

# Studiengangsdokumentation

Masterstudiengang *Informatik: Games Engineering*

Fakultät für Informatik, Technische Universität München

29. Januar 2019

**Bezeichnung:** Informatik: Games Engineering

**Organisatorische**

**Zuordnung:** Fakultät für Informatik

**Abschluss:** Master of Science (M.Sc.)

**Regelstudienzeit**

**(Credits, SWS):** 4 Semester (120 Credits, 63 SWS)

**Studienform:** Vollzeit

**Zulassung:** Eignungsverfahren

**Starttermin:** WS 2014/15, ab dann im SS und WS

**Sprache:** Deutsch, Englisch; komplett auf Englisch studierbar

**Studiengangs-**

**verantwortliche/-r:** Prof. Dr. Rüdiger Westermann

**Ergänzende Angaben für  
besondere Studiengänge:** --

**Ansprechperson(en) bei**

**Rückfragen:** Prof. Dr. Rüdiger Westermann (westermann@tum.de)  
PD Dr. Georg Groh (grohg@in.tum.de)

**Der Studiendekan, Prof. Dr.  
Helmut Seidl:**

# Inhalt

1	Studiengangziele .....	3
1.1	Zweck des Studiengangs.....	3
1.2	Strategische Bedeutung des Studiengangs .....	5
2	Qualifikationsprofil .....	6
3	Zielgruppen.....	8
3.1	Adressatenkreis .....	8
3.2	Vorkenntnisse Studierender.....	8
3.3	Zielzahlen.....	9
4	Bedarfsanalyse.....	10
5	Wettbewerbsanalyse.....	12
5.1	Externe Wettbewerbsanalyse .....	12
5.2	Interne Wettbewerbsanalyse .....	15
6	Aufbau des Studiengangs .....	15
6.1	Erstes Beispiel für einen konkreten Studienplan .....	20
6.2	Zweites Beispiel für einen konkreten Studienplan.....	21
6.3	Rechtliche, ökonomische, ethische oder gender-orientierte Aspekte.....	22
6.4	Bereitstellung eines Mobilitätsfensters.....	22
7	Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten .....	23
8	Ressourcen .....	24
8.1	Personelle Ressourcen.....	24
8.2	Sachausstattung / Räume.....	25
9	Anlagen.....	26
9.1	Musterstundenplan .....	26
9.2	Begründungen für Module mit weniger als 5 Credits .....	27
9.2.1	Wahlmodule aus dem Wahlkatalog „Informatik“ .....	27
9.2.2	Wahlmodule aus dem Wahlkatalog „Überfachliche Grundlagen“ .....	27
9.3	Ressourcentabelle .....	27
9.4	Letters of Intent.....	38

## Vorbemerkung zum Sprachgebrauch:

Nach Art. 3 Abs. 2 des Grundgesetzes sind Frauen und Männer gleichberechtigt. Alle maskulinen Personen- und Funktionsbezeichnungen in dieser Studiengangsdokumentation gelten daher für Frauen und Männer in gleicher Weise.

# 1 Studiengangsziele

## 1.1 Zweck des Studiengangs

Die Entwicklung von Computerspielen umfasst die Konzeption der Spielwelt und die Spezifikation des Ablaufs und der Regeln eines Spiels (Spiele-Design), künstlerische und gestalterische Aspekte (Spiele-Art), sowie die technische Realisierung des Spiels durch Software, Interaktions- und Darstellungsgeräte (Spieletechnologie). Dieser dritte Aspekt ist Hauptfokus des Studienganges. Zentrale Forderung an Spieletechnologien ist die Interaktionsfähigkeit, also ohne zeitliche Verzögerung auf Benutzereingaben zu reagieren und die durch Benutzereingaben und regelbasierte Aktionen der Spielwelt hervorgerufene Änderung anzuzeigen. Moderne Spieletechnologien kombinieren eine Vielzahl von elementaren Methoden der Informatik, der Physik und der Mathematik unter Berücksichtigung hardwarespezifischer Aspekte. Neben dem schnell wachsenden Markt für Computerspiele kommen Spieletechnologien immer häufiger auch in anderen Anwendungs- und Forschungsbereichen zum Einsatz.<sup>1</sup> Auf Grund der Komplexität und Diversität moderner Spieletechnologien fehlt es bereits heute an qualifizierten Entwicklern, die aktuelle Spieletechnologien systematisch analysieren und insbesondere im Kontext forschungsspezifischer Fragestellungen und neuer Anwendungsgebiete weiterentwickeln können. Dieser Mangel hat sich durch den zunehmenden Einsatz von Spieletechnologien in Industrie und Forschung verstärkt und wird sich weiter rapide verstärken.

Reagierend auf diese Entwicklungen richtete die Fakultät für Informatik der TUM zum Wintersemester 2014/15 den konsekutiven, forschungsorientierten Masterstudiengang „Informatik: Games Engineering“ ein. Zusammen mit dem Bachelorstudiengang „Informatik: Games Engineering“ wurde somit ein zweistufiges Abschlusssystem im Bereich „Games Engineering“ an der TUM geschaffen.

Hauptziel des Masterstudienganges ist es, ein tiefgehendes Verständnis der komplexen und zunehmend verteilten Systemkomponenten und deren Zusammenspiel in interaktiven Spieletechnologien zu vermitteln.

---

<sup>1</sup> Gamification: Die Verwendung von Konzepten des Spiele-Designs zur Problemlösung und Unterhaltung, Beispiele unter [http://gamification.org/wiki/Gamification\\_examples\\_list](http://gamification.org/wiki/Gamification_examples_list)

Der Fokus liegt auf der systematischen Erforschung und Entwicklung, technischen Realisierung und forschungsorientierten Anwendung und Erweiterung solcher Technologien.

Die Schwerpunkte des Masterstudiengangs „Informatik – Games Engineering“ liegen zum einen in der Spezialisierung der Studierenden auf die wesentlichen Komponentenbereiche interaktiver Spieltechnologien und der Vertiefung der Kenntnisse der aktuellen Informatik-Forschungsfelder und -Methoden in diesen Bereichen. Zur Auswahl stehen gegenwärtig die Spezialisierungslinien „Computergrafik und Animation“, „Interaktion und Kommunikation“, „Hardwarenahe Programmierung“, „Numerik und Simulation“, „Autonome Systeme“, „Game Theory and Algorithmic Economics“, „Internet-Modelle, Technologien und Anwendungen“ und „Visual Computing“. Die Studierenden werden so mit den Forschungs- und Entwicklungskompetenzen ausgestattet, die als Doktorand oder als Senior-Developer in der Industrie im gewählten Spezialisierungsgebiet notwendig sind. Hierzu gehören die Fähigkeiten, zukünftige Forschungs- und Anwendungsfelder zu erkennen und spezielle Komponenten einer komplexen Spieltechnologie eigenständig zu entwickeln, etwa die Graphik-Engine, den Interaktions-Layer, die Vision-Engine oder den Netzwerk-Layer. Die vorgesehenen Schwerpunkte und Wahlmöglichkeiten sollen den Studierenden ein hohes Maß an Freiheit bei der Ausgestaltung ihres individuellen Studiums gewähren und ihnen einen frühen Einstieg in forschungsnahe und innovative Themengebiete ermöglichen.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der frühzeitigen Anbindung des Studiengangs an die Praxis, um die Studierenden möglichst rasch in das Umfeld einzuführen, in dem sie später entscheiden und handeln müssen. Dies wird durch interdisziplinäre<sup>2</sup> Projektarbeiten in größeren Gruppen erreicht, die gemeinsam von mehreren Lehrstühlen und in Zusammenarbeit mit Firmenpartnern durchgeführt werden. Dies zielt auf die Vermittlung von berufsrelevanten Schlüsselqualifikationen zur Entwicklung der Planungs-, Kommunikations- und Koordinationsfähigkeiten, die für einen Doktoranden oder Entwicklungsleiter im erweiterten Bereich des „Games Engineering“ erforderlich sind.

