

Überwachung von prozessorientierten und anwendungsbasierten Diensten

Kai M. Hüner

13. März 2008

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	9
1.1. Einführung in das Themengebiet	9
1.2. Fragestellungen, Vorgehen und Lösungsansatz	11
1.3. Beschreibung des Szenarios	13
1.4. Gliederung des Inhalts	13
2. Grundlagen	15
2.1. Unified Modeling Language	15
2.2. Quality of Service	17
2.2.1. Kennzahlen für Quality of Service	17
2.2.2. Modellierung von Quality of Service	19
2.3. Überwachung dienstorientierter Architekturen	22
2.3.1. IT-Management	22
2.3.2. Dienstorientierte Architektur	23
2.3.3. Überwachung von Diensten	28
2.3.4. Managementarchitektur	31
2.3.5. Web-Based Enterprise Management	32
2.4. Einführung in das ToR-Szenario	35
3. Stand der Technik	39
3.1. Modellierung von Beziehungen zwischen Metriken	39
3.1.1. UML-Profil zur Modellierung von QoS	40
3.1.2. Metrics Model des CIM-Schemas	44
3.2. Definition von Metriken	46
3.2.1. QoS-Katalog des QoS-Profiles	46
3.2.2. Performancemetriken	47
3.2.3. Offene Fragen und Handlungsbedarf	54
3.3. Beziehungen zwischen Dienst- und Prozessmetriken	54
3.3.1. Business-Driven IT Management	55
3.3.2. Offene Fragen und Handlungsbedarf	61
4. Konzeption des Metrikabhängigkeitsmodells	63
4.1. Konzepte zur Modellierung von Metrikabhängigkeiten	64
4.1.1. Abhängigkeiten zwischen Funktionseinheiten	64
4.1.2. Abhängigkeiten zwischen Metriken	66
4.1.3. Verknüpfung von Metriken und Funktionseinheiten	69

4.2. Mathematische Abhängigkeitsfunktionen	71
4.2.1. Mengen, Elemente und Relationen des Modells	72
4.2.2. Mathematische Definition der Abhängigkeitsfunktion	77
5. Konkretisierung von Metrikabhängigkeiten	79
5.1. Modellierung von Performancemetriken	79
5.1.1. Antwortzeit	79
5.1.2. Verfügbarkeit	81
5.1.3. Performance	85
5.2. Anwendung der Performancemetriken auf das Szenario	87
6. Entwicklung der Überwachungsarchitektur	91
6.1. Analyse der Anforderungen an die Überwachung	91
6.2. Entwurf der notwendigen Überwachungskomponenten	93
6.2.1. Komponenten zum Sammeln von Laufzeitinformationen	93
6.2.2. Komponenten zur Überwachung einer DLV	95
6.3. Abbildung modellierter Abhängigkeiten auf CIM	99
7. Prototypische Implementierungen	103
7.1. Implementierung des ToR-Szenarios	103
7.2. Implementierung der Überwachungsarchitektur	104
7.2.1. Implementierung der Storage-Komponente	104
7.2.2. Implementierung der ApplicationServer-Komponente	106
7.2.3. Implementierung der AgreementMonitor-Komponente	107
7.3. Verteilung der Komponenten und Dienste	109
7.4. Evaluation	110
7.4.1. Durchgeführte Messungen	111
7.4.2. Ergebnisse der Evaluation	112
8. Zusammenfassung und Ausblick	117
8.1. Zusammenfassung	117
8.2. Ausblick	118
A. DLV für Dienste des ToR-Szenarios	121
B. Schema zur Erweiterung von KPIs aus WS-Agreement	125

Abbildungsverzeichnis

1.1. Vorgehen und Strukturierung	12
2.1. Struktur des SPT-Profiles	20
2.2. Instanz- und Beschreibungsaspekte des <i>Core Resource Model</i>	21
2.3. Zusammenhänge einer dienstorientierten Architektur	23
2.4. Ausschnitt des WSDL-Komponentenmodells	26
2.5. BPEL-Konzepte	28
2.6. Bestandteile einer DLV nach WS-Agreement in UML-Notation	30
2.7. WBEM-Architektur	32
2.8. CIM-Schema	34
2.9. Elemente des <i>Core Model</i>	35
2.10. Komponenten im ToR-Szenario	36
2.11. Modell der Prozesslogik zur Generierung eines ToR	37
3.1. Gliederung des QoS-Metamodells	41
3.2. Metamodell zur Beschreibung von QoS-Charakteristiken	41
3.3. Beziehung zwischen QoS-Werten und Charakteristiken	42
3.4. Elemente des <i>Metrics Model</i>	44
3.5. QoS-Katalog mit Beziehungen der Kategorien untereinander	46
3.6. QoS-Charakteristik Latenz	47
3.7. Antwortzeit nach Menascé & Almeida (2002)	49
3.8. Zuverlässigkeit – Konzept und Attribute nach Laprie (1992)	52
3.9. BDIM-Modell nach Sauvé et al. (2005)	57
4.1. Betrachtete funktionale Abhängigkeiten in einer SOA	64
4.2. Überblick des Metrikabhängigkeitsmodells	65
4.3. Funktionale Abhängigkeiten im ToR-Szenario	66
4.4. Konzepte zur Modellierung von Metrikabhängigkeiten	67
4.5. Metrikabhängigkeiten zwischen Performancemetriken	69
4.6. Verknüpfung von Metriken und Funktionseinheiten	70
4.7. Verknüpfung von Metriken und Funktionseinheiten des ToR-Szenarios	70
4.8. Messung und Berechnung von Metrikwerten	71
4.9. Mengen und Relationen des Metrikabhängigkeitsmodells	74
4.10. Serien- und Parallelsysteme funktionaler Abhängigkeiten	77
5.1. Antwortzeit	80

6.1. Zu unterstützende Anwendungsfälle	92
6.2. Komponenten der Überwachungsarchitektur	94
6.3. Interaktionen während der Überwachung eines Dienstaufrufs	97
6.4. QoS-Erweiterung – Erweiterungen des <i>CIM Metrics Model</i>	99
6.5. Assoziationen der QoS-Erweiterung	101
7.1. Implementierte Dienste des CIMOM der Überwachungsarchitektur	105
7.2. Weitere Dienste der Überwachungsarchitektur	107
7.3. Verteilung der Komponenten und Dienste	110
7.4. Messdaten	112
7.5. Geordnete Messdaten	113
7.6. Korrelation der Messdaten	114
7.7. Abweichungen der Messdaten	115

1. Einleitung

1.1. Einführung in das Themengebiet

Betrachtet man die Forschungsentwicklung im Bereich des IT-Managements der letzten Jahre, kann ein Paradigmenwechsel festgestellt werden: Das 7management hat das Netz- und Systemmanagement aus dem Fokus verdrängt (Rodošek 2002). Trotz der verstärkten Betrachtung des Dienstes als Managementobjekt (engl. *managed object*), liegt bisher jedoch kein eindeutiger Dienstbegriff vor. Die Definitionen reichen von „Abstraktion eines Geschäftsnetzwerkes“ (engl. *enterprise network*, Lewis 1999) bis zu „an einer maschinenverarbeitbaren Schnittstelle angebotene Funktionalität“ (engl. *computational interface*, ISO/IEC 1993).

In dieser Arbeit werden Anwendungssysteme betrachtet, die Funktionalität als Dienst an maschinenverarbeitbaren Schnittstellen anbieten. Ein solcher Dienst stellt verschiedene Funktionalität in Form von Dienstoperationen zur Verfügung, die von einem Dienstnehmer genutzt werden. Bei der Bereitstellung von Funktionalität kann es jedoch zu Qualitätsschwankungen kommen. Insbesondere bei komplexen Anwendungssystemen ist beispielsweise eine konstante Antwortzeit nur schwer zu erreichen. Ein Ziel des Dienstmanagements ist daher, Qualitätsschwankungen gering zu halten und weitestgehend vor dem Dienstnehmer zu verbergen. Die seitens des Dienstmanagements einzuhaltenden Werte für die Qualität der Dienstleistung werden zwischen Dienstleister und Dienstnehmer ausgehandelt und in einer Dienstleistungsvereinbarung (DLV) festgeschrieben. Eine solche DLV stellt eine vertragliche Bindung dar, die neben den qualitativen Anforderungen auch Reaktionen auf die Nichteinhaltung der ausgehandelten Werte definiert (OGC 2003).

