2.5 Modellieren von Produktbäumen	107
3.2.6 Modellieren von Materialien	108
3.2.7 Modellieren unterschiedlicher Detaillierungsgrade	111
3.3 Kinematikbeschreibung	111
3.3.1 Anforderung an eine Kinematikbeschreibung	111
3.3.2 Beschreibung von Gelenken	112
3.3.3 Kinematische Modelle	113
3.3.4 Abbildung von Formeln	115
3.3.5 Artikulierte Systeme	116
3.3.6 Vereinen von Kinematik und Geometrie	121
3.3.7 Zusammengesetzte Kinematiken	123
3.3.8 Verknüpfung von CAEX und COLLADA	124
3.4 Beispiele	128
3.4.1 BREP: Flansch mit Loch	128
3.4.2 Dreieckmodell: Flansch mit Loch	130
3.4.3 Kinematik einer Schraube mit Formel	133
3.5 Zusammenfassung	133
Literatur	134
<b>4 Verhaltensbeschreibung mit PLCopen XML</b>	<b>135</b>
<i>Lorenz Hundt, Arndt Lüder, Rainer Drath und Björn Grimm</i>	
4.1 Überblick	135
4.2 Beschreibungsmittel zur Verhaltensmodellierung	139
4.2.1 Verhaltensinformationen einer Anlagenkomponente	139
4.2.2 Beschreibungsmittel für Verhalten	140
4.2.3 Beschreibungsmittel im Engineering-Prozess	141
4.2.4 Gantt Charts	143
4.2.5 PERT Charts	144
4.2.6 Impuls-Diagramme	145
4.2.7 Sequential Function Charts	147
4.2.8 Logiknetzwerke	149
4.2.9 State Charts	150
4.3 PLCopen XML 2.0	153
4.3.1 Überblick	153
4.3.2 Das AutomationML addData-Schema	156

4.4	Der Intermediate Modelling Layer IML .....	160
4.4.1	Motivation .....	160
4.4.2	IML-Modellelemente .....	161
4.4.3	IML-Definition und Klassendiagramm .....	163
4.4.4	Transformation von Gantt Charts nach IML .....	163
4.4.5	Transformation von PERT Charts nach IML .....	167
4.4.6	Transformation von Impuls-Diagrammen nach IML .....	169
4.4.7	Transformation von State Charts nach IML .....	174
4.4.8	Vergleich der Abbildungsvorschriften nach IML .....	177
4.4.9	Transformation von IML nach PLCopen XML .....	179
4.4.10	Vorgehensweise bei der Implementierung von IML .....	181
4.5	Verriegelungslogik .....	183
4.5.1	Übersicht .....	183
4.5.2	Signal- und Komponentengruppen .....	183
4.5.3	Beschreibung boolescher Verriegelungsbedingungen ...	186
4.5.4	Erweiterte Verriegelungskonzepte .....	187
4.6	Integration von Verhaltensbeschreibung in CAEX .....	188
4.6.1	Referenzierung von PLCopen-XML-Daten .....	188
4.6.2	Verknüpfung von Verhaltensbeschreibung .....	189
4.7	Zusammenfassung .....	191
	Literatur .....	192
<b>5</b>	<b>Ansatz zur integrierten Prozessbeschreibung .....</b>	<b>195</b>
	<i>Andreas Keibel</i>	
5.1	Einleitung .....	195
5.2	Übersicht und Motivation .....	196
5.2.1	Problembeschreibung .....	196
5.2.2	Anforderungen an AutomationML .....	198
5.2.3	Vision .....	200
5.2.4	Bestehende Datenformate zur Prozessdarstellung .....	201
5.3	Modellierung von Bearbeitungsprozessen .....	201
5.3.1	Übersicht .....	201
5.3.2	Basisanforderungen an eine Prozessbeschreibung .....	202
5.3.3	Die Eckpfeiler der Prozessbeschreibung .....	202
5.3.4	Von der Prozessbeschreibung zum Roboter-Code .....	204
5.4	Datentechnische Inhalte der Objekte .....	205
5.4.1	Übersicht .....	205
5.4.2	Modellierung des Bahn-Objektes .....	206
5.4.3	Modellierung des Werkzeug-Objektes .....	208
5.4.4	Modellierung des Prozess-Objektes .....	213
5.5	Beispielmodellierung mit AutomationML .....	214
5.6	Zusammenfassung .....	220
	Literatur .....	220

