



Entwicklung eines Konzeptes zur Spezifikation standardisierter
Leistungsparameter im Rahmen einer industrialisierten
Software-Bereitstellung

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktoringenieur (Dr.-Ing.)

angenommen durch die Fakultät für Informatik
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

von Diplom-Wirtschaftsinformatiker Florian Muhß

geb. am 10.07.1980

in Pritzwalk

Gutachterinnen/Gutachter

Prof. Dr.-Ing. Andreas Schmietendorf

Prof. Dr. Klaus Turowski

Prof. Dr. Rüdiger Zarnekow

Magdeburg, den 14.02.2013

**Berliner Schriften zu
modernen Integrationsarchitekturen**

herausgegeben von
Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Schmietendorf
Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin, FB II

Band 11

Florian Muhß

**Entwicklung eines Konzeptes zur Spezifikation
standardisierter Leistungsparameter im Rahmen
einer industrialisierten Software-Bereitstellung**

Shaker Verlag
Aachen 2013

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Magdeburg, Univ., Diss., 2013

Copyright Shaker Verlag 2013

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-1774-8

ISSN 1867-7088

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Für Ursi, Paul und Matthias

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Insbesondere habe ich nicht die Hilfe eines kommerziellen Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen.

Die Arbeit wurde bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form als Dissertation eingereicht und ist als Ganzes auch noch nicht veröffentlicht.

Magdeburg, 20. Oktober 2012

Florian Muhß

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis xiii

Tabellenverzeichnis xv

Listing-Verzeichnis xvii

Abkürzungsverzeichnis xix

1 Einleitung und Motivation..... 1

1.1 Ausgangslage und Handlungsbedarf..... 4

1.2 Zielstellung und Adressaten 5

1.3 Forschungsmethodik..... 6

1.4 Aufbau der Arbeit..... 8

2 Thematische Abgrenzung und Grundlagen der Industrialisierung 11

2.1 Ordnungsrahmen zur thematischen Abgrenzung..... 12

2.2 Geschichte der Industrialisierung..... 13

2.3 Merkmale industrieller Fertigung..... 14

2.4 Standardisierung als zentrales Element der Industrialisierung 16

2.4.1 Definition und Typisierung der Standardisierung..... 17

2.4.2 Vorteile der Standardisierung 21

2.4.3 Nachteile der Standardisierung..... 27

2.5 Zusammenfassung..... 28

3 Analyse der Industrialisierungsansätze etablierter
Ingenieurdisziplinen..... 31

3.1 Industrialisierung des Strommarktes 31

3.2 Industrialisierung der Automobilindustrie 36

3.3 IT-Industrialisierung..... 40

3.3.1 Hardware 42

3.3.2 Software..... 43

3.3.3 IT-Services..... 45

3.3.4	Übergreifende Architekturmodelle	46
3.3.4.1	Verteilte Nutzung von Hardware-Ressourcen	46
3.3.4.2	Effiziente Nutzung und Integration von Applikationen.....	50
3.4	Zusammenfassung	55
4	Vergleich des Industrialisierungsfortschritts verschiedener Branchen... 57	
4.1	Modell zur Bewertung des Industrialisierungsfortschritts.....	57
4.1.1	Möglichkeiten der Differenzierung von Merkmalen	57
4.1.2	Anforderungen und Einschränkungen an ein Bewertungsmodell.....	60
4.1.3	Allgemeine Grundstruktur des Reifegradmodells.....	62
4.2	Reifegrad der Industrialisierung der Automobilbranche	63
4.2.1	Anpassung des Bewertungsmodells	64
4.2.2	Bewertung der Automobilbranche.....	66
4.3	Reifegrad der Industrialisierung der Strombranche	68
4.3.1	Anpassung des Bewertungsmodells	68
4.3.2	Bewertung der Strombranche.....	71
4.4	Reifegrad der IT-Industrialisierung	73
4.4.1	Unterschiede und Gemeinsamkeiten zu anderen Branchen.....	73
4.4.1.1	Vergleich mit der Automobilindustrie	73
4.4.1.2	Vergleich mit der Stromindustrie	75
4.4.2	Anpassung des Bewertungsmodells	77
4.4.3	Bewertung der IT-Branche.....	80
4.5	Zusammenfassung	82
5	Analyse der Bereitstellung IT-basierter Produkte und Services	85
5.1	Grundlegende Trends im Umfeld der Informationstechnologien.....	85
5.1.1	Produktisierung und Serviceorientierung.....	85
5.1.2	Technologische Trends.....	87
5.1.3	Gesellschaftliche Einflussfaktoren und Konsumerisierung.....	90
5.2	Grundlagen des Cloud Computing	91
5.3	Analyse der Vor- und Nachteile des Cloud-Paradigmas	97