Ist eine DLV zwischen Dienstleister und Dienstnehmer abgeschlossen, muss die Einhaltung der dort definierten Werte überwacht werden. Dabei ist es aus Sicht des Dienstleisters entscheidend, nicht nur auf eine Verletzung der festgelegten Qualitätsgüte zu reagieren, sondern eine mögliche Verletzung frühzeitig zu erkennen, um ihr entgegenwirken zu können. Damit eine solche Früherkennung möglich wird, ist es erforderlich, die dienstleistungsbereitenden Ressourcen durchgehend zu überwachen und die dort verfügbaren Informationen mit den in der DLV definierten Werten in Beziehung setzen zu können. Aus diesem Grund werden in der Regel nur Werte für Eigenschaften in einer DLV verwendet, die zur Laufzeit unmittelbar an einem System ermittelt werden können und somit einen starken System- oder Anwendungsbezug haben (Haitz 2007).

Für zur Laufzeit messbare Eigenschaften eines Rechensystems werden in der Literatur verschiedene Bezeichnungen verwendet, üblich sind *characteristic* (OMG 2005, 2006d),

metric definition (DMTF 2003), *key performance indicator* (KPI) (OGF 2007, OGC 2003) oder einfach *property* (Sauvé et al. 2005). In dieser Arbeit wird einheitlich der Begriff Metrik zur Bezeichnung qualitativer Eigenschaften verwendet, da hier insbesondere berechenbare Zusammenhänge zwischen verschiedenen Laufzeiteigenschaften von Interesse sind. Verfügbarkeit, Antwortzeit oder Performance sind Beispiele für eine Metrik.

Die Verwendung leicht messbarer System- oder Anwendungsmetriken in einer DLV erleichtert zwar die technische Überwachung seitens des Dienstleisters, erschwert aber gleichzeitig die Suche nach passenden Werten seitens des Dienstnehmers. Werden beispielsweise Schwellwerte für die Speicherauslastung in einer DLV vereinbart, muss der Dienstnehmer einschätzen können, wie sich die Speicherauslastung des dienstbringenden Anwendungssystems auf die für ihn interessanten Qualitätsaspekte (z.B. Antwortzeit einer Dienstoperation) auswirkt. Da die objektive Einschätzung eines solchen Zusammenhangs neben technischem Verständnis auch detaillierte Kenntnisse der vom Dienstleister verwendeten IT-Infrastruktur voraussetzt, ist die Verwendung von geschäftsorientierten Metriken zur Beschreibung von Dienstqualität anzustreben (Sauvé et al. 2005, 2006b, Mayerl et al. 2007).

Die Problematik der Verwendung von DLVs, die auf Geschäftsebene nicht verstanden werden, wird etwas überspitzt von Taylor & Tofts (2005) mit dem Titel „*Death by a thousand SLAs: a short study of commercial suicide pacts*“ beschrieben:

There are many current approaches to the setting of performance requirements in the construction of an IT service

- *the original finger – someone, usually a senior business manager, makes a guess;*
- *the expert finger – someone after a long intake of breath (to indicate the depth of their experience) makes a guess;*
- *poke and hope – pick a big number and hope the supplier falls for it;*
- *‘best industry practice’ – look around at what has been achieved and add 10%.*

[...] [What is needed is a form of] open auditable mathematics, rather than wet finger in the air responses to requests. (Taylor & Tofts 2005)

Taylor & Tofts (2005) beschreiben die Suche nach Werten für eine DLV als wenig objektiv. Es wird der Wunsch nach fundierten Entscheidungsgrundlagen geäußert, auf deren Basis optimale Werte für eine DLV gefunden werden können. Dies führt unmittelbar zu der Frage, welche Voraussetzungen geschaffen werden müssen, um solche objektiven Entscheidungsgrundlagen zu ermöglichen. Es ist beispielsweise notwendig, dass die zur Dienstbeschreibung verwendeten qualitativen Eigenschaften in einem nachvollziehbaren (beispielsweise berechenbaren) Zusammenhang zu den auf Geschäftsebene bekannten Kennzahlen stehen (Rodošek 2002). Ist diese Forderung erfüllt, sind die Verantwortlichen

auf Geschäftsebene in der Lage, fundierte Werte in den Verhandlungsprozess einzubringen, der zu einer DLV führt (Basili et al. 1994, Sauvé et al. 2005, 2006b).

1.2. Fragestellungen, Vorgehen und Lösungsansatz

Der Titel dieses Buches rückt zwei wesentliche Aspekte der Dienstleistungserbringung und Dienstleistungsnutzung in den Fokus: Die Überwachung der Qualität der Dienstleistungserbringung und die qualitative Beziehung zwischen dienstleistungserbringenden Anwendungskomponenten und einem dienstleistungsnutzenden Geschäftsprozess. Qualitative Beziehungen werden anhand von Abhängigkeiten zwischen Metriken betrachtet: Eine Beziehung zwischen Dienst- und Prozessqualität zeigt sich durch die Abhängigkeit einer Metrik, mit der Prozessqualität gemessen wird, von einer Metrik, mit der Dienstqualität gemessen wird. In dieser Arbeit wird die Sichtweise eines Dienstleistungslieferanten eingenommen, der in die Lage versetzt werden soll, einen qualitätsgesicherten Dienst zu erbringen. Die Qualität der Dienstleistungserbringung soll der zur optimalen Unterstützung des dienstleistungsnutzenden Geschäftsprozesses notwendigen Qualität genügen.

Als Ziel dieser Arbeit kann die Überwachung der Dienstqualität entlang von Abhängigkeiten zwischen anwendungsbasierten und prozessorientierten Metriken definiert werden (Mayerl et al. 2007). In diesem Zusammenhang lassen sich die folgenden drei Fragestellungen formulieren.

Modellierung von Metriken und Abhängigkeiten Wie können Metriken und deren Abhängigkeiten so modelliert werden, dass die technische Überwachung einer prozessorientierten DLV möglich wird?

Identifikation von Metrikabhängigkeiten Welche konkreten Beziehungen bestehen zwischen Metriken, die auf Prozessebene relevant sind und Metriken, die an einer Anwendung ermittelt werden können?

Überwachungsarchitektur Welche Infrastruktur ist zur Überwachung von Metriken unter Berücksichtigung ihrer Beziehungen untereinander nötig?

Die genannten Fragestellungen stehen unter Berücksichtigung des definierten Ziels in engem Zusammenhang: Die Modellierung der Abhängigkeiten zwischen Dienst- und Prozessqualität ist motiviert durch die in Abschnitt 1.1 aufgezeigte Notwendigkeit, Zusammenhänge zwischen Dienst- und Prozesseigenschaften zu verstehen und explizit zu machen. Die Modellierung der Abhängigkeiten schafft dabei zwar ein Verständnis der Zusammenhänge, die Nutzung dieses Verständnisses wird jedoch erst durch die Definition einer Infrastruktur möglich, mit der die modellierten Zusammenhänge auch bei der Überwachung verwendet werden können.

In Abbildung 1.1 ist das Vorgehen dargestellt, durch das nach Antworten auf die zuvor genannten Fragestellungen gesucht wird.