Neben der Spezialisierung auf wichtige Komponentenbereiche werden alle Studierende mit den theoretisch untermauerten Konzepten und Methoden ausgestattet, die in nahezu jeder modernen Spieltechnologie zum Einsatz kommen. Ziel des Masterstudiengangs ist ferner eine überfachliche Ausbildung bzw. der Erwerb berufsbefähigender Kenntnisse, die durch das Angebot an überfachlichen Grundlagenmodulen erworben werden können. Dies umfasst den Erwerb von Kompetenzen in den Bereichen Kommunikation, Kooperation und Teamfähigkeit, die weitere Vertiefung dieser Kompetenzen in einer der gewählten Spezialisierungslinien und die Ausbildung zum eigenständigen wissenschaftlichen Arbeiten.

---

<sup>2</sup> Unter „interdisziplinär“ wird im Rahmen des Masterstudiengangs die Zusammenarbeit von Studierenden aus unterschiedlichen Spezialisierungslinien - und somit Informatik-Bereichen - verstanden.

Der Masterstudiengang weist überwiegend Module in englischer Sprache auf. Bei der Wahl bestimmter Studienpläne ist der Masterstudiengang somit komplett auf Englisch studierbar.

## 1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

Der Masterstudiengang „Informatik: Games Engineering“ trägt den strategischen Lehr- und Forschungszielen der TUM und der Fakultät für Informatik in besonderem Maße Rechnung, indem er einen neuen Informatik-Studiengang im Spannungsfeld zwischen zukunftsweisender transdisziplinärer Grundlagenforschung und der rasanten Entwicklung eines neuen Technologiefeldes mit hohem industriellem und gesellschaftlichem Innovationspotential etabliert. Hierbei werden vor allem in den Entwicklungsprojekten ethische Aspekte der Spieleentwicklung und die gesellschaftlichen Auswirkungen neuer interaktiver Technologien konsequent berücksichtigt.

Gleichzeitig dient der Masterstudiengang dem Ziel der Nachwuchsförderung und erhöht die Wettbewerbsfähigkeit der TUM. Das Studienangebot wurde um einen technischen Studiengang mit sehr guten Berufschancen und vielfältigen Möglichkeiten zur anschließenden Promotion erweitert und steigert die Attraktivität der TUM für Studierende und Wissenschaftler in diesem Bereich. Durch die Möglichkeit der fachlichen Spezialisierung wird der wissenschaftliche Nachwuchs in einem speziellen Informatikbereich bei gleichzeitigem Erwerb berufsrelevanter und projektbezogener Fähigkeiten gefördert. Im nationalen Umfeld besteht für die TUM als eine der wenigen Universitäten, die einen Bachelor-Studiengang „Informatik: Games Engineering“ als Universitätsstudiengang anbieten, mit der Einführung eines gleichnamigen konsekutiven Masterstudiengangs eine besondere Chance zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit: Durch die frühzeitige und gezielte Konzentration auf den Wissensaufbau und die Bildung von regionalem, spezifischem Humankapital in einem wichtigen Forschungs- und Entwicklungsbereich werden wichtige regionale Wachstumsimpulse geschaffen und die Marktpräsenz der TUM und ihrer Absolventen intensiviert.

Die Fakultät für Informatik trägt somit als erste deutsche Informatikfakultät konsequent der technologischen Entwicklung im Bereich der interaktiven Spieltechnologien und den daraus resultierenden Anforderungen in Forschung, Industrie und Praxis Rechnung. Durch den forschungsorientierten Aufbau des Masterstudiums wird das wissenschaftliche Gesamtniveau der Fakultät für Informatik und der TUM um eine weitere Stufe erhöht. Im Sinne der strategischen Ausrichtung der TUM setzt die Fakultät für Informatik die Bologna-Reform konsequent um, indem sie aufbauend auf dem grundständigen Bachelorstudiengang „Informatik: Games Engineering“ den weiterführenden Masterstudiengang anbietet. Dabei setzt der Masterstudiengang die Leitlinie der forschungsorientierten Lehre um, in dem er neben der praktischen Ausbildung eine spezialisierte wissenschaftliche Bildung mit früher Einbindung der Studierenden in die Forschung vorsieht, dabei die vorhandene Forschungsexpertise der Fakultät durch die Möglichkeit zur Wahl von Spezialisierungslinien nutzt und Voraussetzungen für die Durchführung eigenständiger Forschungsentwicklungen im Rahmen einer Promotion oder gehobene Positionen in der Industrie schafft.

Der Studiengang leistet ferner einen Beitrag zur Internationalisierung der Fakultät und TUM. Zum einen werden die meisten Module im Masterstudiengang in englischer Sprache angeboten. Somit werden inländische Studierende frühzeitig auf die Globalisierung der Industrie und – im Hinblick auf eine mögliche anschließende Promotion – auf die Internationalisierung der Hochschulen in Forschung und Lehre vorbereitet. Der Studiengang ist dadurch auch für ausländische Studierende komplett auf Englisch studierbar und für Gastdozenten aus dem Ausland attraktiv. Innerhalb des Studienganges gibt es zum anderen ein Mobilitätsfenster (siehe Kapitel 5.5), um Auslandsaufenthalte zu ermöglichen. Da es bereits zahlreiche internationale Universitäten und auch einige wenige nationale Universitäten (bspw. Uni Würzburg) gibt, die einen Studiengang im erweiterten Bereich Computerspiele anbieten, dient die Ausrichtung auf die englische Sprache auch dem zügigen Aufbau eines funktionierenden internationalen Netzwerks und dem daraus resultierenden akademischen Mehrwert in diesem Bereich. Bspw. konnte eine größere Zahl von Studierenden bei der Planung ihrer Auslandssemester auf Erfahrungen von KommilitonInnen zurückgreifen, die an der ITU in Kopenhagen oder der KAIST in Soul erfolgreich Auslandssemester absolvieren konnten. Es bestehen hier auch Kontakte zu den Professorinnen und Professoren der dortigen Games-Studiengänge, die bspw. durch gemeinsame Betreuung von Masterarbeiten vertieft wurden.

## 2 Qualifikationsprofil

Inhaltlich entspricht das nachfolgende Qualifikationsprofil den Vorgaben des Qualifikationsrahmens für Deutsche Hochschulabschlüsse (Hochschulqualifikationsrahmen - HQR) und den darin enthaltenen Anforderungen (i) Wissen und Verstehen, (ii) Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen, (iii) Kommunikation und Kooperation und (iv) Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität.

