

Fakultät für Informatik

Name der promotionsführenden Einrichtung

IT-Architektur für die digitale Hochschule

Titel der wissenschaftlichen Abhandlung

Johann Christian Anton Pongratz

Vorname und Name

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Informatik
der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)
genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Prof. Dr. Hans-Joachim Bungartz

Prüfende der Dissertation:

1. Prof. Dr. Dr. h.c. Arndt Bode

2. Prof. Dr. Johann Schlichter

Die Dissertation wurde am 09.10.2017 bei der Technischen Universität München eingereicht
und durch die Fakultät für Informatik am 10.11.2017 angenommen.

Zusammenfassung

Digitale Technologien sind Katalysatoren um bestehende Prozesse effizienter zu gestalten, erlauben an Hochschulen gänzlich neue Möglichkeiten in Lehre, Forschung und Verwaltung und verändern unsere Gesellschaft tiefgreifend.

Diese Arbeit leistet einen Beitrag dazu, die IT-Architektur der Domäne Hochschule im Kontext der Digitalisierung idealtypisch weiterzuentwickeln. Basierend auf den Rahmenbedingungen und Bedarfen an deutschen Hochschulen werden aktuelle Herausforderungen abgeleitet und anhand der Fallstudie Technische Universität München (TUM) untersucht. In einem umfassenden Ansatz werden hierbei neben dem Schwerpunkt Campus Management auch die Themenfelder IT-Strategie, IT-Governance, Digitalisierung der Lehre, IT-Sicherheit, Datenschutz, IT-Support und die geplante Fortentwicklung anhand der TUM Agenda IT betrachtet.

Die Analysen zum an der TUM unter dem Namen TUMonline maßgeschneidert weiterentwickelten Campus-Management-System CAMPUSonline der Technischen Universität Graz beinhalten den Funktionsumfang, das Berechtigungsmodell, die Systemlandschaft und die organisatorische Einbettung.

Der hohe Integrationsgrad des so entstandenen Systems TUMonline wird anhand der Vielzahl der angebundenen Quell- und Zielsysteme deutlich und dient anderen Hochschulen als Benchmark. Die bedarfsorientierte Weiterentwicklung wird durch regelmäßige qualitative und quantitative Evaluationen, Regelkreise und eine entsprechende Governancestruktur sichergestellt. Exemplarisch wird eine Studierendenbefragung mit 6.261 Teilnehmenden detailliert ausgewertet.

Aufbauend auf den Erkenntnissen der Fallstudie und den Bedarfen und Herausforderungen an deutschen Hochschulen wird eine zukunftsweisende IT-Architektur für die digitale Hochschule vorgestellt.

Abstract

Digital technologies are catalysts to make existing processes more efficient. They facilitate new capabilities and opportunities in higher education teaching as well as research, administration and are changing our society profoundly.

This thesis contributes to the development of the information technology (IT) architecture of Higher Education Institutions (HEIs) in the context of digitization. Based on the framework conditions and needs of German HEIs, current challenges are derived and examined using the case study of the Technical University of Munich (TUM). In addition to the focus on campus management, special emphasis lays on the areas of IT strategy, IT governance, digitalization of teaching, IT security, data protection, IT support, and the further development based on the TUM Agenda IT.

The analysis of the campus management system CAMPUSonline of the Technical University of Graz, used at TUM as enhanced software under the name TUMonline, includes the scope of functions, the roles and rights model, the system landscape and the organizational embedding.

The large number of connected source and target systems demonstrates the high level of integration of TUMonline. This fact serves as a benchmark for other HEIs. The demand-oriented further development is ensured by regular qualitative and quantitative evaluations, control cycles and a corresponding governance structure. As an example, a student survey with 6,261 participants is evaluated in a detailed manner.

Reassuring the findings of the case study, the needs and challenges at German HEIs are elaborated and a future-oriented IT architecture for the digital Higher Education Institution is presented.

Meiner Familie

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. Arndt Bode für die fachliche Betreuung und seine langjährige Unterstützung mit Rat, Tat und Motivation bei meinen vielfältigen Aufgaben, unterschiedlichen Rollen und Funktionen. Auch erinnere ich mich sehr gerne an die Zeit an seinem Lehrstuhl, die spannenden Projekte und die bis heute fortgeführten fachlichen Gespräche.

Herrn Prof. Dr. Johann Schlichter möchte ich sehr für seine wertvollen Anregungen danken und dafür, dass er als Zweitgutachter dieser Arbeit fungiert. Ein weiterer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Hans-Joachim Bungartz für die Übernahme des Vorsitzes der Prüfungskommission.

Bei Frau Prof. Dr. Sabine Rathmayer möchte ich mich herzlich für die fachlichen Diskurse, ihr stets offenes Ohr und den motivierenden Zuspruch bedanken.

Mein innigster Dank gebührt meinen Eltern, meiner Frau Svenja und unseren Kindern Johann, Janosch und Justus, welche ob des Fortschritts dieser Arbeit mitfieberten und mir – soweit irgend möglich – stets den Rücken freihielten.

Zu guter Letzt möchte ich mich bei allen Weggefährten und Freunden bedanken, welche mich auf einem kürzeren oder auch längeren Stück meiner Promotion begleitet, begeistert oder auch inspiriert haben. Dazu gehören natürlich auch die (teils ehemaligen) Kolleginnen und Kollegen vom LRR, LRZ und ITSZ.

München, im September 2017

Hans Pongratz

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis.....	VII
Abkürzungsverzeichnis.....	IX
1 Einleitung.....	1
1.1 Motivation.....	1
1.2 Ziel und Aufbau dieser Arbeit	3
2 Informationssysteme für die digitale Hochschule	5
2.1 Begriffsklärung	5
2.1.1 Abgrenzung Informationssysteme und Anwendungssysteme	6
2.1.2 Integrierte Informationssysteme	6
2.1.2.1 Integrationsebenen	6
2.1.2.2 Integrationsmodelle	7
2.1.3 Domänenspezifische Informationssysteme	8
2.1.3.1 Betriebliche Informationssysteme	8
2.1.3.2 Hochschulinformationssysteme.....	8
2.2 Rahmenbedingungen und Bedarfe an deutschen Hochschulen.....	9
2.2.1 Bologna-Prozess	9
2.2.2 Steigende Studierendenzahlen	11
2.2.3 Hochschulrankings	12
2.2.3.1 Academic Ranking of World Universities	13
2.2.3.2 Times Higher Education World University Rankings.....	14
2.2.4 Digitalisierung.....	15
2.2.4.1 Infrastruktur	15
2.2.4.2 Forschung	17
2.2.4.3 Lehre.....	19
2.2.4.4 Verwaltung	21
2.2.5 Kernprozesse und studentischer Lebenszyklus.....	23
2.2.6 Qualitätssicherung von Bachelor- und Masterstudiengängen	25

2.3	Campus-Management-Systeme	27
2.3.1	Funktionsübersicht	27
2.3.1.1	Studierendenperspektive	27
2.3.1.2	Organisationsperspektive	29
2.3.2	TU9: Analyse und Empfehlungen zum Einsatz von CMS.....	33
2.3.2.1	TU9-Marktanalyse	34
2.3.2.2	TU9-Wirtschaftlichkeitsanalyse.....	35
2.3.3	Entwicklung der TU9-Universitäten	36
2.3.4	CMS-Anbieter TU9-Hochschulen.....	40
2.3.4.1	CAS Software AG	40
2.3.4.2	Datenlotsen Informationssysteme GmbH	40
2.3.4.3	HIS Hochschul-Informationssystem eG (vormals GmbH).....	41
2.3.4.4	SAP SE	41
2.3.4.5	Technische Universität Graz.....	42
2.3.4.6	Exkurs: PRIMUSS-Verbund	42
2.3.5	Einsatz von CMS an deutschen Hochschulen.....	42
2.4	Herausforderungen	47
2.4.1	Rechtliche Herausforderungen	48
2.4.2	Organisatorische Herausforderungen.....	50
2.4.3	Technische Herausforderungen	51
2.4.4	Fachliche Herausforderungen	54
2.4.5	Integrationssebene	54
2.5	Zusammenfassung.....	55
3	Fallstudie Technische Universität München	57
3.1	Die Technische Universität München (TUM)	57
3.2	IT-Strategie und IT-Governance	58
3.2.1	IT-Governance	59
3.2.1.1	Chief Information Officer	59
3.2.1.2	CIO/IO-Gremium	61
3.2.1.3	IT-Servicezentrum	62
3.2.1.4	Leibniz-Rechenzentrum.....	63
3.2.2	Grundlegende IT-Projekte	64

3.2.2.1	Einführung SAP R/3 (SAP@TUM)	64
3.2.2.2	Berichtswesen (BW@TUM).....	66
3.2.2.3	Schaffung IuK-Infrastruktur (IntegraTUM).....	67
3.2.2.4	E-Learning (elecTUM).....	71
3.2.2.5	Einführung Campus-Management-System (CM@TUM).....	74
3.3	Campus-Management-System TUMonline.....	79
3.3.1	Systemüberblick	80
3.3.2	Funktionsumfang.....	81
3.3.3	Berechtigungsmodell.....	85
3.3.4	Systemlandschaft und Schnittstellen	86
3.3.4.1	Empfohlene Systemlandschaft Betrieb CAMPUSonline	86
3.3.4.2	CAMPUSonline-Schnittstellen	88
3.3.4.3	TUMonline als Zielsystem	88
3.3.4.4	TUMonline als Quellsystem	90
3.3.4.5	An TUMonline angebundene Quell- und Zielsysteme	92
3.3.4.6	Exkurs: Weitere an TUMonline angebundene Systeme	95
3.3.5	Organisatorische Einbettung.....	97
3.3.6	Evaluationen.....	101
3.3.6.1	Erstsemesterumfrage Wintersemester 2009/10	101
3.3.6.2	SEBIS-Miniprojekt 2010.....	102
3.3.6.3	Qualitative Befragungen ab 2010	103
3.3.6.4	Studierendenbefragung Wintersemester 2013/14	106
3.3.6.5	Studiengangsbefragungen	116
3.4	Digitalisierung der Lehre	118
3.4.1	Organisatorische Verortung E-Learning.....	118
3.4.2	Zentrale Lernplattform und weitere E-Learning Werkzeuge.....	119
3.4.2.1	Anbindung an das Campus-Management-System.....	120
3.4.2.2	Digitaler Semesterapparat	121
3.4.3	Massive Open Online Courses (MOOCs).....	121
3.4.4	Academic & Learning Analytics	123
3.5	IT-Sicherheit und Datenschutz	123
3.5.1	Kategorisierungsmodell schützenswerte Daten im Hochschulbereich	125

3.5.2	Zentrales IT-Sicherheitsmeldewesen	126
3.5.3	Sensibilisierungskampagnen und Beratung	127
3.6	IT-Support	128
3.7	TUM Agenda IT	129
3.8	Exkurs: De-Mail	130
3.9	Zusammenfassung	131
4	IT-Architektur für die digitale Hochschule	133
4.1	Begriffsklärung	133
4.2	Hygienefaktor Informationstechnologie	134
4.3	Nutzerorientierte IT-Architektur	135
4.3.1	Architekturprinzipien	137
4.3.2	Leitlinien	138
4.4	Zusammenfassung	139
5	Zusammenfassung und Ausblick	141
5.1	Zusammenfassung	141
5.2	Ausblick	142
6	Literaturverzeichnis	145

In dieser Arbeit verwendete geschlechtsbezogene Formulierungen beziehen sich auf Frauen und Männer in gleicher Weise.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Informationssystem als Mensch-Maschine-System	5
Abbildung 2.2: Abgrenzung Informationssystem und Anwendungssystem	6
Abbildung 2.3: Integration von Informationssystemen	7
Abbildung 2.4: Entwicklung der Anzahl der Studiengänge in Deutschland 2005–2016	10
Abbildung 2.5: Entwicklung der Studierendenzahlen in Deutschland 2001–2015	11
Abbildung 2.6: EuroTech Universities Alliance Vorschlag zu Science 2.0: European Research Cloud Services	18
Abbildung 2.7: Digitalisierte Lernelemente und -formate	19
Abbildung 2.8: Prozessmodell einer Hochschule	24
Abbildung 2.9: Studentischer Lebenszyklus	25
Abbildung 2.10: Stellenwert von CMS bei Akkreditierungsverfahren in Deutschland.....	26
Abbildung 2.11: Prozesse und Funktionen aus Studierendensicht	28
Abbildung 2.12: Prozesse und Funktionen aus Organisationssicht	29
Abbildung 2.13: „Welche Systeme kommen zur Unterstützung im Student Lifecycle zum Einsatz?“	43
Abbildung 2.14: Herausforderungen bei der Einführung und dem Betrieb von IS	47
Abbildung 3.1: Leitmotiv „Digitale Hochschule“	58
Abbildung 3.2: Übersicht Organisationsstruktur IT-Servicezentrum, Stand Mai 2016	63
Abbildung 3.3: Projektstruktur SAP@TUM	65
Abbildung 3.4: TUM SAP-Systemarchitektur Stand 2016	66
Abbildung 3.5: Übersicht der zehn Teilprojekte von IntegraTUM	68
Abbildung 3.6: TUM Systemlandschaft bis Mai 2009	70
Abbildung 3.7: TUM Systemlandschaft nach der Migration	71
Abbildung 3.8: E-Learning Strategie der TUM.....	72
Abbildung 3.9: Auszutauschende Objekte zwischen CLIX und HIS-GX POS & LSF	73
Abbildung 3.10: Projektorganisation CM@TUM.....	75
Abbildung 3.11: Übersicht maximal Integration CMS – LMS ohne IDM-Aspekte	76
Abbildung 3.12: Umsetzung erste Stufe der Integration CMS – LMS im Rahmen CM@TUM	77
Abbildung 3.13: Anbindung Fakultätssystem.....	77
Abbildung 3.14: Startseite TUMonline im neuen Webdesign.....	79
Abbildung 3.15: TUMonline persönliche Visitenkarte studentischer Testbenutzer Minnie Maus	82
Abbildung 3.16: TUMonline Ansicht Organisation Fakultät für Informatik stud. Testbenutzer Minnie Maus	82
Abbildung 3.17: Empfohlene Systemlandschaft für Hochverfügbarkeitsbetrieb CAMPUSonline	87
Abbildung 3.18: Keyuserstruktur TUMonline, Stand Juli 2016	98
Abbildung 3.19: Auszug EvaSys-Auswertung Erstsemesterumfrage Wintersemester 2009/10	102

Abbildung 3.20: Struktur TUMonline-Support, Stand 2011	105
Abbildung 3.21: Empfohlene Warteschlangenstruktur TUMonline-Anfragen.....	105
Abbildung 3.22: Studierendenbefragung Wintersemester 2013/14: Häufigkeit Nutzung TUMonline.....	107
Abbildung 3.23: Studierendenbefragung Wintersemester 2013/14: Bewertung Unterstützung durch TUMonline	107
Abbildung 3.24: Studierendenbefragung Wintersemester 2013/14: Verständnisschwierigkeiten bei Nutzung	108
Abbildung 3.25: Studierendenbefragung Wintersemester 2013/14: Ärgern über TUMonline	108
Abbildung 3.26: Studierendenbefragung Wintersemester 2013/14: Verlinkung Netzspeicher	110
Abbildung 3.27: Studierendenbefragung Wintersemester 2013/14: Verlinkung Webmailer	110
Abbildung 3.28: Studierendenbefragung Wintersemester 2013/14: Anbindung LMS	114
Abbildung 3.29: Studierendenbefragung Wintersemester 2013/14: Integration in die Gesamtinfrastruktur ...	114
Abbildung 3.30: Abschnitt TUMonline des Rahmenfragebogens Studiengangsbefragung (deutsch)	116
Abbildung 3.31: Abschnitt IT-Ausstattung des Rahmenfragebogens Studiengangsbefragung (deutsch)	117
Abbildung 3.32: Aufgabenfelder Medienzentrums der TUM, Stand 2016	119
Abbildung 3.33: Entwicklung der Anzahl der aktiven Lehrveranstaltungen im TUM LMS.....	120
Abbildung 3.34: Prozess Auskunftersuchen nach Artikel 10 BayDSG an der TUM.....	124
Abbildung 3.35: Kategorisierungsmodell schützenswerte Daten im Hochschulbereich	126
Abbildung 3.36: TUM Agenda IT, Stand Oktober 2016	130
Abbildung 3.37: Einsatzmöglichkeiten De-Mail	131
Abbildung 4.1: Einordnung IT-Architektur in den strategischen Gesamtkontext einer Hochschule	133
Abbildung 4.2: Schichtenmodell IT-Architektur	135
Abbildung 4.3: Schichtenmodell nutzerorientierte IT-Architektur im Gesamtkontext einer Hochschule	137

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Gewichtete Indikatoren des ARWU-Hochschulrankings	13
Tabelle 2.2: Subject Rankings Methodology	14
Tabelle 2.3: Studierenden-Wachstum der TU9-Universitäten zw. WS 2007/08, WS 2013/14 und WS 2016/17 .	37
Tabelle 2.4: Übersicht integrierte Campus-Management-Systeme TU9-Hochschulen, Stand März 2017	38
Tabelle 3.1: Entwicklung der SAP Nutzerkonten an der TUM.....	65
Tabelle 3.2: TUMonline Liste der Applikationen persönliche Visitenkarte Studierendensicht.....	84
Tabelle 3.3: TUMonline Applikationsliste Studierendensicht der Organisationsvisitenkarte Fakultät Informatik	85
Tabelle 3.4: An TUMonline angebundene Quellsysteme, Stand Oktober 2016	89
Tabelle 3.5: An TUMonline angebundene Zielsysteme, Stand Oktober 2016	91
Tabelle 3.6: DPV-Werkzeuge – Priorisierung ausgewählter Funktionalitäten	104
Tabelle 3.7: Im Rahmen von MOOCs@TUM geförderte MOOCs der TUM	122

Abkürzungsverzeichnis

APIs	Application Programming Interfaces	ITIL	Information Technology Infrastructure Library, IT Infrastructure Library
ARWU	Academic Ranking of World Universities	ITSZ	IT-Servicezentrum der TUM
AS	Anwendungssystem	IuK	Information und Kommunikation
BAdW	Bayerischen Akademie der Wissenschaften	Java EE	Java Enterprise Edition
BayDSG	Bayerisches Datenschutzgesetz	KMK	Kultusministerkonferenz der Länder, Kultusministerkonferenz
BayEGovG	Bayerisches E-Government-Gesetz	LDAP	Lightweight Directory Access Protocol
BDSG	Bundesdatenschutzgesetz	LMS	Lernmanagementsystem
BITV	Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung	LRZ	Leibniz-Rechenzentrum der BAdW
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung	MOOC	Massive Open Online Course
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur	MWN	Münchner Wissenschaftsnetz
CAZ	Cyber-Allianz-Zentrum Bayern	NAS	Network Attached Storage
CERT	Computer Emergency Response Team	OWA	Outlook Web App
CIO	Chief Information Officer	PaaS	Platform-as-a-Service
CMS	Campus-Management-System	PL/SQL	Procedural Language/Structured Query Language
CMT	Campus-Management-Team	RBG	Rechnerbetriebsgruppe
CRM	Customer-Relationship-Management	REST	Representational state transfer
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft	SaaS	Software-as-a-Service
DFN	Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e. V.	SOA	Serviceorientierten Architekturen
DFN AAI	DFN Authentifikations- und Autorisierungs-Infrastruktur Föderation	SOAP	Simple Object Access Protocol
DMS	Dokumentenmanagementsystem	SSO	Single Sign-On
DoSV	Dialogorientierte Serviceverfahren	THE	Times Higher Education
DPV	Dezentrale Prüfungsverwaltung	TOB	TUMonline-Beauftragter
EGovG	E-Government-Gesetz	TTS	Trouble-Ticket-System
ERP	Enterprise-Resource-Planning	TU9	TU9 German Institutes of Technology e. V.
EWR	Europäischer Wirtschaftsraum	UrhG	Urheberrechtsgesetz
GUI	Benutzeroberfläche	VG Wort	Verwertungsgesellschaft Wort
HRK	Hochschulrektorenkonferenz	vhb	virtuelle hochschule bayern
HStatG	Hochschulstatistikgesetz	XML	Extensible Markup Language
HTML	Hypertext Markup Language	XSD	XML Schema Definition
laaS	Infrastructure-as-a-Service	ZIT	Abteilung Zentrale Informationstechnik des ITSZ
IO	Information Officer	ZKI	Zentren für Kommunikation und Informationsverarbeitung in Lehre und Forschung e. V.
IS	Informationssystem	ZKI AK CMZKI	Arbeitskreis Campus Management

1 Einleitung

1.1 Motivation

Der Einsatz digitaler Technologien ist omnipräsenter Innovationsmotor des 21. Jahrhunderts und verändert unsere Gesellschaft tiefgreifend. Die sogenannte Digitalisierung hat sich zum Megatrend entwickelt. Sie steht nicht nur für die Überführung von analogen Informationen in digitale Informationen, sondern für einen Transformationsprozess, welcher mit der Erfindung des mechanischen Webstuhls Ende des 17. Jahrhunderts, der Industrialisierung Anfang des 19. Jahrhundert und den jeweils damit einhergehenden Produktivitätsschüben gleichgesetzt wird.

Digitale Informationen zeichnen sich heutzutage durch die zeit- und ortsunabhängige Nutzbarkeit und die nahezu grenzkosten- und verlustfreie Reproduzier- und Weiterverarbeitbarkeit aus. Sie ermöglichen neue Anwendungs- und Kooperationszenarien, Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsnetzwerke. Klassische Arbeitsweisen, Methoden und Prozesse ändern sich nachhaltig im Kontext der Digitalisierung und der damit verbundenen ubiquitären Vernetzung über das Internet. In Abhängigkeit des jeweiligen Blickwinkels, des Inertialsystems, der individuellen Technikaffinität und der betrachteten Zeitskala kann die Digitalisierung als kontinuierlicher, evolutionärer Prozess oder aber als disruptive Entwicklung wahrgenommen werden.

Im Rahmen des Festaktes „50 Jahre Informatik in München“ am 12. Mai 2017 wurde der ersten Vorlesungsreihe „Einführung in die Informationsverarbeitung“ von Prof. Dr. Friedrich L. Bauer gedacht, welche ab dem Wintersemester 1967/68 an der Technischen Universität München als Teil des damals neueingeführten Studiengangs Informationsverarbeitung stattfand und den Begriff „Informatik“ einführte (Bode et al. 2017, S. 139). Informatik als Wissenschaft der Information und deren maschineller Verarbeitung spielt seither eine immer zentralere Rolle (Broy 2017, S. 197).

Im Rückblick hat sich neben den verfügbaren Rechen- und Speicherkapazitäten vor allem die Vernetzung und Internetfähigkeit der Endgeräte stark weiterentwickelt: 1984 ging die erste E-Mail in Deutschland ein (Oversohl 2009), wobei das damals noch junge Internet vor allem akademischen Institutionen und Forschungseinrichtungen vorbehalten war. Für den Nachrichtenaustausch im Heimgebrauch waren in dieser Zeit Mailboxnetze, wie z.B. das MausNet (Keukert et al. 1996) oder das FidoNet (Bush 1992) im Einsatz. Das World Wide Web wurde 1991 der Öffentlichkeit vorgestellt, ihm gingen nationale Bildschirmtext (BTX) Lösungen voran (Maurer 2015).

Eine Trendwende setzte vor 10 Jahren mit der Vorstellung des ersten Apple iPhones auf der Technikmesse MacWorld 2007 in den USA (Beier 2007) und der Einführung des Apple App Store als internationale Vertriebsplattform für Anwendungssoftware für mobile Endgeräte

(Apple Inc. 14.07.2008) ein. Neben dem bemerkenswerten wirtschaftlichen Erfolg – Apple zufolge wurden seit Beginn bis Juni 2017 mehr als 70 Milliarden US-Dollar über den eigenen App Store an App-Entwickler ausgezahlt (Apple Inc. 01.06.2017) – ermöglichte der Apple App Store durch die für Nutzende sehr einfache Funktionsweise damals fast ausschließlich zum Telefonieren verwendete Endgeräte als nahezu universelle mobile Rechenmaschinen zu verwenden, welche nahezu beliebigen Programmcode ausführen und neben meist hochwertigen Mikrofonen und Kameras auch eine Vielzahl an Sensoren beinhalten. Im Herbst 2007 folgte Mitbewerber Google mit dem Android Market, heute Google Play Store (Android Developers Blog 2008). Parallel dazu stehen aufgrund neuer Zugangstechnologien für den mobilen Internetzugang immer größere und günstigere Bandbreiten zur Verfügung. Bereits 2014 gaben im Rahmen einer repräsentativen Umfrage in Deutschland im Auftrag des Branchenverbandes Bitkom nahezu drei Viertel der Befragten an, dass Computer, Smartphone und Internet unverzichtbar für sie geworden sind (bitkom 04.12.2014).

Die geschilderten Entwicklungen betreffen Hochschulen in besonderem Maße, da sich sowohl die Lehrinhalte, Forschungsmethoden und Arbeitsweisen im Kontext der Digitalisierung der einzelnen Fachdisziplinen weiterentwickeln, als auch zeitgemäße Infrastrukturen für Lehre, Forschung und Verwaltung aufgebaut, betrieben und stetig fortzuentwickeln sind.

Prof. Dr. Johanna Wanka, Bundesministerin für Bildung und Forschung, sieht große Chancen für die digitale Hochschullehre und unterstreicht den allgemeinen Bildungsauftrag im Kontext der Digitalisierung: „Digitale Kompetenz ist im 21. Jahrhundert – ebenso wie Lesen, Schreiben und Rechnen – eine Kulturtechnik, die für ein selbstbestimmtes Leben, berufliches Wirken und gesellschaftliche Teilhabe unabdingbar ist.“ (Wanka 2017)

In diesem Zusammenhang legen aktuelle Studien nahe, dass die Studierenden selbst nur bedingt Treiber des digitalen Wandels an Hochschulen sind. Eine Sonderauswertung des CHE Hochschulranking für die deutschen Hochschulen mit einer Stichprobe von über 27.000 Rückmeldungen von Studierenden aus 153 Hochschulen und 11 Studienfächern stellte große Unterschiede zwischen der Nutzung von digitalen Medien sowohl zwischen den einzelnen Studienfächern, als auch zwischen Hochschulen im gleichen Studienfach fest. Auch lässt sich der persönliche Einsatzgrad im Privaten nicht auf den Hochschulalltag übertragen (Persike und Friedrich 2016). Dem Monitor Digitale Bildung zufolge sind Studierende „keine digitalen Enthusiasten“ (Schmid et al. 2017, S. 34) und er führt aus: „Es trifft auf jeden Fall nicht zu, dass Studierende allein wegen ihrer allgemein verbreiteten Nutzung des Internets, sozialer und mobiler Medien auch beim Lernen und Studieren digitale Medien und Formate präferieren.“ (Schmid et al. 2017, S. 34–35).

Der Grad der Digitalisierung einer Organisation manifestiert sich auch anhand der in Informationssystemen modellierten Geschäftsprozesse. Informationssysteme, deren Zusammenspiel und die IT-Architektur der Organisation als Ganzes, spielen eine zentrale Rolle. Die Kultusministerkonferenz (KMK) betont dies auch in ihrer Ende 2016 beschlossenen Strategie „Bildung

in der digitalen Welt“ und fordert die Hochschulen auf, individuelle digitale Agenden zu entwickeln und zur Profilschärfung der jeweiligen Hochschule zu nutzen (KMK 2016c, S. 50).

Zur Erarbeitung einer kritischen Bestandsaufnahme der an deutschen Hochschulen im Einsatz befindlichen IT-Systeme zur Unterstützung der Geschäftsprozesse im Kontext des studentischen Lebenszyklus hat die 38. Amtschefskommission „Qualitätssicherung in Hochschulen“ der KMK im September 2016 die Arbeitsgruppe „Campus-Management-Systeme“ eingesetzt, welche bis Anfang 2017 eine detaillierte schriftliche Befragung durchführte. Die deutschlandweiten Handlungs-, Informations- und Abstimmungsbedarfe werden daraus deutlich.

Der Themenkomplex Campus Management wurde von 2012 bis 2014 als alleroberste Priorität in der von Zentren für Kommunikation und Informationsverarbeitung in Lehre und Forschung e. V. (ZKI) bis 2014 jährlich durchgeführten Mitgliederumfrage ermittelt (ZKI 2014).

Auch die Hochschulrektorenkonferenz (HRK) hat Campus-Management-Systeme als einen der zentralen Bausteine einer digitalen Infrastruktur an Hochschulen als Zukunftsaufgabe in ihrem Papier „Eckpunkte zur Rolle und zu den Herausforderungen des Hochschulsystems“ vom Oktober 2016 identifiziert und unterstreicht die notwendige Nachhaltigkeit (HRK 2016b, S. 8).

1.2 Ziel und Aufbau dieser Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit ist der Entwurf einer IT-Architektur für die digitale Hochschule, welcher anhand von aktuellen Rahmenbedingungen, Bedarfen, Herausforderungen und einer umfangreichen Fallstudie zur IT-Entwicklung an der Technischen Universität München mit dem Schwerpunkt Campus Management abgeleitet wird und erstmalig ein vollständiges Bild des Gesamtkomplexes moderne, forschungsstarke Universität und deren Bedarfe dargestellt. Hauptaugenmerke liegen auf einer stark nutzerorientierten und medienbruchfreien Abbildung der Geschäftsprozesse und der nahtlosen Einbindung von weiteren IT-Diensten auf allen Ebenen des Schichtenmodells.

Diese Arbeit gliedert sich in fünf Kapitel. Neben der Definition grundlegender Begriffe im Bereich der Informationssysteme erfolgt in Kapitel 2 ein Überblick über aktuelle Rahmenbedingungen und Bedarfe an deutschen Hochschulen in Bezug auf den Bologna-Prozess, steigende Studierendenzahlen, Hochschulrankings und die Digitalisierung der Bereiche Infrastruktur, Forschung, Lehre und Verwaltung. Die Geschäftsprozesse von Hochschulen werden anhand des studentischen Lebenszyklus und eines Prozessmodells vorgestellt. Darauf aufbauend werden Campus-Management-Systeme als domänenspezifische Informationssysteme eingeführt und zentrale Prozesse und Funktionsweisen aus Studierenden- und Organisationsperspektive erläutert. Die Markt- und Wirtschaftlichkeitsanalysen des TU9-Verbundes werden anhand des Stands der jeweiligen Einführungsprojekte, ausgewählter Anbieter von integrierten Campus-Management-Systemen und der Studierendenzahlen vorgestellt. Herausforderungen bei der Einführung und dem Betrieb von Informationssystemen werden mittels eines eigenen Kategorisierungsmodells ausgeführt.

Kapitel 3 umfasst eine detaillierte Fallstudie zur Technischen Universität München (TUM), welche neben dem Schwerpunkt Campus Management auch die Genese der IT-Strategie, IT-Governance und grundlegende IT-Projekte der Hochschule umfasst. Aufbauend auf einem Systemüberblick werden der Funktionsumfang, das Berechtigungsmodell, die Systemlandschaft und die organisatorische Einbettung des an der TUM unter dem Namen TUMonline eingeführten und maßgeschneidert weiterentwickelten Campus-Management-Systems CAMPUSonline der Technischen Universität Graz dargestellt und der Integrationsgrad des so entstandenen Systems in die Gesamtinfrastruktur der Hochschule analysiert. Exemplarisch wird die Konzeption und Modellierung der Schnittstelle zwischen TUMonline und der zentralen Lernplattform Moodle vorgestellt. Die bedarfsorientierte Weiterentwicklung des Systems wird anhand von qualitativen und quantitativen Evaluationen und Regelkreisen sichergestellt. Beispielhaft wird eine quantitative Studierendenbefragung mit über 6.200 Teilnehmenden ausgewertet. Weitere Themenfelder der Fallstudie sind: Digitalisierung der Lehre, IT-Sicherheit, Datenschutz, IT-Support, De-Mail und die geplante Fortentwicklung anhand der TUM Agenda IT.

Als Fazit aus den Erkenntnissen aus der Literatur und der Fallstudie TUM wird als Kern der Arbeit die nutzerorientierte IT-Architektur für die digitale Hochschule in Kapitel 4 vorgestellt und anhand eines Schichtenmodells in den Gesamtkontext einer Hochschule gesetzt. Die IT-Architektur wird auf der Grundlage einer Literaturanalyse, Begriffsklärung und der Einführung des Hygienefaktors Informationstechnologie in Anlehnung an die Zwei-Faktor-Theorie von Herzberg hergeleitet. Sie berücksichtigt die in den vorherigen Kapiteln vorgestellten Strukturen, Rahmenbedingungen und Bedarfe an deutschen Hochschulen. Die fünf erarbeiteten Architekturprinzipien Deduplizierung, ganzheitlicher Ansatz, Identitätsmanagement, IT-Governance und IT-Sicherheit & Datenschutz werden neben fachlichen, organisatorischen und technischen Leitlinien als Handlungsempfehlungen zur Ausgestaltung der IT-Architektur ausgeführt.

In Kapitel 5 wird abschließend die Arbeit zusammengefasst und ein Ausblick auf zukünftige Forschungsfragen, Entwicklungen und Herausforderungen geben.

2 Informationssysteme für die digitale Hochschule

Dieses Kapitel dient der Motivation, Erklärung und Definition grundlegender Begriffe im Bereich der Informationssysteme (IS) und gibt einen Überblick über Bedarfe, Einsatzszenarien und Herausforderungen im Kontext von IS an Hochschulen.

2.1 Begriffsklärung

IS sind Teil der Informationsinfrastruktur einer Organisation. Sie dienen der Verarbeitung, Beschaffung, Verteilung und Produktion von Informationen bzw. Daten. Sie werden als sozio-technische bzw. „Mensch-Maschine“-Systeme bestehend aus menschlichen und maschinellen Komponenten definiert (Lehner et al. 2008, S. 42; Krcmar 2010, S. 27; WKWI 1994, S. 80). Abbildung 2.1 zeigt die Zusammenhänge und Beziehungen der Komponenten von IS. Die Komponente Mensch steht für die Nutzer des IS. Die Komponente Maschine unterteilt sich in einen Hardware-Teil mit dessen Hilfe das IS betrieben wird und einen Software-Teil (Anwendung), welcher für die Daten und Prozesse des IS steht. Die Prozess-Komponente kann wiederum in Funktionen und Verbindungen zwischen den Funktionen unterteilt werden (Krcmar 2010, S. 28).

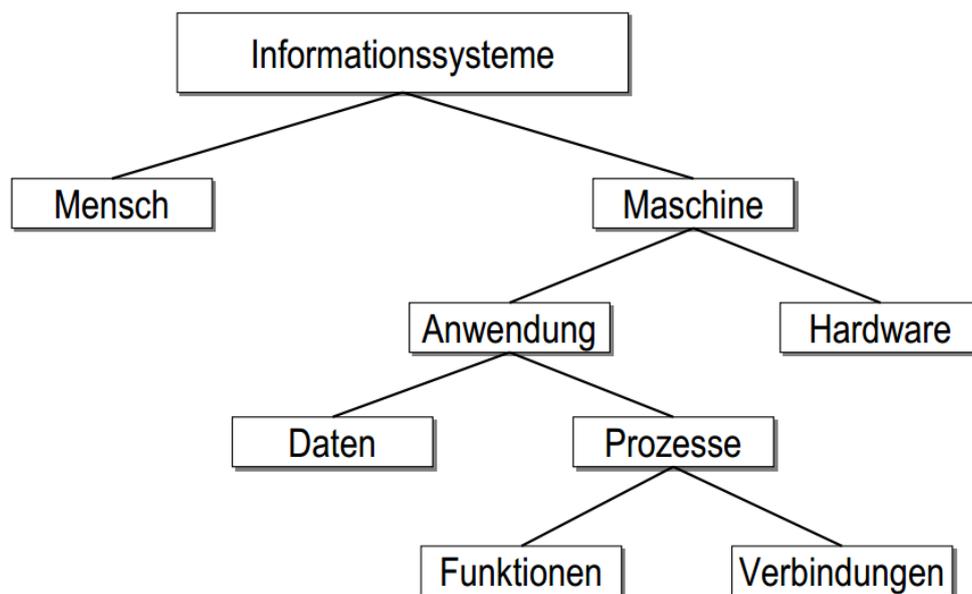


Abbildung 2.1: Informationssystem als Mensch-Maschine-System
[Quelle: (Krcmar 2010, S. 28)]

Seit den 1990er Jahren werden IS vor allem in Unternehmen eingeführt und betrieben. Aber auch Hochschulen setzen inzwischen eine Vielzahl an unterschiedlichen IS ein. Konkrete Ausprägungen sind Systeme für die Bereiche Finanz- und Rechnungswesen, Warenwirtschaft, Personalwirtschaft, Forschungsmanagement oder Campus Management.

Die folgenden Unterkapitel dienen der Begriffsabgrenzung und geben einen knappen Überblick über die umfassende Rolle von Informationssystemen, mögliche Integrationsebenen & -modelle und domänenspezifische Implementierungen.

2.1.1 Abgrenzung Informationssysteme und Anwendungssysteme

Bereits 1994 wurden IS als soziotechnische Systeme bezeichnet, welche nach wirtschaftlichen Kriterien eingesetzt werden und eine optimale Bereitstellung von Information und Kommunikation zum Ziel haben (WKWI 1994, S. 80).

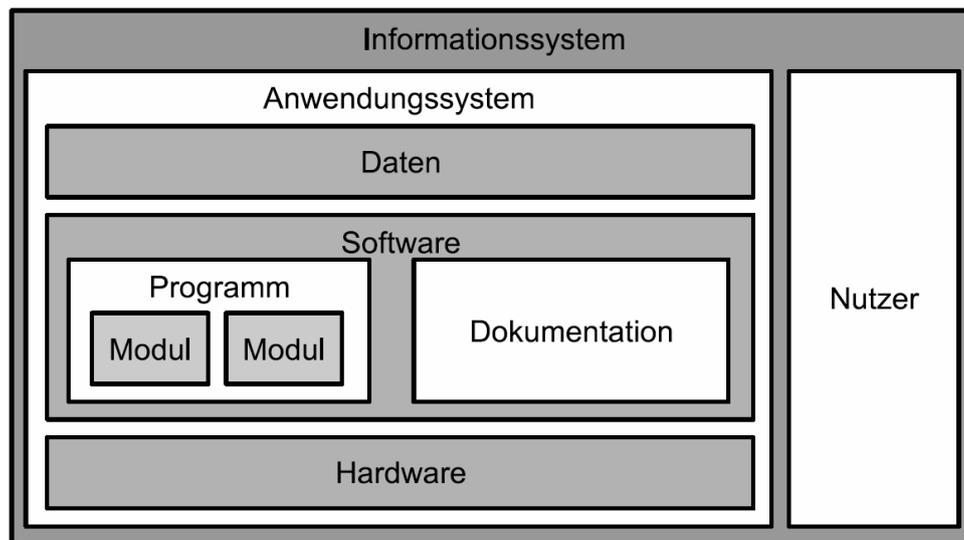


Abbildung 2.2: Abgrenzung Informationssystem und Anwendungssystem
[Quelle: (Lehner et al. 2008, S. 42)]

Umgangssprachlich werden Informationssysteme oft mit Anwendungssystemen (AS) gleichgesetzt, dies ist aber nicht zutreffend. Abbildung 2.2 grenzt die Begriffe AS und IS voneinander ab – beim IS werden als soziotechnischem System die Nutzer zusätzlich zu den Komponenten Hardware, Software und Daten in die Betrachtung eingeschlossen. AS werden hier als Teilkomponente von IS gesehen.

2.1.2 Integrierte Informationssysteme

IS werden als integriert bezeichnet, wenn sie sowohl auf technischer Ebene als auch auf Geschäftsprozessebene mit dem Ziel der Erhöhung der organisatorischen Effektivität und Effizienz möglichst optimal aufeinander abgestimmt und weitestgehend automatisiert sind (Lehner et al. 2008, S. 194).

2.1.2.1 Integrationsebenen

Die Integration kann sich auf Daten, Funktionen, Prozesse oder auch Programme / Benutzeroberflächen (GUI) beziehen (Krcmar 1991, S. 5; Rossak 2013, S. 31–37). Konzeptionell kann zwischen der horizontalen und der vertikalen Integration bzw. zwischen der Funktions- und der Datenintegration unterschieden werden. Die Begriffe horizontal und vertikal im Sinne der Integrationsrichtung beziehen sich auf das Organigramm einer Organisation. Somit steht zum

Beispiel die horizontale Integration für die Optimierung auf Abteilungs- oder Bereichsebene. Bei der vertikalen Integration wird der Detaillierungsgrad über die verschiedenen Ebenen hinweg aufeinander abgestimmt (Lehner et al. 2008, S. 47). Die Funktionsintegration fasst arbeitsteilige Prozesse bzw. Funktionen und Verbindungen zusammen. Die Datenintegration stellt ein einheitliches Datenmodell in den Vordergrund und hat die Vermeidung redundanter Daten zum Ziel. Abbildung 2.3 zeigt in Anlehnung an (Mertens 2013, S. 14–23) die Differenzierung nach Integrationsreichweite, Automationsgrad und Integrationszeitpunkt. Die Reichweite einer Integration eines IS kann in bereichsweit, bereichsübergreifend, organisationsweit und organisationsübergreifend eingeteilt werden. Der Automationsgrad kann in vollautomatisiert und teilautomatisiert unterschieden werden. Arbeitet bei der Vollautomatisierung der Integration das IS selbstständig, agiert bei der Teilautomatisierung der Mensch mit dem IS. Der Integrationszeitpunkt unterscheidet zwischen einer Stapel- und einer Echtzeitverarbeitung. Bei der Stapelverarbeitung werden im Gegensatz zur Echtzeitverarbeitung die Daten nicht ad hoc, sondern nur zu bestimmten Zeitpunkten verarbeitet.

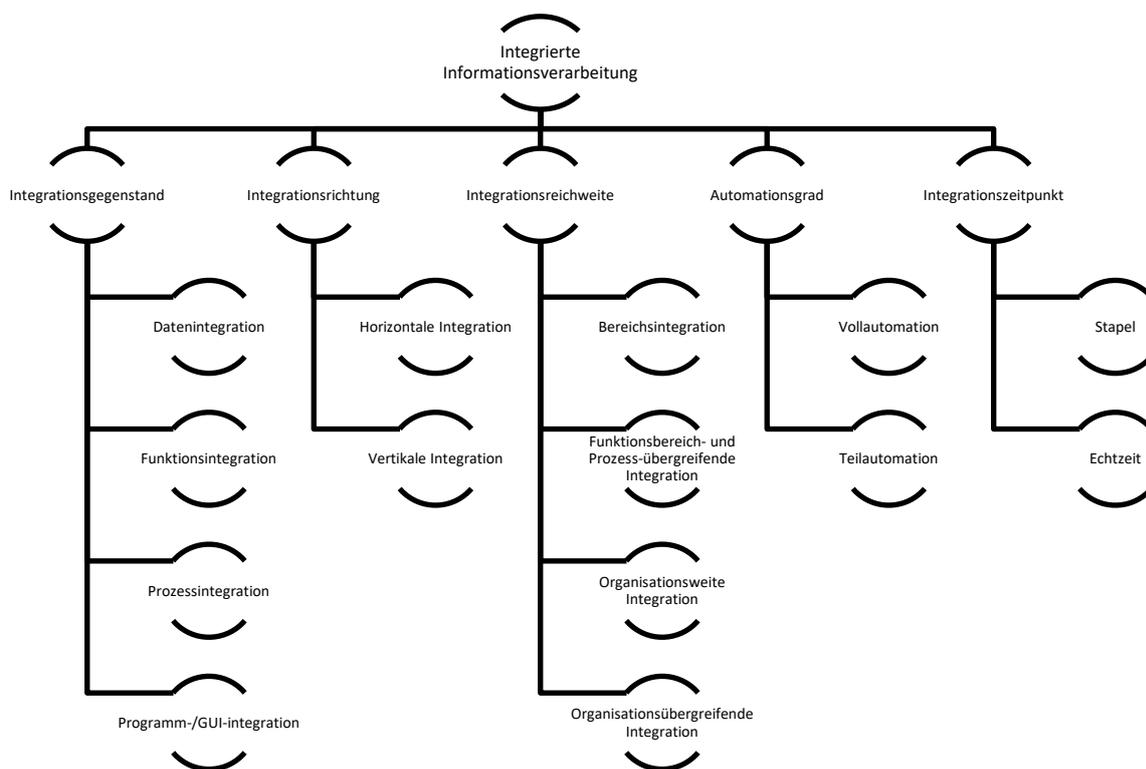


Abbildung 2.3: Integration von Informationssystemen
[Quelle: in Anlehnung an (Mertens 2013, S. 14)]

2.1.2.2 Integrationsmodelle

Für betriebliche Informationssysteme wurden in der Vergangenheit bereits eine Reihe an Integrationsmodellen vorgestellt, welche unterschiedliche Integrationsansätze verfolgen. Zu den bekanntesten Modellen in der deutschen Literatur gehören die „Architektur Integrierter Informationssysteme“ (ARIS) von Scheer (Scheer 1992) und das „Semantische Objektmodell“ (SOM) von Ferstl & Sinz (Ferstl und Sinz 1990). Für einen Vergleich der Modelle sei auf Mertens

& Holzner (Mertens und Holzner 1992, S. 22) verwiesen, dort werden diese und weitere Integrationsansätze anhand der Modellreichweite, der betrieblichen Wertschöpfungskette, des Zwecks, der Systematik und des Integrationsgegenstands diskutiert. Jüngere Ansätze zur Integration nutzen gekapselte Dienste, sog. Webservices, welche über standardisierte Internetprotokolle kommunizieren und als Softwarekomponente bestimmte, genau definierte und dokumentierte Funktionalitäten anbieten (Mertens et al. 2012, S. 25). Der Zugriff kann per Simple Object Access Protocol (SOAP) gesteuert werden. Webservices bilden die Grundlage von Serviceorientierten Architekturen (SOA). Diese bestehen aus lose gekoppelten, klar definierten Services, welche Nachrichten über standardisierte Schnittstellen austauschen (Mertens 2013, S. 15).

2.1.3 Domänenspezifische Informationssysteme

Domänenspezifische Informationssysteme tragen der Komplexität spezieller Anforderungen einer Fachdomäne Rechnung. Dazu gehören betriebliche Informationssysteme, Hochschulinformationssysteme, medizinische Informationssysteme (Haas 2005) oder auch Informationssysteme für Fahndungs- (Europäische Kommission 2013) und Ermittlungsarbeiten (Zöller 2002). Im Folgenden werden nur die beiden erst genannten Domänen aufgrund des direkten Bezugs auf diese Arbeit knapp vorgestellt.

2.1.3.1 Betriebliche Informationssysteme

Betriebliche IS sollen einen möglichst hohen Beitrag zum Unternehmenserfolg leisten. Dies kann in Form der Erhöhung der Produktivität, Steigerung der Qualität der betrieblichen Leistungen oder durch die Effizienzsteigerung von Prozessen erfolgen. Messbar ist der Erfolg zum Beispiel durch konkrete Produktivitätssteigerungen oder Kostensenkungen. Ausprägungen von betrieblichen IS sind Systeme zur betrieblichen Planung, Steuerung und Überwachung von Geschäftsprozessen, Materialflüssen, Ressourcen und Informationen. Beispielhaft seien Systeme zur Personalverwaltung, zum Finanz- und Rechnungswesen und zur Warenbewirtschaftung genannt.

2.1.3.2 Hochschulinformationssysteme

Hochschulinformationssysteme sind domänenspezifische IS, welche anhand von speziellen Anforderungen aus dem Hochschulumfeld entwickelt wurden. Dazu gehört die IT-Unterstützung bei der Durchführung von akademischen Aufgaben in den Bereichen Lehre, Forschung und Verwaltung. Kernfunktionalitäten sind Studierenden-, Prüfungsverwaltung und das akad. Berichtswesen. Eine besondere Herausforderung für Hochschulinformationssysteme ist der hohe Autonomiegrad von Hochschulen in Deutschland und die damit verbundene Vielfalt bei der Gestaltung der Geschäftsprozesse. Für einen quantitativen Überblick über die Domäne: In Deutschland waren laut statistischem Bundesamt im Wintersemester (WS) 2015/16 2,8 Mio. Studierende (Statistisches Bundesamt 2016b) an den 426 deutschen Hochschulen immatrikuliert. Diese gliedern sich in 107 Universitäten, 6 Pädagogische Hochschulen, 16 Theologische Hochschulen, 52 Kunsthochschulen, 215 Fachhochschulen und 30 Verwaltungsfachhochschulen (Statistisches Bundesamt 2016a).

2.2 Rahmenbedingungen und Bedarfe an deutschen Hochschulen

Der sogenannte Bologna-Prozess hat zu einem Strukturwandel und anhand der vielfältigen Dokumentations- und Qualitätssicherungspflichten auch zu einem gestiegenen Verwaltungsaufwand geführt. Die Hochschulrektorenkonferenz (HRK) hat Beispiele für eine kreative Nutzung des Bologna-Prozesses als Reformmittel an Hochschulen in der Publikation „Kreative Vielfalt“ (Kirchgeßner 2010) veröffentlicht. Weitere Einflussfaktoren, welche die Einführung und nachhaltige Fortentwicklung von IS an Hochschulen vorantreiben sind die steigende Studierendenzahlen, die Beteiligung an Hochschulrankings und wachsende Digitalisierungsbedarfe in den Bereichen Infrastruktur, Forschung, Lehre und Verwaltung. Damit verbunden sind die Modellierung von Kernprozessen, des studentischen Lebenszyklus und die Qualitätssicherung von Bachelor- und Masterstudiengängen. Die folgenden Unterkapitel geben einen Überblick über die Rahmenbedingungen und Bedarfe an deutschen Hochschulen.

2.2.1 Bologna-Prozess

Der 1999 in Gang gesetzte Bologna-Prozess hat die Schaffung eines einheitlichen europäischen Hochschulraums zum Ziel. Kernaspekte sind die Förderung der internationalen Mobilität der Studierenden, die Harmonisierung von Studienabläufen und Studienabschlüssen, die Qualitätssicherung, die Steigerung der Beschäftigungsfähigkeit der Absolventinnen und Absolventen und der Ausbau des lebenslangen Lernens. Dies soll durch die Einführung von Bachelor- und Masterstudiengängen, mehr Transparenz über Studieninhalte und Leistungen und die EU-weite Anerkennung von Studienabschnitten und Studienabschlüssen erreicht werden. Stand 2017 beteiligen sich 48 Staaten am Bologna-Prozess und bilden den damit verbundenen Europäischen Hochschulraum, jüngstes Mitglied ist Weißrussland (KMK/BMBF 2004; BMBF 2017; Bundesregierung 2015; KMK 2016a). Die EU umfasst Stand 2017 28 Staaten (Bundesregierung 2017).

Die Zuständig- und Verantwortlichkeiten sind in Deutschland aufgrund des Föderalismus über die Ebenen Hochschule, Länder und Bund verteilt (KMK/BMBF 2004, S. 3) und machen intensive Abstimmungen notwendig. Seit 1999 wurden sukzessive Diplom- und Magisterstudiengänge auf modularisierte Bachelor- und Masterstudiengänge mit studienbegleitenden Prüfungen umgestellt. Staatlich geregelte Studiengänge mit Abschluss Staatsexamen (Medizin, Pharmazie, Rechtswissenschaften, Tiermedizin, Zahnmedizin) sind davon allerdings bis auf einige Pilotversuche ausgenommen. Lehramtsstudiengänge führen in einigen Bundesländern bereits zu Bachelor- bzw. Masterabschlüssen.

Deutschlandweit waren im WS 2013/14 87,4% aller Studiengänge Bachelor oder Master (Bundesregierung 2015, S. 10), im WS 2016/17 stieg der Anteil auf 91,1% (HRK 2016c). Abbildung 2.4 zeigt die Entwicklung der Anzahl der Studiengänge in Deutschland im Zeitraum 2005–2016, jeweils zum Wintersemester. Die Zahlen basieren auf dem HRK-Hochschulkompass. Für die Jahre vor 2004 gibt es keine Angabe zur Anzahl der Diplom-, Magister- und übrigen Studiengänge in Deutschland. Es ist festzuhalten, dass die Anzahl der Studienangebote in Deutschland

im Zeitraum von 2005 bis 2016 insgesamt um 65,1% gestiegen ist. Aufgrund der fehlenden Daten vor 2004 kann aber keine Aussage bzgl. einer etwaigen Verdoppelung (ein Diplomstudiengang wird in einen Bachelor- und einen Masterstudiengang umgewandelt) getroffen werden.

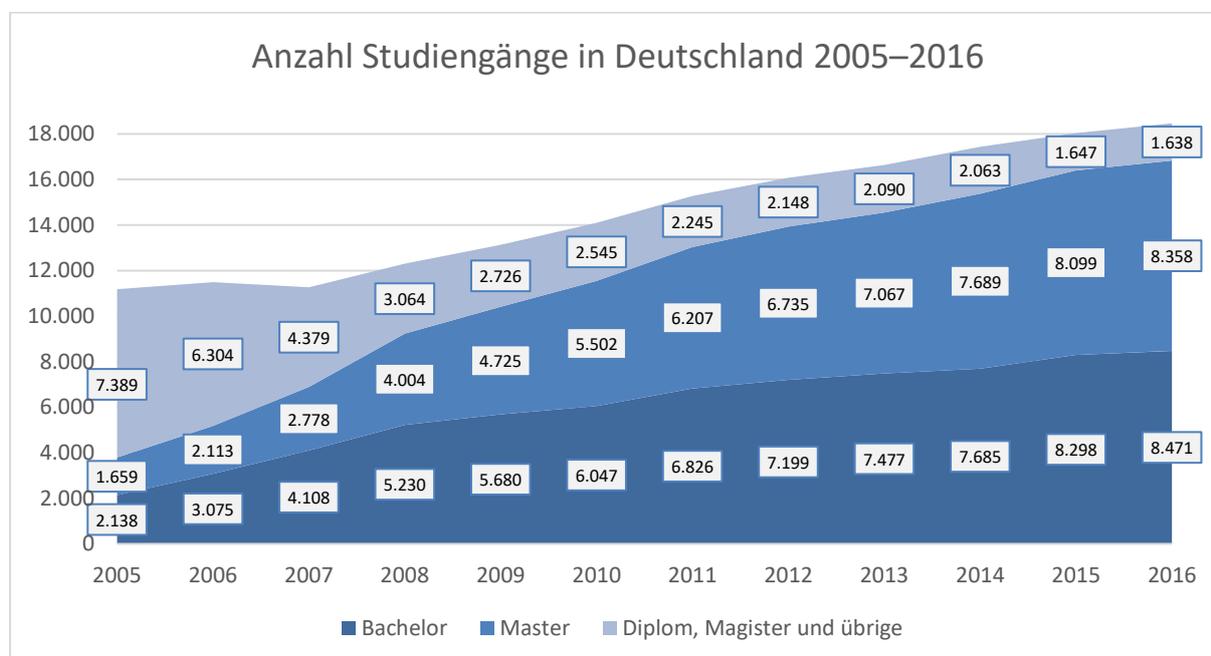


Abbildung 2.4: Entwicklung der Anzahl der Studiengänge in Deutschland 2005–2016
[Quelle: eigene Darstellung anhand (HRK 2016c, S. 9 und S. 34–35)]

Aufgrund der neuen Anforderungen im Rahmen des Bologna-Prozesses erhöhte sich die Dokumentationspflicht der Hochschulen erheblich. Auch wurden die Umsetzungsmaßnahmen im Laufe der Jahre weiterentwickelt und sind in der Folge von den Hochschulen abzubilden. Bachelor- und Masterstudiengänge müssen modularisiert und mit an den studentischen Arbeitsaufwand geknüpften Leistungspunkten, auch ECTS-Credits bzw. Credits genannt, versehen sein (Technische Universität München 2010c). Ein Bachelorstudium umfasst mindestens 180 und maximal 210 Credits, ein Masterstudium zwischen 60 und 120 Credits. Pro Semester wird ein Umfang von ca. 30 Credits angesetzt.

Module sind Bausteine, welche aus inhaltlich und zeitlich aufeinander abgestimmten Lehrveranstaltungen und Prüfungen bestehen. Der Umfang eines Moduls sollte nicht kleiner als 5 Credits sein. Die Modulbeschreibung dokumentiert die inhaltliche Ausgestaltung eines Moduls. Ein Modulhandbuch umfasst alle Modulbeschreibungen eines Studiengangs. Studierende erhalten über das Transcript of Records (ToR) ihre Studienleistungen nach einem europaweiten Standard dokumentiert. Das Dokument umfasst besuchte Lehrveranstaltungen und Module mit Semesterangabe, Credits und erzielten Noten. Ab 2005 wurde die Vergabe des Diploma Supplements (DS) „ohne besonderen Antrag und kostenlos“ (KMK/BMBF 2004, S. 10) an alle Absolventinnen und Absolventen beschlossen. Das DS beschreibt in englischer Sprache und in einheitlicher Struktur die durch das erfolgreiche Studium erlangten Qualifikationen. Zusätzlich

zum eigentlichen Zeugnis mit Informationen zu Prädikat und Gesamtnote, sowie Note und Thema der Bachelor- bzw. Masterarbeit gehört eine Urkunde über den erreichten akademischen Grad und ein Notenspiegel (Grading Tabelle) zu den Abschlussdokumenten. Die Grading Tabelle dokumentiert die relative Einordnung des Prädikats und der Gesamtnote des Studierenden im Vergleich zu den Studienleistungen anderer Absolventinnen und Absolventen desselben Studiengangs.

Erste Erfolge der geplanten Förderung der internationalen Mobilität von Studierenden im Rahmen des Bologna-Prozesses lassen sich anhand der steigenden Zahl von ausländischen Studierenden in Deutschland messen. Im folgenden Abschnitt wird die Entwicklung der Studierendenzahlen in Deutschland kurz dargestellt.

2.2.2 Steigende Studierendenzahlen

Abbildung 2.5 zeigt die Anzahl der Studierenden in Deutschland im Zeitraum 2001–2015 im jeweiligen WS. Im WS 2006/07 waren rund 2,0 Mio. Studierende an deutschen Hochschulen eingeschrieben. Bis WS 2015/16 stieg die Zahl der Studierenden auf ca. 2,8 Mio., dies entspricht einem Wachstum von 39% innerhalb von 10 Jahren.

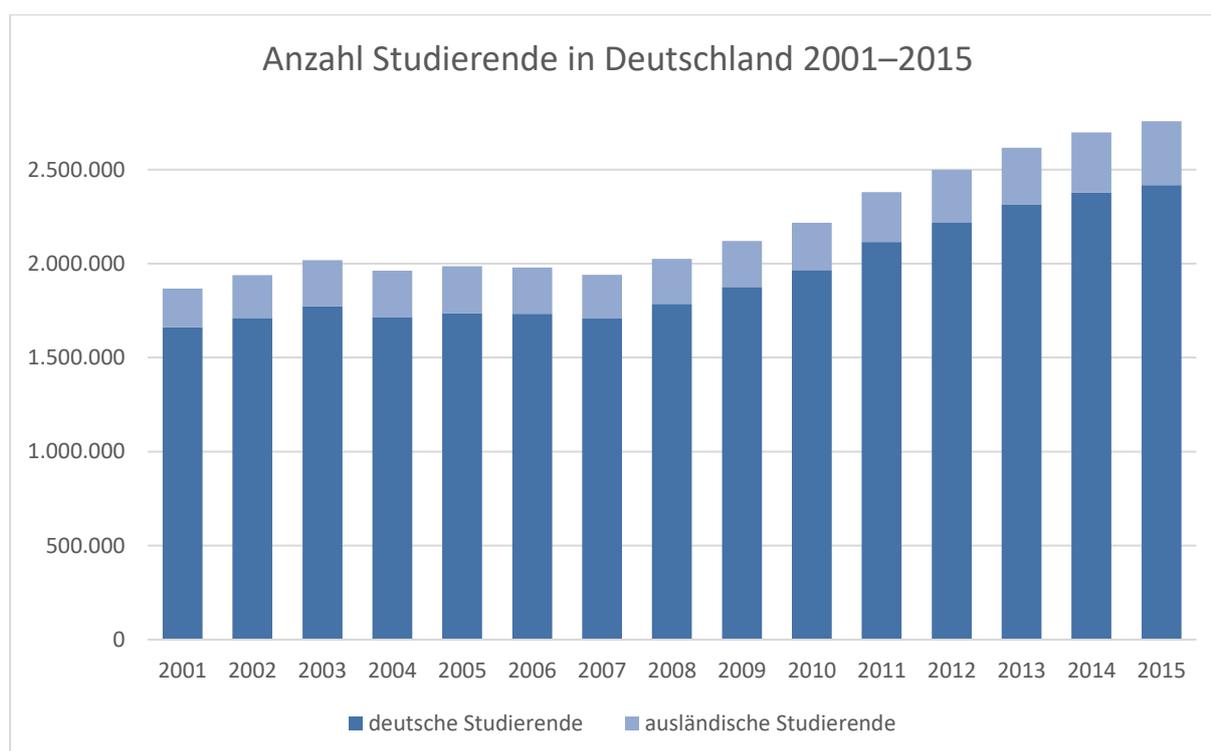


Abbildung 2.5: Entwicklung der Studierendenzahlen in Deutschland 2001–2015
[Quelle: eigene Darstellung anhand (Statistisches Bundesamt 2016c)]

Einmalige Steigerungseffekte der Studierendenzahlen wie die Aussetzung der Wehrpflicht seit Juli 2011 in Deutschland oder die doppelten Abiturjahrgänge aufgrund der Verkürzung der gymnasialen Schulzeit von neun auf acht Jahre (G8) in 12 Bundesländern sind im gewählten Zeitraum bereits enthalten. Das Bundesland Schleswig-Holstein hatte erst im Jahr 2016 einen

doppelten Abiturjahrgang aufgrund der G8-Umstellung. Die Bundesländer Sachsen und Thüringen haben bereits seit 1949 das G8 eingeführt. Im Bundesland Rheinland-Pfalz wurde G8 bisher nicht flächendeckend eingeführt.

Erste Bundesländer reagieren allerdings auf die anhaltende Kritik bzgl. der G8-Einführung. Im März 2014 verkündete das Bundesland Niedersachsen eine Rückumstellung auf ein Abitur nach 13 Schuljahren ab dem Schuljahr 2015/16 (erste Abiturienten im Schuljahr 2020/21), wobei die niedersächsischen Gymnasien in Abstimmung mit dem Schulträger eine Wahlmöglichkeit bzgl. G8- bzw. G9-System erhalten. Auch in Bayern wurde eine Rückkehr zum G9 im April 2017 beschlossen, wobei die bayerischen Gymnasiasten nach der achten Klasse eine Wahlmöglichkeit zur Verkürzung der Schulzeit um ein Jahr erhalten.

Es ist festzuhalten, dass im 10-Jahresvergleich (WS 2006/07–WS 2015/16) die Zahl der Professorinnen und Professoren um ca. 23% auf 46.344 stieg. Die Personengruppe des hauptberuflichen wissenschaftlichen und künstlerischen Personals wuchs um ca. 41% auf 239.200, die Personengruppe des hauptberuflichen Verwaltungs-, technischen und sonstigen Personal um nur ca. 18% auf 294.811 (Berechnungen anhand (Statistisches Bundesamt 2016d, S. 24)).

Für Hochschulen bedeutet das stete Wachstum der Studierendenzahl eine enorme Mehrbelastung. Diese spiegelt sich in allen Bereichen des studentischen Lebenszyklus wider: Bei der Studienplatzvergabe, der Studierendenverwaltung, der Hörsaalplanung, in Lehrveranstaltungen, Prüfungen und bei der individuellen Betreuung der Studierenden oder auch beim Mittagessen in der Mensa.

Zur Orientierung für die Auswahl der zukünftigen Hochschule nutzen Studieninteressierte Hochschulrankings. Der folgende Abschnitt gibt einen knappen Überblick und stellt zwei internationale Rankings zur Verdeutlichung des Umfangs der Vergleiche kurz vor.

2.2.3 Hochschulrankings

Hochschulrankings sind Informationsquelle und Benchmark für Studieninteressierte, Studierende, Forscherinnen und Forscher, Hochschulaufsichtsorgane, Unternehmen und die breite Öffentlichkeit. Anhand von objektivierten Kennzahlen (Leistungsdaten) und weiteren Indikatoren (direkte oder indirekte Reputationsurteile) werden die teilnehmenden Hochschulen verglichen (Pasternack 2007, S. 229). Je nach Ausgestaltung des jeweiligen Vergleichs werden die Forschungs- und/oder Lehrleistungen in Bezug auf die Hochschule, eine oder mehrere Fakultäten, ein Fachgebiet oder einen Studiengang bewertet.

Den Stellenwert von Rankings für Hochschulen beschreibt Federkeil in (Federkeil 2013, S. 45) wie folgt: „Internationale Rankings haben als Ausdruck eines wachsenden globalen Wettbewerbs um Ressourcen, Talente und Reputation in den letzten zehn Jahren enorm an Bedeutung gewonnen.“

Die Vielfalt an verschiedenen Ausstattungs-, Leistungs- und Reputationsindikatoren anhand derer Hochschulen in Rankings bewertet werden, ist groß. Zu ihnen gehören: Anzahl Studienanfänger, Anzahl Studierende, Anzahl wissenschaftliches und nicht-wissenschaftliches Personal, Anzahl Promotionen und Habilitationen, Grad der Internationalisierung (Studierende, wiss. Personal, Forschungsk Kooperationen und -ergebnisse), wissenschaftliche Exzellenz der Alumni und des wiss. Personals (Preise, Auszeichnungen, Patente, Lizenzen, Ausgründungen), bibliometrische Daten (Publikationen, Zitationen), finanzielle Ausstattung (Etat, Drittmittel), infrastrukturelle Ausstattung (stud. Arbeitsplätze, Forschungsmöglichkeiten, IT) sowie Empfehlungen durch Interessensgruppen (Studierende, Alumni, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler).

Exemplarisch für internationale Hochschulrankings werden im Folgenden das Academic Ranking of World Universities und die Times Higher Education World University Rankings knapp vorgestellt.

2.2.3.1 Academic Ranking of World Universities

Seit 2003 veröffentlicht das Center for World-Class Universities der Shanghai Jiao Tong University jährlich die besten 500 Universitäten weltweit im viel beachtete Academic Ranking of World Universities (ARWU), auch Shanghai-Ranking genannt. Es werden dafür über 1.200 Universitäten weltweit anhand von sechs gewichteten Bewertungsfaktoren verglichen.

Kriterium	Indikator	Gewichtung
Qualität der Ausbildung	Alumni, welche einen Nobelpreis, eine Fields-Medaille oder einen Turing Award gewonnen haben	10%
wiss. Qualität	Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, welche einen Nobelpreis, eine Fields-Medaille oder einen Turing Award gewonnen haben	20%
	Anzahl der Personen mit den höchsten Zitationsraten in ihrem Fach	20%
Forschungsleistung	In Nature und Science veröffentlichte Publikationen. ¹	20%
	Publikationen im Science Citation Index-expanded (SCIE) und Social Science Citation Index (SSCI)	20%
Pro Kopf Performance	pro Kopf Leistung der Universität	10%
Summe		100%

Tabelle 2.1: Gewichtete Indikatoren des ARWU-Hochschulrankings
[Quelle: in Anlehnung an (ShanghaiRanking Consultancy 2015)]

¹ Für geisteswissenschaftliche Universitäten wird dieser Indikator nicht berücksichtigt. Anstelle werden die anderen Indikatoren stärker gewichtet.

Die Indikatoren und Gewichtungen sind in Tabelle 2.1 dargestellt. Dieser ist zu entnehmen, dass Nobelpreisen und vergleichbaren Auszeichnungen anderer Fachdisziplinen mit einer summierten Gewichtung von 30% (Alumni und Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler) ein sehr hoher Stellenwert eingeräumt wird.

Für die Berechnung des Vergleichs werden für jeden Indikator separat die Universitäten mit dem jeweils höchsten Wert ermittelt. Diese erhalten 100 Punkte in der jeweiligen Kategorie, die anderen Einrichtungen erhalten einen relativen Wert dazu. Das Gesamtranking wird anhand der gewichteten Indikatoren berechnet.

2.2.3.2 Times Higher Education World University Rankings

Die britische Zeitschrift „Times Higher Education“ des TSL Education Verlags erstellt und veröffentlicht die jährlichen Times Higher Education (THE) World University Rankings. Die Rankings wurden von 2010–2014 in Kooperation mit Thomson Reuters, seit 2015 in Zusammenarbeit mit Elsevier erstellt.

SUBJECT RANKINGS METHODOLOGY													
Indicator	Total students/ academic staff	PhD awards/ bachelor	PhD/Academic staff	Reputation Survey (teaching)	Institutional Income/ Academic staff	Scholarly papers/ Academic Staff	Research income/ Academic Staff	Reputation Survey (research)	Citations: Research impact	Income from industry/ Academic Staff	Ratio of international to domestic staff	International co-authorship	Ratio of international to domestic students
	Teaching: The learning environment					Research: volume, income and reputation			Citations per paper	Industry income: innovation	International outlook		
ARTS & HUMANITIES													
Group weight	37.5					37.5			15	2.5	7.5		
Indicator weight	3.8	1.9	4.7	25.3	1.9	3.8	3.8	30	15	2.5	2.5	2.5	2.5
CLINICAL, PRE-CLINICAL & HEALTH, LIFE SCIENCES & PHYSICAL SCIENCES													
Group weight	27.5					27.5			35	2.5	7.5		
Indicator weight	2.8	1.4	4.1	17.9	1.4	4.1	4.1	19.3	35	2.5	2.5	2.5	2.5
ENGINEERING & TECHNOLOGY													
Group weight	30					30			27.5	5	7.5		
Indicator weight	3	1.5	4.5	19.5	1.5	4.5	4.5	21	27.5	5	2.5	2.5	2.5
SOCIAL SCIENCE													
Group weight	32.5					32.5			25	2.5	7.5		
Indicator weight	3.3	1.6	4.9	21.1	1.6	4.9	4.9	22.8	25	2.5	2.5	2.5	2.5

Tabelle 2.2: Subject Rankings Methodology
[Quelle: (Times Higher Education 2015)]

Tabelle 2.2 zeigt die aktuelle Bewertungsmethodik anhand von 13 Indikatoren, wobei ein Teil der Bewertung anhand einer Befragung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern durchgeführt wird. Diese Rückmeldungen gehen in den Bereich Lehre zu 15% und zu 18% in

den Bereich Forschungsreputation in die Bewertung ein. Zusätzlich sind in Tabelle 2.2 die Gewichtungen für die vier unterschiedlichen Fachbereiche „Arts & Humanities“, „Clinical, Pre-Clinical & Health, Life Sciences & Physical Sciences“, „Engineering & Technology“ und „Social Science“ für das jeweilige Fächer-Ranking dargestellt.

In Abhängigkeit des jeweiligen Vergleichs sind von den teilnehmenden Hochschulen eine Vielzahl an stichtagsbezogenen Leistungsdaten zur Verfügung zu stellen. Bibliometrische Kennzahlen und Reputationsdaten werden bei den beiden vorgestellten Rankings zentral erhoben.

Der wachsende Umfang der Indikatoren und die steigende Komplexität in Bezug auf die jeweiligen Berechnungsverfahren legen den Bedarf an einer effizienten IT-Unterstützung zur Erhebung und Verwaltung der Kennzahlen nahe. Dieser Bedarf geht einher mit der 2013 vom Wissenschaftsrat verabschiedeten Empfehlung zur Erarbeitung und Implementierung eines Kerndatensatz Forschung (KDSF) mit dem Ziel der standardisierten Erfassung und Fortschreibung der Leistungsdaten zu Forschungsaktivitäten von Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen bei dezentraler Datenhaltung (Wissenschaftsrat 2016a). Anfang 2016 veröffentlichte der Wissenschaftsrat die „Empfehlungen zur Spezifikation des Kerndatensatz Forschung“ (Wissenschaftsrat 2016b). Seit Februar 2017 unterstützt ein zentraler Helpdesk vom Deutschen Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung GmbH (DZHW) bei der Interpretation der Spezifikation des KDSF (Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung GmbH (DZHW) 2017). Im folgenden Abschnitt werden weitere Bedarfe in Bezug auf die Digitalisierung an Hochschulen thematisiert.

2.2.4 Digitalisierung

Unter Digitalisierung wird im engeren Sinne die Überführung von analogen Informationen in digitale Daten bezeichnet. Als Digitalisierung kann aber auch der gesamte Vorgang (Prozess) von der Erfassung und Aufbereitung bis hin zur Speicherung und Weiterverarbeitung von analogen Größen in digitaler Form und die Durchdringung einer Organisation mit digitalen Informationssystemen und der damit einhergehenden konfigurierbaren zeitlichen und räumlichen Zugriffsflexibilität bezeichnet werden (Hess 2014; Bode 2005, S. 43). Für diese Arbeit wird die weitergehende Auslegung des Begriffs Digitalisierung als Prozess verwendet.

Dieser Abschnitt beschreibt anhand der vier Kernbereiche (i) Infrastruktur, (ii) Forschung, (iii) Lehre und (iv) Verwaltung Bedarfe in Bezug auf die Digitalisierung an deutschen Hochschulen.

2.2.4.1 Infrastruktur

Die Notwendigkeit der Digitalisierung ist an Hochschulen in den letzten Jahren stark gestiegen. Die technischen Möglichkeiten und daraus resultierend die Ansprüche der Nutzerinnen und Nutzer haben sich weiterentwickelt. Dies betrifft sowohl die Beschäftigten, als auch die Studierenden einer Hochschule. Als pars pro toto kann das Datentransfervolumen zwischen dem Münchner Wissenschaftsnetz (MWN) und dem Internet herangezogen werden. Das MWN wird vom Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

(BAdW) für die Münchner Hochschulen mit ihren Außenstellen betrieben. Zusätzlich sind Studentenwohnheime und außeruniversitäre Einrichtungen angebunden, dazu gehören die Bayerische Staatsbibliothek und Forschungsinstitute der Max-Planck- und Fraunhofer-Gesellschaft (LRZ 2016d; Hegering et al. 2017).