5.3.1	Chancen und Vorteile von Cloud Computing	99
5.3.1.1	Kostenvorteile	99
5.3.1.2	Höhere Leistungsfähigkeit und Funktionalität	101
5.3.1.3	Höhere Sicherheit.....	102
5.3.1.4	Weitere potenzielle Vorteile.....	103
5.3.2	Risiken und mögliche Nachteile von Cloud Computing.....	103
5.3.2.1	Datensicherheit.....	105
5.3.2.2	Verfügbarkeit, Interoperabilität und Leistungsfähigkeit	106
5.3.2.3	Kosten und regulatorische Rahmenbedingungen	107
5.4	Zusammenfassung.....	108
6	Analyse der Standardisierung von Cloud Services.....	113
6.1	Standardisierungsgremien und wichtige Initiativen	113
6.1.1	Nationale und internationale Organisationen und Behörden	113
6.1.2	Experten- und Industrievereinigungen im Technologiesektor	115
6.1.3	Industrie- und Expertenbündnisse im Cloud-Umfeld.....	117
6.2	Aktuelle und künftige Cloud-Standards.....	119
6.2.1	Protokolle, Sprachen und Schnittstellenbeschreibungen	120
6.2.1.1	Produktbeschreibungs- und Katalogstandards.....	121
6.2.1.1.1	Produktbeschreibungsstandards und Referenzdatenmodelle.....	121
6.2.1.1.2	Katalogaustauschformate	124
6.2.1.2	Sicherheit, Compliance und Monitoring	125
6.2.1.2.1	Sicherheit.....	125
6.2.1.2.2	Compliance	127
6.2.1.2.3	Monitoring	129
6.2.1.3	Interoperabilität.....	130
6.2.1.4	Portabilität	131
6.2.2	Referenzarchitekturen und Standardschnittstellen	133
6.2.3	Empfehlungen, Richtlinien und Anwendungsfälle.....	135
6.2.4	Zertifizierung von Cloud-Services	137
6.3	Zusammenfassung.....	138

7	Analyse der Produktbeschreibung etablierter Service-Marktplätze.....	141
7.1	Einsatz von Vergleichskriterien auf Software-Marktplätzen	141
7.1.1.1	Web Service-Marktplätze.....	141
7.1.1.2	Software-as-a-Service-Marktplätze	142
7.2	Analyse der Preismodelle von Saas-Anbietern	145
7.3	Empirische Untersuchung zur Verwendung von Cloud-Standards	147
7.4	Zusammenfassung	148
8	Konzeptioneller Ansatz zur Bereitstellung von Software-as-a-Service	149
8.1	Neue Anforderungen an IT-Organisationen	149
8.2	Katalogbasierte Bereitstellung von Applikationen	152
8.3	Künftige Bereitstellung von Applikationen	155
8.3.1	Aufnehmen von neuen Applikationen in den Applikationskatalog.....	156
8.3.2	Betreiben eines öffentlichen Applikationskatalogs.....	158
8.3.3	Nutzen des Applikationskatalogs durch Endanwender.....	159
8.4	Zusammenfassung	160
9	xCSDL – extensible Cloud Service Description Language.....	163
9.1	Anforderungen an xCSDL	164
9.2	Abbildung von Leistungsparametern mit xCSDL	165
9.3	Struktureller Aufbau von xCSDL	167
9.4	xCSDL-Module	171
9.4.1	Service.....	171
9.4.2	Technologie.....	174
9.4.3	Sicherheit	177
9.4.4	Funktionalität.....	180
9.4.5	Service Level	182
9.4.6	Preisbildung	184
9.4.7	Vertrag.....	186
9.5	Zusammenfassung	188
10	Zusammenfassung und Ausblick	191

10.1	Ergebnisse	191
10.2	Ausblick.....	195
A	Anhang A.....	197
A.1	Zweck und Ziele der Befragung	197
A.2	Befragungsteilnehmer	198
A.3	Ergebnisse	198
A.4	Auswertung	206
	Literaturverzeichnis	209
	Danksagung.....	233
	Lebenslauf.....	235