Durch das Masterstudium „Informatik: Games Engineering“ werden die Absolventen zu Fachleuten hinsichtlich der Konzeption, Implementierung und (anwendungsorientierten) Erweiterung von interaktiven Spieltechnologien ausgebildet. Zum einen erwerben die Absolventen vertiefte Fach- und Methodenkompetenzen in zentralen Informatik-Bereichen des „Games Engineering“: Im Bereich Bildsynthese kennen sie die grundlegenden Methoden des photorealistischen Rendering, des Echtzeit-Rendering und der Bildmanipulation und Komposition, und sie haben ein tiefgehendes Verständnis verteilter Internet-Strukturen und -Protokolle und der internen Struktur moderner Datenbanksysteme. Sie können auf dem erlernten Wissen aufbauend selbstständig neue Konzepte und Methoden entwickeln, z.B. im Bereich der grafisch anspruchsvollen Fantasy-Games, der Online-Games oder der datenintensiven Serious Games.

Durch die Wahl von zwei Spezialisierungslinien aus den Bereichen Computergrafik und Animation, Numerik und Simulation, Hardwarenahe Programmierung, Visual Computing, Autonome Systeme, Game Theory & Algorithmic Economics, Interaktion und Kommunikation sowie Internet-Modelle, Technologien, Anwendungen verfügen die Absolventen gleichzeitig über vertiefende Kenntnisse des Aufbaus und der Realisierung der wichtigsten Komponenten moderner Spieltechnologien, etwa der Physik- oder Grafik-

Engine, dem Sensor-Layer, dem Interaktions-Layer, der Netzwerkschicht oder des KI-Subsystems, und deren Zusammenspiel. Insbesondere verfügen die Absolventen in den Spezialisierungsliniengebieten über ein spezifisches Methodenwissen, z.B. Methoden zur Modellierung, Echtzeitvisualisierung und -Simulation komplexer 3D Welten, Methoden der Mensch-Maschine-Interaktion und deren Integration in Echtzeitsysteme, Methoden zur Gestaltung und technischen Realisierung anwendungsorientierter (industrieller) multimedialer Systeme, Methoden der sensorbasierten Rekonstruktion und Interaktion, Methoden für den Entwurf und die Realisierung komponentenbasierter Echtzeitsysteme, Methoden zum konzeptionellen Entwurf von Computerspielen unter Berücksichtigung der adressierten Zielarchitekturen, methodische Grundlagen für die Modellierung von verteilten Spielearchitekturen und zur Analyse und Optimierung des Systemverhaltens solcher Architekturen. Die Absolventen besitzen somit ein an den aktuellen Forschungsfragen im Bereich der interaktiven Spieltechnologien orientiertes Fachwissen und können in den Spezialisierungsliniengebieten spezifische Aufgabenstellungen sowohl anwendungsorientiert als auch forschungsorientiert bearbeiten.

Die Absolventen verfügen über die analytischen Fähigkeiten, die verschiedenen Systemkomponenten moderner Spieltechnologien fachlich adäquat zu unterscheiden, die einzelnen Komponenten in Bezug auf ihre technische Komplexität und Ressourcenanforderung zu analysieren und ihr effizientes Zusammenspiel systematisch zu modellieren. Sie können auf Basis der erworbenen Methodenkenntnisse und unterschiedlichen wissenschaftlichen Sichtweisen eigenständige Forschungsarbeiten im Bereich der interaktiven Spieltechnologien durchführen. Die Absolventen können neue wissenschaftliche Probleme und Aufgabenstellungen des Games Engineering verstehen und kritisch einschätzen sowie die Anforderungen auf grundlegende Methoden der Informatik und spezifische Methoden des Games Engineering abbilden. Sie sind somit in der Lage, den aktuellen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse eigenständig zu erweitern und spezielle Lösungen für neue Problemstellungen zu entwickeln.

Durch interdisziplinäre Projektarbeiten in größeren Gruppen werden die Absolventen dazu befähigt, im Team komplexe komponentenbasierte Mediensysteme zu konzipieren, zu planen und zu implementieren, und abschließend in Bezug auf Effizienz und Effektivität zu analysieren und zu bewerten. Hierbei diskutieren die Studierenden auch ethische Aspekte der Spieleentwicklung und die gesellschaftlichen Auswirkungen neuer interaktiver Technologien. Im Unterschied zum Bachelorstudiengang „Informatik: Games Engineering“ und dem Masterstudiengang „Informatik“ erlangen die Absolventen die Befähigung, in interdisziplinären Teams bestehend aus Experten unterschiedlicher Vertiefungsgebiete zu arbeiten und unter Berücksichtigung der spezifischen Sichtweisen der Teammitglieder die vereinbarte Zielsetzung zu erreichen und Entscheidungen zum Problemlösungsprozess dem Team gegenüber zu begründen. Dies zielt also auf die Vermittlung von berufsrelevanten Schlüsselqualifikationen zur Entwicklung der Planungs-, Kommunikations- und Koordinationsfähigkeiten, die für einen Doktoranden oder Entwicklungsleiter im erweiterten Bereich des Games Engineering erforderlich sind.

Die Absolventen sind zur Forschung befähigt: Sie können einen zeitlichen Forschungsplan skizzieren, in dem der Stand der Forschung im aktuellen Bereich dargestellt ist, und darauf basierend eine realistische

Forschungshypothese formulieren. Sie können wissenschaftliche Untersuchungen durchführen, z.B. in Form von Literaturrecherchen, Datenerhebung und Dateninterpretation oder Komplexitäts- und Laufzeitanalysen existierender Verfahren. Die Studierenden können ihre Forschung und die Resultate in einer angemessenen Weise in schriftlicher und mündlicher Form kommunizieren.

Je nach Wahl der überfachlichen Module kennen die Absolventen betriebswirtschaftliche Methoden zur Planung, Entwicklung und Nutzung von Informatik-Systemen unter wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, oder sie besitzen die juristischen Grundkenntnisse, um rechtsverbindliche Dokumente zu verstehen und mit aushandeln zu können.

### 3 Zielgruppen

#### 3.1 Adressatenkreis

Der Masterstudiengang baut auf dem gleichnamigen Bachelorstudiengang auf und richtet sich an nationale und internationale Studierende eines Erststudiums im Bereich des „Games Engineering“, die Interesse an der Entwicklung und Erforschung von interaktiven Spielotechnologien und deren Anwendung in Forschung, Wirtschaft und Gesellschaft haben. Die Studierenden sollten Interesse an der Funktionsweise und dem Einsatz von interaktiven Spielotechnologien mitbringen und ihr zukünftiges Arbeitsgebiet in der Erforschung und Weiterentwicklung solcher Technologien sehen. Somit hebt sich der Studiengang deutlich von Studiengängen im Bereich Computerspiele an anderen Hochschulen ab, wo die Spieleentwicklung selbst im Fokus steht.