Stand 2016 umfasst das Datenvolumen innerhalb des MWN 20 Petabyte pro Monat. Aus dem Internet empfangen bzw. in das Internet gesendet werden pro Monat ca. 3 Petabyte Daten (LRZ 2016c). 2011 lag das monatliche Übertragungsvolumen vom MWN ins Internet noch bei ca. 600 Terabyte, 2006 bei ca. 100 Terabyte.

Vor wenigen Jahren besaßen Studierende nur vereinzelt mehrere internetfähige Endgeräte, inzwischen geht der Trend zum Zweit- und Drittgerät, was direkte Auswirkungen auf die benötigten Netzwerk- und Web-Ressourcen hat. Der jährlichen EDUCAUSE Erhebung zum Technologie-Nutzungsverhalten von amerikanischen Studierenden vor dem ersten akademischen Grad (undergraduates) zufolge besitzen bereits 2013 ca. 60% von ihnen drei oder mehr internetfähige Geräte (Dahlstrom et al. 2013, S. 24). 2015 sind es 64% (Dahlstrom et al. 2015, S. 14).

Für Studierende in Deutschland ist leider keine vergleichbare Studie verfügbar. Der Erhebung „Faszination Mobile: Verbreitung, Nutzungsmuster und Trends“ von 2014 zufolge werden in Deutschland durchschnittlich mehr als zwei internetfähige Geräte pro Person genutzt. 14% der befragten Personen nutzen drei Geräte. Die Studie ist im Rahmen einer Studienkooperation zwischen dem Bundesverband Digitale Wirtschaft (BVDW) e.V., Google und TNS Infratest erstellt worden.

Zur besseren Einordnung dieser Studie werden im Folgenden die Nutzung des drahtlosen Internetzugangs (Wireless Local Area Network, kurz WLAN) im MWN und das Zugriffsverhalten auf das Campus-Management-System der TUM kurz vorgestellt.

Die durch das LRZ zur Verfügung gestellte Infrastruktur umfasst auch Access Points (APs). Diese versorgen öffentliche Bereiche der Münchner Hochschulen wie Hörsäle, Seminarräume, Bibliotheken und Aufenthaltsräume mit WLAN über das MWN. Ende 2014 waren insgesamt 2.696 APs durch das LRZ in Betrieb, ca. 330 wurden 2014 neuinstalliert. Auch die WLAN-Nutzung nahm in den letzten Jahren stark zu: Das LRZ ermittelte 2013 ein Maximum an 18.958 gleichzeitigen Verbindungen, im Jahr 2014 stieg dieses auf 26.390 an. Die Nutzung erfolgte 2014 durch rund 300.000 verschiedene Endgeräte (LRZ 2015, S. 140).

Im WS 2013/14 waren an der TUM 35.979 Studierende eingeschrieben. Am ersten Vorlesungstag (16.10.2013) wurden über 65.000 „unique User“-Zugriffe auf den Webserver des Campus-Management-Systems TUMonline gemessen. Bei dieser Art der Zugriffszählung werden mehrfache Seitenabrufe pro IP-Adresse in einem bestimmten Zeitfenster nur einmal gezählt. Dies lässt den Schluss zu, dass eine Vielzahl der Nutzerinnen und Nutzer das System mit mehreren Endgeräten aufrufen.

Ein ähnliches Nutzungsverhalten konnte am ersten Vorlesungstag des WS 2014/15 (13.10.2014) beobachtet werden – ca. 64.000 Zugriffe bei 37.343 Studierenden, wobei das Zugriffsmaximum bereits eine Woche früher am 07.10.2014 aufgrund von Lehrveranstaltungsanmeldung mit begrenzten Plätzen mit über 73.000 Zugriffen gemessen wurde.

Im WS 2015/16 lag das Zugriffsmaximum bei ca. 89.000 Zugriffen, am zweiten Vorlesungstag (13.10.2015) bei 39.081 Studierenden. Am ersten Vorlesungstag (12.10.2015) wurden über 78.000 Zugriffe gemessen.

Auch im WS 2016/17 konnte das Maximum der Zugriffe im Semester am zweiten Vorlesungstag (18.10.2016) mit über 103.000 Zugriffen bei 40.124 Studierenden gemessen werden. Am Tag zuvor waren es ca. 94.000 Zugriffe.

Die Digitalisierung manifestiert sich in steigenden Datenvolumina und Zugriffszahlen, bedeutet aber aus Organisationsicht ex ante die schrittweise Modellierung und Abbildung von Geschäftsprozessen in Informationssystemen und parallel dazu die Vorhaltung und stete Weiterentwicklung der notwendigen Infrastruktur.

2.2.4.2 Forschung

Die Europäische Kommission führte 2014 eine öffentliche Konsultation mit dem Titel „Science 2.0: Science in Transition“ (Europäische Kommission 2014a) durch. Grundthese der Befragung war der Paradigmenwechsel im Modus Operandi von Forschung und Wissenschaft anhand der zunehmenden Digitalisierung. Der vereinfachte Zugang, die erhöhte Verfügbarkeit und die vereinfachte Zurverfügungstellung von Informationen durch das Internet, im wissenschaftlichen Kontext verstärkt durch Trends wie Open Access, Open Data und Science Blogs, führen der Konsultation zufolge zu einer Steigerung der wissenschaftlichen Produktivität. Die fortschreitende Digitalisierung ermöglicht auch neue wissenschaftliche Verfahren im Bereich der datenintensiven Forschung, auch Big Data genannt. Soziale Netzwerke für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bieten neuartige Bewertungs- und Reputationssysteme (van Noorden 2014), welche theoretisch auch bei Berufungsverfahren und Leistungskriterien berücksichtigt werden könnten. Ziele der Befragung waren neben einer Bestandsaufnahme die Beurteilung der Chancen, Risiken und die Identifizierung von Möglichen Handlungsbedarfen in Bezug auf Förderprogramme und gesetzliche Rahmenbedingungen (Europäische Kommission 2014b).

Die EuroTech Universities Alliance (EuroTech Universities Alliance 2017) bestehend aus der Technischen Universität Dänemark (Danmarks Tekniske Unversitet, DTU), der Technischen Universität Eindhoven (Technische Universiteit Eindhoven, TU/e), dem École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) und der Technischen Universität München (TUM) beteiligte sich unter Mitwirkung des Autors dieser Arbeit an der Konsultation. Kern der Eingabe war der Vorschlag zum Aufbau von europäischen Cloud-Diensten zur Unterstützung des sogenannten Research Lifecycle, dem Forschungsprozess von der Planung des Forschungsvorhabens über die

Durchführung und Datenerhebung bis zur Datenanalyse, Publikation und Archivierung. Abbildung 2.6 zeigt den geplanten Cloud-Stack, der Dienste in den Bereichen Infrastruktur (IaaS), Plattform (PaaS) und Anwendung (SaaS) umfasst. Für eine ausführliche Darstellung universitärer Einsatzszenarien und Erfahrungen im Bereich des Cloud Computing sei auf (Pongratz 2013) verwiesen.

Es ist festzuhalten, dass die Digitalisierung im Bereich der Forschung primär von einzelnen Fachbereichen und je nach Fächerkultur und Forschungsmethodik unterschiedlich stark ausgeprägt vorangetrieben wird. Grundsätzlich steigen die Bedarfe an Infrastruktur, Rechenzeit, Werkzeugen, Algorithmen und IT-naher Beratung und Unterstützung. Ziel ist die Unterstützung und Optimierung von Forschungsprozessen durch entsprechende Informationstechnologie.

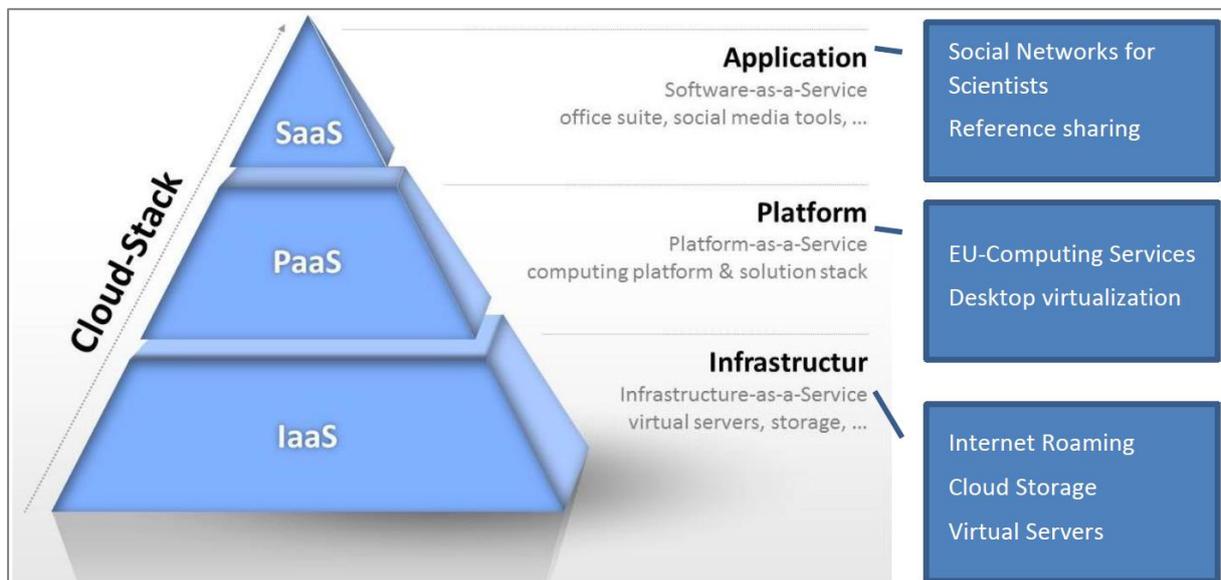


Abbildung 2.6: EuroTech Universities Alliance Vorschlag zu Science 2.0: European Research Cloud Services
[Quelle: (EuroTech Universities Alliance 2014, S. 6)]

Auf europäischer Ebene wird im Rahmen der Arbeitsgruppe zur European Open Science Cloud (EOSC) an einer Konkretisierung der Überlegungen gearbeitet. Ziel ist eine hochqualitative, Cloud-orientierte Infrastruktur mit Rechen-, Speicher- und Analysekapazitäten für Forschende in Europa.

Ein weiterer Bedarf im Kontext der Digitalisierung im Bereich der Forschung betrifft die Bibliometrie. Diese spielt zur Einschätzung der Reichweite der Publikationen von Forschenden eine zentrale Rolle, wobei die eindeutige Zuordnung von Publikationen zu deren Autoren im internationalen Kontext aufgrund von Namensdoppelungen, -änderungen und -schreibweisen fehleranfällig ist.

2.2.4.3 Lehre

Die Wissensvermittlung durch Lehre gehört zu den Kernaufgaben von Hochschulen. Die Digitalisierung von Lehr- und Lernprozessen, vormals als E-Learning bezeichnet, wird durch elektronische Medien, Werkzeuge und Lernplattformen umgesetzt und ermöglicht didaktische Formate wie den „Blended Learning“-Ansatz, bei welchem Präsenzphasen mit online Anteilen möglichst effizient kombiniert werden.

In der für diese Arbeit zugrunde gelegten Interpretation der Digitalisierung als Prozess umfasst die Digitalisierung der Lehre aber nicht nur elektronische Inhalte und deren Zugang über entsprechende Systeme, sondern ebenso die Durchdringung des klassischen Präsenzlehrebetriebs und der Studienorganisation.

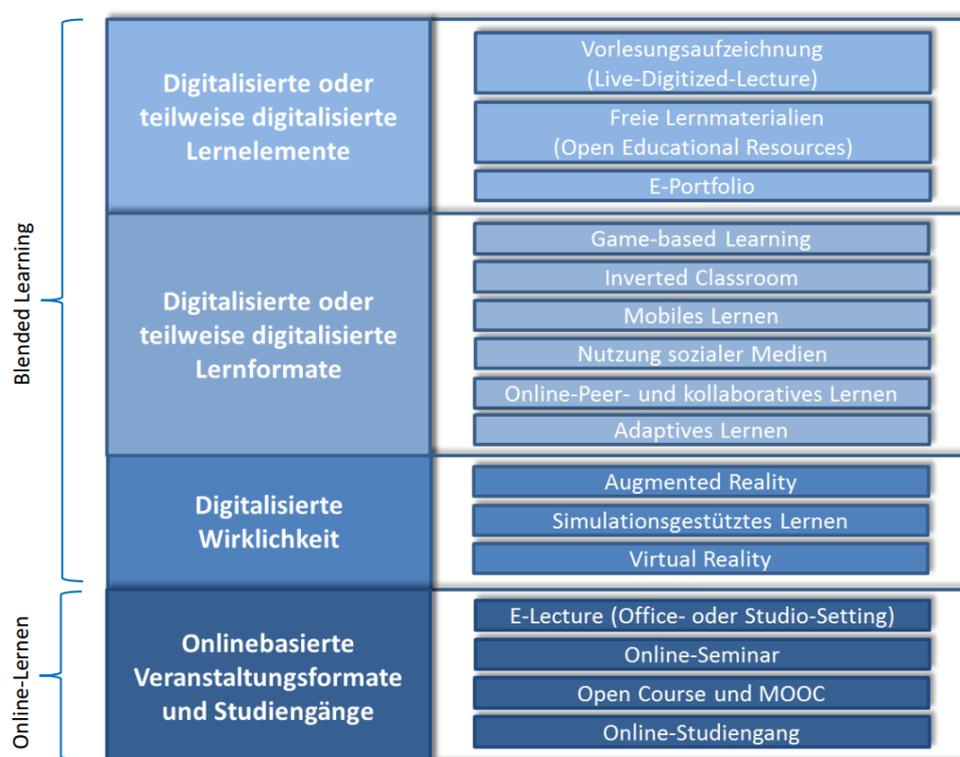


Abbildung 2.7: Digitalisierte Lernelemente und -formate
[Quelle: (Wannenmacher et al. 2016, S. 13)]

Abbildung 2.7 stellt das Ergebnis einer Recherche zum Einsatz von digitalen Lernelementen und -formaten im nationalen und internationalen Kontext dar, welche im Rahmen einer durch die Themengruppe „Innovationen in Lern- und Prüfungsszenarien“ des Hochschulforums Digitalisierung (HFD)² in Auftrag gegebenen Studie von Wannenmacher et al. (Wannenmacher

² Das Hochschulforum Digitalisierung (HFD) ist eine gemeinsame Initiative des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft, des Centrums für Hochschulentwicklung (CHE) und der Hochschulrektorenkonferenz (HRK) und wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Rund 70 Expertinnen und Experten arbeiten in sechs Themengruppen an Fragestellungen rund um die Digitalisierung der Hochschullehre. Der Autor dieser Arbeit ist als Themenpate der Themengruppe „Neue Geschäftsmodelle, Technologien und Lebenslanges Lernen“ involviert. Für weitere Details s. www.hochschulforumdigitalisierung.de.

et al. 2016) erstellt wurde. Aufgeführt wurden Lernelemente und -formate im handlungsorientierten Ansatz, welche in den letzten fünf Jahren im Einsatz bzw. im intensiven Diskurs waren. Die Aufstellung zeigt sehr anschaulich die aktuelle Vielfalt und Spannweite von möglichen Optionen zur Digitalisierung von Hochschullehre.

Die Bedarfe der Dozierenden umfassen neben dem Betrieb und der Anwendungsbetreuung von integrierten IT-Diensten, wie einer Lernplattform oder einem Vorlesungsaufzeichnungssystem, auch flankierende Maßnahmen in Bezug auf Medienproduktion und -gestaltung, sowie didaktische und rechtliche Beratungen, Schulungs- und Weiterbildungsmöglichkeiten.

Exemplarisch für einen aktuellen Bedarf sei das Urteil des Bundesgerichtshofs (BGH) vom 20.03.2013 zur notwendigen Einzelerfassung von urheberrechtlich geschützten Lehr- und Lernmaterialien zur Vergütung gemäß § 52a Urheberrechtsgesetz (UrhG) aufgeführt (BGH, Urteil vom 20.03.2013, Az. I ZR 84/11, openJur 2013 41159). Als Konsequenz der Entscheidung ist eine individuelle Erfassung der Zurverfügungstellung von urheberrechtlich geschützten Werken durch Dozierende im Rahmen von Lehrveranstaltungen notwendig. Dazu gehören auch sogenannte digitale Semesterapparate. Anhand des Seitenumfanges und der Anzahl der Nutzenden soll die fällige Vergütung kalkuliert werden, welche von der jeweiligen Hochschule an die Verwertungsgesellschaft Wort (VG Wort) zu leisten ist. Der Bundesgerichtshof legte die angemessene Vergütung auf 0,8 ct pro Seite und Teilnehmenden an der jeweiligen Lehrveranstaltung bzw. Forschungsprojektmitarbeitenden fest (BGH, 20.03.2013, a.a.O., 146).

Die technische Umsetzung wurde im Rahmen eines Pilotprojekts zur Einzelerfassung der Nutzung von Texten nach § 52a UrhG an der Universität Osnabrück im Zusammenspiel mit der Lernplattform Stud.IP³ erfolgreich implementiert, aber als ressourcenaufwendig und verbesserungswürdig evaluiert (Fuhrmann-Siekmeyer et al. 2015).

Die Umsetzung des geplanten Verfahrens der Einzelerfassung wurde inzwischen mehrfach verschoben. Im Dezember 2015 um ein Jahr auf den 01.01.2017 (KMK; VG Wort 08.12.2015), am 23.12.2016 bis zum 30.09.2017 (VG Wort 23.12.2016) und schließlich bis Inkrafttreten des neuen Urheberrechts-Wissensgesellschafts-Gesetz (UrhWissG) am 01.03.2018 (KMK 2017). Es erfolgten jeweils Pauschalzahlungen durch die Länder, welche die Kultusministerkonferenz der Länder (KMK) verhandelt hatte. Das ursprünglich geplante Meldeverfahren durch die Hochschulen sollte in den Jahren 2016 und 2017 hinsichtlich der Praktikabilität überarbeitet werden. Die Implementierung ist aufgrund der Verlängerung des Moratoriums der Pauschalvergütung und der Neufassung des UrhWissG nicht mehr erforderlich. Das Gesetz sieht neben einer Pauschalvergütung auch repräsentative Stichproben zur angemessenen Vergütung vor.

Es ist anzumerken, dass die zeitweise sehr unklare Sachlage hinsichtlich des im Oktober 2016 von der KMK und VG Wort vorgelegten Rahmenvertrages zur Vergütung von Ansprüchen nach

³ Stud.IP (www.studip.de) ist ein Open-Source Campus- und Lernmanagementsystem, welches von über 70 Institutionen, davon ca. 40 Hochschulen, genutzt und weiterentwickelt wird (Stand März 2017).

§ 52a UrhG (KMK 2016b) und den daraus resultierenden Konsequenzen vor allem gegen Ende 2016 an vielen Hochschulen in Deutschland zu enormer Blindleistung geführt haben. Nicht nur durch die thematische Befassung vieler Hochschulgremien, sondern vor allem auch durch Dozierende, welche vom § 52a UrhG betroffene Materialien bereits vor Ablauf der ursprünglichen Nutzungsfrist (31.12.2016) und der Verkündigung des erneuten Moratoriums (23.12.2016) löschten.

2.2.4.4 Verwaltung

Die Verwaltung einer Hochschule unterstützt die Hochschulmitglieder bei ihren Aufgaben in Forschung, Lehre und wissenschaftlicher Weiterbildung. Je nach Hochschultyp, -profil, -gesetz und -organisationsstruktur variieren die Geschäftsprozesse der Hochschulverwaltungen im Detail und somit die konkreten Bedarfe in Bezug auf die Digitalisierung. Zu den üblichen Aufgabenfeldern einer Hochschulverwaltung gehören: Personal-, Haushalts- und Planungswesen, Immobilienmanagement, Rechtsangelegenheiten, Studium & Lehre, Technik und Verwaltungs-IT.

Die Aufgabengebiete der Hochschulverwaltung sind weitreichend und bedürfen einer kontinuierlichen Anpassung und Weiterentwicklung im Kontext der strategischen Zielsetzungen und des Profils der jeweiligen Hochschule. Zum Bereich der Personalverwaltung kann auch die Unterstützung bei der Gewinnung und Bindung von Spitzenpersonal gehören.

Eine Querschnittsaufgabe ist die internationale Ausrichtung von Hochschulen, auch Internationalisierung genannt, welche weitreichende Konsequenzen für die Aufgabenfelder der Hochschulverwaltung hat. Im Kontext der Digitalisierung gehören dazu die notwendige Mehrsprachigkeit von IT-Systemen und deren Inhalten und die gestiegenen Anforderungen zur Verfügbarkeit und der Reaktionszeiten, u.a. aufgrund der Zeitverschiebung und anderen Wochenarbeitszeiten.

Auch die Steuerung der Umsetzung von gesetzlichen Regelungen, welche Hochschulen betreffen, obliegt der Hochschulverwaltung. Dazu gehört die im Januar 2016 vom Deutschen Bundestag unter Zustimmung des Deutschen Bundesrates beschlossene Novellierung des Hochschulstatistikgesetzes (HStatG), welche am 02.03.2016 in Kraft getreten ist. Sie umfasst die Einführung einer Studienverlaufsstatistik, welche anhand eines Pseudonyms Studienerfolge über Studiengänge und eine etwaige Promotionsphase hinweg auswertet. Die Rückübermittlung der vom jeweils zuständigen Landesamt für Statistik berechneten Pseudonyme der Studierenden und Promovierenden an die jeweilige Heimathochschule ist nach § 7 (3) HStatG explizit ausgeschlossen. Somit sind Kohortenanalysen des Studienerfolgs der Studierenden für Hochschulen selbst leider weiterhin nur sehr bedingt möglich, da der jeweiligen Hochschule Informationen über den Grund (beispielweise Hochschulwechsel mit/ohne Studienfachwechsel) des Studienabbruchs nur auf freiwilliger Basis vorliegen. Das HStatG sieht auch überarbeitete Erhebungsmerkmale für die Studierenden- und Prüfungsstatistik vor und führt eine neue Promovierendenstatistik ein. Bisher nicht erhobene Merkmale sind nachzuerfassen, teilweise

aufgrund von fehlenden gesetzlichen Grundlagen vorerst freiwillig (vgl. (Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst 2017)). Die Umsetzung der neuen Datenlieferungen der Hochschulen an die Landesämter für Statistik soll gestuft bis 01.12.2017 erfolgen. Es ist festzuhalten, dass dies vor allem im Bereich der Promovierendenstatistik aufgrund der vielerorts noch fehlenden zentralen Erfassung von Promotionsvorhaben an Hochschulen eine große Herausforderung ist. Die TUM erfasst bereits seit dem 01.01.2014 alle neuen Promotionsvorhaben in einer zentralen Datenbank. Eine verpflichtende jährliche Rückmeldung stellt die Aktualität der Daten und die Dokumentation des Fortschritts sicher.

Auf Bundesebene ist seit dem 01.08.2013 das Gesetz zur „Förderung der elektronischen Verwaltung sowie zur Änderung weiterer Vorschriften“, kurz E-Government-Gesetz (EGovG), in Kraft. Es hat die Schaffung der „Voraussetzungen für zeit- und ortsunabhängige Verwaltungsdienste“ (BMI 2013) zum Ziel und regelt elektronische Äquivalente zur Schriftform zusätzlich zur qualifizierten elektronischen Signatur. Weitere Regelungen des Gesetzes betreffen (vgl. EGovG): Die elektronische Zugangseröffnung (für die Bundesverwaltung auch die Nutzung von De-Mail), die elektronische Aktenführung, das ersetzende Scannen, die Nutzung von elektronischen Bezahlverfahren, den Einsatz von elektronischen Amts- und Verkündungsblättern, Prozessdokumentations- und -analysepflichten und die Zurverfügungstellung von maschinenlesbaren Datenbeständen für die öffentliche Nutzung. Die Umsetzung ist in drei Schritten bis 2020 vorgesehen.

Auf Landesebene zeichnet sich noch kein einheitliches Bild zur Einführung von eigenständigen Landes-E-Government-Gesetzen bzw. bzgl. der Anpassung der jeweils geltenden Verwaltungsverfahrensgesetze ab. Der Freistaat Bayern führte zum 22.12.2015 ein Gesetz über die elektronische Verwaltung in Bayern, kurz Bayerisches E-Government-Gesetz (BayEGovG), ein, welches auch für die staatlichen Hochschulen in Bayern anzuwenden ist. Im Gegensatz dazu nimmt das Gesetz zur Förderung der elektronischen Verwaltung des Landes Baden-Württemberg, kurz E-Government-Gesetz Baden-Württemberg (EGovG BW), vom 17.12.2015 die staatlichen Hochschulen und das Karlsruher Institut für Technologie explizit vom Geltungsbereich aus. Im Saarland wurde im August 2017 ein Entwurf für ein entsprechendes Gesetz vorgestellt.

Im europäischen Kontext wurde am 18.11.2009 eine Ministererklärung zum Thema E-Government in Malmö einstimmig angenommen und ein zweiter europäischer Aktionsplan für die Periode 2011–2015 vereinbart. Ziele des zweiten Aktionsplans waren in Anlehnung an die Ministererklärung von Malmö das Ermöglichen der Nutzung von E-Government-Diensten für Bürger und Wirtschaft und dadurch die Stärkung der Mobilität im Binnenmarkt, Effizienz- und Effektivitätssteigerungen. Damit verbunden sollten die notwendigen Voraussetzungen für den Einsatz von E-Government in den jeweiligen Ländern geschaffen und die Verwaltungsmodernisierung und die Weiterentwicklung der Infrastrukturen vorangetrieben werden. Der dritte Aktionsplan für den Zeitraum 2016–2020 wurde im April 2016 vorgestellt. Er hat den Abbau

existierender digitaler Barrieren zum Digitalen Binnenmarkt und die Modernisierung der Verwaltungen, wobei eine weitere Fragmentierung der Abläufe und Prozesse vermieden werden soll, zum Ziel (Europäische Kommission 2016).

Zum 01.07.2016 wurde die EU-Verordnung 910/2014 über elektronische Identifizierung und Vertrauensdienste, kurz eIDAS, in allen 31 Ländern (28 Mitgliedsstaaten der EU plus Island, Liechtenstein und Norwegen) des Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) geltendes Landesrecht. Die Verordnung umfasst die Neuregelung von elektronischen Signaturen, Diensten für elektronische Siegel und Zeitstempel, elektronische Einschreiben (in Deutschland De-Mail) und Webseiten-Zertifikaten. Bis 2018 soll es möglich werden nationale Dienste wie De-Mails auch in andere Länder des EWRs von Deutschland aus als digitales Einschreiben verschicken zu können.

Im Rahmen der akademischen Selbstverwaltung sind regelmäßige Hochschul- und Gremienwahlen durchzuführen. Die Durchführung obliegt der Verwaltung, welche diese Aufgabe vielerorts in einer Stabsstelle Recht bzw. einem Wahlamt verortet. In Abhängigkeit von den jeweiligen Hochschulgesetzen und der für die jeweilige Hochschule geltenden Wahlordnung reicht das potentielle Digitalisierungsspektrum von der Verwaltung der Wahlberechtigten, Briefwahanträgen und Wahllisten bis zur elektronischen Stimmabgabe. Stand Januar 2017 sieht die Bayerische Wahlordnung für die staatlichen Hochschulen (BayHSchWO, vgl. (Bayerischer Landtag 15.12.2008)) neben der persönlichen Stimmabgabe nur die Briefwahl vor, diese könnte allerdings auch auf elektronischem Wege beantragt werden.

Der nächste Abschnitt führt die Organisationsabläufe einer Hochschule anhand eines Prozessmodells und des studentischen Lebenszyklus ein.

2.2.5 Kernprozesse und studentischer Lebenszyklus

Aufgrund der wachsenden Studierendenzahlen und der gestiegenen Anforderungen bzgl. Qualität, Transparenz, Effizienz und Nutzerfreundlichkeit an den Hochschulen in Deutschland besteht die Notwendigkeit die Organisationsabläufe zu optimieren. Mittels Geschäftsverteilungsplänen wurde vielerorts lediglich die Aufgabenverteilung innerhalb der Organisation definiert, ohne Geschäftsprozesse detailliert zu erfassen und festzulegen (Altvater et al. 2010).

Abbildung 2.8 zeigt das Zusammenspiel von Kern-, Management- und Unterstützungsprozessen im Kontext des Inputs von Ressourcen und des Outputs in Richtung Abnehmersysteme und Gesellschaft. Kernprozesse, auch als Wertschöpfungsprozesse bezeichnet, werden von Managementprozessen, auch Leitungsprozesse genannt, gesteuert und durch Unterstützungsprozesse flankiert. Die Kernprozesse können anhand des sog. studentischen Lebenszyklus, auch Student Lifecycle genannt, beschrieben werden. Nicht dargestellt sind die Spannungsfelder, welche anhand der unterschiedlichen Bedarfe und Optimierungszielen zwischen den Akteuren einer Hochschule auftreten. Bei einer staatlichen Einrichtung ergeben

sich folgende Organisationsebenen: zuständige Aufsichtsbehörde/Ministerium, Hochschulleitung/-präsidium, Gremien der akademischen Selbstverwaltung (Hochschulrat, Senat, Fakultätsrat/Fachbereichsrat, Studienfakultätsrat, Fachschaftenrat/Konvent), Fakultätsleitung, Lehrstuhlleitung und Fachschaft. Auch ergeben sich anhand der Personengruppen Professoren, wissenschaftliche Mitarbeiter, nichtwissenschaftliche Mitarbeiter, Studierende, Alumni, Studieninteressierte und Gäste spezifische Anforderungen.

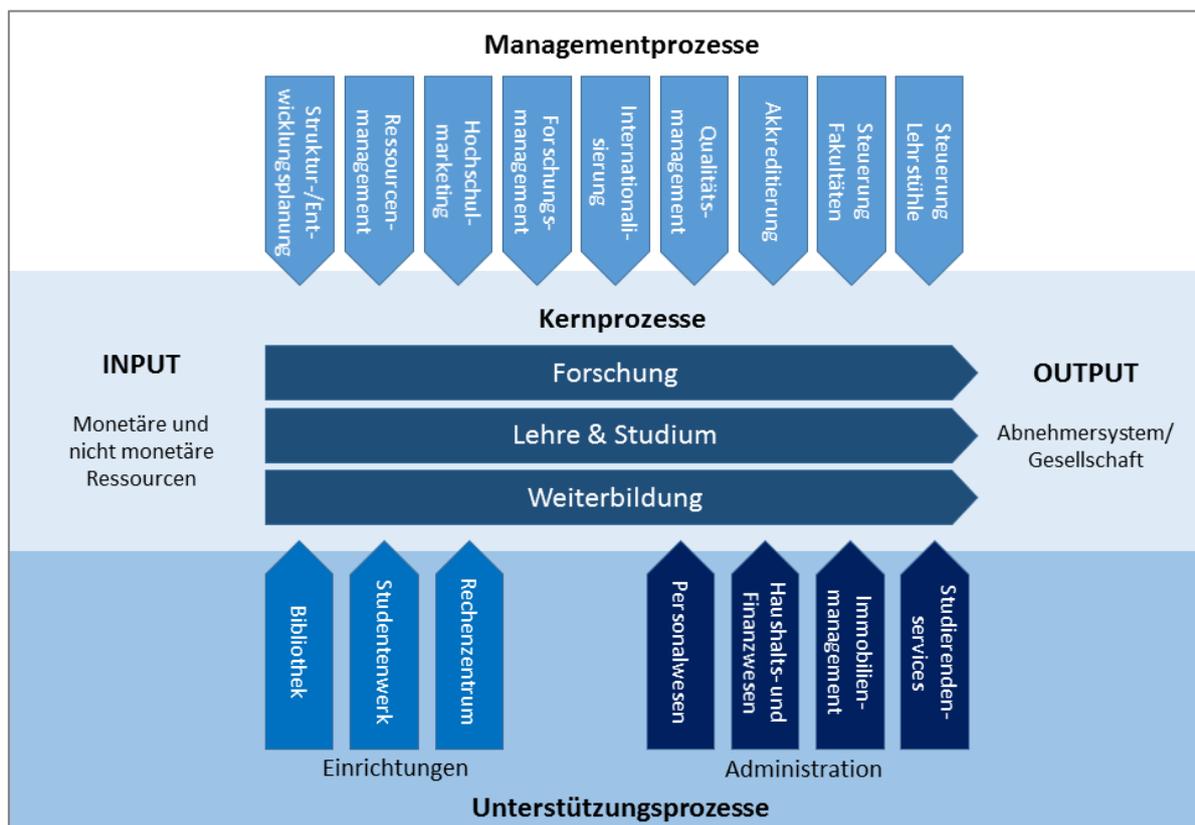


Abbildung 2.8: Prozessmodell einer Hochschule
[Quelle: in Anlehnung an (Altvater et al. 2010, S. 43)]

Ziel ist die integrierte und möglichst vollständige IT-Unterstützung sämtlicher Planungs-, Koordinations- und Verwaltungsprozesse des studentischen Lebenszyklus – von der Studieninformation, Bewerbung, Zulassung und Immatrikulation über das eigentliche Studium, die dazugehörigen Prüfungen und die Graduierung und einer ggf. anschließenden Promotion bzw. Habilitation bis zum Alumni-Service.

Abbildung 2.9 zeigt den studentischen Lebenszyklus aus Sicht der Technischen Universität München (TUM). Auf Prozessebene bedeutet dies die möglichst vollständige digitale Abwicklung des Bewerbungs- und Immatrikulationsprozesses eines potentiellen Studierenden.

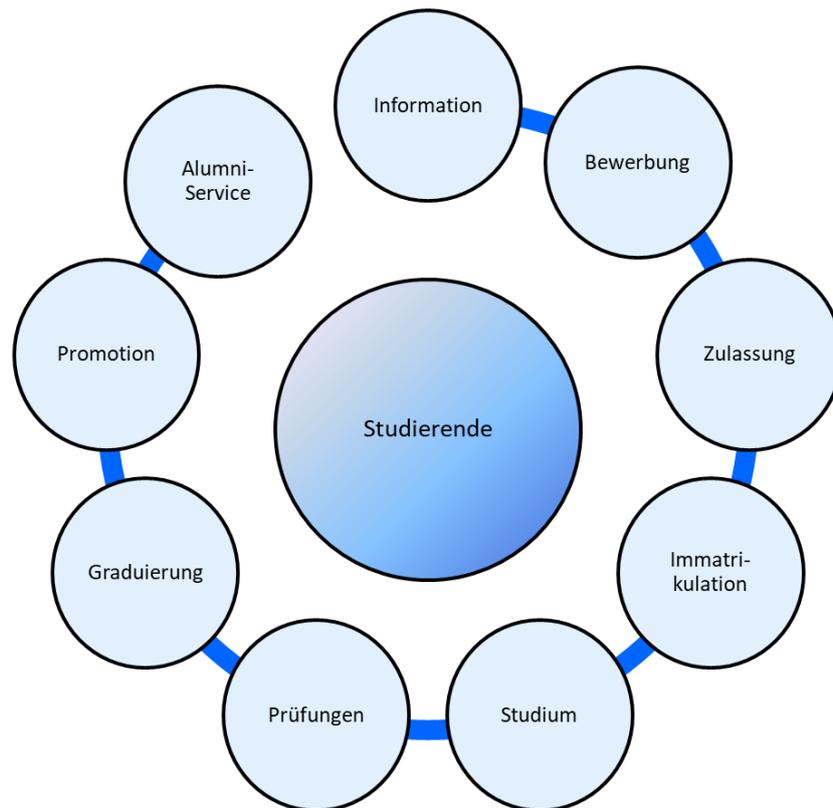


Abbildung 2.9: Studentischer Lebenszyklus
[Quelle: nach (Wülbern 2010)]

2.2.6 Qualitätssicherung von Bachelor- und Masterstudiengängen

Die Qualitätssicherung von Bachelor- und Masterstudiengängen erfolgt seit einem entsprechenden Beschluss der Kultusministerkonferenz im Jahr 2003 nicht mehr durch die zuständigen Wissenschaftsministerien, sondern durch die Akkreditierung von Studiengängen. Neben der zeitlich befristeten Programmakkreditierung von einzelnen Studiengängen durch Akkreditierungsagenturen gibt es die Möglichkeit der Systemakkreditierung. Diese sieht vor, dass ein hochschulinternes Qualitätssicherungssystem von einer Akkreditierungsagentur geprüft und akkreditiert werden kann. Nach erfolgreicher Akkreditierung des Qualitätssicherungssystems sind alle Studiengänge, welche das System durchlaufen haben, akkreditiert. Abbildung 2.10 zeigt nach Bielezke & Beise (Bielezke und Beise 2009, S. 14) den Stellenwert eines CMS bei der Akkreditierung von Studiengängen. Es wird zwischen den Prüfkriterien einer Programmakkreditierung als Erst-Akkreditierung bzw. als Re-Akkreditierung von Studienprogrammen und einer Systemakkreditierung unterschieden. Die Autoren messen einem CMS eine sehr hohe Bedeutung im Sinne eines ganzheitlichen Qualitätssicherungssystems zu, stellen aber auch klar, dass sie die These „Die Existenz eines Campus-Management-Systems wird [...] zu einem expliziten ‚K.O.‘-Kriterium bei Akkreditierungen“ (Bielezke und Beise 2009, S. 14) nicht bestätigen können. Dies ist nachvollziehbar, da bei einer Erst-Akkreditierung in Form einer Programmakkreditierung die Durchführung ohne CMS zwar mühsam, aber durchführbar ist. Beispiele von deutschen Hochschulen belegen dies. Der Akkreditierungsrat stellt eine Datenbank mit allen akkreditierten Studiengängen und Hochschulen zur Verfügung (Akkreditierungsrat 2017). Diese umfasst auch Studiengänge von systemakkreditierten Hochschulen.

Formen der Akkreditierung	Programmakkreditierung		Systemakkreditierung
	Erst-Akkreditierung von Studienprogrammen	Re-Akkreditierung von Studienprogrammen	Akkreditierung von Qualitätssicherungssystemen
Relevante Prüfkriterien im Hinblick auf den Einsatz von Campus-Management-Systemen	Kriterium 5: „Die Durchführung des Studienganges ist [...] hinsichtlich der [...] Ausstattung gesichert [...].“ (Akkreditierungsrat 2008, S. 59)	Kriterium 4: „[...] berücksichtigt die Hochschule bei der Weiterentwicklung des Studienganges auch Evaluationsergebnisse, Untersuchungen zur studentischen Arbeitsbelastung, zum Studienerfolg und Absolventenverbleib.“ (Akkreditierungsrat 2008, S. 59)	Kriterium 2: „Die Hochschule verfügt und nutzt im Bereich Studium und Lehre kontinuierlich ein Steuerungssystem.“ (Akkreditierungsrat 2008, S. 50)
Bedeutung/ Vorteilhaftigkeit von Campus-Management-Systemen	+	++	+++
Campus-Management-System	... für Kommunikation / Content-Management / Ressourcen-Manag. / Bibliothek	... für Evaluation der Lehre, Workload-Befragung, Job-Center, Alumni-Arbeit	... als ganzheitliches QM-System

Abbildung 2.10: Stellenwert von CMS bei Akkreditierungsverfahren in Deutschland
[Quelle: nach (Bielezke und Beise 2009, S. 14)]

Am 14.05.2014 wurde die TUM von der Akkreditierungskommission des Organs für Akkreditierung und Qualitätssicherung der Schweizerischen Hochschulen (OAQ), seit 01.01.2015 Schweizerische Agentur für Akkreditierung und Qualitätssicherung (AAQ, vgl. (AAQ 2017)), im Auftrag des Akkreditierungsrates ohne Auflagen mit einer Gültigkeit bis 30.09.2020 systemakkreditiert. Somit sind automatisch alle Studiengänge akkreditiert, welche das zentrale Qualitätsmanagement der TUM (vgl. (Technische Universität München 2015)) durchlaufen. Im Bericht der Gutachter wurde die zentrale Rolle des CMS TUMonline für das Qualitätsmanagement durch die durchgängige Unterstützung der zentralen Geschäftsprozesse im Bereich Studium und Lehre hervorgehoben (oaq 2014, S. 20).

Es ist anzumerken, dass am 17.02.2016 das Bundesverfassungsgericht (BVerfG) im Rahmen eines Normenkontrollverfahrens die Regelungen zur Akkreditierung von Studiengängen in Nordrhein-Westfalen für verfassungswidrig erklärte (BVerfG, Beschluss des Ersten Senats vom 17.02.2016). Daraufhin wurde im Dezember 2016 von der KMK ein Entwurf für einen Staatsvertrag über die Organisation eines gemeinsamen Akkreditierungssystems zur Qualitätssicherung in Studium und Lehre an deutschen Hochschulen vorgelegt. Zu den Kernpunkten gehören: Akkreditierungsentscheidung durch den Akkreditierungsrat, nicht mehr durch Agenturen; Trennung der formalen und der fachlich-inhaltlichen Kriterien; Umsetzung der Vorgaben des BVerfG zur erforderlichen Mehrheit der Wissenschaft bei fachlich-inhaltlichen Fragen (KMK 09.12.2016). Die geplanten Anpassungen haben direkte Auswirkungen auf die Akkreditierungsverfahren und legen eine noch stärkere IT-Unterstützung, vor allem in Bezug auf die nun explizit und unabhängig von den fachlichen-inhaltlichen Kriterien durchzuführende Prüfung der formalen Kriterien, nahe.

2.3 Campus-Management-Systeme

Um den in Kapitel 2.2 skizzierten Rahmenbedingungen und Bedarfen an deutschen Hochschulen mit Schwerpunkten in den Bereichen Bologna, Digitalisierung und Qualitätssicherung Rechnung zu tragen, werden spezielle domänenspezifische Informationssysteme eingesetzt. Diese Ausprägung von Hochschulinformationssystemen wird als Campus-Management-System (CMS) bezeichnet und hat die IT-Unterstützung der Kernprozesse einer Hochschule zum Gegenstand. In dieser Arbeit steht die Abkürzung CMS für Campus-Management-System(e). CMS sind nicht mit Content-Management-Systemen zu verwechseln, welche vor allem für die Verwaltung von Webseiten eingesetzt werden. Der Funktionsumfang und die Prozessunterstützung von CMS unterscheiden sich je nach Hersteller und unterliegen in den meisten Fällen einer ständigen Weiterentwicklung.

2010 konstatierten Alt & Auth (Alt und Auth 2010, S. 186), dass ein „gefestigtes Begriffsverständnis“ für CMS in Deutschland aussteht, sahen aber gleichzeitig drei Merkmale für die Begriffsdefinition: CMS als integriertes Anwendungssystem, CMS als Standardsoftware und CMS als hochgradig horizontal und vertikal integriertes System. Demzufolge zeichnen sich CMS vor allem dadurch aus, dass sie keine Individualsoftware für einzelne Hochschulen mehr sind, sondern als modulare Standardsoftware in Abhängigkeit der Produktstrategie des jeweiligen Herstellers an die lokalen Bedürfnisse angepasst werden können. Ihre Bedeutung ist vergleichbar mit derer sogenannter Enterprise-Resource-Planning (ERP)-Systeme für Unternehmen, wie zum Beispiel SAP ERP (früher SAP R/3).

2.3.1 Funktionsübersicht

Dieses Unterkapitel stellt anhand einer idealtypischen Prozessunterstützung des in Kapitel 2.2.5 vorgestellten studentischen Lebenszyklus Funktionalitäten von CMS aus unterschiedlichen Perspektiven und in verschiedenen Detaillierungsgraden vor.

2.3.1.1 Studierendenperspektive

Abbildung 2.11 zeigt die durch ein CMS zu unterstützenden Prozesse und Funktionen anhand des studentischen Lebenszyklus aus Sicht eines Studierenden. Potentielle Studienbewerber erhalten über das CMS Informationen über die zur Auswahl stehenden Studiengänge, Eingangsvoraussetzungen, Abschlüsse, Studienpläne und Module der Hochschule. Über das Organisations- und Einrichtungsverzeichnis können Ansprechpartner und deren Kontaktdaten recherchiert werden. Im Falle einer Bewerbung stellt das CMS entsprechende online Formulare für die Erfassung der notwendigen Daten zur Verfügung. Nach einer Prüfung und Bewertung durch die Hochschule erfolgt eine Rückmeldung bzgl. der Zuteilung eines Studienplatzes, einer Ablehnung oder möglicher Auflagen. Im Falle einer Zulassung zum Studium hat der Bewerber nun die Möglichkeit den Studienplatz über das CMS anzunehmen. In der Folge würden nachgelagerte Prozesse angestoßen werden, beispielsweise im Bereich der Gebühren- und Beitragsverwaltung. Mit der erfolgreichen Immatrikulation ändert sich der Personenstatus von Bewerber in Studierender.

Bewerber	Information, Bewerbung und Zulassung
	<ul style="list-style-type: none">• Übersicht Studienangebot (Studiengänge, Abschlüsse, Studienpläne, Module, ...)• Organisations- & Einrichtungsverzeichnis (Ansprechpartner, Kontaktdaten, ...)• Bewerbung, Zulassung und Immatrikulation (Status, Studienplatzannahme, ...)
Studierender	Studium, Prüfungen & Graduierung
	<ul style="list-style-type: none">• Selbstbedienungsfunktionen (Bescheinigungen, Studienfortschritt, ...)• Studienorganisation (Belegung Module / Lehrveranstaltungen, Stundenplan, ...)• Prüfungsverwaltung (Anmeldung, Ergebnisse, Abschlussdokumentation, ...)
Alumnus	Serviceleistungen
	<ul style="list-style-type: none">• Selbstbedienungsfunktionen (Bescheinigung, Kontaktdatenpflege, ...)• Vernetzung mit anderen Alumni & Hochschulmitgliedern• ggf. Promotion / Habilitation (ggf. Statuswechsel zu Promotionsstudent / Mitarbeiter)

Abbildung 2.11: Prozesse und Funktionen aus Studierendensicht
[Quelle: eigene Darstellung]

Über Selbstbedienungsfunktionen können Immatrikulations-, Studienverlaufs-, Exmatrikulations- oder Rentenbescheinigungen neben Anträgen zur Beurlaubung, Exmatrikulation oder Briefwahl bei den Hochschulwahlen abgerufen werden. Auch können Studierende ihren Beitragsstatus (gezahlte und offene Beträge nach Kostenart) und Prüfungsergebnisse einsehen sowie Adressänderungen oder Anerkennungen von Studienleistungen veranlassen. Für die Studienorganisation stellt das CMS in Abhängigkeit des eigenen Studienfortschritts und der Belegung von Modulen oder Lehrveranstaltungen einen persönlichen Stundenplan zur Verfügung. Die Prüfungsan-, -abmeldung oder Ergebniseinsicht erfolgt ebenfalls über das CMS. Nach Studienabschluss ändert sich der Personenstatus von Studierender auf Alumnus. Ab diesem Zeitpunkt steht dem Alumnus nur noch ein eingeschränkter Funktionsumfang zur Verfügung. Dazu gehört die Möglichkeit der Kontaktadressaktualisierung.

2.3.1.2 Organisationsperspektive

Hochschule			
Bewerbungsmanagement	Bewerbung Zulassung		
Studierendenmanagement	Stammdatenverwaltung Gebühren- & Beitragsmanagement Selbstbedienungsfunktionalitäten		
Modul- und Lehrveranstaltungsmanagement	Modulmanagement Veranstaltungsplanung und Teilnehmermanagement Studiengangskoordination		
Prüfungsmanagement	Studiengangs- und Prüfungsordnungsmodellierung Prüfungsprozess Studienabschlussdokumentation		
Organisations- und Ressourcenverwaltung	Organisations- & Einrichtungsverzeichnis Raumplanung Lehrmittelverwaltung		
Weiterführende Prozessbereiche			
Personalverwaltung	Finanz- und Rechnungswesen	Berichtswesen	
Bibliothek	E-Learning	Dokumentenmanagement	
Lehrevaluation	Forschungsmanagement	Identity-Management	
Infrastruktur / Basisdienste (E-Mail, Speicher, Web, Netz)		Forschungsdatenmanagement	

Abbildung 2.12: Prozesse und Funktionen aus Organisationssicht
[Quelle: eigene Darstellung]

Aus Organisationssicht sind folgende Kernprozessbereiche im Zusammenspiel mit dem studentischen Lebenszyklus durch ein CMS zu unterstützen: das Bewerbungsmanagement, das Studierendenmanagement, das Modul- und Lehrveranstaltungsmanagement, das Prüfungsmanagement, die Organisations- und Ressourcenverwaltung und weiterführende Prozessbereiche sofern diese Prozesse nicht durch andere Informationssysteme unterstützt werden. In Abbildung 2.12 sind diese Bereiche aufgeführt und werden im Folgenden kurz ausgeführt.

Bewerbungsmanagement

Die Unterstützung des Kernprozessbereichs Bewerbungsmanagement durch ein CMS umfasst alle Prozesse, welche im Zusammenhang mit der Bewerbung und Zulassung zu einem Studiengang an einer Hochschule stehen. Neben der Hochschulzugangsberechtigung können für Studiengänge örtliche oder bundesweite Zulassungsbeschränkungen erlassen werden.

Es sind folgende Zulassungsverfahren an deutschen Hochschulen zu unterscheiden:

- Unbeschränkte Zulassung: Jeder Bewerber der die Studienvoraussetzungen erfüllt (gültige Hochschulzugangsberechtigung) erhält einen Studienplatz.

- Numerus Clausus (NC): Nach Beendigung der Bewerbungsfrist wird eine Reihung anhand der Abiturdurchschnittsnote und Wartezeit der Bewerber erstellt und entsprechend auf die Anzahl der Studienplätze verteilt. Über ein Nachrückverfahren werden nicht angenommene Plätze verteilt. Die Berechnungsgrundlage ändert sich bei jeder Durchführung anhand der Anzahl der zu vergebenden Studienplätze, der Anzahl der Bewerber und deren Kriterien (Abiturnote, Wartezeit). NC-Verfahren können örtlich (lokaler NC) oder bundesweit für Studiengänge gelten. Studiengänge, welche zu einem ersten berufsqualifizierenden Abschluss führen, werden auch grundständige Studiengänge genannt und werden bei bundesweiten Zulassungsverfahren über die Stiftung für Hochschulzulassung (Stiftung für Hochschulzulassung) abgewickelt, örtliche in Abhängigkeit der Entscheidung der jeweiligen Hochschule.
- Weitere örtliche Zulassungsverfahren: Hochschulen können neben einem lokalen NC auch andere Auswahlkriterien für örtliche Zulassungsverfahren definieren, dazu gehören Studierfähigkeitstests, Praktika, gewichtete Noten der Hochschulzugangsberechtigung oder Auswahlgespräche.

Je nach Hochschule ist somit die Abwicklung verschiedener Zulassungsverfahren und die Anbindung an das deutschlandweite Dialogorientierte Serviceverfahren (DoSV), bei den Studiengängen Medizin, Tiermedizin, Zahnmedizin und Pharmazie eine zusätzliche Anbindung zu Antrag Online (AntOn, vgl. (Stiftung für Hochschulzulassung 2017)), notwendig.

Das DoSV hat eine effizientere deutschlandweite Studienplatzvergabe durch den Abgleich der angebotenen Studienplätze und der Bewerbungsranklisten der teilnehmenden Hochschulen zum Ziel. Die Kosten des Verfahrens sollen ab 2018 vollständig durch die teilnehmenden Hochschulen nach HRK-Stimmenanteil⁴ getragen werden, unabhängig der von der jeweiligen Hochschule über das System abgewickelten Studiengängen. Für Hochschulen mit nur wenigen Studienangeboten mit örtlichen Zulassungsbeschränkungen, bedeutet dies folglich verhältnismäßig hohe Kosten.

Im Rahmen der Studienplatzvergabe für das WS 2014/15 wurden einer Pressemitteilung der Stiftung für Hochschulzulassung zufolge 289 Studiengänge von 62 Hochschulen über das DoSV abgewickelt (Stiftung für Hochschulzulassung 21.01.2015). Laut HRK (HRK 2014, S. 20) wurden im gleichen Zeitraum insgesamt 4.637 grundständige Studiengänge mit örtlicher Zulassungsbeschränkung und 91 mit einem zentralen Vergabeverfahren in Deutschland angeboten. Die Durchdringung lag im WS 2014/15 somit nur bei ca. 6%.

Um die Beteiligung der bayerischen Hochschulen am DoSV bis 2018 nachhaltig zu steigern, wurde ein entsprechender Passus in das Innovationsbündnis Hochschule 2018 aufgenommen, welches von der Bayerischen Staatsregierung und allen Präsidentinnen und Präsidenten der bayerischen Hochschulen (Universitäten, Hochschulen für angewandte Wissenschaften,

⁴ Die Ermittlung der HRK-Stimmenanteile erfolgt gemäß § 8 Abs. 1 der Ordnung der Hochschulrektorenkonferenz (HRK 2016a) anhand der Anzahl der Studierenden der jeweiligen Hochschule.

Kunsthochschulen) am 08.07.2013 unterzeichnet wurde (Bayerische Staatsregierung 2013, S. 3 und S. 6).

Im WS 2015/16 beteiligten sich laut einer Pressemitteilung der Stiftung für Hochschulzulassung 89 Hochschulen mit 465 Studienangeboten. Es wurden immerhin über 556.000 Bewerbungen von 183.000 Bewerbern verarbeitet und 50.000 Studienplätze koordiniert (Stiftung für Hochschulzulassung 02.09.2015). Die TUM nimmt seit dem WS 2016/17 am DoSV teil, im WS 2017/18 mit den Bachelor-Studiengängen Ernährungswissenschaft und Gesundheitswissenschaft.

Anfang 2017 wurden die weiterhin niedrige Durchdringung des DoSV (ca. 19% der örtlich zulassungsbeschränkten Studienangeboten), technische Probleme und mögliche Gründe öffentlich thematisiert (Wiarda 2017). Ursprünglich war eine flächendeckende Nutzung des Verfahrens in Deutschland und die Einbeziehung des zentralen Zulassungsverfahrens in das DoSV bis zum WS 2018/19 geplant.

Zusammenfassend ist davon auszugehen, dass die teilnehmenden Hochschulen auch zukünftig zusätzlich ein lokales Softwaresystem für das Bewerbungsmanagement von nicht zulassungsbeschränkten Studiengängen und durch das DoSV nicht unterstützten Geschäftsprozessen benötigen.

Studierendenmanagement

Nach erfolgreicher Bewerbung erfolgt die Zuteilung eines Studienplatzes. Sofern dieser innerhalb eines bestimmten Zeitraums angenommen und die weiteren Formalitäten vom Bewerber abgewickelt wurden, erfolgt die eigentliche Immatrikulation in den gewählten Studiengang der Hochschule. Eine der Voraussetzungen für eine endgültige Immatrikulation ist der fristgerechte Zahlungseingang der fälligen Gebühren und Beiträge. Höhe und Art können nach Bundesland, Hochschulstandort und Semester variieren. Im WS 2017/18 fallen für Studierende der Münchner Universitäten ein Studentenwerksbeitrag von € 62 und ein Semesterticket-Solidarbeitrag von € 66,50 an. In den vergangenen Jahren wurden zeitweise Verwaltungsgebühren und Studienbeiträge fällig.

Das Studierendenmanagement dient neben der Stammdatenverwaltung auch der automatisierten, meist semesterweisen Prüfung und Fortschreibung des Studienstatus. Die Verwaltung von Studiengangswechseln, Beurlaubungen, Sperrungen und Exmatrikulationen sind neben ad hoc-Statistiken und Studierendenabfragen Teil dieses Kernprozessbereichs.

Modul- und Lehrveranstaltungsmanagement

Ein zentrales Element des Bologna-Prozesses ist die Modularisierung von Studiengängen (vgl. 2.2.1). Bachelor- und Masterstudiengänge bestehen aus sog. Modulen, diese wiederum in der Regel aus mehreren Lehrveranstaltungen und einer Modulprüfung. Die Beschreibung eines Moduls dokumentiert u.a. Inhalte, Umfang, geplante Lernerfolge, Literatur und benötigte Vo-

raussetzungen. Das Modulhandbuch dient der einheitlichen Darstellung aller Modulbeschreibungen eines Studienganges, einer Fakultät oder auch der gesamten Hochschule. Zum Modulmanagement gehören die Prozesse der Einführung eines neuen Moduls, über die Pflege vorhandener Module bis zur Regelung des Wegfalls eines bestehenden Moduls.

Kernelement der Wissensvermittlung an Hochschulen sind Lehrveranstaltungen. Diese gliedern sich in Lehrformate wie Vorlesung, Übung, Seminar oder Praktikum. Der Kernprozessbereich der Veranstaltungsplanung und des Teilnehmermanagements umfasst die Prozesse von der Anlage von Lehrveranstaltungen, der Zuordnung von Dozierenden und der Regelung von Teilnahmebedingungen für Studierende über die Termin- und Raumplanung bis zu Platzvergabeverfahren.

Die Studiengangskoordination hat die Planung des Lehrangebots, die Sicherstellung der Studierbarkeit und damit verbunden auch die Qualitätssicherung der Studiengänge zur Aufgabe. Ein idealtypisches CMS unterstützt diese Aufgaben anhand von Planungswerkzeugen, Statistiken und Berichten.

Prüfungsmanagement

Das Prüfungsmanagement umfasst alle Prozesse von der Erstellung, Fortschreibung und Einstellung von Studien- und Prüfungsordnungen über die Prüfungsorganisation mit An- und Abmeldung, Ergebnisverbuchung und Versuchszählung bis zur Leistungsanerkennung und der Verwaltung von Abschlussarbeiten. Je nach Studien- und Prüfungsordnung kann die Modellierung des Studiengangs sehr komplexe Regeln erfordern. Studierende sollten anhand des aus der Modellierung generierten Studienbaums leicht erkennen können, welche Leistungen je Semester für ein erfolgreiches Studium zu erbringen sind.

Die sogenannte Studienabschlussdokumentation sieht die Erstellung von Zeugnissen, Diploma Supplements, Transcript of Records und Notenspiegeln (Grading-Tabellen) vor, vgl. Abschnitt 2.2.1.

Organisations- und Ressourcenverwaltung

Zum Kernprozessbereich Organisations- & Einrichtungsverzeichnis gehören die Prozesse rund um die Pflege und Fortschreibung der Organisations-, Einrichtungs-, Personen-, Telefon- und Liegenschaftsverzeichnisse. Andere Kernprozessbereiche sind von der Aktualität der Daten stark abhängig; die Zuordnung von Dozierenden zu Lehrveranstaltungen und deren Modulbeschreibungen kann nur funktionieren, wenn die entsprechenden Personen auch im System hinterlegt sind.

Der Bereich der Raumplanung umfasst neben der Raumverwaltung und -buchung auch die Generierung von Hörsaal-Belegungsplänen. Im Idealfall sind Campus-, Gebäude-, Flur- und Raumpläne für die Orientierung im Gebäude hinterlegt.

Die Lehrmittelverwaltung dient der Verwaltung von Multimediageräten und speziellen Lehr- und Lernmedien, wie Exponaten, Landkarten, Materialien, Modellen, Plänen, Präparaten oder Proben.

Weiterführende Prozessbereiche

Die Prozesse der Personalverwaltung, des Finanz- und Rechnungswesens, des Berichtswesens, der Bibliothek, der Lehrevaluation, des E-Learning, des Dokumentenmanagements und des Identity-Managements wurden exemplarisch für weiterführende, aber nicht zwingend durch ein CMS zu unterstützende Bereiche gewählt, da hier eine Reihe ausgereifter softwaretechnischer Lösungen auf dem Markt existieren. Je nach Ausprägung an der jeweiligen Hochschule steht also nicht die eigentliche Prozessunterstützung durch das CMS in diesen Bereichen im Vordergrund, sondern die Anbindung bzw. nahtlose Integration. Aus Nutzersicht ist eine möglichst homogene IT-Architektur ohne Systemwechsel wünschenswert. Bei einer gewachsenen, heterogenen Systemstruktur können Verbesserungen durch Integrationskonzepte (vgl. Abschnitte 3.2.2.3 und 3.3.4) erzielt werden. Die Herausforderungen in Bezug auf Informationssysteme für die digitale Hochschule werden in Abschnitt 2.4 ausgeführt.

Die TUM erkannte bereits 2002 die Notwendigkeit einer integrierten, benutzerfreundlichen und nahtlosen Infrastruktur für Information und Kommunikation (IuK) für Forschung, Lehre und Verwaltung und führte unter Leitung von Prof. Dr. Arndt Bode, Vizepräsident der TUM von 1999 bis 2008, eine Reihe an zentralen IT-Projekten durch (vgl. Abschnitt 3.2 und (Bode 2010)). Eines davon war das DFG-geförderte Großprojekt IntegraTUM zur Schaffung einer benutzerfreundlichen und nahtlosen Infrastruktur für Information und Kommunikation, welches in Abschnitt 3.2.2.3 knapp ausgeführt wird.

Die Kommission für Rechenanlagen der Deutschen Forschungsgemeinschaft hat in ihren Empfehlungen für 2006–2010 den Ansatz des integrierten Informationsmanagements aufgegriffen und eine Gesamtkonzeption der IT-Versorgung einer Hochschule unter Berücksichtigung der Integration von Verwaltungsprozessen empfohlen (DFG 2006, S. 14). In den folgenden Empfehlungen für 2011–2015 wurde auch der IT-Unterstützung der Kernprozesse einer Hochschule ein besonderes Augenmerk gewidmet (DFG 2010, S. 17).

In der Folge befassten sich 2007 die Chief Information Officer (CIO) des Universitätsverbandes TU9 German Institutes of Technology e. V. (TU9) mit der Fragestellung des „optimalen“ Campus-Management-Systems. Im folgenden Abschnitt werden die Analysen und Empfehlungen der TU9 vorgestellt.

2.3.2 TU9: Analyse und Empfehlungen zum Einsatz von CMS

TU9 ist ein Zusammenschluss von neun führenden Technischen Universitäten in Deutschland, bestehend aus: RWTH Aachen, TU Berlin, TU Braunschweig, TU Darmstadt, TU Dresden, Leibniz Universität Hannover, Karlsruher Institut für Technologie, TU München und Universität Stuttgart. Die CIOs der TU9-Universitäten erarbeiteten basierend auf mehreren Analysen und

Arbeitsgruppen Empfehlungen zum Einsatz von CMS. Evaluiert wurden CMS, welche den studentischen Lebenszyklus in den Bereichen Studierenden-, Prüfungs- und Lehrveranstaltungsmanagement möglichst vollständig unterstützen und 2007 mindestens an einer deutschsprachigen Hochschule produktiv im Einsatz waren (Quinque 2008, S. 11).

Die Motivation der Analyse beschreibt der TU9-Jahresbericht 2007 (Quinque 2008, S. 11): „[...] der Markt für Campus Management Systeme (CMS), der bisher von der HIS GmbH als einzigem Anbieter dominiert war, [ist] durch den Markteintritt neuer kommerzieller Anbieter in Bewegung geraten. Die HIS GmbH selbst entwickelt eine integrierte CM-Lösung (HIS:inOne), welche nach Aussagen der HIS etwa 2010/11 verfügbar sein soll. Vor diesem Hintergrund stellt sich für deutsche Universitäten die Frage nach einem Umstieg von HIS auf ein neues CMS. Ausgangspunkt ist für alle TU9 Universitäten eine mehr oder weniger stark ausgebaute HIS-Installation. [...]“.

2.3.2.1 TU9-Marktanalyse

Die im März 2007 von den TU9-CIOs eingesetzte Arbeitsgruppe Marktanalyse identifizierte unter Koordination von Dr. Kai Wülbern (bis 2011 TUM) sechs CMS-Anbieter, deren Produkte zur Voranalyse anhand eines Fragebogens evaluiert wurden.

Ausgewählt wurden folgende CMS (alphabetisch):

- CAS Campus der Firma CAS Software AG,
- CAMPUSonline der Technischen Universität Graz,
- SAP SLcM der Firma SAP AG (heute SAP SE),
- CampusNet der Firma Datenlotsen Informationssysteme GmbH,
- CLX.Evento der Firma Crealogix Holding AG,
- HISinOne der HIS GmbH (heute HIS e.G.).

Diese Anbieter wurden anhand folgender Kriterien ausgewählt: Unterstützung der Geschäftsprozesse des studentischen Lebenszyklus in mindestens zwei der drei Funktionsbereiche Studierenden-, Prüfungs- und Lehrveranstaltungsmanagement. Bei fehlender Unterstützung eines der drei Bereiche wurde die Interoperabilität mit einer Ersatzsoftwarelösung für den fehlenden Bereich gefordert. Außerdem war der Produktiveinsatz des CMS des Anbieters an mindestens einer deutschsprachigen Hochschule Bedingung.

Die Evaluation im Rahmen der Voranalyse wurde anhand eines umfangreichen Fragebogens mit ca. 90 gewichteten Einzelkriterien durchgeführt. Die CMS (alphabetisch) CampusNet und CAMPUSonline wurden in der Gesamtbewertung besser als das HISinOne bewertet. Die anderen drei CMS eindeutig schlechter. Im weiteren Verfahren wurden die Anbieter Datenlotsen Informationssysteme GmbH und TU Graz zu einer Systempräsentation eingeladen. In der Folge wurden von den Herstellern empfohlene Referenzhochschulen (Universität Graz & Universität Hamburg) durch die Arbeitsgruppe besucht und Testsznarien auf Testinstanzen

durchgespielt. Von einer Präsentation des HIS-Systems wurde aufgrund der vorhandenen Erfahrungen abgesehen.

Die Arbeitsgruppe gab schlussendlich keine eindeutige Systemempfehlung, formulierte aber detaillierte Bewertungen der CMS der Anbieter CAMPUSonline (TU Graz) und CampusNet (Datenlotsen Informationssysteme GmbH) und sah diese der damals vorhandenen HIS-Lösung technisch überlegen (Wülbern 2008).

Diese Erkenntnisse waren Grundlage für die TU9-Wirtschaftlichkeitsanalyse, welche im Folgenden kurz vorgestellt wird.

2.3.2.2 TU9-Wirtschaftlichkeitsanalyse

Neben der Marktanalyse durch eine Arbeitsgruppe der TU9-CIOs wurde auch eine Wirtschaftlichkeitsanalyse (Breitner et al. 2008) ausgewählter CMS zur Beurteilung des Mehrwertes selektierter Alternativsysteme als Auftragsstudie unter Leitung von Prof. Dr. Michael H. Breitner, Leibniz Universität Hannover, durchgeführt. Konkret wurden die Systeme der Anbieter Datenlotsen Informationssysteme GmbH, HIS GmbH (seit Mai 2014 HIS e.G.) und der Technischen Universität Graz in der Wirtschaftlichkeitsanalyse untersucht. Diese Selektion war Ergebnis der TU9-Marktanalyse (vgl. Abschnitt 2.3.2.1). Ziel der Auftragsstudie war eine möglichst detaillierte und repräsentative Kosten-/Nutzenanalyse für TU9-Universitäten. Untersucht wurden Migrationspfade und -kosten, Einsparungspotentiale, Nutzen (nichtmonetär), Risiko- und Erfolgsfaktoren, sowohl für die Einführung, als auch für den langfristigen Betrieb. TU9-Musteruniversitäten für die Analyse waren die Leibniz Universität Hannover und die Technische Universität München, da sie vergleichbare Studierendenzahlen bei unterschiedlicher Prozessorganisation und HIS Softwaremodul-Nutzung hatten.

Im Rahmen der Auftragsstudie wurde Ende 2007 eine Vollkostenrechnung für die Geschäftsprozesse im Bereich des studentischen Lebenszyklus an der Musteruniversität Hannover durchgeführt, welche ca. 340 € pro Studierender pro Jahr ergab. Die ermittelte Kostenverteilung war: „[...] ca. 20% auf das Immatrikulations- und das Prüfungsamt, ca. 40% auf die Studiendekanate, Fakultätsbeauftragten und Dekanate, ca. 25% auf die Lehrenden und Institutssekretariate sowie 15% auf alle übrigen CM-Organisationseinheiten.“ (Breitner et al. 2008, S. 3). Als Schlussfolgerung dieser Verteilung wurde die zwingende Einbindung und Unterstützung der Fakultäten und Lehrstühle einer Hochschule bei einer CMS-Einführung abgeleitet.

Insgesamt ermittelte die Auftragsstudie Gesamtkosten für den Bereich Campus Management für einen Zeitraum von 8 Jahren (Modellrechnung 2008–2015) zwischen 68 Mio. € und 75 Mio. € je nach Anbieter, abhängig vom Migrationsszenario und einer „best case“ bzw. „worst case“ Abschätzung. Die Spanne für das System CAMPUSonline reichte von 67,8 bis 72,0 Mio. €, CampusNet von 68,1 bis 72,3 Mio. € und HISinOne von 71,5 bis 74,3 Mio. €. Mit 75,4 Mio. € am teuersten wurde die sogenannte Unterlassungsalternative beziffert – laut Hochrechnung der Studie wären dies die Gesamtkosten für den Bereich Campus Management an der TU9-

Musteruniversität Hannover bis 2015 insofern eine „rein HIS getriebene, langsame Migration zu HISinOne durchgeführt [wird]“ (Breitner et al. 2008, S. VI).

In der Modellrechnung wurden weiterführende Prozessbereiche (vgl. Abschnitt 2.3.1.2) nicht berücksichtigt, da diese nur im indirekten Zusammenhang mit dem studentischen Lebenszyklus stehen. Dazu gehören Bibliotheksdienste, Personalverwaltung oder E-Learning. Aus Sicht der Vision der digitalen Hochschule dürfen diese Bereiche aber nicht vernachlässigt werden.

Der folgende Abschnitt gibt einen Überblick zur Entwicklung der TU9-Universitäten seit Durchführung der TU9-Markt- und -Wirtschaftlichkeitsanalyse und stellt den Status quo des jeweiligen Campus-Management-Systems dar.

2.3.3 Entwicklung der TU9-Universitäten

Das Wachstum der Studierendenzahlen der einzelnen TU9-Universitäten zwischen dem WS 2007/08 (Ausgangszeitpunkt der TU9-Evaluation Campus-Management-Systeme), dem WS 2013/14 und dem WS 2016/17 ist in Tabelle 2.3 dargestellt. Die Technische Universität München konnte sowohl nach 6 Jahren mit fast 62%, also auch nach 9 Jahren mit über 80% auf über 40.000 Studierende den jeweils größten Anstieg der Studierendenzahl seit dem WS 2007/08 verzeichnen. Die Technischen Universitäten Braunschweig und Darmstadt wuchsen bis zum WS 2013/14 um über 40% bzw. über 52% und bis zum WS 2016/17 um 64% bzw. ca. 60%. Das geringste Wachstum der Studierendenzahl im TU9-Hochschulverbund haben die Technische Universität Dresden mit ca. 5% und die Technische Universität Berlin mit ca. 22% im Zeitraum WS 2007/08 bis WS 2016/17 zu verzeichnen.

Sondereffekte der steigenden Studierendenzahlen (vgl. Abschnitt 2.2.2) wie die Aussetzung der Wehrpflicht und die doppelten Abiturjahrgänge aufgrund der Schulzeitverkürzung bis zum Abitur in 12 Bundesländern sind im dargestellten Zeitraum bereits enthalten. Das Bundesland Schleswig-Holstein hat erst im Jahr 2016 einen doppelten Abiturjahrgang aufgrund der G8-Umstellung entlassen.

Universität	Anzahl Studierende WS 07/08	Anzahl Studierende WS 13/14	Wachstum WS 07/08– WS 13/14 [%]	Anzahl Studierende WS 16/17	Wachstum WS 07/08– WS 16/17 [%]
RWTH Aachen	30.260	40.375	33,4%	44.517	47,1%
Technische Universität Berlin	28.121	31.427	11,8%	34.428	22,4%
Technische Universität Braunschweig	12.212	17.192	40,8%	20.029	64,0%
Technische Universität Darmstadt	16.500	25.100	52,1%	26.360	59,8%
Technische Universität Dresden	33.050	37.135	12,4%	34.838	5,4%
Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover	20.187	23.900	18,4%	28.106	39,2%
Karlsruher Institut für Technologie	18.353	24.528	33,6%	25.892	41,1%
Technische Universität München	22.236	35.979	61,8%	40.124	80,4%
Universität Stuttgart	19.705	26.457	34,3%	27.686	40,5%

Tabelle 2.3: Studierenden-Wachstum der TU9-Universitäten zw. WS 2007/08, WS 2013/14 und WS 2016/17
[Quelle: eigene Darstellung]

Tabelle 2.4 zeigt den Stand und die Planungen der TU9-Universitäten in Bezug auf CMS. Im Folgenden werden die Status der einzelnen Universitäten kurz beschrieben.

Die RWTH Aachen startete bereits 2011 das Projekt „Reorganisation der Prozesse rund um das Prüfungsleistungs- und Lehrveranstaltungsmanagement einschließlich der Einführung einer integrierten Softwarelösung“, kurz PuL. Aufbauend auf einer Ist-Prozess-Analyse im Bereich Studium und Lehre wurden Soll-Prozesse definiert, welche die Grundlage für eine 2013 gestartete Ausschreibung bildeten. Bis Ende 2014 befand sich die RWTH Aachen in einem vergaberechtlchen Verhandlungsverfahren für die Beschaffung und Einführung eines neuen, integrierten Campus-Management-Systems, welches die bestehenden Systeme der Anbieter CAS Software AG und HIS e.G. ersetzen soll. Ein europaweiter Teilnahmewettbewerb im Jahr 2013 war dem Verhandlungsverfahren vorgeschaltet. Im Dezember 2014 wurde die Entscheidung getroffen, dass Campus-Management-System CAMPUSonline der TU Graz als RWTHonline bis Ende 2018 einzuführen (RWTH Aachen 2017).