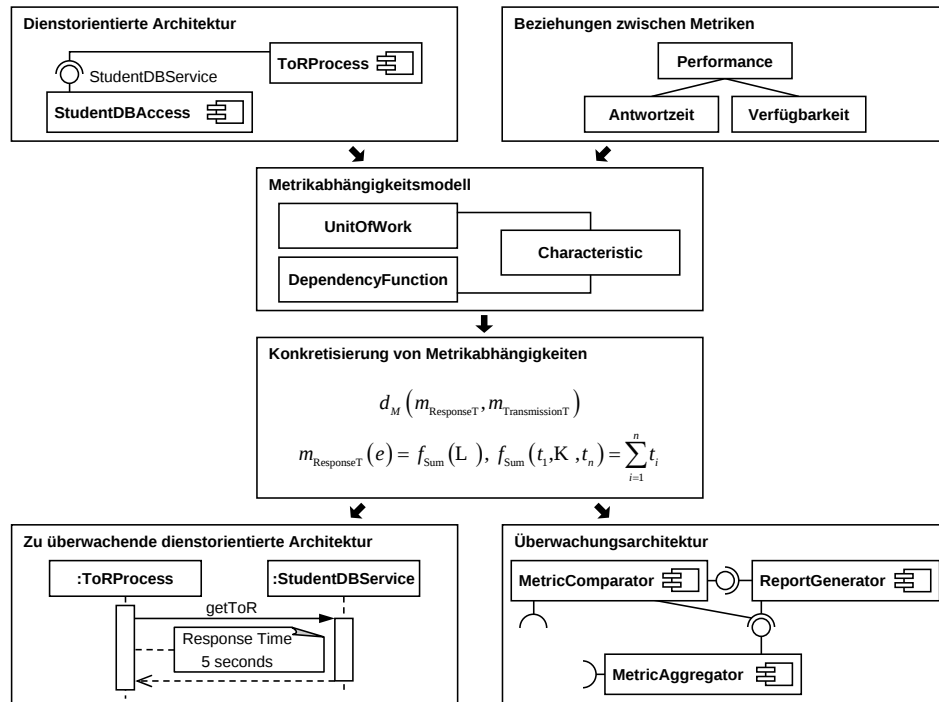


Abbildung 1.1.: Vorgehen und Strukturierung

Abbildung 1.1 zeigt, dass anwendungsbasierte Dienste betrachtet werden, deren Funktionalität von Geschäftsprozessen genutzt wird. Das zu überwachende Objekt ist somit eine dienstorientierte Architektur (engl. *Service-Oriented Architecture*). Neben den Beziehungen zwischen Funktionseinheiten einer SOA (z.B. zwischen Anwendungskomponente `StudentDBAccess` und Dienst `StudentDBService`) werden Beziehungen zwischen Metriken betrachtet, beispielsweise die der Performancemetriken Antwortzeit und Verfügbarkeit.

Ausgehend von der Betrachtung funktionaler Beziehungen in einer SOA und Beziehungen zwischen Metriken wird der Begriff der Beziehung im Verlauf des Buches durch die Beschreibung als Abhängigkeit geschärft: Es werden Abhängigkeiten zwischen Metriken sowie zwischen Funktionseinheiten identifiziert und durch Modelle beschrieben. Zur Modellierung dieser Abhängigkeiten wird ein Metrikabhängigkeitsmodell spezifiziert, das neben der Modellierung der Abhängigkeiten von Metriken auch die Verknüpfung von Metriken mit Funktionseinheiten ermöglicht. Durch eine solche Verknüpfung kann beispielsweise ausgedrückt werden, dass die Metrik Antwortzeit für die Funktionseinheit `getToR` gemessen wird (vgl. Abbildung 1.1).

Im Rahmen der Spezifikation des Metrikabhängigkeitsmodells wird außerdem eine mathematische Beschreibung für Abhängigkeiten definiert, mit der mathematische Funktionen zur Berechnung von Metrikwerten formuliert werden können. Für die Metriken

Antwortzeit, Verfügbarkeit und Performance werden solche Berechnungsvorschriften exemplarisch angegeben.

Für die Überwachung einer SOA wird eine Überwachungsarchitektur beschrieben, mit der die Berücksichtigung modellierter Abhängigkeiten möglich ist. Da die Komponenten dieser Überwachungsarchitektur Metriken und Metrikabhängigkeiten verstehen sollen, die mit Hilfe des Metrikabhängigkeitsmodells definiert worden sind, werden Zusammenhänge des Modells bei der Entwicklung der Komponenten berücksichtigt. Als Tragfähigkeitsnachweis werden einzelne Komponenten der Überwachungsarchitektur implementiert und die Überwachung einer konkreten SOA durchgeführt. Dabei wird die exemplarisch modellierte Performancemetrik Antwortzeit betrachtet.

1.3. Beschreibung des Szenarios

Das betrachtete Szenario dient dazu, die in Abschnitt 1.2 auf konzeptioneller Ebene eingeführten Fragestellungen anhand eines praktischen Beispiels zu verdeutlichen und die Tragfähigkeit der Lösung aufzuzeigen. Zur Veranschaulichung wird der ToR-Prozess betrachtet, der in der *University Service-Oriented Architecture* (USOA) eingesetzt wird. Diese SOA wird im Rahmen des Forschungsprojekts Karlsruher Integriertes InformationsManagement (KIM, Juling & Maurer 2005) entwickelt und betrieben. Ein *Transcript of Records* (ToR) ist ein standardisierter Datenauszug, der alle von einem Studierenden bis zu einem bestimmten Zeitpunkt erbrachten Studienleistungen unter Verwendung des *European Credit Transfer System* (ECTS) bescheinigt. Die Notwendigkeit für diese Vereinheitlichung ist im Rahmen des Bologna-Prozesses (EC 2007) vereinbart worden, und wird in den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union aktuell eingeführt. In dieser Arbeit werden jedoch nur technische Aspekte im Zusammenhang mit dem ToR-Prozess betrachtet, für rechtliche und organisatorische Informationen sei auf Literatur im Kontext des Bologna-Prozesses verwiesen (z.B. EC 2007). Die für das Verständnis der Zusammenhänge relevante Modellierung des Prozesses wird in Abschnitt 2.4 erläutert.

1.4. Gliederung des Inhalts

Im aktuellen Kapitel werden die zugrunde liegende Problematik erläutert und die sich daraus ergebenden Fragestellungen beschrieben und motiviert. Abschnitt 1.2 beschreibt außerdem das Vorgehen, durch das Antworten für die thematisierten Fragestellungen gefunden werden sollen. In Abschnitt 1.3 wird das ToR-Szenario beschrieben, anhand dessen die betrachteten Aspekte verdeutlicht werden.

Kapitel 2 beinhaltet Informationen, die zum grundlegenden Verständnis erforderlich sind. Es werden Modellierungs- und Beschreibungssprachen erläutert, sowie grundlegende

Standards und Begriffe im Kontext der dienstorientierten Architektur und ihrer Überwachung eingeführt. In Abschnitt 2.4 werden außerdem relevante Zusammenhänge des betrachteten ToR-Szenarios erläutert.

In Kapitel 3 werden verschiedene bestehende Modellierungsmöglichkeiten für Metriken und Beziehungen zwischen Metriken vorgestellt. Außerdem werden konkrete Metriken und deren Beziehungen untereinander erläutert, der Fokus liegt dabei auf Performancemetriken und Beziehungen zwischen Dienst- und Prozessqualität. In diesem Zusammenhang wird mit *Business-Driven IT Management* (BDIM) der Forschungsbereich vorgestellt, in den sich dieser Beitrag thematisch eingliedert. Des Weiteren werden wissenschaftliche Veröffentlichungen diskutiert, die einen engen Bezug zu der vorliegenden Arbeit aufweisen.

Kapitel 4 stellt das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Metrikabhängigkeitsmodell vor, mit dem Abhängigkeiten zwischen Metriken, Abhängigkeiten zwischen Funktionseinheiten und Verknüpfungen von Metriken und Funktionseinheiten modelliert werden können. In Abschnitt 4.2 wird eine mathematische Beschreibungsmöglichkeit definiert, mit der mathematische Funktionen zur Berechnung von Metrikwerten angegeben werden können.

In Kapitel 5 werden mit Hilfe des zuvor erarbeiteten Metrikabhängigkeitsmodells konkrete Definitionen für Verfügbarkeit, Antwortzeit und Performance angegeben. Dabei ist das Ziel nicht, eine allgemeingültige Definition dieser Metriken zu liefern, sondern exemplarisch zu zeigen, wie Metriken und Metrikabhängigkeiten mit Hilfe des Modells definiert werden können. Die Modellierungen werden anhand des eingeführten Szenarios veranschaulicht.