#### 3.2 Vorkenntnisse Studierender

Die Studierenden bringen ein starkes Interesse an der technischen Realisierung komplexer Systeme mit, sowie die Fähigkeit zur Abstraktion und zur Formalisierung von Lösungsansätzen. Hierbei sind von zentraler Bedeutung die Motivation und Fähigkeiten, große Systeme und Abläufe planen und überschauen zu können. Insbesondere sind den Studienanfängern die wissenschaftlichen Grundlagen der Systemkomponenten aktueller Spielotechnologien und deren Zusammenspiel bekannt, und sie sind in der Lage, wissenschaftlich fundierte Analysen aktueller Spielotechnologien durchzuführen. Neben Kenntnissen der theoretischen Informatik, der Programmierung und der methodischen Grundlagen der Informatik setzt der Masterstudiengang ein kritisches Verständnis grundlegender Konzepte und Methoden in den Bereichen hardwarenahe Programmierung, Interaktionsgeräte, Internettechnologien und Echtzeitgrafik voraus. Insbesondere wird vorausgesetzt, dass die Studienanfänger Kenntnisse der Programmiersprache C++, der Grafikprogrammierung und der hardwarenahen Programmierung unter Verwendung aktueller Programmierwerkzeuge besitzen und diese im Rahmen eines Programmierpraktikums nachgewiesen haben.

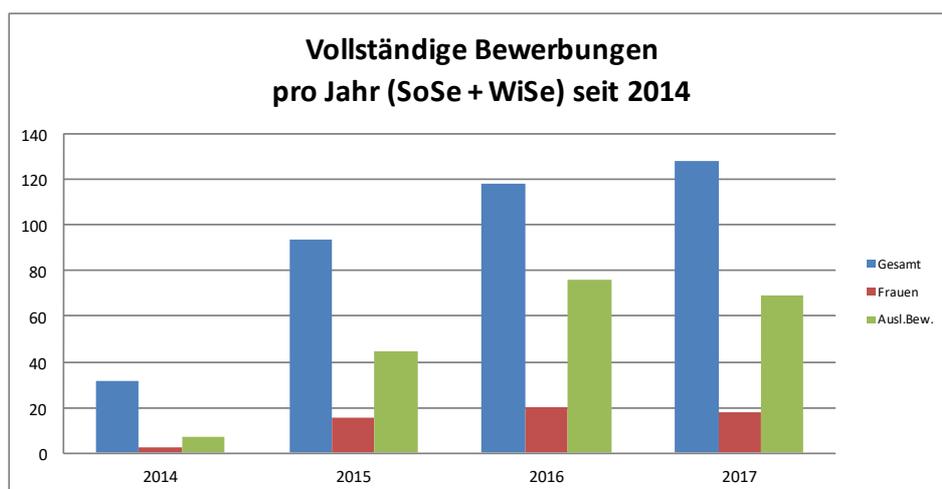
Die erwarteten Vorkenntnisse können insbesondere durch einen erfolgreichen Bachelorabschluss im Bachelorstudiengang Informatik: Games Engineering der Fakultät für Informatik nachgewiesen werden.

Für Studierende, die nicht die erforderlichen Voraussetzungen vollständig nachweisen, sondern grundlegendes Fach- und Methodenwissen etwa aus der Informatik, Medieninformatik, Spiele-Design oder Digitale Medien nachweisen, kann von der Kommission im Eignungsverfahren die Absolvierung von Brückenkursen im Umfang bis zu 30 Credits gefordert werden. Absolventen mit einem Abschluss in Informatik der TUM müssen als Brückenkurs das Modul IN0038 Echtzeit-Computergrafik (5 Credits) (vormals IN0038 Game Engine Design) und das Modul IN0037 Physikalische Grundlagen für Computerspiele (6 Credits) absolviert haben. Für die Entscheidung welche Brückenkurse im Einzelfall vergeben werden, ist der Vergleich zwischen den nachgewiesenen Modulen des Bewerbers und den Modulen des Bachelorstudiengangs Informatik: Games Engineering maßgebend.

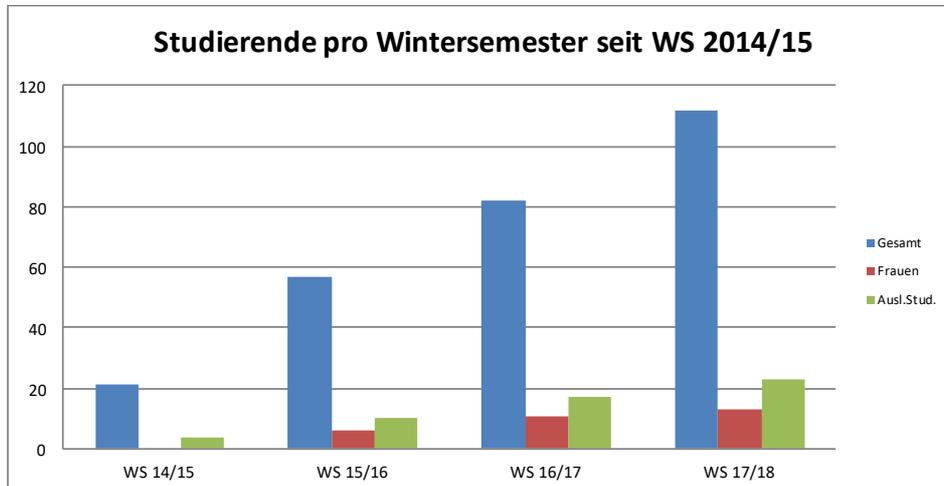
Der Masterstudiengang ist so angelegt, dass er bei entsprechender Wahl von Modulen komplett in englischer Sprache studiert werden kann. Dadurch soll der Studiengang für internationale Studierende studierbar sein und insbesondere für solche Studierende attraktiv gehalten werden, die sich über bereits etablierte Studiengänge mit dem Schwerpunkt Computerspiele im Ausland qualifiziert haben. Da der Studiengang international ausgerichtet ist, sollten Studienanfänger über fortgeschrittene Englischkenntnisse verfügen.

### 3.3 Zielzahlen

Unter Berücksichtigung der großen Attraktivität des Gebiets Game Engineering bei in- und ausländischen Studierenden mit einem Bachelorabschluss in Informatik und unter Annahme einer mäßigen Drop-Out Quote nach dem Bachelor Informatik: Games Engineering in Richtung Games-Industrie und einer gewissen Wechselquote zu anderen informatiknahen Masterstudiengängen gehen wir von ca. 100-120 Bewerbungen pro Jahr aus.



Die Zahl der Studierenden entwickelt sich etwas langsamer, da die Fachprüfungsordnung relativ strenge Maßstäbe bei der Evaluierung von Studierenden anlegt, die keinen Games Engineering Bachelorabschluss haben.



## 4 Bedarfsanalyse

Im Münchner Branchenmix ist die Informations- und Kommunikationstechnologie die tragende Säule. Nirgendwo sonst in Deutschland gibt es mehr Unternehmen in der IT-, Software-, Kommunikations- und Medienbranche als in und um München. Durch die unmittelbare Nähe zu den IT-Unternehmen können die Studierenden schon während des Masterstudiums „Informatik: Games Engineering“ intensive Kontakte knüpfen, zum Beispiel in Form von Forschungs- und Entwicklungsprojekten oder Industriepraktika.