Die Einführung eines integrierten Campus-Management-Systems ist Teil des Zukunftskonzepts 2013–2020 der Technischen Universität Berlin mit dem Ziel „die administrativen Rahmenbedingungen sowohl für Studium und Lehre als auch für die Forschung in den kommenden Jahren signifikant [zu] verbessern“ (Technische Universität Berlin 2013, S. 44f). 2013 hat sich die TU Berlin für das CMS SAP SLcM entschieden. Für die erforderlichen Anpassungsleistungen und die Einführung wurde ein vergaberechtlches Verhandlungsverfahren mit einem vorgelagerten, europaweiten Teilnahmewettbewerb durchgeführt. Der Zuschlag

wurde im September 2015 an die itelligence AG erteilt. Die notwendigen Implementierungen sollen bis Ende 2017 durchgeführt werden. Seit Ende November 2016 erfolgt eine Pilotierung des CMS anhand der Studiengänge Bachelor Physik, Master Physik und Master Historische Urbanistik (Technische Universität Berlin 2016).

Universität	Bundesland	integriertes Campus-Management-System		
		Software-Basis (Hersteller)	Entscheidung	Einführung bis
RWTH Aachen	NRW	CAMPUSonline (TU Graz)	2014	WS 2018/19
Technische Universität Berlin	BE	SAP SLcM (SAP SE)	2013	Ende 2017
Technische Universität Braunschweig	NI	HISinOne (HIS e.G.)	2014	2019
Technische Universität Darmstadt	HE	CampusNet (Datenlotsen Informationssysteme GmbH)	2008	Ende 2013
Technische Universität Dresden	SN	CampusNet (Datenlotsen Informationssysteme GmbH)	2012	[Ende 2015] k.A.
Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover	NI	SAP SLcM (SAP SE)	2014	Mitte 2017
Karlsruher Institut für Technologie	BW	CAS Campus (CAS Software AG)	2009	[2011/2015] Mai 2018
Technische Universität München	BY	CAMPUSonline (TU Graz)	2007	Ende 2009
Universität Stuttgart	BW	CAMPUSonline (TU Graz)	2012	[Mitte 2016] März 2018

Tabelle 2.4: Übersicht integrierte Campus-Management-Systeme TU9-Hochschulen, Stand März 2017
[Quelle: eigene Darstellung]

Die Technische Universität Braunschweig plant auch in Zukunft die Softwaresysteme des Anbieters HIS e.G. einzusetzen und somit auf das CMS HISinOne zu migrieren. Das Migrationsprojekt wurde am 01.07.2015 offiziell gestartet und soll bis zum 30.06.2019 abgeschlossen werden, ursprünglich war nur eine Laufzeit von 3 Jahren geplant. Im Rahmen eines Vorprojekts wurden konkrete Zeitpläne für die Umstellung anhand einer Ist-Analyse erstellt. Für 2017 ist die Produktivsetzung des Studierenden- und Gebührenmanagements, sowie die Einführung des DoSV (vgl. Abschnitt 2.3.1.2) vorgesehen (Technische Universität Braunschweig 2017).

2008 wurde an der Technische Universität Darmstadt die Entscheidung getroffen das CMS CampusNet des Anbieters Datenlotsen Informationssysteme GmbH einzuführen. Nach einem

Stopp des Rollouts im September 2009 und einer neuen Projektstrukturierung konnte das System Ende 2013 erfolgreich in den Regelbetrieb überführt werden (Technische Universität Darmstadt 2016).

Im Rahmen einer europaweiten Ausschreibung entschied sich 2012 die Technische Universität Dresden für das CMS CampusNet des Anbieters Datenlotsen Informationssysteme GmbH. Eine umfangreiche Prozessanalyse wurde bereits im Rahmen eines Vorprojekts im Jahr 2011 durchgeführt (Technische Universität Dresden 2013). Die ersten Funktionalitäten wurden im Sommersemester 2015 mit der Einführung des Bewerbungs-, Zulassungs- und Studierendenmanagement freigeschaltet (Technische Universität Dresden 2016). Das CMS-Einführungsprojekt sollte ursprünglich bis Ende 2015 mit der Inbetriebnahme der Funktionsbereiche Prüfungs- und Lehrveranstaltungsmanagement abgeschlossen werden. Stand März 2017 dauern die Pilotierungen dieser Funktionsbereiche in ausgewählten Fakultäten aufgrund von Verzögerungen und der Umstellung auf die neue Version NT des CMS CampusNet an. Parallel zum CMS wird die ERP-Software des Anbieters SAP SE eingeführt.

Das 2010 an der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover gestartete Campus Management Projekt zur Prozessoptimierung und Einführung des CMS HISinOne des Anbieters HIS e.G. wurde im Januar 2013 beendet, wobei die Einführung des CMS aufgrund des Entwicklungsstandes der Software im April 2012 ausgesetzt wurde. 2014 traf die Universität die Entscheidung das CMS SAP SLcM des Anbieters SAP SE bis Mitte 2017 einzuführen. Im Rahmen eines ausschreibungsrechtlichen Verhandlungsverfahrens wurde ein Implementierungspartner für die Einführung des CMS, weiterer benötigter Module und Schnittstellen gesucht. Der Zuschlag ging an die itelligence AG mit der Branchenlösung it.education und den Partnern MG Consulting und Dr. Pape Consulting (Leibniz Universität Hannover 2016).

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) erteilte 2009 im Rahmen einer europaweiten Ausschreibung dem Anbieter CAS Software AG für das CMS CAS Campus den Zuschlag. In Folge einer Neuausrichtung des Projekts wurde das Projekt KIM-CM zum 31.12.2015 (ursprünglich 2011 geplant) abgeschlossen. Im Mai 2015 wurde bereits das Folgeprojekt für die Umstellung von Studium und Lehre auf die neue Campus-Management Software, kurz USeCampus, mit einer geplanten Laufzeit von 3 Jahren gestartet (Karlsruher Institut für Technologie 2016).

Ende 2007 beschloss die TUM das CMS CAMPUSonline der Technischen Universität Graz im Rahmen einer Kooperationsvereinbarung in den nächsten zwei Jahren einzuführen. 2010 wurde das System erfolgreich in den Regelbetrieb überführt (Technische Universität München 2010a). Weitere Details zum Projekt und System werden in den Abschnitten 3.2.2.5 und 3.3 ausgeführt.

Seit 2010 wurde im Rahmen des Projekts CUS die Einführung eines CMS an der Universität Stuttgart vorbereitet. Der Kooperationsvertrag zur Einführung des CMS CAMPUSonline wurde

2012 mit der Technischen Universität Graz geschlossen. Die Auswahl des CMS erfolgte in einem Ausschreibungsverfahren als wettbewerblicher Dialog mit Teilnahmewettbewerb. Bereits erfolgreich eingeführt wurden 2015 das Bewerbungs-, Zulassungs- und Studierendenmanagement (Universität Stuttgart 2015). Die restlichen Programmmodule sollen sukzessive bis Ende März 2018 folgen, die ursprünglich geplante Laufzeit des Einführungsprojekts bis Mitte 2016 wurde entsprechend verlängert.

Es ist festzuhalten, dass die beiden eingangs erwähnten Technischen Universitäten, München und Darmstadt, zwischen dem WS 2007/08 und WS 2013/14 mit dem stärksten Studierendenwachstum im TU9-Hochschulverbund als erste Hochschulen integrierte Campus Management Systeme produktiv einsetzten. Dies könnte zum Beispiel an der gesteigerten Notwendigkeit eines zentralen CMS aufgrund des erhöhten studentischen Zuspruchs liegen. Natürlich könnte auch ein modernes CMS mit online Bewerbung die Attraktivität der jeweiligen Hochschule erhöht haben. Diese Fragestellungen lassen sich im Rahmen dieser Arbeit nicht abschließend klären und könnten Teil einer anderen Forschungsarbeit werden.

Dieser Abschnitt zeigte die Entwicklung der TU9-Universitäten im Kontext von CMS. Im Folgenden wird ein knapper Überblick der an den TU9-Hochschulen im Einsatz bzw. in der Einführung befindlichen CMS-Anbieter gegeben. Auf eine detaillierte Darstellung des jeweiligen CMS-Funktionsumfangs wird aufgrund der ständigen Weiterentwicklung der Produkte an dieser Stelle verzichtet.

2.3.4 CMS-Anbieter TU9-Hochschulen

2.3.4.1 CAS Software AG

Die CAS Software AG wurde 1986 in Karlsruhe als Aktiengesellschaft gegründet und bezeichnet sich als deutscher Marktführer für Customer-Relationship-Management-Lösungen (CRM) für den Mittelstand. Die CAS-Gruppe beschäftigt rund 450 Personen, davon ca. 300 im CRM-Bereich. Seit 2001 wird CAS Campus als integriertes CMS entwickelt und an Hochschulen eingesetzt. Stand März 2017 werden 20 Hochschulen und Bildungseinrichtungen als Referenzen für den Einsatz von CAS CAMPUS auf der Webseite der CAS Software AG aufgeführt (www.cas-education.de).

2.3.4.2 Datenlotsen Informationssysteme GmbH

1993 wurde die Datenlotsen Informationssysteme GmbH in Hamburg gegründet und spezialisierte sich in den folgenden Jahren auf IT-Lösungen für Bildungseinrichtungen und Hochschulen mit Schwerpunkt Hochschulorganisation und -verwaltung. Das Kernprodukt der Firma ist das integrierte CMS CampusNet, welches Stand März 2017 an mehr als 80 Hochschulen in Deutschland, Österreich, der Schweiz und der Türkei im Einsatz ist. Aktuell wird die neue Softwareversion CampusNet NT eingeführt, welche auch in neuen Kundensegmenten eingesetzt wird und CampusNet Classic ablöst (Datenlotsen 2017). Laut Herstellerangaben zeichnet sich CampusNet NT durch die Nutzerzentriertheit, die Adaptivität und die Integrationsfähigkeit aus (www.datenlotsen.de).

2.3.4.3 HIS Hochschul-Informationssystem eG (vormals GmbH)

1969 wurde die HIS Hochschul-Informationssystem GmbH (HIS GmbH) mit Sitz in Hannover als gemeinnütziger Dienstleister von der Stiftung Volkswagenwerk gegründet. 1976 übernahmen die Länder und der Bund die GmbH als Gesellschafter. 2012 erfolgten nach langjähriger Kritik der Hochschulen aufgrund von Verzögerungen, technischer Problemen und vergaberechtlicher Klagen⁵ Evaluationen der Abteilung Hochschul-IT durch eine externe Expertengruppe und der Unternehmensberatung Ernst&Young. Diese führten zu einer Umstrukturierung. Bis zum 28.08.2013 gliederte sich die HIS GmbH in die drei Abteilungen: Hochschul-IT, Hochschulentwicklung und das Institut für Hochschulforschung. Die beiden letzteren wurden in der Folge in das Deutsche Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW) ausgegliedert. Am 28.01.2014 wurde die Umwandlung der GmbH mit der verbleibenden Abteilung Hochschul-IT in eine gemeinnützige eingetragene Genossenschaft (eG) beschlossen und am 02.05.2014 mit der Eintragung in das Genossenschaftsregister vollzogen. Bis zur Umstrukturierung finanzierte sich die Abteilung Hochschul-IT der HIS GmbH durch ca. 1/3 Basisfinanzierung durch den Bund und die 16 Bundesländer und ca. 2/3 durch Software-Nutzungsentgelte & Gebühren. Durch die Umwandlung in die eG können Hochschulen der Genossenschaft beitreten und aktiv Einfluss auf das Dienstleistungsangebot und die Produktentwicklung nehmen. In Abhängigkeit des anzuwendenden Landeshochschulgesetzes ist ggf. eine Einwilligung der Aufsichtsbehörde oder des Finanzministeriums bei Hochschulbeteiligungen einzuholen. Die Finanzierung der Genossenschaft soll ausschließlich über kostendeckende Leistungsentgelte erfolgen. Mitglieder können vergaberechtskonform Leistungen ohne öffentliche Ausschreibung beziehen, da sie als sogenannte „In-house-Vergaben“ erfolgen. Im Bereich der Professionalisierung strebt die HIS eG ein Partnernetzwerk aus selbständigen Lösungsanbietern für ihre Mitglieder an. Der Ansatz umfasst Entwicklungspartner, Ergänzungspartner, Implementierungspartner und Beratungspartner. Stand August 2014 hat die HIS eG rund 170 deutsche Hochschulen als Mitglied und beschäftigt ca. 180 Personen (150 VZÄ), Stand Mai 2016 sind 213 deutsche Hochschulen Mitglied (www.his.de).

Im März 2016 wurde von der Europäischen Kommission ein Prüfverfahren gegen die Bundesrepublik Deutschland wegen vermeintlich unzulässiger Beihilfen an die frühere HIS GmbH eröffnet. Dieses geht auf eine 2012 von der Datenlotsen GmbH eingereichte Beschwerde zurück. Die Kommission prüft nun, ob eine Wettbewerbsverzerrung in den letzten Jahrzehnten vorlag. Als Konsequenz könnten staatliche Unterstützungsmittel zurückgefordert werden.

2.3.4.4 SAP SE

Die SAP AG wurde 1972 in Walldorf als deutsche Aktiengesellschaft gegründet und Mitte 2014 nach Beschluss der Hauptversammlung in eine Europäische Gesellschaft (Societas Europaea) umgewandelt und firmiert seither als SAP SE. Hauptprodukt ist das integrierte ERP-System SAP ERP, ehemals als SAP R/3 bzw. mySAP ERP bezeichnet. Seit 2001 wird an SAP SLcM (Student Lifecycle Management) zur Abbildung des Student Lifecycle gearbeitet (www.sap.de). 2012

⁵ Vgl. EuGH, Urteil vom 08.05.2014

wurde diese von rund 100 Hochschulen weltweit eingesetzt (Kirchen 2012). März 2017 setzen 45 Kunden in Europa und 108 Kunden weltweit das System ein (Rösch 2017).

2.3.4.5 Technische Universität Graz

Der Zentralen Informatikdienst der TU Graz entwickelt seit 1998 kontinuierlich das integrierte CMS CAMPUSonline, welches seit 2004 auch an anderen Hochschulen eingesetzt wird, seit 2008 auch außerhalb Österreichs. Stand Dezember 2016 ist es an 38 Hochschulen im deutschsprachigen Raum im Einsatz und wird von ca. 400.000 Studierenden und 124.000 Beschäftigten genutzt (Technische Universität Graz 2016b). Das CMS wurde bereits mehrfach ausgezeichnet: 2003 EUNIS Elite Award, 2004 ECTS-Label und 2006 Diploma Supplement-Label der Europäischen Kommission und 2010 eGovernment-Löwe der Bayerischen Staatsregierung (campusonline.tugraz.at).

2.3.4.6 Exkurs: PRIMUSS-Verbund

Als Exkurs sei hier noch der PRIMUSS-Verbund als Beispiel für eine erfolgreiche Kooperation im Bereich der Entwicklung und des Betriebs des gleichnamigen CMS PRIMUSS „Prüfungs-, Immatrikulations- und Studentenverwaltungs-System“ zwischen ursprünglich sechs bayerischen und einer baden-württembergischen Hochschule kurz vorgestellt. 2001 gründete sich die Initiative, welche im Sommersemester 2017 die folgenden sechs staatlichen bayerischen Hochschulen für angewandte Wissenschaften (HAWs), zwei staatlich anerkannte bayerische HAWs und eine staatlich anerkannte baden-württembergische Hochschule umfasst: Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden, Hochschule für angewandte Wissenschaften Coburg, Evangelische Hochschule Freiburg, Hochschule für angewandte Wissenschaften Hof, Technische Hochschule Ingolstadt, Evangelische Hochschule Nürnberg und Hochschule München. Die Hochschule Ansbach und die Augustana-Hochschule Neuendettelsau werden über die Evangelische Hochschule Nürnberg im Verbund vertreten (Rehr 2017).

Für das zentrale Hosting des CMS für alle beteiligten Hochschulen wurde 2014 eine Kooperation mit dem Regionalen Rechenzentrum Erlangen (RRZE) der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) abgeschlossen. PRIMUSS verwaltet im Sommer 2017 insgesamt ca. 41.000 immatrikulierte Studierende und rund 3.000 Sachbearbeiter und Dozierende der Hochschulen (www.primuss.de, (Rehr 2017)).

Im nächsten Abschnitt wird ein Überblick über den Einsatz von CMS an deutschen Hochschulen gegeben.

2.3.5 Einsatz von CMS an deutschen Hochschulen

2012 veröffentlichte Ernst & Young die Ergebnisse der Studie „Campus-Management zwischen Hochschulautonomie und Bologna-Reform“ an der nach eigenen Angaben 102 der insgesamt 415 deutschen Hochschulen (Stand: WS 2010/11⁶) beteiligt waren. Hochschulentscheider im

⁶ Vgl. (BMBF 2016)

Bereich Campus-Management wurden per Onlinebefragung und mittels Telefoninterviews befragt. Abbildung 2.13 zeigt die Auswertung der vielfältigen Rückmeldungen auf die Frage „Welche Systeme kommen zur Unterstützung im Student Lifecycle zum Einsatz?“.

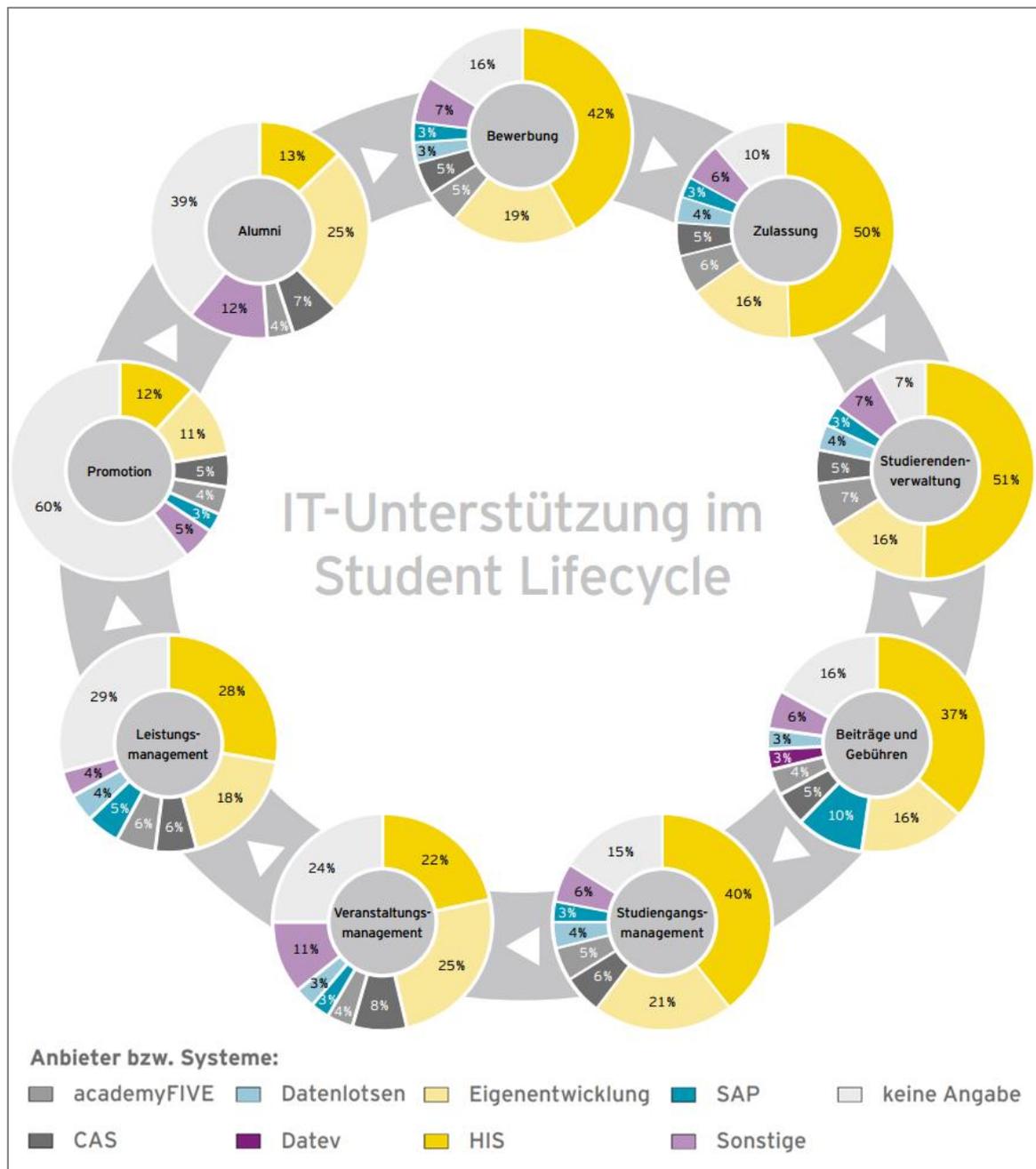


Abbildung 2.13: „Welche Systeme kommen zur Unterstützung im Student Lifecycle zum Einsatz?“

[Quelle: (Ernst & Young GmbH 2012, S. 17)]

Die Ergebnisse der Befragungen in Bezug auf den Einsatz von HIS-Produkten erscheinen auf den ersten Blick etwas niedrig. Im Vergleich zu den 2012 bestehenden Supportverträgen zu den einzelnen HIS-GX/QIS Modulen ergibt sich aber ein sehr schlüssiges Bild. Das Modul SOS von HIS-GX/QIS wird für das Studierenden-Management eingesetzt. 202 dt. Hochschulen hat-

ten im Zeitraum 01.01.2011–30.06.2012 einen Supportvertrag für dieses Modul abgeschlossen (Körner 2012, S. 4). Dies entspricht bei 421 dt. Hochschulen im WS 2011/12 ca. 48%. Die Ernst & Young Campus-Management Studie ergab für den Bereich Studierendenverwaltung 51%. Insgesamt setzten im Jahr 2012 ca. 250 dt. Hochschulen Software aus dem Bereich Campus-Management der HIS GmbH ein (Körner 2012, S. 4).

Zu hinterfragen bleibt der recht hoch erscheinende Anteil an Eigenentwicklungen, welche in allen von Ernst & Young befragten Prozessen und Bereichen genannt wurden. Wobei auch die Quote der „keine Angabe“-Rückmeldungen in einigen Bereichen hoch ist, vor allem im Bereich Promotion.

Leyh & Henning befragten im Frühjahr 2012 im Rahmen einer online Umfrage 232 Hochschulen in Deutschland zum Einsatz von Enterprise Resource Planning (ERP) und Campus-Management-Systemen (CMS) in der deutschen Hochschulverwaltung (Leyh und Hennig 2012). Als Selektionskriterium wurde eine Studierendenzahl von mehr als 1.000 Studierenden gewählt. Die initiale Rücklaufquote lag bei ca. 37,5%, nach Bereinigung der nicht auswertbaren Bögen bei ca. 31,5% (73 von 232). Den Autoren zufolge zeigte sich, dass „ein Großteil der kleineren Hochschulen (private als auch staatliche Hochschulen) auf die Lösungen der HIS GmbH setzen, jedoch in Zukunft eine Migration auf HISinOne, einem integrierten CMS[,] anstreben.“ (Leyh und Hennig 2012, S. 10)

Hervorzuheben sind die Ergebnisse dieser Umfrage zu „Frage 25: Welche hauptsächlichen Gründe waren ausschlaggebend für die Einführung eines Campus-Management-Systems?“ und „Frage 28: Welche Bereiche werden durch ein Campus-Management-System unterstützt?“ (Leyh und Hennig 2012, S. 11).

Für die Einführung eines CMS wurden als wesentliche Gründe angegeben (Mehrfachantwort): „Höhere Automatisierbarkeit der Campus-Management-Prozesse“ (44 von 59), „Gestiegene Service-Anforderungen der Studierenden“ (42 von 59), „Bessere Integration der Campus-Management-Prozesse in die Verwaltungsprozesse“ (39 von 59) und „Gestiegene Anforderungen aufgrund der Bologna-Prozesse“ (39 von 59). Diese Gründe decken sich gut mit den in Abschnitt 2.2 bereits ausgeführten Rahmenbedingungen und Bedarfe an deutschen Hochschulen. Als unterstützte Prozessbereiche (Mehrfachantwort) wurden „Prüfungsverwaltung“ (58 von 59), „Bewerbung & Zulassung zum Studium“ (54 von 59), „Lehrveranstaltungsmanagement“ (50 von 59), „Studiengangsverwaltung“ (50 von 59) und „Student Self-Services“ (49 von 59) klar favorisiert. Für die Bereiche „E-Learning“ (19 von 59) und „Alumniverwaltung“ (15 von 59) wird die Prozessunterstützung von den meisten Teilnehmern der Umfrage nicht in einem CMS verortet. Es ist anzumerken, dass der Fragebogen von Leyh & Henning bei Frage 28 einige Funktionsbereiche des studentischen Lebenszyklus wie die Bereiche Information und Studienorganisation oder aus Organisationssicht den Bereich Organisations- und Ressourcenverwaltung (vgl. Abschnitt 2.3.1) nicht direkt zur Auswahl stellt. Indirekt hätten sie über ein

Freitextfeld ergänzt werden können. Über dieses wurden folgende Bereiche angemerkt: „Studienleistungserfassung; Lehrveranstaltungsevaluationen; Planung des Lehrangebotes; Raumverwaltung“.

2013 führte der ZKI Arbeitskreis Campus Management (ZKI AK CM) eine sehr knapp gehaltene online Umfrage mit dem Titel „Campus Management und Prozesse“ durch um Hinweise zum Funktionsumfang von CMS und zur Prozessmodellierung zu erhalten (Leitel und Sturm 2013b). Es beteiligten sich neben der TUM noch 64 weitere Hochschulen an der Befragung. Nur zwei Hochschulen gaben an, bereits alle Campus Management Prozesse modelliert zu haben, mehr als zwei Drittel (45) der teilnehmenden Hochschulen hatten maximal 60% abgebildet (Leitel und Sturm 2013a). Auch die Rückmeldungen zum Funktionsumfang eines CMS waren sehr vielfältig und führten zur Gründung der Prozess Arbeitsgruppe des ZKI AK CM.

Bis 06.01.2017 führte die von der ständigen Amtschefskommission „Qualitätssicherung in Hochschulen“ der KMK eingesetzte Arbeitsgruppe Campus Management Systeme eine Umfrage mit der Leitfrage „Brauchen die deutschen Hochschulen (endlich) ein standardisiertes, allen modernen Anforderungen genügendes Produkt oder versuchen sich die Hochschulen weiter in schwierigen Customizingprozessen mit teilweise weitreichenden und kaum zu kalkulierenden finanziellen Folgen und Managementherausforderungen?“ durch (Gutheil 2016). Der fünfseitige Fragebogen wurde Mitte Dezember 2016 über die Landesministerien an die Hochschulen weitergeleitet und erhebt neben dem Status quo der DoSV-Teilnahme der Hochschule eine Bestandsaufnahme der Software-Unterstützung des Studentischen Lebenszyklus, der Zuständigkeit, Implementierungsdetails zum CMS und verschiedene Einschätzungsfragen. Stand August 2017 ist laut KMK die Publikation der Ergebnisse der Umfrage nicht geplant.

Im Rahmen des Strategieprozesses der HIS eG wurde vom 14.02.2017 bis 10.03.2017 eine Mitgliederbefragung durch die Firma Corphis Management Consulting durchgeführt und die im Einsatz befindlichen Systeme in den Bereichen Studium und Lehre, Forschung, Personal-, Finanz- und Facilitymanagement abgefragt. Neben einer etwaigen Anpassung des HIS Produktportfolios sollen auch Integrationsbedarfe eruiert werden (HIS eG und Corphis Management Consulting 2017).

Die vorgestellten Studien und Umfragen zeigen, dass sich viele deutsche Hochschulen aufgrund der aktuellen Rahmenbedingungen und Bedarfe (vgl. Abschnitt 2.2) mit der Einführung bzw. der Weiterentwicklung von CMS befassen und auch die Integration des Systems in die IT-Landschaft der jeweiligen Hochschule einen immer größeren Stellenwert einnimmt. Auch im TU9-Hochschulverband sind Stand März 2017 sieben der CMS Einführungs- bzw. Migrationsprojekte noch nicht erfolgreich abgeschlossen. Nur zwei Systeme sind bislang in den Regelbetrieb überführt.

Da das Begriffsverständnis für CMS noch nicht gefestigt ist und auch die Bedarfe der Hochschulen vielfältig sind, variiert der Funktionsumfang eines CMS je nach Anbieter und Hochschule. Spitta et al. beschreiben CMS als „[...] Anwendungssysteme aus einer bisher kaum erschlossenen Domäne [...]“ (Spitta et al. 2015, S. V). Zur Vermeidung von Redundanzen und Reibungsverlusten bedarf es einer klaren Abgrenzung, welche Prozesse durch ein CMS direkt zu unterstützen sind. Softwaresysteme, welche zum Beispiel weiterführende Prozessbereiche (s. Abbildung 2.12) abdecken können an das CMS angebunden werden (vgl. Abschnitt 3.3.1).

Eine erste Grundlage dafür ist die im Rahmen des ZKI AK CM über drei Jahre entwickelte Prozesslandkarte für den Bereich Studium und Lehre welche im Mai 2016 veröffentlicht wurde. Sie umfasst 19 Hauptprozesse und deren Teil- und Unterprozesse. Die der Publikation beigelegte Checkliste soll Hochschulen die Selbsteinschätzung der Reife der eingesetzten Softwareunterstützung ermöglichen (Ferber et al. 2016).

Auth und Künstler haben parallel dazu, ausgehend von allgemeinen IT-Projekten und ERP-Einführungsprojekten, anhand einer vergleichenden Literaturanalyse und Experteninterviews 39 Erfolgsfaktoren für die CMS-Einführung identifiziert. Die Liste zeigt 16 der 39 Erfolgsfaktoren als „weiße Flecken“⁷ im Kontext der verschiedenen Phasen von CMS-Einführungsprojekten. Dazu gehören auch der Erfahrungsaustausch mit anderen Hochschulen, die Anpassung von Schnittstellen, die Planung und Durchführung von Systemtests, Systemoptimierungen und der Systemabnahme, die Anbindung an Drittsysteme, die Abschaltung von Altsystemen und der Regelbetrieb (Auth und Künstler 2016).

Für die Modellierung von Studiengängen in CMS wurde 2015 ein Referenz-Datenmodell von Marco Carolla vorgestellt (Carolla 2015).

Drei der in Abschnitt 2.3.4 vorgestellten CMS-Anbieter vertreiben ihr Produkt auch in europäischen Nachbarländern (Datenlotsen Informationssysteme GmbH, Technische Universität Graz) bzw. weltweit (SAP SE). Landesspezifische Anforderung hinsichtlich der abzubildenden Prozesse, zu unterstützenden Sprachen und einzubindenden Fachverfahren erschweren den Markteintritt der vorgestellten Anbieter in anderen Ländern bzw. für ausländische Anbieter in Deutschland. Für den deutschen Markt sind in diesem Zusammenhang die unterschiedlichen Zulassungsverfahren, wie das DoSV (vgl. Abschnitt 2.3.1.2), und Vorgaben hinsichtlich der amtlichen Statistik (vgl. Abschnitt 2.2.4.4) anzuführen. Weitere rechtliche Vorgaben werden in Abschnitt 2.4.1 beschrieben.

Ein weltweiter Überblick von CMS-Anbietern, deren CMS-Lösungen und Referenzhochschulen würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Exemplarisch wird der Stand der CMS-

⁷ Der Autor dieser Arbeit definiert „weißer Fleck“ als diejenigen Erfolgsfaktoren in Auth und Künstler Tabelle 5 „Erfolgsfaktoren für die CMS-Einführung“ (Auth und Künstler 2016, S. 924 f.) mit keinem oder nur einem Quellenachweis bzgl. CMS.

Einführungsprojekte (i) der Technischen Universität Eindhoven (Niederlande) und (ii) der University of California Berkeley (USA) kurz ausgeführt:

- (i) Die Technische Universität Eindhoven (Technische Universiteit Eindhoven, TU/e) führte 2016 das CMS OSIRIS von CACI ein, welches Stand September 2017 von 34 niederländischen Hochschulen mit insgesamt 375.000 Studierenden eingesetzt wird (CACI 2017).
- (ii) Von 2014 bis Juni 2017 vereinheitlichte die UC Berkeley im Rahmen eines Großprojekts ihre mit über 100 Applikationen und über 40 Datenbanken stark fragmentierte und historisch gewachsene ERP- und CMS-Systemlandschaft und führte die Anwendungen von Oracle PeopleSoft hochschulweit ein. Einige der abgelösten Systeme waren über 30 Jahre lang im Einsatz und stark veraltet. Die Überführung in den Regelbetrieb wird zur Zeit durchgeführt (UC Berkeley 2017).

Der Vollständigkeit halber sei für einen Anbieter- und Trendüberblick mit Schwerpunkt Nordamerika auf die Berichte von Lang und Pirani (Lang und Pirani 2014), der Tambellini Group (The Tambellini Group 2017) und weltweit auf Thayer (Thayer 2017) verwiesen.

Im folgenden Abschnitt werden die Herausforderungen in Bezug auf die Einführung und den Betrieb von Informationssystemen an Hochschulen ausgeführt.

2.4 Herausforderungen

Von der Systemauswahl über die Einführung bis zum nachhaltigen Regelbetrieb eines integrierten Informationssystems für die digitale Hochschule gibt es eine Reihe an Herausforderungen zu meistern. Zu diesen gehören rechtliche, organisatorische, technische und fachliche Aspekte.

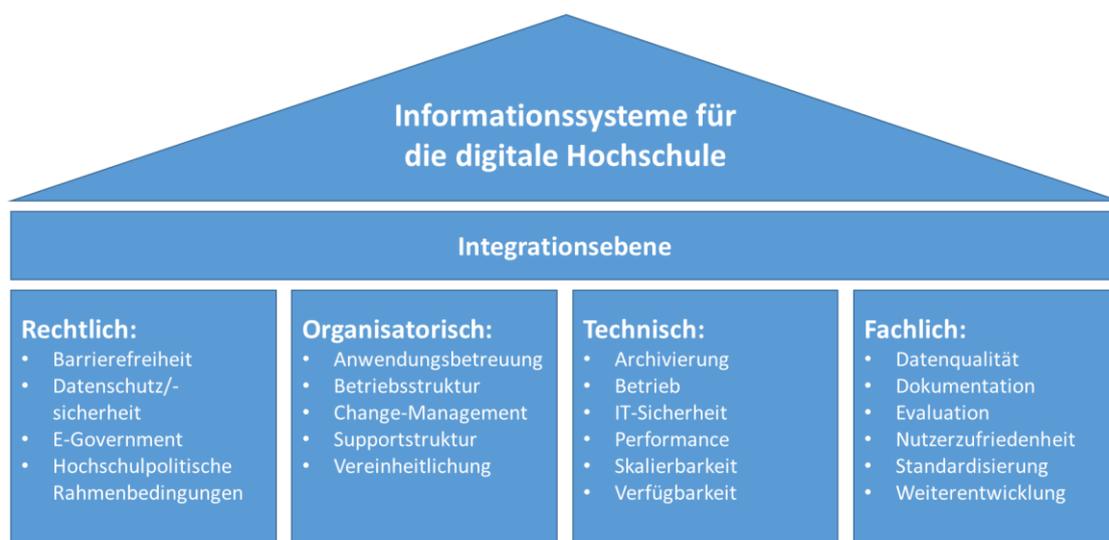


Abbildung 2.14: Herausforderungen bei der Einführung und dem Betrieb von IS
[Quelle: eigene Darstellung]

Abbildung 2.14 zeigt eine Kategorisierung, die folgenden Abschnitte gehen auf die einzelnen Bereiche im Einzelnen ein.

2.4.1 Rechtliche Herausforderungen

Zu den rechtlichen Herausforderungen bei der Einführung und dem Betrieb von Informationssystemen gehören auf der einen Seite die hochschulpolitischen Rahmenbedingungen der jeweiligen Hochschule, welche einen starken Einfluss auf die abzubildenden Geschäftsprozesse haben, und auf der anderen Seite gesetzliche Anforderungen in den Bereichen der Digitalisierung, des Datenschutzes und damit verbunden auch der Datensicherheit. Die Herausforderungen in den Bereichen der IT-Sicherheit, der Barrierefreiheit (vgl. (Bundesministerium für Arbeit und Soziales 03.12.2016)) und der Archivierung werden in Abschnitt 2.4.3 weiter ausgeführt. Die hochschulpolitischen Rahmenbedingungen variieren in Abhängigkeit des Bundeslands, des Hochschultyps, der Hochschulgröße und der Trägerschaft. Im Rahmen der sogenannten Föderalismusreform 2006 wurde die Gesetzgebungskompetenz des Bundes in Hochschulangelegenheiten auf die Bereiche Hochschulzulassung und Hochschulabschlüsse reduziert, wobei Bundesländer auch hier abweichende Regelungen erlassen können. Das Dienstrecht und die Besoldung für Beamtinnen und Beamte erfolgt nun auch auf Länderebene, der Bund ist allerdings weiterhin für statusrechtliche Fragestellungen zuständig (Föderalismusreform 2015). In Abschnitt 2.2.4.4 wurden bereits das bundesweit geltende HStatG und gesetzliche Regelungen zum E-Government knapp ausgeführt. Natürlich müssen sich Hochschulen auch an gesetzliche Vorgaben im Bereich des Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutzes halten und deren Einhaltung dokumentieren und überwachen. Für eine detaillierte Auseinandersetzung auch im Kontext des noch nicht aufgehobenen Hochschulrahmengesetzes (HRG) des Bundes und der Neufassung des Artikel 91 b Absatz 1 des Grundgesetzes im Zusammenhang der Bund-Länder-Kooperation in der Wissenschaft sei auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen.

Auch im Bereich des Datenschutzes gibt es unterschiedliche Regelungen in Deutschland und Europa. Die 1995 erlassene Richtlinie 95/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten und zum freien Datenverkehr innerhalb der Europäischen Union regelt Mindeststandards, welche durch nationale Gesetze sicherzustellen sind. In Deutschland wurden das Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) und die 16 Landesdatenschutzgesetze entsprechend angepasst und fortgeschrieben. Die Vorgaben durch die Landesdatenschutzgesetze unterscheiden sich stellenweise erheblich. Das Bayerische Datenschutzgesetz (BayDSG) vom 23.07.1993, zuletzt geändert durch Artikel 9a Abs. 8 Bayerisches E-Government-Gesetz (BayEGovG) vom 22.12.2015, regelt in Artikel 26 die datenschutzrechtliche Freigabe automatisierter Verfahren anhand einer schriftlichen Freigabe durch den zuständigen behördlichen Datenschutzbeauftragten für die jeweilige öffentliche Stelle. Vergleichbares sieht das Gesetz zum Schutz personenbezogener Daten im Land Brandenburg (BbgDSG) vom 15.05.2008 mit letzter Änderung vom 27.07.2015 vor. Das Gesetz zum Schutz personenbezogener Daten im Land Nordrhein-Westfalen (DSG

NRW) vom 09.06.2000 mit letzter Änderung vom 01.01.2017 enthält keine vergleichbare Norm. Es ist festzuhalten, dass eine Freigabe-Regelung ein hohes Maß an Flexibilität bedeutet, allerdings kann es auch zu unterschiedlichen Entscheidungen bei gleicher Sachlage innerhalb eines Bundeslandes kommen.

Spannend gestaltet sich der Vergleich des Datenschutzgrundgedankens zwischen Europa und den Vereinigten Staaten von Amerika (USA). Während in Europa eine Definition des Verständnisses von personenbezogenen Daten vorliegt⁸ und der Grundsatz herrscht, dass die Verarbeitung von personenbezogenen Daten nur auf der Grundlage von gesetzlichen Regelungen erlaubt ist, gibt es in den USA keine einheitliche Definition, was unter personenbezogenen Daten verstanden wird. Außerdem gilt der Grundsatz, dass alles erlaubt ist, wenn es nicht explizit verboten ist. Diese diametral unterschiedlichen Auffassungen in Bezug auf den Datenschutz führen zu großen Herausforderungen in Bezug auf die Nutzung von beispielweise amerikanischen Cloud-Angeboten durch öffentliche Einrichtungen wie staatliche Hochschulen in Deutschland. Eine Nutzung kann nach aktueller Rechtsauslegung bei der Verarbeitung von personenbezogenen Daten nur nach vorheriger, freiwilliger Zustimmung der Nutzenden erfolgen.

Im Rahmen der EU-Datenschutzreform wurde auf europäischer Ebene seit 2012 an einer neuen Verordnung zur Stärkung und Vereinheitlichung des Datenschutzes für Unternehmen und öffentliche Stellen in Europa gearbeitet. Die Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten und zum freien Datenverkehr (Europäische Union (EU) 24.05.2016), kurz Datenschutz-Grundverordnung, bzw. EU-DSGVO, umfasst 99 Artikel und 173 Erwägungsgründe und wurde am 14.04.2016 vom Europäischen Parlament beschlossen und am 04.05.2016 im Europäischen Amtsblatt veröffentlicht. Sie trat 20 Tage nach Veröffentlichung in Kraft und ist nach einer Übergangszeit von 24 Monaten (ab 25.05.2018) in allen EU-Staaten anzuwenden. Im Gegensatz zu Richtlinien, welche durch nationale Gesetze der Mitgliedsstaaten umgesetzt werden, sind Verordnungen Rechtsakte mit unmittelbarer Wirksamkeit in allen Mitgliedsstaaten. Kernpunkte der EU-Datenschutz-Grundverordnung sind: Datenverarbeitung nur nach ausdrücklicher Einwilligung, Recht auf Vergessenwerden, Recht auf Datenübertragbarkeit, Informationspflicht bei Datenlecks, einheitliche Strafen bei Regelverstößen und eine Kompetenzstärkung der nationalen Datenschutzbehörden (Europäische Kommission 15.12.2015; Europäisches Parlament 14.04.2016).

Die EU-DSGVO sieht verpflichtende Datenschutz-Folgenabschätzungen vor und definiert Mindestkriterien (vgl. Artikel 35 EU-DSGVO). Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forum Privatheit wurden grundlegende Überlegungen dazu im Rahmen des White Papers „Datenschutz-Folgenabschätzung: Ein Werkzeug für einen

⁸ Vgl. Artikel 2 a der EU-Richtlinie 95/46/EG: „[...] alle Informationen über eine bestimmte oder bestimmbare natürliche Person [...]“ (Europäischen Gemeinschaft (EG) 24.10.1995)

besseren Datenschutz“ (Friedewald et al. 2016) veröffentlicht. Für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) und für wissenschaftliche Forschung sieht der Entwurf der EU-DSGVO Ausnahmeregelungen vor.

Für CMS sind die Konsequenzen des neuen Rechts auf Datenübertragbarkeit nach Artikel 20 EU-DSGVO in Abhängigkeit der Bundes- und Ländergesetzgebungen im Detail zu prüfen und ggf. automatisierte Verfahren zur Datenübertragung bereitzustellen. Dies könnte sowohl für den Import, als auch den Export von personenbezogenen Daten erforderlich sein.

Im Juli 2017 wurde das Bundesdatenschutzgesetz (BDSG-neu) novelliert. Es tritt am 25.05.2018 in Kraft und geht auf den „Entwurf eines Gesetzes zur Anpassung des Datenschutzrechts an die Verordnung (EU) 2016/679 und zur Umsetzung der Richtlinie (EU) 2016/680“ (Deutscher Bundestag 2017) zurück. Auch auf Länderebene wird an der Überarbeitung der jeweiligen Datenschutzgesetze gearbeitet.

Es ist anzumerken, dass nur 28 der 48 Mitglieder des Europäischen Hochschulraums und somit des Bologna-Prozesses auch Mitglieder der Europäischen Union sind (vgl. Abschnitt 2.2.1). Von daher finden Regelungen wie die EU-DSGVO nur in einem Teil des Europäischen Hochschulraums Anwendung.

Ein weiterer Themenkomplex im Kontext der rechtlichen Herausforderungen betrifft die Geschäftsfähigkeit der agierenden Personen. So ist die Zahl der minderjährigen Studienanfänger in Deutschland aufgrund der Schulzeitverkürzung in vielen Bundesländern (vgl. Abschnitte 2.2.2 und 2.3.3) von 837 im Jahr 2010 auf 3.737 im Studienjahr 2015 angestiegen (Statistisches Bundesamt 03.01.2017). Insofern das jeweilige Landeshochschulgesetz hierzu keine Regelung vorsieht, sind entsprechende Generaleinwilligungen der Eltern einzuholen um die selbstständige Handlungsfähigkeit der Kinder im Studienalltag zu gewährleisten.

Die Umsetzung der jeweils anzuwendenden gesetzlichen Vorgaben und die Unterstützung ihrer Mitglieder bei der Einhaltung der gesetzlichen Regelungen obliegt in Abhängigkeit der Organisationsform der jeweiligen Hochschule meist den Hochschulverwaltungen und hat in vielen Fällen direkte Auswirkungen auf die Geschäftsprozesse und deren Abbildung in Informationssystemen. Daher ist eine kontinuierliche und zeitnahe Anpassung der jeweiligen Informationssysteme an sich ändernde Rahmenbedingungen durch gesetzliche Regelungen und Vorgaben erfolgskritisch.

2.4.2 Organisatorische Herausforderungen

Zu den organisatorischen Herausforderungen gehören die Verortung der Zuständigkeiten für den laufenden Betrieb bzw. die Integration in die bestehende IT-Betriebsstruktur, die Anwendungsbetreuung und die Festlegung der damit verbundenen Supportstruktur und die technische und fachliche Weiterentwicklung. Diese Fragestellungen sind speziell bei der Neueinführung eines Informationssystems beim Übergang von der Projektphase in den Regelbetrieb zu beantworten.

Ebenso bedarf es einer kontinuierlichen, kritischen Überprüfung und ggf. auch Nachsteuerung um der sich ändernden Rahmenbedingungen der Hochschule (vgl. Abschnitt 2.2) auch in Bezug auf die organisatorische Struktur Rechnung zu tragen. Dazu gehört im Speziellen die gestiegene Erwartungshaltung in Bezug auf die Verfügbarkeit der Informationssysteme einer Hochschule. Nutzerinnen und Nutzer gehen von einem rund um die Uhr Betrieb unabhängig von gesetzlichen Arbeitszeitregelungen und lokalen Öffnungszeiten aus. Dies trifft vor allem für ausländische Studienplatzbewerbungen und somit für den Betrieb von Campus-Management-Systemen zu. Organisatorisch sind somit Bereitschafts- und Wochenenddienste, ggf. auch im Schichtbetrieb, vorzusehen. Diese sind auch in Bezug auf die IT-Sicherheit notwendig, bei kritischen Sicherheitslücken oder Kompromittierungen muss schnell und nachhaltig gehandelt werden können.

Die gezielte Steuerung der organisatorischen Veränderungen wird als „Change-Management“ bezeichnet. Für bewährte Vorgehensweisen zur Strategieentwicklung, Organisationsdiagnose und Prozessgestaltung aus dem unternehmerischen Umfeld sei auf Doppler & Lauterburg (Doppler und Lauterburg 2014) verwiesen. Einen guten Überblick im Kontext Change-Management und der Integration von E-Learning und Lerninnovationen mit digitalen Medien geben Schönwald (Schönwald 2007) und der Grundlagentext der Themengruppe „Change Management und Organisationsentwicklung“ im Hochschulforum Digitalisierung (Bischof et al. 2016).

Eine organisatorische Vereinheitlichung der Zuständigkeiten und Aufgaben hat großes Synergiepotential, sowohl innerhalb der Hochschule, als auch hochschulübergreifend. Die Schaffung von dezidierten, zentralen Anlaufstellen („Single Point of Contact“) für bestimmte Themen ist auch im Rahmen der IT Infrastructure Library (ITIL) beschrieben. Auch an der TUM wurden sehr gute Erfahrungen mit dem zentralen Service Desk „IT-Support“ (vgl. Abschnitt 3.6) nach ITIL gemacht.

2.4.3 Technische Herausforderungen

Die Technologiewahl und in der Folge die regelmäßige Wartung und Erneuerung der IT-Infrastruktur und Anwendungssoftware gehören zu den technischen Herausforderungen bei der Einführung und dem nachhaltigen Betrieb von integrierten Informationssystemen. Teil der Herausforderungen ist außerdem die Sicherstellung der IT-Sicherheit, die technische Umsetzung der Anforderungen im Bereich der Archivierung und der gesetzlichen Regelungen zur Barrierefreiheit von Informationstechnik für öffentliche Einrichtungen. Bedarfsgerechte Performance, Verfügbarkeit und Skalierbarkeit sind sicherzustellen und sind Teil des technischen Betriebs.

Die Sicherheit von Informationstechnologie, kurz IT-Sicherheit, hat den Schutz von Organisationen und deren digitalen Werten (Informationen) zum Ziel. Konkrete Schutzziele nach Eckert (Eckert 2014, S. 3) sind: Authentizität, Datenintegrität und Informationsvertraulichkeit. Die Komplexität und Tragweite von sicherheitskritischen Softwarefehlern wurde 2014 mit der Veröffentlichung des sogenannten Heartbleed-Bugs offensichtlich, den auch die Open Source

Community fast 27 Monate lang nicht bemerkte. Der Programmierfehler in der Open Source OpenSSL-Bibliothek erlaubte den spurlosen Zugriff auf den dynamischen Speicher des jeweiligen Servers. Somit konnten Benutzerkennungen samt unverschlüsselter Passwörter und der private Schlüssel des Serverzertifikats unbemerkt ausgelesen werden. Die Schätzungen zu den betroffenen Websystemen weltweit gingen zw. 30%⁹ und 66%¹⁰ aller Systeme weit auseinander, zeigen aber das potentielle Ausmaß. Der Fehler betrifft alle Systeme, welche die OpenSSL-Bibliothek in den Versionen 1.0.1 (März 2012) bis einschließlich 1.0.1f (Fehlerbehebung Version 1.0.1g April 2014) einsetzen, dazu gehören auch Firewalls, E-Mail-Server, Netzwerkdrucker und Systeme für Video- und Telefonkonferenzen. Dem Deutschen Institut für Vertrauen und Sicherheit im Internet (DIVSI) zufolge waren auch Websysteme von Google (Gmail, YouTube, Google Play, Google Wallet), Yahoo (Webseite und Mail), Dropbox, Tumblr und Web.de betroffen (DIVSI 2014b). Auch Amazon Web Services, Facebook, Flickr, Wikipedia und Wordpress waren über diese Schwachstelle angreifbar (Mashable 2014). Nutzer betroffener Systeme sollten ihre Passwörter ändern, da davon ausgegangen werden muss, dass Zugangsdaten abgegriffen worden sind. Auch Informationssysteme von Hochschulen setzten die fehlerhafte OpenSSL-Bibliothek ein. An der TUM übernahm das 2012 eingeführte zentrale Meldewesen zur Erfassung von IT-sicherheitsrelevanten Vorfällen & Schwachstellen (vgl. Abschnitt 3.5.2) die Steuerung des koordinierten Vorgehens der Systembetreiber zur Behebung der Schwachstelle und der Information der Nutzer. Auch mehrere Jahre nach Bekanntwerden des Heartbleed-Bugs sind weiterhin Systeme davon betroffen und angreifbar, prominentes Beispiel ist Ende April 2016 ein Webserver des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (Schmidt 2016).

Die Archivierung von Daten gestaltet sich komplex und ist sehr domänenspezifisch. Das Spektrum an Hochschulen reicht von Studierenden- und Beschäftigtenakten über Forschungsdaten bis zu Nachlässen und E-Mails. Die elektronische Aktenführung bildet die Grundlage für die Archivierung. Schriftliche Klausuren sind in Deutschland mindestens ein Jahr vorzuhalten, Zeugnisse in der Regel bis zu 30 Jahre, hochschulinterne Regelungen können aber abweichende Aufbewahrungsfristen festlegen. 1993 wurden in Bayern vom damals zuständigen Bayerischen Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst in Abstimmung mit dem Bayerischen Landesbeauftragten für den Datenschutz Aufbewahrungsfristen von 5 Jahren für Originalprüfungsaufgaben (Klausuren, Protokolle mündlicher Prüfungen, Diplom- und Magisterarbeiten) und 30 Jahre für einen reduzierten Prüfungsvorgang mit Immatrikulationsdauer, Prüfungsablegung, Prüfungsergebnissen, Zeugnissen, ggf. Verleihung akademischer Grad und Exmatrikulation empfohlen. Im Anschluss soll eine Prüfung der Archivwürdigkeit im Sinne des Artikels 2 Absatz 2 des Bayerischen Archivgesetzes (BayArchivG) erfolgen (Bayerisches Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst 1993). Die Deutsche

⁹ Vgl. (DIVSI 2014a)

¹⁰ Vgl. (Codenomicon 2014)

Forschungsgemeinschaft (DFG) fordert durch die Einhaltung der Vorschläge zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis von geförderten Projekten eine Aufbewahrung von Primärdaten von mindestens 10 Jahren (DFG 2013, S. 21).

Technische Herausforderungen sind die Digitalisierung der aufzuhebenden Inhalte, das Dateiformat, die Sicherstellung der Nichtveränderbarkeit und zukünftigen Interpretierbarkeit der Daten. Im Rahmen der Digitalen Studierendenakte (vgl. Abschnitt 3.3.4.5) wurde an der TUM bereits eine Lösung für die Domäne Studierendenakte eingeführt.

Die barrierefreie Gestaltung von Informationssystemen ist Vorgabe der Verordnung zur Schaffung barrierefreier Informationstechnik nach dem Behindertengleichstellungsgesetz (BITV) und in der Version 2.0 seit 2012 für Bundeseinrichtungen gültig. Landesgesetze regeln die Vorgaben für öffentliche Einrichtungen der Länder. Zur Orientierung der notwendigen Gestaltungsmaßnahmen eines Webauftrittes werden von der BITV 2.0 die Web Content Accessibility Guidelines des World Wide Web Consortium (W3C 2017) herangezogen. Es ist festzuhalten, dass der 2014 vorgelegte und inzwischen vielerorts eingesetzte Web-Standard HTML5 eine Reihe an Vereinfachungen hinsichtlich der barrierefreien Gestaltung von Webseiten umgesetzt hat. Zu ihnen gehören: Abschaffung der frame-Struktur, Multimedia-Elemente wie Audio- oder Videoinhalte, welche mit HTML5 nun ohne zusätzliche Software (Plugin) vom Browser direkt abgespielt und auch Untertitelt werden können und die Aufwertung des accesskey-Attributes, mit dem nun jedem HTML-Element ein Tastaturkürzel zugewiesen werden kann. An der TUM wurden im Rahmen des Relaunchs des zentralen Webauftrittes www.tum.de und der TYPO3-Instanzen in diesem Bereich vielfältige Erfahrungen gesammelt.

Eine weitere technische Herausforderung in diesem Zusammenhang ist die konsequente Implementierung des notwendigen Zeichensatzes und der Zeichenkodierung, speziell im Kontext von Personenstammdaten wie Vor- und Nachnamen. Ihr voran geht die notwendige fachliche Auswahl, welche sich auch an die sich ändernden Rahmenbedingungen anpassen muss. Der Datensatz für das Meldewesen Einheitlicher Bundes-/Länderteil (DSMeld) mit Anwendungsbeginn mit Inkrafttreten des Bundesmeldegesetzes zum 01.11.2015, sieht keine Umschlüsselung von diakritischen Zeichen mehr vor und legt die Verwendung des Standards „Lateinische Zeichen in Unicode“ (KoSIT 2012) als einheitlichen Zeichensatz und UTF-8 als Zeichenkodierung für Melde-, Personenstands- und Ausländerwesen in Deutschland fest (KoSIT 2014, III).

Eine bedarfsgerechte Performance, Verfügbarkeit und Skalierbarkeit sind für die Nutzerakzeptanz wichtig. In Abhängigkeit der Bedarfe sind entsprechende technische Vorkehrungen zu treffen, diese umfassen die Planung der Lastverteilung, Schaffung von Redundanzsystemen und je nach Skalierungsbedarf auch die Sicherstellung der Cloud-Fähigkeit (vgl. Abschnitt 3.3.1).

2.4.4 Fachliche Herausforderungen

Die fachlichen Herausforderungen umfassen die Erfassung und Standardisierung von Anforderungen, die Sicherstellung und Prüfung der Implementierung, der Datenqualität und der Dokumentation. Diese Faktoren sind auch für die nachhaltige Anpassung eines IS wichtig. Der hohe Autonomiegrad der deutschen Hochschulen stellt bei der Standardisierung der Geschäftsprozesse und Implementierung der fachlichen Anforderungen eine besondere Herausforderung dar. IS-Eigenentwicklungen von Hochschulen haben diesen Umstand in der Vergangenheit gefördert. Die steigende Komplexität der fachlichen Anforderungen, die wachsende Vernetzung der Hochschulen untereinander und neue gesetzliche Vorgaben, beispielsweise im Rahmen von E-Government-Gesetzen, legen eine stärkere Vereinheitlichung nahe. An der TUM wurde eine Keyuserstruktur für die kontinuierliche, fachliche Weiterentwicklung des Campus-Management-Systems eingeführt. Keyuser verantworten in ihrem Bereich die fachliche Fortentwicklung und Anpassung an neue Anforderungen des Systems. Sie fungieren als Schnittstelle zwischen den Fachabteilungen, Nutzergruppen und dem Software-Anbieter (vgl. Abschnitt 3.3.5).

Im vorherigen Abschnitt 2.4.3 wurden bereits Herausforderungen beschrieben, welche sowohl eine technische, als auch fachliche Komponente besitzen. Dazu gehören die Aufbewahrung und Archivierung von Daten und die Wahl des pro Attribut verwendeten Zeichensatzes und der dazugehörigen Zeichenkodierung. In Abhängigkeit der fachlichen Anforderungen kann die Speicherung der Stammdaten einer Person in originärer Zeichensetzung und zusätzlich bzw. oder in lateinischer Schrift erforderlich sein.

Quantitative und qualitative Erhebungen zur Zufriedenheit der Nutzerinnen und Nutzer eines IS geben wichtige Hinweise zur Fortentwicklung und können als Teil des Qualitätsmanagements einer Hochschule implementiert werden. Alternativ können natürlich auch bedarfsorientierte Einzelerhebungen durchgeführt werden (vgl. Abschnitt 3.3.6).

2.4.5 Integrationsebene

Ziel der Integrationsebene ist die aus Nutzersicht möglichst nahtlose Einbettung von IS in die bestehende IT-Landschaft der jeweiligen Hochschule mit Hilfe von Schnittstellen. Es bestehen große Abhängigkeiten zu den bereits beschriebenen rechtlichen, organisatorischen, technischen und fachlichen Herausforderungen. Für die Integrationsebene sind zusätzlich anzuführen: proprietäre Standards, fehlende domänen-spezifische Referenzmodelle, unzureichende IT-Governance-Strukturen und fehlende (hochschulweite) IT-Strategien und IT-Architekturen.

Die an Hochschulen meist historisch gewachsene IT-Landschaft macht die Definition des jeweils führenden Systems bei Doppelungen von Funktionalitäten und parallelen Datenhaltungen notwendig. Soweit fachlich vertretbar und technisch umsetzbar sollten Prozesse vereinheitlicht und redundante Funktionalitäten in einem IS zusammengeführt werden. An der TUM wurde die Konsolidierung und Integration von hochschulweiten IS und die damit verbundene Ablösung von Altsystemen wiederholt erfolgreich durchgeführt (vgl. Abschnitt 3.2.2).

2.5 Zusammenfassung

Aufbauend auf Begriffsklärungen im Kontext von Informationssystemen (IS) wurden Rahmenbedingungen und Bedarfe an deutschen Hochschulen in Bezug auf den Bologna-Prozess, die steigenden Studierendenzahlen, Hochschulrankings und die Digitalisierung der Bereiche Infrastruktur, Forschung, Lehre und Verwaltung vorgestellt. Ergänzend wurden die Geschäftsprozesse einer Hochschule anhand eines Prozessmodells und des studentischen Lebenszyklus ausgeführt. Ein spezielles Augenmerk im Kapitel erhielt die Qualitätssicherung von Bachelor- und Masterstudiengängen, da diese durch die Akkreditierung von Studiengängen und nicht mehr durch die zuständigen Wissenschaftsministerien erfolgt.

Daran anknüpfend wurden domänenspezifische IS, sogenannte Campus-Management-Systeme (CMS), zur Unterstützung der Bedarfe an Hochschulen anhand von Funktionsübersichten aus Studierenden- und Organisationssicht vorgestellt. Die Analysen und Empfehlungen zum Einsatz von CMS der CIOs des TU9-Verbundes können wertvolle Anhaltspunkte bei der Suche nach einem optimalen System sein. Spannenderweise ergab die Modellrechnung der TU9-Auftragsstudie zur Wirtschaftlichkeit, dass die Unterlassungsalternative, also die Nicht-einführung eines entsprechenden CMS, die teuerste Variante ist. Zur besseren Einordnung der Modellrechnung wurden je TU9-Hochschule das Studierenden-Wachstum, der Einführungsstand und der CMS-Anbieter vorgestellt. Nur zwei der neun TU9-Hochschulen haben Stand März 2017 ihre CMS-Einführungsprojekte bereits erfolgreich abgeschlossen und in den Regelbetrieb überführt.

Erhebungen im Kontext von CMS und zentralen Fachverfahren, wie DoSV, belegen neben der Aktualität auch die Komplexität des Themas dieser Arbeit und die Handlungsbedarfe an Hochschulen.

Anhand einer Kategorisierung wurden Herausforderungen im Kontext der Systemauswahl, der Einführung und des nachhaltigen Regelbetriebs eines integrierten IS dargestellt. Die vorgestellte Integrationsebene hat die nahtlose Einbettung in die bestehende IT-Landschaft der jeweiligen Hochschule zum Ziel.

3 Fallstudie Technische Universität München

Dieses Kapitel stellt als Fallstudie und Voraussetzung für die Ableitung der Entwicklung der IT-Architektur in Kapitel 4 die IT-Strategie, IT-Governance und grundlegende IT-Projekte der Technischen Universität München (TUM) vor. Der Fokus liegt auf dem Campus-Management-System CAMPUSonline der Technischen Universität Graz, welches unter dem Namen TUMonline zwischen 2008 und 2010 an der TUM eingeführt, erfolgreich in den Regelbetrieb überführt wurde und regelmäßig evaluiert und maßgeschneidert weiterentwickelt wird. Der Autor dieser Arbeit war in verschiedenen Rollen und Positionen in einen Großteil der Projekte involviert.

3.1 Die Technische Universität München (TUM)

Die Technische Universität München (TUM) wurde 1868 von König Ludwig II. als „Königlich-Bayerische Polytechnische Schule zu München“ in München gegründet, 1877 „Technische Hochschule“ und 1970 in „Technische Universität München“ umbenannt. Stand November 2016 umfasst sie 14 Fakultäten, drei fakultätsübergreifende Integrative Research Centers und sechs wissenschaftliche Zentralinstitute an den drei Hauptstandorten München, Garching und Weihenstephan. Das Fächerspektrum umfasst Ingenieur-, Natur- und Lebenswissenschaften, Medizin, Wirtschafts- und Bildungswissenschaften.

528 Professorinnen und Professoren lehren und forschen an der TUM. Zum Professorenkollegium gehören zusätzlich 210 Honorar- und 37 Ehrenprofessorinnen und -professoren. Über 40.000 Studierende waren im Wintersemester 2016/17 in 172 Studiengängen eingeschrieben. Die Studierendenzahl hat sich im Verlauf des letzten Jahrzehnts von ca. 21.000 (WS 2005/06) auf ca. 40.000 (WS 2016/17) nahezu verdoppelt.

Bereits 2002 wurde eine erste Auslandsdependance in Singapur gegründet, deren Studienprogramme inzwischen zwei Bachelor- und sechs Masterstudiengänge mit kumuliert über 300 Absolventen umfassen.

Seit 2014 ist die TUM auch Trägeruniversität der Hochschule für Politik (HfP), der Bayerische Landtag beschloss ein entsprechendes Gesetz und übertrug die HfP als Körperschaft des Öffentlichen Rechts zum 01.12.2014 von der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) an die TUM. Die Gründung der TUM School of Governance als vierzehnte Fakultät wurde im Oktober 2016 vollzogen. Die TUM unterhält sechs internationale Verbindungsbüros in Brüssel (Belgien), Kairo (Ägypten), Mumbai (Indien), Peking (China), San Francisco (USA) und São Paulo (Brasilien) als Anlaufstellen für Studieninteressierte des jeweiligen Landes und der Region und auf der anderen Seite als Ankerpunkt für TUM Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler für Forschungsk Kooperationen.

Die TUM wird zu den besten Universitäten Europas gezählt, ist eine der drei ersten Exzellenz-Universitäten Deutschlands und behauptet sich regelmäßig in nationalen und internationalen

Rankings. Sie punktet dabei nicht nur in Forschungsrankings, wie ARWU und THE (vgl. Abschnitt 2.2.3), sondern auch in Bezug auf Entrepreneurship¹¹ und die Arbeitsmarktfähigkeit ihrer Absolventinnen und Absolventen¹².

3.2 IT-Strategie und IT-Governance

Bereits 2001 führte die TUM das neue Amt des Chief Information Officers (CIO) im Rang eines Vizepräsidenten ein – damals ein absolutes Novum in der deutschen Hochschullandschaft. Ziel war die Bündelung der Kompetenzen bzgl. Koordination und Steuerung der hochschulweiten IT-Aktivitäten und parallel dazu die direkte Einbindung in das Hochschulpräsidium zur Steigerung des Informationsflusses, der strategischen Ausrichtung und Beschlussfassung. Für eine detaillierte Darstellung und Einordnung in den Kontext der Bayerischen Hochschulreform von 1998, der TUM Experimentierklausur von 1999 und der konkreten Zielsetzungen und Aufgaben des neu geschaffenen Ressorts des CIOs, sei auf Bode (Bode 2002) verwiesen.

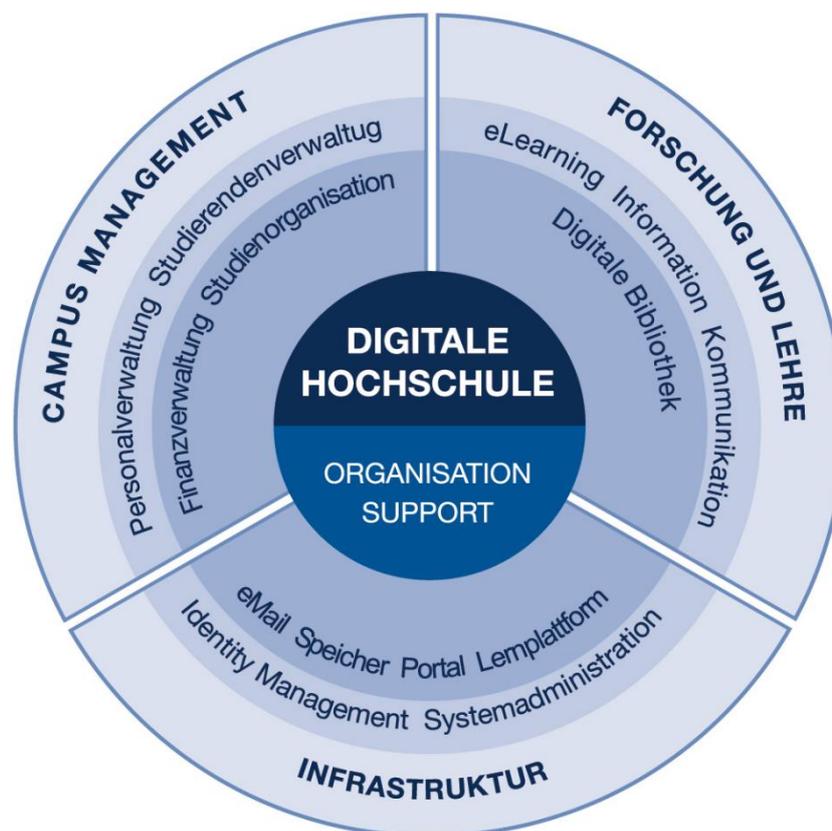


Abbildung 3.1: Leitmotiv „Digitale Hochschule“
[Quelle: (Borgeest und Bör 2007, S. 133; Bode 2010, S. 6)]

In der Folge wurde zur Schaffung einer integrierten IT-Infrastruktur an der TUM das Leitmotiv der „Digitalen Hochschule“ entwickelt, abgestimmt und seit 2002 als IT-Strategie im Rahmen zahlreicher (Groß-)Projekte und Maßnahmen sukzessive umgesetzt und stetig weiterentwi-

¹¹ Vgl. Platz 1 im deutschlandweiten Gründungsradar 2016 (Stifterverband 2016)

¹² Vgl. Platz 8 weltweit im Global Employability University Ranking 2016 (Minsky 2016)

ckelt. Abbildung 3.1 zeigt die „Digitale Hochschule“ mit den vier Handlungsfeldern (i) Infrastruktur, (ii) Campus Management, (iii) Forschung und Lehre und (iv) Organisation: (Borgeest und Bör 2007; Bode et al. 2007; Bode 2010)

- (i) Grundlage bildet eine hochverfügbare, nahtlose und robuste Infrastruktur mit standardisierten, hochschulweiten Ressourcen und Lösungen in den Bereichen Hardware, Netze, Identitätsmanagement und Systemadministration. Diese umfasst auch IT-Basisdienste wie E-Mail, Groupware, Speicherplatz, Backup und Web-Portale. Vermeidbare Doppelungen und Redundanzen beim Betrieb, den Funktionalitäten und der Datenhaltung sind zu vermeiden bzw. abzubauen.
- (ii) Das Segment Campus Management ist weit gefasst und subsummiert alle IT-Bedarfe zur Unterstützung der Geschäfts- und Unterstützungsprozesse der Verwaltung. Dazu gehören neben einem Campus-Management-System zur Unterstützung des studentischen Lebenszyklus (vgl. Abschnitt 2.3) auch ERP-Lösungen für die Personalverwaltung, die Buchhaltung, das Rechnungswesen, das Liegenschaftsmanagement und die Dokumentenverwaltung.
- (iii) Das Handlungsfeld Forschung und Lehre ist sehr fachdomänenspezifisch (vgl. die Abschnitte Forschung und Lehre in Abschnitt 2.2.4) und umfasst im klassischen Sinne IT-Bedarfe für E-Learning, Tools und Plattformen für die Information und Kommunikation und die Weiterentwicklung der digitalen Bibliotheksangebote.
- (iv) Die Organisation der IT an der TUM wurde und wird unter Federführung des CIOs kontinuierlich weiterentwickelt und an die jeweiligen Rahmenbedingungen, Bedarfe und strategische Hochschulziele angepasst. Ein starker Fokus liegt dabei auf der Nutzer- und Serviceorientierung, welche durch die Einführung und den laufenden Ausbau eines IT-Supports als zentrale Anlaufstelle (vgl. Abschnitt 3.6) unterstützt wird.

Der folgende Abschnitt beschreibt die Entwicklung und den aktuellen Stand der IT-Governance an der TUM.

3.2.1 IT-Governance

3.2.1.1 Chief Information Officer

An der Spitze der IT-Governance der TUM steht seit 2001 der CIO im Rang eines Vizepräsidenten. Die Wahl eines Vizepräsidenten erfolgt auf Vorschlag des Präsidenten durch den Hochschulrat¹³ für eine Amtszeit von drei Jahren, Wiederwahl (auch mehrmalig) ist möglich. 2011 erfolgte im Zuge einer noch stärkeren internationalen Ausrichtung eine Umbenennung der

¹³ 1999–2006 Verwaltungsrat. Die TUM nutzte zw. 1999 und 2006 die sog. Experimentierklausel und führte den Verwaltungsrat als Aufsichtsgremium mit paritätischer Besetzung aus Hochschulmitgliedern (Senat) und externen Persönlichkeiten (Hochschulräten) ein. Das Gremium wurde durch die Änderung des Bayerischen Hochschulgesetzes (BayHSchG) vom 23. Mai 2006 bayernweit bei allen staatlichen Hochschulen mit der Bezeichnung Hochschulrat eingeführt und vereinheitlicht.

Amtsbezeichnung Vizepräsident in Geschäftsführender Vizepräsident (engl. Senior Vice President). Parallel dazu wurde die neue Rolle der durch das Hochschulpräsidium auf fünf Jahre bestellten Vizepräsidenten (engl. Vice President) eingeführt.

Prof. Dr. Arndt Bode wurde als bereits seit 1999 amtierender Vizepräsident der TUM zum CIO ernannt und 2002 und 2005 durch Wiederwahlen auf jeweils drei Jahre in seinem Amt bestätigt. Im folgte als Vizepräsident Dr. Kai Wülbern von 2008 bis 2011. Dritter CIO und Geschäftsführender Vizepräsident seit 01.10.2011 ist Hans Pongratz, der Autor dieser Arbeit.

Einen knappen Überblick zu Hochschul-CIO-Strukturen und deren Wandel im europäischen Kontext gibt Pongratz (Pongratz 2014a). Es sei auch auf die Empfehlungen der Kommission für IT-Infrastruktur für 2011–2015 (DFG 2010, S. 10) und die Stellungnahme der Kommission für IT-Infrastruktur der für 2016–2020 (DFG 2016, S. 10) hingewiesen. Es ist anzumerken, dass die von der DFG angeführten vier unterschiedlichen CIO-Umsetzungstypen strategischer CIO mit Leitungsfunktion, strategischer CIO mit Stabsfunktion, operativer CIO und kollektiver CIO bisher nicht weiterentwickelt wurden.