In Kapitel 6 werden Anforderungen an eine Überwachungsarchitektur analysiert, die bei der Überwachung einer DLV zur Laufzeit Metrikabhängigkeiten und funktionale Abhängigkeiten berücksichtigen soll. Ausgehend von dieser Analyse werden einzelne Komponenten der Überwachungsarchitektur entworfen und die Abbildung des Metrikabhängigkeitsmodells auf die entworfenen Komponenten erläutert.

In Kapitel 7 werden Erfahrungen und Ergebnisse im Zusammenhang mit der Überwachung einer konkreten SOA durch die Komponenten der vorgestellten Überwachungsarchitektur erläutert. Es werden die konkreten Implementierungen der Überwachungsarchitektur sowie des ToR-Szenarios beschrieben und Ergebnisse einer Evaluation vorgestellt. Kapitel 8 liefert abschließend eine Zusammenfassung der im Rahmen dieser Arbeit behandelten Aspekte, sowie einen Ausblick auf offene und weiterführende Fragestellungen.

Literaturverzeichnis

Alle angegebenen Online-Ressourcen wurden letztmals am 5. Februar 2008 abgerufen und überprüft.

Aiber, S., Gilat, D., Landau, A., Razinkov, N., Sela, A. & Wasserkrug, S. (2004), Autonomic Self-Optimization According to Business Objectives, *in* ‘Proceedings of the 1st International Conference on Autonomic Computing’, IEEE Computer Society, S. 206–213.

Arsanjani, A. (2004), Service-oriented modeling and architecture, Forschungsbericht, IBM developerWorks.

URL: <http://www-128.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-soa-design1/>

Axis2 (2007), *Apache Axis2/Java Version 1.1.1 Documentation Index*, Apache Software Foundation.

URL: http://ws.apache.org/axis2/1_1_1/contents.html

Balzert, H. (2000), *Lehrbuch der Software-Technik. Software-Entwicklung*, 2. Aufl., Spektrum.

Basili, V. R., Caldiera, G. & Rombach, H.-D. (1994), *Encyclopedia of Software Engineering*, Vol. 1, John Wiley & Sons, Inc., chapter The Goal Question Metric Approach, S. 528–532.

Berbner, R., Heckmann, O., Mauthe, A. & Steinmetz, R. (2005), ‘Eine Dienstgüte unterstützende Web-Service-Architektur für flexible Geschäftsprozesse’, *Wirtschaftsinformatik* 47(4), 268–277.

Bumpus, W., Sweitzer, J. W., Thompson, P., Westerinen, A. R. & Williams, R. C. (1999), *Common Information Model. Implementing the Object Model for Enterprise Management*, John Wiley & Sons, Inc.

Büning, H. & Trenkler, G. (1994), *Nichtparametrische statistische Methoden*, 2. Aufl., Walter de Gruyter.

Cardoso, J., Sheth, A. P., Miller, J. A., Arnold, J. & Kochut, K. (2004), ‘Quality of Service for Workflows and Web Service Processes’, *Journal of Web Semantics* 1(3).

Casati, F., Castellanos, M., Dayal, U., Hao, M., Sayal, M. & Shan, M.-C. (2002), ‘Business Operation Intelligence Research at HP Labs’, *IEEE Data Engineering Bulletin* 25(4), 32–35.

- Casati, F., Shan, E., Dayal, U. & Shan, M.-C. (2003), 'Business-Oriented Management of Web services', *Communications of the ACM* 46, 55–60.
- Cornpropst, J., Eckstein, D., Jerman, S., Kreger, H., Maguire, T., Maier, A., Murray, B., Perks, M., Sedukhin, I., Vambenepe, W. & Westerinen, A. (2005), Proposal for a CIM mapping to WSDM, Forschungsbericht, IBM developerWorks.
URL: <http://www-128.ibm.com/developerworks/library/specification/ws-wsdm/>
- Darmawan, B., Cox, K. & Ragab, B. (2004), *Business Service Management Best Practices*, IBM Redbooks.
- Debusmann, M. & Keller, A. (2003), SLA-Driven Management Of Distributed Systems Using The Common Information Model, in 'Proceedings of the 8th IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management', S. 563–576.
- Debusmann, M., Schmidt, M., Schmid, M. & Kroeger, R. (2003), Unified Service Level Monitoring using CIM, in 'Proceedings of the 7th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference', S. 76–85.
- DeMarco, T. (2004), *Was man nicht messen kann kann man kontrollieren*, mitp.
- DMTF (2003), Common Information Model (CIM) Metrics Model, Forschungsbericht, Distributed Management Task Force, Inc.
URL: <http://www.dmtf.org/standards/documents/CIM/DSP0141.pdf>
- DMTF (2004a), Specification for CIM Operations over HTTP, Forschungsbericht, Distributed Management Task Force, Inc.
URL: http://www.dmtf.org/standards/published_documents/DSP200.pdf
- DMTF (2004b), Specification for the Representation of CIM in XML, Forschungsbericht, Distributed Management Task Force, Inc.
URL: <http://www.dmtf.org/standards/wbem/DSP201.html>
- DMTF (2005), Common Information Model (CIM) Infrastructure Specification, Forschungsbericht, Distributed Management Task Force, Inc.
URL: http://www.dmtf.org/standards/published_documents/DSP0004V2.3_final.pdf
- DMTF (2006a), CIM Binding. WS-Management – CIM Binding, Forschungsbericht, Distributed Management Task Force, Inc.
URL: http://www.dmtf.org/standards/published_documents/DSP0227.pdf
- DMTF (2006b), DMTF Tutorial, Forschungsbericht, Distributed Management Task Force, Inc.
URL: <http://www.wbemsolutions.com/tutorials/DMTF/dmtftutorial.pdf>
- DMTF (2006c), Web Services for Management (WS-Management), Forschungsbericht, Distributed Management Task Force, Inc.
URL: http://www.dmtf.org/standards/published_documents/DSP0226.pdf

- EC (2007), From Bergen to London. The contribution of the European Commission to the Bologna Process, Forschungsbericht, European Commission (Directorate-General for Education and Culture).
URL: <http://ec.europa.eu/education/policies/educ/bologna/report06.pdf>
- Emig, C., Momm, C., Weisser, J. & Abeck, S. (2005), Programming in the Large based on the Business Process Modelling Notation, *in* 'Informatik 2005. Informatik LIVE. Beiträge der 35. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)', Vol. 2, S. 627–631.
- Emig, C., Momm, C., Weisser, J. & Abeck, S. (2006), Development of SOA-Based Software Systems - an Evolutionary Programming Approach, *in* 'Proceedings of the Advanced International Conference on Telecommunications and International Conference on Internet and Web Applications and Services', S. 182–182.
- Fabrizius, S. M. O. (2003), Modeling and simulation for plant performability assessment with application to maintenance in the process industry, Dissertation, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich.
- Gouscos, D., Kalikakis, M. & Georgiadis, P. (2003), An approach to modeling Web service QoS and provision price, *in* 'Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Web Information Systems Engineering Workshops', S. 121–130.
- Grieser, T. (2005), Implementing Business Service Management. BMC Software's Routes to Value Approach, Forschungsbericht, International Data Group.
- Haitz, P. (2007), 'Festgeklopft. Service Level Agreements bei Hosting-Unternehmen', *iX – Magazin für professionelle Informationstechnik*.
- Haverkort, B. R., Marie, R., Rubino, G. & Trivedi, K. (2001), *Performability Modeling. Techniques and Tools*, John Wiley & Sons, Inc.
- Hegering, H.-G., Abeck, S. & Neumair, B. (1999), *Integrated Management of Networked Systems*, Morgan Kaufmann.
- Heyman, D. P. & Sobel, M. J. (1982), *Stochastic Models in Operations Research, Stochastic Processes and Operating Characteristics*, Vol. 1, McGraw-Hill.
- Hillier, F. S. & Lieberman, G. J. (1995), *Introduction to operations research*, 6. Aufl., McGraw-Hill.
- Inmon, W. H. (2005), *Building the Data Warehouse*, 4. Aufl., John Wiley & Sons, Inc.
- ISO/IEC (1989), Information processing systems – Open Systems Interconnections – Basic Reference Model – Part 4: Management framework, Forschungsbericht, International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission.
- ISO/IEC (1993), Open Distributed Processing – Reference Model – Part 2: Descriptive Model, Forschungsbericht, International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission.