Seit dem Jahr 2010 gibt es in Deutschland im ITK-Bereich eine nahezu stetig anwachsende Zahl an neuen Stellen pro Jahr (2010: 28000 neue Stellen, 2017: 55000 neue Stellen). Dieser Trend dürfte auch weiterhin Bestand haben: 75 % der ITK Unternehmen geben an, dass sich der Fachkräftemangel in der Zukunft verschärfen wird. Zurzeit gibt es in Deutschland 23500 offene Stellen für IT-Spezialisten, die nur sehr schwer besetzt werden können (Quelle jeweils BITCOM-Pressemitteilung vom 7.11.2017<sup>3</sup>).

Der starke IT-Standort München bringt ein großes Angebot an Arbeitsplätzen mit sich, sodass TUM-Absolventen von Informatik- oder Informatik-nahen Studiengängen eine hervorragende Ausgangssituation auf dem Arbeitsmarkt vorfinden.

Innerhalb der IT- und Medien-Branche unterliegt vor allem der Industriebereich der interaktiven Spieltechnologien mit einem besonderen Fokus auf (verteilten) Computerspielen seit Jahren einem starken Wachstum. Der Anteil an Unternehmen, die Spieleentwickler suchen, stieg bspw. von 10% (2015) auf 18 %

(2017) (Quelle BITCOM-Pressemeldung vom 7.11.2017<sup>3</sup>), was zur Folge hat, dass gerade in diesem Bereich ein Mangel an qualifiziertem Nachwuchs für Wissenschaft und Industrie zu verzeichnen ist.

Dies belegen einschlägige empirisch fundierte Analysen, wie etwa die Studie von O.Castendyk & J.Müller-Lietzkow zur Computer- und Videospieleindustrie in Deutschland im Auftrag der beiden nationalen Branchenverbände der deutschen Games-Industrie, BIU – Bundesverband Interaktive Unterhaltungssoftware e.V. und GAME – Bundesverband der deutschen Games-Branche e.V. vom November 2017<sup>4</sup>. Laut dieser Studie bestanden im Bereich Computerspiele im Jahr 2015 658 Unternehmen. Die Zahl der Beschäftigten betrug 2015 bereits über 14000. Der Umsatz betrug je nach herangezogener Quelle ca. 3 Mrd. Euro im Jahr 2015. Dem internationalen Handelsumsatz der Branche wird laut dieser Studien auch in Zukunft ein Wachstum von 6 bis 12 % prognostiziert <sup>4</sup>.

Gespräche mit Industrievertretern zeigen, dass eine sehr konkrete Nachfrage bzw. Mangel an qualifiziertem Nachwuchs gerade im Bereich der Serious Games vorhanden ist. Konkret können hier Gespräche mit Microsoft, BMW, Siemens, Trixter, Scanline, Fish Blowing Bubbles, Ravensburger, Travian und Cipsoft genannt werden. Die Firmenvertreter haben den erweiterten Bereich der „Interactive Emerging Technologies“ (auf Interaktion und visuelles Feedback basierende Trainings-, Simulation- und Entwicklungsumgebungen) als einen wesentlichen Innovationstreiber genannt. Wiederholt wurde darauf hingewiesen, dass es an qualifiziertem Nachwuchs in diesem Bereich mangelt, der bereits früh im Studium mit den spezifischen Konzepten und Methoden dieser Technologien konfrontiert wird, etwa Usability und Interaktionsmechanismen, hardwarenahe Programmierung und Systemprogrammierung, Computergraphik und computergestützte Echtzeitsimulation. Als wesentliche Anforderung an die Mitarbeiter im Bereich der interaktiven Spieltechnologien wurde von den Unternehmen die über die Bachelor-Ausbildung hinausgehende, verbreiterte und spezifisch vertiefte Ausbildung, die Teamfähigkeit und die interdisziplinäre Kommunikationsfähigkeit genannt. Genau an dieser Stelle soll der Studiengang ansetzen, in dem er alternativ zum Masterstudiengang „Informatik“ eine spezifische Ausrichtung auf den Bereich der Spieltechnologien und verstärkt die interdisziplinäre Zusammenarbeit der Studierenden zum Ziel hat. Die methodische und technologische Weiterentwicklung der Informatik im Kontext neuer Interaktionstechnologien, Echtzeitsysteme und Visual Computing Ansätze zieht außerdem einen erhöhten Bedarf an Personal nach sich, das sich im interdisziplinären Feld des Wissenschaftsmanagements im Bereich der Informatik-Bildung und -Lehre qualifiziert.

---

<sup>3</sup> <https://www.bitkom.org/Presse/Anhaenge-an-PIs/2017/11-November/Bitkom-Charts-IT-Fachkraefte-07-11-2017-final.pdf>

<sup>4</sup> [http://www.hamburgmediaschool.com/fileadmin/user\\_upload/Dateien/Forschung/FoKo/Abschlussbericht\\_Games-Studie\\_V1.2\\_2017-12-05.pdf](http://www.hamburgmediaschool.com/fileadmin/user_upload/Dateien/Forschung/FoKo/Abschlussbericht_Games-Studie_V1.2_2017-12-05.pdf)

Die Analyse des Bedarfs an Hochschulabsolventen mit einer wissenschaftlich fundierten Qualifikation im Bereich der interaktiven Computertechnologien mit Schwerpunkt Computerspiele zeigt folgende mögliche Berufswege der Masterabsolventen auf:

#### **Wissenschaftliche Laufbahn / Promotion**

- an Universitäten im In- und Ausland
- an Forschungsinstituten

#### **Industrietätigkeit**

- Spieleentwickler mit Leitungsfunktion im In- und Ausland
- Entwicklung und Anwendung von Spiele- und Interaktionskonzepten im Ingenieurs- und Gesundheitswesen
- Visual Effects Entwickler für Film und Fernsehen
- Entwicklung und Koordination von Ausbildungsprogrammen

#### **Wissenschaftsorganisationen**

- Programmdirektoren und Referenten
- Evaluationen
- Entwicklung und Erprobung von Spiele-basierten Lehrkonzepten

## **5 Wettbewerbsanalyse**

### **5.1 Externe Wettbewerbsanalyse**

Eine Analyse von Masterstudiengängen ergibt, dass national vorrangig an den Fachhochschulstandorten (bspw. in Augsburg, Heidelberg, Hamburg, Köln, Berlin, Kempten, Düsseldorf, Bonn, Stuttgart oder Trier) spieleorientierte Masterstudiengänge angeboten werden. Diese werden oftmals als spezielle Vertiefungslinien in den Studiengängen Informatik, Digitale Medien oder Medien-Informatik angeboten. Rein auf den Bereich Computerspiele fokussierte Masterstudiengänge werden bisher nur von privaten Hochschulen (Mediadesign Hochschule mit Standorten Berlin, München, Düsseldorf, Games Academy Berlin/Frankfurt, SAE Institute München, Berlin, Hannover, Köln, Leipzig) angeboten. Diese Studiengänge sind stark anwendungsorientiert und legen den Fokus auf die Spieleentwicklung selbst, zeigen also eine deutlich geringere Tiefe im Bereich des „Games Engineering“.