Der TUM CIO ist qua Amt Mitglied der CIO-Runde des Universität Bayern e.V. und der TU9-CIO-Runde. Der Informations- und Erfahrungsaustausch hat sich bisher sehr bewährt und ermöglicht eine hochschulübergreifende Abstimmung zu IT-Themen. Im Oktober 2016 fand ein erstes, vom Autor dieser Arbeit initiiertes EuroTech Universities Alliance CIO Treffen in Brüssel statt, um auch in diesem Kreis die Vernetzung zu intensivieren (Hintergrund vgl. Abschnitt 2.2.4.2). Ein entsprechendes Format innerhalb der Global Alliance of Technological Universities¹⁴ wird eruiert. Auf nationaler Ebene ist der Austausch unter Hochschul-CIOs bisher noch wenig institutionalisiert, eine nachhaltige Verortung innerhalb der Gesellschaft für Informatik e.V. (GI), des Zentren für Kommunikation und Informationsverarbeitung in Lehre und Forschung e. V. (ZKI, TUM seit 2012 Mitglied), im Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e. V. (DFN, TUM Mitglied) oder im Netzwerk CIONET Deutschland war bisher nicht erfolgreich. Positiv zu erwähnen ist der seit 2008 durchgeführte Round Table für CIOs und IT-Entscheider aus Hochschulen im deutschsprachigen Raum am Rande der seit 2003 unter Federführung der Multimedia Kontor Hamburg gGMBH (MMKH) jährlich stattfindenden Konferenz Campus Innovation. Zur konkreten Bedarfsklärung der auch im Rahmen eines Kaminzimmersgesprächs zum Stand der digitalen Hochschulbildung mit Bundesministerin Prof. Dr. Johanna Wanka im November 2015 thematisierten unzureichenden bundesweiten Vernetzung von Hochschul-CIOs wurde im Juni 2016 der 1. Kongress der CIOs von deutschen Hochschulen an der Georg-August-Universität in Göttingen erfolgreich veranstaltet und soll

¹⁴ Dem Global Alliance of Technological Universities Zusammenschluss gehören Stand März 2017 folgende Hochschulen an: California Institute of Technology (USA), Carnegie Mellon University (USA), Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (CH), Georgia Institute of Technology (USA), Imperial College London (GB), Indian Institute of Technology Bombay (IN), Nanyang Technological University (SG), Shanghai Jiao Tong University (CN), Technische Universität München (D), University of New South Wales Australia, Sydney (AU) (Global Alliance of Technological Universities 2017).

jährlich fortgeführt werden. Ein Trägerverein mit Namen „Hochschul-CIO e.V.“ wurde zum 01.08.2016 im Vereinsregister eingetragen.

3.2.1.2 CIO/IO-Gremium

Neben dem Amt des CIOs wurde 2001 das sogenannte CIO/IO-Gremium als hochschulweite Kommission der Fakultätskoordinatoren für Information und Kommunikation beschlossen, welches im Jahr 2002 unter Leitung des amtierenden Vizepräsidenten und CIO Prof. Dr. Arndt Bode seine Arbeit aufnahm. Mitglieder des Gremiums sind seither neben dem CIO die Verantwortlichen für Information und Kommunikation (IuK) aus allen Fakultäten der TUM, die sogenannten Information Officer (IO), welche vom jeweiligen Dekan ernannt werden und innerhalb der Fakultät Entscheidungsbefugnisse in Bezug auf IuK-Fragen haben. Weitere Mitglieder, ständige Gäste sowie die Häufigkeit der Sitzung variierten über die Jahre und CIOs.

Zwischen 2002 und 2008 tagte das Gremium im Schnitt vier Mal im Jahr und umfasste auch Vertreter des Leibniz-Rechenzentrums (LRZ), der TUM IuK-Einrichtungen Bibliothek, Medienzentrum, Verwaltungs-EDV, WWW & Online Services (WOS), Center of Knowledge Interchange (CKI), Rechnerbetriebsgruppe Informatik (RBG IN) und der Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM2), sowie des Gesamtpersonalrats und der Studierendenvertretung.

In den Jahren von 2008 bis 2011 wurden die weiteren Mitglieder im CIO/IO-Gremium neben den IOs stark reduziert. Die Koordination mit dem LRZ wurde auf das IT-Management delegiert. Regelmäßige, separate Treffen des CIO jeweils mit Vertretern des Gesamtpersonalrats bzw. der Studierenden ersetzten deren Teilnahme am Gremium. Als ständige Gäste nahmen ab 2009 der Leiter des damals in Gründung befindlichen IT-Servicezentrums und ab 2010 der Leiter IT-Management als Substitut der Vertreter der TUM IuK-Einrichtungen teil. Das Gremium tagte im Schnitt sechs Mal im Jahr.

Das CIO/IO-Gremium wurde über die Jahre weiterentwickelt und tagt seit 2011 im Schnitt sieben Mal im Jahr. Zu den ständigen Gästen gehören neben den Leitern des IT-Servicezentrums und des IT-Managements, wieder ein Vertreter des LRZ, die Referentin für IT-Kommunikation und der TUM-DFN-Vertreter. Es werden weiterhin regelmäßige Treffen mit Vertretern der Studierenden und mit dem Gesamtpersonalrat durchgeführt. Letztere finden im Zusammenspiel mit dem Datenschutzbeauftragten der TUM, der Referentin für IT-Sicherheit und Datenschutz und dem Leiter des IT-Servicezentrums statt. Der CIO trifft sich auch regelmäßig mit dem Leiter der Universitätsbibliothek zum Informationsaustausch und zur Steuerung der IT-Belange.

Unterausschüsse des CIO/IO-Gremiums

2005 wurde die CIP/WAP-Koordinierungsgruppe als Unterausschuss des CIO/IO-Gremiums für die Bedarfserhebung, Antragsplanung und Koordination der Mittelvergabe im Kontext des Computer-Investitions-Programms (CIP) und des Wissenschaftler-Arbeitsplatzrechner-Programm (WAP) für die Rechnerausstattung der Fakultäten eingerichtet. Die Abstimmung wurde

über die Jahre sehr effizient gestaltet und fußt auf einem transparenten Berechnungsmodell für ein Verfügungsvolumen pro Fakultät anhand der Studierendenzahlen und der wissenschaftlichen Planstellen. 2014 war die TUM mit einem neuen Ansatz der fakultätsübergreifenden Zusammenarbeit im Rahmen des WAP-Antrags „TUM-Standardisierungscluster“ für einen fakultätsübergreifenden WAP-Cluster mit nominell 30 Servern und 537 Arbeitsplätzen und einem Fördervolumen von über 1,1 Millionen Euro erfolgreich. Schwerpunkt des Antrags ist die weitere Standardisierung von Prozessen und technischen Lösungen, vor allem im Bereich der Virtualisierung.

Die AG Softwarelizenzen wurde 2012 als zweiter Unterausschuss des CIO/IO-Gremiums eingeführt um die hochschulweite Bedarfserhebung, Verhandlung und Beschaffung von Softwarelizenzen zu optimieren.

3.2.1.3 IT-Servicezentrum

Zur Bündelung der zentralen IT-Kompetenzen unter Einbindung der bestehenden IT-Einheiten wurde nach mehrjähriger Planung und Abstimmung das IT-Servicezentrum (ITSZ) der TUM durch Beschluss des Hochschulpräsidiums zum 01.10.2010 gegründet. Es umfasst die folgenden Einrichtungen: die Zentrale Informationstechnik (vormals Zentralabteilung 7 EDV) mit den Referaten Betrieb, SAP-Team, Campus-Management-Team und WWW & Online Services, die Stabsstelle IT-Management, das Medienzentrum und den IT-Support. Die Abteilung Informationsdienste verbleibt organisatorisch bei der Bibliothek, stimmt aber alle Aktivitäten innerhalb des ITSZ ab.

Zur Integration der Informationstechnik Weihenstephan (ITW) ins ITSZ wurde eine separate Vereinbarung im Jahr 2011 mit der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan geschlossen, welche Stand September 2017 noch evaluiert wird. Die Rechnerbetriebsgruppen der Fakultäten Mathematik (RBG MA) und Informatik (RBG IN) wurden 2011 zu einer gemeinsamen Rechnerbetriebsgruppe (RBG MA/IN) zusammengeführt. Diese erbringt eine Reihe an zentralen Dienstleistungen im Bereich Beratung, Beschaffung, Medien-/Hörsaaltechnik, Vorlesungsaufzeichnung und Support. Ein gemeinsamer IT-Dienstleistungskatalog des ITSZ dokumentiert das Serviceangebot und wird laufend fortgeschrieben.

Der Leiter des ITSZ ist dem CIO direkt unterstellt, wird von diesem in Abstimmung mit dem Kanzler ernannt und ist Vorsitzender des (i) ITSZ-Steuerkreises und des (ii) IT-Koordinierungskreises. (i) Besteht aus den Leitern der ins ITSZ integrierten Einrichtungen und dient der Koordination und Steuerung der Aktivitäten des ITSZ, (ii) umfasst zusätzlich noch Vertreter des LRZ, der IT FRM2, der RBG IN (inzwischen IN/MA) und des Rechenzentrums des Klinikums rechts der Isar und dient ebenso der Koordination und Abstimmung. Abbildung 3.2 zeigt die Organisationsstruktur des ITSZ Stand Mai 2016 im Zusammenspiel mit dem IT-Koordinierungskreis.

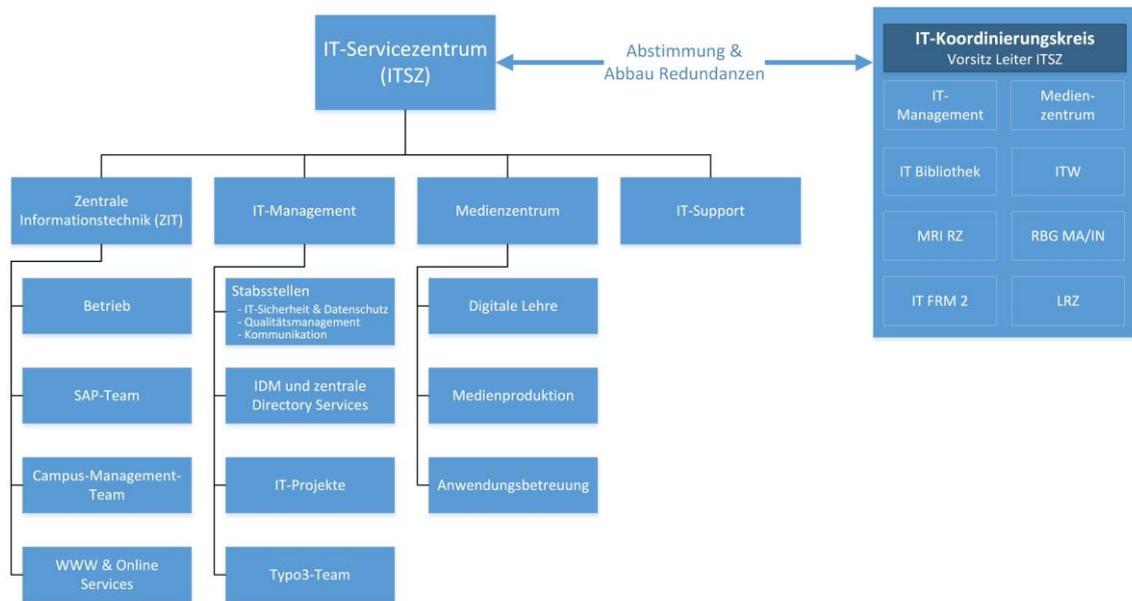


Abbildung 3.2: Übersicht Organisationsstruktur IT-Servicezentrum, Stand Mai 2016
[Quelle: eigene Darstellung]

Eine zielgerichtete und kontinuierliche Kommunikation ist auch im Kontext einer IT-Governance erfolgskritisch (Fröhlich und Glasner 2007, S. 120). Daher koordiniert und steuert das ITSZ auch die Kommunikation bzgl. IT an der TUM; wichtige Elemente sind der IT-Newsletter, Informationsveranstaltungen, Workshops und Schulungen sowie vierteljährliche ITSZ-Treffen.

3.2.1.4 Leibniz-Rechenzentrum

Das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (BAW) ist das gemeinsame Rechenzentrum für Forschung und Lehre der LMU, der TUM und der BAW. Zu seinem Leistungsportfolio gehören das Münchner Wissenschaftsnetz (MWN, vgl. Abschnitt 2.2.4.1), der Betrieb von zentralen IT-Systemen (E-Mail, Speicher, DNS, Backup, Virtualisierung) und die Software-Lizenzbeschaffung. Es erbringt auch regionale und überregionale IT-Dienstleistungen für andere Hochschulen und wissenschaftliche Einrichtungen, dazu gehört der Betrieb des Dialogorientierten Serviceverfahrens DoSV der Stiftung Hochschulzulassung für alle deutschen Hochschulen. Der Leistungsumfang ist im Dienstleistungskatalog (DLK, (LRZ 2016a)) definiert, welcher jährlich fortgeschrieben wird.

Als Supercomputing-Zentrum und Teil des Gauss Centre for Supercomputing (GCS) stellt es Rechenzeit für wissenschaftliches Rechnen auf dem Bundeshöchstleistungsrechner SuperMUC zur Verfügung. Es beheimatet auch das Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung.

Das LRZ geht auf die 1962 gegründete Kommission für elektronisches Rechnen (später Kommission für Informationsverarbeitung bzw. Kommission für Informatik) der BAW zurück. Mit in Kraft treten der neuen Satzung der BAW vom 01.10.2015 wurde das LRZ in ein Akademieinstitut überführt und die Kommission für Informatik aufgelöst, der neu eingerichtete LRZ-Beirat übernimmt die Funktion der Kommission. Die neue Geschäftsordnung des LRZ vom

19.02.2016 regelt die Aufgaben und die Zusammensetzung des LRZ-Beirats. Das Hochschulpräsidium der TUM hat ihren CIO als eines der Mitglieder in den neuen LRZ-Beirat entsandt.

Regelmäßige Abstimmungen sowohl auf Arbeits-, als auch Leitungsebene zw. LRZ und TUM stellen die bedarfsorientierte Weiterentwicklung des DLKs und einen nutzerzentrierten Betrieb sicher. Das LRZ beteiligte sich auch aktiv am Großprojekt IntegraTUM, welches in enger und produktiver Zusammenarbeit den Grundstein für die heutige Infrastruktur für Information und Kommunikation legte und im Folgenden vorgestellt wird.

3.2.2 Grundlegende IT-Projekte

Dieser Abschnitt gibt einen knappen Überblick über ausgewählte IT-Projekte der TUM, welche die Grundlage bzw. wichtige Bausteine der heutigen IT-Architektur sind.

3.2.2.1 Einführung SAP R/3 (SAP@TUM)

Im Rahmen des Projekts SAP@TUM wurden 2002 ein kaufmännisch-orientiertes Rechnungswesen und neue Verwaltungssysteme für die Bereiche Personal- und Finanzmanagement an der TUM eingeführt, welche auf SAP R/3 basieren und in der damaligen Hochschullandschaft ein absolutes Novum waren. Aufbauend auf den neuen Gestaltungsmöglichkeiten im Zusammenhang der Experimentierklausel des Bayerischen Hochschulgesetzes (vgl. Fußnote 13) wurde ab 1999 eine Reform der Leitungsstruktur und eine Reorganisation der Verwaltung durchgeführt. Wichtige Bausteine waren die Einführung der hochschulweiten Kosten- und Leistungsrechnung, die lehr- und forschungsleistungsbezogene Ressourcenallokation und das strategische Controlling. Außerdem fehlten den vormals eingesetzten monolithischen Softwaresystemen benötigte Schnittstellen zur Integration.

Das Projekt startete am 01.04.2001 unter Leitung von Dr. Friedrich Käck und Herbert Vogg als seinen Stellvertreter. Die erste Produktivsetzung erfolgte zum 01.01.2002, der Projektabschluss fand nach finaler Abnahme der Produktivsetzung am 31.03.2003 statt. Abbildung 3.3 zeigt die Projektstruktur, welche sich in sieben Teams (FI Finanzbuchhaltung / FI-AA Anlagenbuchhaltung, FM Haushaltsmanagement, CO Controlling, MM Materialwirtschaft, HR Personalverwaltung, Basis (Administration und Berechtigungswesen) und Schulung) und einem Integrationsteam gliederte. Ein Projektbeirat unterstützte und beriet die Projektleitung, das Begleitungsgremium diente der Einbindung der Fakultäten und dem Informationsfluss. Das Projektteam im engeren Sinne umfasste 6 Personen, in Abhängigkeit der jeweiligen Themenstellung waren bis zu 40 TUM-Beschäftigte involviert. Externe Beratungsdienstleister waren laufend eingebunden.

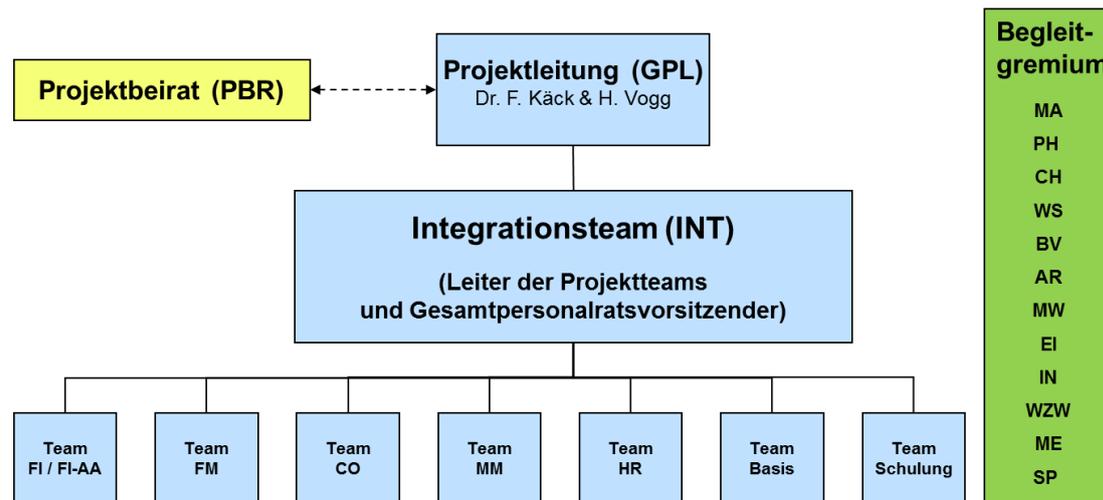


Abbildung 3.3: Projektstruktur SAP@TUM
[Quelle: Herbert Vogg & Dr. Friedrich Käck, TUM, 2001]

Hervorzuheben ist das Schulungskonzept, welches sowohl modulspezifische Schulungen für alle eingesetzten Module (FI, FI-AA, FM, CO, MM, HR), als auch prozessorientierte Schulungen (nur anwendungsrelevante Funktionen für dezentrale Nutzer aus FI, FI-AA, FM, CO, MM) umfasste.

Dem Projektabschlussbericht (Käck und Vogg 2003) zufolge gestaltete sich die Erfassung von vor dem 31.12.2001 beschaffte Altanlagen in FI-AA aufwändig, da aufgrund von fehlenden Informationen eine umfangreiche Inventur erforderlich war. Auch die Übertragung der Historie von Personaldaten aus dem vom Bayerischen Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung programmierten Systems DIAPERS-GX nach SAP R/3 HR war aufgrund von unterschiedlichen Datenbankstrukturen und notwendigen Konsolidierungen zeitintensiver als ursprünglich geplant.

TUM SAP Nutzerkonten		Schätzung	Ende 2003	Mai 2016
Buchungsberechtigt	Zentrale Verwaltung	150	n.V.	200
	Fakultäten/Institute/Lehrstühle	500	n.V.	600
Nur leseberechtigt	Info-Nutzer	400	400	300
Nutzerkonten gesamt		1.050	890	1.100

Tabelle 3.1: Entwicklung der SAP Nutzerkonten an der TUM
[Quelle: eigene Darstellung]

Die zukünftigen Nutzungszahlen wurden im Projektabschlussbericht geschätzt und sind in Tabelle 3.1 dargestellt: 150 Nutzerkonten für Personen aus der Zentralen Verwaltung, 500 Nutzerkonten für Personen aus den Fakultäten/Instituten/Lehrstühlen und 400 als sogenannte Info-Nutzer, welche nur lesenden Zugriff im Berichtswesen haben. Stand Mai 2016 ergab eine rückwirkende Auswertung für Ende 2003 gerundet 890 Nutzerkonten, wobei 400 davon Info-

Nutzer waren. Eine Aufteilung der 490 Nutzerkonten mit Buchungsberechtigung in Zentrale Verwaltung bzw. Fakultäten/Instituten/Lehrstühlen ist aufgrund von fehlenden Informationen nicht mehr auswertbar. Insgesamt sind es im Mai 2016 gerundet 1.100 Nutzerkonten, davon mit Buchungsberechtigung 200 aus der Zentralen Verwaltung, 600 aus den Fakultäten/Instituten/Lehrstühlen und 300 Info-Nutzer nur mit Leseberechtigung. Die Schätzung von 2003 trifft 2016 folglich noch gut zu. Für die Entwicklung der Verwaltungs-DV-Systeme der TUM, die Nutzergruppen und die Anzahl der Nutzer für die Jahre 2000, 2002 und 2009 sei auf (Vogg 2010) verwiesen.

Die SAP-Systemarchitektur an der TUM mit Stand 2016 ist in Abbildung 3.4 dargestellt. Die Landschaft umfasst folgende sechs virtuellen Server: SAP Produktivsystem, SAP Qualitätssicherungssystem, SAP Entwicklungssystem, SAP BI Produktivsystem, SAP BI Qualitätssicherungssystem und SAP Solution Manager (Sammlung von Werkzeugen und Services). Die Infrastruktur der virtuellen Maschinen ist redundant auf mehrere Standorte verteilt. Der Betrieb und die Applikationsbetreuung obliegt der Zentralen Informationstechnik (ZIT) des IT-Servicezentrums der TUM. Im folgenden Abschnitt wird knapp die SAP BI Einführung an der TUM beschrieben.

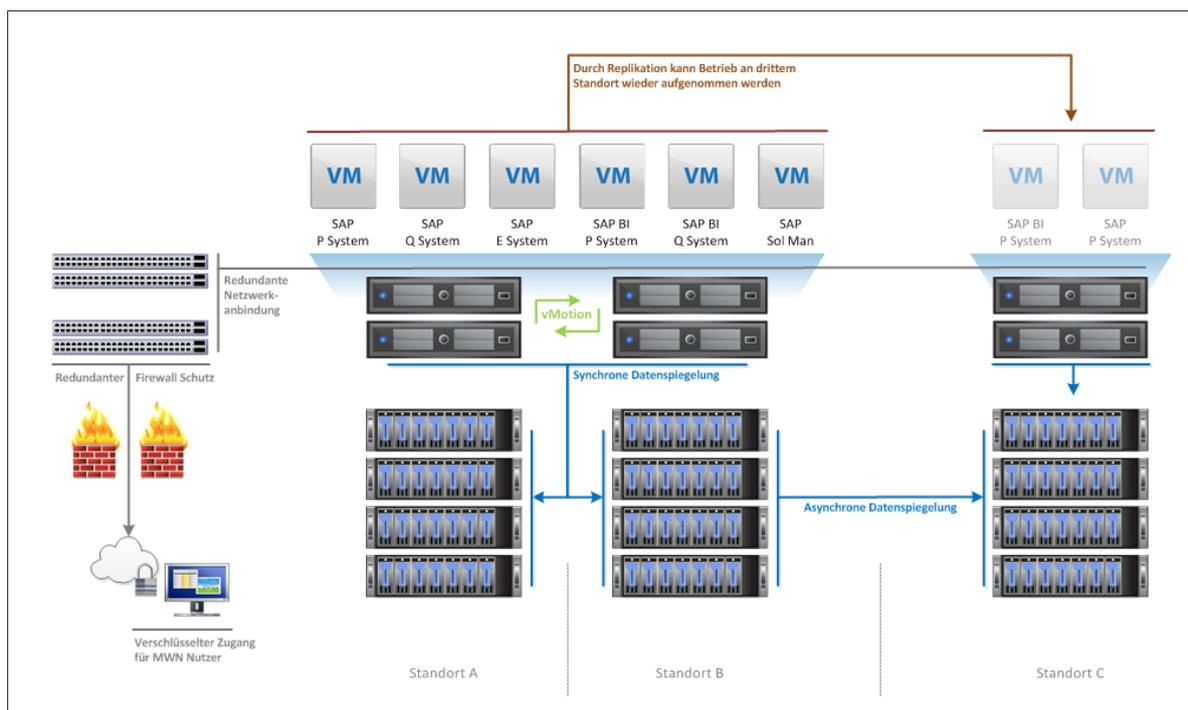


Abbildung 3.4: TUM SAP-Systemarchitektur Stand 2016

[Quelle: Sebastian Krüger, TUM]

3.2.2.2 Berichtswesen (BW@TUM)

Als Folgeprojekt zur SAP@TUM-Einführung wurde ab 2004 im Rahmen von BW@TUM das hochschulweite Berichtswesen auf Basis von SAP NetWeaver Business Intelligence (SAP BI, früher: Business Information Warehouse, kurz SAP BW) unter Projektleitung von Leonie Haas eingeführt und über die Jahre fortentwickelt. Es umfasst die sechs Fachdomänen Bewerber,

Studierende, Prüfungen, Personal, Stellen und Haushaltsmanagement. Die verfügbaren Studierendendaten gehen bis ins Jahr 1999 zurück. Ein gestuftes Rechte- und Rollenmodell regelt den Zugriff auf die verschiedenen, anonymisierten Abfragen und Berichte, welche aus unterschiedlichen Datenquellen aggregiert werden. Die amtlichen Statistikmeldungen der TUM werden über SAP BI generiert. Dort werden die Daten stichtagsbezogen vorgehalten und archiviert. Quellsysteme, wie das Campus-Management-System TUMonline, liefern dahingegen ad-hoc Statistiken und Berichte, da die zugrundeliegenden Quelldaten geändert werden können.

Parallel zur Einführung von SAP BW fungierte die TUM auch als Pilotanwenderin des hochschulübergreifenden, bayerischen Data-Warehouse-Systems CEUS-HB (Computerbasiertes Entscheidungsunterstützungssystem für die Hochschulen in Bayern) des Wissenschaftlichen Instituts für Hochschulsoftware (ihb) der Universität Bamberg. Dieses steht den bayerischen Hochschulen, dem Wissenschaftsministerium und dem Landesamt für Statistik zur Verfügung und wird als verteiltes System betrieben, welches für die verschiedenen Nutzungsgruppen aggregierte Daten der jeweiligen Hochschulen zur Verfügung stellt und somit vergleichende Auswertungen über die Bereiche Studium und Lehre, Mittelbewirtschaftung und Personalausstattung ermöglicht. Grundlage sind auch die amtlichen Statistikmeldungen der einzelnen Hochschulen, da diese vom Landesamt für Statistik auf Plausibilität geprüft werden. Das Projekt und die Systemarchitektur sind in (Sinz et al. 2001; Wiedermann und Förtsch 2014) ausführlich beschrieben.

Zum 15.07.2016 erfolgte eine Aufspaltung der statistischen und nicht-statistischen Domänen in CEUS-LfStat und CEUS-StMBW. CEUS-LfStat wird vom Landesamt für Statistik betrieben und enthält die Daten der amtlichen Statistik (Personal, Stellen, Habilitationen, Studierende, Prüfungen und zukünftig auch die im Kontext der Hochschulfinanzstatistik) sowie das integrierte Berichtswesen, es ist über www.ceus.bayern.de aufrufbar. Vom ihb betrieben wird CEUS-StMBW (www.stmbw.ceushb.de). Es umfasst nicht-statistischen Daten vom Landesamt für Finanzen (Haushaltsmittel, Professorenbesoldung) und den Stellenplan des Doppelhaushalts.

3.2.2.3 Schaffung IuK-Infrastruktur (IntegraTUM)

Ziel des Großprojektes IntegraTUM war die Schaffung einer benutzerfreundlichen und nahtlosen Infrastruktur für Information und Kommunikation (IuK) an der TUM in enger Zusammenarbeit mit dem LRZ. Die Integration, Vereinheitlichung und Rezentralisierung der IuK-Infrastruktur bei dezentraler Inhaltsverantwortlichkeit stand dabei im Vordergrund. Das Projekt wurde nach einem von der DFG geförderten Vorprojekt (01.07.2003–31.01.2004) in zwei Phasen von 01.07.2004 bis 31.10.2009 durchgeführt und war von der DFG und dem InnovaTUM-2008¹⁵ Programm der TUM mit insgesamt 17 Stellen finanziert. Projektleiter war Dr. Rolf

¹⁵ InnovaTUM-2008: 2004 von der TUM eingeführtes Reformprogramm, welches rund 10% des TUM-Stellenbestandes im Rahmen von wettbewerblichen Umbau- und Aufbauprogrammen für die Stärkung von Zukunftsfeldern innerhalb der TUM über Zielvereinbarungen umgewidmet hat. Das Programm wurde 2015 offiziell vom Hochschulpräsidium abgeschlossen.

Borgeest, welcher zwischen 2005–2007 von Dr. Andrea Bör und ab April 2007 vom Autor dieser Arbeit bei der Projektleitung unterstützt wurde. Ende 2009 wurde es in den Regelbetrieb überführt.

Das Projekt gliederte sich bis 2006 in die neun Teilprojekte Verzeichnisdienst, Datenspeicher, E-Mail, Systemadministration, Portal, E-Learning, Bibliothek, Verwaltungs-EDV und Organisation. In der Folge wurde es um das Teilprojekt IT Service Desk für die Einführung und späteren Betrieb eines zentralen 1st-Level Support (vgl. Abschnitt 3.6) ergänzt. Abbildung 3.5 zeigt die zehn Teilprojekte.

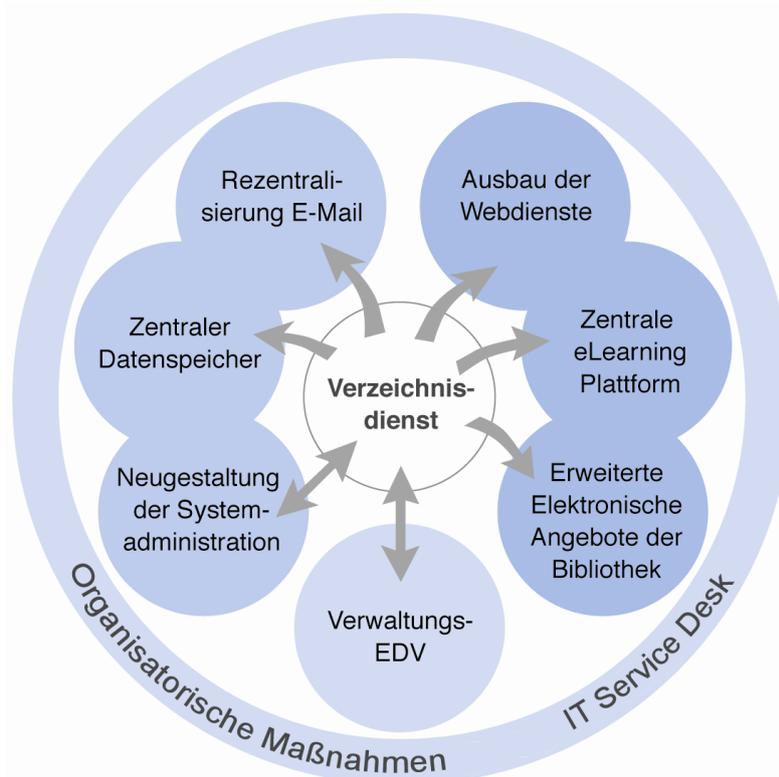


Abbildung 3.5: Übersicht der zehn Teilprojekte von IntegraTUM
[Quelle: (Bode 2010)]

Das Teilprojekt Verzeichnisdienst in der Mitte der Grafik ist zentraler Austauschpunkt für Identitäten und Grundlage für die von den anderen Teilprojekten erarbeiteten IT-Systeme und IT-Dienstleistungen. Die dargestellten Pfeile deuten schematisch den Fluss von Identitätsdaten an. Provisionierung und Deprovisionierung des Verzeichnisdienstes erfolgt über IT-Systeme, welche von den Teilprojekten Verwaltungs-EDV und Neugestaltung der Systemadministration bereitgestellt wurden. Der Verzeichnisdienst stellt die Identitätsdaten anderen Systemen zur Verfügung. Auf der Grundlage der übermittelten Daten können auch Berechtigungen für die Nutzung des jeweiligen IT-Systems abgeleitet werden, dazu gehören Studiengang, Statusgruppen- und Organisationszugehörigkeit. Die Teilprojekte Organisatorische Maßnahmen und IT Service Desk waren Bindeglieder zwischen den Teilprojekten, anderen IT-Projekten und der Hochschule.

Die im Rahmen der Projektlaufzeit geleistete Arbeit ist im Projektabschlussbericht (Bode und Borgeest 2010b) und im Sammelband Informationsmanagement in Hochschulen (Bode und Borgeest 2010a) ausführlich dokumentiert. Die erarbeiteten Konzepte und Lösungen wurden im Rahmen von Workshops, Tagungen und Konferenzen der Fachcommunity vorgestellt, diskutiert und in der Folge weiterentwickelt. Generische, im Rahmen des Projektes entwickelte und erprobte Vorgehensmodelle, wie für die Konsolidierung und den Austausch universitärer Kernsysteme (Borgeest und Pongratz 2010), sind auch von anderen Hochschulen adaptiert und einsetzbar.

Desweiteren hervorzuheben sind die Planung und der Aufbau einer mandantenfähigen Groupware-Lösung (Diehn 2010), die Einführung eines integrierten Speichersystems für hochschulübergreifende IT-Dienste (Biardzki et al. 2010) und die Implementierung des Medienservers mediaTUM¹⁶ (Leiss et al. 2010). Diese Open Source Software wird (soweit bekannt) Stand 2016 auch von der Universität Augsburg, der Universität der Bundeswehr München und der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt als Repositorium im Bibliotheksumfeld für die Sammlung, Veröffentlichung und Recherche von Publikationen genutzt.

Ein weiterer, ganz zentraler Baustein war die Konzeption, die Implementierung und der Betrieb eines integrierten Verzeichnisdienstes für die TUM mit dem Ziel einen Gesamtdatenbestand für Studierende, Beschäftigte und Gäste vorzuhalten. Dieser wird aus verschiedenen Quellsystemen gespeist und versorgt wiederum Systeme mit notwendigen Personen- und Authentifizierungsdaten. Dies ermöglicht neben einem einheitlichen Datenbestand, auch die Implementierung eines Unified Logins (gleiche Kennung und Passwort für mehrere IT-Systeme) und die automatisierte Zuteilung und Wegnahme von Berechtigungen anhand von Attributen wie der Fakultätszugehörigkeit, des Studiengangs, des Studienabschlusses oder des Vertragsendes. Die Satellitenstruktur, Gesamtarchitektur und Schemata wurde zusammen mit den Betreibern der zentralen IT-Systeme erarbeitet und umgesetzt (Boursas et al. 2010).

Auch eine zentrale Gästeverwaltung wurde als eigene Applikation im Kontext des Identitätsmanagements implementiert (Bernstein et al. 2010). Die ursprünglich von der Projektleitung IntegraTUM analysierten 15 Gastarten (Alumni, externe Bibliotheksnutzer, externe Hochschulorganmitglieder, externes Personal, Gastdozent, Gasthörer, Gastwissenschaftler, Kongressteilnehmer, Schüler, Studierende gemeinsamer Studiengang, Studierende virtuelle hochschule bayern (vhb), Studienbewerber, Teilnehmer an Fortbildungsveranstaltung, Teilnehmer Austauschprogramm, Zweitmitglied) wurden in fünf Rollen kategorisiert: Gaststudent, Gastwissenschaftler, Gastalumnus, externer Bibliotheksbenutzer und Kongressteilnehmer. Im Rahmen der Umsetzung wurde dann aber entschieden, Gäste nur mit den Standardrechten von Mitarbeitern der TUM anzulegen und von der Erfassung von Studierenden,

¹⁶ Für Quellcode und Projektinformationen siehe mediaTUM-GitHub-Projekt (mediaTUM 2016).

Neue Medien in der Bildung mit knapp 1,4 Millionen Euro über die Laufzeit von drei Jahren vom 01.05.2005 bis zum 30.04.2008.

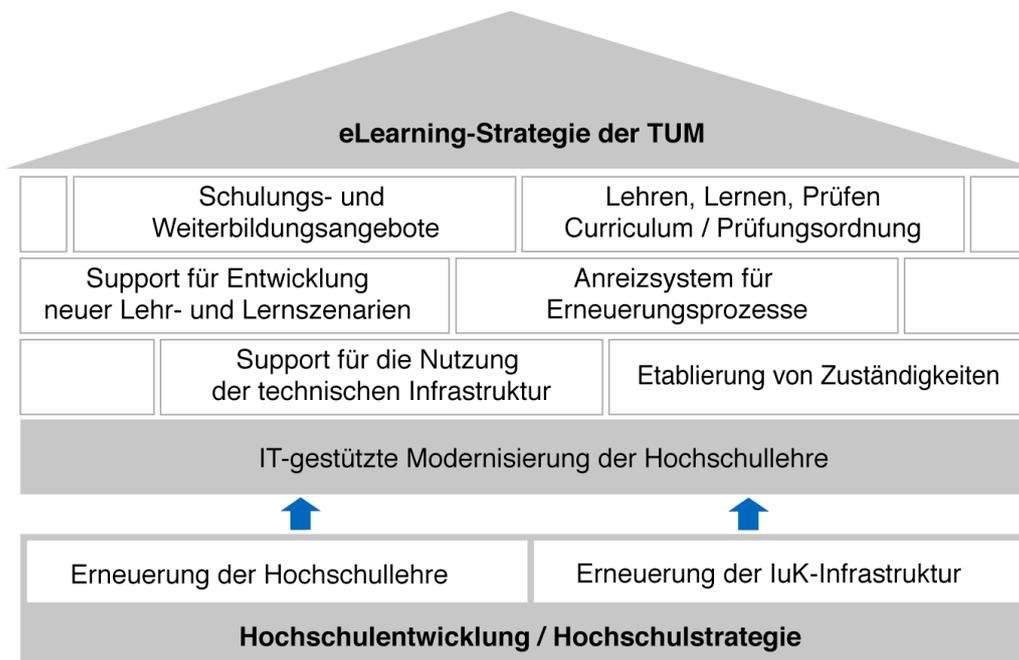


Abbildung 3.8: E-Learning Strategie der TUM
[Quelle: (Bode et al. 2008, S. 48)]

Die im Rahmen des Projekts elecTUM umgesetzte E-Learning-Strategie fußte auf der Hochschulstrategie, dem Hochschulentwicklungsplan und der IuK-Strategie der TUM. Die einzelnen Elemente der E-Learning-Strategie sind in Abbildung 3.8 dargestellt. Zu diesen gehören die Schaffung von Schulungs- und Weiterbildungsangeboten im E-Learning-Bereich, die Unterstützung bei der Entwicklung neuer Lehr- und Lernszenarien und bei der Anwendungsbenutzung, die Etablierung von klaren Zuständigkeiten, die Einführung von Anreizsystemen und die rechtliche Verankerung des Einsatzes von E-Learning in Studien- und Prüfungsordnungen (Bode et al. 2008). Für einen Vergleich des TUM-Ansatzes mit den E-Learning-Strategien von anderen Hochschulen sei auf Arnold et al. verwiesen (Arnold et al. 2015).

Die pilotweise Einführung des Lernmanagementsystem CLIX der Firma imc AG erfolgte ab dem Sommersemester 2005 mit anfänglich 51 abgebildeten Lehrveranstaltungen und 307 aktiven Nutzern. In den folgenden Semestern steigerte sich die Nutzung stark: Im Sommersemester 2006 waren es bereits 169 Lehrveranstaltungen und 3.184 aktive Nutzer, im Sommersemester 2007 332 Lehrveranstaltungen und 8.508 aktive Nutzer. Für weitere Nutzungszahlen und Evaluationsergebnisse der ersten Jahre sei auf (Schulze et al. 2010) verwiesen.

Die umfangreichen Projektergebnisse wurden von Rathmayer & Gergintchev (Rathmayer und Gergintchev 2010) dokumentiert. Die TUM-Lernplattform wurde nach einer Pilotphase im Sommersemester 2005 in den Produktivbetrieb überführt und an den zentralen Verzeichnisdienst der TUM angebunden. Auch förderierte Authentifizierungsszenarien auf der Basis von

Shibboleth wurden konzipiert und im Zusammenspiel des Aufbaus der DFN Authentifikations- und Autorisierungs-Infrastruktur Föderation (DFN AAI) implementiert.

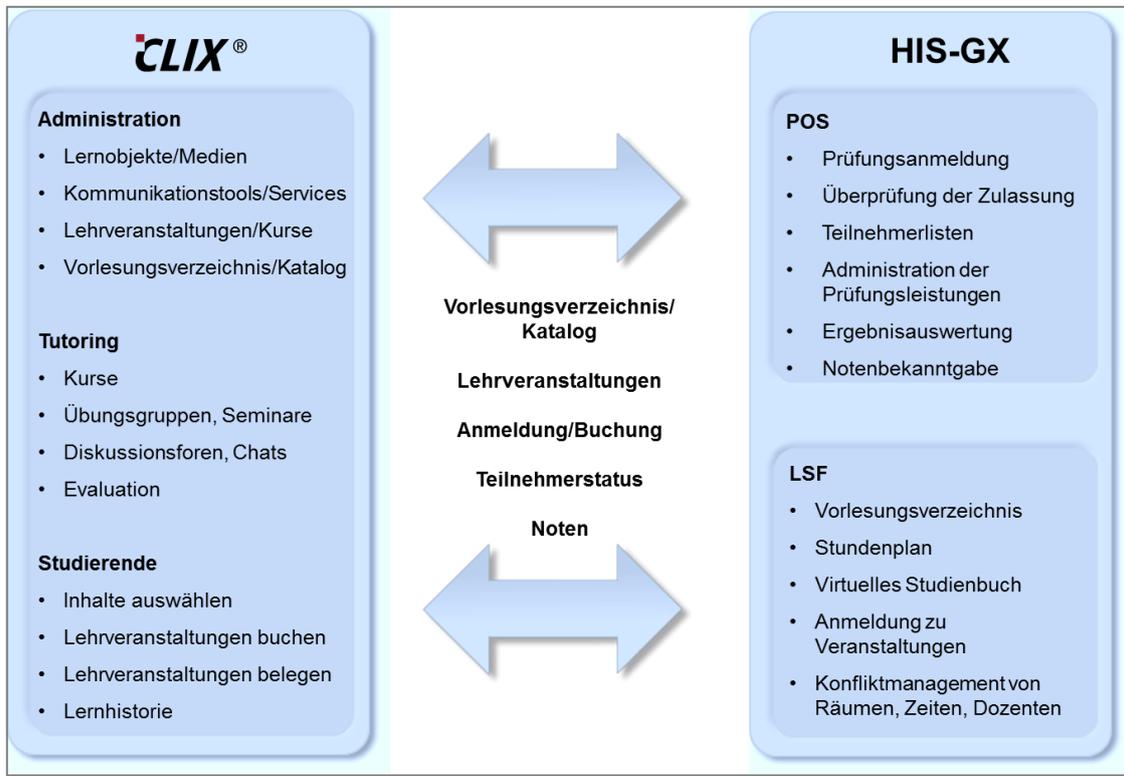


Abbildung 3.9: Auszutauschende Objekte zwischen CLIX und HIS-GX POS & LSF
[Quelle: in Anlehnung an (Pongratz et al. 2006, S. 15)]

Der Autor dieser Arbeit war von Juni 2005 bis März 2007 Projektmitarbeiter mit den Schwerpunkten Schnittstellenentwicklung und Systembetrieb. In dieser Projektphase wurde in Zusammenarbeit mit Mitarbeitern der Firma imc AG ein generisches Fachkonzept zum Datenaustausch zwischen einer Lernplattform, hier CLIX der Firma imc AG, und eines Campus-Management-Systems, hier die HIS-GX Produkte POS (Prüfungsverwaltung) und LSF (Lehre, Studium, Forschung) der Firma HIS GmbH (heute HIS eG, vgl. 2.3.4.3), entwickelt. Abbildung 3.9 zeigt eine Übersicht der prinzipiell austauschbaren Objekte zwischen CLIX und HIS-GX POS & LSF. Die Prozesse zur Administration von Lehrveranstaltungen, Administration von Vorlesungsverzeichnissen, Buchung und Stornierung von Lehrveranstaltungen, Aktualisierung der Lernhistorie und Vergabe von Noten zu einer Lehrveranstaltung wurden detailliert ausgearbeitet. Zur Beschreibung der technischen Abläufe wurden Aktivitätsdiagramme in UML und erweiterte Ereignisgesteuerte Prozessketten (eEPKs) zur fachlichen Beschreibung der Prozesse verwendet. Das Fachkonzept umfasste auch die Definition von entsprechenden Extensible Markup Language (XML) Nachrichten und Rückgabewerten für den Datenaustausch und XML Schemata Definitionen (XSD) zur Validierung der Nachrichten (Pongratz et al. 2006).

Das Fachkonzept diente auch als Grundlage für die stufenweise Integration der zentralen Lernplattform, da entgegen ursprünglicher Projektplanungen an der TUM HIS-GX POS nicht weiter

ausgerollt und HIS-GX LSF nicht eingeführt wurden. Bis zur Einführung des Campus-Management-Systems TUMonline (vgl. Abschnitt 3.3) wurden als Interimslösung ab dem Wintersemester 2007/08 bis zum Sommersemester 2010 Lehrveranstaltungsdaten aus UnivIS¹⁷ zu Beginn des jeweiligen Semesters nach CLIX übertragen. Für Details zum Importprozess und der notwendigen Datenaufbereitung sei auf Pätzold et. al (Pätzold et al. 2010) verwiesen. Parallel dazu wurden das in der Fakultät für Medizin eingesetzte Lehrveranstaltungs- und Prüfungsverwaltungssystem mediTUM, die fallbasierte Lernumgebung Casus und CLIX verknüpft um eine integrierte Systemnutzung zu ermöglichen (Gergintchev und Pongratz 2010).

Im Zuge der Einführung des Campus-Management-System CAMPUSonline unter dem Namen TUMonline wurde der UnivIS Datenbestand zum 22.02.2010 eingefroren und dient seither Archivzwecken. Lehrveranstaltungsdaten werden seitdem aus TUMonline provisioniert, bis zum Ende des Wintersemester 2010/11 nach CLIX, in der Folge nach Moodle, welches CLIX als zentrale Lernplattform ab dem Sommersemester 2011 ablöste. Die Datenübertragung TUMonline <-> Moodle wurde in den folgenden Jahren sukzessiv in Abhängigkeit der Bedürfnisse der Lehrenden und Lernenden weiterentwickelt (vgl. Abschnitt 3.4.2).

3.2.2.5 Einführung Campus-Management-System (CM@TUM)

Das Projekt CM@TUM zur Einführung des zentralen Campus-Management-Systems CAMPUSonline der Technischen Universität Graz an der TUM unter Leitung von Dr. Kai Wülbern war ursprünglich vom 07.01.2008 bis zum 30.06.2009 geplant (18 Monate), wurde dann aber aufgrund von Verzögerungen im Bereich der Altdatenübernahme von Prüfungsdaten um sechs Monate verlängert.

Basierend auf den vielfältigen Erfahrungen der vorherigen Projekte und Evaluationen zur Einführung TUM-weiter Systeme zur Unterstützung des studentischen Lebenszyklus erfolgte die Planung von CM@TUM. Bereits im Juni 2004 wurde nach Evaluation mehrerer Softwareanbieter die Einführung des Prüfungsverwaltungssystems HIS-GX POS im Rahmen des Projekt HIS@TUM zwischen 2005–2007 beschlossen. Softwaretechnische Einschränkungen machten allerdings eine Neuorientierung notwendig, welche auch im Kontext der TU9 eruiert wurde (vgl. Abschnitt 2.3.2) und 2007 zur Entscheidung zur Einführung von CAMPUSonline an der TUM führte. Die Schaffung einer einheitlichen Datenbasis für Studierenden- und Prüfungsdaten stand dabei im Vordergrund, die Sachbearbeitung sollte per Webbrowser erfolgen können.

Die Projektziele umfassten auch eine Organisationsoptimierung, die Standardisierung und Vereinfachung von Geschäftsprozessen und die Einführung von Supportstrukturen. Fachliche Grundlagen waren die Mustersatzungen für Bachelor- und Masterstudiengänge, der Qualitätsstandard Prüfungsverwaltung und das Eckpunktepapier zur Umsetzung des Bologna-Prozesses an der TUM.

¹⁷ Hochschulinformationssystem der Config Informationstechnik eG, vgl. <http://www.config.de/>.

Es wurden Applikationen zur Unterstützung der Geschäftsprozesse (vgl. Abschnitt 2.3.1) aus Studierendensicht in den Bereichen „Information, Bewerbung und Zulassung“, „Studium, Prüfungen & Graduierung“ und „Serviceleistungen“ bzw. aus Organisationsperspektive in den Bereichen „Bewerbungsmanagement“, „Studierendenmanagement“, „Modul- und Lehrveranstaltungsmanagement“, „Prüfungsmanagement“, „Organisations- und Ressourcenverwaltung“ und „weiterführende Prozessbereiche“ eingeführt. Für den aktuellen Systemumfang von TUMonline sei auf Abschnitt 3.3.1 verwiesen.

Die Bewerbungsapplikation wurde zur Unterstützung der sog. Eignungsverfahren und Eignungsfeststellungsverfahren (örtliche Zulassungsverfahren vgl. Abschnitt 2.3.1.2) im Zusammenspiel mit der TU Graz auf der Grundlage eines Konzeptes der Arbeitsgruppe „Bewerbung/Zulassung/Immatrikulation“ des Studierenden-Service-Zentrums (SSZ) der TUM innerhalb von drei Monaten im Rahmen eines agilen Entwicklungsprozesses vollständig neu implementiert. Deutschland-weit einzigartig war der sogenannte Fast-Track: Studierende mit deutscher Hochschulzugangsberechtigung erhalten von TUMonline umgehend eine Rückmeldung und je nach Qualifikation einen Studienplatz angeboten, eine Einladung zum Gespräch oder ein Ablehnungsschreiben per E-Mail (Pongratz und Wülbern 2009).

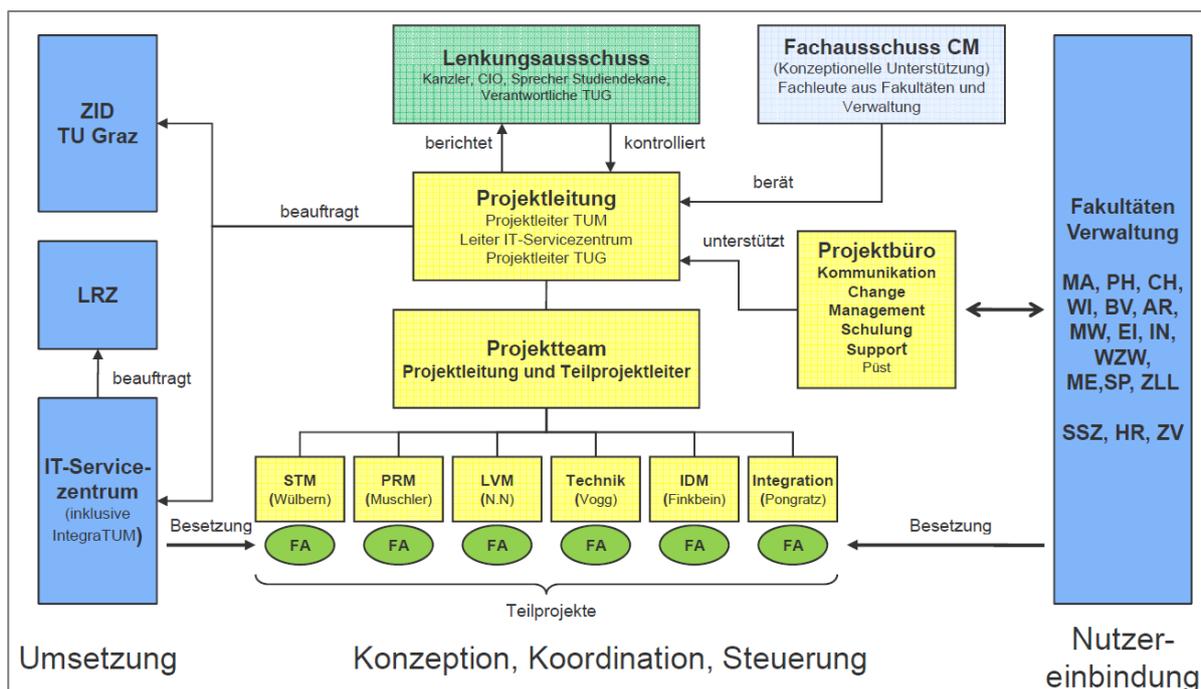


Abbildung 3.10: Projektorganisation CM@TUM
[Quelle: Dr. Kai Wülbern, TUM, 2007]

CM@TUM gliederte sich in die sechs Teilprojekte Studierendenmanagement, Prüfungsmanagement, Lehrveranstaltungsmanagement, Identity-Management, Technik und Integration. Abbildung 3.10 zeigt die Projektorganisation zu Projektbeginn. Als Leiter des Teilprojektes Lehrveranstaltungsmanagement wurde Prof. Dr. Uwe Baumgarten mit Unterstützung von Sebastian Pätzold im Laufe des Jahres 2008 gewonnen. Fachauschüsse unterstützten die fachliche Arbeit der Teilprojekte. Der Lenkungs-ausschuss kontrollierte in regelmäßigen Abständen

den Projektfortschritt und setzte sich ausfolgenden Mitgliedern zusammen: Kanzler, CIO, Sprecher der Studiendekane, verantwortliche der TU Graz und der CM@TUM-Projektleitung. Der Fachausschuss Campus Management nahm eine beratende Rolle für die Projektleitung ein und war aus erfahrenen Fakultäts- und Verwaltungsangehörigen besetzt. Das Projektbüro war vor allem für die Projektkommunikation und die Organisation von Schulungen und des Supports zuständig.

Der Autor dieser Arbeit war als Teilprojektleiter Integration im Projekt involviert und für die Integration von TUMonline in die bestehende IuK-Infrastruktur zuständig. Im Rahmen dieser Tätigkeit wurden Integrations- und Schnittstellenkonzepte im Zusammenspiel mit den betroffenen Softwareherstellern und Systembetreibern erstellt und implementiert.

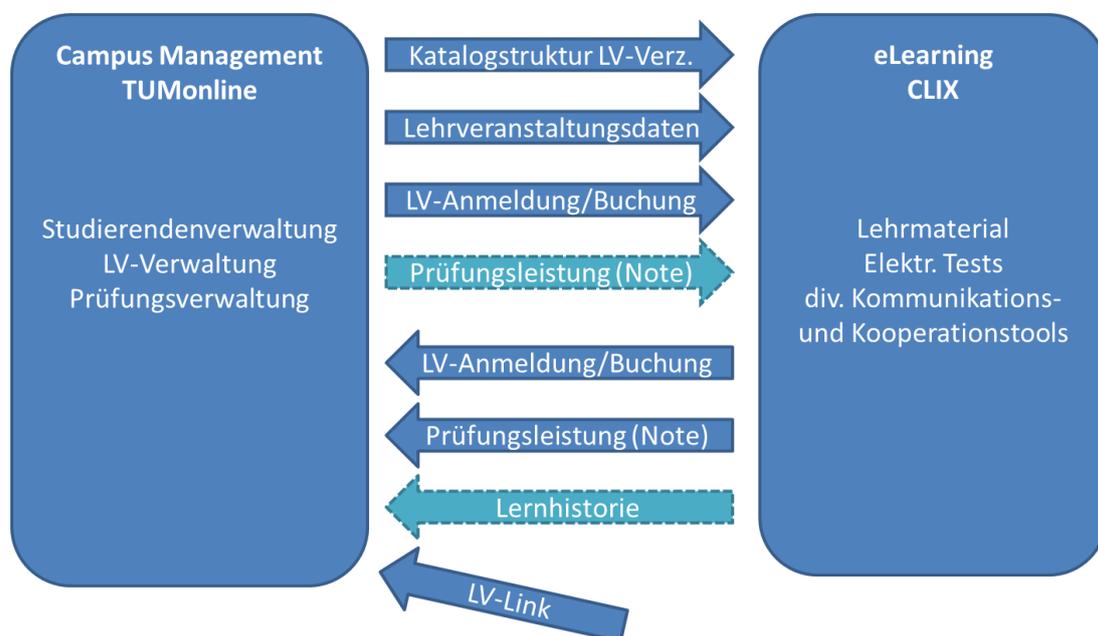


Abbildung 3.11: Übersicht maximal Integration CMS – LMS ohne IDM-Aspekte
[Quelle: eigene Darstellung]

Abbildung 3.11 zeigt die im Zusammenspiel mit der Projektgruppe electUM (vgl. Abschnitt 3.2.2.4) erarbeitete potentielle maximale Integration des Lernmanagementsystem (LMS) CLIX mit dem CMS TUMonline. Aufgrund der Anbindung beider Systeme an den zentralen Verzeichnisdienst der TUM wurden IDM-Aspekte nicht dargestellt. TUMonline wurde als führendes System für die Studierenden-, Lehrveranstaltungs- und Prüfungsverwaltung definiert, CLIX für Lehrmaterial, elektronische Tests und Kommunikation- und Kooperationstools. Die Pfeile in der Darstellung zeigen die Datenübertragungsrichtung zwischen den Systemen. In diesem Szenario wurde die Übertragung von folgenden Informationen aus TUMonline nach CLIX vorgesehen: die Katalogstruktur des Lehrveranstaltungsverzeichnisses, Lehrveranstaltungsdaten und Lehrveranstaltungsanmeldungen. Aus CLIX nach TUMonline sollten Lehrveranstaltungsanmeldungen synchronisiert (eine Anmeldung zu Lehrveranstaltungen war in beiden Systemen vorgesehen) und Noten zu in CLIX abgelegten Prüfungsleistungen übertragen werden.

Der sog. LV-Link (schräg dargestellt) sollte als Deep Link zu einem CLIX Kursraum einer Lehrveranstaltung automatisiert generiert und in TUMonline in der jeweiligen Lehrveranstaltungsbeschreibung hinterlegt werden. Die gestrichelten Pfeile standen zur Diskussion, da es sich bei Prüfungsleistungen und die persönliche Lernhistorie um sehr sensible Daten handelt.

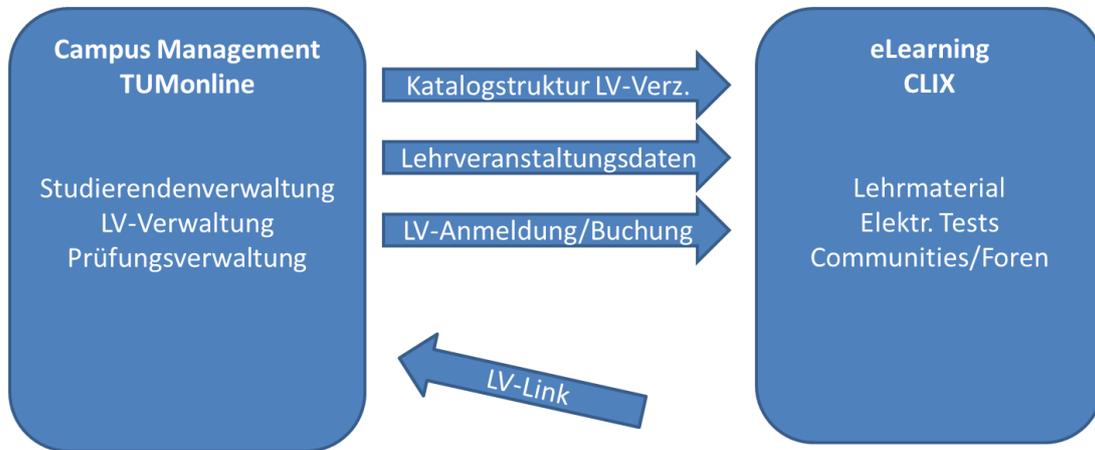


Abbildung 3.12: Umsetzung erste Stufe der Integration CMS – LMS im Rahmen CM@TUM
[Quelle: eigene Darstellung]

Im Rahmen des Projekts CM@TUM wurde eine erste Stufe der Anbindung umgesetzt, welche in Abbildung 3.12 dargestellt ist. Der weitere Ausbau und aktuelle Status quo der Integration CMS – LMS wird in Abschnitt 3.4.2 beschrieben.

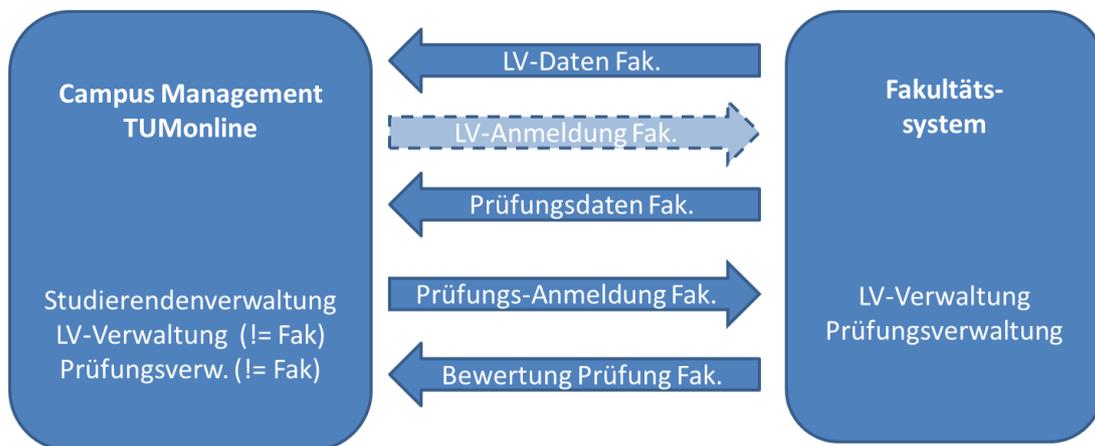


Abbildung 3.13: Anbindung Fakultätssystem
[Quelle: eigene Darstellung]

Für die Anbindung von Fakultätssystemen wurden auch Szenarien erarbeitet (s. Abbildung 3.13), wobei festzuhalten ist, dass diese nur für die Fakultät Medizin der TUM vorgesehen waren. Die Fakultät Medizin hat in Bezug auf das CMS einen Sonderstatus, da der vorklinische Abschnitt des Medizinstudiums an der LMU erfolgt und nur Studierende für den klinischen Abschnitt an der TUM eingeschrieben werden. Das Medizinstudium ist durch die Approbationsordnung geregelt und nicht Bologna-konform. Ein zentraler Aspekt des klinischen Studiums ist das fallbasierte Lernen am Krankenbett, wobei es für die Studierenden wichtig ist, ein möglichst breites Spektrum an medizinischen Fällen kennenzulernen. Um dies sicherzustellen

wurde bereits seit 2004 ein spezifisches IT-System für die Lehrveranstaltungs- und Prüfungsverwaltung von der heutigen OpenCampus GmbH¹⁸ entwickelt und unter dem Namen mediTUM (www.meditum.de) eingeführt. Die Studierendenverwaltung erfolgt über TUMonline.

Im Rahmen des Projekts CM@TUM wurden eine Reihe weiterer Systeme an TUMonline angebunden, dazu gehören SAP HR (Personaldaten, inzwischen als SAP HCM bezeichnet), SAP REF (Räume), SAP BW (Statistik, inzwischen als SAP BI bezeichnet), Roomfinder (Lagepläne), Staatsoberkasse (Semesterbeiträge) und Novell eDirectory (LDAP / Verzeichnisdienst). Die aktuelle Ausprägung der Integration in die TUM-Systemlandschaft wird in Abschnitt 3.3.4 ausgeführt.

Retrospektiv im Diskurs mit Einführungsprojekten von Campus-Management-Systemen an anderen Hochschulen hat sich die Einbindung aller Gruppen der TUM als einer der zentralen Erfolgsfaktoren für die erfolgreiche Einführung herausgestellt. Der in der Projektphase geschaffene Fachausschuss Campus Management mit Vertretern aller Fakultäten auf Geschäftsführerebene beschäftigte sich mit grundsätzlichen Fragen rund um die abzubildenden Geschäftsprozesse und diskutierte Fachkonzepte der auf Teilprojektebene tagenden Fachausschüsse. Die Projektleitung, die Teilprojektleiter und das Projektbüro stellten die regelmäßige Information der Studiendekane, Dekane und des Hochschulpräsidiums sicher. Ebenso wurde eine enge Zusammenarbeit mit der Studentischen Vertretung und dem Gesamtpersonalrat anhand von regelmäßigen Treffen und der Beteiligung an Systemtests gepflegt. Eine breit angelegte Tour durch alle Fakultäten wurde durch themenspezifische Workshops mit betroffenen Nutzergruppen und dezidierte Einführungsveranstaltungen durch die Teilprojektleitungen und zweier zielgruppenspezifischer Newsletter (Management-Ebene und alle Mitglieder der TUM) unterfüttert. Zur transparenten Bug- und Feature-Verfolgung wurde im Rahmen des Einführungsprojekts das leichtgewichtige Open-Source Tool Jtrac (Thomas 2008) verwendet.

Die beschriebenen Erfahrungen der TUM decken sich mit dem von Kuper und Göcks beschriebenen Modell zur Einführung eines Campus-Management-Systems mit klarer Projektstruktur und präzisen Kommunikationskonzept (Kuper und Göcks 2007, S. 42 ff.) und dem von Auth ausgeführten notwendigen Stakeholder-Management im Rahmen eines solchen Projektes (Auth 2014, S. 85 ff.).

Im folgenden Abschnitt wird das seit Anfang 2010 in den Regelbetrieb überführte Campus-Management-System TUMonline genauer vorgestellt.

¹⁸ OpenCampus GmbH, www.opencampus.net

3.3 Campus-Management-System TUMonline

Das Campus-Management-System CAMPUSonline wurde 2008–2010 als TUMonline im Rahmen des Projektes CM@TUM (vgl. Abschnitt 3.2.2.5) an der TUM eingeführt, ist seit Anfang 2010 im Regelbetrieb und wird kontinuierlich im engen Zusammenspiel mit der TU Graz weiterentwickelt. Dies ist aufgrund von gesetzlichen Änderungen, Anpassungen von Rahmensatzungen oder auch im Hinblick auf die Benutzungsfreundlichkeit und die Optimierung von Geschäftsprozessen der Fachabteilungen zwingend erforderlich und für den Einsatz des Systems erfolgskritisch. Der starke Anstieg der Anzahl an Bewerbungen auf Studienplätze an der TUM, die steigende Studierendenzahl (vgl. Abschnitt 2.3.3) und die vielen neuen Anforderungen im Zusammenhang mit dem Bologna-Prozess (vgl. Abschnitt 2.2.1) wären ohne eine entsprechende softwaretechnische Unterstützung nicht handhabbar gewesen. Im Juni 2010 wurde die TUM im Rahmen des Bayerischen eGovernment-Preises für das neue Online-Bewerbungsverfahren von der Bayerischen Staatsregierung ausgezeichnet. In der Laudatio der Jury wurde die bedienungsfreundliche Nutzung und die Gesamtprozessoptimierung von der Bewerbung über die Zulassungsphase bis hin zur eigentlichen Immatrikulation an der TUM hervorgehoben.

Im Dezember 2014 wurde die 2008 geschlossene Kooperationsvereinbarung CAMPUSonline zwischen TUM und TU Graz in eine strategische Partnerschaft für gemeinsame internationale Projekte, Forschungsprogramme und die Förderung der Mobilität von Studierenden und Forschern überführt.

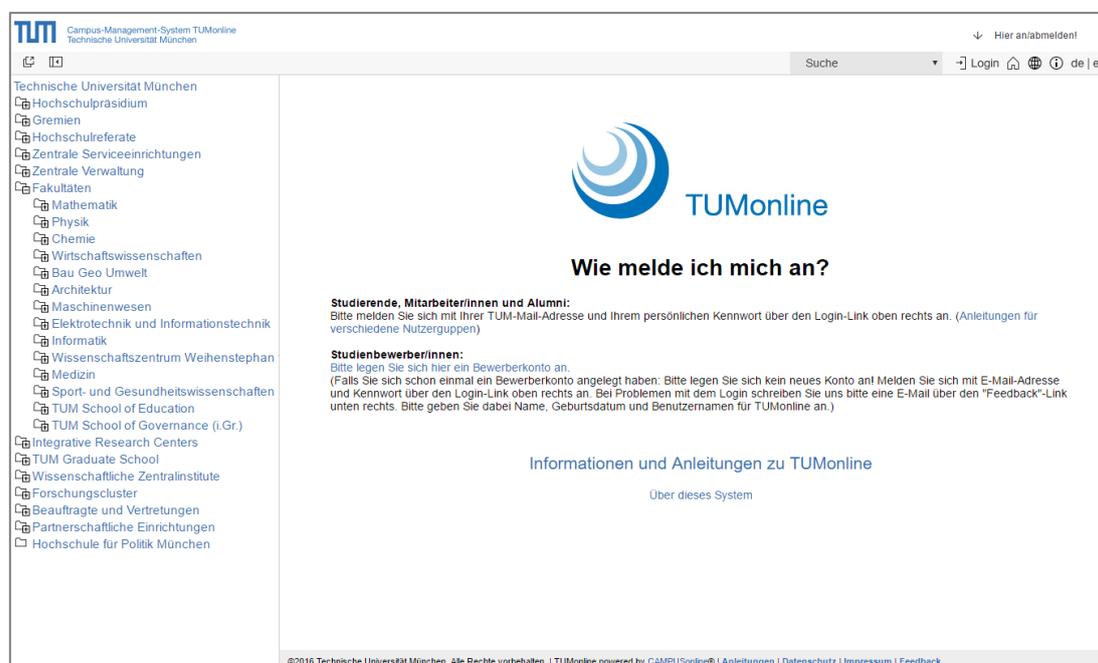


Abbildung 3.14: Startseite TUMonline im neuen Webdesign
[Quelle: <https://campus.tum.de>, aufgerufen 17.10.2016]

Das Webdesign des Systems wurde im September 2016 überarbeitet und an das neue Corporate Design der TUM angepasst. Abbildung 3.14 zeigt die Startseite von TUMonline (<https://campus.tum.de>) im neuen Design.

In den folgenden Abschnitten wird ein knapper Überblick über das System und dessen Funktionsumfang, das Berechtigungsmodell, die Systemlandschaft, die organisatorische Einbettung und durchgeführte Evaluationen an der TUM gegeben.

3.3.1 Systemüberblick

Das Campus-Management-System CAMPUSonline wird seit 1998 von der TU Graz entwickelt und seit 2004 auch an anderen Hochschulen eingesetzt. Das umfangreiche, relationale Datenmodell besteht aus ca. 2.800 Tabellen (Stand Juni 2016), welche sich in die Teilmodelle Person, Lehre, Forschung, Raum, Inventar und Organisation gliedern lassen. Zur Dokumentation des Datenmodells werden Entity-Relationship-Diagramme verwendet. Die Weiterentwicklung und Qualitätssicherung des Systems erfolgt durch die TU Graz, wobei lokale Anpassungen und Erweiterungen möglich sind. Die Quelltexte der Applikationen des Campus-Management-Systems CAMPUSonline sind für die das System einsetzenden Hochschulen einsehbar, einige davon erst nach dezidierter Freigabe.

Das System fußt in der Version 2.0 auf der proprietären Programmiersprache PL/SQL (Procedural Language/Structured Query Language) und einer Datenbank der Firma Oracle. Für den Betrieb wird als Applikations-Server Oracle WebLogic Server 12c und Oracle Database 11g Enterprise Edition als Datenbank empfohlen. Aktuell wird an der Version 3.0 gearbeitet, welche als modulare Internetanwendung Java Enterprise Edition (Java EE) und HTML-5-Technologien einsetzt. Die Umstellung bestehender Installationen der Version 2.0 auf 3.0 erfolgt applikationsweise sukzessive über mehrere Jahre.

Die Weiterentwicklung des Systems erfolgt seit August 2012 durch vierteljährliche Softwareupdates, von der TU Graz Releases genannt, welche nach einer mindestens dreiwöchigen Testphase auf dem Produktivsystem der TUM vom Betriebsteam nach vorheriger Freigabe durch das Campus-Management-Team in Rücksprache mit den Keyusern (vgl. Abschnitt 3.3.5) eingespielt werden. Beide Teams sind Referate der Zentralen Informationstechnik des IT-Servicezentrums (vgl. Abbildung 3.2). Die Testphase mit anschließender Freigabe für die Einspielung am Produktivsystem erfolgt auf dem Qualitätssicherungssystem. Ein Release besteht aus einer Sammlung von sogenannten Solvs, für welche die TU Graz Beschreibungen mit Änderungs- und Testhinweisen zur Verfügung stellt. Es ist festzuhalten, dass Solvs programmtechnisch aufeinander aufbauen und nur in der vorgesehenen Reihenfolge eingespielt werden dürfen. Für TUM-eigene Entwicklungen steht ein Entwicklungssystem zur Verfügung. Die TU Graz stimmt im Rahmen von halbjährlichen Treffen mit Vertretern der Kooperationshochschulen die geplanten Entwicklungen anhand eines Fahrplans ab.

Die Professionalisierung des Entwicklungs- und Supportprozesses wurde auf Drängen der TUM nach Überführung des Einführungsprojektes CM@TUM in den Regelbetrieb von der TU Graz vorangetrieben. Zentrale Bausteine seitens der TU Graz waren die Einführung eines Entscheidungsgremiums für die Produktstrategie (PMG), welches vierteljährlich über die Aufnahme neuer Funktionalitäten entscheidet. Die Kommunikation, vor allem bzgl. neuer Anforderungen, Störungen und Anfragen, wurde anhand einer „Single Point of Contact“-Strategie optimiert und anhand eines zentralen Bug & Feature Management Systems unterstützt, welches Request Management Tool (RMT) genannt wird. Das RMT sieht verschiedene Arten, Prioritäten, Status und eine Vielzahl an Themen zur Kategorisierung der jeweiligen Anfrage vor. Benachrichtigungen und Abonnements können konfiguriert werden.