- ITU (1994), ITU-T Recommendation E.800: Terms and definitions related to quality of service and network performance including dependability. ITU-T Recommendation E.800, Forschungsbericht, International Telecommunication Union.
- Jensen, T., Grgic, I. & Espvik, O. (1999), Managing Quality of Service in Multi-Provider Environment, *in* 'Proceedings of Telecom 99'.
- Jin, J. & Nahrstedt, K. (2004), Source-Based QoS Service Routing in Distributed Service Networks, *in* 'Proceedings of the IEEE International Conference on Communications', S. 2036–2041.
- Juling, W. & Maurer, A. (2005), 'Karlsruhe Integrated Information Management. KIM', *Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation* 28(3).
- Kalepu, S., Krishnaswamy, S. & Loke, S. W. (2003), Verity: A QoS metric for selecting Web services and providers, *in* 'Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Web Information Systems Engineering', S. 131–139.
- Keller, A. & Ludwig, H. (2002), Defining and Monitoring Service Level Agreements for dynamic e-Business, *in* 'Proceedings of the 16th System Administration Conference', S. 189–204.
- Kumar, A., Karnik, N. & Ravindranath, C. K. (2005), Moving from Data Modeling to Process Modeling in CIM, *in* 'Proceedings of the 9th IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management', S. 673–686.
- Kütz, M. (2007), *Kennzahlen in der IT. Werkzeuge für Controlling und Management*, dpunkt.
- Laprie, J.-C. (1992), *Dependability: Basic Concepts and Terminology*, Springer.
- Lewis, L. (1999), *Service Level Management for Enterprise Networks*, Artech House.
- Little, J. D. C. (1961), 'A Proof of the Queueing Formula $L = \lambda W$ ', *Operations Research* 9, 383–387.
- Ludwig, H., Dan, A. & Kearney, R. (2004), Cremona: An Architecture and Library for Creation and Monitoring of WS-Agreements, *in* 'Proceedings of the 2nd International Conference on Service Oriented Computing', S. 65–74.
- Machiraju, V., Bartolini, C. & Casati, F. (2004), Extending Web Services Technologies. The Use of Multi-Agent Approaches, *in* L. Cavedon, Z. Maamar, D. M. Martin & B. Benatallah, eds, 'Technologies for Business-Driven IT Management', Springer, S. 1–28.
- Machiraju, V., Sahai, A. & v. Moorsel, A. (2003), Web Services Management Network: An Overlay Network for Federated Service Management, *in* 'Proceedings of the 8th IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management', S. 351–364.

- Mani, A. & Nagarajan, A. (2002), Understanding quality of service for Web services, Forschungsbericht, IBM developerWorks.
URL: <http://www-128.ibm.com/developerworks/library/ws-quality.html>
- Marques, F., Sauvé, J. & Moura, A. (2006), Business-Oriented Capacity Planning of IT Infrastructure to Handle Load Surges, *in* 'Proceedings of the 10th IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium', S. 1–4.
- Mayerl, C., Hüner, K. M., Gaspar, J.-U., Momm, C. & Abeck, S. (2007), Definition of Metric Dependencies for Monitoring the Impact of Quality of Services on Quality of Processes, *in* 'Proceedings of the 2nd IEEE/IFIP International Workshop on Business-driven IT Management', S. 1–10.
- Mehl, O. (2006), Modellgetriebene Entwicklung managementfähiger Anwendungssysteme, Dissertation, Universität Karlsruhe (TH).
- Menascé, D. A. & Almeida, V. A. F. (2002), *Capacity Planning for Web Services*, Prentice Hall.
- Momm, C., mayerl, C., Rathfelder, C. & Abeck, S. (2007), A Manageability Infrastructure for the Monitoring of Web Service Compositions, *in* 'Proceedings of the 14th HP Software University Association'.
- Moschovakis, Y. N. (2006), *Notes on set theory*, 2. Aufl., Springer.
- Moura, A., , Sauvé, J., Jornada, J. & Radziuk, E. (2006), A Quantitative Approach to IT Investment Allocation to Improve Business Results, *in* 'Proceedings of the 7th IEEE International Workshop on Policies for Distributed Systems and Networks', S. 87–95.
- MySQL (2007), *MySQL AB: MySQL 5.0 Reference Manual*, MySQL.
URL: <http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/en/>
- OASIS (2006a), Web Services Distributed Management. Management Using Web Services (MUWS 1.1) Part 1, Forschungsbericht, Organization for the Advancement of Structured Information Standards.
URL: <http://docs.oasis-open.org/wsdm/wsdm-muws1-1.1-spec-os-01.pdf>
- OASIS (2006b), Web Services Distributed Management. Management Using Web Services (MUWS 1.1) Part 2, Forschungsbericht, Organization for the Advancement of Structured Information Standards.
URL: <http://docs.oasis-open.org/wsdm/wsdm-muws2-1.1-spec-os-01.pdf>
- OASIS (2006c), Web Services Resource 1.2 (WS-Resource), Forschungsbericht, Organization for the Advancement of Structured Information Standards.
URL: http://docs.oasis-open.org/wsrp/wsrp-ws_resource-1.2-spec-os.pdf
- OASIS (2006d), Web Services Resource Properties 1.2 (WS-ResourceProperties), Forschungsbericht, Organization for the Advancement of Structured Information Standards.

- URL: http://docs.oasis-open.org/wsrf/wsrf-ws_resource_properties-1.2-spec-os.pdf
- OASIS (2007), Web Services Business Process Execution Language Version 2.0, Forschungsbericht, Organization for the Advancement of Structured Information Standards.
URL: <http://docs.oasis-open.org/wsbpel/2.0/>
- OGC (2003), ITIL Service Delivery, Forschungsbericht, Office of Government Commerce.
- OGF (2004), Web Services Agreement Negotiation Specification (WS-Agreement-Negotiation), Forschungsbericht, Open Grid Forum.
- OGF (2007), Web Services Agreement Specification (WS-Agreement), Forschungsbericht, Open Grid Forum.
- OMG (2005), UML Profile for Schedulability, Performance, and Time Specification, Forschungsbericht, Object Management Group.
URL: <http://www.omg.org/docs/formal/05-01-02.pdf>
- OMG (2006a), Diagram Interchange, Forschungsbericht, Object Management Group.
URL: <http://www.omg.org/docs/formal/06-04-04.pdf>
- OMG (2006b), Meta Object Facility (MOF) Core Specification, Forschungsbericht, Object Management Group.
URL: <http://www.omg.org/docs/formal/06-01-01.pdf>
- OMG (2006c), Object Constraint Language, Forschungsbericht, Object Management Group.
URL: <http://www.omg.org/docs/formal/06-05-01.pdf>
- OMG (2006d), UML Profile for Modeling Quality of Service and Fault Tolerance Characteristics and Mechanisms, Forschungsbericht, Object Management Group.
URL: <http://www.omg.org/docs/formal/06-05-02.pdf>
- OMG (2007a), OMG Unified Modeling Language (OMG UML), Infrastructure, V2.1.2, Forschungsbericht, Object Management Group.
URL: <http://www.omg.org/docs/formal/07-11-04.pdf>
- OMG (2007b), OMG Unified Modeling Language (OMG UML), Superstructure, V2.1.2, Forschungsbericht, Object Management Group.
URL: <http://www.omg.org/docs/formal/07-11-02.pdf>
- Pacifici, G., Spreitzer, M., Tantawi, A. & Youssef, A. (2005), 'Performance Management for cluster-based Web Services', *IEEE Journal on Selected Areas in Communications* 25(9), 2333–2343.
- Pazel, D. P., Eilam, T., Fong, L. L., Kalantar, M., Appleby, K. & Goldszmidt, G. (2002), Neptune: A Dynamic Resource Allocation and Planning System for a Cluster Computing Utility, *in* 'Proceedings of the 2nd IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid', S. 57–64.