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1: Konzepte zur Umsetzung einer industrialisierten Produktion	1
Abb. 1-2: Zufriedenheit von Nutzern mit Software-as-a-Service im Vergleich zu klassischen lokal installierten Applikationen.....	3
Abb. 1-3: Aufbau der Arbeit	9
Abb. 2-1: Auswahl der im Kontext der Industrialisierung analysierten Forschungsgegenstände.....	11
Abb. 2-2: Ordnungsrahmen der analytischen Themen	12
Abb. 2-3: Eigenschaften der industriellen Produktion.....	15
Abb. 2-4: Stufen eines Standardisierungsprozesses.....	18
Abb. 2-5: Typen von Standards im IT-Kontext	20
Abb. 2-6: Übersicht der durch Standardisierung beeinflussten Bereiche	22
Abb. 2-7: Grenze der Standardisierbarkeit von IT	29
Abb. 3-1: Übersicht der häufigsten Produkte an Strombörsen	34
Abb. 3-2: Erweiterte Optionen zur Vertragsgestaltung an Strombörsen	35
Abb. 3-3: Kaizen-Schirm	38
Abb. 3-4: Bereiche der IT-Industrialisierung	41
Abb. 3-5: Industrialisierung des Betriebs von Legacy-Anwendungen	45
Abb. 3-6: Übersicht der verschiedenen Typen verteilter Systeme.....	47
Abb. 3-7: Entwicklung der IT-Industrialisierung.....	56
Abb. 4-1: Anforderungen an bzw. Vorgehen bei der Modellierung	61
Abb. 4-2: Entwicklungsstufen der Industrialisierung	74
Abb. 4-3: Direkter Vergleich des Status der IT-Industrialisierung mit der Automobilbranche	82
Abb. 4-4: Direkter Vergleich des Status der IT-Industrialisierung mit der Strombranche	83

Abb. 5-1: Grundlegende Trends im Umfeld der Bereitstellung standardisierter IT-Ressourcen	86
Abb. 5-2: Merkmale, Service-Tyen und Anwendungsmodelle von Cloud Computing	94
Abb. 5-3: Fertigungstiefe der unterschiedlichen Cloud Service-Typen	95
Abb. 5-4: Wechselwirkung zwischen Sicherheit, Kosten und Leistung	98
Abb. 5-5: Entscheidende und sehr wichtige Eigenschaften bei der Bewertung von Software-as-a-Service	104
Abb. 5-6: Entscheidende und große Hindernisse für den Einsatz von Saas.....	111
Abb. 6-1: Lebenszyklus eines IT-Services.....	120
Abb. 6-2: UML-Modell der Module von USDL	123
Abb. 6-3: Schnittstellen eines Cloud Service	130
Abb. 6-4: Cloud-Referenzarchitektur des NIST	133
Abb. 6-5: Durchsetzungschancen relevanter Cloud-Standards.....	139
Abb. 7-1: Einsatz von Cloud-Standards in Unternehmen	147
Abb. 8-1: Integriertes Informationsmanagement.....	150
Abb. 8-2: Bereitstellung von Applikationen über Applikationskataloges	154
Abb. 8-3: IT-Wertschöpfungskette für die Bereitstellung von Applikationen..	155
Abb. 8-4: Aufnahme einer Applikationen in den App-Katalog (Teil 1)	156
Abb. 8-5: Aufnahme einer Applikationen in den App-Katalog (Teil 2)	157
Abb. 8-6: Aktualisierung eines Applikationskatalogs	158
Abb. 8-7: Nutzeranfrage nach einer neuen Applikation.....	159
Abb. 9-1: Übersicht der xCSDL-Struktur	166
Abb. A-1: Entscheidende bzw. sehr wichtige Standards für den zukünftigen Erfolg von Saas.....	207
Abb. A-2: Entscheidende bzw. sehr wichtige Eigenschaften von Saas.....	208