3.3.2 Funktionsumfang

Der Funktionsumfang von CAMPUSonline Version 2.0 orientiert sich an der Unterstützung der Geschäftsprozesse des studentischen Lebenszyklus (vgl. Abschnitt 2.2.5) und gliedert sich in die Bereiche: Bewerbungs-, Studierenden-, Lehrveranstaltungs-, Modul- und Prüfungsmanagement, Anerkennungen, Abschlussverwaltung, Evaluierung und Alumni-Verwaltung. Das System umfasst für die Abbildung der aufgeführten Bereiche auch Funktionalitäten für die Benutzerverwaltung, das Rechte-Management, das Raum- und SPO-Management sowie den Datenaustausch. Für eine detaillierte Darstellung des potentiellen Funktionsumfangs sei auf das Standardprozessmodell von CAMPUSonline (Technische Universität Graz 2011) und den online Funktionskatalog (Technische Universität Graz 2016c) verwiesen.

CAMPUSonline wurde als Serviceportal für Studium und Lehre unter dem Namen TUMonline an der TUM eingeführt. Funktionalitäten sind im System rollen- und berechtigungsabhängig kontextsensitiv konfigurierbar. Abbildung 3.15 zeigt die persönliche Visitenkarte eines Studierenden (hier Testbenutzer Minni Maus, immatrikulierte Studentin) mit einer Reihe an Applikationen gruppiert in die Rubriken Forschung & Lehre, Studium, Ressourcen und Dienste. Stand Oktober 2016 werden unter Forschung & Lehre folgende Applikationen vorgehalten: Abschlussarbeiten, LV-Bookmarks und LV-Bookmarks Planansicht. Im Bereich Studium sind es: Ausdrucke für Studierende, Beitragsstatus, Bewerbungen, Studierendenkartei, LV-An-/Abmeldung, Prüfungsan-/abmeldung, Prüfungsergebnisse, Studienerfolgsnachweis, Anerkennung / Zeugnisantrag und Studienstatus/Studienplan. Unter Ressourcen: Benutzungsrichtlinien, Terminkalender, persönliche Einstellungen, Anmelde-Log, Korrespondenzadresse und E-Mail-Adressen. Die Kategorie Dienste führt folgende Applikationen: Token-Verwaltung, TUMcard Passfoto upload, Software, Universitätsbibliothek, Kennwort ändern, TUM Mailbox (Exchange), TUM Mailbox (myTUM), Alte myTUM Mailbox löschen, Online-Speicher (Network Attached Storage, kurz NAS) und Sync+Share.

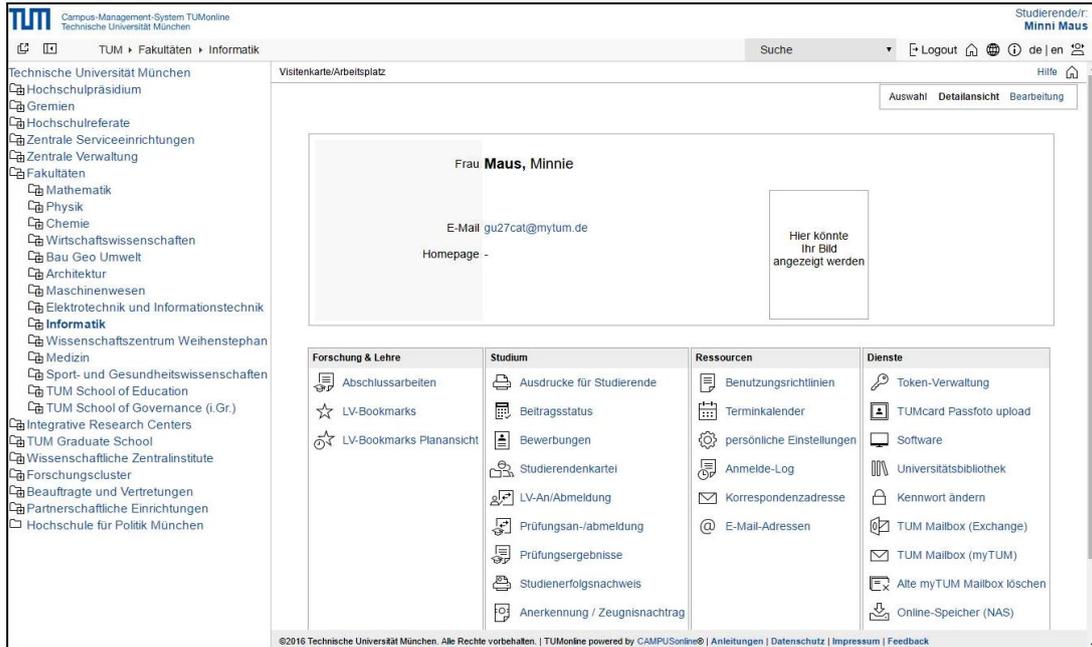


Abbildung 3.15: TUMonline persönliche Visitenkarte studentischer Testbenutzer Minnie Maus
 [Quelle: <https://campus.tum.de>, aufgerufen 17.10.2016]

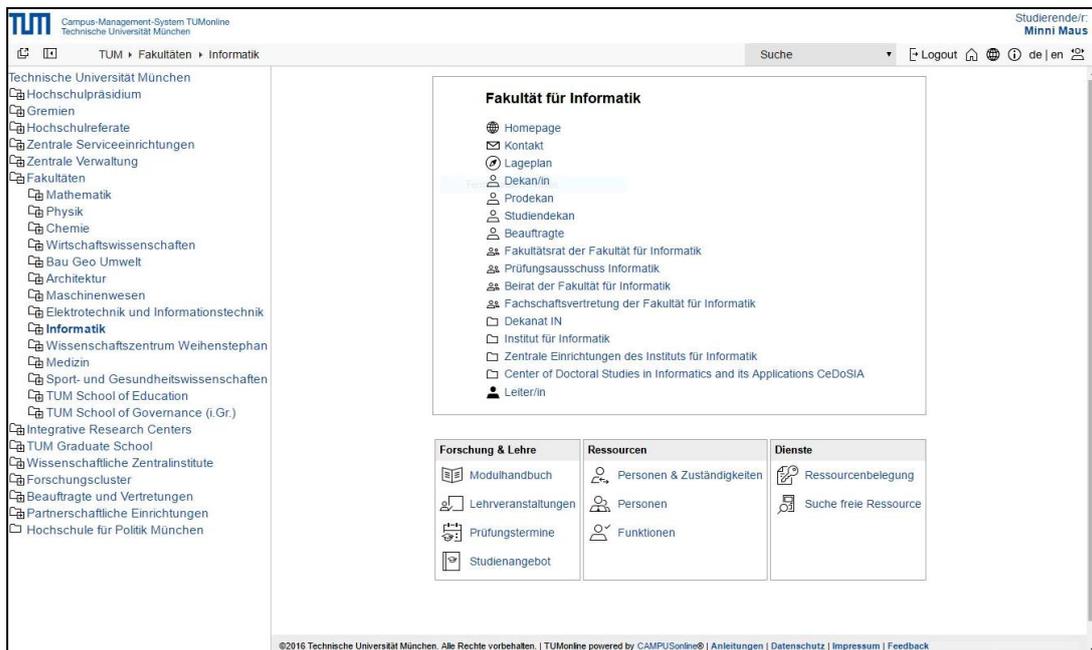


Abbildung 3.16: TUMonline Ansicht Organisation Fakultät für Informatik stud. Testbenutzer Minnie Maus
 [Quelle: <https://campus.tum.de>, aufgerufen 17.10.2016]

Abbildung 3.16 zeigt die Organisationsvisitenkarte der Fakultät für Informatik der TUM aus Sicht eines Studierenden (Testbenutzer Minni Maus). Die Applikationen sind in die Rubriken **Forschung & Lehre**, **Ressourcen** und **Dienste** gruppiert, angezeigt werden: Modulhandbuch, Lehrveranstaltungen, Prüfungstermine, Studienangebot, Personen & Zuständigkeiten, Personen, Funktionen, Ressourcenbelegung und Suche freie Ressource.

In Tabelle 3.2 werden die auf der persönlichen Visitenkarte eines Studierenden eingeblendeten Applikationen in TUMonline knapp beschrieben.

Applikation	Beschreibung
Abschlussarbeiten	Liste von Abschlussarbeiten mit Arbeitsbeginn und Thema, zu denen die Person angemeldet ist.
Alte myTUM Mailbox löschen	Nur für Testzwecke bei diesem Testnutzer: Möglichkeit das Postfach am alten Mailserver zu löschen.
Anerkennung / Zeugnisnachtrag	Übersicht der verbuchten Anerkennungen und Zeugnisnachträge.
Anmelde-Log	Anzeige der Login-Versuche der letzten 30 Tage.
Ausdrucke für Studierende	Generierung und Vorhaltung von Studienunterlagen, wie Immatrikulationsbescheinigung, Immatrikulationsbescheinigung für MVV, Studienverlaufsbescheinigung, Zahlungsbestätigung, Antrag auf Beurlaubung, Antrag auf Exmatrikulation und Rentenbescheinigung. Auch über das System erstellte Briefe an den Studierenden werden vorgehalten.
Beitragsstatus	Detaillierte Übersicht der zu zahlenden Semesterbeiträge.
Benutzungsrichtlinien	Benutzungsrichtlinien der TUM mit Versionsübersicht.
Bewerbungen	Bewerbung für weitere Studiengänge erstellen bzw. bereits erstellte Bewerbungen einsehen.
E-Mail-Adressen	Konfiguration der E-Mailadresse(n), der Zustelloption und des Anzeigenamens.
Kennwort ändern	Passwortänderung.
Korrespondenzadresse	Pflege der Studien- und Heimatadresse.
LV-An/Abmeldung	An- und Abmeldung zu Lehrveranstaltungen.
LV-Bookmarks	Liste der markierten Lehrveranstaltungen mit der Möglichkeit Benachrichtigungen zu konfigurieren.
LV-Bookmarks Planansicht	Planansicht anhand der Termine der markierten Lehrveranstaltungen mit csv-Export.
Online-Speicher (NAS)	Weiterleitung zum Webzugriff auf den zentralen Netzspeicher (NAS) der TUM beim LRZ.
persönliche Einstellungen	Konfigurationsmöglichkeiten, u.a. Standard-Profil, E-Mail Client, Navigationsbaum und bevorzugte Sprache.
Prüfungsan-/abmeldung	An- und Abmeldung zu Prüfungen.
Prüfungsergebnisse	Übersicht aller Prüfungsergebnisse des Studierenden.

Applikation	Beschreibung
Software	Übersicht und Verwaltung von persönlichen Zugriffsmöglichkeiten für Softwareangebote über TUM-Rahmenverträge.
Studienerfolgsnachweis	Vorhaltung von Prüfungsbescheiden, Kontoauszügen und Leistungsnachweisen.
Studienstatus/Studienplan	Übersicht des Studienstatus und des jeweiligen Studienplans.
Studierendenkartei	Umfangreiche Übersicht der im System gespeicherten Stamm-, Studien- und Prüfungsdaten des Studierenden. Auch bereits an der TUM erworbene Abschlüsse und Lehrveranstaltungsteilnahmen werden angezeigt.
Sync+Share	Weiterleitung zum Webzugriff auf den zentralen Sync+Share Dienst der TUM beim LRZ.
Terminkalender	Persönlicher Terminkalender anhand der im System gespeicherten Belegungen mit Veröffentlichungs- und Exportfunktionalitäten.
Token-Verwaltung	Anzeige und Verwaltung von Zugriffs-Tokens für beispielsweise Webservices oder mobile Applikationen.
TUM Mailbox (Exchange)	Weiterleitung zum Outlook Web Access des Postfaches am LRZ MS Exchange Server.
TUM Mailbox (myTUM)	Nur für Testzwecke bei diesem Testnutzer: Weiterleitung zum Roundcube Webzugriff auf das alte Postfach.
TUMcard Passfoto upload	Hochlademöglichkeit für das Passfoto, welches auf den Studierenden ausweis (StudentCard) gedruckt wird.
Universitätsbibliothek	Vor der Nutzung der Dienstleistungen der Bibliothek der TUM muss den Bibliotheksbestimmungen zugestimmt werden. Diese Applikation verlinkt die entsprechenden Dokumente und verwaltet die Zustimmung.

Tabelle 3.2: TUMonline Liste der Applikationen persönliche Visitenkarte Studierendensicht
[Quelle: eigene Darstellung]

Nur lokal an der TUM verfügbare und nicht im CAMPUSonline-Standard enthaltene Applikationen aus der in Tabelle 3.2 dargestellten Liste sind: Alte myTUM Mailbox löschen, Benutzungsrichtlinien, LV-Bookmarks Planansicht, Online-Speicher (NAS), Software, Sync+Share, Token-Verwaltung, TUM Mailbox (Exchange), TUM Mailbox (myTUM) und Universitätsbibliothek.

Die folgende Tabelle 3.3 listet die Applikationen der Organisationsvisitenkarte der Fakultät für Informatik der TUM aus Sicht eines Studierenden auf. In dieser Aufzählung handelt es sich bei der Applikation Personen & Zuständigkeiten um eine TUM Implementierung, welche nicht Teil des Standards von CAMPUSonline ist.

Applikation	Beschreibung
Modulhandbuch	Modulhandbuch und Übersicht der Modulbeschreibungen der Organisationseinheit und der darunter liegenden Einheiten.
Lehrveranstaltungen	Übersicht der Lehrveranstaltungen der Organisationseinheit und der darunter liegenden Einheiten.
Prüfungstermine	Übersicht der Prüfungstermine der Organisationseinheit und der darunter liegenden Einheiten.
Studienangebot	Übersicht des Studienangebots der Organisationseinheit und der darunter liegenden Einheiten.
Personen & Zuständigkeiten	Übersicht der Personen und deren Zuständigkeiten innerhalb der Organisationseinheit und der darunter liegenden Einheiten.
Personen	Liste der Organisationseinheit und der darunter liegenden Einheiten zugeordneten Personen.
Funktionen	Anzeige der rechtlichen und fachlichen Funktionen auf Ebene der Organisationseinheit.
Ressourcenbelegung	Übersicht der Ressourcenbelegung innerhalb der Organisationseinheit, wobei an der TUM Räume als Ressourcen verwaltet werden.
Suche freie Räume	Suche nach freien Ressourcen (Räume) anhand von verschiedenen Filtern, nicht auf die jeweilige Organisation beschränkt.

Tabelle 3.3: TUMonline Applikationsliste Studierendensicht der Organisationsvisitenkarte Fakultät Informatik
[Quelle: eigene Darstellung]

Der verfügbare Funktionsumfang von TUMonline für Beschäftigte der TUM unterscheidet sich anhand der jeweiligen Rollen in Lehre, Forschung und Verwaltung erheblich. Grundlegende Funktionalitäten für alle Beschäftigten sind die persönliche Visitenkarte, die Konfiguration der E-Mailadresse(n), der Zustelloption und des Anzeigenamens, das Personen- und Einrichtungsverzeichnis und die Raumverwaltung. Diese sind im TUMonline-Handbuch (Witte 2015) ausführlich dargestellt. Die Abläufe und Funktionalitäten im Bereich der verschiedenen Bewerbungsverfahren und der Immatrikulation an der TUM sind in (Pongratz und Wülbern 2009) beschrieben.

3.3.3 Berechtigungsmodell

Das Berechtigungsmodell von CAMPUSonline unterscheidet drei grundlegende Arten an Berechtigungen: (i) Funktionen, (ii) Diensteigenschaften und (iii) Objektrechte. (i) Funktionen basieren auf Applikationsrechten und gliedern sich wiederum in die drei Typen: rechtlich, fachlich und programmspezifisch. Einer Funktion können an einer Organisation mehrere Berechtigungen einer oder verschiedener Applikationen zugewiesen werden. Funktionen mit gleicher Bezeichnung können an unterschiedlichen Organisationen unterschiedliche Ausprägungen bzgl. der Berechtigungen haben. Rechtliche Funktionen sind vor allem für die Abbildung von rechtlichen Rollen von Personen vorgesehen, wie der Leitung einer Einrichtung oder

der Mitgliedschaft in einem Kollegialorgan. Fachliche Funktionen sind im Gegensatz zu programmspezifischen Funktionen öffentlich im System einsehbar, wobei beide Typen zur Bündelung von Applikationsrechten verwendet werden können. (ii) Berechtigung per Dienst-eigenschaften steht für die automatisierte Ableitung von Berechtigungen für Personen anhand des in CAMPUSonline hinterlegten Dienst-, Rechts- oder weiteren Personenverhältnisses. Zu den möglichen Einsatzszenarien gehört die Berechtigung anhand von speziellen Personengruppen wie den wissenschaftlichen oder nichtwissenschaftlichen Beschäftigten, Lehrbeauftragten oder Professoren. Es ist anzumerken, dass die Konfiguration der Dienst-, Rechts- und weiteren Personenverhältnissen sehr flexibel ist und von den jeweiligen Rahmenbedingungen der Hochschule und der vorhandenen Datenquellen abhängt. (iii) Objektrechte ermöglichen den Zugriff auf Objekte anhand einer direkten Zuordnung einer Person oder einer Benutzergruppe. Sie werden im Kontext von Lehrveranstaltungen und Prüfungen eingesetzt um Vortragenden oder Prüfern per Zuordnung zur jeweiligen Lehrveranstaltung oder Prüfung den Zugriff zu ermöglichen, auch wenn sie diese selbst nicht angelegt haben (Technische Universität Graz 2013).

Zur Vergabe der entsprechenden Funktionen wurde das Amt des TUMonline-Beauftragten (TOB) im Rahmen des Projekts CM@TUM an der TUM eingeführt. Der TOB vergibt und entzieht auf Basis einer in der Regel schriftlichen Anweisung des jeweiligen Vorgesetzten auf Ebene seiner Organisationseinheit und der untergeordneten Einrichtungen die im System hinterlegten Funktionen. Hochschulweit einheitliche Benutzeranträge zur Funktionszuweisung werden entsprechend vorgehalten und sind vom jeweiligen TOB zu archivieren. Stand Oktober 2016 gibt es 642 TOBs an 315 unterschiedlichen Organisationseinheiten an der TUM. Funktionen können zeitlich befristet oder unbefristet vergeben werden. Auf TUM-Ebene werden Funktionen nur für maximal zwei Jahre zugewiesen, eine Verlängerung ist möglich. TUMonline weist Nutzer per Hinweis nach der Anmeldung auf auslaufende Berechtigungen hin. Bei Vertragsende werden einer Person zugewiesene Funktionen automatisch beendet, wenn pro Funktion nicht abweichend konfiguriert.

3.3.4 Systemlandschaft und Schnittstellen

Dieser Abschnitt gibt einen Überblick über die von der TU Graz empfohlene Systemlandschaft für den Mischbetrieb der Versionen 2.0 und 3.0 von CAMPUSonline und geht kurz auf die an der TUM eingesetzte Hardware ein. Anschließend werden die im Standard von CAMPUSonline 2.0 enthaltenden Schnittstellen und die an der TUM angebotenen Systeme an TUMonline knapp vorgestellt.

3.3.4.1 Empfohlene Systemlandschaft Betrieb CAMPUSonline

Die TU Graz empfiehlt als Minimalkonfiguration für den Betrieb des Campus-Management-System CAMPUSonline eine Drei-Schichten-Architektur bestehend aus einer Datenhaltungsschicht (Oracle Datenbank), einer Logikschicht (Oracle Weblogic, Oracle HTTP-Server OHS, Oracle Reports Server und Java EE Server für CO 3.0) und einer Präsentationsschicht (Secure Reverse Proxy für SSL und Lastverteilung). Für eine Hochverfügbarkeitslösung wird neben der

redundanten Auslegung der Präsentations- und Logikschicht, auch eine Hot-Standby-Ausfalls-
lösung für die Datenbank sowie der Einsatz von Content Services Switches zur Lastverteilung
empfohlen. Abbildung 3.17 zeigt schematisch die empfohlene Systemlandschaft mit Auftei-
lung in eine demilitarisierte Zone (DMZ) zum Internet (WAN) und einen Intranet (LAN) Bereich
für den Hochverfügbarkeitsbetrieb von CAMPUSonline (Technische Universität Graz 2016a).

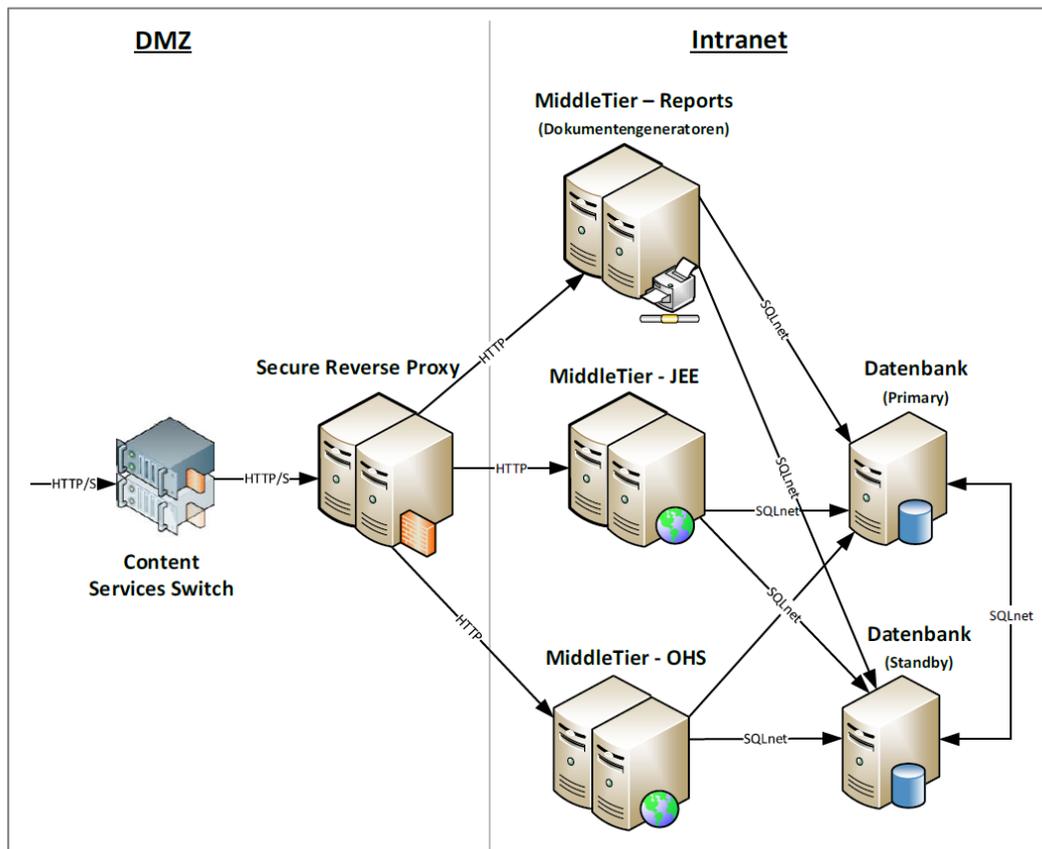


Abbildung 3.17: Empfohlene Systemlandschaft für Hochverfügbarkeitsbetrieb CAMPUSonline
[Quelle: (Technische Universität Graz 2016a, S. 17)]

Um den nachhaltigen Systembetrieb sicherstellen zu können wurde 2013 die an der TUM eingesetzte Hardware der Datenbank auf Oracle Exadata X3-2 umgestellt. Rückblickend hat sich der schrittweise Ausbau der IT-Ressourcen bewährt. Jährlich wiederkehrende, starke Lastspitzen zu Semesterbeginn konnten durch organisatorische und technische Maßnahmen abgefedert und somit Systemausfälle verhindert werden. Die zeitliche Entzerrung von Anmeldungen zu platzbegrenzten, von vielen Studierenden beliebten Grundlagen-, Sprach- und Sportkursen war Teil der organisatorischen Regelungen. Aus technischer Sicht wurden und werden sowohl die IT-Komponenten, als auch die Systemüberwachung stetig ausgebaut und weiterentwickelt. Im Rahmen der Keyuserrunde (vgl. Abschnitt 3.3.5) und im Zusammenspiel mit Fachanwendern wurden Kennzahlen als Key Performance Indicators (KPIs) zur automatisierten Bewertung des Systemzustandes und somit zur Unterstützung des Bereitschaftsdienstes erarbeitet. Dies bedingte sich anhand der Erfahrung, dass Störungen des komplexen Campus-Management-Systems CAMPUSonline oftmals nur Teilfunktionalitäten für bestimmte Benutzergruppen betreffen und nicht vollständige Systemausfälle bedeuten. Zu den

Metriken gehören: die Anzahl der E-Mails in der Systemwarteschlange, die Anzahl der Generierungen und die jeweilige Erzeugungsdauer von Dokumenten in Abhängigkeit der Kategorie, die Anzahl der laufenden Stapelverarbeitungsprozesse und der Umfang der dazugehörigen Warteschlange.

3.3.4.2 *CAMPUSonline-Schnittstellen*

CAMPUSonline Version 2.0 umfasst für den Datenaustausch eine Reihe an vordefinierten Schnittstellen auf der Basis unterschiedlicher Technologien. Die Schnittstellen gliedern sich in Import- und Exportschnittstellen, die eingesetzten Technologien sind Token basierende SOAP-XML-Webservices, per OAuth2 gesicherte RESTful-Webservices und generische Exporte anhand von Datenbankabfragen.

Für den Import von Daten nach CAMPUSonline werden Schnittstellen für folgende Datendomänen vorgehalten: Personenstammdaten (Studierende und Beschäftigte), Studienverläufe und Prüfungen, Beitragswesen, Lehrveranstaltungen, Raum- und Gebäudeinformationen, Inventar und Kostenstellen.

Der Export von Daten aus CAMPUSonline kann per LDAP-Anbindung zur Provisionierung von Personendaten oder über 45 per Token geschützte Webservices zur standardisierten und zugriffsbeschränkten Datenbereitstellung für externe Systeme erfolgen. Lokale Implementierungen für weitergehende Exporte bzw. Systemanbindungen sind möglich und auch an der TUM erfolgt.

Die folgenden Abschnitte geben einen Überblick über die an TUMonline angebundene Systeme.

3.3.4.3 *TUMonline als Zielsystem*

Die in Tabelle 3.4 in alphabetischer Reihenfolge aufgeführten Quellsysteme sind Stand Oktober 2016 an TUMonline für den Datenimport angebinden. Die Spalte Daten gibt einen Überblick der transferierten Attribute. Für eine detaillierte Aufstellung sei auf die jeweiligen Verfahrensbeschreibungen verwiesen.

Quellsystem	Zielsystem	Daten
Campus-Management-System anderer Hochschule	TUMonline	Studiendaten von Studierenden im Rahmen von Kooperationsstudiengängen
Dezentrale Importe über TO-Applikationen	TUMonline	Beispielweise Daten für Bewertung 2. Stufe Eignungsfeststellungsverfahren, Lehrveranstaltungsplanung oder Prüfungskorrekturen
Dialogorientierte Serviceverfahren (DoSV)	TUMonline	Abgleich Stammdaten Bewerber; Zulassung durch Hochschule und darauf folgende Annahme, Ablehnung oder Zurückstellung des Studienplatzes durch Bewerber
Landesamt für Finanzen, Staatsoberkasse (STOK)	TUMonline	Zahlungseingänge von Studierenden (Semesterbeiträge)
LRZ Blacklist E-Mail	TUMonline	Sperrliste E-Mail-Adressen vom LRZ
LRZ ID Services	TUMonline	Vergabe von MWNID, TUM-Kennung und uidNumber bei der Anlage einer neuen Identität
MRI SAP HCM	TUMonline	Mitarbeiter des Klinikums rechts der Isar (Haushaltskapitel 1513), welche in Forschung und Lehre tätig sind und der Übertragung ihrer Stammdaten nach TUMonline zur Benutzerkontoerstellung explizit zugestimmt haben
TUM Stipendiendatenbank	TUMonline	Vermerk etwaiger Förderungen über das Deutschlandstipendium in der Studierendenkartei
TUM Moodle	TUMonline	Moodle-Kursraum-Link auf entsprechende Lehrveranstaltung in TUMonline
TUM MoveON	TUMonline	Stammdaten, Semesterstatus und Studiengang von Incomings (Praktikanten, Austauschstudierende und Promovenden); Eintragung in Diploma Supplement zu absolvierten Auslandsaufenthalt von Outgoings (TUM-Studierende)
TUM IRIS	TUMonline	Lernraumbelagungen
TUM SAP HCM	TUMonline	Stammdaten, Dienstverhältnis und Organisationszugehörigkeit aller Personen mit laufendem Arbeitsvertrag mit bzw. Lehrauftrag bei der TUM, dazu gehören auch Hilfskräfte und Lehrbeauftragte
TUM SAP RE-FX	TUMonline	Gebäude, Räume und Kostenstellen
TUMcard	TUMonline	Erstellungsstatus, Kartenserien-, Bibliotheks- und Geldbörsennummer

Tabelle 3.4: An TUMonline angebundene Quellsysteme, Stand Oktober 2016
[Quelle: eigene Zusammenstellung]

Vollautomatisiert erfolgt der Abgleich von Bewerberstammdaten im Rahmen des Dialogorientierten Serviceverfahrens der Stiftung für Hochschulzulassung (vgl. Abschnitte 2.3.1.2 und

3.2.1.4), die Übermittlung der die TUM betreffenden Zahlungseingänge von Semesterbeiträgen bei der Staatsoberkasse Bayern, die Berücksichtigung der E-Mail-Adressen Sperrliste (Blacklist) des LRZ und die Vergabe von MWNID, TUM-Kennung und uidNumber bei der Anlage neuer Benutzerkonten. Dies gilt auch für die TUM SAP-Module HCM und RE-FX (vgl. Abschnitt 3.2.2.1), das SAP-Modul HCM des Klinikums rechts der Isar (MRI), das LMS Moodle, das Interaktive Rauminformationssystem (IRIS) und die Kartendrucker für die multifunktionale Chipkarte (TUMcard) für Studierende und Mitarbeiter.

Bisher nur teilautomatisiert erfolgt die Übertragung von Daten von Campus-Management-Systemen anderer Hochschulen für den Abgleich von Studierendendaten im Rahmen von Kooperationsstudiengängen, von dezentralen Importen über TO-Applikationen, von über das Deutschlandstipendium geförderten Studierenden aus der TUM Stipendiendatenbank und im Bereich der Auslandsmobilitäten von Studierenden die Übertragung von Daten bzgl. Incomings und Outgoings aus der TUM Instanz der Software MoveON der Firma QS Unisolution.

Die noch nicht eingeführten Quellsysteme aus Tabelle 3.4 werden in alphabetischer Reihenfolge der Systembezeichnungen in Abschnitt 3.3.4.5 knapp vorgestellt.

3.3.4.4 TUMonline als Quellsystem

Die folgende Tabelle 3.5 führt in alphabetischer Reihenfolge die an TUMonline als Quellsystem angebotenen Zielsysteme zum Datenexport auf. Auch in dieser Tabelle stellt die Spalte Daten überblickartig die transferierten Attribute dar. Ebenso sei auf die jeweilige Verfahrensbeschreibung für detailliertere Informationen verwiesen.

Quellsystem	Zielsystem	Daten
TUMonline	Campus-Management-System anderer Hochschule	Studiendaten von Studierenden im Rahmen von Kooperationsstudiengängen
TUMonline	Dezentrale Exporte über TO-Applikationen	Beispielweise Daten für die Abwicklung des Eignungsfeststellungsverfahrens, der Lehre (Veranstaltungsplanung, Teilnehmerverwaltung), im Kontext der Prüfungsdurchführung und -verwaltung (Teilnehmerlisten, Korrektur) oder auch Einträge des persönlichen Terminkalenders
TUMonline	Dialogorientierte Serviceverfahren (DoSV)	Bearbeitungsstatus der Bewerbungen und Ranglisten
TUMonline	TUM Alarmierungssystem	E-Mailverteiler anhand verschiedener Kriterien
TUMonline	TUM Campus App	Personendaten, Lehrveranstaltungsdaten, Organisationsbaum, eigene Noten, eigener Stundenplan
TUMonline	TUM DMS	Für digitale Bewerberakte: Antragsnummer, Bewerbernummer, Bewerberstammdaten, ggf. Matrikelnummer, Semester, Studiengang.

Quellsystem	Zielsystem	Daten
		Für digitale Studierendendaten: Studierendendaten, Matrikelnummer, Prüfungsbescheide, Abschlussdokumente
TUMonline	TUM EvaSys	Lehrveranstaltungs- und Dozierendendaten
TUMonline	TUM Moodle	Kurs-Bezeichnung, Kurs-Fakultätszuordnung, Kurs-ID, Kurs-Kurzbezeichnung, Kurs-Semester, Kursbeginn, Nachname, Vorname, E-Mailadresse, TUM-Kennung, Status (Angemeldet zur LV, abgemeldet von der LV), Rolle (Dozent, Student), Gruppe (optional)
TUMonline	TUM MOSES	Lehrveranstaltungs- und Prüfungstermindaten
TUMonline	TUM MoveON	Matrikelnummer von Incomings (Praktikanten, Austauschstudierende und Promovenden)
TUMonline	TUM SAP BI	Bewerber-, Studierenden-, Prüfungsdaten
TUMonline	TUM TYPO3	Persönliche Visitenkarte mit Bild, Lehrveranstaltungsdaten, Prüfungstermine, Modullisten, Mitglieder einer Organisationseinheit
TUMonline	TUM Verzeichnisdienst und myTUM-Verzeichnis	In Abhängigkeit des Personenstatus unterschiedliche Attribute, siehe TUM-Metadirectory-Schema Version 3.3 bzw. myTUM-Schema
TUMonline	TUMcard	Für Kartenerstellung: Vorname, Nachname, Geburtsdatum, Bibliotheksnummer, Foto, Gültig bis. Bei Studierenden (StudentCard) zusätzlich Matrikelnummer, Studiengang/Abschlussziel und Semesterticket-Logo. Bei Beschäftigten (PersonalCard) zusätzlich Personalnummer. Für Validierung an Stationen: Gültig bis. Bei Studierenden zusätzlich Studiengang/Abschlussziel und Semesterticket-Flag
TUMonline	TUMnet (TUM CRM und TUM Community) über HUB	Alumni mit bestandenem Abschluss: Personenstammdaten, Studiendaten

Tabelle 3.5: An TUMonline angebundene Zielsysteme, Stand Oktober 2016
[Quelle: eigene Zusammenstellung]

Vollautomatisiert erfolgt die Übertragung der Bearbeitungsstatus der Bewerbungen und Ranglisten im Rahmen des DoSV (vgl. Abschnitte 2.3.1.2, 3.2.1.4 und 3.3.4.3) und die Generierung und Aktualisierung von E-Mailverteilern anhand diverser Selektionskriterien für das TUM Alarmierungssystem. Dies gilt auch für die Übermittlung von Daten zu folgenden Systemen: TUM CAMPUS App, TUM DMS, TUM Moodle, TUM SAP BI (vgl. Abschnitt 3.2.2.2), TUM TYPO3, TUM Verzeichnisdienst, myTUM-Verzeichnis, TUMcard und TUMnet.

Teilautomatisiert werden Daten zu den Systemen TUM EvaSys, TUM MOSES und TUM MoveON übertragen. Zu dieser Kategorie zählen auch dezentrale Exporte aus TO-Applikationen und Datenübertragungen für Campus-Management-Systeme anderer Hochschulen. Wobei bei ersteren fallweise auch noch manuelle Datenbankabfragen im Einsatz sind.

Im folgenden Abschnitt werden die noch nicht eingeführten Quell- und Zielsysteme aus Tabelle 3.4 und Tabelle 3.5 in alphabetischer Reihenfolge der Systembezeichnungen knapp vorgestellt.

3.3.4.5 An TUMonline angebundene Quell- und Zielsysteme

Alarmierungssystem (TUM Alarmierung)

Zur Umsetzung der Behördenselbstschutzrichtlinie (RBehS) der Bayerischen Staatsregierung wurde 2016 unter Federführung des Leiters des Hochschulreferat 6 Sicherheit und Strahlenschutz, Dr. Heinz Daake, im Zusammenspiel mit Prof. Dr. Uwe Baumgarten und seinen Mitarbeitern vom Lehrstuhl für Betriebssysteme der Fakultät für Informatik, den TUM-Werksfeuerwehren Freising und Garching, dem Corporate Communication Center (CCC) und dem ITSZ ein Alarmierungssystem zur Krisenkommunikation entwickelt. Es dient der Alarmierung, kontinuierliche Information zur Sachlage, Kommunikation von Verhaltensregeln und der Entwarnung. In Abhängigkeit des jeweiligen Vorfalls wird zwischen den beiden grundsätzlichen Maßnahmen Evakuierung und Verbarrikadierung unterschieden. Die Alarmierung wird zentral gesteuert und erfolgt über mehrere Kanäle, in der ersten Version über die TUM CAMPUS App und Mailverteiler anhand verschiedener Kriterien, welche über TUMonline tagesaktuell generiert werden.

Mobile App (TUM CAMPUS App)

Getreu dem Motto „von Studierenden für Studierende“ wurde in Kooperation, Leitung und Mitwirkung von Prof. Dr. Uwe Baumgarten und Nils Kannengießer vom Lehrstuhl für Betriebssysteme der Fakultät für Informatik der TUM im Rahmen des Android Praktikums seit 2012 eine Android-App entwickelt und unter Google Play zur Verfügung gestellt. Unter <https://tumcabe.in.tum.de> werden die Funktionalität erläutert und eine Windows-Portierung angeboten, an der Implementierung einer iOS-Version wird gearbeitet. Stand 14.11.2016 gibt es ca. 6.000 aktive Nutzer der TUM Campus App, davon nutzen nur ca. 2% die WindowsPhone-Variante.

Die Authentifizierung und Autorisierung der TUM CAMPUS App gegenüber TUMonline erfolgt über die unter Leitung von Andreas Bernhofer an der TUM entwickelten Token-Verwaltung. Die App speichert für den Zugriff die TUM-Kennung und einen dafür generierten Zugriffstoken. Die Weitergabe des Passworts der TUM-Kennung ist nicht vorgesehen. Der Zugriffstoken erlaubt in TUMonline die granulare Steuerung der Zugriffsrechte der App. Der Nutzer kann den eigenen Kalender, die belegten Lehrveranstaltungen, die eigenen Prüfungsergebnisse, den Studienbeitragsstatus und die eigenen Identifikationsmerkmale wie TUM-Kennung und Name freigeben.

Multifunktionale Chipkarte (TUMcard)

2007 wurde der TUM-Studierendenausweis in Papierform durch eine multifunktionale Chipkarte mit einem Thermo-Rewrite (TRW)-Streifen für einen Gültigkeitsvermerk, einem Lichtbildaufdruck und einem Barcodeaufdruck für die Bibliotheksnutzung abgelöst. Die Karte umfasst auch einen RFID-Chip der Legic Identsystems AG (Legic), welcher die Verwendung des Studierendenausweises als Schlüsselkarte und persönlichen Geldbeutel im Zusammenspiel mit entsprechenden Schließsystemen bzw. den Bezahlterminals des Studentenwerks München ermöglicht. In der Folge wurde der Einsatz der Chipkarte zur Ablösung des Mitarbeiterausweises in Papierform für Beschäftigte am Stammgelände pilotiert und ab 2013 in modernisierter Version und direkt an TUMonline gekoppelt an allen Standorten unter Projektleitung von Sebastian Krüger eingeführt. Die TUMcard für Studierende wird als StudentCard, die für Beschäftigte als PersonalCard bezeichnet.

Elektronische Akte (TUM DMS)

Die digitale Bewerber- und Studierendenaakte wurde 2011 unter Projektleitung von Agnes Mayer-Angerer eingeführt. Forciert wurde das Projekt anhand eines technischen Defektes und platztechnischer Herausforderungen bei den bestehenden Paternosteraktenschränken im Zusammenhang mit dem doppelten Abiturjahrgang in Bayern im Jahr 2011, deren Behebung hohe Investitionskosten zur Folge gehabt hätten. Zum Einsatz kommt das Dokumentenmanagementsystems (DMS) d.3 der Firma d.velop, welches in Zusammenarbeit mit den Universitäten Augsburg, Bamberg und Bayreuth pilotiert und anschließend an der TUM in den Regelbetrieb überführt wurde. Seit dem Wintersemester 2011/12 wurden keine Papierakten für Studierende mehr an der TUM angelegt. Im DMS werden Bewerbungsunterlagen (Anträge, Zeugnisse, Motivationsschreiben), Studierendendokumente (Anträge auf Beurlaubung, Exmatrikulation, Beitragsbefreiung, Rückerstattung, Darlehen und Stipendien), sowie Prüfungsbescheide und Abschlussdokumente abgelegt. Papierbezogene Unterlagen werden per Scanstation digitalisiert, Schnittstellen exportieren Daten und Dokumente aus TUMonline ins DMS. Aktuell wird die Einführung der digitalen Beschäftigtenakte anhand der Teilgruppe der studentischen Hilfskräfte mit Unterstützung durch eine entsprechende Anbindung des DMS d.3 an SAP HCM an der TUM erprobt.

Evaluation (TUM EvaSys)

Zur Unterstützung der Lehrveranstaltungsevaluation wurde EvaSys der Electric Paper Evaluationssysteme GmbH von verschiedenen Fakultäten als online Werkzeug zur Erstellung, Durchführung und Verwaltung von Umfragen pilotiert. Eine Campus Lizenz ermöglicht seit 2007 den TUM-weiten Einsatz, das System unterstützt Papier-, Online- und Hybridumfragen. 10 Scanstationen stehen für die Digitalisierung papierbasierter Umfragen zur Verfügung, die fachliche Beratung erfolgt über das Hochschulreferat Studium und Lehre (HRSL), der technische Betrieb über die ZIT des ITSZ. Von den Fakultäten Mathematik, Physik und Informatik wurde bisher Zensus der Blubbsoft GmbH eingesetzt, eine TUM-weite Vereinheitlichung auf EvaSys zur Evaluation des Wintersemesters 2016/17 wird angestrebt um Längsschnittauswertungen zu ermöglichen, welche auch für die Evaluierung von Tenure-Track-Professuren benötigt werden.

Für die Datenübertragung der Lehrveranstaltungsmetadaten und der jeweils zugeordneten Dozierenden aus TUMonline nach EvaSys wurden von Andreas Bernhofer entsprechende generische Exporte in TUMonline hinterlegt, welche von den Mitarbeitern des HRSL abgerufen und in EvaSys importiert werden können. EvaSys wird auch für Studiengangs- und Absolventenbefragungen im Rahmen des Qualitätsmanagements der TUM eingesetzt.

Lernmanagementsystem (TUM Moodle)

Im Sommersemester 2011 erfolgte nach einer Pilotphase von einem Jahr die Umstellung der zentralen Lernplattform von CLIX der imc AG auf die Open Source Software Moodle. Es erfolgte keine Altdatenübernahme; CLIX wurde noch bis zum Ende des Wintersemesters 2011/12 parallel vom Medienzentrum als Teil des ITSZ der TUM betrieben. Die vollständig automatisierte Übertragung aller in TUMonline zum Export nach Moodle gekennzeichneten Lehrveranstaltungen und deren Teilnehmer anhand der Lehrveranstaltungskategorie „eLearning“ in TUMonline und die Rückübertragung des jeweiligen direkten Links auf den erzeugten Moodle-Kursraum wird in Abschnitt 3.4.2 ausgeführt.

Prüfungsterminplanungstools (TUM MOSES)

2015 wurde unter Projektleitung von Stefanie von Blomberg die Mathematisch Optimale Stundenplan-Erstellungs-Software (MOSES) der Mathplan GmbH, einer Ausgründung der TU Berlin, zur optimierten Klausurplanung an der TUM eingeführt und bereits für die Planung des Wintersemesters 2015/16 erfolgreich eingesetzt. Die wachsende Komplexität einer möglichst überschneidungsfreien Prüfungstermin- und Raumplanung im Zusammenhang mit den steigenden Studierendenzahlen, den immer interdisziplinärerem und stärker fakultätsübergreifenden Studiengängen bei beschränkten räumlichen Ressourcen waren Treiber der Einführung. Im Sommer 2016 wurde die Planung für das Wintersemester 2016/17 mit insgesamt 1.247 Prüfungsterminen von 1.102 Prüfungen aus 164 Studiengängen in 100 Räumen durchgeführt. Die zur Planung benötigten Daten werden aus TUMonline als generische Exporte zur Verfügung gestellt und in MOSES per Schnittstelle eingespielt. Im Anschluss an die abgeschlossene Planungsphase werden die Raumbuchungen wiederum in TUMonline eingespielt. Die Klausurplanung-Problem-Instanz der TUM wurde auch zur Aufnahme in die MIPLIB 2017 Benchmark Bibliothek (Mixed Integer Programming Library, (ZIB 2017)) eingereicht, einer Sammlung von schweren aktuellen Optimierungsproblemen.

Social Customer-Relationship-Management (TUMnet)

Seit 2014 wird das im Zusammenspiel mit der Matoma GmbH, dem Alumni & Career Team und dem ITSZ entwickelte Social Customer-Relationship-Management (SCRM) System TUMnet sukzessive in Betrieb genommen. Das System besteht aus der CRM-Komponente Sage CRM der Sage Group (TUM CRM) und eines Webportals mit Social Media Elementen auf der Basis des WordPress Plugins BuddyPress (TUM Community). Das Portal umfasst auch eine geschlossene Community für den Austausch zwischen Alumni, Studierenden und Mitarbeitern, für welche sich Stand November 2016 bereits rund 12.000 Nutzer registriert haben. Eine

Middleware regelt die Datensynchronisation zwischen TUMonline, TUM CRM und TUM Community.

Content-Management-System Farm (TUM TYPO3)

Zur Standardisierung und Professionalisierung des Betriebs von Web Content-Management-Systemen an der TUM wurde eine zentrale Serviceeinrichtung im ITSZ geschaffen. Diese stellt bedarfsorientiert den Einrichtungen der Universität Instanzen des Open Source Content-Management-Systems TYPO3 vorkonfiguriert und im Rahmen des Corporate Designs für Webauftritte zur Verfügung. Im Oktober 2016 wurden rund 440 unterschiedliche Instanzen aus allen Fakultäten und zentralen Einrichtungen der TUM betrieben. Die redaktionelle Pflege der Inhalte erfolgt durch die dezentralen Einheiten, zentral erfolgen Anpassungen im Rahmen des Corporate Designs der TUM und im Zuge von notwendigen Systemwartungen. Die Datenübernahme aus TUMonline für die automatisierte und Corporate Design-konforme Anzeige der persönlichen Visitenkarte oder von Lehrveranstaltungsinformationen, Prüfungsterminen, Modullisten oder auch Mitgliederlisten einer Organisationseinheit erfolgt über entsprechende, zentral gepflegte TYPO3-Extensions.

Zentraler Verzeichnisdienst (TUM Verzeichnisdienst)

Der TUM Verzeichnisdienst ist die zentrale Datenquelle für personenbezogenen Daten aller Mitarbeiter, Studierenden, Gäste und Alumni, welche von mehreren IT-Systemen benötigt werden. Gruppen und Funktionskennungen werden auch dorthin provisioniert. In Abschnitt 3.2.2.3 und Abbildung 3.7 werden weitere Details ausgeführt.

3.3.4.6 Exkurs: Weitere an TUMonline angebundene Systeme

Dieser Abschnitt gibt einen kurzen Überblick über weitere an TUMonline angebundene Systeme in alphabetischer Reihenfolge der Systembezeichnungen. Die elektronische Einreichung und automatisierte Plagiatsprüfung von Abschlussarbeiten ist in TUMonline bereits implementiert, allerdings aufgrund von fakultätsspezifischen Abläufen und stark fachdomänenabhängigen Plagiatsprüfungstools nicht produktiv im Einsatz und wird daher nicht weiter ausgeführt.

Platzvergabe für Lehrveranstaltungen (Docmatching)

Am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik und Entscheidungstheorie der Fakultät für Informatik von Prof. Dr. Martin Bichler wurde eine Software zur Platzvergabe mit Hilfe von stabilen Zuordnungsverfahren für Praktika, Proseminare und Seminare entwickelt und ist unter <http://docmatching.in.tum.de/> aufrufbar. Das System wurde als Alternative zu den ansonsten eingesetzten Windhundverfahren positiv evaluiert (Diebold et al. 2014). Die eingesetzten Algorithmen gehen auf die 2012 mit dem Alfred-Nobel-Gedächtnispreis für Wirtschaftswissenschaften, umgangssprachlich als Wirtschaftsnobelpreis bezeichnet, ausgezeichneten Forscher Alvin E. Roth und Lloyd S. Shapley zurück, welche bereits 1962 stabile Zuordnungsverfahren vorstellten (Gale und Shapley 1962). Im Sommersemester 2015 wurden 1.285 Studierenden der Fakultät über diese Software Plätze für Lehrveranstaltungen zugeteilt. Die

Veranstaltungsdaten werden aus TUMonline per Webservice importiert. Im Anschluss an die zweistufige Vergabephase werden die Studierenden dann in TUMonline den entsprechenden Veranstaltungen zugewiesen.

Interaktives Rauminformationssystem (IRIS)

Im Rahmen des Projekts Intelligentes Lernraum-Management der Studentischen Vertretung der TUM wurden im Zusammenspiel mit Dr. Christian Kredler und Andreas Bernhofer zwei Verfahren (Personenzählgeräte vs. Selbstbuchung) zur Optimierung der Nutzung von Lernräumen prototypisch evaluiert und in der Folge das Interaktive Rauminformationssystem, kurz IRIS, entwickelt. Dieses ermöglicht die Abwicklung der Raumbelugung und -reservierung in TUMonline per Knopfdruck im Lernraum über Bildschirme mit Berührungseingabe. Die Raumverfügbarkeit kann über den Link <http://go.tum.de/lernraum> eingesehen werden. Hintergrund des Projekts war die Feststellung, dass einige Lernräume aufgrund der Unkenntnis ihrer Existenz bzw. des Belegungsstatus von Studierenden trotz artikulierten Bedarfs nicht genutzt werden. Stand Oktober 2016 wird IRIS bereits für 34 Lernräume der TUM eingesetzt.

Gebäude-Informationssystem (RaumFinder alias RoomFinder)

Bereits 2005 im Zusammenspiel der Rakete GmbH und dem WWW & Online Services-Team des ITSZ der TUM entwickeltes System zur Suche nach Räumen und für die Darstellung von Übersichts- und Lageplänen des gesuchten Raumes. Das System besteht aus dem RaumFinder-Server (<http://roomfinder.ze.tum.de:8192/>) und einem unabhängigen Client-System (Standard-Client <http://portal.mytum.de/campus/roomfinder>). Alle Serveraufrufe erfolgen per XML-RPC und sind somit auch leicht für den Aufruf aus anderen Webanwendungen heraus adaptierbar. Pläne werden mit der Hilfe von externen Dienstleistern aktualisiert. Als Suchbegriffe können Raumnamen, Zimmernummern und auch Aliase verwendet werden. Die Raumsuche in TUMonline nutzt für die Anzeige von Plänen die XML-RPC-Funktionalität des RaumFinders.

Prüfungsorganisation und Abwicklung (TUManager)

Für die Optimierung der Prüfungsabwicklung bei Lehrveranstaltungen mit hunderten von Studierenden wurde 2012 von der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik unter Koordination von Dr. Claus von Rücker das Tool TUManager entwickelt. Seit Wintersemester 2013/14 steht es allen Fakultäten der TUM unter <https://tumanager.ei.tum.de/> per TUM-Kennung zur Verfügung. Zum Funktionsumfang gehören: Sitzplatzverteilung in einem oder mehreren Räumen der zur Prüfung angemeldeten Studierenden, Erstellung von Sitzplänen, Unterschriftenlisten, Prüfungslisten und Hörsaalprotokollen. Die notwendigen Daten der zur Prüfung angemeldeten Teilnehmer werden durch den Prüfungsorganisator manuell aus TUMonline exportiert und ins System eingespielt. Das Tool unterstützt auch die Prüfungskorrektur anhand von Bewertungsschemata und Notenhistogrammen. Das Ergebnis der Prüfungsbewertung kann per csv-Datei vom Prüfer in TUMonline als dezentraler Import über das

Prüfungsmanagement eingespielt werden. Sitzpläne für Hörsäle werden zentral gepflegt, etwaige defekte Plätze werden vom IT-Support bis zum Abschluss der Reparatur als defekt im System vermerkt.

Digitalisierung schriftlicher Prüfungen (TUMexam)

Im Jahr 2015 in der Fakultät für Informatik unter Mitwirkung von Prof. Dr.-Ing. Georg Carle, Prof. Dr. Uwe Baumgarten, Stephan Günther, Johannes Naab, Sebastian Gallenmüller, Stefan Aicher, Kaloyan Zdravkov und Julius Michaelis entwickeltes System zur IT-technische Unterstützung der Durchführung schriftlicher Prüfungen und der vor- und nachgelagerten Prozesse. Die Personalisierung der papierbezogenen Klausuren erfolgt nach Identitätsprüfung per Aufkleber mit QR-Code, Matrikelnummer und Unterschrift auf dem Deckblatt. Diese Aufkleber werden vom System anhand der aus TUMonline dezentral exportierten zur Prüfung angemeldeten Studierenden generiert. Ein QR-Code ist auf jeder Seite des Prüfungsbogens aufgedruckt und ermöglicht die eindeutige Identifizierung jeder Klausur und jeder Blattseite. Durch das Abtrennen des Deckblatts mit der Matrikelnummer und Unterschrift vom Klausurbogen kann eine anonyme Prüfungskorrektur durchgeführt werden. Die Software erlaubt auch die Erfassung von Toilettengängen, Abgabezeiten und weiteren Vorkommnissen und generiert daraus das Hörsaalprotokoll. Die Klausurkorrektur erfolgt weiterhin auf Papier, wobei die vergebenen Punkte je Teilaufgabe per maschinenlesbarer Markierung vermerkt werden können. TUMexam wertet eingescannte Klausurbögen automatisiert aus und generiert entsprechende Importdateien für die Prüfungsverwaltung in TUMonline. Eine individuelle Einsicht der digitalisierten, korrigierten Klausur ist möglich.

3.3.5 Organisatorische Einbettung

Dieser Abschnitt stellt die Einbettung der Campus Management Aktivitäten in die organisatorischen Abläufe und Strukturen der TUM dar. Abbildung 3.18 zeigt die im Rahmen der Überführung des Einführungsprojektes CM@TUM (vgl. Abschnitt 3.2.2.5) in den Regelbetrieb eingeführte Keyuserstruktur mit nachgelagerten Fachausschüssen und Arbeitsgruppen, welche in den folgenden Jahren bedarfsabhängig reorganisiert wurde.

Als Kontrollorgane dienen der aus der Projektphase fortgeführte Lenkungsausschuss Campus Management, der Qualitätszirkel Campus Management mit Vertretern der Studentischen Vertretung und der Fachausschuss Studienmanagement, welcher aus dem in der Projektphase eingeführten Fachausschuss Campus Management hervorgegangen und mit Vertretern aller Fakultäten auf Geschäftsführerebene besetzt ist.

Lenkungsausschuss Campus Management: Der Lenkungsausschuss tagt 1- bis 2-mal jährlich und berät neben aktuellen Herausforderungen über die strategische Fortentwicklung und Ausrichtung des Campus-Management-Systems und der Zusammenarbeit mit der TU Graz. Auch die jährliche Ressourcenplanung ist Teil der Beratungen. TUM-seitig sind Mitglieder qua Amt der Kanzler, der Geschäftsführende Vizepräsident für IT-Systeme und Dienstleistungen

(CIO) und der Sprecher der Studiendekane. Seit 2015 ist auch der amtierende Geschäftsführende Vizepräsident für Studium & Lehre ständiges Mitglied des Gremiums. Von der TU Graz nehmen regelmäßig der Rektor, die Vizerektorin für Kommunikation und Change Management, der Direktor des Zentralen Informatikdienstes, der Leiter des CAMPUSonline-Teams und die für die TUM zuständige Projektmanagerin teil. Weitere Mitglieder sind Prof. Dr. Arndt Bode als ursprünglich 2007 für das Einführungsprojekt CM@TUM verantwortlicher Vizepräsident und der Leiter des IT-Servicezentrums. Es ist anzumerken, dass der Autor dieser Arbeit neben seiner Rolle als CIO seit 2011 bereits seit 2010 die Gesamtverantwortung Campus Management an der TUM trägt und von 2010–2016 auch Leiter des Campus-Management-Teams (CMT) des ITSZ war. Seit 2017 nimmt die neue Leiterin des CMT auch am Lenkungsausschuss Campus Management teil.

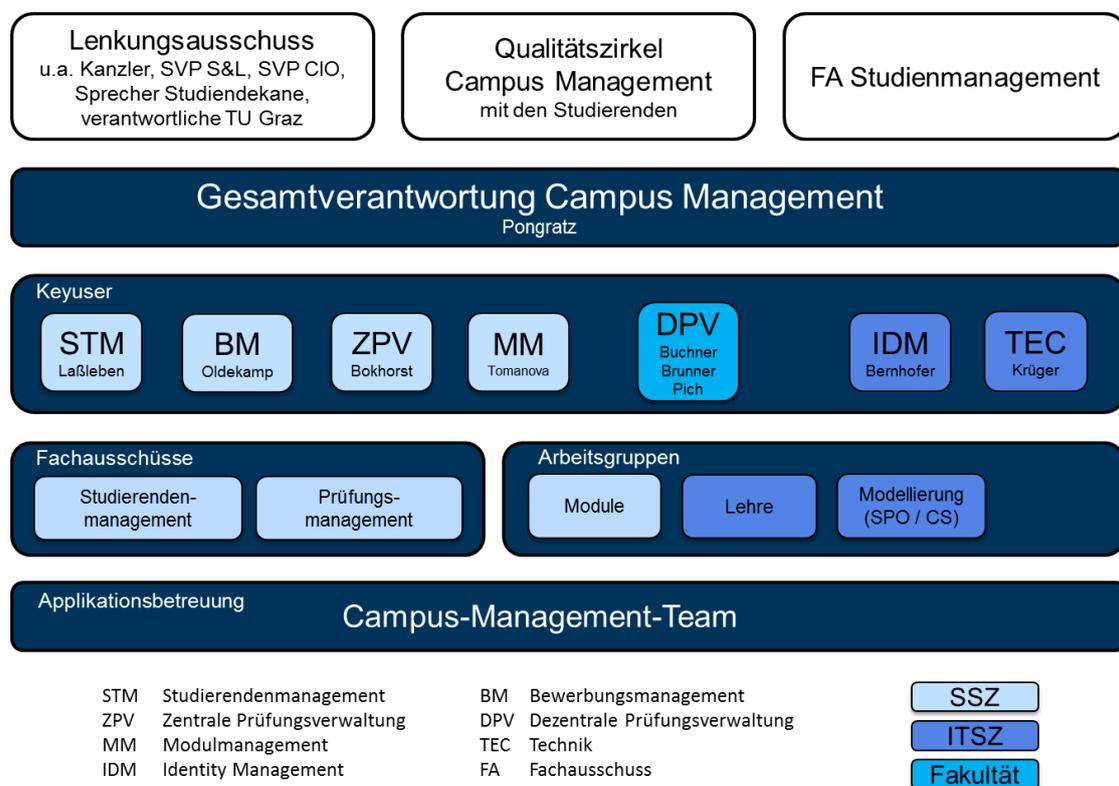


Abbildung 3.18: Keyuserstruktur TUMonline, Stand Juli 2016
[Quelle: eigene Darstellung]

Qualitätszirkel Campus Management: Der regelmäßige Austausch mit Vertretern der studentischen Vertretung zum Themenkomplex Campus Management hat sich sowohl in der Einführungsphase, als auch im Regelbetrieb bewährt. Als Pendant der Information Officer (IO) der Fakultäten (vgl. Abschnitt 3.2.1.2) wählt der Fachschaftenrat der TUM einen oder mehrere studentische IO als Ansprechpartner für IT-Belange, welche sich regelmäßig mit dem CIO austauschen. Studierende unterstützen auch beim Test neuer Funktionalitäten und bei Fragen der grafischen Gestaltung der Weboberflächen.

Fachausschuss Studienmanagement: Der in der Einführungsphase von TUMonline ins Leben gerufene Fachausschuss Campus Management wurde fortgeführt und im Jahr 2013 unter dem Namen Studienmanagement neuorganisiert. Mitglieder sind die Geschäftsführer der Fakultäten der TUM, welche aus ihrem Kreis einen Sprecher bestimmen, ein Kernteam für die Sitzungsvorbereitung bilden und einen Vertreter für den Vorstand Lehre¹⁹ nominieren. Als ständige Gäste nehmen die Leitungen des Campus-Management-Teams, des Hochschulreferats Studium und Lehre und des Studierenden-Service-Zentrums und der Gesamtverantwortliche Campus Management teil. Der Fachausschuss dient der Kommunikation und Diskussion zentraler Fragestellungen aus den Bereichen Studium & Lehre und hat ein spezielles Augenmerk auf die benötigte IT-Unterstützung mit Schwerpunkt Campus-Management-System TUMonline. Er ist zentrales Bindeglied zwischen den Organisationsstrukturen für alle Prozesse und Themen rund um Studium & Lehre und deren Abbildung in den IT-Systemen der TUM. Es finden 2-3 Sitzungen des Fachausschusses pro Jahr statt.

Gesamtverantwortung Campus Management: Mit der Überführung des Einführungsprojektes CM@TUM in den Regelbetrieb wurde die Rolle des gesamtverantwortlichen Campus Management an der TUM geschaffen. Diese steht den Keyusern vor, koordiniert die TUM-intern und -externen Abstimmungen und berichtet dem Lenkungsausschuss und CIO.

Keyuserstruktur: Zur Sicherstellung der fachlichen Weiterentwicklung und Anpassung des Campus-Management-Systems an neue Anforderungen wurde eine Keyuserstruktur eingeführt. In der ersten Ausprägung im Jahr 2010 orientierte sie sich an den Teilprojekten des Einführungsprojektes (vgl. Abschnitt 3.2.2.5) und wurde in den folgenden Jahren weiterentwickelt.

Im Juli 2016 sind Keyuser für die Bereiche Bewerbungsmanagement, Identitätsmanagement, Modulmanagement, dezentrale und zentrale Prüfungsverwaltung, Studierendenmanagement und Technik eingesetzt. Aus Sicht des studentischen Lebenszyklus (vgl. Abschnitt 2.2.5) umfasst das Bewerbungsmanagement die Phasen Bewerbung, Zulassung und Immatrikulation mit allen dazugehörigen Prozessen. Das Identitätsmanagement ist für die Prozesse und Schnittstellen im Zusammenhang mit personenbezogenen Daten verantwortlich, überwacht deren Provisierung und Deprovisierung und ist auch für die Verwaltung von Rollen und Rechten im Campus-Management-System zuständig. Die konzeptionelle Umsetzung und prozess-technische Optimierung der im Zuge des Bologna-Prozesses (vgl. Abschnitt 2.2.1) modularisierten Studieninhalte und eingeführten Dokumentationspflichten für Module koordiniert das Modulmanagement. Die dezentrale Prüfungsverwaltung treibt die Prozessverbesserung im

¹⁹ Der Vorstand Lehre wurde 2009 ins Leben gerufen und dient der Koordination und Bündelung aller Aktivitäten im Bereich Studium & Lehre an der TUM. Er wird vom Geschäftsführenden Vizepräsidenten für Studium & Lehre geleitet und tagt im Schnitt sechs Mal im Jahr. Mitglieder sind ein Studiendekan pro Standort (München, Garching, Freising/Weihenstephan), zwei Vertreter der Studierenden, ein Vertreter der wissenschaftlichen Mitarbeiter und ein Vertreter des Fachausschusses Studienmanagement. Für weitere Details s. (Technische Universität München 2010b, 26f) und (Technische Universität München 2016b).

Bereich der Leistungserfassung in TUMonline mit Hilfe von Standort-Keyusern (Fakultätsvertreter) voran. Die zentrale Prüfungsverwaltung hat den Fokus hingegen auf der Prozessunterstützung der Prüfungsämter der TUM. Zum Aufgabenbereich des Studierendenmanagements gehören alle Prozesse und deren softwaretechnische Abbildung im Kontext der Studierendenverwaltung. Da diese in vielen Fällen mehrere Keyuser-Bereiche betreffen ist eine enge Abstimmung vor allem mit den Bereichen Bewerbungsmanagement und Identitätsmanagement über den nachgelagerten Fachausschuss Studierendenmanagement wichtig. Die Technik ist für den nachhaltigen Betrieb verantwortlich und führt auch Softwareupdates durch. Eine detaillierte Beschreibung der jeweiligen Keyuser-Bereiche ist unter (Technische Universität München 2016a) zu finden.

Abbildung 3.18 zeigt auch die organisatorische Verortung der Keyuser anhand der farblichen Kodierung. Die Keyuser agieren als Vermittler zwischen den verschiedenen Nutzergruppen, Fachabteilungen und Softwareentwicklern. Regelmäßige Abstimmungsrunden mit allen Keyusern und den Leitungen des Campus-Management-Teams, des IT-Supports und des IT-Managements stellen den Informationsaustausch sicher, entsprechende Mailverteiler unterstützen die Arbeit. Nachgelagerte Fachausschüsse und Arbeitsgruppen dienen der thematischen Bündelung und der fachlichen Einbindung der relevanten Nutzergruppen und erarbeiten bzw. überprüfen Fachkonzepte zur Weiterentwicklung des Campus-Management-Systems.

Campus-Management-Team: Das Referat Campus-Management-Team der Zentralen Informationstechnik (ZIT) des IT-Servicezentrums (ITSZ) der TUM ging 2010 aus dem ursprünglichen Referat 73 „HIS@TUM“, kurzzeitig „Informationssysteme für universitäre Kernprozesse“, und weiteren am Einführungsprojekt CM@TUM beteiligten Personen hervor. Es ist für die Applikationsbetreuung von TUMonline zuständig und unterstützt die Keyuser bei der Anforderungsanalyse, Abstimmung mit den zuständigen Entwicklern, Testen neuer Funktionalitäten und bei Bedarf auch bei der flankierenden Kommunikation im Rahmen von Schulungen und der Erstellung und Aktualisierung von Dokumentationen. Das Aufgabenspektrum umfasst die Hilfestellung und Fehleranalyse bei Nutzungsproblemen und die Koordination deren Behebung im Zusammenspiel mit dem Softwarehersteller. Dazu gehören auch die kontinuierliche Überwachung der Datenqualität mit dem Hauptaugenmerk auf die Bewerber- und Studierenden- und die Durchführung von Datenbankabfragen, -importen und -exporten für Fachabteilungen und den Datenaustausch mit anderen Institutionen. Der Systembetrieb erfolgt durch das Referat Betrieb der ZIT des ITSZ und umfasst im Rahmen der Betreuung der Systemlandschaft (vgl. Abschnitt 3.3.4.1) auch die Durchführung von Software-Updates des Campus-Management-Systems (vgl. Abschnitt 3.3.1).

Einen Überblick über verschiedene Varianten der organisatorischen Einbettung gibt die Bachelorarbeit von Karin Fuchs (Fuchs 2012), welche die eingesetzten Keyuser-Konzepte, -strukturen und Abläufe von vier weiteren CAMPUSonline-Hochschulen neben der TUM anhand von Experteninterviews analysierte.

Die organisatorische Einbettung umfasst auch die Bereiche Support, Schulungen und Informationsfluss, welche nicht explizit in Abbildung 3.18 dargestellt sind, aber im Folgenden knapp skizziert werden.

Support: Zentrale Anlaufstelle für technische Fragen und Nutzungsprobleme beim Einsatz von TUMonline ist der TUM IT-Support (vgl. Abschnitt 3.6). Fachliche Fragen werden auch über das zentrale Trouble-Ticket-System OTRS des IT-Supports abgewickelt, soweit möglich aber bereits anhand der Empfänger-E-Mailadresse oder des Betreffs der Nachricht in entsprechende Support-Postfächer vorsortiert. Bei starken Beeinträchtigungen des Systembetriebs können im Zusammenspiel mit den zuständigen Keyusern direkte Benachrichtigungen der Nutzer in TUMonline nach dem Anmeldevorgang eingeblendet werden, welche zu einer signifikanten Reduzierung der Supportanfragen führen.

Wertevolle Anregungen zur Optimierung des hochschulweiten Supportkonzeptes erarbeitete Tatiana Lyubchenko im Rahmen ihrer Bachelorarbeit (Lyubchenko 2011) anhand einer fundierten Ist-Aufnahme, Experteninterviews (vgl. Abschnitt 3.3.6.3) und Support-Stichproben unter Einbeziehung des Information Technology Infrastructure Library-Konzepts (ITIL). Die Empfehlungen wurden in den folgenden Jahren soweit möglich sukzessive umgesetzt.

Schulungen: Im Rahmen der Semestereinführungstage wird der Funktionsumfang von TUMonline den jeweiligen Erstsemestern vorgestellt. Für Beschäftigte der TUM wurde ein mehrstufiges Schulungskonzept entwickelt, welches neben Präsenzangeboten und gedruckten Anleitungen auch Webinare umfasst. Anleitungen, Antworten auf häufig gestellte Fragen (FAQs) und Schulungsunterlagen stehen allen Nutzern online zur Verfügung. Regelmäßige Abstimmungen mit Vertretern der jeweiligen Nutzergruppen stellen die kontinuierliche Optimierung und zeitgemäße Anpassung der Schulungsunterlagen sicher.

Informationsfluss: Für den Informationsfluss im Hinblick auf Weiterentwicklungen und Anpassungen von TUMonline und für fakultätsspezifische Schulungen wurde die Rolle des TUMonline-Koordinators auf Fakultätsebene eingeführt und in TUMonline als Funktion modelliert. Pro Fakultät ist diese Funktion mindestens einer Person zugeordnet, welche wiederum für die Informationsweitergabe innerhalb der Fakultät verantwortlich ist. Anhand von Funktions-E-Mail-Verteiler können auch betroffene Personengruppen über signifikante Systemanpassungen und -wartungen frühzeitig informiert werden.

3.3.6 Evaluationen

Der Einsatz und Funktionsumfang des Campus-Management-Systems TUMonline wurde und wird regelmäßig quantitativ und qualitativ evaluiert. Dieser Abschnitt gibt einen chronologischen Überblick dem Autor dieser Arbeit bekannter Evaluationen.

3.3.6.1 Erstsemesterumfrage Wintersemester 2009/10

Bereits während der Einführungsphase von TUMonline (vgl. Abschnitt 3.2.2.5) wurde vom IO-Referat der Studentischen Vertretung der TUM eine quantitative Erstsemesterumfrage im

Wintersemester 2009/10 durchgeführt, welche von TUMonline vor allem den Bewerbungsprozess evaluierte. Die Umsetzung erfolgte mit Hilfe des Evaluationssystem EvaSys (vgl. Abschnitt 3.3.4.5), die Daten wurden dem CM@TUM-Projektteam vollständig zur Verfügung gestellt. Von insgesamt 6.559 Studienanfängern beteiligten sich 1.819 (27,7%) an der Umfrage.



Abbildung 3.19: Auszug EvaSys-Auswertung Erstsemesterumfrage Wintersemester 2009/10
[Quelle: (Studentische Vertretung der Technischen Universität München 2009)]

Abbildung 3.19 zeigt die Auswertungen der Fragen zur Benutzerfreundlichkeit der systemtechnischen Umsetzung mit TUMonline und zum Prozessablauf des online Bewerbungsverfahrens der TUM:

- Die Frage „Ich bin mit TUMonline (campus.tum.de) bei der Bewerbung gut zurechtgekommen“ wurde von 1.657 Studierenden (n) beantwortet, 29,3% gaben sehr gut, 43,9% gut, 15,9% befriedigend, 8,3% ausreichend und 2,6% mangelhaft an. Der Mittelwert (mw) der Antworten auf diese Frage lag bei 2,1, der Median (md) bei 2,0 und die Standardabweichung (s) bei 1. Es enthielten (E.) sich 20 Personen.
- „Die Bewerbung an der TUM war durchdacht und gut verständlich.“ haben 1.654 Personen bewertet, davon 25,8% mit sehr gut, 46,1% mit gut, 19% mit befriedigend, 6,5% mit ausreichend und 2,7% mit mangelhaft bei einem Mittelwert von 2,1, einem Median von 2,0 und einer Standardabweichung von 1. 19 Studierende enthielten sich einer Beantwortung der Frage.

Die Umfrage lieferte auch anhand der Freitextantworten dem CM@TUM-Projektteam wichtige Anregungen für weitere Verbesserungen des Bewerbungsprozesses und dessen Abbildung in TUMonline. Insgesamt ist festzuhalten, dass bereits im Wintersemester 2009/10 über 89% der Antworten sehr gut, gut oder befriedigend auf die Frage „Ich bin mit TUMonline (campus.tum.de) bei der Bewerbung gut zurechtgekommen“ waren. Die Bewertung des Gesamtprozesses anhand der Frage „Die Bewerbung an der TUM war durchdacht und gut verständlich.“ wurde von über 90% mit sehr gut, gut oder befriedigend beantwortet.

3.3.6.2 SEBIS-Miniprojekt 2010

Die Unterstützung des dezentralen Prüfungsmanagements mit TUMonline wurde 2010 im Rahmen eines sechswöchigen Miniprojektes zum Enterprise Architecture Management (EAM), vgl. (Buckl et al. 2010), mit dem Titel „Document and analyze homogeneity of process support with TUM examination planning & mangement“ von vier Studierenden der Vorlesung Software Engineering für betriebliche Anwendungen vom Lehrstuhl für Software Engineering

betrieblicher Informationssysteme (SEBIS) der Fakultät für Informatik von Prof. Dr. Florian Matthes qualitativ untersucht. Der Autor dieser Arbeit fungierte als sogenannter Industriepartner für TUMonline für die Studierenden. Diese führten in enger Abstimmung mit ihm Leitfadenterviews mit Vertretern der Fakultäten Elektrotechnik und Informationstechnik, Informatik und Mathematik durch und erarbeiteten auf der Grundlage des TUMonline-Referenzprozesses Handlungsempfehlungen um fehlende Funktionalitäten im System zu ergänzen und berichtete Nutzungsprobleme zu adressieren.