- Pham, H. (2000), *Software Reliability*, Springer.
- Ran, S. (2003), ‘A Model for Web Services Discovery With QoS’, *ACM SIGecom Exchanges* 4(1), 1–10.
- Rebouças, R., Sauvé, J., Moura, A., Bartolini, C. & Trasdour, D. (2007), A decision support tool to optimize scheduling of IT changes, in ‘Proceedings of the 10th IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management’, S. 343–352.
- Rodošek, G. D. (2002), A Framework for IT Service Management, Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Ross, S. M. (1990), *A Course in Simulation*, Collier Macmillan.
- Sahai, A., Machiraju, V. & Casati, F. (2002a), An Adaptive and Extensible Model for Managing Web Services and Business Processes, in ‘Proceedings of the Openview Conference’.
- Sahai, A., Machiraju, V., Ouyang, J. & Wurster, K. (2002b), Message Tracking in SOAP-based Web Services, in ‘Proceedings of the 8th IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium’, S. 33–47.
- Sahai, A., Machiraju, V., Sayal, M., van Moorsel, A. & Casati, F. (2002c), Automated SLA Monitoring for Web Services, in ‘Proceedings of the 13th IFIP/IEEE International Workshop on Distributed Systems’, S. 28–41.
- Sahai, A., Ouyang, J., Machiraju, V. & Wurster, K. (2001), BizQoS: Specifying and Guaranteeing Quality of Service for Web Services through Real Time Measurement and Adaptive Control, Forschungsbericht, Hewlett-Packard Labs.
- Sauvé, J., Marques, F., Moura, A., Jornada, M. S. J. & Radziuk, E. (2006a), Optimal Design of E-Commerce Site Infrastructure from a Business Perspective, in ‘Proceedings of the 39th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)’, S. 178c–178c.
- Sauvé, J., Marques, F., Moura, A., Sampaio, M., Jornada, J. & Radziuk, E. (2005), SLA Design from a Business Perspective, in ‘Proceedings of the 16th IFIP/IEEE International Workshop on Distributed Systems, Operations and Management’, S. 72–83.
- Sauvé, J., Moura, A., Jornada, J. & Radziuk, E. (2006b), An Introductory Overview and Survey of Business-Driven IT Management, in ‘Proceedings of the 1st IEEE/IFIP International Workshop on Business-Driven IT Management’, S. 1–10.
- Sauvé, J., Rebouças, R., Moura, A., Bartolini, C., Boulmakoul, A. & Trasdour, D. (2006c), Business-Driven Decision Support for Change Management: Planning and Scheduling of Changes, in ‘Proceedings of the 17th IFIP/IEEE International Workshop on Distributed Systems: Operations and Management’, S. 173–184.
- Sayal, M., Sahai, A., Machiraju, V. & Casati, F. (2003), ‘Semantic Analysis of E-Business Operations’, *Journal of Network and Systems Management* 11(1), 13–37.

- Sommerville, I. (2004), *Software Engineering*, 7. Aufl., Pearson Studium.
- Störrle, H. (2004), Semantics of UML 2.0 Activities, *in* 'Proceedings of the IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing'.
- Taylor, R. & Tofts, C. (2005), Death by a thousand SLAs: A short study of commercial suicide pacts, Forschungsbericht, Hewlett-Packard Labs.
- Tian, M., Gramm, A., Naumovicz, T., Ritter, H. & Schiller, J. (2003), A Concept for QoS Integration in Web Services, *in* 'Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Web Information Systems Engineering Workshops', S. 149–155.
- Tiwari, A., Vergidis, K. & Majeed, B. (2006), Evolutionary Multi-objective Optimization of Business Processes, *in* 'Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation', S. 3091–3097.
- Tomcat (2006), *The Apache Tomcat 5.5 Servlet/JSP Container*, Apache Software Foundation.
URL: <http://tomcat.apache.org/tomcat-5.5-doc/index.html>
- van der Hoek, A., Dincel, E. & Medvidović, N. (2003), Using Service Utilization Metrics to Assess the Structure of Product Line Architectures, *in* 'Proceedings of the 9th IEEE International Software Metrics Symposium', S. 298–308.
- Venkatasubramanian, N. & Nahrstedt, C. (1997), An Integrated Metric for Video QoS, *in* 'Proceedings of the 5th ACM international conference on Multimedia'.
- Vetter, J. S. & Reed, D. A. (1999), Managing Performance Analysis with Dynamic Statistical Projection Pursuit, *in* 'Proceedings of the ACM/IEEE Supercomputing Conference', S. 44–44.
- W3C (2001), Web Services Description Language (WSDL) 1.1, Forschungsbericht, World Wide Web Consortium.
URL: <http://www.w3.org/TR/2001/NOTE-wsdl-20010315/>
- W3C (2004), XML Schema Part 2: Datatypes Second Edition, Forschungsbericht, World Wide Web Consortium.
URL: <http://www.w3.org/TR/2004/REC-xmlschema-2-20041028/>
- W3C (2006a), Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fourth Edition), Forschungsbericht, World Wide Web Consortium.
URL: <http://www.w3.org/TR/2006/REC-xml-20060816/>
- W3C (2006b), Web Services Addressing 1.0 - Core, Forschungsbericht, World Wide Web Consortium.
URL: <http://www.w3.org/TR/2006/REC-ws-addr-core-20060509/>
- W3C (2007a), Web Services Description Language (WSDL) Version 2.0 Part 1: Core Language, Forschungsbericht, World Wide Web Consortium.
URL: <http://www.w3.org/TR/2007/REC-wsdl20-20070626/>

- W3C (2007b), Web Services Description Language (WSDL) Version 2.0 Part 2: Adjuncts, Forschungsbericht, World Wide Web Consortium.
URL: <http://www.w3.org/TR/2007/REC-wsdl20-adjuncts-20070626/>
- WBEM (2005), *WBEM Services. Java Web Based Enterprise Management*, Sun Microsystems.
URL: <http://wbemservices.sourceforge.net/>
- Yang, L., Schopf, J. M., Dumitrescu, C. L. & Foster, I. (2006), Statistical Data Reduction for Efficient Application Performance Monitoring, *in* ‘Proceedings of the 6th IEEE International Symposium on Cluster Computing and the Grid’, S. 327–334.
- Zeng, L., Benatallah, B., Dumas, M., Kalagnanam, J. & Sheng, Q. Z. (2003), Quality Driven Web Services Composition, *in* ‘Proceedings of the 12th international conference on World Wide Web’, S. 411–421.

Index

A

AAR.....**109**, 110
 Abbildung 14, 25, 33, 40, 49
 Abhängigkeit 11–14, 21, 34, 36, 43–45, 54,
 63, 64, 66, 67, 69, 71, 72, **76**, 77,
 78, 88, 92, 95, 98–100, 108, 117
 Abhängigkeitsfunktion.....63, 68,
 69, **71**, 72, 73, 77, 78, 82, 86, 95,
 108, 117, 118
 Aggregation . 34, 35, 42, 46, 69, 101, 105
 Aggregationsklasse 101
 Aktivität .. 27, 28, 36, 45, 65, 66, 68, 76,
 80, 87, 88, 93, 97, 98, 103, 111
 Aktivitätsdiagramm 36, 76
 Aktivitätsinstanz 98, 118
 Antwortzeit . 9, 10, 12–14, 42, 45–48, **49**,
 50, 54, 55, 58, 59, **60**, 61, 67, 68,
 79, **80**, 81, 88, 89, 108, 111, 117
 anwendungsbasiert 11, 12, 28
 Anwendungsebene 66
 Anwendungsfalldiagramm 92
 Anwendungskomponente . 11, 12, 24, 35,
 37, 65, 66, 98, 103, 104, 109
 Anwendungsserver ... 57, 91, 92, 94, 114
 Anwendungssystem 9, 10, 31, 35, 37
 Apache.....103
 Apache Tomcat 103
 Assoziation 21, 34, 35, 44, 63, 66, 69, 70,
 99–101, 104–106, 108
 Assoziationsinstanz.....105
 Assoziationsklasse 45, 100
 Attribut 16, 17, 26, 27, 40–42, 45, 47, 52,
 100, 105, 108, 109
 Aushandlung *siehe* Verhandlung
 Auslastung 48, 58–60