An Universitäten wird ein Masterstudiengang mit Schwerpunkt auf Games in Deutschland zurzeit nur noch an der Universität Bayreuth angeboten.

Insgesamt kann gesagt werden, dass der Anteil von Hochschulen mit einer Profilbildung im Bereich Computerspiele als sehr gering einzustufen ist. Somit ist der Masterstudiengang „Informatik: Games Engineering“ im nationalen universitären Vergleich nahezu einzigartig und ermöglicht der TUM den Aufbau von Kernkompetenzen in einem wichtigen Bereich.

Im internationalen Raum bietet sich eine Analyse der Studiengänge in Europa (Kopenhagen, Utrecht, Dublin, London), Kanada, Australien und den Vereinigten Staaten an, da dort bereits seit längerem spezialisierte Masterstudiengänge im Bereich der Computerspiele vorhanden sind. Betrachtet man hier das Studienangebot, dann wird ersichtlich, dass der geplante Studiengang an der TUM im Kerncurriculum nicht nur anschlussfähig ist, sondern inhaltlich sehr viel spezifischer und detaillierter auf die unterschiedlichen Aspekte von interaktiven Spieltechnologien eingeht. Zahlreiche internationale Studiengänge fokussieren in ihren Curricula auf den Bereich künstlerische Gestaltung und Design, der im Masterstudium an der TUM nur randständig behandelt wird. Andere Studiengänge sind sehr viel stärker auf spezielle Teilgebiete der im TUM-Master angebotenen Spezialisierungsgebiete ausgerichtet, etwa Modellierung und Animation, Interaktionsgeräte, Computergrafik oder Spiele-KI. Der Masterstudiengang an der TUM verbindet dagegen in besonderer Weise Informatik-Kernkompetenzen mit einer großen Anzahl von Spezialisierungen und Möglichkeiten zur forschungsorientierten Anwendung und Weiterentwicklung der erlernten Konzepte und Methoden. Der Vergleich zeigt hier, dass der Masterstudiengang international anschlussfähig ist und gleichzeitig ein eigenständiges Profil aufweist.

Die folgende Auflistung gibt einen Überblick über aktuelle internationale Lehrangebote für spiele-orientierte Anwendungen. Hierbei wird zwischen technischer und hybrider (technisch + künstlerisch) Ausrichtung des Studiengangs unterschieden:

#### MIT Game Lab:

- Technisch: formale, algorithmische, mathematische Kompetenzen über Vertiefung im Master of Computer Science.
- Hybrid: Master of Comparative Media Studies (Digitale Medien, multimediale Systeme, Medien-Design, Interaktion, Storytelling) mit Vertiefung Computerspiele.

#### Trinity College Dublin

- Technisch: algorithmische, mathematische und technologische Kompetenzen im Master of Interactive Entertainment Technology. Starke Ausrichtung auf Grafik und Simulation, Starke Einbindung von Industriepartnern, praxisorientiert.

#### University of Alberta Dundee

- Technisch: algorithmische, mathematische und technologische Kompetenzen im Master of Computer Games Technology. Focus auf Programmierung und künstlicher Intelligenz.

#### IT University Kopenhagen

- Hybrid: MSc in Games (Media, Technology, and Games). Analyse-, Design- und Realisierungs-Kompetenzen mit Fokussierung auf Game Design, Game Technology oder Game Analysis.

#### University Utrecht

- Technisch: algorithmische, mathematische und technologische Kompetenzen im Master of Game and Media Technology. Informatische Basis und starke Ausrichtung auf Projektarbeiten.

#### University of Skövde

- Hybrid: MSc in Serious Games (1 Jahr). Design- und Realisierungs-Kompetenzen mit Fokussierung auf Serious Games. Starke praktische Ausrichtung.

#### University of Pennsylvania

- Technisch: technologische Kompetenzen, Design- und Realisierungs-Kompetenzen im Master of Science in Engineering in Computer Graphics and Game Technology. Spezialisierung in Media Art und Design, Computer Graphik und Visual Effects.

#### DePaul University

- Technisch: algorithmische, technologische Kompetenzen, Realisierungs-Kompetenzen im Master of Science in Computer Game Development. Starke praktische Ausrichtung.

#### City University London

- Technisch: algorithmische, mathematische und technologische Kompetenzen im Master of Computer Games Technology. Fokussierung auf Computer Grafik, künstliche Intelligenz, Games Physics.

#### Georgia Tech

- Hybrid: technologische Kompetenzen, Design- und Realisierungs-Kompetenzen im Master of Digital Media. Spezialisierung auf Human-Computer-Interaction und Digital Media Content.

#### University of California Irvine

- Technisch: algorithmische, mathematische und technologische Kompetenzen im Master of Computer Game Science. Starke Ausrichtung auf mathematische und physikalische Grundlagen.

#### University of Tampere

- Technisch: technologische Kompetenzen und Realisierungs-Kompetenzen im Master of Internet and Game Studies. Starke Ausrichtung auf Internet-Technologien und Anwendungen.

#### Newcastle University

- Technisch: algorithmische, technologische Kompetenzen und Realisierungs-Kompetenzen im Master of Computer Games Engineering. Starke Ausrichtung auf Software-Engineering.

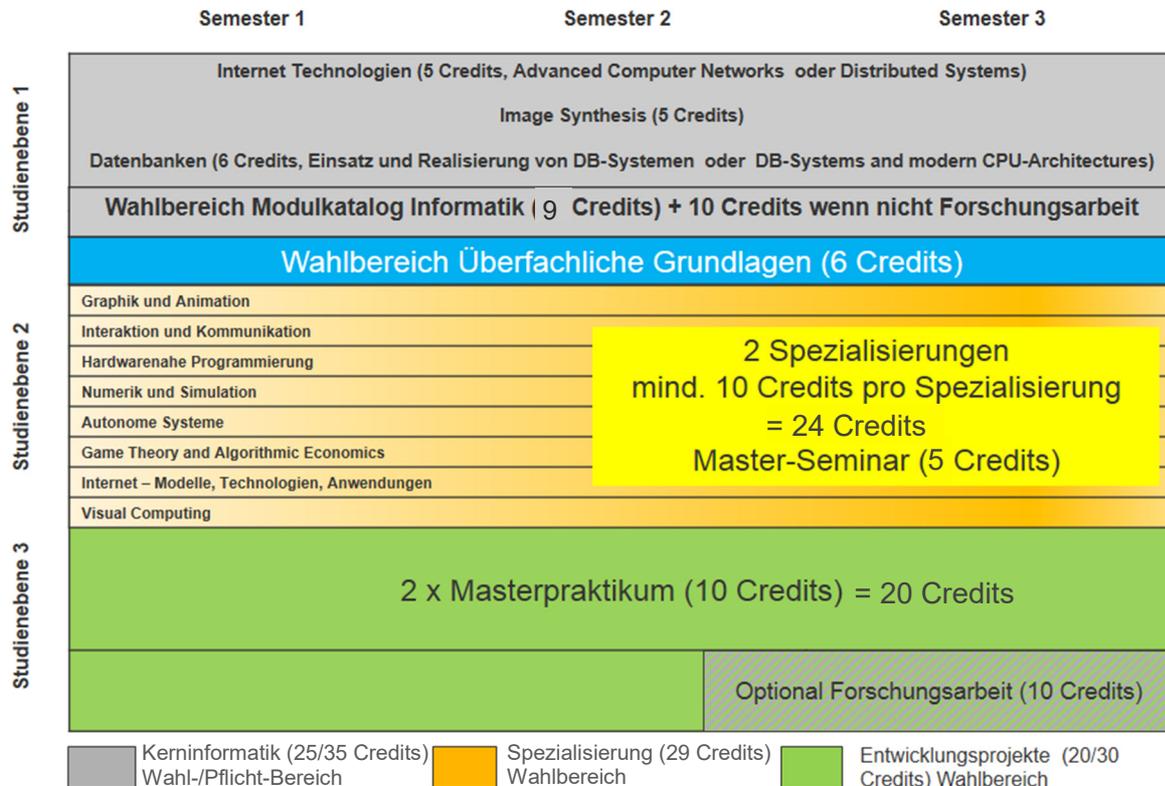
## 5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