Zu den gewünschten Funktionalitäten gehörten im Bereich der Prüfungsorganisation die Sitzplatzverteilung in Abhängigkeit der räumlichen Gegebenheiten und damit verbunden eine nutzerfreundlichere Raum- und Terminplanung für Prüfungen. Die Benutzeroberflächen sollten intuitiver und die Dokumentation prozessorientiert gestaltet werden. Informationen zu Updatemeldungen wurden als schwer verständlich beurteilt (Eckjans et al. 2010).

Die Ergebnisse des SEBIS-Miniprojekts waren Grundlage für weitere studentische Arbeiten (vgl. Abschnitt 3.3.6.3), wurden im Kreis der Keyuser thematisiert und in der Entwicklungsplanung von TUMonline berücksichtigt.

3.3.6.3 Qualitative Befragungen ab 2010

Ab Mai 2010 führten die Keyuser (vgl. Abschnitt 3.3.5) im Zusammenspiel mit dem Campus-Management-Team (CMT) und dem gesamtverantwortlichen Campus Management dedizierte Gespräche und qualitative Interviews mit Vertretern aller Fakultäten der TUM zur Evaluation der Zufriedenheit der Prozessunterstützung durch das Campus-Management-System TUMonline und zur Eruiierung und Priorisierung der anstehenden Weiterentwicklungen. Im Bereich der dezentralen Prüfungsverwaltung (DPV) wurden die interviewleitfadenbezogenen Gespräche in den folgenden Jahren wiederholt. Aufgrund der Fakultätsrückmeldungen wurden ab 2013 DPV-Standorttreffen für jeden Campus (München, Garching, Freising/Weihenstephan) und ab 2014 sogenannte Standort-Fakultätsvertreter als DPV-Standort-Keyuser eingeführt, deren Aufgabe die Sicherstellung des Informationsflusses am jeweiligen Standort im Bereich der DPV, die Erstellung von Fachkonzepten für neue Funktionalitäten in Zusammenarbeit mit dem CMT und die fachliche Begleitung und Prüfung der Umsetzung durch die TU Graz ist.

Flankierend führte Maryna Ivanova im Rahmen ihrer Bachelorarbeit „Bedarfs- und Anforderungsanalyse für Werkzeuge zur Unterstützung von dezentralen Prüfungsprozessen mit Hilfe von TUMonline“ (Ivanova 2011) qualitative Experteninterviews durch und ermittelte insgesamt 47 Anforderungen, welche sie anhand einer Kategorisierungsmatrix in die Prioritäten unabdingbar, bedingt notwendig, wünschenswert und optimierbar einteilte. Tabelle 3.6 zeigt einen Auszug der erarbeiteten Matrix, welche die erhobenen Anforderungen anhand von fünf Priorisierungsfaktoren (Funktionalität in TUMonline vorhanden, dringend, nicht dringend, sehr wichtig, weniger wichtig) und der daraus abgeleiteten Prioritäten darstellt. Unabdingbare

Anforderungen wurden von Ivanova modelliert und flossen in die Weiterentwicklung der DPV-Werkzeuge ein. Der Autor dieser Arbeit war Betreuer der Studienarbeit.

Kriterien und Prioritäten Funktionen	Anzahl der Fakultäten	Funktionalität in TUMonline vorhanden	dringend	nicht dringend	sehr wichtig	weniger wichtig	Priorität			
							unabdingbar	bedingt notwendig	wünschenswert	optimierbar
Aggregation der Teilnehmerlisten	5	x								x
Zuteilung der Sitzplätze	7		x		x		x			
Zuteilung des Personals	5			x	x			x		
Ausdruck von Sitzplanlisten	7		x		x		x			
Notenverteilung analysieren	6		x		x		x			

Tabelle 3.6: DPV-Werkzeuge – Priorisierung ausgewählter Funktionalitäten
[Quelle: in Anlehnung an (Ivanova 2011, S. 57–59)]

Tatiana Lyubchenko führte im Rahmen ihrer Bachelorarbeit „Entwicklung eines hochschulweiten Supportkonzeptes für TUMonline - das Campus-Management System an der TU München“ (Lyubchenko 2011) 18 Leitfadeninterviews mit im Kontext des TUMonline-Supports tätigen Beschäftigten der TUM durch. Diese dokumentierten den Ist-Stand anhand der jeweiligen Zuständigkeit, Aufgabenverteilung, Urlaubsvertretung, verfügbaren Schulungen und detaillierten Fragen zu Arbeitsabläufen und Kommunikationswegen. Darauf aufbauend identifizierte Lyubchenko konkrete Defizite und entwickelte unter Berücksichtigung von ITIL konkrete Verbesserungsvorschläge. Zu diesen gehörten die Empfehlungen, alle TUMonline-Support-Kanäle über das zentrale Trouble-Ticket-System (TTS) der TUM auf der Basis von OTRS abzuwickeln und die Warteschlangen für TUMonline-Anfragen umzustrukturieren.

Abbildung 3.20 zeigt die Struktur der TUM OTRS-Warteschlangen zum Zeitpunkt der qualitativen Befragung (Stand 2011). Supportanfragen für die Bereiche Prüfungsmanagement und technischer Support der TUM wurden nicht über das TTS abgewickelt. Auch waren die Aufgabenabgrenzungen und Bezeichnungen der einzelnen Warteschlangen stellenweise aus historischen Gründen nicht trennscharf.

Abbildung 3.21 stellt die von Lyubchenko erarbeitete Gliederung und Benennung der Warteschlangen dar. Auf eine konsequente Unterscheidung zwischen fachlichen und technischen Anfragen wurde aufgrund der Expertenrückmeldungen und in Rücksprache mit dem Betreuer der Studienarbeit, dem Autor dieser Arbeit, verzichtet. Der technische Support der TUM wird unter der Bezeichnung Betrieb TUMonline als eigene Warteschlange in der 2. Ebene verortet.

Der technische Support der TU Graz wird als 5. Ebene definiert, wobei die TU Graz ein selbstentwickeltes Request-Management-System (RMT) für Supportanfragen einsetzt.

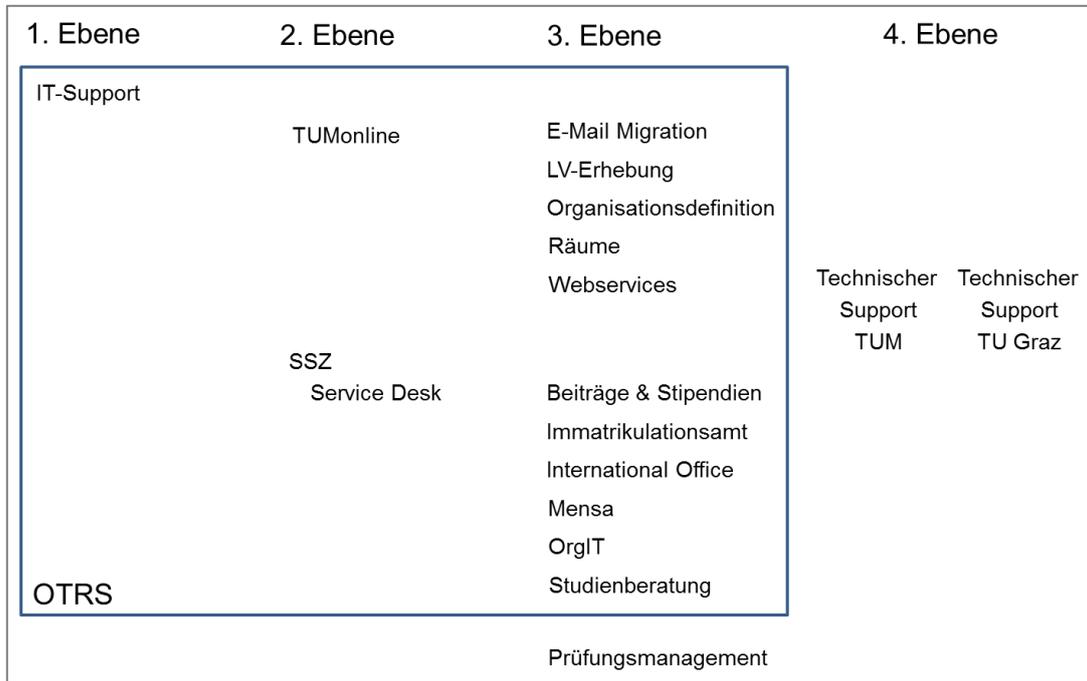


Abbildung 3.20: Struktur TUMonline-Support, Stand 2011
 [Quelle: in Anlehnung an (Lyubchenko 2011, S. 40)]

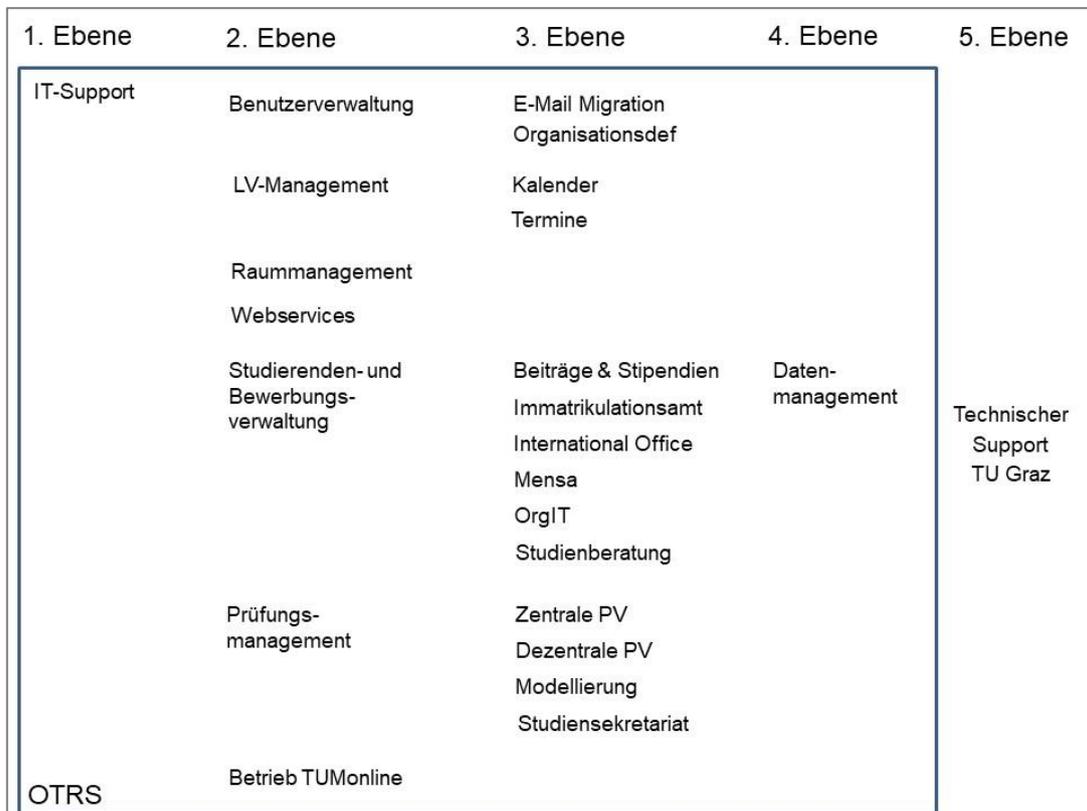


Abbildung 3.21: Empfohlene Warteschlangenstruktur TUMonline-Anfragen
 [Quelle: in Anlehnung an (Lyubchenko 2011, S. 65)]

3.3.6.4 Studierendenbefragung Wintersemester 2013/14

Eine quantitative Befragung der Studierenden der TUM wurde von Alena Krasnova im Rahmen ihrer Bachelorarbeit „TUMonline Nutzerbefragung: Planung, Umsetzung, Durchführung und Ableitung von priorisierten Handlungsempfehlungen“ (Krasnova 2013) im Wintersemester 2013/14 durchgeführt. Der Fragebogen wurde anhand von Interviews mit Keyusern, Beschäftigten und Studierenden der TUM und wurde in enger Abstimmung mit dem Betreuer, dem Autor dieser Arbeit, in deutscher und englischer Sprache erstellt.

Er gliedert sich in die fünf Bereiche: (i) Generelle Fragen, (ii) allgemeine Bedienung TUMonline, (iii) Prüfungsanmeldung & Studienmanagement, (iv) Lehrveranstaltungs-, Übungs- und Praktikaanmeldung und (v) Funktionalität der Suchfunktion. Insgesamt umfasst der Fragebogen 43 Skalenfragen und zusätzlich pro Bereich jeweils ein Freitextfeld. Nach einem Probelauf und einigen Formulierungsnachbesserungen wurde die Umfrage als online Befragung über das Evaluationssystem EvaSys (vgl. Abschnitt 3.3.4.5) für den Zeitraum vom 05.09.2013 bis 30.09.2013 freigeschaltet und per E-Mail im Zusammenspiel mit der Studentischen Vertretung und durch eine direkte Verlinkung in TUMonline im Zuge des Anmeldevorgangs beworben.

6.261 (17,4%) der 35.979²⁰ im Wintersemester 2013/14 immatrikulierten Studierenden beteiligten sich an der Befragung. Die Auswertung von Krasnova im Rahmen der Bachelorarbeit berücksichtige die bis zum 21.09.2013 beantworteten Fragebögen von 5.340 Studierenden aufgrund des Abgabetermins der Studienarbeit. Die Umfrage sollte ursprünglich im Sommersemester 2013 durchgeführt werden, wurde aber aufgrund einer verzögerten Hardware-Umstellung und der damit einhergehenden für Nutzende positiven Steigerung des Antwortverhaltens des Systems auf das Wintersemester 2013/14 verschoben.

Die folgenden in Bezug auf die Akzeptanz und Integration des CMS TUMonline erstellten Auswertungen von ausgewählten Fragestellungen der Umfrage beziehen sich der Vollständigkeit halber auf die gesamte Datengrundlage und wurden vom Autor dieser Arbeit erstellt.

Die Frage „Wie häufig benutzen Sie TUMonline“ im Bereich (i) wurde von 6.251 Studierenden beantwortet, 8,5% gaben täglich (Wert 5), 64,7% wöchentlich (Wert 4), 24,6% monatlich (Wert 3), 2,1% zweimal im Semester (Wert 2) und 0,2% einmal im Semester (Wert 1) an. Der Mittelwert der Antworten ist 3,8, der Median 4,0 und die Standardabweichung 0,6. Das Ergebnis deckt sich mit stichprobenartig durchgeführten Logfile-Analysen des Systems im Wintersemester 2013/14. Abbildung 3.22 zeigt die Auswertung der Rückmeldungen zur Häufigkeit der Nutzung von TUMonline als Kreisdiagramm.

„Wie beurteilen Sie die Unterstützung von TUMonline beim Management Ihres Studiums“ wurde von 6.224 Personen bewertet, davon von 12,1% mit sehr gut (Wert 5), 49,8% mit gut (Wert 4), 31,3% mit mittelmäßig (Wert 3), 5,6% mit schlecht (Wert 2) und 1,1% mit sehr

²⁰ Vgl. (Technische Universität München 2014b, S. 8)

schlecht (Wert 1). Der Mittelwert liegt bei 3,7, der Median bei 4,0 und die Standardabweichung bei 0,8. Die grafische Auswertung ist in Abbildung 3.23 dargestellt. Bemerkenswerterweise wird die Unterstützung durch TUMonline beim Management des Studiums von 61,9% der befragten Personen als sehr gut bzw. gut und nur von 6,7% als schlecht bzw. sehr schlecht bewertet.

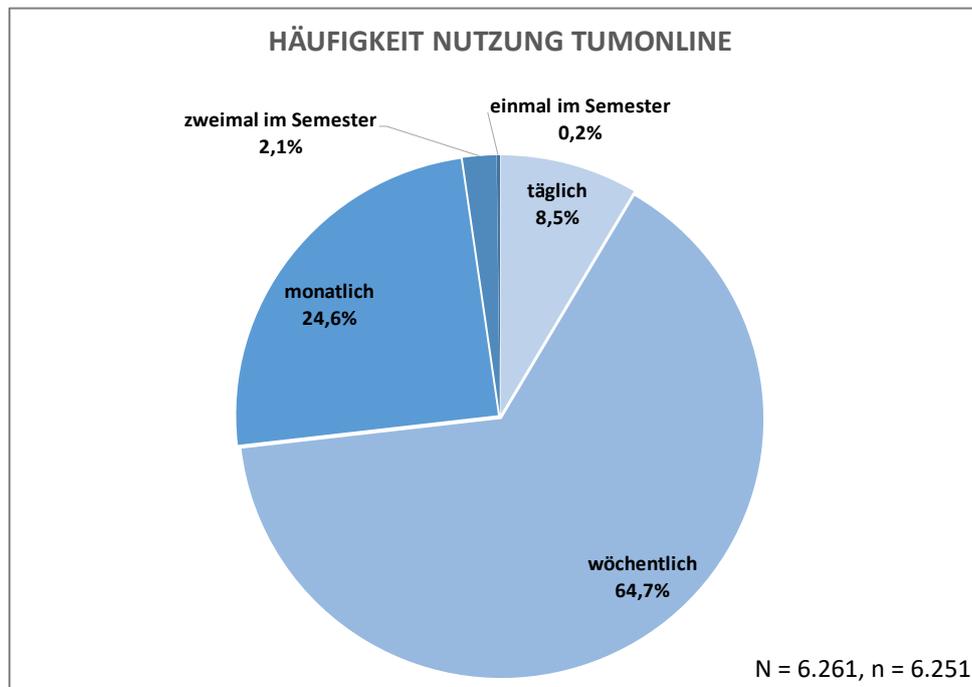


Abbildung 3.22: Studierendenbefragung Wintersemester 2013/14: Häufigkeit Nutzung TUMonline
[Quelle: eigene Darstellung]

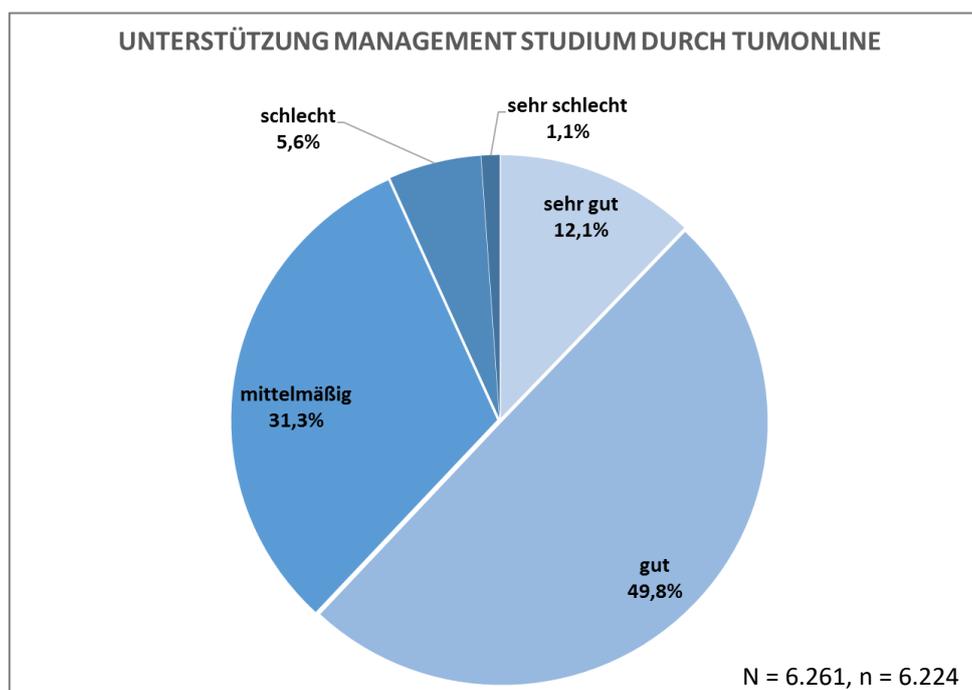


Abbildung 3.23: Studierendenbefragung Wintersemester 2013/14: Bewertung Unterstützung durch TUMonline
[Quelle: eigene Darstellung]

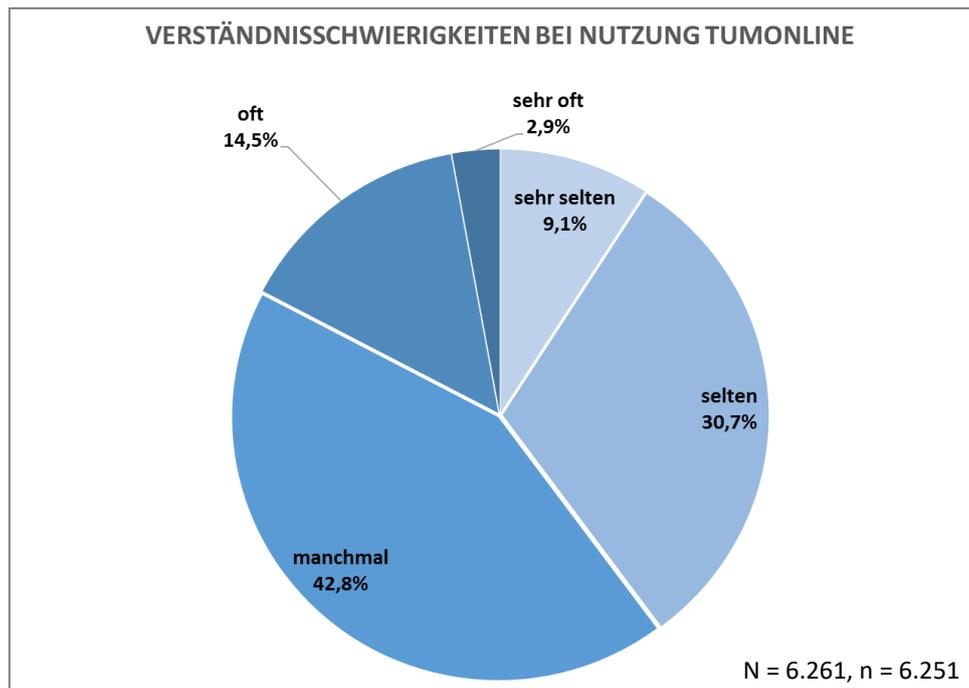


Abbildung 3.24: Studierendenbefragung Wintersemester 2013/14: Verständnisschwierigkeiten bei Nutzung
[Quelle: eigene Darstellung]

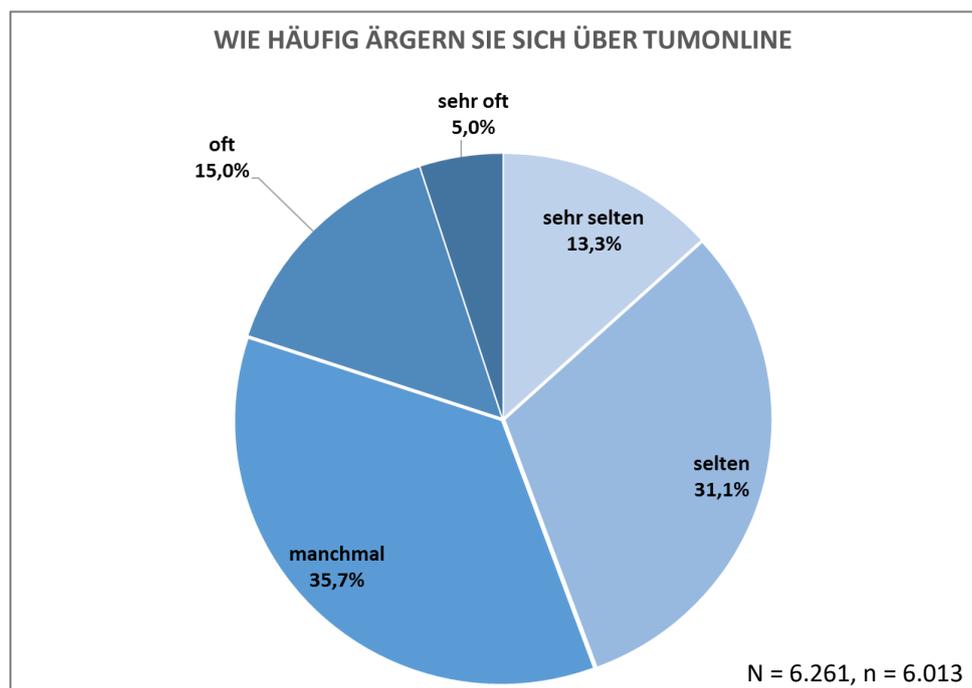


Abbildung 3.25: Studierendenbefragung Wintersemester 2013/14: Ärgern über TUMonline
[Quelle: eigene Darstellung]

Großes Optimierungspotential wurde im Kontext der Benutzungsfreundlichkeit im Rahmen der folgenden zwei Fragen dokumentiert:

- „Wie oft haben Sie Verständnisschwierigkeiten bei der Bedienung und Nutzerführung von TUMonline“ beantworteten 6.251 Studierenden, davon 9,1% mit sehr selten (Wert

1), 30,7% mit selten (Wert 2), 42,8% mit manchmal (Wert 3), 14,5% mit oft (Wert 4) und 2,9% mit sehr oft (Wert 5). Somit gaben weniger als die Hälfte (39,8%) der Studierenden an selten oder sehr selten Verständnisschwierigkeiten bei der Nutzung von TUMonline zu haben. Im Kreisdiagramm in Abbildung 3.24 ist dieser Sachverhalt gut zu erkennen. Der Mittelwert ist 2,7, der Median 3,0 und die Standardabweichung 0,9.

- „Wie häufig ärgern Sie sich über TUMonline“ bewerteten 6.013 Personen. 13,3% mit sehr selten (Wert 1), 31,3% mit selten (Wert 2), 35,7% mit manchmal (Wert 3), 15,0% mit oft (Wert 4) und 5,0% mit sehr oft (Wert 5). Auch bei dieser Frage gaben weniger als die Hälfte (44,4%) der Befragten an sich nur sehr selten oder selten über TUMonline zu ärgern, 20% hingegen oft bzw. sehr oft. Der Mittelwert mit 2,7 und der Median mit 3,0 stimmen mit den Werten der vorherigen Frage überein, die Standardabweichung ist 1,0. Abbildung 3.25 zeigt das Kreisdiagramm der Auswertung.

Auch die zahlreichen Kommentare (n=1.245) über die Freitextfrage „Gibt es andere Funktionen, die Ihnen fehlen?“ am Ende des ersten Bereichs des Fragebogens dokumentieren die Anliegen der Befragten. Am häufigsten wurden Verbesserungen an der Benutzungsfreundlichkeit, der Übersichtlichkeit bzw. am Design von TUMonline thematisiert.

Als fehlende Funktionalitäten wurden genannt (in alphabetischer Reihenfolge): Abschlussarbeiten-Börse, automatische Benachrichtigungen, Chat, Dashboard für Studierende mit allen aktuell relevanten Informationen, Foren, Mitfahrzentrale, Notensimulationstool, Schwarze Bretter, Soziales Netzwerk, Stunden-/Studienplaner und Wiki-Funktionalitäten.

Eine (noch) bessere Integration bzw. Verknüpfung zu folgenden Systemen wurden angeregt (alphabetische Reihenfolge): Anmeldesysteme Carl von Linde-Akademie (CvL-A) und Zentraler Hochschulspport (ZHS), Bibliothekssysteme, Campus-Management-Systeme anderer Hochschulen im Kontext auf Kooperationsstudiengänge, Evaluationssystem EvaSys, Groupware-System MS Exchange (Schwerpunkt Kalender), Live Ticker, LMS Moodle, Outlook Web App (OWA), Vorlesungsaufzeichnungssysteme, Webseiten von Dozierenden bzw. Lehrveranstaltungen und Zugriff per Webdisk auf den persönlichen Netzspeicher. Vor allem bei den Systemen Moodle, OWA und Webdisk wurde die Notwendigkeit der separaten Anmeldung trotz Verlinkung aus TUMonline heraus (kein Single Sign-On) kritisiert. Ebenso hinterfragt wurde die redundante Funktionalität der Dateiablage über die Systeme TUMonline, Moodle, NAS und Lehrveranstaltungswebseiten und deren für Studierende nicht nachvollziehbare uneinheitliche Nutzung. Aus Studierendensicht wäre die Bündelung in einem System wünschenswert.

Es ist festzuhalten, dass auch sehr positive Rückmeldungen vermerkt wurden: „[...] Was die Bewerbung etc. angeht, hat alles perfekt geklappt. Großes Lob soweit. Auch das selbständige ausdrucken der Nachweise ist sehr hilfreich und gut gemacht.“ bzw. „ich finde TUMonline sehr funktional, manchmal fehlt die Übersichtlichkeit, das Design könnte also meiner Meinung

nach besser sein. Alles in allem aber viel besser als das Onlineangebot der LMU (kann das durch meinen Bruder mit ziemlicher Überzeugung sagen)“.

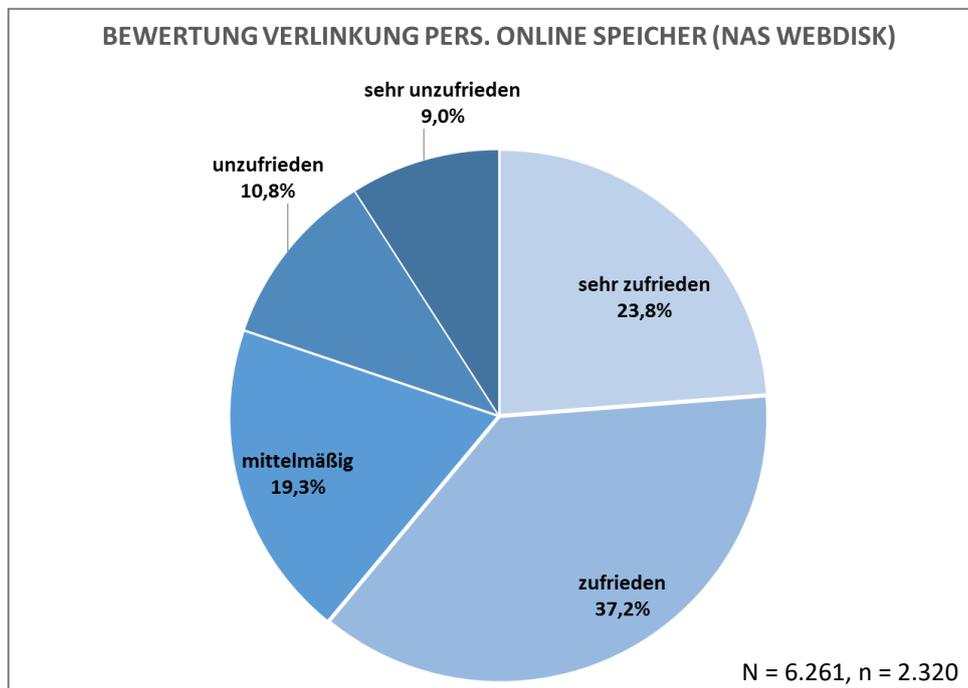


Abbildung 3.26: Studierendenbefragung Wintersemester 2013/14: Verlinkung Netzspeicher
[Quelle: eigene Darstellung]

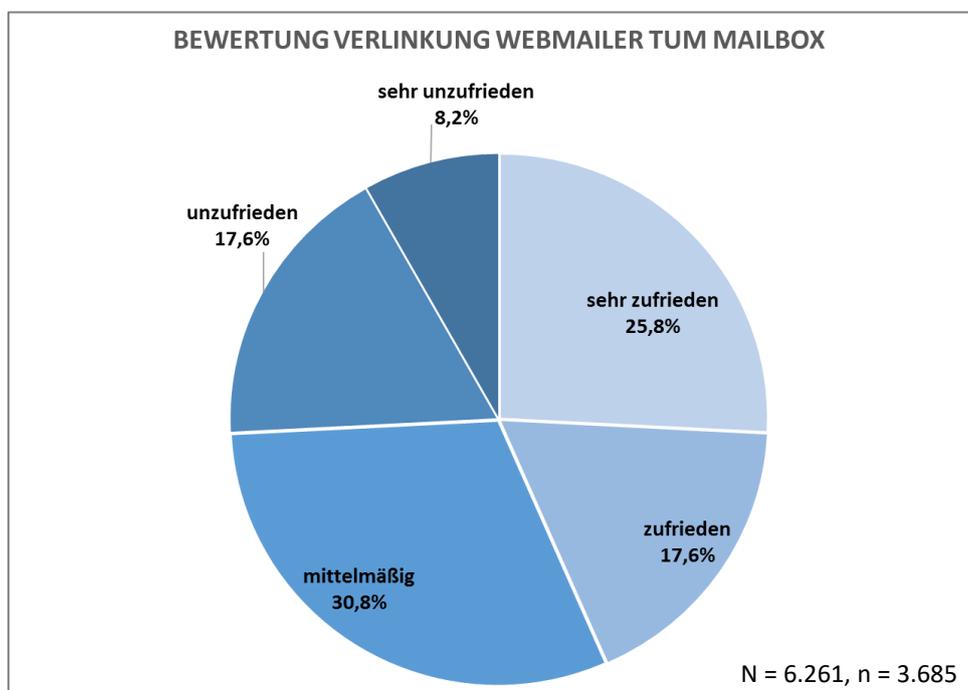


Abbildung 3.27: Studierendenbefragung Wintersemester 2013/14: Verlinkung Webmailer
[Quelle: eigene Darstellung]

Die folgenden Fragen aus dem Bereich (ii) der Umfrage zielten auf den Stand der Integration des CMS TUMonline ab und sollten auch implizit auf die Verlinkungen aus TUMonline heraus zum persönlichen Netzspeicher und Webmailer aufmerksam machen:

- „Wie zufrieden sind Sie mit den Verlinkungen zum persönlichen 20 GB Speicherplatz ‚Webdisk (NAS)‘“ wurde nur von 2.320 Personen beantwortet. 23,8% gaben sehr zufrieden (Wert 5), 37,2% zufrieden (Wert 4), 19,3% mittelmäßig (Wert 3), 10,8% unzufrieden (Wert 2) und 9,0% sehr unzufrieden (Wert 1) an. Der Mittelwert der ausgewerteten Antworten ist 3,6, der Median 4,0 und die Standardabweichung 1,2. Abbildung 3.26 zeigt die grafische Auswertung.

Nur 37,1% der an der Umfrage teilnehmenden Personen bearbeiteten die Frage, allerdings gaben immerhin 61% von ihnen an zufrieden bzw. sehr zufrieden mit der Verlinkung zu sein. Ein Grund der Unzufriedenheit der 19,8% der Personen ist der im Rahmen der Freitextfrage im Bereich (i) bereits geäußerte Verbesserungswunsch hinsichtlich fehlendem Single Sign-On (SSO) sein, welcher auch in der Freitextfrage am Ende von Bereich (ii) aufgeführt wird.

Von den 209 Personen, welche die Frage mit sehr unzufrieden beantworteten haben 66 Personen Kommentare im Rahmen dieser Freitextfrage verfasst, von denen sich 23 auf die Bewertung der Verlinkung zum persönlichen Netzspeicher bezogen. 19 der 23 gaben an die Funktionalität (Verlinkung bzw. Dienst als solchen) nicht zu kennen, ausgewählte Rückmeldungen: „[...] Von den 20GB Speicher habe ich noch nie was gehört.“, „Von der Webdisk erfahre ich durch diese Umfrage zum ersten Mal ...“, „Was ist Webdisk NAS!?“ bzw. „Link zu Webdisk... noch nie gesehen [...]“. Vier der 23 Kommentare bezogen sich auf eine Verbesserung der Verlinkung, beispielweise per SSO: „Bessere Verknüpfung zw. webdisk, mail.tum, moodle und Campus ohne zusätzliche Anmeldung [...]“ bzw. „[...] NAS: Direkt eingeloggt werden, wenn man den Link anklickt [...]“.

Sechs der 57 Kommentare der 250 Personen, welche die Frage mit unzufrieden beantworteten bezogen sich auf die Verlinkung bzw. den persönlichen Netzspeicher. Drei davon auf die schlechte Bekanntheit des Dienstes, zwei auf das fehlende SSO und einer stellte den Dienst generell in Frage: „[...] Das NAS ist eine gute Idee, aber Dropbox umsonst und viel viel besser Bedienbar.“

- „Wie zufrieden sind Sie mit den Verlinkungen zum Webmailer ‚TUM Mailbox‘“ beantworteten immerhin 3.685 Personen (58,9%). Sehr zufrieden (Wert 5) wurde von 25,8%, zufrieden (Wert 4) von 17,6%, mittelmäßig (Wert 3) von 30,8%, unzufrieden (Wert 2) von 17,6% und sehr unzufrieden (Wert) von 8,2% als Antwort ausgewählt. Der Mittelwert ist 3,5, der Median 4,0 und die Standardabweichung 1,1. Die grafische Auswertung als Kreisdiagramm ist in Abbildung 3.27 dargestellt.

Weniger als die Hälfte (43,4%) der auf diese Frage antwortenden Personen gaben an zufrieden oder sehr zufrieden mit der Verlinkung aus TUMonline heraus zum Webmailer der TUM Mailbox (OWA) zu sein.

Kommentare im Rahmen der Freitextfrage am Ende von Bereich (ii) wurden von 72 der 219 Personen verfasst, welche die Frage mit sehr unzufrieden bewertet haben. Insgesamt 18 Rückmeldungen beziehen sich auf die Verlinkung zum Webmailer. Im Folgenden werden diese nach Häufigkeit und mit ausgewählten Kommentaren aufgeführt. Sieben der Kommentare befassen sich mit der Unwissenheit ob der Verlinkung bzw. fordern eine prominenter Darstellung im System: „[...] Auch den Webmailer habe ich noch nie gefunden!“, „[...] Bspw. XMAIL - Button auf der Startseite.“, „Could not find the webmailer? TUM Mailbox?“ bzw. „Mailbox deutlich hervorheben und verständlich verwendbar machen. [...]“. Sechs Rückmeldungen kritisieren das fehlende SSO: „E-Mail Einbindung ohne Passwort-Eingabe. Man hat sich ja schon am TUM Online Portal angemeldet. [...]“) oder „[...] ohne weiteren login e-mail funktioniert nicht“. Vier Personen berichten von Bedienungsproblemen: „es ist vollkommen unklar, wie man von der tumonline-adresse aus emails versendet.“ oder „[...] Webmailer funktioniert (bei mir) nicht“. Eine Person empfiehlt die direkte Einbindung eines Webmailers in TUMonline.

Von den 470 Personen, welche als Antwort unzufrieden auswählten, verfassten 100 Kommentare, von denen sich wiederum 14 auf die Verlinkung zum Webmailer beziehen. Vier der Rückmeldungen thematisieren das fehlende SSO, andere vier empfehlen eine bessere Einstiegshilfe, zwei schlagen alternative Web-Mailer vor, andere zwei berichten von Benutzungsproblemen und weitere zwei wünschen sich eine direkte Einbindung eines Webmailers in TUMonline.

- „Wie zufrieden sind Sie mit der Verknüpfung zu Moodle über die Zusatzinformationen der Lehrveranstaltung“ wurde von 5.105 Personen (81,5%) beantwortet. 13,0% gaben an sehr zufrieden (Wert 5), 30,8% zufrieden (Wert 4), 25,5% mittelmäßig (Wert 3) zufrieden, 21,0% unzufrieden (Wert 2) und 9,7% sehr unzufrieden (Wert 1) zu sein. Der Mittelwert der Rückmeldungen ist 3,2, der Median 3,0 und die Standardabweichung 1,2. Abbildung 3.28 zeigt die Auswertung als Kreisdiagramm.

Die detaillierte Auswertung der Antworten der Freitextfrage am Ende von Bereich (ii) ergibt: 78 der 164 Kommentare der 497 Personen, welche sehr unzufrieden als Antwort wählten, beziehen sich auf die Verlinkung von TUMonline nach Moodle über die Zusatzinformationen der jeweiligen Lehrveranstaltung. 36 der 78 Rückmeldungen hinterfragen die Abgrenzung zwischen TUMonline, Moodle und Lehrstuhl-Webseiten und formulieren den Wunsch nach einem zentralen System für die Zurverfügungstellung von Lehrmaterial. Ausgewählte Rückmeldungen: „Schön wäre: EIN System für alles. Nicht etliche verschiedene Websysteme und unzählige Sonderlösung vieler Professoren“, „TUM-Online, Moodle, Lehrstuhl-Homepages - Das sind zwei Möglichkeiten zu viel. Erstrebenswert wäre es, wenn alle Informationen wie Folien, Ankündigungen und

auch Diskussionen (beispielsweise in einem Forum) auf einer einzigen Plattform verfügbar wären, so würden die ständigen Homepage-Besuche endlich der Vergangenheit angehören!“, „Es regt auf, bei jedem Fach immer erst nachzusehen, ob Vorlesungsunterlagen bei Moodle, bei TUMonline oder auf der Lehrstuhlhomepage hochgeladen werden. Dies sollte einheitlich nur noch bei Moodle geschehen. In TUMonline haben diese Unterlagen nich(t)s verloren, da es extremst unübersichtlich und umständlich ist, hier einen Überblick über die Unterlagen zu bekommen.“ bzw. „Kann man nicht alles über Tumonline lösen? Warum braucht man dann noch ne extra Plattform?“. Zwölf der 78 Kommentare fordern die Verlinkung zwischen der TUMonline Lehrveranstaltung und dem dazugehörigen Moodle Lernraum optisch plakativer zu gestalten, ausgewählte Beispiele: „Die Vernüpfung zu Moodle, einer der wichtigsten Funktionen, ist visuell nicht präsent genug.“ bzw. „[...] Link zu Moodle direkt bei Lehrveranstaltung“. Elf der 78 Rückmeldungen thematisieren das fehlende SSO, zehn geben an die Verlinkungen nicht zu kennen, fünf stellen die verpflichtende Lehrveranstaltungsanmeldung in TUMonline um Zugriff auf den jeweiligen Moodle-Lernraum zu erhalten in Frage, zwei schildern Benutzungsprobleme, eine fordert auch Vorlesungsaufzeichnungen in Moodle abzulegen und eine Anmerkung ist ohne die Angabe von Gründen für die Abschaffung der Verlinkung zwischen Moodle und TUMonline.

101 der 293 Kommentare der 1.070 Personen, welche die Verknüpfung zu Moodle mit unzufrieden bewerten, beziehen sich auf diese. 41 Rückmeldungen thematisieren die fragmentierte Ablage von Lehrmaterial über TUMonline, Moodle und Lehrstuhl-Webseiten. 36 der 100 Kommentare empfehlen eine noch stärkere Integration von Moodle in TUMonline bzw. fordern eine SSO Anmeldung bei beiden Systemen. Zehn Anmerkungen kritisieren den verpflichtenden Lehrveranstaltungsanmeldeprozess für den Zugriff auf den jeweiligen Moodle-Lernraum, sieben würden eine verpflichtende Moodle-Nutzung für alle Dozierenden der TUM begrüßen, fünf schildern einen stärkeren Informationsbedarf und zwei merken Benutzungsprobleme an.

- „Wie zufrieden sind Sie mit der Integration des Systems in die Gesamtinfrastruktur“ beurteilten 5.153 Personen (82,3%). Sehr zufrieden (Wert 5) wählten 7,7%, zufrieden (Wert 4) 42,0%, mittelmäßig (Wert 3) 31,0%, unzufrieden (Wert 2) 14,3% und sehr unzufrieden (Wert 1) 5,0%. Der Mittelwert ist 3,3, der Median 3,0 und die Standardabweichung 1,0. Die grafische Auswertung als Kreisdiagramm ist in Abbildung 3.29 dargestellt.

Bemerkenswert erscheint der im Vergleich zu den vorherigen Fragen niedrige Wert von 19,3% der Personen, welche sich unzufrieden bzw. sehr unzufrieden über die Integration von TUMonline in die Gesamtinfrastruktur der TUM geäußert haben. Die dezidierte Auswertung der Kommentare dieser Personengruppe im Rahmen der Freitextfrage am Ende von Bereich (ii) unter Berücksichtigung und Abgrenzung der Rückmeldungen in Bezug auf Moodle, OWA und Webdisk ergibt folgende zusätzliche Anregungen: Die Bibliothekssysteme und mediTUM sollten ebenso verlinkt und per SSO

angebunden werden. Auch wurde eine Vereinfachung der Koppelung des persönlichen TUMonline Kalenders mit externen Systemen angeregt.

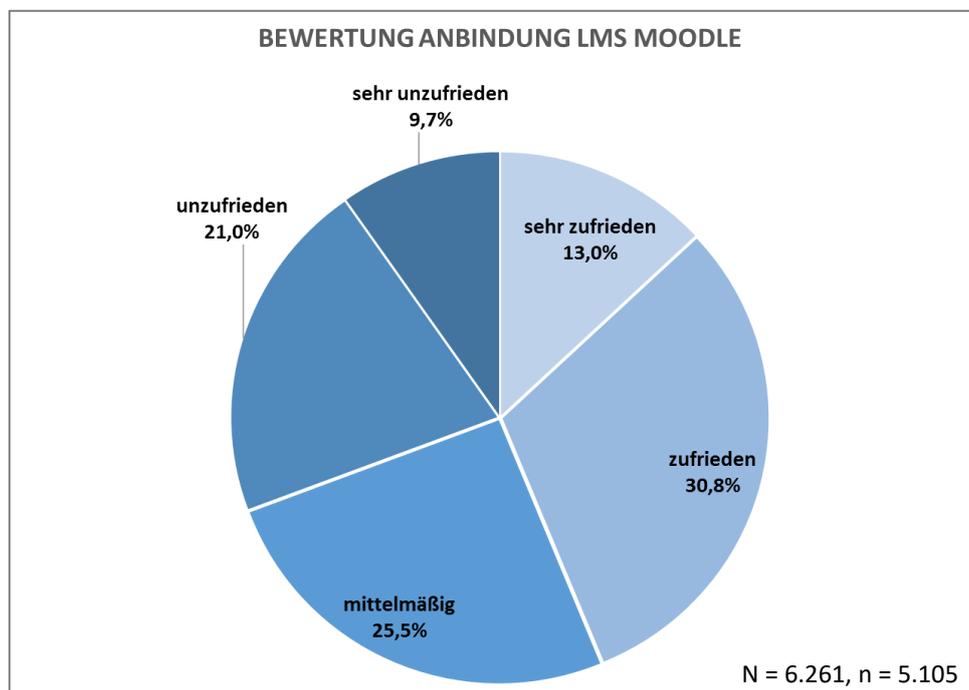


Abbildung 3.28: Studierendenbefragung Wintersemester 2013/14: Anbindung LMS
[Quelle: eigene Darstellung]

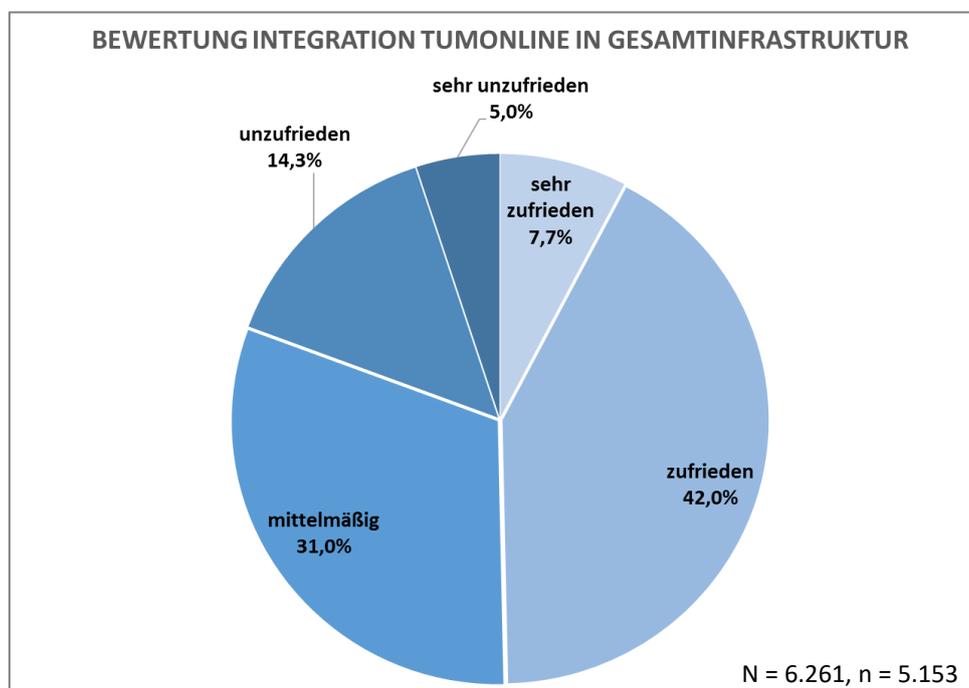


Abbildung 3.29: Studierendenbefragung Wintersemester 2013/14: Integration in die Gesamtinfrastruktur
[Quelle: eigene Darstellung]

Die Studierendenbefragung im Wintersemester 2013/14 lieferte wertvolle Anregungen und Hinweise für die Weiterentwicklung von TUMonline und die Verbesserung der Integration des Systems in die Gesamtinfrastruktur der TUM.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Studierenden der TUM das Campus-Management-System TUMonline im Schnitt wöchentlich nutzen und das Gros von ihnen sich gut beim Management ihres Studiums unterstützt fühlt. Bei der Bedienung des Systems kam es allerdings immer wieder zu Verständnisschwierigkeiten und Problemen. Vor allem die Benutzungsfreundlichkeit sollte aus Sicht der Teilnehmer der Umfrage optimiert werden.

Die Verlinkungen und Verknüpfungen zu anderen Systemen und die Integration in die Gesamtinfrastruktur der TUM wurden positiv bewertet, wobei einige der Funktionalitäten den an der Umfrage teilnehmenden Personen noch nicht bekannt waren. Um den Informationsfluss auch im Hinblick auf diese Funktionalitäten zu verbessern, werden sie inzwischen auch explizit im Rahmen der TUMonline Vorstellungen bei den jährlichen Erstsemestertagen präsentiert. Der Start des neukonzipierten Formats „Tipp der Woche“ ist im Wintersemester 2017/18 geplant. Ziel ist die Einblendung kurzer nutzergruppenspezifischer Informationstexte, welche nach der Anmeldung in TUMonline einmal angezeigt werden und wöchentlich wechseln.

Großes Verbesserungspotential wurde bzgl. der Authentifizierung gesehen. Der bisher implementierte Unified Login (gleiche Kennung und Passwort für mehrere IT-Systeme, vgl. Abschnitt 3.2.2.3) sollte durch ein flächendeckendes Single Sign-On (SSO, einmalige Anmeldung führt zur Authentifizierung und Autorisierung an mehreren Systemen) abgelöst werden. Die zentrale Lernplattform der TUM auf Basis von Moodle setzt dafür Shibboleth²¹ im Rahmen der DFN-AAI-Föderation²² erfolgreich ein. Bisher wurde aus Sicherheitsgründen und dem noch nicht vollständig gelösten Single Log-Out über Shibboleth von einer SSO Anbindung von TUMonline abgesehen.

Die Schnittstelle zwischen TUMonline und Moodle wurde auch auf Basis der Rückmeldungen dieser Umfrage optimiert und weiterentwickelt. Die von den Studierenden angeregte stärkere Fokussierung auf ein System für die Ablage von Lehrmaterial durch Dozierende wurde im Zusammenspiel mit dem Medienzentrum und der Studentischen Vertretung der TUM über Moodle vorangetrieben (vgl. Abschnitt 3.4.2). Die Anmeldung zu Lehrveranstaltungen der Carl von Linde-Akademie wird inzwischen direkt über TUMonline abgewickelt. Die von den Befragten vorgeschlagenen weiteren Funktionalitäten wurden im Kreis der Keyuser und im ITSZ thematisiert. Als erster Schritt zur besseren Anbindung der Bibliotheksdienste wurde die verpflichtende Zustimmung der Studierenden zu den Bibliotheksbestimmungen in TUMonline integriert.

²¹ Vgl. (Shibboleth Consortium)

²² Vgl. (DFN 2017b)

Das Layout von TUMonline wurde 2016 dem neuen Corporate Design der TUM angepasst, weitere Optimierungen vor allem im Hinblick auf die Unterstützung von mobilen Endgeräten werden mit CAMPUSonline 3.0 umgesetzt. Zwischenzeitlich ermöglicht die TUM Campus App (vgl. Abschnitt 3.3.4.5) den mobilen Zugriff auf TUMonline-Funktionalitäten.

3.3.6.5 Studiengangsbefragungen

Auch im Rahmen des Qualitätsmanagements der Lehre, welches zentraler Bestandteil der Systemakkreditierung der TUM (vgl. Abschnitt 2.2.6) ist, werden regelmäßige Evaluationen auf den drei Ebenen (i) Lehrveranstaltung, (ii) Studiengang und (iii) Fakultät durchgeführt. Konkrete Maßnahmen sind: Ebene (i) schriftliche Evaluation durch Teilnehmer der Lehrveranstaltung, Ebene (ii) Studierenden und Absolventen Befragungen und Ebene (iii) externe Begutachtungen von Forschung und Lehre der jeweiligen Fakultät. Die Erhebungen und Auswertungen der Befragungen der Ebenen (i) und (ii) erfolgen mit Hilfe von TUM EvaSys (vgl. Abschnitt 3.3.4.5). Der Kernprozess Evaluationszyklus im Bereich Studium und Lehre stellt das Vorgehen, das Zusammenspiel der drei Ebenen und die Häufigkeit der Evaluationen dar (Technische Universität München 2016c). Der Musterablauf der Studiengangsbefragung ist in der Prozessbeschreibung (Technische Universität München 2012) dokumentiert.

10. TUMonline										
Wie zufrieden sind Sie mit folgenden Funktionen von TUMonline?										
10.1	Bewerbungsprozess bzw. Immatrikulation	Sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	Sehr unzufrieden	<input type="checkbox"/>	k.A.				
10.2	An- / Abmeldung zu / von Lehrveranstaltungen (z.B. Übungen, Seminare)	Sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	Sehr unzufrieden	<input type="checkbox"/>	k.A.				
10.3	An- / Abmeldung zu / von Prüfungen	Sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	Sehr unzufrieden	<input type="checkbox"/>	k.A.				
10.4	Abrufen von Prüfungsergebnissen	Sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	Sehr unzufrieden	<input type="checkbox"/>	k.A.				
10.5	Ausgeben von Studienerfolgsnachweisen	Sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	Sehr unzufrieden	<input type="checkbox"/>	k.A.				
10.6	Stundenplanerstellung	Sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	Sehr unzufrieden	<input type="checkbox"/>	k.A.				
10.7	Abrufen des eigenen Studienfortschritts	Sehr zufrieden	<input type="checkbox"/>	Sehr unzufrieden	<input type="checkbox"/>	k.A.				

Abbildung 3.30: Abschnitt TUMonline des Rahmenfragebogens Studiengangsbefragung (deutsch)
[Quelle: (Technische Universität München 2014e, S. 4)]

Der den Fakultäten auf Deutsch und Englisch zentral zur Verfügung gestellte Rahmenfragebogen für Studiengangsbefragungen wurde über die Jahre fortentwickelt und enthält den dedizierten Abschnitt TUMonline (vgl. Abbildung 3.30) und seit 2014 auch einen Fragenblock zur IT-Ausstattung (vgl. Abbildung 3.31).

22. IT-Ausstattung	
22.1	Nutzen Sie die IT-Ausstattung? (z.B. PC Arbeitsplätze Ihrer Fakultät, die IT-Infrastruktur die Ihnen Ihre Fakultät zur Verfügung stellt) <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
22.2	Wofür nutzen Sie die IT-Ausstattung hauptsächlich? (Mehrfachnennungen möglich)
	<input type="checkbox"/> Literaturrecherche <input type="checkbox"/> TUMonline (z.B. LV-An-/Abmeldung) <input type="checkbox"/> Privat <input type="checkbox"/> Moodle <input type="checkbox"/> Hausaufgaben <input type="checkbox"/> Abschlussarbeiten <input type="checkbox"/> Sonstiges
22.3	Sonstiges wofür Sie die IT-Ausstattung nutzen: <input type="text"/>
22.4	Wie zufrieden sind Sie derzeit mit der IT-Ausstattung? Voll und ganz <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Überhaupt nicht <input type="checkbox"/> k.A.
22.5	Was fehlt Ihrer Ansicht nach im Bereich der IT-Ausstattung? <input type="text"/>

Abbildung 3.31: Abschnitt IT-Ausstattung des Rahmenfragebogens Studiengangsbefragung (deutsch)
[Quelle: (Technische Universität München 2014e, S. 9)]

Das Hochschulreferat Studium und Lehre (HRSL) erstellt für den Vorstand Lehre, das Parlament Lehre, das Hochschulpräsidium, den Senat und den Hochschulrat jährliche, hochschulinterne Berichte zur „Evaluation von Studium und Lehre an der TUM“, welche die Fallzahlen der im Berichtszeitraum durchgeführten Studiengangsbefragungen aller Fakultäten und deren wesentliche Ergebnisse anhand der Qualitätskriterien Studierbarkeit, Mobilität, Rahmenbedingungen, Note, Zufriedenheit, erneutes Studium und Berufsrelevanz auf Studiengangsebene zusammenfassen. Rückmeldungen zur IT-Ausstattung und zu IT-Systemen, wie dem Campus-Management-System TUMonline, werden im Bericht aufgeführt und sowohl im Qualitätsmanagementzirkel (QM-Zirkel) der jeweiligen Fakultät als auch in den zuständigen Gremien thematisiert und, sofern notwendig, Verbesserungsmaßnahmen beschlossen, deren Umsetzung vom jeweiligen QM-Zirkel überwacht werden.

Der Bericht für das Wintersemester 2014/15 und das Sommersemester 2015 (Technische Universität München 2016d) führt in Bezug auf TUMonline organisatorische Verbesserungsvorschläge der Studierenden auf, dazu gehören die frühzeitigere Bekanntgabe von Lehrveranstaltungsterminen und Terminen zur Prüfungseinsicht und die Aufschlüsselung von Übungs- und Tutorengruppen nach Ort und Zeit. Systemtechnisch sind keine Anpassungen zur Umsetzung dieser Anmerkungen in TUMonline erforderlich. Bei den Rahmenbedingungen fokussierten die Rückmeldungen der Studierenden auf fehlende Studierendenarbeitsplätze und den damit verbundenen Wunsch des Ausbaus der Nutzung des interaktiven Rauminformationssystems (IRIS, vgl. Abschnitt 3.3.4.6).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass TUMonline im Qualitätsmanagement der TUM nachhaltig verankert ist und die stete Rückkoppelung mit den Studierenden anhand der Studiengangsevaluationen sichergestellt wird. Rückmeldungen fließen sowohl über die Qualitätszirkel der Fakultäten in die Anpassung und Fortentwicklung des Systems, als auch der Schulungsunterlagen und Dokumentationen ein.

Im folgenden Abschnitt werden Erfahrungen und Anforderungen an die IT-Architektur einer Hochschule im Rahmen der Digitalisierung der Lehre anhand der Genese der organisatorischen Verortung, zentraler E-Learning Werkzeuge und des Projekts MOOCs@TUM akzentuiert.

3.4 Digitalisierung der Lehre

Im Kontext der IT-Architektur einer Hochschule spielen die Bedarfe im Zusammenhang mit der Digitalisierung der Lehre eine wichtige Rolle. Die TUM ist bereits seit Jahrzehnten federführend in diesem Bereich aktiv und im engen Austausch mit anderen Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Sie ist auch Trägerhochschule der virtuellen hochschule bayern (vhb), einem im Jahr 2000 gegründetem Verbundinstitut der bayerischen Hochschulen, welches hochschulübergreifend die Erstellung und den Einsatz von digitalen Lehrangeboten unterstützt. Der CIO der TUM stellt als vhb-Beauftragter der Hochschule und Mitglied der Programmkommission der vhb die Orchestrierung mit der E-Learning-Strategie (vgl. Abschnitt 3.2.2.4) der TUM sicher. Für einen technologischen Überblick sei auf (Pongratz 2010), (Bremer et al. 2015) und (Hochschulforum Digitalisierung 2016) verwiesen.

3.4.1 Organisatorische Verortung E-Learning

Das bereits 1988 an der TUM eingerichtete Medienzentrum wurde 1997 als Multimedia-Kompetenzzentrum neu adjustiert und war maßgeblich am Projekt electUM (vgl. Abschnitt 3.2.2.4) beteiligt. Im Jahr 2010 wurde es Teil des neugegründeten IT-Servicezentrums (vgl. Abschnitt 3.2.1.3) und in den folgenden Jahren zur zentralen Anlaufstelle („One-stop-shop“) rund um das Thema E-Learning bzw. Digitalisierung der Lehre ausgebaut.

Abbildung 3.32 zeigt die drei thematischen Aufgabenfelder des Medienzentrums (Stand 2016): (i) Digitale Lehre, (ii) Medienproduktion und (iii) Anwendungsbetreuung: (i) umfasst die mediendidaktische und technische Beratung und die aktive Hilfestellung von der Planung über die Produktion bis zum nachhaltigen Einsatz. Für Dozierende werden regelmäßig ausgewählte Werkzeuge zur Unterstützung von Lehr- und Lernprozessen getestet und im Rahmen von Weiterbildungsmaßnahmen und auf den Webseiten des Medienzentrums vorgestellt. (ii) gliedert sich in Design und Multimedia, wobei das Angebotsspektrum von der Corporate Design-konformen Gestaltung von Druckerzeugnissen über Videoproduktionen bis zu Veranstaltungsaufzeichnungen reicht. (iii) steht für die Unterstützung der Lehrenden und Lernenden bei der Nutzung der zentrale Lernplattform der TUM auf der Basis der Open-Source-Software Moodle (s. Abschnitt 3.4.2), den MOOC-Plattformen von Coursera und edX (s. Abschnitt 3.4.3) und der Vorlesungsaufzeichnungsplattform Mediasite²³, insofern deren Pilotierung erfolgreich verläuft und eine Überführung in den Regelbetrieb vorgenommen wird.

²³ Die Mediasite Video Plattform der Firma Sonic Foundry Inc. ist eine Komplettlösung für Vorlesungsaufzeichnungen und umfasst Aufzeichnungsgeräte und eine online Plattform für die Speicherung und Zurverfügungstellung (Sonic Foundry Inc. 2017).

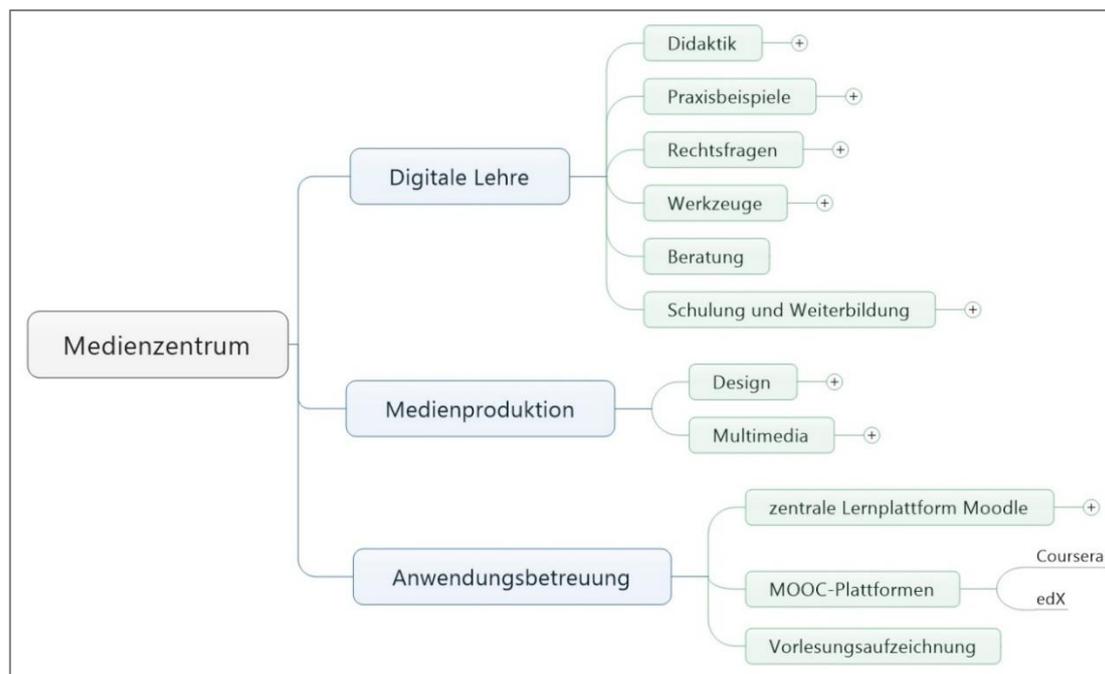


Abbildung 3.32: Aufgabenfelder Medienzentrum der TUM, Stand 2016
[Quelle: eigene Darstellung]

Um eine noch stärkere Verankerung der Digitalisierung der Lehre bei den Dozierenden zu erreichen und um vorhandene Kompetenzen zu bündeln und somit neue Synergien zu ermöglichen, hat das Hochschulpräsidium der TUM die Zusammenlegung des Medienzentrums mit der Hochschuldidaktik (ProLehre) beschlossen. Stand September 2017 wird noch an der detaillierten Ausgestaltung der neuen zentralen Serviceeinheit TUM ProLehre Medien und Didaktik gearbeitet.

3.4.2 Zentrale Lernplattform und weitere E-Learning Werkzeuge

Die Einführung einer zentralen Lernplattform für E-Learning an der TUM geht auf das DFG-geförderte Projekt IntegraTUM (vgl. Abschnitt 3.2.2.3) und das BMBF-geförderte Projekt elecTUM (vgl. Abschnitt 3.2.2.4) zurück. Ab dem WS 2010/11 wurde das Open-Source LMS Moodle, anfänglich pilotweise nur für die Fakultät TUM School of Education (EDU), als Alternative zum kommerziellen LMS CLIX der Firma imc AG an der TUM eingeführt. Die Umstellung erfolgte schrittweise; ab dem WS 2011/12 stand CLIX als LMS an der TUM nicht mehr zur Verfügung. Abbildung 3.33 zeigt die Entwicklung der Anzahl der aktiven Lehrveranstaltungen im jeweiligen LMS der TUM. Es ist anzumerken, dass für das WS 2010/11 keine Zahlen mehr für CLIX ermittelt werden konnten. Die Pilotierung von Moodle durch die Fakultät EDU im WS 2010/11 ist auch in der Grafik dargestellt. Im WS 2015/16 waren 2.992 Lehrveranstaltungen von 5.287 Dozierenden in Moodle aktiv, 65.047 Personen waren im System registriert.

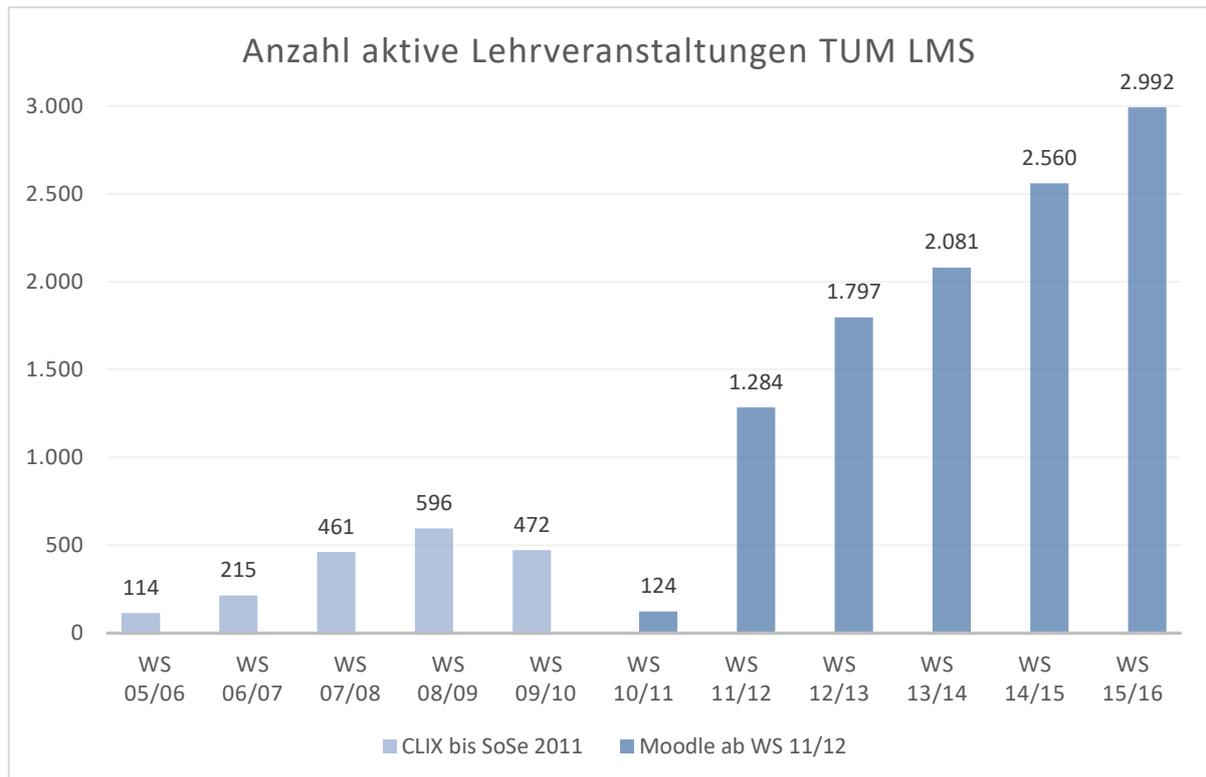


Abbildung 3.33: Entwicklung der Anzahl der aktiven Lehrveranstaltungen im TUM LMS
[Quelle: eigene Darstellung]

Neben TUMonline wurden zur noch besseren IT-technischen Abbildung von Lehr-/Lernszenarien weitere E-Learning Werkzeuge in das TUM LMS ein- bzw. angebunden. Dazu gehören auch die Moodle Plug-ins Etherpad Lite (The Etherpad Foundation 2017) und CodeRunner (CodeRunner 2017). Das Etherpad Plug-in ermöglicht die synchrone Bearbeitung von Texten durch mehrere Kursteilnehmer. Mit der Hilfe des CodeRunner Plug-ins können Programmieraufgaben als Tests in Kurse integriert werden. Virtual Classroom Szenarien können über ein Plug-in per DFN Adobe Connect-Dienst (DFN 2017a) in Moodle abgebildet werden. Lehrvideos können von Dozierenden über den LRZ Wowza Streaming-Server (LRZ 2016b) ins TUM LMS eingebunden werden.

Die folgenden Abschnitte führen die Anbindung des TUM LMS an das CMS TUMonline und das Serviceangebot des digitalen Semesterapparates aus.

3.4.2.1 Anbindung an das Campus-Management-System

Die Anbindung des TUM LMS Moodle an das CMS TUMonline wurde in Abschnitt 3.2.2.5 und Abbildung 3.12 bereits skizziert. Sie wurde auf vielfachen Nutzerwunsch zum WS 2012/13 unter Koordination von Dr. Matthias Baume um die Möglichkeit der Übertragung von Lehrveranstaltungsgruppen erweitert und in den folgenden Jahren auch im Zusammenspiel mit der TU Graz kontinuierlich bzgl. der Performance optimiert.

Zu den aus TUMonline übertragenden Attributen von als E-Learning-unterstützte kategorisierte Veranstaltungen nach Moodle gehören: Name, Kurzname, Startdatum, Jahr und Semester der Veranstaltung, Stammdaten Dozierende, Gruppenname(n) und Stammdaten der angemeldeten Teilnehmer. TUMonline wurde als führendes System für diese Attribute definiert, somit werden Änderungen in TUMonline nach Moodle übertragen, aber nicht vice versa.

3.4.2.2 Digitaler Semesterapparat

Seit 2014 ermöglicht ein neuer Service in Kooperation zwischen Medienzentrum und Universitätsbibliothek die Zurverfügungstellung von digitalen Semesterapparaten in Moodle. Die Bestellung von Literatur-Auszügen erfolgt anhand der ISBN-Nummer des jeweiligen Werkes und der Angabe der gewünschten Seiten direkt im Moodle-Kurs durch den Dozierenden. Diese Angaben werden per Schnittstelle an die Bibliothek übermittelt, welche die Digitalisierung veranlasst. Das fertige Digitalisat wird vollautomatisch dem jeweiligen Moodle-Kurs zugeordnet.

Die Grundlagen wurden bereits 2011 von Patrick Meyer und Tobias Niedl im Rahmen des interdisziplinären Projekts „Realisierung eines in Moodle integrierten Semesterapparates“ (Meyer und Niedl 2011) unter Betreuung von Dr. Matthias Baume und Dr. Angila Paikar-Meгаiz erarbeitet. Im WS 2016/17 waren insgesamt 670 Quellen als digitale Semesterapparate in Moodle-Kurse eingebunden.

3.4.3 Massive Open Online Courses (MOOCs)

Als „Massive Open Online Courses“ (MOOCs) werden meist kostenlose, vollständig online durchgeführte Lerneinheiten ohne Zulassungsvoraussetzungen bezeichnet, welche um 2012 weltweit und ab 2013 auch in Deutschland große mediale Aufmerksamkeit erlangten. Der Begriff MOOC wurde bereits 2008 von David Cormier und George Siemens geprägt (Cormier 2008). Die Zeitung The New York Times rief im November 2012 das Jahr des MOOCs aus („The Year of the MOOC“, vgl. (Pappano 2012)). Auch in Deutschland beschäftigten sich viele Organisationen, Gremien und Forschende mit dem Hype. Mit möglichen Potenzialen und Problemen im Kontext von MOOCs befasste sich auch 2014 die HRK im Rahmen der Schriftenreihe Beiträge zur Hochschulpolitik (Schultz 2014). Wulf et al. gehen auf didaktische Mechanismen, Technologien und Geschäftsmodelle ein (Wulf et al. 2014). Die Expertenkommission Forschung und Innovation der Bundesregierung bewertete „MOOCs als Innovation im Bildungsbereich“ (EFI 2015, S. 52) in ihrem Gutachten 2015 und formulierte entsprechende Empfehlungen an die Hochschulen und die Bildungspolitik (EFI 2015, S. 57).