Axis Archiv.....*siehe* AAR
 Axis-Archiv 109
 Axis2.....103, 104, 109
 Axis2-Modul 104

B

Baumstruktur.....44, 100, 105, 108
 BDIM.....14, 39, **55**, 61
 BDIM-Metrik.....**55**, 56, 118
 BDIM-Modell ... **55**, 56, 57, 61, 63, 118
 berechenbar 10, 63, 68
 Berechenbarkeit 18
 Berechnungsvorschrift 13, 18, 39, 45, 54,
 68, 71, 72, 74, **77**, 78, 81, 83–87,
 89, 92, 100, 107–109, 118
 Boxplot 114
 BPEL22, **27**, 28, 36, 39, 64, 65, 103, 109,
 111
 BPEL-Engine.....27, 103
 BPEL-Prozess 93, 94
 Business Process Execution Language
 siehe BPEL
 Business-Driven IT Management .. *siehe*
 BDIM

C

Charakteristik . 9, 17, 41, 42, 46–48, **67**,
 68, 69, 71, 80, 100, **101**, 108
 Choreographie.....24
 Choreographieschicht 24
 CIM 32, **33**, 34, 91, 94, 95, 99, 100, 104,
 117
 CIM Metrics Models *siehe* Metrics Model
 CIM Object Manager *siehe* CIMOM
 CIM Server.....95

CIM-Provider 95
 CIM-Schema 33, 34, 44, 45, 99, 104
 CIMOM **33**, 104, 105
 Common Information Model. *siehe* CIM
 Common Model 44
 CORBA 21
 Core Model 34, 35

D

Data Warehouse 39, 40
 Datenbank 24, 57, 104, 109
 Dauer 82, 98, 103, 104
 Dienst 9, 17, 22–25, 27–30, 36, 37, 39–41, 51, 55–61, 65, 73, 83, 87, 88, 91–94, 96, 99, 103–110, 114, 117, 118
 Dienstaufwurf 92, 93, 96–98, 117, 118
 Dienstbeschreibung 10, 31, 64, 94
 Dienstebene 66
 Diensterbringung 9, 11, 17, 28, 83
 Dienstgüte 93, 98, 99
 Dienstimplementierung .. 92, 94, 98, 106
 Dienstinstantz 22, 93, 96, 119
 Dienstleister 9–11, 28–30, 95
 Dienstleistungsvereinbarung . *siehe* DLV
 Dienstmanagement 9, 22
 Dienstmetrik 54
 Dienstnehmer 9, 10, 95
 Dienstnutzung 11
 Dienstoperation 9, 36, 63, **66**, 68, 71, 73, 76, 79, 80, 82, 84–89, 91, 93, 98, 99, 104, 106, 107, 111, 112, 114, 119
 dienstorientierte Architektur . 12, 14, 15, 22, 23, 117
 Dienstqualität . 10, 11, 17, 29, 55, 87, 92
 Dimension ... 41, 42, 47, **67**, 68, 71, 100, 105, 106, 108, 109
 Dimensionsinstanz 105
 Dimensionswerte 105, 106, 108
 Distributed Management Task Forces *siehe* DMTF
 DLV . 9–11, 14, **28**, 29–31, 40, 56, 58–61, 91–93, 95, 96, 106, 109

DLV-Parameter 56, 59, 61
 DMTF 32
 Durchsatz 41, 46, 47, **50**, 55, 58–60
 Durchsatzverlust 59, 60

E

EBNF 33, 100, 108, 118
 Endpoint Reference *siehe* EPR
 Entwicklungsprozess 65, 91, 118
 Entwurfszeit 21, 45, 109
 EPR 27, 107
 erweiterte Backus Naur Form 33
 Evaluation 14, 37, 86, 87, 103, 109, **110**, 111, 112, 117–119
 Extensible Markup Language *siehe* XML

F

FCAPS 23
 Früherkennung 9
 Funktion 53, 65, 71–78, 89, 109
 funktionale Abhängigkeit 14, 63, **64**, 66, 69–71, 76, 77, 79, 80, 83–89, 91, 98, 99, 107
 Funktionalität .. 9, 12, 22–25, 28, 33, 35, 36, 52, 65, 66, 73, 76, 83, 84, 87, 91, 94, 104, 107, 109
 Funktionseinheit .. 12, 14, 45, 63, 65–67, 69, 70, 72, **73**, 74–77, 79–85, 87, 88, 99, 100
 Funktionsfähigkeit 51–53, 82, 110
 Funktionsmodell 31

G

general model of resource usage ... *siehe* GRM
 general resource model *siehe* GRM
 Geschäftsebene 10, 11, 55, 57
 Geschäftsmetrik 55–57, 61, 62
 Geschäftsprozess 11, 12, 24, 27, 55, 57–61, 63, 97
 Geschäftsprozess-Aktivität 45, 63, 79, 80, 92, 93, 97
 Geschäftsprozess-Metrik 57
 GRM **20**, 21, 42

I

IDE 103, 109
 IEEE 55
 IFIP 55
 Informationsmodell 31–33, 94
 Instandhaltbarkeit 52
 Instanz 15, 21, 33, 42, 44, 45, 65–71, 73,
 92, 93, 97, 99–101, 105, 106, 108
 Instrumentierung 43, 71, 74, 75,
 81, 82, 88, 89, 91, 92, 94, 96, 98,
 103, 110, 111, 114
 Integrität 52
 Intensitätsparameter 48
 Intervallskala 18
 IT Infrastructure Library *siehe* ITIL
 IT Service Management *siehe* ITSM
 IT-Management 9, 22, 55
 IT-business linkage 55
 IT-business linkage model *siehe*
 BDIM-Modell
 IT-Dienst 57–59
 IT-Management 22
 IT-Metrik 39, 55–57, 62
 ITIL 28
 ITSM 55

J

JAR 109, 110
 Java 103, 104, 109, 111
 Java Database Connectivity *siehe* JDBC
 Java Logging Framework 103
 Java-Archiv *siehe* JAR
 JDBC 104, 109
 JDeveloper 103, 109

K

Kardinalskala 19
 Kategorie. 41, 42, 46, **68**, 100, **101**, 105,
 108
 Kategorieinstanz 105
 Kategoriewert 68
 Kennzahl 10, 17, 18, 60, 85
 Kerndienst 23, 24
 key performance indicator ... *siehe* KPI

Klasse 18, 27, 34, 35, 42–46, 57,
 60, 61, 66, 67, 69, 100, 103–105,
 108, 109
 Klassendiagramm 16, 30, 33, 34, 64
 klassifikatorische Skala 18
 Kommunikationsmodell 31
 Komponentendiagramm .. 23, 36, 93, 97
 Komponentenfunktion 63, 65,
66, 67, 71, 76, 79, 80, 84–88, 98,
 108, 111, 112, 114
 Komposition 24
 Kompositionsassoziation 67
 Kompositionsschicht 24
 Kontextinformation. 87, 92, 93, 103, 118
 Korrelation 113, 114, 118
 Korrelationskoeffizient 113, 115
 KPI 10

L

Latenz 41, 46–49, 54, 81
 Laufzeit 9, 14, 22, 28, 30, 37, 43, 45,
 69–73, 77, 82, 83, 91, 92, 94, 95,
 98–100, 104, 105, 108, 118
 Laufzeiteigenschaft 10, 16, 22, 43–46
 Laufzeitinformation ... 44, 70, 91–95, 98,
 104, 109
 linkstotal 73, 74

M

Managed Object Format *siehe* MOF
 Managementarchitektur 31–33, 94
 Managementdisziplin 22, 23
 Managementinformation 31, 94
 Managementobjekt 9, 31, 33, 34
 maschinenverarbeitbar 9, 74, 118
 MDA 64
 mean time between failures *siehe* MTBF
 mean time to failure *siehe* MTTF
 mean time to repair *siehe* MTTR
 Messdaten 18, 112–115, 119
 Messinstrument 40
 Messreihe 111, 113, 115
 Messwert 18, 111, 112
 Meta Object Facility *siehe* MOF