Tabellenverzeichnis

Tab. 3-1: Ausprägung von Industrialisierungskonzepten in der Software-Entwicklung	44
Tab. 4-1: Übersicht der verfügbaren Skalierungsmodelle	58
Tab. 4-2: COBIT-Reifegradmodell	59
Tab. 4-3: Hauptmerkmale des allgemeinen Modellbegriffs.....	60
Tab. 4-4: Auswahl von Bewertungsparametern	62
Tab. 4-5: Allgemeine Beschreibung der Reifegrade	63
Tab. 4-6: Modell zur Bewertung des Reifegrads der Industrialisierung der Automobilindustrie	65
Tab. 4-7: Bewertung des Reifegrads der Industrialisierung der Automobilindustrie.....	66
Tab. 4-8: Modell zur Bewertung des Reifegrads der Industrialisierung der Stromindustrie	70
Tab. 4-9: Bewertung des Reifegrads der Industrialisierung der Stromindustrie	71
Tab. 4-10: Modell zur Bewertung des Reifegrads der IT-Industrialisierung.....	79
Tab. 4-11: Bewertung des Reifegrads der IT-Industrialisierung.....	81
Tab. 4-12: Vergleich des Status der Industrialisierung der drei betrachteten Branchen	84
Tab. 5-1: Übersicht potenzieller Vorteile von Cloud Computing	99
Tab. 5-2: Potentielle Nachteile und Risiken bei der Nutzung von Cloud-Diensten.....	105
Tab. 6-1: Auswahl einiger Standardisierungsorganisationen und -initiativen .	114
Tab. 6-2: Übersicht von IT-Sicherheitsstandards	126
Tab. 7-1: Übersicht von Eigenschaften ausgewählter Software-Marktplätze ..	143
Tab. 7-2: Übersicht über Preismodelle für SaaS und ausgewählte andere Cloud-Dienste	146

Tab. 8-1: Auswirkung der Industrialisierungskonzepte auf IT-Bereiche und integrierte Wertschöpfungsketten.....	151
Tab. 9-1: Exemplarische Parameterausprägungen für Sprachen und Software-Typen	173
Tab. 9-2: Ausprägungen technischer Parameter	176
Tab. A-1: Ergebnisse zu Frage 1 der Online-Umfrage	199
Tab. A-2: Ergebnisse zu Frage 2 der Online-Umfrage	199
Tab. A-3: Ergebnisse zu Frage 3 der Online-Umfrage	200
Tab. A-4: Ergebnisse zu Frage 4 der Online-Umfrage	200
Tab. A-5: Ergebnisse zu Frage 5 der Online-Umfrage	200
Tab. A-6: Ergebnisse zu Frage 6 der Online-Umfrage	201
Tab. A-7: Ergebnisse zu Frage 7 der Online-Umfrage	202
Tab. A-8: Ergebnisse zu Frage 8 der Online-Umfrage	202
Tab. A-9: Ergebnisse zu Frage 9 der Online-Umfrage	202
Tab. A-10: Ergebnisse zu Frage 10 der Online-Umfrage.....	203
Tab. A-11: Ergebnisse zu Frage 11 der Online-Umfrage	203
Tab. A-12: Ergebnisse zu Frage 12 der Online-Umfrage.....	204
Tab. A-13: Ergebnisse zu Frage 13 der Online-Umfrage.....	205
Tab. A-14: Ergebnisse zu Frage 14 der Online-Umfrage.....	206

Listing-Verzeichnis

Listing 9-1: Struktur der Applikationsbeschreibung im Service-Modul	174
Listing 9-2: Struktur der Applikationsbeschreibung im Technologiemodul	176
Listing 9-3: Struktur der Applikationsbeschreibung im Sicherheitsmodul	180
Listing 9-4: Struktur der Applikationsbeschreibung im Funktionalitätsmodul ..	182
Listing 9-5: Struktur der Applikationsbeschreibung im Modul Service Level ..	183
Listing 9-6: Struktur der Applikationsbeschreibung im Pricing-Modul.....	186
Listing 9-7: Struktur der Applikationsbeschreibung im Vertragsmodul.....	187

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AES	Advanced Encryption Standard
API	Application Programming Interface
AMI	Amazon Machine Image
ANSI	American Nationale Standards Institut
ASP	Application Service Providing
AWS	Amazon Web Services
BITKOM	Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien
BME	Bundesverband Materialwirtschaft, Einkauf und Logistik
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BS	British Standard
BSI	Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
BSI	British Standards Institution
BSI-ESCC	Eckpunktepapier Sicherheitsempfehlungen für Cloud Computing Anbieter des BSI
CAIQ	Consensus Assessments Initiative Questionnaire
CCIF	Cloud Computing Interoperability Forum
CCM	Cloud Controls Matrix
CPU	Central Processing Unit
CDE	Common Desktop Environment
CDMI	Cloud Data Management Interface
CEN	Comité Européen de Normalisation
CENELEC	Comité Européen de Normalisation Électrotechnique
CIM SVM	Common Information Model System Virtualization Model
CMMI	Capability Maturity Model Integration
CORBA	Common Object Request Broker Architecture
CPIP	Cloud Portability and Interoperability Profiles
CRM	Customer Relationship Management