Sogenannte MOOC-Plattformen unterstützen die Dozierenden bei der Werbung nach Teilnehmern, der Durchführung und Abwicklung ihrer Kurse. Der Funktionsumfang, die Zielgruppe und auch das Geschäftsmodell der Plattformen unterscheiden sich teilweise stark. Das Spektrum reicht von der Open Source Implementierung (openedx, <https://open.edx.org/>), über die mit öffentlichen Mitteln geförderten Plattform (iMooX, <https://imoox.at>) bis zum Risikokapital-finanzierten Startup (Coursera, <https://www.coursera.org/>). Zu den Kernunterschieden

zwischen MOOC-Plattformen und klassischen LMS gehören: Benutzerkreis (offen / geschlossen), Teilnehmerzahl pro Kurs (bis zu hunderttausende / meist nur hunderte), Herkunft Dozierende (weltweit / eigene Organisation) und Sprachunterstützung (mehrere Sprachen / eine Sprache).

Die TUM schloss unter Federführung des CIO als erste deutsche Hochschule 2013 Kooperationsverträge mit den beiden renommierten amerikanischen MOOC-Plattformen Coursera und edX ab und initiierte flankierend das MOOCs@TUM-Förderprogramm für die Erstellung und Durchführung von fünf hochqualitativen MOOCs mit einem Gesamtvolumen von 250.000 €. Zielsetzung ist die Ansprache von potentiellen Masterstudierenden weltweit. In Tabelle 3.7 sind die im Rahmen von MOOCs@TUM geförderten Kurse nach Startdatum sortiert aufgeführt. Die MOOCs erfreuten sich großen Zuspruchs, insgesamt wurden sie bereits von weit über 100.000 Personen von überall auf der Welt belegt.

MOOC-Name	Dozierende	Fakultät	Beginn	Plattform
Einführung in Computer Vision	Prof. Dr. Martin Kleinsteußer	EI	01/2014	Coursera
Autonomous Navigation for Flying Robots	Dr. Jürgen Sturm Prof. Dr. Daniel Cremers	IN	01/2014	edX
Grundlagenkurs Unfallchirurgie	Prof. Dr. Peter Biberthaler	ME	05/2014	Coursera
Quality Engineering & Management	Prof. Dr. Holly Ott Prof. Dr. Martin Grunow	WI	07/2015	edX
Einführung in MATLAB	PD Dr. Christian Karpfinger	MA	09/2016	edX

Tabelle 3.7: Im Rahmen von MOOCs@TUM geförderte MOOCs der TUM
[Quelle: eigene Darstellung]

Für die Produktion der Videosequenzen wurde ein MOOC-Studio im Medienzentrum der TUM eingerichtet. Das TUM MOOC-Handbuch hilft Dozierenden bei der Vorbereitung, Planung, Produktion und Plattformwahl anhand eines Musterzeitplans, umfangreichen Checklisten und vertiefenden Informationen (Kruse 2016).

Für einen vertiefenden Überblick zum Begriff, dem Hype, einer Stärken-Schwächen-Analyse für den Einsatz von MOOCs für Hochschulen und Analysen zu den im Rahmen des ersten Förderprogramms MOOCs@TUM durchgeführten Kursen sei auf Kruse und Pongratz (Kruse und Pongratz 2017) verwiesen. Die MOOC-Strategie der TUM ist in (GATE-Germany 2016, S. 54 ff.) und (Pongratz 2014b) beschrieben. Ende 2015 wurde ein zweites Förderprogramm im Kontext von MOOCs vom Hochschulpräsidium der TUM beschlossen. Die Ausschreibung MOOCs4MASTERS fördert bis zu 10 englischsprachige MOOCs mit jeweils bis zu 25.000 €, welche die Vorbereitung auf ein Masterstudium an der TUM unterstützen. Bis September 2017 wurden sechs Anträge im Rahmen der Ausschreibung für die Produktion ausgewählt (Technische Universität München 2017b).

Aufgrund des Datenschutzes ist die Teilnahme an MOOCs der TUM für Studierende der TUM auf rein freiwilliger Basis, da sowohl Coursera, als auch edX, die Daten ihrer cloudbasierten MOOC-Plattformen nicht innerhalb des EWR speichern.

3.4.4 Academic & Learning Analytics

Die Weiterentwicklung des klassischen Berichtswesens zur Vorhersage von Entwicklungen und Ereignissen auf der Grundlage von Geschäftsdaten wird als Business Analytics bezeichnet. Für den Hochschulbereich wurde für den Einsatz von Business Analytics der Begriff Academic Analytics geprägt, wobei im Kontext des Lernerfolgs von Learning Analytics gesprochen wird. Für eine detaillierte Begriffsabgrenzung, Einsatzszenarien und erste Erfahrungen sei auf Baumann und Pongratz verwiesen (Baumann und Pongratz 2013).

Im Rahmen der Masterarbeit „Academic Analytics: Einsatzszenarien, prototypische Implementierung und Evaluation“ von Maryna Ivanova (Ivanova 2015) wurden auf der Basis einer detaillierten Anforderungsanalyse im Zusammenspiel mit einer Pilotfakultät der TUM prototypische Vorhersagemodelle entwickelt. Aus den zehn erarbeiteten Anforderungen wurde in Abstimmung mit dem Betreuer, dem Autor dieser Arbeit, die Analyse des Studienerfolgs anhand des Zulassungsverfahrens im Bachelorstudiengang Mathematik zur Implementierung ausgewählt. Die Umsetzung erfolgte anhand von anonymisierten Daten mit SAP HANA im Zusammenspiel mit dem SAP University Competence Centers (UCC), welches am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik der Fakultät für Informatik von Prof. Dr. Helmut Krcmar angesiedelt ist. Es wurden verschiedene Modelle für die Vorhersage des Studienerfolgs von Studierenden implementiert, trainiert und evaluiert. Das beste Ergebnis wurde mit einem Entscheidungsbaummodell erzielt. Dieses erreichte bei einem Training mit zwei Kohorten und einer Überprüfung mit einer Kohorte eine Genauigkeit von 75,3%. In Zusammenarbeit mit SAP wird an der Evaluierung und Implementierung weiterer Modelle gearbeitet. Eine Integration in das Berichtswesen der TUM ist geplant. Auch im Bereich der Learning Analytics wird an Teststellungen gearbeitet.

3.5 IT-Sicherheit und Datenschutz

Die IT-Sicherheit und der Datenschutz müssen eine zentrale Rolle bei der nachhaltigen Konzeption der IT-Architektur einer Hochschule spielen. Um dies zu gewährleisten wurde ein Kategorisierungsmodell für schützenswerte Daten der Domäne Hochschule entwickelt und ein zentrales IT-Sicherheitsmeldewesen an der TUM eingeführt. Neu geschaffen wurde 2012 die Position der Referentin für IT-Sicherheit und Datenschutz, welche den Datenschutzbeauftragten der TUM, Prof. Dr. Uwe Baumgarten, einerseits bei seiner Arbeit unterstützt und andererseits das Meldewesen und flankierende Sensibilisierungsmaßnahmen koordiniert und durchführt.

Im Kontext des Datenschutzes regelt Artikel 10 BayDSG die Auskunft über gespeicherte personenbezogene Daten auf Antrag. Für den detaillierten Ablauf eines Auskunftersuchens an

der TUM sei auf (Technische Universität München 2014a) verwiesen. Der Ablauf eines Auskunftersuchens ist in Abbildung 3.34 detailliert dargestellt.

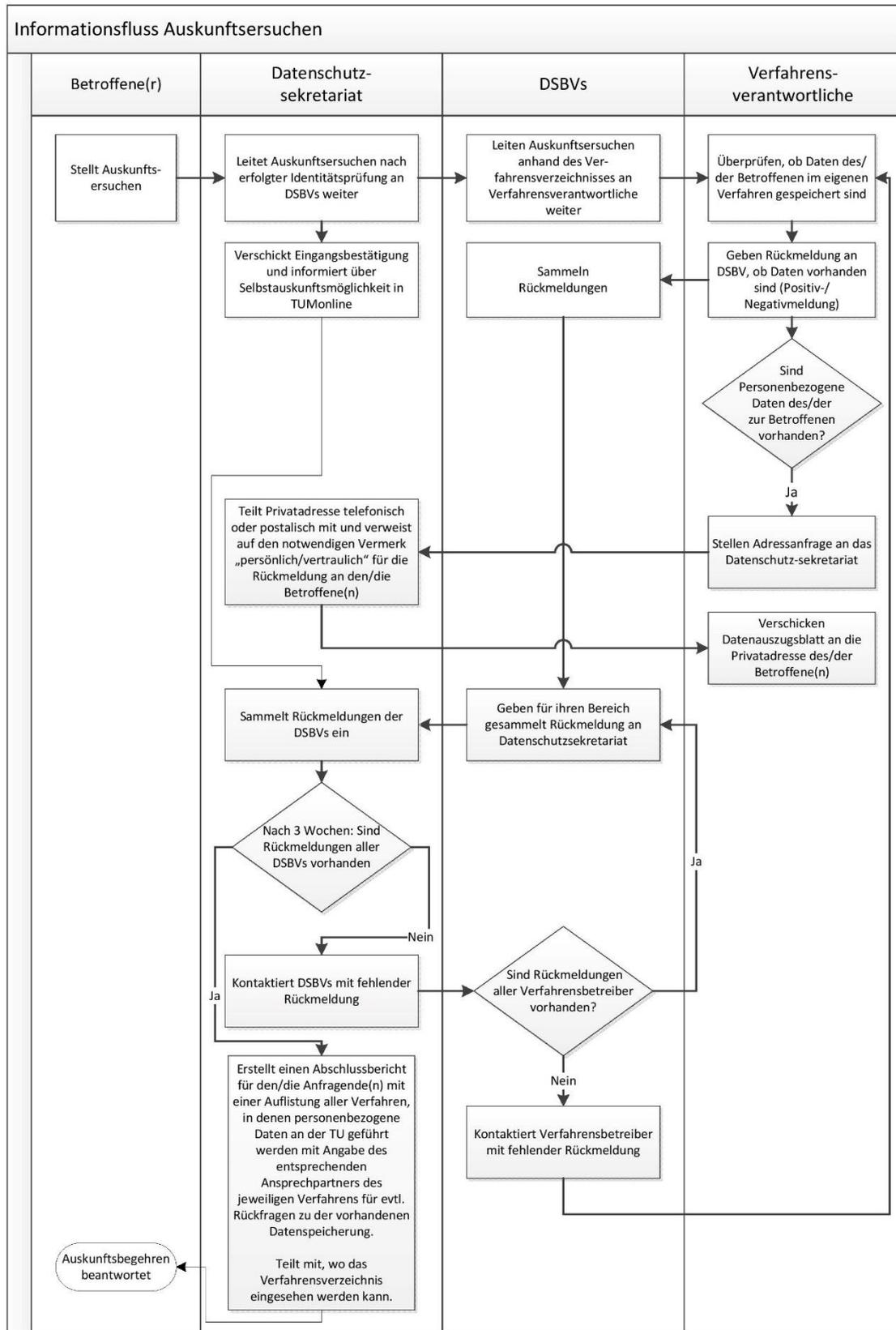


Abbildung 3.34: Prozess Auskunftersuchen nach Artikel 10 BayDSG an der TUM [Quelle: (Technische Universität München 2014d)]

Für eine Selbstauskunft über die im Campus-Management-System TUMonline gespeicherten persönlichen Daten wird ein Leitfaden inklusive Anleitung zur Verfügung gestellt.

Im Rahmen der nach Artikel 26 BayDSG verpflichtenden datenschutzrechtlichen Verfahrensfreigabe von automatisierten Verfahren, welche personenbezogene Daten verarbeiten, werden Löschfristen für die Speicherung von personenbezogenen Attributen in der jeweiligen Verfahrensbeschreibung definiert und vom Datenschutzbeauftragten der TUM geprüft. Alle freigegebenen Verfahren werden im Verfahrensverzeichnis der Universität dokumentiert und die jeweiligen Verfahrensverantwortlichen regelmäßig vom Datenschutz-Büro der TUM hinsichtlich etwaiger Verfahrensanpassungen kontaktiert.

2013 fand vom Bayerischen Landesbeauftragten für den Datenschutz eine Prüfung der technischen und organisatorischen Maßnahmen nach Artikel 7 BayDSG der TUM statt. Geprüft wurden die von der TUM genutzten Basisdienste des LRZ, wobei das Hauptaugenmerk auf dem Dienst E-Mail lag. Als Mängel wurden dokumentiert: Nicht alle Internetauftritte der TUM verfügten über Datenschutzerklärungen, fehlendes Impressum beim Outlook Web App-Portal und fehlende Verträge zur Auftragsdatenverarbeitung (ADV) zwischen TUM und LRZ (Der Bayerische Landesbeauftragte für den Datenschutz 2013). Alle aufgeführten Defizite wurden zeitnahe behoben, die ausgearbeitete ADV-Vertragsvorlage wurde anderen Hochschulen zur Verfügung gestellt und dient als Muster.

3.5.1 Kategorisierungsmodell schützenswerte Daten im Hochschulbereich

Abbildung 3.35 zeigt ein Kategorisierungsmodell nach Pongratz (Pongratz 2009, S. G-2 ff.), welches auf den rechtlichen Grundlagen zu personenbezogenen Daten fußt und Beispiele für schützenswerte Daten in der Domäne Hochschule zeigt. Die ursprüngliche Bezeichnung „sensible Daten“ wurde in „schützenswerte Daten“ abgeändert, da „sensible Daten“ zwischenzeitlich mit „besondere Arten personenbezogener Daten“ nach Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) gleichgesetzt werden. Diese umfassen nach Artikel 3 Abs. 9 BDSG „Angaben über die rassische und ethnische Herkunft, politische Meinungen, religiöse oder philosophische Überzeugungen, Gewerkschaftszugehörigkeit, Gesundheit oder Sexualleben.“

Das Kategorisierungsmodell gliedert verschiedene Personengruppen (Subjekte), organisatorische Einheiten (Objekte) und IT-Systeme und führt jeweils Beispiele zu schützenswerten Daten als Ontologien auf. Für eine detaillierte Beschreibung des Modells und konkrete Attributlisten sei auf Pongratz (Pongratz 2009, S. G-2 ff.) verwiesen.

Anhand des Modells können der Schutzbedarf von schützenswerten Daten und die jeweilige Zuständigkeit in unterschiedlichen Granularitäten innerhalb einer Hochschule bzw. Organisation klar definiert und regelmäßig überprüft werden. Davon unabhängig sind natürlich auch die weiteren Schutzziele der IT-Sicherheit (vgl. Abschnitt 2.4.3) zu thematisieren und einzuhalten.

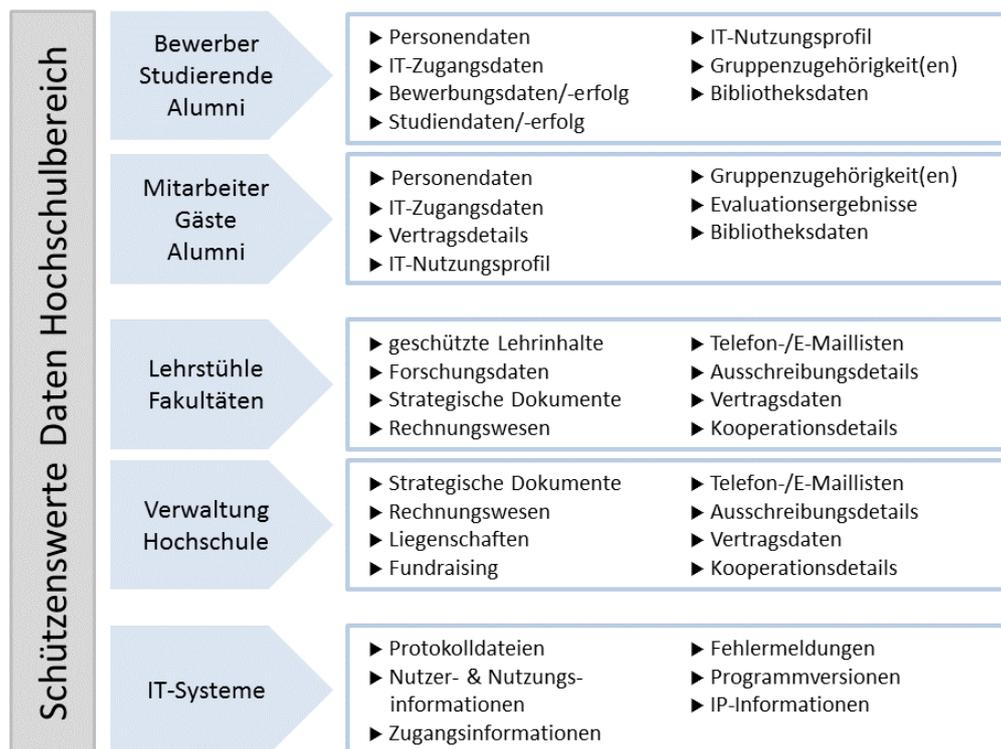


Abbildung 3.35: Kategorisierungsmodell schützenswerte Daten im Hochschulbereich
[Quelle: in Anlehnung an (Pongratz 2009, S. G-3)]

3.5.2 Zentrales IT-Sicherheitsmeldewesen

Bereits 2012 wurde auf Initiative des CIO der TUM ein hochschulweites Meldewesen für IT-sicherheitsrelevante Vorfälle und Schwachstellen eingeführt. Neben der Sammlung und Bewertung von Meldungen umfasst es auch flankierende Maßnahmen zur Förderung des IT-Sicherheitsbewusstseins und gibt Hilfestellung zur Wiederherstellung des Regelbetriebs nach einem Vorfall. Dies umfasst auch die Kontaktaufnahme mit Strafverfolgungsbehörden und mit vom Vorfall betroffenen Personen.

Konkret sind alle sicherheitsrelevanten Vorfälle und Schwachstellen zu melden, dazu gehören der „Verlust von elektronischen Geräten, auf denen schützenswerte Daten gespeichert sind; Einbruch von Hackern in IT-Systeme der TUM; Verbreitung von Schadcode durch von der TUM betriebene IT-Systeme; Kompromittierung von Zugangsdaten; sicherheitskritische Schwachstellen bei im Einsatz befindlichen IT-Geräten und IT-Systemen.“ (Pongratz 2012a)

Die Abwicklung erfolgt über eine gesonderte Warteschlange im zentralen Trouble-Ticket-System OTRS des IT-Supports der TUM. Der CIO wird regelmäßig und bei schwerwiegenden Fällen unverzüglich informiert. Die Einbindung des Hochschulpräsidiums, des Datenschutzbeauftragten, des Sicherheitsbeauftragten und des Personalrats erfolgt nach Bedarf durch den CIO.

Das zentrale IT-Sicherheitsmeldewesen der TUM könnte Vorbild für andere Hochschulen sein, da Artikel 33 EU-DSGVO die „Meldung von Verletzungen des Schutzes personenbezogener Daten an die Aufsichtsbehörde“ (Europäische Union (EU) 24.05.2016; Sydow 2016) vorsieht und ab 25.05.2018 Anwendung findet.

3.5.3 Sensibilisierungskampagnen und Beratung

Zur Stärkung des IT-Sicherheitsbewusstseins werden unter Leitung der Referentin für IT-Sicherheit und Datenschutz Angelika Müller laufend Sensibilisierungsmaßnahmen mit den Zielgruppen Beschäftigte und Studierende an der TUM durchgeführt. 2016 gehörten zu den durchgeführten Aktionen auch ein Aprilscherz, zusätzlich zum gemeinsamen Sicherheits- und Datenschutztag mit dem LRZ diverse Vortrags- und Workshop-Veranstaltungen und die jährliche Sensibilisierungskampagne für Erstsemester erfolgte erstmalig im Rahmen des European Cyber Security Month (ECSM). Für eine ausführliche Darstellung des Maßnahmenkatalogs und der Erfahrungen der TUM sei auf Müller und Pongratz (Müller und Pongratz 2017) verwiesen. Einen guten Überblick über Ansätze und Maßnahmen verschiedener deutscher Hochschulen gibt Böttger (Böttger 2017).

Neben aktuellen Sicherheitshinweisen umfasst das zentrale Serviceangebot der TUM auch eine Beratung bzgl. betrügerischer E-Mails. Studierende und Beschäftigte können verdächtige Nachrichten zur Analyse weiterleiten. Eine Sammlung aktueller Beispiel-Nachrichten, Tipps zur Erkennung und ein Selbstlernstest stehen auf den Webseiten des ITSZ zur Verfügung (Technische Universität München 2017c).

Öffentlich bekanntwerdende Datenpannen von Unternehmen und Organisationen werden hinsichtlich einer Datenkompromittierung von TUM-Mitgliedern analysiert und betroffene Personen proaktiv informiert. Dieses Vorgehen wurde erstmals 2013 in Bezug auf den sogenannten Adobe-Hack (Ducklin 2013) vom Autor dieser Arbeit durchgeführt. Der im Netz öffentlich auffindbare Datensatz mit Nutzerdaten (ID, E-Mail, verschl. Passwort, teilweise Antwort auf Sicherheitsfrage) der Firma Adobe Systems Incorporated, kurz Adobe, hat einen Umfang von ca. 10 GB und enthält 153 Mio. Datensätze, davon 130 Mio. mit Passwort und 43,8 Mio. mit Sicherheitsantwort. Insgesamt 1.728 Datensätze konnten anhand der E-Mail-Adresse Mitgliedern der TUM zugeordnet werden, welche zeitnah darüber informiert wurden. Die TUM konnte einer Vielzahl an anderen Einrichtungen in dieser Sache Hilfestellung leisten, da der Datensatz auch ca. 5,3 Mio. E-Mail-Adressen mit Kennwörtern von deutschen Domains beinhaltet. Dazu gehören öffentliche Einrichtungen wie Hochschulen, Ministerien, Polizeidienststellen und Mitglieder des Deutschen Bundestages, aber auch Unternehmen, Medienanstalten und Parteiorganisationen.

In der Folge wurden vom CIO der TUM Gespräche zur Optimierung der Informations- und Warnkette mit Vertretern des Computer Emergency Response Team (CERT)-Bund/BSI, des Bayern-CERT, des DFN-CERT, des Cyber-Allianz-Zentrum Bayern (CAZ) im Bayerischen Landesamt für Verfassungsschutz und des Bayerischen Innenministeriums geführt.

Seither steht die TUM im engen Austausch mit dem CAZ, den CERTs anderer Einrichtungen und Hochschulen und ist seit 2014 Mitglied der Allianz für Cyber-Sicherheit, einer Initiative des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), welche im Zusammenspiel mit dem Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (BITKOM) 2012 gegründet wurde (BSI 2017).

3.6 IT-Support

Die Einführung des IT Service Desk der TUM, kurz „IT-Support“, als zentrale Anlaufstelle geht auf das Großprojekt IntegraTUM (vgl. Abschnitt 3.2.2.3) zurück und wurde im Oktober 2006 begonnen. Der Aufbau orientiert sich an der IT Infrastructure Library (ITIL). Für einen Rückblick auf die Aufbauphase und in den ersten Jahren gesammelte Erfahrungen sei auf Vellguth (Vellguth 2010) verwiesen.

Die erfolgskritische Rolle des IT-Supports in Bezug auf die Einführung und den Regelbetrieb des Campus-Management-Systems TUMonline und die im Rahmen einer Studienarbeit durchgeführte qualitative Evaluation und Optimierung der Abläufe wurden bereits in den Abschnitten 3.3.5 und 3.3.6.3 ausgeführt.

Stand Februar 2017 wird seit 2006 das Open Source Trouble-Ticket-System Open Technology Real Service, kurz OTRS Free, der OTRS AG eingesetzt, aktuell in der Version 5 (OTRS 2017).

Insgesamt wurden 2016 rund 172.000 Anfragen im System verarbeitet, davon 22.400 Anfragen im 1st Level Support. Stand Februar 2017 sind 409 Warteschlangen konfiguriert und 627 Nutzer für die Bearbeitung der Anfragen registriert. Der 1st Level Support wird hauptsächlich von zwei Mitarbeitern und 11 studentischen Hilfskräften abgewickelt. Die Lösungsrate im 1st Level Support ohne Anfragen an das Studierenden-Service-Zentrum lag im zweiten Halbjahr 2016 bei 88%.

Der CIO und die Leitung des ITSZ erhalten halbjährliche Berichte zur Gesamtstatistik, Lösungsrate, Anzahl der OTRS-Nutzer und -Warteschlangen, wichtigen Ereignissen im Berichtszeitraum und geplanten Aktivitäten im nächsten Berichtszeitraum. In größeren zeitlichen Intervallen berichtet die Leiterin des IT-Support, Karmela Vellguth, auch im CIO/IO-Gremium der TUM.

Zur Entlastung des IT-Supports von Nutzeranfragen aufgrund von Systemstörungen und -wartungen wurde von Albert Lauchner der zentrale Störungs- und Wartungsmelder für TUM IT-Systeme entwickelt. Das leichtgewichtige Tool ermöglicht die Erfassung von geplanten Wartungen und Störungen im Systembetrieb und generiert daraus entsprechende Kalendereinträge im Störungs- und Wartungskalender der TUM. Diese Meldungen werden auf den Webseiten des ITSZ dargestellt und können per E-Mail-Verteiler abonniert werden. Der Kalender kann auch direkt in einen Groupware-Client eingebunden werden. Außerdem ermöglicht

ein Plug-In die Integration in weitere TYPO3-Webseiten (Technische Universität München 2014c).

Als neue Serviceleistung des IT-Supports wurde im Sommer 2016 die Video-Identifizierung für die Passwortzurücksetzung eingeführt. Die Umsetzung erfolgt über den Webkonferenzdienst meet.lrz.de des LRZ, welcher auf der Softwarelösung Jitsi (Jitsi 2017) aufsetzt und von allen gängigen Web-Browsern ohne gesondertes Plug-In per WebRTC unterstützt wird. Es ist allerdings festzuhalten, dass dieser neue Service im Jahr 2016 nur einmal genutzt wurde.

Die Leitungen der Service Desks der Münchner Hochschulen und der bayerischen Universitäten treffen sich regelmäßig zum Erfahrungsaustausch. Ein vom Autor dieser Arbeit vorgeschlagener Ansatz zur föderierten Bearbeitung von Supportanfragen auf regionaler, Landes- bzw. TU9-Ebene wurde bislang aufgrund von niedrigen Fallzahlen (München), verschiedenen Konfigurationen (Bayern) und unterschiedlichen gesetzlichen Regelungen (TU9) noch nicht weiterverfolgt. Im Kontext von bundes- bzw. landesweiten Rahmenverträgen zur Beschaffung bzw. Nutzung von Soft-, Hardware und IT-Dienstleistungen lässt sich signifikantes Optimierungspotential vermuten.

3.7 TUM Agenda IT

Die Fortentwicklung der Informationstechnologie an der TUM im Allgemeinen wird über zentrale IT-Projekte sichergestellt, über deren Fortschritt regelmäßig in Gremien berichtet, sowie im Web dokumentiert wird (Technische Universität München 2017a).

Für den schnellen Überblick über den Status quo des IT-Portfolios und abgeschlossene, laufende bzw. geplante IT-Projekte wurde 2012 vom CIO die sogenannte TUM Agenda IT eingeführt. Sie wurde und wird in den folgenden Hochschulgremien diskutiert und fortgeschrieben: CIO/IO-Gremium (vgl. Abschnitt 3.2.1.2), Hochschulpräsidium, Erweitertes Hochschulpräsidium und Hochschulrat.

Abbildung 3.36 zeigt die TUM Agenda IT Stand Oktober 2016. Sie gliedert sich in die Bereiche Kernsysteme, Strukturen & Management, Service & Kommunikation, Infrastruktur und Projekte. Die Begriffe sind in den einzelnen Bereichen nach Status (schwarz = im Produktiveinsatz bzw. abgeschlossen, blau = in Umsetzung, rot = geplant) und Alphabet sortiert. Für eine detaillierte Darstellung der einzelnen Elemente sei auf die IT-Webseiten der TUM (Technische Universität München 2017a) und Pongratz (Pongratz 2014a, S. 132 f.) verwiesen.

Kernsysteme	Strukturen & Management	Service & Kommunikation	Projekte
Campus Management Content Management Data Warehouse Dokumentenmanagement Dokumenten- & Publikationsserver E-Mail / Groupware E-Learning Evaluation Netzwerk-Speicher Personal- & Finanzmanagement Trouble Ticket Verzeichnisdienst Wiki	CIO/IO-Gremium CIP/WAP-Gruppe ITSZ-Steuerkreis ITSZ-Treffen QM-Zirkel Benutzungsrichtlinien Meldewesen IT-Sicherheit Passwort-Policy Web-Styleguide Lieferanten- & Technologiengmt. Forschungsdaten-Policy Update Web-Strategie	Campus Lizenzen Dienstleistungskatalog LS-Starterpaket IT- & ITSZ-Newsletter Schulungen www.it.tum.de Infrastruktur TUM PC HPC-Housing WLAN-Ausbau	De-Mail-Pilotierung MOOCs@TUM Prüfungsterminplanung Academic Analytics DocGS Forschungsdatenmgmt Katastrophenbenachrichtigung Nutzerzertifizierung ORCID Tenure Track TUMnet Vorlesungsaufzeichnung E-Government Meldung VG Wort

Abbildung 3.36: TUM Agenda IT, Stand Oktober 2016
 [Quelle: eigene Darstellung]

3.8 Exkurs: De-Mail

De-Mail ist ein gesetzlich geregeltes, gebührenpflichtiges, von staatlich zugelassenen Anbietern betriebenes Verfahren für die nachweisbare und rechtssichere Kommunikation. Eigenschaften des Verfahrens sind die geprüften und eindeutigen Identitäten von Absendern und Empfängern. Außerdem werden Nachrichten zustellungsgesichert über verschlüsselte Transportwege übermittelt. Eine Ende-zu-Ende Verschlüsselung von Inhalten per PGP (Pretty Good Privacy)-Verfahren wurde 2015 nachimplementiert. De-Mail kann als elektronisches Einschreiben genutzt werden.

Das De-Mail-Gesetz (Deutscher Bundestag 03.05.2011) trat 2011 in Kraft und regelt im Detail den Zugang zum Verfahren, die Akkreditierung von Diensteanbietern und Aufsichtsmaßnahmen. Das E-Government-Gesetz des Bundes (vgl. Abschnitte 2.2.4.4 und 2.4.4) sieht für die meisten Bundesbehörden die Nutzung von De-Mail vor. Auf Landesebene ist der Stand in Deutschland noch uneinheitlich, da bisher nicht jedes Bundesland ein eigenes Landes-E-Government-Gesetz verabschiedet hat. Der Einsatz von De-Mail erlaubt die rechtsverbindliche, Schriftform ersetzende elektronische Kommunikation in Deutschland.

Die Technische Universität München beteiligte sich am Pilotprojekt De-Mail der Stabsstelle des IT-Beauftragten der Bayerischen Staatsregierung im Bayerischen Staatsministerium der Finanzen und erprobte den Einsatz von De-Mail anhand einer Portal- und einer Gateway-Lösung. Es ist festzuhalten, dass der prinzipielle Einsatz funktioniert, allerdings bisher die Verbreitung von De-Mail in Deutschland sehr gering ist.

Abbildung 3.37 zeigt eine Sammlung von Einsatzmöglichkeiten von De-Mail für die elektronische Abwicklung von bisher Schriftform erfordernden Geschäftsprozessen. Vor allem im Bereich des studentischen Lebenszyklus und im Personalwesen könnte der Einsatz von Schriftform ersetzenden Verfahren Medienbrüche vermeiden und große Effizienzsteigerung bedeuten. Auch im Bereich der Nutzerzertifikatserstellung und für datenschutzrechtliche Auskunftsbegehren wurden Einsatzszenarien erarbeitet.

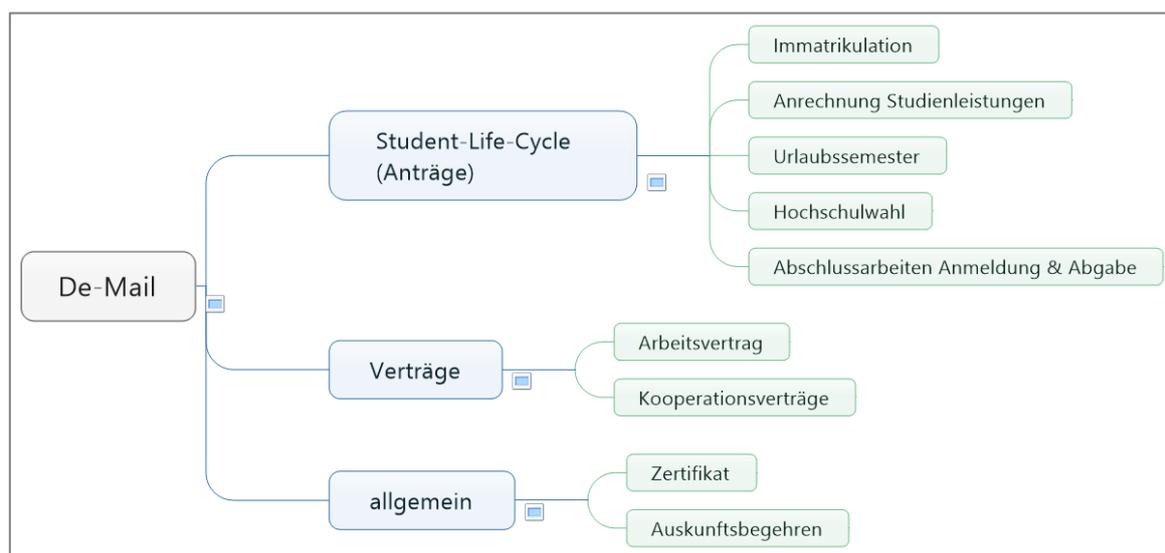


Abbildung 3.37: Einsatzmöglichkeiten De-Mail
[Quelle: eigene Darstellung]

3.9 Zusammenfassung

Die Technische Universität München (TUM) hat bereits frühzeitig die Herausforderungen und Chancen der Digitalisierung²⁴ für die Hochschule und ihre Mitglieder erkannt und konsequent im Rahmen von umfangreichen Projekten sowie organisatorischen und strukturellen Maßnahmen aufgegriffen. Dazu gehört auch die bereits 2001 eingeführte Rolle des Chief Information Officer (CIO) als Vizopräsident und somit Mitglied der Hochschulleitung mit klarer Ressortverantwortung.

Als Fallstudie wurden in diesem Kapitel aufbauend auf einer Vorstellung der Universität, die IT-Strategie, die IT-Governance und grundlegende IT-Projekte ausgeführt. Im Detail wurden die Einführung und der Regelbetrieb des Campus-Management-System CAMPUSonline der Technischen Universität Graz vorgestellt. Das CMS wurde mit dem Namen TUMonline erfolgreich eingeführt.

Der aktuelle Funktionsumfang des CMS, das Berechtigungsmodell und die Systemlandschaft wurden vorgestellt und die starke Integration in die IT-Landschaft der TUM anhand der umfangreichen Schnittstellen und der Vielzahl an angebundenen Systemen detailliert ausgeführt.

²⁴ Begriffsdefinition vgl. Abschnitt 2.2.4.

Im Rahmen der organisatorischen Einbettung wurde eine Keyuser-Struktur zur Sicherstellung der kontinuierlichen Weiterentwicklung implementiert und fortentwickelt. Qualitative und quantitative Erhebungen wurden und werden zur kontinuierlichen Qualitätssicherung des Systems und der darin abgebildeten Prozesse durchgeführt. Mehrere Studienarbeiten wurden im Kontext des Campus-Management-Systems TUMonline an der TUM erstellt.

Im TU9-Vergleich zeigt sich, dass neben der TUM nur die TU Darmstadt bisher das CMS-Einführungsprojekt erfolgreich in den Regelbetrieb überführen konnte. Die TUM nimmt damit eine Vorreiterrolle in Deutschland ein. Dies wird auch anhand der erfolgreichen Systemakkreditierung der TUM (vgl. Abschnitt 2.2.6), des starken Zuspruchs von Studierenden (vgl. Abschnitt 2.2.2) und durch exzellente nationale und internationale Ranking-Ergebnisse (vgl. Abschnitt 2.2.3) unterstrichen.

Im Rahmen der Fallstudie wurden auch TUM-Aktivitäten im Kontext der Digitalisierung der Lehre, der IT-Sicherheit, des Datenschutzes und des IT Service Desk vorgestellt. Dazu gehören die organisatorische Verortung von E-Learning, die zentrale Lernplattform der TUM, deren Anbindung an das CMS und neue Formate im Zusammenhang mit Massive Open Online Courses (MOOCs).

Im Bereich der IT-Sicherheit und des Datenschutzes wurden ein Kategorisierungsmodell für schützenswerte Daten im Hochschulbereich entwickelt, ein zentrales Meldewesen eingeführt und regelmäßige Sensibilisierungsmaßnahmen durchgeführt.

Der IT-Support der TUM als zentraler IT Service Desk nach ITIL wurde als erfolgskritischer Baustein der Gesamtarchitektur anhand von aktuellen Fallzahlen vorgestellt.

Die TUM Agenda IT stellt in übersichtlicher Weise das IT-Portfolio der TUM und den Status und Fortgang der aktuellen Projekte dar.

4 IT-Architektur für die digitale Hochschule

Dieses Kapitel führt den Begriff der IT-Architektur einer Organisation und den Hygienefaktor Informationstechnologie ein und leitet davon das Modell der nutzerorientierten IT-Architektur mit entsprechenden Architekturleitlinien und -prinzipien ab.

4.1 Begriffsklärung

Unter dem Begriff IT-Architektur werden alle Elemente der Informationstechnologie einer Organisation subsumiert. Dies umfasst sowohl statische, als auch dynamische Komponenten. Die IT-Architektur einer Organisation wird oftmals auch mit einem Bebauungsplan im Kontext der Stadtplanung verglichen. Die genaue Interpretation und Auslegung des Begriffs variiert und wird nach der in Abbildung 4.1 dargestellten, möglichen Einordnung in den strategischen Gesamtkontext einer Hochschule weiter ausgeführt.

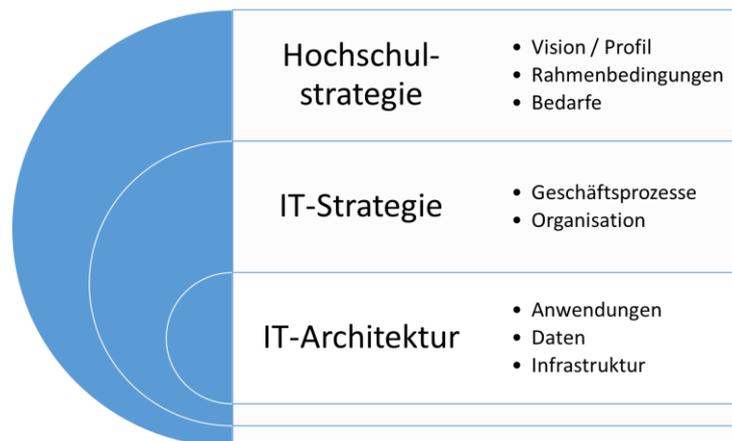


Abbildung 4.1: Einordnung IT-Architektur in den strategischen Gesamtkontext einer Hochschule
[Quelle: eigene Darstellung]

Die IT-Architektur leitet sich von der IT-Strategie und diese wiederum von der Hochschulstrategie ab. Zu den zentralen Elementen einer Hochschulstrategie gehören die Vision und das Profil der Hochschule im Kontext der jeweiligen Rahmenbedingungen und Bedarfe (vgl. Abschnitt 2.2). Die IT-Strategie orientiert sich an den Geschäftsprozessen und der Organisation der Hochschule und ist Leitplanke für die IT-Architektur. Diese regelt und definiert anhand von Architekturprinzipien und Leitlinien die Grundstruktur, das Management, die Weiterentwicklung und das Zusammenspiel der Informationssysteme anhand der Domänen Anwendungen, Daten und Infrastruktur.

Tiemeyer definiert als häufige Grundelemente einer IT-Architektur für Unternehmen Architekturen für folgende Domänen (in alphabetischer Reihenfolge): Anwendung, Daten, Geschäft und Technologie. In diesem Zusammenhang führt er auch das Synonym der Enterprise-Architektur ein (Tiemeyer 2017, S. 104).

Dern betont in diesem Zusammenhang, „[...] dass innerhalb der Anwendungslandschaft eines Unternehmens nicht von der IT-Architektur, sondern von mehreren IT-Architekturen gesprochen werden muss.“ (Dern 2009, S. 2) Krcmar relativiert dies durch die Verwendung des Begriffs der Informationssystem-Architektur mit kontextabhängiger Reichweite (Krcmar 2015, S. 297). Badertscher et al. verwenden den Begriff der IT-Gesamtarchitektur und formulieren in diesem Zusammenhang folgende Risikofaktoren für Unternehmen ohne eine solche (in alphabetischer Reihenfolge): Datenintegrität und -redundanz, Ineffizienzen bei Beschaffung, Entwicklung und Modellierung und Systemkonflikte (Badertscher et al. 2006, S. 6).

Borgeest und Pongratz stellten 2010 am Beispiel des Austausches universitärer Kernsysteme an der TUM die im Rahmen des Großprojektes IntegraTUM (vgl. Abschnitt 3.2.2.3) erstellte IT-Architektur und Systemlandschaft vor (Borgeest und Pongratz 2010).

Urbach und Ahleman postulieren als Anforderungen für die IT-Organisation der Zukunft: „Transformierbare IT-Landschaften – IT-Architekturen sind standardisiert, modular, flexibel, ubiquitär, elastisch, kostengünstig und sicher“ (Urbach und Ahleemann 2016, S. 31 f. und S. 127 ff.).

4.2 Hygienefaktor Informationstechnologie

Die bereits 1959 veröffentlichte Zwei-Faktor-Theorie von Herzberg stellt bei der Arbeitsmotivation Zufriedenheit und Unzufriedenheit als zwei unterschiedliche Dimensionen dar. Das Gegenteil von Arbeitszufriedenheit ist nicht Arbeitsunzufriedenheit, sondern wird als Nicht-Zufriedenheit definiert. Das Gegenstück zu Unzufriedenheit ist Nicht-Unzufriedenheit in dieser Theorie. Faktoren, die Unzufriedenheit von Arbeitnehmern verhindern werden als Hygienefaktoren bezeichnet, zu ihnen gehören das Gehalt, die Jobsicherheit und das Arbeitsumfeld. Motivatoren wie Verantwortung, Aufstiegs- oder Selbstverwirklichungsmöglichkeiten hingegen spornen zu besseren Leistungen an (Herzberg et al. 1959; Maier; Haarhaus).

Die Theorie konnte bisher nicht zweifelsfrei empirisch belegt werden (Dunnette et al. 1967; Credé et al. 2009; Kam und Meyer 2015). Der Autor dieser Arbeit hält dennoch Ansätze der Zwei-Faktor-Theorie im Kontext der IT-Architektur für die digitale Hochschule für relevant. Den bisher gesammelten Erfahrungen nach (vgl. auch Abschnitt 3.3.6.4) wird das problemlose Funktionieren der Informationstechnologie einer Hochschule von Nutzenden nicht oder nur sehr bedingt als Motivationsfaktor wahrgenommen, das Nicht-Funktionieren führt allerdings zu Unzufriedenheit und ist somit in Bezug auf die Zwei-Faktor-Theorie ein Hygienefaktor.

Pongratz schreibt in diesem Kontext: „Die Informationstechnologie ist aus dem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken und zu einer geschäftskritischen Komponente geworden. Sie wird als »Hygienefaktor« bezeichnet – es nervt, wenn sie nicht funktioniert, und sie wird für das Tagesgeschäft als selbstverständlich vorausgesetzt. Sie muss funktionieren – einfach, stetig, zeitgemäß und nutzerfreundlich.“ (Pongratz 2012b)

Im folgenden Abschnitt wird daher eine stärkere Nutzerorientierung anhand von entsprechenden Architekturprinzipien und Leitlinien für die Gestaltung der IT-Architektur einer Hochschule vorgeschlagen.

4.3 Nutzerorientierte IT-Architektur

Abbildung 4.2 stellt ein weitverbreitetes Schichtenmodell einer IT-Architektur mit den vier aufeinander aufbauenden Integrationsebenen Infrastruktur, Basisdienste, Anwendungen und Web-Portal(e) dar. Die Ebene Infrastruktur umfasst Hardware, Netze und im weitesten Sinne auch die IT-Betriebsräume und entsprechenden Liegenschaften. Zu den Basisdiensten gehören Systeme für Datenhaltung und -archivierung, E-Mail / Groupware, Identity-Management, IT-Sicherheit und Virtualisierung. Die Ebene der Anwendungen umfasst neben klassischer Bürosoftware auch Dienste für die einzelnen Fachdomänen einer Hochschule, dazu gehören Bibliothek, Forschung, Lehre / E-Learning und Verwaltung. Ein oder mehrere Web-Portale dienen der Gesamtintegration und fungieren als Benutzerschnittstelle.



Abbildung 4.2: Schichtenmodell IT-Architektur
[Quelle: eigene Darstellung]

Es ist anzumerken, dass im Hochschulkontext das hierarchische Schichtenmodell fachdomänenspezifisch heterogen ist und aufgrund der immer stärker werdenden hochschulübergreifenden Kooperationen und Zusammenarbeiten mit externen Organisatoren auch vertikale Schnitte zwischen den dienstleistenden Einrichtungen erfolgen.

Zur Adressierung der Rahmenbedingungen und Bedarfe an deutschen Hochschulen mit einem Fokus auf der Digitalisierung (vgl. Abschnitt 2.2.4), den Herausforderungen bei der Einführung und dem Betrieb von IS an Hochschulen (vgl. Abschnitt 2.4) und im Kontext der an der Technischen Universität München gesammelten Erfahrungen (vgl. Kapitel 3) bedarf es einer nutzerorientierten IT-Architektur für die digitale Hochschule, welche auch eine aus Nutzersicht möglichst nahtlose Einbindung von externen Diensten auf allen Ebenen des Schichtenmodells der IT-Architektur erlaubt. Dazu zählen neben standardisierten Landes- und Bundesfachverfahren auch Cloud- bzw. föderierte Dienste. Zur Konkretisierung werden im Folgenden exemplarisch ausgewählte Dienste knapp vorgestellt.

Auf Bundesebene gehören dazu Fachverfahren wie De-Mail und die elektronischen Identifizierung anhand der eIDAS-Verordnung der EU mit Hilfe der eID-Funktion des Personalausweises und des elektronischen Aufenthaltstitels für Drittstaaten (vgl. Abschnitt 2.2.4.4). Mögliche Einsatzszenarien für De-Mail an Hochschulen sind in Abschnitt 3.8 ausgeführt. Die Verwendbarkeit des neuen Personalausweises (nPA) für universitäre Kernprozesse wurde von Marcel Stuht im Rahmen seiner Masterarbeit (Stuht 2016) untersucht, welche von Dr. Silvia Knittl und dem Autor dieser Arbeit betreut wurde. Ein konkretes, von den Hochschulen in Bayern anzuwendendes Fachverfahren auf Landesebene ist das bayerische Reisekostenabrechnungssystem (BayRKS, vgl. (Lff 2017)). Auf europäischer Ebene ist das Bild noch uneinheitlich, da an der Konkretisierung der European Open Science Cloud (vgl. Abschnitt 2.2.4.2) noch gearbeitet wird. Im Kontext der Bibliometrie (vgl. Abschnitt 2.2.4.2) hat die Open Researcher and Contributor ID (ORCID, vgl. (ORCID 2017; Leiß und Hohmann 2015)) die eindeutige Zuordnung von Publikationen zu den jeweiligen Autoren zum Ziel. Die TUM ist Gründungsmitglied des 2016 ins Leben gerufenen ORCID Deutschland Konsortiums und ermöglicht ihren Mitgliedern die Erstellung einer persönlichen ORCID ID bzw. die Verknüpfung einer bereits existierenden mit der eigenen TUM-Kennung über TUMonline. Innerhalb der ersten 6 Wochen nach Freischaltung des neuen Angebots im Mai 2017 wurden von Angehörigen der TUM bereits über 1.000 ORCID IDs registriert. Im Bereich der Lehre kann die An- und Einbindung von MOOC-Plattformen (vgl. Abschnitt 3.4.3) relevant sein.

Ziel der nutzerorientierten IT-Architektur für die digitale Hochschule ist eine umfassende digitale Modellierung der in Abschnitt 2.2.5 eingeführten Management- und Unterstützungsprozesse einer Hochschule um die Kernprozesse in den Bereichen Forschung, Lehre & Studium und Weiterbildung möglichst effizient gestalten zu können. Der Digitalisierungsgrad der Kernprozesse ist vom jeweiligen Profil der Hochschule und den Bedarfen der Nutzer abhängig.

Ein konkretes Beispiel für die fehlende Nutzerorientierung wurde von Pongratz und Graf (Pongratz und Graf 2013) anhand einer Fallstudie zur gestoppten Einführung von E-Portfolios an der TUM vorgestellt. Die abgeleiteten Erfolgsfaktoren für die Nutzung von E-Portfolios wurden bei der Konzeption der vorgeschlagenen nutzerorientierten IT-Architektur berücksichtigt.

Abbildung 4.3 zeigt ein mögliches Schichtenmodell der nutzerorientierten IT-Architektur im Gesamtkontext einer Hochschule, vgl. Abbildung 4.1 und Abschnitt 4.1. Die horizontalen Integrationsebenen Infrastruktur, Basisdienste, Anwendungen und Web-Portal(e) des in Abbildung 4.2 dargestellten Modells werden um die ebenenübergreifenden vertikalen Bausteine Schnittstellen (APIs, application programming interfaces), Analytics (vgl. Abschnitt 3.4.4), Datenschutz (vgl. Abschnitt 3.5), IT-Sicherheit (vgl. Abschnitt 3.5) und Support (vgl. Abschnitt 3.6) erweitert.

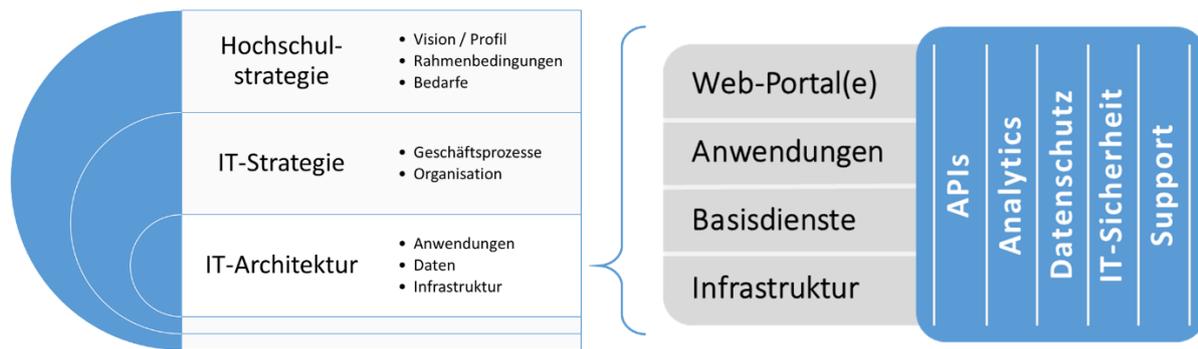


Abbildung 4.3: Schichtenmodell nutzerorientierte IT-Architektur im Gesamtkontext einer Hochschule
[Quelle: eigene Darstellung]

In den folgenden Abschnitten werden erarbeitete Architekturprinzipien und Leitlinien für die nutzerorientierte IT-Architektur der digitalen Hochschule vorgestellt, wobei sich die Nutzerorientierung auf alle Ebenen des Schichtenmodells (vgl. Abbildung 4.2) bezieht.

4.3.1 Architekturprinzipien

Auf der Basis der in Kapitel 3 vorgestellten Fallstudie zur Technischen Universität München mit Schwerpunkten auf den gesammelten IT-Projekterfahrungen, den Ergebnissen der qualitativen und quantitativen Evaluationen und im Hinblick auf die vorgeschlagene Nutzerorientierung werden fünf Architekturprinzipien in alphabetischer Reihenfolge abgeleitet:

1. **Deduplizierung:** Forschung, Lehre und Verwaltung sind hochgradig vernetzt, aber aufgrund der Rahmenbedingungen und Bedarfe unterschiedlich agil. Zur effizienten IT-Unterstützung bedarf es redundanzfreier, standardisierter, skalierender, modularer und lose gekoppelter Informationssysteme, welche hochschulzentral betrieben und fortentwickelt werden. Daten, Funktionalität, Infrastruktur und Support werden nicht dupliziert.
2. **Ganzheitlicher Ansatz:** Auf der Grundlage von klar definierten und vereinheitlichten Prozessen und Zuständigkeiten werden im engen Austausch mit den Fachabteilungen und zukünftigen Nutzern möglichst flexible und anpassungsfähige Verfahren implementiert und nahtlos in die bestehende IT-Infrastruktur integriert. Pilotierungen erlauben eine hohe Innovationsfähigkeit bei wirtschaftlichem Mitteleinsatz.
3. **Identitätsmanagement:** Eine integrierte Systemlandschaft baut auf einem hochschulweiten, zentralen Identitätsmanagement auf, welches neben der automatisierten Deprovisionierung von Identitäten auch die Verwaltung von Gruppen umfasst. Single Sign-On (SSO) und die Einbindung von föderierten IdM-Infrastrukturen sind zentrale Bausteine des Authentifizierungs- und Autorisierungskonzepts der Hochschule. Die laufende nutzerorientierte Fort- und Weiterentwicklung und die Integration neuer Verfahren wird sichergestellt.

4. IT-Governance: Der für die geschäftskritische Rolle der IT notwendige, nachhaltige Betrieb und die kontinuierliche Weiterentwicklung werden durch eine entsprechende IT-Governance-Struktur sichergestellt. Kommunikationsmaßnahmen und regelmäßige Evaluationen flankieren. Das Endgeräte-abhängige Nutzungserlebnis spielt dabei neben funktionalen Aspekten und Metriken eine zentrale Rolle.
5. IT-Sicherheit & Datenschutz: Die Ziele der IT-Sicherheit und der Schutz von personenbezogenen Daten spielen bereits bei der Konzeption und Planung neuer Verfahren eine zentrale Rolle und werden auf allen Ebenen des Schichtenmodells berücksichtigt.

Eine Konkretisierung der Architekturprinzipien erfolgt im nächsten Abschnitt anhand von Leitlinien.

4.3.2 Leitlinien

Die folgenden, ausgewählten Leitlinien basieren auf den vorgestellten Architekturprinzipien und sind als Handlungsempfehlungen formuliert. Nur in begründeten Ausnahmefällen sollte von ihnen abgewichen werden. Sie untergliedern sich in (i) fachliche, (ii) organisatorische und (iii) technische Leitlinien, wobei die Aufzählung aufgrund der Komplexität keine abschließende Sammlung darstellt und auch an den Kontext der jeweiligen Hochschule anzupassen ist.

- (i) Fachliche Leitlinien:
 - a. Der Grad der benötigten Mehrsprachenfähigkeit von Systemen, Inhalten und Dokumentationen wird klar definiert und fortgeschrieben.
 - b. Die Nutzerbedarfe und -zufriedenheit werden regelmäßig evaluiert.
 - c. Fachabteilungsübergreifende Teams stellen im Regelbetrieb die kontinuierliche und bedarfsgerechte Fort- und Weiterentwicklung der Verfahren und Komponenten sicher.
 - d. Organisationsweite Vorgaben, wie zum Corporate Design, werden bei der Konzeption und der Umsetzung berücksichtigt.
- (ii) Organisatorische Leitlinien:
 - a. Benötigte Ressourcen für den Betrieb und die kontinuierliche und bedarfsgerechte Fort- und Weiterentwicklung der IT-Verfahren sind vorzusehen.
 - b. Der regelmäßige Austausch zwischen Systembetreibern, Applikationsbetreuern, Keyusern und dem IT-Support stellen eine effiziente Arbeitsweise sicher.
 - c. Fachliche und technische Ansprechpartner werden für jedes Verfahren definiert und regelmäßig aktualisiert.
 - d. Verträge mit IT-Dienstleistern werden nach EVB-IT (Ergänzenden Vertragsbedingungen für die Beschaffung von Informationstechnik, s. (BMI)) und im Einklang mit der IT-Governance-Struktur abgeschlossen.

- (iii) Technische Leitlinien:
 - a. Datenschutzkonforme Nutzungsdaten-getriebene Analysen werden zur Verfügung gestellt.
 - b. Der sichere und verlässliche IT-Betrieb und die Einhaltung der Regelungen des Datenschutzes sind zu gewährleisten. Die Maßnahmen sind regelmäßig auf Aktualität und Wirkungsweise zu prüfen.
 - c. Die Erweiterbar-, Skalierbar- und Multi-Gerät-Fähigkeit aller Web-Komponenten wird bereits bei der Entwurfsplanung berücksichtigt.
 - d. Die Nutzer-Authentifizierung erfolgt verschlüsselt mit Hilfe eines zentralen Verzeichnisdiensts.

Anhand der Leitlinien können konkrete Maßnahmen für die Konzeption, Entwicklung und den Betrieb abgeleitet werden. Da diese sehr vom Kontext der jeweiligen Hochschule abhängig sind wird auf eine exemplarische Aufzählung im Rahmen dieser Arbeit verzichtet.

4.4 Zusammenfassung

Die IT-Architektur der digitalen Hochschule hat die nutzerorientierte Abbildung der Geschäftsprozesse zum Ziel und ermöglicht eine nahtlose Einbindung von externen Diensten auf allen Ebenen des Schichtenmodells.

Aufbauend auf einer Literaturanalyse erfolgte in diesem Kapitel eine Einordnung des Begriffs IT-Architektur in den idealtypischen strategischen Gesamtkontext einer Hochschule: Die Hochschulstrategie bedingt die IT-Strategie und diese die IT-Architektur.

Daran anknüpfend wurde die Informationstechnologie im Sinne der Zwei-Faktor-Theorie von Herzberg als zusätzlicher Hygienefaktor definiert, da den im Rahmen der Fallstudie zur Technischen Universität München gesammelten Erfahrungen zufolge eine funktionierende IT nur sehr bedingt bis gar nicht als Motivationsfaktor wahrgenommen wird, wohingegen Störungen der IT-Versorgung zur Unzufriedenheit der Mitglieder der Hochschule führen.

Davon abgeleitet und zur Adressierung der Rahmenbedingungen und Bedarfe an deutschen Hochschulen wurde eine nutzerorientierte IT-Architektur für die digitale Hochschule vorgestellt und anhand eines IT-Architektur Schichtenmodells im Gesamtkontext einer Hochschule dargestellt.

Als Leitplanken einer nutzerorientierten IT-Architektur für die digitale Hochschule wurden die erarbeiteten fünf Architekturprinzipien Deduplizierung, ganzheitlicher Ansatz, Identitätsmanagement, IT-Governance und IT-Sicherheit & Datenschutz sowie fachliche, organisatorische und technische Leitlinien als konkrete Handlungsempfehlungen für die Gestaltung der IT-Architektur einer Hochschule ausgeführt.

5 Zusammenfassung und Ausblick

5.1 Zusammenfassung

Diese Arbeit leistet einen Beitrag zur idealtypischen Weiterentwicklung der IT-Architektur der Domäne Hochschule. Dieser berücksichtigt neben den aktuellen Rahmenbedingungen und Bedarfen auch die Herausforderungen für Hochschulen im Kontext der Digitalisierung, die Erkenntnisse einer umfangreichen Fallstudie sowie Ergebnisse von quantitativen und qualitativen Evaluationen im Bereich Campus Management. Ziel ist die nutzerorientierte, medienbruchfreie Modellierung von Geschäftsprozessen und die nahtlose Integration von IT-Diensten auf allen Ebenen des Schichtenmodells.

Kapitel 2 dient der Begriffsklärung und leitet anhand von Rahmenbedingungen und Bedarfen Herausforderungen im Kontext der Digitalisierung für Hochschulen ab. Auch wenn sich die ausgeführten Konsequenzen des Bologna-Prozess und der steigenden Studierendenzahlen primär auf deutsche Hochschulen beziehen, lassen sich die ermittelten rechtlichen, organisatorischen, technischen und fachlichen Herausforderungen bei der Einführung und dem Betrieb von Informationssystemen auch auf Hochschulen außerhalb Deutschlands übertragen. Dies trifft auch auf die beschriebenen Bedarfe im Zusammenhang mit der Digitalisierung in den Bereichen Infrastruktur, Forschung, Lehre und Verwaltung einer Hochschule und der Modellierung der Prozesse anhand des studentischen Lebenszyklus zu. Daran anknüpfend werden als domänenspezifische Informationssysteme Campus-Management-Systeme, deren Funktionsweise aus Studierenden- und Organisationsperspektive und Markt- und Wirtschaftlichkeitsanalysen des TU9-Verbundes vorgestellt. Neben einem Überblick über ausgewählte integrierte Campus-Management-Systeme wird der Status der verschiedenen Einführungsprojekte der TU9-Universitäten und das jeweilige Studierenden-Wachstum beschrieben.

Die Technische Universität München (TUM) nimmt in Deutschland in vielen Bereichen eine Vorreiterrolle ein. Neben den exzellenten Positionen in nationalen und internationalen Rankings gehören dazu auch der seit Jahren wachsende, starke Zuspruch von Studierenden und die erfolgreiche Systemakkreditierung des internen Qualitätssicherungssystems. Die Herausforderungen und Chancen der Digitalisierung wurden bereits frühzeitig thematisiert. Bereits 2001 wurde als Novum in der deutschen Hochschullandschaft die Rolle des Chief Information Officer (CIO) als Vizepräsident eingeführt. Eine Reihe an wegweisenden IT-Projekten folgte.

Im Rahmen einer detaillierten Fallstudie zur TUM mit einem Fokus auf Campus Management werden in Kapitel 3 auch die IT-Strategie, die IT-Governance und grundlegende IT-Projekte vorgestellt. Das Campus-Management-System CAMPUSonline der Technischen Universität Graz wird unter dem Namen TUMonline an der TUM eingesetzt und differenziert anhand des Funktionsumfangs, des Berechtigungsmodells, der Systemlandschaft, der angebundenen Systeme und der organisatorischen Einbettung beschrieben. Der Vollständigkeit halber wird auch das Einführungsprojekt CM@TUM und die Überführung in den Regelbetrieb skizziert. Der

hohe Integrationsgrad des Systems in die Systemlandschaft der TUM wird analysiert und kann als Benchmark für andere Hochschulen herangezogen werden. Beispielhaft wird die Genese der Konzeption, Modellierung und Implementierung der Anbindung einer Lernplattform an das Campus-Management-System beschrieben. Im TU9-Vergleich konnte bisher (Stand März 2017) neben der TUM nur die TU Darmstadt einen Regelbetrieb des jeweiligen Campus-Management-Systems erzielen. Zur Qualitätssicherung und bedarfsorientierten Weiterentwicklung werden regelmäßig Evaluationen durchgeführt. Definierte Regelkreise stellen die Steuerung sicher. Eine quantitative Studierendenbefragung mit 6.261 Teilnehmenden wird in diesem Zusammenhang exemplarisch ausgewertet und weitere Studienarbeiten, welche im Kontext des Campus-Management-Systems TUMonline an der TUM verfasst wurden, vorgestellt. Knappe Analysen der aktuellen TUM-Aktivitäten in den folgenden Bereichen komplementieren die Fallstudie: Digitalisierung der Lehre, IT-Sicherheit, Datenschutz, IT-Support, De-Mail und die geplante Fortentwicklung anhand der TUM Agenda IT.

Die idealtypische IT-Architektur einer Organisation leitet sich von der IT-Strategie und diese wiederum von der Hochschulstrategie ab. In Kapitel 4 wird basierend auf den Erkenntnissen der vorherigen Ausführungen und einer kritischen Literaturanalyse eine IT-Architektur für die digitale Hochschule vorgestellt, welche die nutzerorientierte Modellierung der Prozesse der Hochschule und die nahtlose Integration von externen IT-Diensten auf allen Ebenen eines Schichtenmodells zum Ziel hat. Zur Motivation des Vorgehens wird im Sinne der Zwei-Faktor-Theorie von Herzberg die Informationstechnologie als neuer Hygienefaktor postuliert. Eine Konkretisierung der nutzerorientierten IT-Architektur erfolgt anhand von erarbeiteten fachlichen, organisatorischen und technischen Leitlinien und mit Hilfe der fünf zugrundeliegenden Architekturprinzipien Deduplizierung, ganzheitlicher Ansatz, Identitätsmanagement, IT-Governance und IT-Sicherheit & Datenschutz.

5.2 Ausblick

Eine zukunftsfähige, nutzerorientierte und dabei dennoch kosteneffiziente IT-Versorgung ist für Hochschulen immer erfolgskritischer. Dieser Trend wird sich in den nächsten Jahren im Zusammenhang mit der Omnipräsenz des Internets im Alltag noch weiter verschärfen. Neue Technologien, Werkzeuge, Algorithmen, Betriebs- und Betreibermodelle erlauben vielfältige, teilweise neuartige Nutzungsszenarien. Parallel dazu entwickeln sich auch die Anforderungen der Nutzenden in den Bereichen Lehre, Forschung und Verwaltung beständig fort und beschränken sich nicht nur auf die gewünschte hochperformante Verfügbarkeit. Alleine diese sicherzustellen bedarf es neuartiger Konzepte für die Soft- und Hardware-Architektur und -Wartung, welche im Idealfall ohne für die Nutzer bemerkbare Ausfallzeiten auskommen.

Ein zentraler Baustein in der Systemlandschaft einer Hochschule ist das Campus-Management-System, welches die Prozesse des studentischen Lebenszyklus unterstützt. Zahlreiche Hochschulen befassen sich daher bereits mit integrierten Campus-Management-Systemen,

teils im Rahmen von konkreten Einführungsprojekten, teils im Rahmen von Marktsondierungen und Vorprojekten. Nur wenige Hochschulen haben die Überführung eines erfolgreichen CM-Einführungsprojekts in den nachhaltigen Regelbetrieb bereits gemeistert. Dennoch wird aufgrund von gesetzlichen Vorgaben und hochschulübergreifenden Kooperationen der organisationsübergreifende Datenaustausch immer wichtiger. Hier gibt es noch große Bedarfe hinsichtlich der Definition von Standards für einheitliche Datenaustauschformate und Schnittstellen, sowohl im nationalen, als auch im internationalen Kontext. Ähnliches gilt für die gesetzeskonforme Langzeitarchivierung von Akten und Dokumenten.

Weiteres, bisher noch kaum erforschtes Innovationspotential für Hochschulen, verspricht der Einsatz von Academic & Learning Analytics, welche mit Chatbots für die Nutzerkommunikation verknüpft werden könnten. Die in Abschnitt 4.3 vorgeschlagene nutzerorientierte IT-Architektur für die digitale Hochschule würde dies anhand der vorgesehenen APIs und des ebenenübergreifenden Analytics-Bausteins bereits vorsehen. Auch wäre der Einsatz von Blockchain-Technologien für die weltweite Zertifizierung von Studienabschlüssen denkbar. Allerdings müssten dazu erst ein Standard und ein entsprechendes vertrauenswürdigen, verteiltes Netzwerk definiert und aufgebaut werden.

Vor dem Hintergrund der Digitalisierung müssen auch Arbeitsmethoden und Inhalte neu gedacht werden – die Hochschule der Zukunft muss Denkweisen und Methoden vermitteln, welche für ihre Studierenden eine möglichst lebenslange Gültigkeit haben, da sich Faktenwissen immer schneller überholt und inzwischen weitestgehend online zur Verfügung steht. Somit ändert sich auch die Rolle der Dozierenden – sie werden zu Motivatoren für und Kuratoren von Wissen. In diesem Zusammenhang bedarf es auch einer Stärkung der Medienkompetenz in unserer Gesellschaft im Sinne einer digitalen Aufklärung, da die Konsequenzen des eigenen Handelns im Internet und die Folgen der Digitalisierung für Individuen meist nur schwer abschätzbar sind. Auch sind zahlreiche rechtliche Fragestellungen im globalen Kontext des Internets, welches nur sehr bedingt Landesgrenzen kennt, noch zu eruieren. Dazu gehören: Eigentum und Auswertungsrechte von Nutzungsdaten, Arbeitsschutz- und Haftungsfragen sowie Leistungsschutzrechte.

6 Literaturverzeichnis

- AAQ (2017): Schweizerische Agentur für Akkreditierung und Qualitätssicherung. Online verfügbar unter <http://www.aaq.ch>, zuletzt geprüft am 24.03.2017.
- Akkreditierungsrat (2008): Tätigkeitsbericht 2007. Stiftung zur Akkreditierung von Studiengängen in Deutschland. Bonn (Drucksache AR 20/2008). Online verfügbar unter http://www.akkreditierungsrat.de/fileadmin/Seiteninhalte/AR/Veroeffentlichungen/Taetigkeitsberichte/AR_Taetigkeitsbericht_2007.pdf, zuletzt geprüft am 26.03.2017.
- Akkreditierungsrat (2017): Akkreditierte Studiengänge und Hochschulen. Stiftung zur Akkreditierung von Studiengängen in Deutschland. Online verfügbar unter <http://www.akkreditierungsrat.de/index.php?id=akkreditierungsdaten>, zuletzt geprüft am 24.03.2017.
- Alt, Rainer; Auth, Gunnar (2010): Campus-Management-System. In: *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 52 (3), S. 185–188. DOI: 10.1007/s11576-010-0224-4.
- Altvater, Peter; Hamschmidt, Martin; Sehl, Ilka (2010): Prozessorientierte Hochschule. Neue Perspektiven für die Organisationsentwicklung. In: *wissenschaftsmanagement* 2010 (4), S. 42–47.
- Android Developers Blog (2008): Android Market: Now available for users. Google Inc. Online verfügbar unter <https://android-developers.googleblog.com/2008/10/android-market-now-available-for-users.html>, zuletzt geprüft am 17.07.2017.
- Apple Inc. (14.07.2008): iPhone App Store mit 10 Millionen Downloads am ersten Wochenende. Cupertino, Kalifornien. Albrecht, Georg, albrecht.g@euro.apple.com. Online verfügbar unter <https://www.apple.com/de/newsroom/2008/07/14iPhone-App-Store-Downloads-Top-10-Million-in-First-Weekend/>, zuletzt geprüft am 02.06.2017.
- Apple Inc. (01.06.2017): Einnahmen der Entwickler aus dem App Store übertreffen 70 Milliarden US-Dollar. Cupertino, Kalifornien. Meurer, Wenzel. Online verfügbar unter <https://www.apple.com/de/newsroom/2017/06/developer-earnings-from-the-app-store-top-70-billion/>, zuletzt geprüft am 02.06.2017.
- Arnold, Patricia; Prey, Gisela; Wortmann, Dennis (2015): Digitalisierung von Hochschulbildung: E-Learning-Strategie(n) noch up to date? In: *Zeitschrift für Hochschulentwicklung* 10 (2), S. 51–69. Online verfügbar unter <http://www.zfhe.at/index.php/zfhe/article/view/814>, zuletzt geprüft am 01.04.2017.
- Auth, Gunnar (2014): Zur Rolle des Stakeholder-Managements in IT-Projekten an Hochschulen - Erfahrungen aus der Einführung eines integrierten Campus-Management-Systems. In: Martin Engstler (Hg.): *Projektmanagement und Vorgehensmodelle 2014. Soziale Aspekte und Standardisierung; gemeinsame Tagung der Fachgruppen Projektmanagement (WI-PM) und Vorgehensmodelle (WI-VM) im Fachgebiet Wirtschaftsinformatik der Gesellschaft für Informatik e.V.*; 16./17. Oktober 2014 in Stuttgart. Bonn: Ges. für Informatik (GI Edition Proceedings, 236), S. 83–97. Online verfügbar unter <http://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings236/83.pdf>, zuletzt geprüft am 08.04.2017.