Metaklasse 16, 41–43, 66, 69
 Metamodell 15, 16, 33, 39, 41, 54, 61, 62, 118
 Metrics Model... 34, **44**, 45, 69, 99, 100, 117
 Metrik 10–14, 18, 29, 31, 39, 40, 45, **46**, 47, 48, 50, 51, 53–56, 63, 64, 67–82, 86, 87, 93, 95, 96, 98–100, 104–106, 108, 117
 Metrik-Definition 10
 Metrikabhängigkeit .. 11, 13, 14, 63, **64**, 66–70, 76, 77, 79, 80, 86, 91, 95, 99, 100, 117, 118
 Metrikabhängigkeitsbaum 105, 108
 Metrikabhängigkeitsmodell ... 12–14, 41, **63**, 64–67, 69, 74, 79, 91, 96, 99, 110, 111, 117, 118
 Metriktyp 99
 Metrikwert 12, 14, 37, 43, 45, 55, 58, 61, 68, 71–73, 75–77, 82, 85, 92, 93, 95, 96, 100, 106–108, 118
 model driven architecture... *siehe* MDA
 Modellgetriebene Architekturs *siehe* MDA
 MOF **15**, 16, **33**, 104
 MTBF **53**, 60
 MTTF **53**, 81, 82
 MTTR **53**, 60, 81, 82
 MySQL 104, 109

N

Nachricht .. 25–27, 32, 48, 49, 54, 81, 94
 Nachrichtenaustausch 26, 27, 32, 39
 Netzmanagement 9, 22
 Netzwerkzeit 49, 50
 Nominalskala 18

O

OASIS 27
 Object Constraint Language. *siehe* OCL
 Object Management Group. *siehe* OMG
 OCL **16**, 69, 100
 OMG 15, 33
 Ordinalskala 18
 Organisationsmodell 31, 32

P

Paketdiagramm 46
 Parallelsystem 77, 83, 84
 Parameter 17, 22, 40, 47, 48, 56, 104–106, 108
 Performance 10, 13, 14, 42, 46–48, 61, 68, 79, **85**, 89, 117
 Performancemetrik 12–14, 39, 46, **47**, 54, 69, 70, **79**, 85, 86, **87**
 Präsentationsschicht 24
 prototypische Implementierung 103, 104
 Prozess 13, 22, 27, 28, 36, 39, 66, 87, 109
 Prozessaktivität 44, **65**, 87, 92
 Prozessebene 11, 28, 65
 Prozesslogik 36, 37, 89, 103
 Prozessmanagement . 92, 93, 95, 99, 107
 Prozessmetrik 54
 prozessorientiert 11
 Prozessqualität 11, 14, 37, 39, 117

Q

QoS **17**, 19–21, 40, 43, 100, 101, 105, 106, 108, 109
 QoS-Charakteristik 41, 42
 QoS-Dimension 42
 QoS-Erweiterung 99–101, 104
 QoS-Kategorie 40, 42
 QoS-Metamodell 40–44
 QoS-Metrik 46
 QoS-Profil **40**, 42, 43, 46, 54, 64, 67, 68, 100, 109, 117, 118
 QoS-Rahmenwerk 40
 QoS-Wert 42, 43
 Qualität 11, 17, 21, 22, 28, 39, 40, 42, 54, 73
 Qualitätsschwankungen 9
 Qualitätswert 72–75
 Quality of Service *siehe* QoS

R

Rahmenwerk 17, 19, 20, 31, 33
 RAID 50
 Rangskala 18
 Reaktionszeit 50, 81

rechtseindeutig 73, 74
 Relation 41, 42, 72–74, 82, 106, 107
 Reparaturdauer 53, 82
 Ressource 9, 20–24, 30, 31, 35, 44, 48–50,
 54, 55, 57, 58, 60, 61, 81, 88, 95
 Ressourceninstanz 21
 Ressourcenklasse 57, 60, 61, 76, 85
 Ressourcenparameter 40, 48
 Ressourcenzeit . 49, 80, 81, 88, 108, 109,
 111, 112, 114
 Rolle 28–31, 58, 96

S

Schicht 28, 63, 64
 Schichtenarchitektur 24
 Schichtenprinzip 63
 Schnittstelle 9, 23, 25–30, 36, 66, 93–97,
 103, 104, 106, 107, 109
 Schnittstellenoperation 26, 27, 104
 Schwellwert . 10, 58, 59, 61, 96, 106, 107,
 109
 Sensoren 103, 111
 Sequenzdiagramm 16, 97
 Seriensystem 77, 83–85
 Service Level Agreement *siehe* SLA
 Service Level Management .. *siehe* SLM
 Service Level Objective *siehe* SLO
 Service-Oriented Architectures *siehe* SOA
 Sicherheit 52
 Skala 18
 SLA 28, 56
 SLM 28, 29
 SLO ... 29, 31, 56, 61, 92, 93, 95, 96, 98,
 106, 107, 109
 SOA 12–14, 22, 23, 24, 28, 63, 64, 66, 79,
 91, 118
 SOA-Schicht 65
 SOAP-Engine 94, 97
 SOAP-Nachricht 97
 SPT-Profil 19, 20, 42, 62
 Systemmanagement 9, 22
 Systemparameter 48

T

Topologische Skala 19
 ToR 13, 36, 37
 ToR-Prozess . 13, 35, 36, 87, 89, 92, 103,
 107, 109, 111
 ToR-Szenario 13–15, 35,
 36, 37, 63, 66, 71, 87, 88, 91, 92,
 103, 104, 107–110, 118
 Transcript of Records *siehe* ToR

U

Übertragungszeit 48, 49, 81, 88, 89, 111
 Überwachung . 10, 11, 13, 14, 17, 22, 28,
 29, 31, 37, 40, 43, 69, 87, 91–93,
 95–99, 104, 117, 119
 Überwachungsarchitektur 13,
 14, 91, 92–94, 99, 103, 104, 107,
 110, 117, 118
 UML 15, 16, 19, 20, 30, 33, 43
 UML Profile for Modeling Quality of Ser-
 vice and Fault Tolerance Charac-
 teristics and Mechanisms . *siehe*
 QoS-Profil
 UML Profile for Schedulability, Perfor-
 mance, and Time Specification
 siehe SPT-Profil
 UML-Diagramm 15, 16, 43
 UML-Erweiterung 43, 118
 UML-Metamodell 15, 16
 UML-Modell 15, 16
 UML-Profil ... 16, 19, 40, 43, 46, 64, 118
 Unified Modeling Language . *siehe* UML
 Unit of Work *siehe* UoW
 UoW 44, 45, 69, 71, 95, 98–100, 106–108
 UoW-Definition 45, 69, 70, 105, 108

V

Varianz 42, 114
 Verarbeitungszeit 49, 50, 67, 68, 81
 Verfügbarkeit 10,
 12–14, 45, 46, 51, 52–55, 58–61,
 63, 67, 68, 70, 71, 74, 79, 81, 82,
 83, 84, 85, 98, 108, 117
 Verhältnisskala 18

Verhandlung.....29
 Verteilungsdiagramm109
 Vertraulichkeit 52
 virtuellen Maschine *siehe* VM
 VM 109

W

Warteschlangentheorie 61
 Wartezeit 49, **50**, 54, 81, 111, 112
 WBEM.....94
 WBEM-Architektur . **32**, 33, 95, 99, 117
 Web Service Level Agreement *siehe*
 WSLA
 Web Services Agreement Specification
 siehe WS-Agreement
 Web Services Description Language*siehe*
 WSDL
 Web Services Flow Language.....*siehe*
 WSFL
 Web-Based Enterprise Management*siehe*
 WBEM
 Webservice 23, **24**, 25–28, 35, 47, 49, 93,
 97, 103, 104, 107, 109
 WS-Addressing Endpoint References*siehe*
 EPR
 WS-Agreement.....**29**, 30, 95, 106
 WS-Resource 30
 WSDL 22, **24**, 25, 26, 29, 31, 36, 39, 64,
 94, 103, 104
 WSFL.....39
 WSLA 29

X

XML 24–27, 33, 35, 106
 XML-Datei.....103
 XML-Element106
 XML-Schema ... 25, 26, 28–30, 104, 106

Z

Zuverlässigkeit.....51, 52
 Zuverlässigkeitstheorie 77, 83