Die Konkurrenz zu existierenden Masterstudiengängen an der TUM ist auf Grund der spezialisierten Ausrichtung des Masterstudiengangs „Informatik: Games Engineering“ gering. Lediglich der Wettbewerb zum Masterstudiengang „Informatik“ an der TUM wäre hier zu nennen. Der Masterstudiengang „Informatik“ ist jedoch durch seine große Wahlfreiheit sehr individuell zu studieren und wird deshalb auch in Zukunft für diejenigen Informatik-Studierenden attraktiv sein, die sich im Rahmen ihres Studiums eher über das gesamte Spektrum der Informatik ausrichten wollen. Durch die spezifischen Vertiefungslinien und insbesondere die interdisziplinären, gruppenorientierten Games-spezifischen Praktika (siehe Kapitel 6) hebt sich der Masterstudiengang „Informatik: Games Engineering“ auch deutlich vom Masterstudiengang „Informatik“ ab. Der Masterstudiengang „Informatik: Games Engineering“ hat eine vertiefende wissenschaftliche Ausbildung im Bereich der Spieltechnologien zum Ziel, mit dem Fokus auf der systematischen Erforschung und Entwicklung, technischen Realisierung und forschungsorientierten Anwendung von interaktiven Technologien. Durch die geforderte Spezialisierung orientieren sich die Studierenden in ihrer theoretischen Ausrichtung an den wesentlichen Komponenten heutiger und zukünftiger Spieltechnologien und den Forschungsentwicklungen in den entsprechenden Fachgebieten, und sie werden systematisch in die jeweiligen Forschungsgruppen integriert. Der Masterstudiengang „Informatik: Games Engineering“ vermittelt fachliche Qualifikationen, die zukünftig in vielen Forschungs- und Anwendungsbereichen dringend benötigt werden. Somit zielt der Studiengang darauf ab, wichtiger Technologietreiber im gesamten Informatik-Spektrum zu sein. Dies unterscheidet ihn von fachspezifischen TUM Informatik-Studiengängen wie dem Master „Robotics, Cognition, Intelligence“, dem Master „Bioinformatik“ oder dem Master „Biomedical Computing“. Auf der anderen Seite wird den Studierenden des Bachelorstudiengangs „Informatik: Games Engineering“ ein konsekutives Studienangebot im speziellen Bereich der interaktiven Spieltechnologien mit daran anschließender Möglichkeit zur Promotion geboten.

## 6 Aufbau des Studiengangs

Der Studiengang umfasst als Vollzeitstudiengang vier Semester (120 Credits). Der Studienbeginn war erstmals zum WS 2014/15, seitdem ist er sowohl im Winter- als auch im Sommersemester möglich. Der Aufbau des Studiengangs richtet sich am Qualifikationsprofil der Absolventen aus. Die Ausbildung hat das Ziel, die Studierenden auf der Basis vermittelter Methoden und Kompetenzen zu eigenständiger Forschungsarbeit anzuregen. Auf der Basis vertieften Grundlagenwissens (1) konzentrieren sich die Studienziele vor allem auf ein an den aktuellen Forschungsfragen orientiertes Fachwissen (2) und die Erlangung (berufsrelevanter) Schlüsselqualifikationen vor allem mit dem Ziel interdisziplinärer Kooperation und Planungs-, Kommunikations- und Führungskompetenzen (3).

Der Studiengang ist in drei Studienebenen unterteilt (siehe Abbildung 1). Diese strukturieren sich nach den o.g. Voraussetzungen.



In den Informatik-Modulen der **ersten Studienebene** erwerben die Studierenden zusätzliches und vertiefendes Fach- und Methodenwissen aus speziellen Informatikbereichen, die als Grundlage für fast jede Spieltechnologie dienen. Durch ein Pflichtmodul im Bereich Bildsynthese und die Wahlbereiche Datenbanken und Internet-Technologien werden die Forschungskompetenzen in diesen Bereichen vermittelt. Die Studierenden vertiefen hier ihre Kernkompetenzen im Bereich der Informatik, unter Berücksichtigung konkreter Anforderungen aus dem Bereich der interaktiven Spieltechnologien: Die Wahlbereiche Internet-Technologien (im Umfang von mindestens 5 Credits) und Datenbanken (im Umfang von mindestens 6 Credits) vermitteln den Studierenden spezifische Kenntnisse, die ganz wesentlich für die effiziente Realisierung von (verteilten) IT-Infrastrukturen sind. Das Pflichtmodul Bildsynthese (5 Credits) behandelt spezielle Aspekte der computergestützten graphischen Darstellung von digitalen Modellen. Das Modul knüpft an das Modul Echtzeit-Computergrafik im Bachelorstudiengang „Informatik: Games Engineering“ an und vertieft die dort behandelten Konzepte und Methoden in Bezug auf die photorealistische und echtzeitfähige Darstellung komplexer Modelle.

Die weiteren Module zur Erlangung der zusätzlichen 19 Credits (9 wenn eine Forschungsarbeit absolviert wird) in der Studienebene 1 können entsprechend der Interessen der Studierenden aus dem Wahlkatalog des

Masterstudiengang „Informatik“ gewählt werden. Bei der Wahl dieser Module ist darauf zu achten, dass ein Modul entweder in der Studienebene 1 oder 2 angerechnet werden kann, jedoch nicht in beiden. Die Studierenden können bis zu 6 Credits über das erfolgreiche Ablegen von Modulen der LMU im Bereich Medieninformatik und Mensch-Maschine-Interaktion einbringen, da diese Themengebiete auch im Kontext der interaktiven Spieltechnologien relevant, aber nicht Gegenstand der Ausbildung an der TUM sind. Hierbei ist darauf zu achten, dass die angebotenen Module im Voraus vom Studiengangkoordinator genehmigt werden müssen.

Die Berufsbefähigung im Masterstudium wird dadurch gestärkt, dass zusätzliche 6 Credits aus dem Katalog regelmäßig angebotener Module zu überfachlichen Grundlagen gewählt werden müssen, um z. B. betriebswirtschaftliche Methoden zur Planung, Entwicklung und Nutzung von Informatik-Systemen unter wirtschaftlichen Rahmenbedingungen kennenzulernen, die Fremdsprachenkompetenz zu erweitern oder die juristischen Grundkenntnisse zu erwerben, um rechtsverbindliche Dokumente zu verstehen und mit aushandeln zu können oder um die gesetzliche Basis von Sicherheitsaspekten ebenso wie von Urheberrecht und Produkthaftung zu wissen.