- Auth, Gunnar; Künstler, Steffen (2016): Erfolgsfaktoren für die Einführung integrierter CampusManagement-Systeme – eine vergleichende Literaturanalyse mit praxisbezogener Evaluation. In: Heinrich C. Mayr und Martin Pinzger (Hg.): Informatik 2016. Tagung vom 26.–30. September 2016 in Klagenfurt. Bonn: Gesellschaft für Informatik (GI-Edition Lecture Notes in Informatics Proceedings), S. 915–931. Online verfügbar unter <http://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings259/915.pdf>, zuletzt geprüft am 07.04.2017.
- Badertscher, Kurt; Romano, Roger; Scheuring, Johannes (2006): Wirtschaftsinformatik: Konzeption und Planung eines Informations- und Kommunikationssystems. Grundlagen mit zahlreichen Illustrationen, Beispielen, Repetitionsfragen und Antworten. 1. Aufl. Zürich: Compendio Bildungsmedien AG (compendio Bildungsmedien).
- Baumann, Annette; Pongratz, Hans (2013): Learning Analytics: Einsatzszenarien und erste Erfahrungen. In: Andreas Breiter, Dorothee Meier und Christoph Rensing (Hg.): Proceedings der Pre-Conference Workshops der 11. e-Learning Fachtagung Informatik - DeLFI 2013. Berlin: Logos-Verl., S. 157–162. Online verfügbar unter <http://dl.mensch-und-computer.de/handle/123456789/3518>, zuletzt geprüft am 01.05.2017.
- Bayerische Staatsregierung (2013): Innovationsbündnis Hochschule 2018. Online verfügbar unter http://www.km.bayern.de/download/7993_130709innovationsbuendnis.pdf, zuletzt geprüft am 25.03.2017.
- Bayerischer Landtag (15.12.2008): Wahlordnung für die staatlichen Hochschulen. BayHSchWO, vom 16.06.2006. Online verfügbar unter <http://www.gesetze-bayern.de/Content/Document/BayHSchWO>, zuletzt geprüft am 24.03.2017.
- Bayerisches Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst (2017): Erhebungen nach dem neuen Bundeshochschulstatistikgesetz (Aktenzeichen X.1 – 10b/28560), 09.03.2017. Rundschreiben an die bayerischen Hochschulen. E-Mail.
- Bayerisches Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst (1993): Aufbewahrungsfristen (Aktenzeichen X/4 – 6/192 980), 20.12.1993. Rundschreiben an die bayerischen Hochschulen.
- Beier, Andreas (2007): Macworld: Das iPhone von Apple gibt es wirklich. heise online. Online verfügbar unter <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Macworld-Das-iPhone-von-Apple-gibt-es-wirklich-132636.html>, zuletzt geprüft am 02.06.2017.
- Bernstein, Florian; Borgeest, Rolf; Ebner, Ralf; Pongratz, Hans (2010): Gästeverwaltung im integrierten Identity Management. In: Arndt Bode und Rolf Borgeest (Hg.): Informationsmanagement in Hochschulen. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 133–144.
- Biardzki, Christoph; Baur, Werner; Reiner, Bernd (2010): Integrierte Speichersystem-Architektur zur Unterstützung hochschulübergreifender IT-Dienste. In: Arndt Bode und Rolf Borgeest (Hg.): Informationsmanagement in Hochschulen. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 395–406.
- Bielezke, S.; Beise, A. (2009): Ganzheitlichkeit von Campus-Management-Systemen als Akkreditierungsvorteil. Bielefeld/Bonn. Online verfügbar unter http://www.ecampus24.eu/campus_management_system.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

- Bischof, Lukas; Bremer, Claudia; Ebert-Steinhübel, Anja; Kerres, Michael; Knutzen, Sönke; Krzywinski, Nora et al. (2016): Zur nachhaltigen Implementierung von Lerninnovationen mit digitalen Medien. Grundlagentext der Themengruppe „Change Management und Organisationsentwicklung“ im Hochschulforum Digitalisierung. Hg. v. Hochschulforum Digitalisierung beim Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. Berlin (Arbeitspapier, Nr. 16). Online verfügbar unter <http://d-nb.info/1081653094/34>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- bitkom (04.12.2014): Für drei Viertel sind digitale Technologien unverzichtbar. Berlin. Shahd, Maurice, m.shahd@bitkom.org. Online verfügbar unter <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Fuer-drei-Viertel-sind-digitale-Technologien-unverzichtbar.html>, zuletzt geprüft am 02.06.2017.
- BMBF (2016): Hochschulen nach Hochschularten und Ländern. Tabelle 2.5.1. Quelle: Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung, Berechnungen; Statistisches Bundesamt, Fachserie 11 Reihe 4.1; Lizenz: Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0, s. <https://www.govdata.de/dl-de/by-2-0>. Online verfügbar unter <http://www.datenportal.bmbf.de/portal/de/Tabelle-2.5.1.html>, zuletzt aktualisiert am 01.09.2016, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- BMBF (2017): Bologna-Prozess. Die Entwicklung von den Anfängen bis heute. Online verfügbar unter <https://www.bmbf.de/de/die-entwicklung-von-den-anfaengen-bis-heute-1042.html>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- BMI: Aktuelle EVB-IT. Online verfügbar unter http://www.cio.bund.de/Web/DE/IT-Beschaffung/EVB-IT-und-BVB/evb-it_bvb_node.html, zuletzt geprüft am 01.05.2017.
- BMI (2013): E-Government-Gesetz. Bundesministeriums des Innern (BMI). Online verfügbar unter http://www.bmi.bund.de/DE/Themen/IT-Netzpolitik/E-Government/E-Government-Gesetz/e-government-gesetz_node.html, zuletzt geprüft am 18.03.2017.
- Bode, Arndt (2002): Universität im Wandel: Die Rolle des CIO bei der Erneuerung der Prozesse. In: *Information Management & Consulting* (Nr. 17, Sonderausgabe), S. 43–47.
- Bode, Arndt (2005): Integriertes Informationsmanagement für Hochschulen: Das Projekt IntegraTUM. In: Jan Knop, Wilhelm Haverkamp und Eike Jessen (Hg.): „Heute schon das Morgen sehen“. 19. DFN-Arbeitstagung über Kommunikationsnetze, Düsseldorf. Bonn: Ges. für Informatik (GI-Edition. Proceedings, vol. 73), S. 41–49. Online verfügbar unter <http://cs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings73/GI-Proceedings.73-2.pdf>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Bode, Arndt (2010): IntegraTUM – Lehren aus einem universitären Großprojekt. In: Arndt Bode und Rolf Borgeest (Hg.): *Informationsmanagement in Hochschulen*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 3–12.
- Bode, Arndt; Borgeest, Rolf (Hg.) (2010a): *Informationsmanagement in Hochschulen*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Bode, Arndt; Borgeest, Rolf (2010b): CIO TU München IntegraTUM. DFG Abschlussbericht. Technische Universität München. München. Online verfügbar unter https://www.it.tum.de/fileadmin/w00bgh/www/donner/IntegraTUM/IntegraTUM_Abschlussbericht_DFG-2.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

- Bode, Arndt; Borgeest, Rolf; Pongratz, Hans (2007): The ICT Strategy of the Technische Universität München. In: Desnos Epelboin (Hg.): Proceedings of 13th International Conference on European University Information Systems (EUNIS). EUNIS. Grenoble. Grenoble, Frankreich, S. 12. Online verfügbar unter <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1188453/1188453.pdf>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Bode, Arndt; Broy, Manfred; Bungartz, Hans-Joachim; Matthes, Florian (2017): 50 Jahre Informatik an den Universitäten in München. In: *Informatik Spektrum* 40 (2), S. 139–140. DOI: 10.1007/s00287-017-1033-6.
- Bode, Arndt; Rathmayer, Sabine; Borgeest, Rolf; Pongratz, Hans (2008): Die E-Strategie der Technischen Universität München. In: Jörg Stratmann (Hg.): E-Strategy. Strategisches Informationsmanagement für Forschung und Lehre. Münster: Waxmann (Medien in der Wissenschaft, Nr. 46), S. 43–60.
- Borgeest, Rolf; Bör, Andrea (2007): Die IuK Strategie der Technischen Universität München. Auf dem Weg zur Digitalen Hochschule. In: Andreas Degkwitz (Hg.): Informationsinfrastrukturen im Wandel. Informationsmanagement an deutschen Universitäten = Changing infrastructures for academic services. Bad Honnef: Bock + Herchen, S. 130–140. Online verfügbar unter http://www.dini.de/fileadmin/docs/DINI_Informationinfrastrukturen.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Borgeest, Rolf; Pongratz, Hans (2010): Austausch universitärer Kernsysteme. In: Arndt Bode und Rolf Borgeest (Hg.): Informationsmanagement in Hochschulen. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 13–26.
- Böttger, Christian (2017): Vorsicht, Steinschlag! IT-Sicherheit: Ohne Nutzer geht es nicht. In: *iX – Magazin für professionelle Informationstechnik* (7), S. 44–47. Online verfügbar unter <https://www.heise.de/ix/heft/Vorsicht-Steinschlag-3754366.html>, zuletzt geprüft am 30.06.2017.
- Boursas, Latifa; Ebner, Ralf; Hommel, Wolfgang; Knittl, Silvia; Pluta, Daniel (2010): IntegraTUM Teilprojekt Verzeichnisdienst: Identity & Access Management als technisches Rückgrat der Hochschul-IuK-Infrastruktur. In: Arndt Bode und Rolf Borgeest (Hg.): Informationsmanagement in Hochschulen. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 119–131.
- Breitner, Michael H.; Klages, Marc; Sprenger, Jon (2008): Wirtschaftlichkeitsanalyse ausgewählter Campus Management Systeme im Auftrag der TU9 zur Beurteilung des Mehrwertes selektierter Alternativsysteme (Version 1.1). Institut für Wirtschaftsinformatik an der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität Hannover. Online verfügbar unter http://archiv.iwi.uni-hannover.de/cms/images/stories/upload/lv/sosem10/Systementwicklung/wacamas_finale_v-1_1kurz.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Bremer, Claudia; Göcks, Marc; Granow, Rolf; Grella, Caterina; Horndasch, Sebastian; Janoschka, Oliver et al. (2015): Neue Kooperations- und Finanzierungsmodelle in der Hochschullehre. Ausgewählte Beispiele zu den Innovationsthemen Online-Kurse für viele (MOOCs), offene Bildungsressourcen (OER), Makerspaces und andere Innovationsräume sowie digitale Badges. Hg. v. Hans Pongratz. Hochschulforum Digitalisierung beim Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. Berlin (Arbeitspapier, Nr. 13). Online verfügbar unter <http://d-nb.info/1077936885/34>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

- Broy, Manfred (2017): Informatik als Wissenschaft an der Technischen Universität München und ihre Anwendung in Wirtschaft und Gesellschaft. In: Arndt Bode, Manfred Broy, Hans-Joachim Bungartz und Florian Matthes (Hg.): 50 Jahre Universitäts-Informatik in München. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 197–201.
- BSI (2017): Allianz für Cyber-Sicherheit. Hg. v. Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI). Online verfügbar unter <https://www.allianz-fuer-cybersicherheit.de>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Buckl, Sabine; Ernst, Alexander M.; Matthes, Florian; Schweda, Christian M. (2010): Teaching enterprise architecture management with student mini-projects. In: Gregor Engels, Markus Luckey, Alexander Pretschner und Ralf Reussner (Hg.): Software Engineering 2010 - Workshopband. Inkl. Doktorandensymposium; Fachtagung des GI-Fachbereichs Softwaretechnik, 22.–26.02.2010 in Paderborn. Bonn: Ges. für Informatik (GI-Edition lecture notes in informatics P, Proceedings, 160), S. 309–320. Online verfügbar unter <http://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings160/309.pdf>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (03.12.2016): Verordnung zur Schaffung barrierefreier Informationstechnik nach dem Behindertengleichstellungsgesetz. Barrierefreie-Informationstechnik-Verordnung - BITV 2.0, vom 25.11.2016. Fundstelle: BGBl. I, S. 2659. Online verfügbar unter https://www.gesetze-im-internet.de/bitv_2_0/BJNR184300011.html, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Bundesregierung (2015): Bericht der Bundesregierung über die Umsetzung des Bologna-Prozesses 2012 - 2015 in Deutschland. Online verfügbar unter https://www.bmbf.de/files/Bericht_der_Bundesregierung_zur_Umsetzung_des_Bologna-Prozesses_2012-2015.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Bundesregierung (2017): Europa. EU-Mitgliedsstaaten. Online verfügbar unter https://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Europa/EUERweiterung/_node.html, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Bush, Randy (1992): FidoNet: Technology, Use, Tools, and History. Online verfügbar unter https://www.fidonet.org/inet92_Randy_Bush.txt, zuletzt geprüft am 18.07.2017.
- BVerfG, Beschluss des Ersten Senats vom 17.02.2016, Aktenzeichen 1 BvL 8/10. Rn. (1-88).
- CACI (2017): OSIRIS allows you to join a large community. Online verfügbar unter <https://caci.nl/en/customers>, zuletzt geprüft am 01.09.2017.
- Carolla, Marco (2015): Ein Referenz-Datenmodell für Campus-Management-Systeme in deutschsprachigen Hochschulen. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Codonomicon (2014): The Heartbleed Bug. Online verfügbar unter <http://heartbleed.com/>, zuletzt aktualisiert am 29.04.2014, zuletzt geprüft am 26.03.2017.
- CodeRunner (2017). Online verfügbar unter <http://coderunner.org.nz/>, zuletzt geprüft am 26.03.2017.
- Cormier, Dave (2008): The CCK08 MOOC – Connectivism course, 1/4 way. Online verfügbar unter <http://davecormier.com/edblog/2008/10/02/the-cck08-mooc-connectivism-course-14-way/>, zuletzt geprüft am 01.04.2017.

- Credé, Marcus; Chernyshenko, Oleksandr S.; Bagrami, Jeffrey; Sully, Max (2009): Contextual Performance and the Job Satisfaction–Dissatisfaction Distinction. Examining Artifacts and Utility. In: *Human Performance* 22 (3), S. 246–272. DOI: 10.1080/08959280902970427.
- Dahlstrom, Eden; Brooks, D. Christopher; Grajek, Susan; Reeves, Jamie (2015): ECAR Study of Undergraduate Students and Information Technology, 2015. EDUCAUSE Center for Analysis and Research. Louisville, CO. Online verfügbar unter <https://www.educause.edu/ir/library/pdf/ss15/ers1510ss.pdf>, zuletzt geprüft am 18.03.2017.
- Dahlstrom, Eden; Walker, J.D.; Dziuban, Charles (2013): ECAR Study of Undergraduate Students and Information Technology, 2013. EDUCAUSE Center for Analysis and Research. Louisville, CO. Online verfügbar unter <https://www.educause.edu/ir/library/pdf/ers1302/ers1302.pdf>, zuletzt geprüft am 18.03.2017.
- Datenlotsen (2017): Technologie und Lösungen für Hochschulen. Folien per E-Mail von Kai Jessen (Datenlotsen Informationssysteme GmbH) am 30.03.2017. Datenlotsen Informationssysteme GmbH. Hamburg.
- Der Bayerische Landesbeauftragte für den Datenschutz (2013): Prüfbericht Technische Universität München. Az. 2-692/1-255. München.
- Dern, Gernot (2009): Management von IT-Architekturen. Wiesbaden: Springer Fachmedien (Edition CIO).
- Deutscher Bundestag (03.05.2011): De-Mail-Gesetz, vom 28.04.2011. In: *BGBI. I*, S. 666. Online verfügbar unter <https://www.gesetze-im-internet.de/de-mail-g/BJNR066610011.html>, zuletzt geprüft am 28.04.2017.
- Deutscher Bundestag (2017): Entwurf eines Gesetzes zur Anpassung des Datenschutzrechts an die Verordnung (EU) 2016/679 und zur Umsetzung der Richtlinie (EU) 2016/680 (Datenschutz-Anpassungs- und -Umsetzungsgesetz EU – DSAnpUG-EU), vom 24.02.2017 (Drucksache 18/11325). Online verfügbar unter <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/18/113/1811325.pdf>, zuletzt geprüft am 26.03.2017.
- Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung GmbH (DZHW) (2017): Kerndatensatz Forschung: Helpdesk. Online verfügbar unter <http://www.kerndatensatz-forschung.de/index.php?id=helpdesk>, zuletzt geprüft am 18.03.2017.
- DFG (Hg.) (2006): Informationsverarbeitung an Hochschulen – Organisation, Dienste und Systeme. Empfehlungen der Kommission für Rechenanlagen für 2006–2010. Deutsche Forschungsgemeinschaft, Kommission für Rechenanlagen. Bonn. Online verfügbar unter http://dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/reden_stellungnahmen/2006/wgi_kfr_empf_06.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- DFG (Hg.) (2010): Informationsverarbeitung an Hochschulen – Organisation, Dienste und Systeme. Empfehlungen der Kommission für IT-Infrastruktur für 2011–2015. Deutsche Forschungsgemeinschaft, Kommission für IT-Infrastruktur. Bonn. Online verfügbar unter http://dfg.de/download/pdf/foerderung/programme/wgi/empfehlungen_kfr_2011_2015.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

- DFG (2013): Vorschläge zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis. Denkschrift: Empfehlungen der Kommission "Selbstkontrolle in der Wissenschaft". Ergänzte Auflage. Weinheim: Wiley-VCH.
- DFG (Hg.) (2016): Informationsverarbeitung an Hochschulen - Organisation, Dienste und Systeme. Stellungnahme der Kommission für IT-Infrastruktur für 2016–2020. Deutsche Forschungsgemeinschaft, Kommission für IT-Infrastruktur. Bonn. Online verfügbar unter http://dfg.de/download/pdf/foerderung/programme/wgi/kfr_stellungnahme_2016_2020.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- DFN (2017a): Webkonferenzen mit Adobe Connect. Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e. V. (DFN). Online verfügbar unter <https://www.vc.dfn.de/webkonferenzen.html>, zuletzt aktualisiert am 13.03.2017, zuletzt geprüft am 26.03.2017.
- DFN (2017b): DFN-AAI - Authentifikations- und Autorisierungs-Infrastruktur. Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes e. V. (DFN). Online verfügbar unter <https://www.aai.dfn.de/>, zuletzt aktualisiert am 24.03.2017, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Diebold, Franz; Aziz, Haris; Bichler, Martin; Matthes, Florian; Schneider, Alexander (2014): Kurszuordnung über stabile Zuordnungsverfahren. In: *Wirtschaftsinf* 56 (2), S. 111–125. DOI: 10.1007/s11576-014-0408-4.
- Diehn, Max (2010): IntegraTUM Teilprojekt E-Mail: Aufbau eines mandatenfähigen Groupware-Services und seine Integration in Identity Management und E-Mail Infrastruktur der Technischen Universität München. In: Arndt Bode und Rolf Borgeest (Hg.): *Informationsmanagement in Hochschulen*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 419–435.
- DIVSI (2014a): Internet wegen Heartbleed-OpenSSL-Problem im Ausnahmezustand. Deutsches Institut für Vertrauen und Sicherheit im Internet (DIVSI). Online verfügbar unter <https://www.divsi.de/internet-wegen-heartbleed-openssl-problem-im-ausnahmezustand/>, zuletzt aktualisiert am 09.04.2014, zuletzt geprüft am 26.03.2017.
- DIVSI (2014b): OpenSSL-Heartbleed-Bug: betroffene Websites und was zu tun ist. Deutsches Institut für Vertrauen und Sicherheit im Internet (DIVSI). Online verfügbar unter <https://www.divsi.de/openssl-heartbleed-bug-betroffene-websites-und-was-zu-tun-ist/>, zuletzt aktualisiert am 10.04.2014, zuletzt geprüft am 26.03.2017.
- Doppler, Klaus; Lauterburg, Christoph (2014): *Change Management. Den Unternehmenswandel gestalten*. 13., aktualisierte und erw. Aufl. Frankfurt am Main [u.a.]: Campus-Verlag.
- Ducklin, Paul (2013): Anatomy of a password disaster – Adobe’s giant-sized cryptographic blunder. Sophos Ltd. Online verfügbar unter <https://nakedsecurity.sophos.com/2013/11/04/anatomy-of-a-password-disaster-adobes-giant-sized-cryptographic-blunder/>, zuletzt aktualisiert am 04.11.2013, zuletzt geprüft am 02.04.2017.
- Dunnette, Marvin D.; Campbell, John P.; Hakel, Milton D. (1967): Factors contributing to job satisfaction and job dissatisfaction in six occupational groups. In: *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 2 (2), S. 143–174. DOI: 10.1016/0030-5073(67)90027-X.
- Eckert, Claudia (2014): *IT-Sicherheit. Konzepte, Verfahren, Protokolle*. 9. Aufl. Oldenbourg: De Gruyter (De Gruyter Studium).

- Eckjans, Dennis; Seidl, Daniel; Wolf, Thomas; Zauner, Andreas (2010): Project Documentation: SEBIS Miniproject TUM und Abschlusspräsentation: SEBIS Miniprojekt an der TUM. Vorlesung: Software Engineering für betriebliche Anwendungen 2010. Technische Universität München.
- EFI (2015): Gutachten zur Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2015. Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI). Berlin. Online verfügbar unter http://www.e-fi.de/fileadmin/Gutachten_2015/EFI_Gutachten_2015.pdf, zuletzt geprüft am 01.04.2017.
- Ernst & Young GmbH (2012): Campus-Management zwischen Hochschulautonomie und Bologna-Reform. Ergebnisse der Ernst & Young Campus-Management-Studie. Hg. v. Ernst & Young GmbH. Online verfügbar unter [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Campus-Management_zwischen_Hochschulautonomie_und_Bologna-Reform_2012/\\$FILE/ErnstYoung_Campus-Management-Studie.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Campus-Management_zwischen_Hochschulautonomie_und_Bologna-Reform_2012/$FILE/ErnstYoung_Campus-Management-Studie.pdf), zuletzt geprüft am 28.02.2016.
- EuGH, Urteil vom 08.05.2014, Aktenzeichen C-15/13.
- Europäische Kommission (2013): Schengener Informationssystem (SIS II) geht in Betrieb (Pressemitteilung). Online verfügbar unter http://europa.eu/rapid/press-release_IP-13-309_de.htm, zuletzt geprüft am 02.03.2017.
- Europäische Kommission (2014a): Consultation on 'Science 2.0': Science in Transition. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/research/consultations/science-2.0/consultation_en.htm, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Europäische Kommission (2014b): Public Consultation 'Science 2.0': Science in Transition. Background Document. Online verfügbar unter <https://ec.europa.eu/research/consultations/science-2.0/background.pdf>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Europäische Kommission (15.12.2015): Einigung über die EU-Datenschutzreform der Kommission wird digitalen Binnenmarkt voranbringen. Wigand, Christian; Voin, Melanie. Online verfügbar unter http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-6321_de.htm, zuletzt geprüft am 26.03.2017.
- Europäische Kommission (2016): European eGovernment Action Plan 2016-2020. Online verfügbar unter <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/european-egovernment-action-plan-2016-2020>, zuletzt aktualisiert am 15.06.2017, zuletzt geprüft am 22.08.2017.
- Europäische Union (EU) (24.05.2016): Verordnung (EU) 2016/679 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. April 2016 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten, zum freien Datenverkehr und zur Aufhebung der Richtlinie 95/46/EG (Datenschutz-Grundverordnung). EU-DSGVO, vom 27.04.2016. In: *OJ* (L 119), S. 1–88. Online verfügbar unter <http://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Europäischen Gemeinschaft (EG) (24.10.1995): Richtlinie 95/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. Oktober 1995 zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten und zum freien Datenverkehr. RL 95/46/EG, vom 23.11.1995. Fundstelle: Amtsblatt. In: *ABl. EG L* (L 281), S. 31–50. Online verfügbar unter <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A31995L0046>, zuletzt geprüft am 26.03.2017.

- Europäisches Parlament (14.04.2016): Parlament verabschiedet EU-Datenschutzreform – EU fit fürs digitale Zeitalter. Uldall, Rikke; Wisdorff, Armin; Findeis, Michaela; Heinzl, Huberta. Online verfügbar unter <http://www.europarl.europa.eu/news/de/news-room/20160407IPR21776/parlament-verabschiedet-eu-datenschutzreform-%E2%80%93-eu-fit-f%C3%BCrs-digitale-zeitalter>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- EuroTech Universities Alliance (2014): EuroTech Universities Alliance Contribution to the Public Consultation "Science 2.0 - Science in Transition". Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/research/consultations/science-2.0/science_2.0_position_papers.zip, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- EuroTech Universities Alliance (2017): EuroTech Universities Alliance. Online verfügbar unter <http://eurotech-universities.eu/>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Federkeil, Gero (2013): Internationale Hochschulrankings – Eine kritische Bestandsaufnahme 35 (2), S. 34–48. Online verfügbar unter <http://www.bzh.bayern.de/uploads/media/2-2013-gesamt.pdf>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Ferber, Dete von; Kamrath, Anke; Kuczera, Eva; Leitel, Jana; Manz, Annette; Nahser, Sandra et al. (2016): Die Prozesslandkarte für den Bereich Studium und Lehre des ZKI AK Campus Management. ZKI. Heilbronn. Online verfügbar unter https://www.zki.de/fileadmin/zki/Publikationen/ZKI_ProzesslandkarteVersion1_-_Mai_2016.pdf, zuletzt geprüft am 07.08.2017.
- Ferstl, Otto K.; Sinz, Elmar J. (1990): Objektmodellierung betrieblicher Informationssysteme im Semantischen Objektmodell (SOM). In: *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 32 (6), S. 566–581.
- Föderalismusreform (2015). In: Duden Recht A - Z. Fachlexikon für Studium, Ausbildung und Beruf. 3. Aufl. Berlin: Bibliographisches Institut (Duden Spezialwörterbücher). Online verfügbar unter <http://www.bpb.de/nachschlagen/lexika/recht-a-z/22184/foederalismusreform>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Friedewald, Michael; Obersteller, Hannah; Nebel, Maxi; Bieker, Felix; Rost, Martin (2016): Datenschutz-Folgenabschätzung. Ein Werkzeug für einen besseren Datenschutz. 1. Aufl. Hg. v. Peter Zoche, Regina Ammicht Quinn, Michael Friedewald, Marit Hansen, Jessica Heesen und Thomas Hess. Forum Privatheit und selbstbestimmtes Leben in der Digitalen Welt (Forum Privatheit und selbstbestimmtes Leben in der digitalen Welt). Online verfügbar unter https://www.forum-privatheit.de/forum-privatheit-de/texte/veroeffentlichungen-des-forums/themenpapiere-white-paper/Forum_Privatheit_White_Paper_Datenschutz-Folgenabschaetzung_2016.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Fröhlich, Martin; Glasner, Kurt (2007): IT Governance. Leitfaden für eine praxisgerechte Implementierung. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler Verlag / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8349-9364-9>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Fuchs, Karin (2012): Entwicklung eines Key-User-Konzeptes für ein Informationsmanagementsystem an Universitäten und Hochschulen. CAMPUS 02 Fachhochschule der Wirtschaft. Graz (Bachelorarbeit Studiengang Innovationsmanagement).
- Fuhrmann-Siekmeyer, Anne; Thelen, Tobias; Knaden, Andreas (2015): Pilotprojekt zur Einzelerfassung der Nutzung von Texten nach § 52a UrhG an der Universität Osnabrück. Abschlussbericht. Hg. v. virtUOS Universität Osnabrück. Zentrum für Informationsmanagement und virtuelle Lehre.

- Osnabrück (Working Paper, 02/2015). Online verfügbar unter https://repositorium.uni-osnabrueck.de/bitstream/urn:nbn:de:gbv:700-2015061913251/2/workingpaper_02_2015_virtUOS.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Gale, D.; Shapley, L. S. (1962): College Admissions and the Stability of Marriage. In: *The American Mathematical Monthly* 69 (1), S. 9. DOI: 10.2307/2312726.
- GATE-Germany (Hg.) (2016): Weltweit und virtuell – Praxisbeispiele aus dem digitalen Hochschulmarketing. GATE Germany; Konsortium Internationales Hochschulmarketing; Deutscher Akademischer Austauschdienst. Bielefeld: wbv (Schriftenreihe Hochschulmarketing, 13). Online verfügbar unter http://www.gate-germany.de/fileadmin/dokumente/schriftenreihe/GATE-Schriftenreihe_13.pdf, zuletzt geprüft am 01.04.2017.
- Gergintchev, Ivan; Pongratz, Hans (2010): Integriertes eLearning in der Fakultät für Medizin an der TU München. In: Michael Kerres (Hg.): DeLFI 2010. 8. Tagung der Fachgruppe E-Learning der Gesellschaft für Informatik e.V., 12.–15. September 2010, Universität Duisburg-Essen. Bonn: Ges. für Informatik (GI-Edition lecture notes in informatics P, Proceedings, 169), S. 203–214. Online verfügbar unter <http://subs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings169/203.pdf>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Global Alliance of Technological Universities (2017): GlobalTech Alliance. Online verfügbar unter <http://globaltechalliance.org/>, zuletzt aktualisiert am 09.03.2017, zuletzt geprüft am 29.03.2017.
- Gutheil, Ulrike (2016): KMK-Umfrage zur Verwendung von Campus Management Systemen. KMK.
- Haarhaus, Benjamin: Herzbergs Zwei-Faktoren-Theorie. Online verfügbar unter <http://arbeitszufriedenheit.net/herzbergs-zwei-faktoren-theorie/>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Haas, Peter (2005): Medizinische Informationssysteme und elektronische Krankenakten. Berlin: Springer.
- Hegering, Heinz-Gerd; Reiser, Helmut; Kranzlmüller, Dieter (2017): Das Münchner Wissenschaftsnetz. In: *Informatik Spektrum* 40 (2), S. 192–200. DOI: 10.1007/s00287-017-1028-3.
- Herzberg, Frederick; Mausner, Bernard; Snyderman, Barbara Bloch (1959): The motivation to work. New York: John Wiley & Sons.
- Hess, Thomas (2014): Digitalisierung. In: Karl Kurbel, Jörg Becker, Norbert Gronau, Elmar Sinz und Leena Suhl (Hg.): Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik – Online-Lexikon. 8. Aufl. München: Oldenbourg. Online verfügbar unter <http://www.enzyklopaedie-der-wirtschaftsinformatik.de/lexikon/technologien-methoden/Informatik--Grundlagen/digitalisierung>, zuletzt geprüft am 22.04.2017.
- HIS eG; Corphis Management Consulting (2017): HIS-Umfrage.
- Hochschulforum Digitalisierung (Hg.) (2016): The Digital Turn – Hochschulbildung im digitalen Zeitalter. Abschlussbericht. Hochschulforum Digitalisierung beim Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. Berlin (Arbeitspapier, Nr. 27). Online verfügbar unter <https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/Abschlussbericht.pdf>, zuletzt geprüft am 07.03.2017.
- HRK (2014): Statistische Daten zu Studienangeboten an Hochschulen in Deutschland. Studiengänge, Studierende, Absolventinnen und Absolventen. Wintersemester 2014/2015. Bonn (Statistiken zur

- Hochschulpolitik). Online verfügbar unter https://www.hrk-nexus.de/fileadmin/redaktion/hrk-nexus/media/hrk_statistik_studienangebote_wise_2014_2015.pdf, zuletzt geprüft am 18.03.2017.
- HRK (2016a): Ordnung der Hochschulrektorenkonferenz (HRK) - Konferenz der Rektorinnen und Rektoren sowie Präsidentinnen und Präsidenten der Hochschulen in der Bundesrepublik Deutschland, vom 11.05.2016. Online verfügbar unter https://www.hrk.de/fileadmin/redaktion/hrk/01-Bilder/01-03-Personen/01-03-01-HRK/Internetfassung2016_Ordnung_Novelliert_11_Mai_2016.pdf, zuletzt geprüft am 25.03.2017.
- HRK (2016b): Die Hochschulen als zentrale Akteure in Wissenschaft und Gesellschaft. Eckpunkte zur Rolle und zu den Herausforderungen des Hochschulsystems. Senat der Hochschulrektorenkonferenz (HRK). Online verfügbar unter https://www.hrk.de/fileadmin/redaktion/hrk/02-Dokumente/02-01-Beschluesse/HRK_-_Eckpunkte_Hochschulsystem_2016.pdf, zuletzt geprüft am 08.04.2017.
- HRK (2016c): Statistische Daten zu Studienangeboten an Hochschulen in Deutschland. Studiengänge, Studierende, Absolventinnen und Absolventen. Wintersemester 2016/2017. Bonn (Statistiken zur Hochschulpolitik). Online verfügbar unter https://www.hrk.de/fileadmin/redaktion/hrk/02-Dokumente/02-03-Studium/02-03-01-Studium-Studienreform/HRK_Statistik_WiSe_2016_17.pdf, zuletzt geprüft am 18.03.2017.
- Ivanova, Maryna (2011): Bedarfs- und Anforderungsanalyse für Werkzeuge zur Unterstützung von dezentralen Prüfungsprozessen mit Hilfe von TUMonline. Bachelorarbeit in Wirtschaftsinformatik. Technische Universität München, München. Fakultät für Informatik.
- Ivanova, Maryna (2015): Academic Analytics: Einsatzszenarien, prototypische Implementierung und Evaluation. Masterarbeit in Wirtschaftsinformatik. Technische Universität München, München. Fakultät für Informatik.
- Jitsi (2017): JITSI - Open Source Video Calls and Chat. Online verfügbar unter <https://jitsi.org/>, zuletzt geprüft am 02.04.2017.
- Käck, Friedrich J.; Vogg, Herbert (2003): Projektabschlussbericht SAP@TUM. Technische Universität München. München.
- Kam, Chester Chun Seng; Meyer, John P. (2015): How Careless Responding and Acquiescence Response Bias Can Influence Construct Dimensionality. In: *Organizational Research Methods* 18 (3), S. 512–541. DOI: 10.1177/1094428115571894.
- Karlsruher Institut für Technologie (2016): Das Projekt KIM-CM. Online verfügbar unter <https://kim.cio.kit.edu/cm.php>, zuletzt aktualisiert am 08.09.2016, zuletzt geprüft am 25.03.2017.
- Keukert, Michael; Gruenenwald, Lutz; Theile, Joachim (1996): Allgemeine Informationen zum Maus-Net. Online verfügbar unter <https://www.maus.de/>, zuletzt aktualisiert am 01.04.2005, zuletzt geprüft am 18.07.2017.
- Kirchen, Jennifer (2012): Bessere Services für Studenten. SAP SE. Online verfügbar unter <http://news.sap.com/germany/slcm-studenten-hochschulstart-businesssuite/>, zuletzt geprüft am 26.03.2017.

- Kirchgeßner, Kilian (2010): Kreative Vielfalt. Wie deutsche Hochschulen den Bologna-Prozess nutzen. Unter Mitarbeit von Stefanie Busch. 1. Aufl., Apr. 2010. Bonn: HRK.
- KMK (2016a): Der Bologna-Prozess. Online verfügbar unter <https://www.kmk.org/themen/hochschulen/internationale-hochschulangelegenheiten.html>, zuletzt geprüft am 26.03.2017.
- KMK (2016b): Intranetnutzung: Neuer Rahmenvertrag für die Verwendung von Schriftwerken für Lehre und Forschung an Hochschule. Online verfügbar unter <https://www.kmk.org/aktuelles/artikelansicht/intranetnutzung-neuer-rahmenvertrag-fuer-die-verwendung-von-schriftwerken-fuer-lehre-und-forschung-an-hochschulen.html>, zuletzt geprüft am 18.03.2017.
- KMK (2016c): Strategie der Kultusministerkonferenz „Bildung in der digitalen Welt“. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 08.12.2016. Berlin. Online verfügbar unter https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2016/Bildung_digitale_Welt_Webversion.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2017.
- KMK (09.12.2016): Akkreditierungsstaatsvertrag der KMK sichert größtmögliche Qualität von Studiengängen und Mobilität für Studierende. Online verfügbar unter <https://www.kmk.org/de/aktuelles/artikelansicht/akkreditierungsstaatsvertrag-der-kmk-sichert-groesstmoeegliche-qualitaet-von-studiengaengen-und-mobilitaet-fuer-studierende.html>, zuletzt geprüft am 26.03.2017.
- KMK (2017): Digitale Semesterapparate: Einigung von KMK und VG Wort. KMK. Online verfügbar unter <https://www.hrk.de/einigung-von-kmk-und-vg-wort/>, zuletzt geprüft am 01.09.2017.
- KMK; VG Wort (08.12.2015): Verständigung zu Intranetnutzungen an Hochschulen. Gemeinsame Pressemitteilung KMK und VG WORT. München/Berlin. Schindel, Angelika; Heil, Torsten. Online verfügbar unter http://www.vgwort.de/fileadmin/pdf/pressemitteilungen/2015-12-08_PM_KMK_VG-Wort.pdf, zuletzt geprüft am 18.03.2017.
- KMK/BMBF (2004): Realisierung der Ziele des Bologna-Prozesses. Nationaler Bericht 2004 für Deutschland von KMK und BMBF. Online verfügbar unter http://www.akkreditierungsrat.de/fileadmin/Seiteninhalte/Sonstige/BMBF_KMK_2004_Bolognabericht.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Körner, Wolfgang (2012): Bericht der HIS GmbH. 28. Jahrestagung der Vizepräsidentinnen und Vizepräsidenten sowie der Kanzlerinnen und Kanzler der Hochschulen für angewandte Wissenschaften der Bundesrepublik Deutschland. Hg. v. HIS GmbH. Wiesbaden. Online verfügbar unter http://www.kanzlernet.de/fileadmin/inhalt/dokumente/Jahrestagung_2012/HIS-Bericht2012.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- KoSIT (2012): Lateinische Zeichen in Unicode. Koordinierungsstelle für IT-Standards (KoSIT). Bremen. Online verfügbar unter http://xoev.de/latinchars/1_1/latinchars.pdf, zuletzt aktualisiert am 27.01.2012, zuletzt geprüft am 26.03.2017.
- KoSIT (2014): Datensatz für das Meldewesen. Einheitlicher Bundes-/Länderteil (DSMeld); Koordinierungsstelle für IT-Standards (KoSIT). Bremen. Online verfügbar unter <http://www1.osci.de/sixcms/media.php/13/DSMeld.9359.pdf>, zuletzt aktualisiert am 01.02.2016, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

- Krasnova, Alena (2013): TUMonline Nutzerbefragung: Planung, Umsetzung, Durchführung und Ableitung von priorisierten Handlungsempfehlungen. Bachelorarbeit in Wirtschaftsinformatik. Technische Universität München, München. Fakultät für Informatik.
- Krcmar, Helmut (1991): Integration in der Wirtschaftsinformatik - Aspekte und Tendenzen. In: Herbert Jacob, Jörg Becker und Helmut Krcmar (Hg.): Integrierte Informationssysteme. Wiesbaden: Gabler Verlag, S. 3–18.
- Krcmar, Helmut (2010): Informationsmanagement. 5., vollst. überarb. und erw. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Krcmar, Helmut (2015): Informationsmanagement. 6., überarb. Aufl. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Kruse, Anna (2016): Making a MOOC at TUM. A Handbook for Instructors and Course Teams. Unter Mitarbeit von Hans Pongratz, Manfred Stross und Elvira Schulze. TUM Medienzentrum. München. Online verfügbar unter https://www.mz.itsz.tum.de/fileadmin/w00bgq/www/eLearning/pdf/MOOC_Handbook_TUM_20160408.pdf, zuletzt geprüft am 01.04.2017.
- Kruse, Anna; Pongratz, Hans (2017): Digital Change: How MOOCs Transform the Educational Landscape. In: Horst Ellermann, Peter Kreutter und Wolfgang Messner (Hg.): The Palgrave Handbook of Managing Continuous Business Transformation. London, s.l.: Palgrave Macmillan UK, S. 353–373. Online verfügbar unter https://link.springer.com/chapter/10.1057%2F978-1-137-60228-2_16, zuletzt geprüft am 01.04.2017.
- Kuper, Silvia; Göcks, Marc (2007): Campus-Management-Systeme einführen. Faktoren erfolgreichen Projekt- und Change Managements. In: *wissenschaftsmanagement* 2007 (3), S. 40–46. Online verfügbar unter http://www.wissenschaftsmanagement.de/dateien/dateien/management/downloaddateien/wim_2007_03_silvia_kupper_marc_goecks_camous_management_systeme_einfuehren.pdf, zuletzt geprüft am 08.04.2017.
- Lang, Leah; Pirani, Judith A. (2014): Adapting the Established SIS to Meet Higher Education's Increasingly Dynamic Needs: CDS Spotlight Report. ECAR Research Bulletin. EDUCAUSE Center for Analysis and Research. Louisville, CO. Online verfügbar unter <https://library.educause.edu/~media/files/library/2014/9/erb1411-pdf.pdf>, zuletzt geprüft am 01.09.2017.
- Lehner, Franz; Scholz, Michael; Wildner, Stephan (2008): Wirtschaftsinformatik. Eine Einführung. 2. Aufl. München: Hanser, Carl.
- Leibniz Universität Hannover (2016): Campusmanagement mit SAP (CMSAP). Online verfügbar unter <https://www.uni-hannover.de/de/universitaet/projekte/cmsap/>, zuletzt aktualisiert am 18.01.2016, zuletzt geprüft am 25.03.2017.
- Leiß, Caroline; Hohmann, Tina (2015): Akademisches Identitätsmanagement. Online verfügbar unter https://handbuch.tib.eu/w/index.php?title=Handbuch_CoScience/Akademisches_Identitaetsmanagement&stableid=3392, zuletzt geprüft am 01.05.2017.
- Leiss, Johann; Pretz, Edwin; Seifert, Arne (2010): mediaTUM: Der zentrale Medienserver der Technischen Universität München. In: Arndt Bode und Rolf Borgeest (Hg.): Informationsmanagement in Hochschulen. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 365–377.

- Leitel, Jana; Sturm, Tobias (2013a): Auswertung Umfrage „Campus Management und Prozesse“. ZKI AK CM. ZKI. Online verfügbar unter <http://goo.gl/d4vsVX>, zuletzt geprüft am 26.03.2017.
- Leitel, Jana; Sturm, Tobias (2013b): Umfrage „Campus Management und Prozesse“. ZKI AK CM. ZKI. Online verfügbar unter <http://goo.gl/VXk0nY>, zuletzt geprüft am 26.03.2017.
- Leyh, Christian; Hennig, Christian (2012): ERP- und Campus-Management-Systeme in der Hochschulverwaltung. Ergebnisse einer Befragung deutscher Universitäten und Fachhochschulen. Hg. v. Die Professoren der Fachgruppe Wirtschaftsinformatik. Dresden (Dresdner Beiträge zur Wirtschaftsinformatik, 65/12). Online verfügbar unter https://tu-dresden.de/bu/wirtschaft/isih/ressourcen/dateien/isih_team/pdfs_team/hochschulverwaltung_leyh?lang=en, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- LfF (2017): BayRKS - Bayer. Reisekostenabrechnungssystem / BayRMS – Bayer. Reisekostenmanagementsystem. Landesamt für Finanzen, Freistaat Bayern. Online verfügbar unter <http://www.lff.bayern.de/produkte/bayrks/>, zuletzt aktualisiert am 23.03.2017, zuletzt geprüft am 25.04.2017.
- LRZ (2015): Jahresbericht 2014. Hg. v. Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Online verfügbar unter <https://www.lrz.de/wir/berichte/IB/JBer2014.pdf>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- LRZ (2016a): Dienstleistungsangebot des LRZ. Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Online verfügbar unter <https://www.lrz.de/services/dienstleistungskatalog.pdf>, zuletzt aktualisiert am 01.11.2016, zuletzt geprüft am 29.03.2017.
- LRZ (2016b): Multimedia Streaming-Server. Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Online verfügbar unter <https://www.lrz.de/services/peripherie/streamingserver/>, zuletzt aktualisiert am 22.01.2016, zuletzt geprüft am 26.03.2017.
- LRZ (2016c): Münchner Wissenschaftsnetz MWN. Poster. Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Online verfügbar unter <https://www.lrz.de/wir/postergalerie/2016/images/MWN.pdf>, zuletzt geprüft am 18.03.2017.
- LRZ (2016d): Überblick über das Münchner Wissenschaftsnetz (MWN). Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Online verfügbar unter <https://www.lrz.de/services/netz/mwn-ueberblick/>, zuletzt aktualisiert am 07.07.2016, zuletzt geprüft am 18.03.2017.
- Lyubchenko, Tatiana (2011): Entwicklung eines hochschulweiten Supportkonzeptes für TUMonline - das Campus-Management System an der TU München. Bachelorarbeit in Wirtschaftsinformatik. Technische Universität München. Fakultät für Informatik.
- Maier, Günter W.: Gabler Wirtschaftslexikon. Stichwort: Zweifaktorentheorie. Hg. v. Springer Gabler Verlag. Online verfügbar unter <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/77704/zweifaktorentheorie-v8.html>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Mashable (2014): The Heartbleed Hit List: The Passwords You Need to Change Right Now. Online verfügbar unter <http://mashable.com/2014/04/09/heartbleed-bug-websites-affected/#6tJ56oz7yaqg>, zuletzt aktualisiert am 19.04.2014, zuletzt geprüft am 26.03.2017.
- Maurer, Hermann (2015): Die frühe Entwicklung des Internets, des WWW und erste E-Learning Aktivitäten. In: Reinhard Keil und Harald Selke (Hg.): 20 Jahre Lernen mit dem World Wide Web. Technik und Bildung im Dialog; Symposium 20 Jahre Lernen mit dem World Wide Web, 26.-27. Juni

- 2014, Paderborn. Paderborn: Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn (HNI-Verlagsschriftenreihe, Band 330), S. 9–24.
- mediaTUM (2016): mediaTUM - Medienserver. Universitätsbibliothek der Technischen Universität München. Online verfügbar unter <https://mediatum.github.io/>, zuletzt geprüft am 29.03.2017.
- Mertens, Peter (2013): Integrierte Informationsverarbeitung 1. Operative Systeme in der Industrie. 18., überarb. Aufl. 2013. Korr. Nachdruck 2012. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden; Imprint: Springer Gabler (Springer-Lehrbuch).
- Mertens, Peter; Bodendorf, Freimut; König, Wolfgang; Picot, Arnold; Schumann, Matthias; Hess, Thomas (2012): Grundzüge der Wirtschaftsinformatik. 11. Aufl. 2012. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; Imprint: Springer (Springer-Lehrbuch).
- Mertens, Peter; Holzner, Jochen (1992): Eine Gegenüberstellung von Integrationsansätzen der Wirtschaftsinformatik. In: *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 34 (1), S. 5–25.
- Meyer, Patrick; Niedl, Tobias (2011): Realisierung eines in Moodle integrierten Semesterapparates. Interdisziplinäres Projekt in Informatik. Technische Universität München, München. Fakultät für Informatik.
- Minsky, Carly (2016): Best universities for graduate jobs: Global University Employability Ranking 2016. Times Higher Education. Online verfügbar unter <https://www.timeshighereducation.com/student/news/best-universities-graduate-jobs-global-university-employability-ranking-2016>, zuletzt aktualisiert am 16.11.2016, zuletzt geprüft am 29.03.2017.
- Müller, Angelika; Pongratz, Hans (2017): Sensibilisierung für IT-Sicherheit an Hochschulen – Ein Praxisbericht der Technischen Universität München. In: Christian Paulsen (Hg.): Sicherheit in vernetzten Systemen. 24. DFN-Konferenz. Norderstedt: Books on Demand, H1-H21.
- oaq (2014): Systemakkreditierung TU München. Online verfügbar unter https://www.lehren.tum.de/fileadmin/w00bmo/www/Downloads/Themen/Qualitaetsmanagement/Dokumente/Systemakkreditierung_Gutachterbericht.pdf, zuletzt geprüft am 24.03.2017.
- ORCID (2017): ORCID. Connecting Research and Researchers. Online verfügbar unter <https://orcid.org/>, zuletzt aktualisiert am 24.04.2017, zuletzt geprüft am 30.04.2017.
- OTRS (2017): OTRS Free – The Flexible Open Source Service Management Software. Online verfügbar unter <https://www.otrs.com/otrs-free-help-desk/>, zuletzt geprüft am 02.04.2017.
- Oversohl, Martin (2009): Und es hat "Pling!" gemacht. 25 Jahre E-Mail in Deutschland. Spiegelonline. Online verfügbar unter <http://www.spiegel.de/netzwelt/tech/25-jahre-e-mail-in-deutschland-und-es-hat-pling-gemacht-a-639654.html>, zuletzt geprüft am 02.06.2017.
- Pappano, Laura (2012): The Year of the MOOC. In: *The New York Times* 2012, 04.11.2012, ED26. Online verfügbar unter <http://www.nytimes.com/2012/11/04/education/edlife/massive-open-online-courses-are-multiplying-at-a-rapid-pace.html>, zuletzt geprüft am 01.04.2017.
- Pasternack, Peer (2007): Stabilisierungsfaktoren und Innovationsagenturen. Die ostdeutschen Hochschulen und die zweite Phase des Aufbau Ost. Leipzig: Akad. Verl.-Anst.
- Pätzold, Sebastian; Graf, Stephan; Gergintchev, Ivan; Pongratz, Hans; Rathmayer, Sabine (2010): Stufenweise Integration von eLearning an der Technischen Universität München. In: Arndt Bode und

- Rolf Borgeest (Hg.): Informationsmanagement in Hochschulen. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 289–301.
- Persike, Malte; Friedrich, Julius-David (2016): Lernen mit digitalen Medien aus Studierendenperspektive. Sonderauswertung aus dem CHE Hochschulranking für die deutschen Hochschulen. Hg. v. Hochschulforum Digitalisierung beim Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. Berlin (Arbeitspapier, Nr. 17). Online verfügbar unter <http://d-nb.info/1102217131/34>, zuletzt geprüft am 17.07.2017.
- Pongratz, Hans (2009): Suchmaschinen-basierte Informationsauspähung. In: Christian Paulsen (Hg.): Sicherheit in vernetzten Systemen. 16. DFN Workshop, 17./18. März 2009 in Hamburg. Nordstedt: Books on Demand GmbH (Berichte DFN-CERT), G1-G13.
- Pongratz, Hans (2010): Zwischen Web 2.0, virtuellen Welten und Game-based Learning – Einsatzszenarien und Prototypen im Hochschul Umfeld. In: Arndt Bode und Rolf Borgeest (Hg.): Informationsmanagement in Hochschulen. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 321–335.
- Pongratz, Hans (2012a): Hochschulleitungsbeschluss zur Einführung eines zentralen IT-Sicherheitsmeldewesens. Technische Universität München. Online verfügbar unter <https://www.it.tum.de/information-hilfe/richtlinien/zentrales-meldewesen/>, zuletzt geprüft am 01.04.2017.
- Pongratz, Hans (2012b): TUM – die digitale Hochschule. Editorial. In: *TUMcampus* 2012 (2), S. 3. Online verfügbar unter https://www.tum.de/fileadmin/w00bfo/www/TUMcampus/Archiv_Pdf_Lesezeichen/2012_2_TUMcampus.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Pongratz, Hans (2013): Cloud Computing: Universitäre Einsatzszenarien & Erfahrungen. Echte Chance oder purer Hype? In: *wissenschaftsmanagement* (3), S. 18–21. Online verfügbar unter http://www.wissenschaftsmanagement.de/dateien/dateien/schwerpunkt/downloaddateien/wim_2013_03_hans_pongatz_cloud_computing_universitaere_einsatzszenarien_und_erfahrungen.pdf, zuletzt geprüft am 01.12.2015.
- Pongratz, Hans (2014a): CIO-Strukturen im Wandel. In: Dieter Lenzen und Holger Fischer (Hg.): Change: Hochschule der Zukunft. Campus Innovation 2013, Konferenztag Studium und Lehre, Jahrestagung Universitätskolleg, Bd. 3. Campus Innovation 2013. Hamburg, 14./15.11.2013. Universität Hamburg. Hamburg (Universitätskolleg-Schriften, 3), S. 129–133. Online verfügbar unter <https://www.universitaetskolleg.de/publikationen/uk-schriften-003.pdf>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Pongratz, Hans (2014b): Effizienz meets Effektivität. In: Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden Württemberg (Hg.): Fachtagung MOOCs or POOCs. Ornament oder Fundament der Hochschulentwicklung? Stuttgart, S. 36–43. Online verfügbar unter https://mwk.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-mwk/intern/dateien/publikationen/MOOCs-or-POOCs_Dokumentation_26022014_01.pdf, zuletzt geprüft am 01.04.2017.
- Pongratz, Hans; Graf, Stephan (2013): How to get ready for E-Portfolios at HEIs – strategy and process model. In: Serge Ravet (Hg.): Proceedings of ePIC 2013, the 11th International ePortfolio and Identity Conference. ePIC 2013. London, 8.–10.07.2013. Poitiers, France: ADPIOS, S. 49–53. Online verfügbar unter http://www.epforum.eu/sites/www.epforum.eu/files/ePIC%202013_0.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

- Pongratz, Hans; Sprenger, Peter; Marzen, Alexander (2006): Fachkonzept für die Schnittstelle zwischen HIS-GX und CLIX. TUM / imc AG.
- Pongratz, Hans; Wülbern, Kai (2009): Electronic admission and enrolment processing - no queues anymore? In: José Raúl Canay Pazos, Javier Franco Tubío und Pedro J. Rey Sanchiz (Hg.): Eunis 2009. IT: key of the European space for knowledge, Santiago de Compostela, June 23rd-26th, 2009. Santiago de Compostela: Servizo de Publicacions e Intercambio Cientifico, Universidade de Santiago de Compostela (Cursos e congresos da Universidade de Santiago de Compostela, 184). Online verfügbar unter <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1357396/1357396.pdf>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Quinque, Venio Piero (2008): Jahresbericht 2007. Hg. v. TU9 German Institutes of Technology e.V. Berlin. Online verfügbar unter http://www.tu9.de/media/docs/tu9/TU9_Jahresbericht_20080702.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Rathmayer, Sabine; Gergintchev, Ivan (2010): elecTUM: Umsetzung der eLearning-Strategie der Technischen Universität München. In: Arndt Bode und Rolf Borgeest (Hg.): Informationsmanagement in Hochschulen. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 275–288.
- Rehr, Barbara (2017): AW: Infos zu PRIMUSS, 15.09.2017. E-Mail an Hans Pongratz.
- Rösch, Maximilian (2017): Student Lifecycle Manager. Referenzen in Europa & weltweit. Folien per E-Mail von Julia Kuchler (SAP) am 31.03.2017. SAP Deutschland SE & Co. KG.
- Rossak, Ines (2013): Datenintegration. Integrationsansätze, Beispielszenarien, Problemlösungen, Tailend Open Studio. München: Hanser.
- RWTH Aachen (2017): Projekt "Reorganisation der Prozesse rund um das Prüfungsleistungs- und Lehrveranstaltungsmanagement einschließlich der Einführung einer integrierten Softwarelösung". Online verfügbar unter <http://www.rwth-aachen.de/cms/root/Die-RWTH/Profil/Lehre/~djla/PuL-Projekt/>, zuletzt aktualisiert am 20.03.2017, zuletzt geprüft am 25.03.2017.
- Scheer, August-Wilhelm (1992): Architektur integrierter Informationssysteme. Grundlagen der Unternehmensmodellierung. 2., verb. Aufl. Berlin u.a: Springer.
- Schmid, Ulrich; Goertz, Lutz; Radomski, Sabine; Thom, Sabrina; Behrens, Julia (2017): Monitor Digitale Bildung. Die Hochschulen im digitalen Zeitalter. Bertelsmann Stiftung. Gütersloh. Online verfügbar unter https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/DigiMonitor_Hochschulen_final.pdf, zuletzt geprüft am 17.07.2017.
- Schmidt, Jürgen (2016): Ministerium für digitale Infrastruktur pfuscht beim eigenen Web-Server. Hg. v. Heise Verlag. Online verfügbar unter <http://www.heise.de/security/meldung/Ministerium-fuer-digitale-Infrastruktur-pfuscht-beim-eigenen-Web-Server-3186960.html>, zuletzt aktualisiert am 29.04.2016, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Schönwald, Ingrid (2007): Change Management in Hochschulen. Die Gestaltung soziokultureller Veränderungsprozesse zur Integration von E-Learning in die Hochschule. 1. Aufl. Lohmar, Köln: Eul (Reihe: E-Learning, Bd. 12).
- Schultz, Elmar (Hg.) (2014): Potenziale und Probleme von MOOCs. Eine Einordnung im Kontext der digitalen Lehre. HRK. Bonn: HRK Hochschulrektorenkonferenz (Beiträge zur Hochschulpolitik,

- 2/2014). Online verfügbar unter http://www.hrk.de/uploads/media/2014-07-17_Endversion_MOOCs.pdf, zuletzt geprüft am 01.04.2017.
- Schulze, Elvira; Baume, Matthias; Graf, Stephan; Gergintchev, Ivan (2010): Evaluation der zentralen TUM-Lernplattform. In: Arndt Bode und Rolf Borgeest (Hg.): Informationsmanagement in Hochschulen. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 303–319.
- ShanghaiRanking Consultancy (2015): Academic Ranking of World Universities: Methodology 2015. Online verfügbar unter <http://www.shanghairanking.com/ARWU-Methodology-2015.html>, zuletzt geprüft am 18.03.2017.
- Shibboleth Consortium: What's Shibboleth? Online verfügbar unter <https://shibboleth.net/about/>, zuletzt geprüft am 02.03.2017.
- Sinz, Elmar J.; Böhnlein, Michael; Plaha, Markus; Ulbrich-vom Ende, Achim (2001): Architekturkonzept eines verteilten DataWarehouse-Systems für das Hochschulwesen. In: Hans Ulrich Buhl, Andreas Huther und Bernd Reitwiesner (Hg.): Information Age Economy. 5. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik 2001. Heidelberg: Physica-Verlag, S. 57–71. Online verfügbar unter <http://www.ceushb.de/forschung/downloads/wi2001.pdf>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Sonic Foundry Inc. (2017): Mediasite Video Platform. Online verfügbar unter <http://www.sonicfoundry.com/mediasite/>, zuletzt geprüft am 26.03.2017.
- Spitta, Thorsten; Carolla, Marco; Brune, Henning; Grechenig, Thomas; Strobl, Stefan; Vom Brocke, Jan (2015): Campus-Management Systeme als Administrative Systeme. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2016a): Hochschulen insgesamt. Hochschularten. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/BildungForschungKultur/Hochschulen/Tabellen/HochschulenHochschularten.html>, zuletzt geprüft am 18.03.2017.
- Statistisches Bundesamt (2016b): Studierende. Insgesamt nach Bundesländern und tiefer gegliederten Angaben. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/BildungForschungKultur/Hochschulen/Tabellen/StudierendeInsgesamtBundeslaender.html>, zuletzt geprüft am 18.03.2017.
- Statistisches Bundesamt (2016c): Studierende. Insgesamt nach Nationalität und Geschlecht im Zeitvergleich. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Indikatoren/LangeReihen/Bildung/Irbil01.html>, zuletzt geprüft am 18.03.2017.
- Statistisches Bundesamt (2016d): Bildung und Kultur. Personal an Hochschulen 2015. Wiesbaden (Fachserie 11 Reihe 4.4). Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/BildungForschungKultur/Hochschulen/PersonalHochschulen2110440157004.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 18.03.2017.
- Statistisches Bundesamt (03.01.2017): 3 700 Studienanfänger/-innen jünger als 18 Jahre. Wiesbaden. Feuerstein, Thomas. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/zdw/2017/PD17_001_p002.html, zuletzt geprüft am 08.04.2017.

- Stifterverband (2016): Gründungsradar 2016. Der Gründungsradar des Stifterverbandes vergleicht Hochschulprofile in der Gründungsförderung an deutschen Hochschulen. Online verfügbar unter <http://gradar.stifterverband.fork.corpex-kunden.de/download/file/fid/95>, zuletzt geprüft am 29.03.2017.
- Stiftung für Hochschulzulassung: Das Bewerbungs- und Informationsportal für zulassungsbeschränkte Studiengänge. Online verfügbar unter <http://www.hochschulstart.de/>, zuletzt geprüft am 25.03.2017.
- Stiftung für Hochschulzulassung (21.01.2015): Serviceverfahren im Aufwind. Holtermann, Patrick, Sonnenstraße 171, 44137 Dortmund. Online verfügbar unter <http://www.hochschulstart.de/fileadmin/downloads/presse/2014-01-21%20PM%20Fazit%20DoSV%20SoSe15%20final.pdf>, zuletzt geprüft am 25.03.2017.
- Stiftung für Hochschulzulassung (02.09.2015): Ausbau des Dialogorientierten Serviceverfahrens schreitet erfolgreich voran. Holtermann, Patrick, Sonnenstraße 171, 44137 Dortmund. Online verfügbar unter http://www.hochschulstart.de/fileadmin/downloads/presse/2015_09_02_PM_SfH.pdf, zuletzt geprüft am 25.03.2017.
- Stiftung für Hochschulzulassung (2017): Das Bewerbungs- und Informationsportal für Medizin, Zahnmedizin und Pharmazie. hochschulstart.de. Online verfügbar unter <https://zv.hochschulstart.de/index.php?id=9>, zuletzt geprüft am 25.03.2017.
- Studentische Vertretung der Technischen Universität München (2009): Erstsemesterumfrage 2009. IO-Referat.
- Stuht, Marcel (2016): Evaluation of the German identity card (nPA / eID) - usability in key administration processes of a university. Evaluation des neuen Personalausweises - Verwendbarkeit für universitäre Kernprozesse. Masterarbeit Informatik. Technische Universität München, München. Fakultät für Informatik.
- Sydow, Lennart (2016): Meldung machen! Neue Melde- und Benachrichtigungspflichten nach der Datenschutz-Grundverordnung. In: *DFN-Infobrief Recht Jahresband 2016*, S. 111–113.
- Technische Universität Berlin (2013): Zukunftskonzept der TU Berlin für die Jahre 2013-2020. Online verfügbar unter http://www.campusmanagement.tu-berlin.de/fileadmin/i59_campusmanagement/Pr%C3%A4sentationen/Zukunftskonzept_2013-2020.pdf, zuletzt geprüft am 25.03.2017.
- Technische Universität Berlin (2016): Campusmanagement an der TU Berlin. Online verfügbar unter <http://www.campusmanagement.tu-berlin.de/menue/campusmanagement/>, zuletzt aktualisiert am 23.11.2016, zuletzt geprüft am 25.03.2017.
- Technische Universität Braunschweig (2017): Projekt Campusmanagement System an der TU Braunschweig. Online verfügbar unter <https://www.tu-braunschweig.de/campusmanagement>, zuletzt aktualisiert am 16.03.2017, zuletzt geprüft am 25.03.2017.
- Technische Universität Darmstadt (2016): TUCaN: Das Campus Management System der TU Darmstadt. Online verfügbar unter http://www.intern.tu-darmstadt.de/dez_ii/campusmanagement/cm_tucan/index.de.jsp, zuletzt geprüft am 25.03.2017.

- Technische Universität Dresden (2013): Programm TUDo. Ziele. Online verfügbar unter http://tu-dresden.de/die_tu_dresden/rektoratskollegium/tudo/ziele, zuletzt aktualisiert am 21.10.2013, zuletzt geprüft am 17.10.2015.
- Technische Universität Dresden (2016): Neues Studierendenportal (Informationen des TUDo-SLM-Projektes). Online verfügbar unter https://tu-dresden.de/ing/informatik/studium/news/campus-net_info_15_05, zuletzt aktualisiert am 04.08.2016, zuletzt geprüft am 25.03.2017.
- Technische Universität Graz (2011): CAMPUSonline Standardprozessmodell. Version 1.0.
- Technische Universität Graz (2013): Organisationenmodell, Berechtigungsmodell in CAMPUSonline Konfiguration. CAMPUSonline Administrationsguide.
- Technische Universität Graz (2016a): CAMPUSonline - Technische Konzepte.
- Technische Universität Graz (2016b): CAMPUSonline: Zahlen und Fakten. Online verfügbar unter <https://campusonline.tugraz.at/referenzen/zahlen-und-fakten>, zuletzt geprüft am 25.03.2017.
- Technische Universität Graz (2016c): Funktionskatalog CAMPUSonline. Online verfügbar unter <https://campusonline.tugraz.at/campusonline/funktionskatalog>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Technische Universität München (2010a): CM@TUM: Einführung eines Campus Management Systems. Online verfügbar unter <http://www.it.tum.de/projekte/archiv/cmtum/>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Technische Universität München (2010b): Qualitätsmanagement an der TUM. Studium und Lehre. Online verfügbar unter https://www.lehren.tum.de/fileadmin/w00bmo/www/Downloads/Themen/Qualitaetsmanagement/Dokumente/Selbstbericht_Systemakkreditierung_Stand_Januar_2014b.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Technische Universität München (2010c): Wegweiser zur Berechnung des studentischen Arbeitsaufwands (Workload). Online verfügbar unter https://www.lehren.tum.de/fileadmin/w00bmo/www/Downloads/Themen/Studiengaenge_gestalten/Dokumente/wegweiser_workload.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Technische Universität München (2012): Teilprozess Studiengangsbefragung. Online verfügbar unter http://www.lehren.tum.de/fileadmin/w00bmo/www/QM_Handbuch/Dokumente/Teilprozess_Studiengangsbefragung_V2.pdf, zuletzt aktualisiert am 01.03.2012, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Technische Universität München (2014a): Auskunft nach Art. 10 BayDSG über gespeicherte personenbezogene Daten. Online verfügbar unter <https://www.datenschutz.tum.de/auskunftsbegehren/>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Technische Universität München (2014b): Broschüre Daten und Fakten 2014 (Daten und Fakten). Online verfügbar unter https://www.tum.de/fileadmin/w00bfo/www/TUM_in_Zahlen/Facts_and_Figures__kurz_/20140904_Daten-Fakten_DE_WEB_DS.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Technische Universität München (2014c): Der zentrale Störungs- und Wartungsmelder für TUM IT-Systeme. Online verfügbar unter <https://www.it.tum.de/aktuelles/stoerungsmelder/>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

- Technische Universität München (2014d): Prozess Auskunftersuchen nach Art. 10 BayDSG. Online verfügbar unter <https://www.datenschutz.tum.de/fileadmin/w00bnh/www/pdf/Auskunftsbegehren.pdf>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Technische Universität München (2014e): Fragebogen zu den Studienbedingungen. Online verfügbar unter http://www.lehren.tum.de/fileadmin/w00bmo/www/QM_Handbuch/Dokumente/Rahmenfragebogen_Studienbedingunge_dt.pdf, zuletzt aktualisiert am 26.06.2014, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Technische Universität München (2015): Qualitätsmanagement an der TUM. Online verfügbar unter <http://www.lehren.tum.de/themen/management-von-studium-und-lehre/qualitaetsmanagement/>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Technische Universität München (2016a): Keyuser-Bereiche. Online verfügbar unter <http://www.it.tum.de/tumonline/tumonline-team/keyuser-bereiche/>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Technische Universität München (2016b): Lehre: Zentrale Organisationsstrukturen. Online verfügbar unter <https://www.lehren.tum.de/themen/management-von-studium-und-lehre/organisationsstruktur/>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Technische Universität München (2016c): Kernprozess Evaluationszyklus im Bereich Studium und Lehre. Online verfügbar unter http://www.lehren.tum.de/fileadmin/w00bmo/www/QM_Handbuch/Dokumente/Kernprozess_Evaluationszyklus_im_Bereich_Studium_und_Lehre_V3.pdf, zuletzt aktualisiert am 01.03.2016, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Technische Universität München (2016d): Jahresbericht Evaluation von Studium und Lehre an der TUM im WiSe 2014/15 und SoSe 2015. Redaktionelle Erfassung durch HR Studium und Lehre im Oktober 2016.
- Technische Universität München (2017a): IT-Projekte. Online verfügbar unter <http://www.it.tum.de/projekte>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Technische Universität München (2017b): MOOCs an der TUM. Online verfügbar unter <http://www.mz.itsz.tum.de/elearning/moocs/moocs-an-der-tum/>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Technische Universität München (2017c): Vorsicht vor Phishing-Mails. Online verfügbar unter <https://www.it.tum.de/it-sicherheit/glossar/phishing-mails/>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Thayer, Terri-Lynn B. (2017): Market Guide for Higher Education Student Information Systems. Gartner Inc. Online verfügbar unter <https://www.gartner.com/doc/3666218>, zuletzt geprüft am 01.09.2017.
- The Etherpad Foundation (2017): Etherpad. Online verfügbar unter <http://etherpad.org/>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- The Tambellini Group, LLC. (2017): Student Information Systems U.S. Higher Education Market Share, Trends, and Leaders Report. Annual Report. Online verfügbar unter <https://marketing.thetambellinigroup.com/acton/attachment/10722/f-018c/1/-/-/-/2017-SIS-Report-Executive-Summary.pdf>, zuletzt geprüft am 01.09.2017.
- Thomas, Peter (2008): JTrac. Online verfügbar unter <http://jtrac.info/>, zuletzt geprüft am 09.04.2017.

- Tiemeyer, Ernst (2017): Enterprise Architecture Management (EAM) - IT-Architekturen planen und steuern. In: Robert Bergmann, Jens Ferner, Vanessa Greger, Torsten Groll, Norbert Gronau, Michael Klotz et al.: Handbuch IT-Management. Konzepte, Methoden, Lösungen und Arbeitshilfen für die Praxis. 6., überarbeitete und erweiterte Auflage. Hg. v. Ernst Tiemeyer. München: Carl Hanser Verlag, S. 97–154.
- Times Higher Education (2015): World University Rankings 2015-2016 methodology. Online verfügbar unter <https://www.timeshighereducation.com/news/ranking-methodology-2016>, zuletzt geprüft am 18.03.2017.
- UC Berkeley (2017): Berkeley Student Information Systems. SIS Project Overview. Online verfügbar unter <https://sis.berkeley.edu/sis-end-project>, zuletzt geprüft am 01.09.2017.
- Universität Stuttgart (2015): Informationsseite zum Campus Management Portal. Das Projekt CUS. Online verfügbar unter <http://www.uni-stuttgart.de/campus/projekt/>, zuletzt aktualisiert am 15.12.2015, zuletzt geprüft am 25.03.2017.
- Urbach, Nils; Ahlemann, Frederik (2016): IT-Management im Zeitalter der Digitalisierung. Berlin, Heidelberg: Springer.
- van Noorden, Richard (2014): Online collaboration: Scientists and the social network. In: *Nature* 512 (7513), S. 126–129. DOI: 10.1038/512126a.
- Vellguth, Karmela (2010): Erfahrungen im Aufbau des IT Service Desks der Technischen Universität München. In: Arndt Bode und Rolf Borgeest (Hg.): Informationsmanagement in Hochschulen. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 79–88.
- VG Wort (23.12.2016): Vorläufige Vereinbarung zur Verwendung von Schriftwerken für Lehre und Forschung an Hochschulen. München. Schindel, Angelika. Online verfügbar unter http://www.vgwort.de/fileadmin/pdf/pressemitteilungen/23.12.2016_PM_HRK_KMK_VG_WORT.pdf, zuletzt geprüft am 18.03.2017.
- Vogg, Herbert (2010): Von der Verwaltungs-DV zum IT-Servicezentrum. In: Arndt Bode und Rolf Borgeest (Hg.): Informationsmanagement in Hochschulen. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, S. 27–32.
- W3C (2017): Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) Overview. World Wide Web Consortium (W3C) Web Accessibility Initiative (WAI). Unter Mitarbeit von Shawn Lawton Henry. Online verfügbar unter <https://www.w3.org/WAI/intro/wcag>, zuletzt aktualisiert am 10.03.2017, zuletzt geprüft am 26.03.2017.
- Wanka, Johanna (2017): Zukunftsthema Digitalisierung. In: *derfreieberuf* 43 (2), S. 4–5.
- Wannenmacher, Klaus; Jungermann, Imke; Scholz, Julia; Tercanli, Hacer; Villiez, Anna von (2016): Digitale Lernszenarien im Hochschulbereich. Im Auftrag der Themengruppe „Innovationen in Lern- und Prüfungsszenarien“ koordiniert vom CHE im Hochschulforum Digitalisierung. Hg. v. Hochschulforum Digitalisierung beim Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. Berlin (Arbeitspapier, Nr. 15). Online verfügbar unter <http://d-nb.info/1081208546/34>, zuletzt geprüft am 07.03.2017.
- Wiarda, Jan-Martin (2017): Chaos 2.0. Mangelhafte Projektsteuerung und fehlende Expertise: Internen Gutachten zufolge scheitert die Stiftung für Hochschulzulassung erneut am eigenen Zeitplan.

- Endlich reagiert die Politik. Online verfügbar unter <https://www.jmwiarda.de/2017/01/23/chaos-2-0/>, zuletzt geprüft am 25.03.2017.
- Wiedermann, Wolfgang; Förtsch, Tim-Oliver (2014): Fünf Jahre produktiver Einsatz eines mandantenfähigen Data-Warehouse-Systems für die bayerischen Hochschulen – Erkenntnisse zu SaaS bei DataWarehouse-Systemen für das Hochschulmanagement. In: Thomas Barton und Frank Herrmann (Hg.): Prozesse, Technologie, Anwendungen, Systeme und Management. Tagungsband zur 27. AKWI-Fachtagung vom 07.–10.09.2014 an der Oberbayerischen Technischen Hochschule Regensburg. Berlin: Verl. News et Media (Angewandte Forschung in der Wirtschaftsinformatik), S. 164–176. Online verfügbar unter https://www.oth-regensburg.de/fileadmin/media/fakultaeten/im/akwi/AKWI_TAGUNG_2014_Tagungsband.pdf, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- Wissenschaftsrat (2016a): Kerndatensatz Forschung. Online verfügbar unter http://www.wissenschaftsrat.de/arbeitsbereiche-arbeitsprogramm/kerndatensatz_forschung.html, zuletzt geprüft am 18.03.2017.
- Wissenschaftsrat (2016b): Empfehlungen zur Spezifikation des Kerndatensatz Forschung. Online verfügbar unter <http://www.wissenschaftsrat.de/download/archiv/5066-16.pdf>, zuletzt geprüft am 18.03.2017.
- Witte, Anne (Hg.) (2015): TUMonline: Das Serviceportal für Studium und Lehre. Einführung für Mitarbeitende 2015. Technische Universität München. München. Online verfügbar unter https://wiki.tum.de/download/attachments/9605854/TUMonline-Handbuch-Mitarbeiter_deutsch.pdf?api=v2, zuletzt geprüft am 09.04.2017.
- WKWI (1994): Profil der Wirtschaftsinformatik, Ausführungen der Wissenschaftlichen Kommission der Wirtschaftsinformatik. In: *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 36 (1), S. 80–81.
- Wülbern, Kai (2008): Marktanalyse im Auftrag der CIOs der TU9.
- Wülbern, Kai (2010): Hochschulübergreifende Geschäftsprozesse Herausforderung für Organisation und Technik. DFN Forum Hochschulkanzler. DFN. Berlin, 16.06.2010. Online verfügbar unter https://www.dfn.de/fileadmin/0Startseite/HSKanzler10/05_Hochschuluebergreifende_Prozesse_KW.pdf, zuletzt geprüft am 01.05.2017.
- Wulf, Jochen; Blohm, Ivo; Leimeister, Jan Marco; Brenner, Walter (2014): Massive Open Online Courses. In: *Wirtschaftsinf* 56 (2), S. 127–130. DOI: 10.1007/s11576-014-0405-7.
- ZIB (2017): MIPLIB – the Mixed Integer Programming LIBrary. Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin (ZIB). Online verfügbar unter <http://miplib.zib.de/>, zuletzt aktualisiert am 28.02.2017, zuletzt geprüft am 26.03.2017.
- ZKI (Hg.) (2014): Umfrage Top Concerns. Frühjahrstagung 2014 Berlin. Online verfügbar unter <https://www.zki.de/publikationen/top-concerns-2014/>, zuletzt geprüft am 17.07.2017.
- Zöllner, Mark Alexander (2002): Informationssysteme und Vorfeldmassnahmen von Polizei, Staatsanwaltschaft und Nachrichtendiensten. Zur Vernetzung von Strafverfolgung und Kriminalitätsverhütung im Zeitalter von multimedialer Kommunikation und Persönlichkeitsschutz. Heidelberg: Müller (Mannheimer rechtswissenschaftliche Abhandlungen, Bd. 27).