<b>6 Praktische Anwendung</b>	<b>221</b>
<i>Rainer Drath, Dirk Weidemann, Steffen Lips, Lorenz Hundt, Arndt Lüder und Miriam Schleipen</i>	
6.1 Überblick	221
6.2 Referenzwerkzeuge	224
6.2.1 Editieren und Visualisieren mit dem AutomationML Editor	224
6.2.2 AutomationML Logic Editor	229
6.2.3 AutomationML Engine	233
6.2.4 COLLADA Tools	239
6.3 Graphic Conditioner Pipeline Framework	239
6.3.1 Motivation	239
6.3.2 Anforderungen	240
6.3.3 Umsetzung des Graphic CPF	243
6.3.4 Fazit	247
6.4 Das Logic CPF	247
6.4.1 Übersicht	247
6.4.2 Rahmenapplikation	249
6.4.3 IML-DOM	250
6.4.4 Plugins	253
6.4.5 Beispiel	254
6.4.6 Erweiterungsmöglichkeiten	256
6.4.7 Aufbau der Pipeline-Konfigurationsdatei	257
6.4.8 Bearbeiten von Pipeline-Konfigurationsdateien	259
6.5 AutomationML-Beispiel „Philipp“	259
6.5.1 Wer oder was ist Philipp	259
6.5.2 Vorgehen zur Abbildung von Philipp mit AutomationML	260
6.5.3 Aufbau der Objektstruktur von Philipp	262
6.5.4 Definition und Implementierung der Objektschnittstellen	264
6.5.5 Integration externer Informationen	266
6.5.6 Verknüpfung der Objektschnittstellen	267
6.5.7 Erstellen von Bibliotheksobjekten	271
6.6 OPC-Konfiguration	273
6.6.1 Übersicht	273
6.6.2 Beispiel	275
6.7 Umgang mit großen CAEX-Dateien	278
6.7.1 Auslagerung von Bibliotheken	279
6.7.2 Aufteilung der Anlagenstruktur	280
6.7.3 Verteilung von Daten in eine Hierarchie von Verzeichnissen	282
6.8 Umgang mit großen COLLADA-Dokumenten	283

6.8.1	Verwendung eines Masterdokuments .....	283
6.8.2	Auslagerung der verschiedenen Detaillierungsgrade .....	284
6.8.3	Verteilung der Daten in einer Hierarchie von Verzeichnissen .....	285
6.9	Workflow-Empfehlungen .....	287
6.9.1	Übersicht .....	287
6.9.2	Vom manuellen zum voll automatisierten Datenaustausch .....	287
6.9.3	Randbedingungen zur Einführung von AutomationML ..	290
6.9.4	Unidirektionaler Datenaustausch zwischen zwei Werkzeugen .....	291
6.9.5	Bidirektionaler Datenaustausch zwischen zwei Werkzeugen .....	292
6.9.6	Sequentieller Workflow .....	294
6.9.7	Paralleler Workflow .....	295
6.9.8	AutomationML als zentrale Planungsdatenbasis? .....	296
6.9.9	Zwischenfazit .....	297
6.9.10	Empfehlungen zum Umgang mit Rollenbibliotheken ....	298
6.9.11	Empfehlungen zum Umgang mit SystemUnit- Bibliotheken .....	299
6.9.12	Zusammenfassung der Empfehlungen .....	302
Literatur	.....	304
<b>7</b>	<b>Bewertung und Ausblick .....</b>	<b>307</b>
	<i>Dirk Weidemann und Rainer Drath</i>	
7.1	Bewertung von AutomationML durch INPRO .....	307
7.2	Nächste Schritte .....	309
7.2.1	Schwerpunkte .....	309
7.2.2	Kommunikation und Gerätebeschreibung .....	311
7.2.3	Elektroplanung .....	311
7.2.4	Safety-Aspekte .....	313
7.2.5	Simulation und virtuelle Inbetriebnahme .....	313
7.2.6	Compliance-Prüfung .....	314
7.2.7	Projektierung und Konfiguration von MES mit AutomationML .....	314
7.3	Zusammenfassung und Ausblick .....	316
Literatur	.....	318
	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>321</b>