CSA	Cloud Security Alliance
CSCC	Cloud Standards Customer Council
CSV	Comma-separated values
CTP	Cloud Trust Protocol
CXML	Commerce XML
DIN	Deutsches Institut für Normung
DMTF	Distributed Management Task Force
EAI	Enterprise Application Integration
EC2	Elastic Compute Cloud
EDF	Einheitliche Datenformat
EMI	European Middleware Initiative
EMI	Eucalyptus Machine Image
ESB	Enterprise Service Bus
ETIM	ElektroTechnischen InformationsModell
eTOM	enhanced Telecom Operations Map
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
f	und folgende
FedRAMP	Federal Risk and Authorization Management Program
ff	und fortfolgende
FIPS	Federal Information Processing Standards
FISMA	Federal Information Security Management Act
FLOPS	Floating points operations per second
GRC	Governance, Risk, Compliance
HIPAA	Health Insurance Portability and Accountability Act
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IaaS	Infrastructure-as-a-Service
IBM	International Business Machines
IEC	International Electrotechnical Commission
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force

IP	Internet Protocol
ISO	International Standardization Organization
IT	Informationstechnologien
ITIL	IT Infrastructure Library
ITU	International Telecommunication Union
J2EE	Java Platform, Enterprise Edition
JISC	Japanese Industrial Standards Committee
JSON	JavaScript Object Notation
Kap.	Kapitel
KMUs	Kleine und mittlere Unternehmen
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NIST	Nationale Institut of Standards and Technology
OASIS	Organization for the Advancement of Structured Information Standards
OAuth	Open Authorization Procotocol
OCC	Open Cloud Consortium
OCCI	Open Cloud Computing Interface
OGF	Open Grid Forum
OGSA	Open Grid Services Architecture
OOXML	Open Office XML
OSIMM	Open Group Service Integration Maturity Model
OVF	Open Virtualization Format
Paas	Platform-as-a-Service
PAC	Pierre Audoin Consultants
PC	Personal Computer
PCI DSS	Payment Card Industry Data Security Standard
PIPA	Protect IP Act
PRICAT	Price Catalogue Message
RDF	Resource Description Framework
REST	Representational State Transfer
s.	siehe
S.	Seite

SaaS	Software-as-a-Service
SaaS-DL	SaaS Description Language
SAML	Security Assertion Markup Language
SAS	Statement of Auditing Standards
SCAP	Security Content Automation Protocol
SDO	Standards Developing Organization
SID	Shared Information/Data
SIENA	Standards and Interoperability for eInfrastructures
SGML	Standard General Markup Language
SHS	Secure Hash Standard
SIIF	Standard for Intercloud Interoperability and Federation
SLA	Service Level Agreement
SNIA	Storage Networking Industry Association
SOA	Serviceorientierte Architekturen
SOAP	Simple Object Access Protocol
SOI	Serviceorientierte Infrastruktur
SOPA	Stop Online Piracy Act
SOX	Sarbanes-Oxley Act
SPICE	Software Process Improvement and Capability Determination
SPML	Service Provisioning Markup Language
SQL	Structured Query Language
SSAE	Statement on Standards for Attestation Engagements
SSL	Secure Sockets Layer
SSO	Single Sign-On
StAR	Storage Accounting Record
STAR	Security, Trust & Assurance Registry
STEP	Standard for the Exchange of Product Model Data
TAM	Telecom Application Map
TCG	Trusted Computing Group
TCP	Transfer Control Protocol
TLS	Transport Layer Security

TMF	TeleManagement Forum
TOGAF	The Open Group Architecture Framework
TOSCA	Technical Committee to Advance Open Standard for Cloud Portability
UML	Unified Modeling Language
UNSPSC	United Nations Standard Product and Services Code
UR	Usage Record
URI	Unique Resource Identifier
URL	Uniform Resource Locator
USA	United States of America
USDL	Universal Service Description Language
usw.	und so weiter
VM	Virtual Machine
W3C	World Wide Web Consortium
WADL	Web Application Description Language
WSC	World Standards Cooperation
WSDL	Web Service Description Language
WS-I	Web Service Interoperability Organization
XACML	eXtensible Access Control Markup Language
xCBL	XML Common Business Library
XML	Extensible Markup Language
z.B.	zum Beispiel