In der **zweiten Studienebene** werden die Studierenden über zwei wählbare Spezialisierungslinien an die aktuelle Informatik-Forschung in speziellen Fachgebieten des Bereichs interaktive Spieltechnologien herangeführt. Hierdurch sollen die Kompetenzen vermittelt werden, in diesen Fachgebieten wissenschaftlich fundierte Entscheidungen zu treffen, zukünftige Forschungs- und Anwendungsfelder zu erkennen und bereichsspezifische Teilkomponenten einer komplexen Spieltechnologie eigenständig zu entwickeln, etwa die Grafik-Engine, den Kommunikations- bzw. Interaktions-Layer, die KI-Engine oder die Vision-Engine einer Spiele-Engine. Durch die Vertiefungen erlangen die Studierenden eine spezielle Fachexpertise, die sie im Vergleich zu den Absolventen des Masterstudiengangs „Informatik“ in den entsprechenden Teilgebieten des „Games Engineering“ mit weit überdurchschnittlichen Kompetenzen ausstattet. Durch die freie Wahl der Spezialisierungslinien werden besondere Stärken und Interessen der Studierenden abgebildet und somit das Ausbildungsniveau durch ein eigenes Profil abgerundet.

Insbesondere sind die wählbaren Spezialisierungslinien so gestaltet, dass sie einerseits die vertieften Kenntnisse über die notwendigen Grundlagen und Entwicklungen in den Informatik-spezifischen Forschungsgebieten vermitteln, andererseits aber eine Fokussierung mit Blick auf die Anforderungen der Spieltechnologien erreichen ohne das Qualifikationsprofil eines Generalisten in der Informatik zu schmälern. Da diese Bereiche gleichzeitig auch grundlegende Forschungsbereiche in der Informatik abdecken, ist eine flexible Vertiefung möglich. Den Studierenden gewährt dies ein hohes Maß an Freiheit bei der Ausgestaltung ihres individuellen Studiums und ermöglicht ihnen einen frühen Einstieg in forschungsnah und innovative praktische Themengebiete.

Zuständig für die Zuordnung der Wahlmodule zu den Spezialisierungslinien ist der Prüfungsausschuss Informatik. Für jede Spezialisierungslinie gibt es unter den Professoren der Fakultät für Informatik

Fachgebietskoordinatoren, die den jeweiligen Wahlmodulkatalog abstimmen, je nach Bedarf und wissenschaftlichem Fortschritt weiterentwickelt und Empfehlungen für die Studienplanung in diesem Fachgebiet erstellen. Der Studiengangsverantwortliche für den Masterstudiengang „Informatik: Games Engineering“ bzw. der Studiendekan sind für die fachübergreifende Abstimmung sowie die Weiterentwicklung der Liste der Spezialisierungslinien verantwortlich.

In jeder Linie müssen Module im Umfang von mindestens 10 Credits (zusammen mindestens 24 Credits) eingebracht werden. Werden Module im Umfang von mehr als 24 Credits in den Spezialisierungslinien absolviert, dann können die zusätzlichen Credits in der Studienebene 1 im Wahlbereich Informatik eingebracht werden. Durch das verpflichtende Master-Seminar (5 Credits) in einer der Spezialisierungslinien werden die Fähigkeiten zur eigenständigen wissenschaftlichen Arbeit gefördert. Prinzipiell können Module aus einer Spezialisierungslinie auch in einer anderen Spezialisierungslinie eingebracht werden. Dies muss vorab mit den jeweiligen Fachgebietskoordinatoren abgesprochen werden. Das Angebot ist auf die im Folgenden aufgelisteten Spezialisierungslinien beschränkt.

- **Computer Grafik und Animation** (Fachgebietskoordinatoren: Prof. Dr. R. Westermann, Prof. Dr. N. Thuerey)
- **Numerik und Simulation** (Fachgebietskoordinatoren: Prof. Dr. H. Bungartz, Prof. Dr. T. Huckle, Prof. Dr. M. Bader)
- **Hardwarenahe Programmierung** (Fachgebietskoordinatoren: Prof. Dr. A. Bode, Prof. Dr. M. Gerndt)
- **Visual Computing** (Fachgebietskoordinatoren: Prof. Dr. D. Cremers, Prof. N. Navab, PhD)
- **Autonome Systeme** (Fachgebietskoordinatoren: Prof. Dr. A. Knoll, Prof. Dr. D. Burschka, Prof. Dr. P. van der Smagt)
- **Game Theory & Algorithmic Economics** (Fachgebietskoordinatoren: Prof. Dr. M. Bichler, Prof. Dr. F. Brandt, Prof. Dr. H. Seidl)
- **Interaktion und Kommunikation** (Fachgebietskoordinatoren: Prof. Dr. G. Klinker, Prof. Dr. H. Runkler/Prof. Dr. J. Esparza, Prof. Dr. K. Bengler)
- **Internet-Modelle, Technologien, Anwendungen** (Fachgebietskoordinatoren: Prof. Dr. G. Carle, Prof. Dr. F. Matthes)

In der **dritten Studienebene** fokussiert der Studiengang auf die praktische Umsetzung der erlernten Konzepte und Methoden im Rahmen von Programmierpraktika. Dies geschieht im Unterschied zum Bachelorstudiengang „Informatik: Games Engineering“ und zum Masterstudiengang „Informatik“ in interdisziplinären Kleingruppen, die Fachexperten aus verschiedenen Spezialisierungslinien enthalten. Somit wird zum einen die Teamfähigkeit ausgeprägt und zum anderen die interdisziplinäre Zusammenarbeit unter Berücksichtigung unterschiedlicher Sichtweisen auf gestellte Probleme gefördert. In der Teamarbeit erlangen die Studierenden die Fähigkeit zur Artikulation und wissenschaftlichen Argumentation von Projektzielen und

-Entscheidungen, und die Studierenden werden optimal auf die Gegebenheiten in der industriellen Spieleentwicklung vorbereitet. Im Rahmen der interdisziplinären Zusammenarbeit diskutieren die Studierenden in verschiedenen Projekten auch ethische Fragestellungen und gesellschaftliche Auswirkungen der Entwicklungen in der Informatik (bspw. in Zusammenhang mit Data-Mining auf großen Datenmengen aus den sozialen Medien) im Allgemeinen und dem Bereich Computerspiele im Besonderen (bspw. in Zusammenhang mit gewaltverherrlichenden Spielen oder Auswirkungen von gesellschaftlicher Vereinzelung durch exzessives Spielen).

Die Praktika sind einsemestrige Master-Praktika, mit dem Fokus auf einer speziellen Spezialisierungslinie. Nach Absprache mit dem Studiengangskordinator können diese Praktika auch als Industriepraktika durchgeführt werden. Die beteiligten Lehrstühle haben sich verpflichtet, Paare von inhaltlich aufeinander abgestimmten und ferner semesterübergreifenden Praktika anzubieten. Diese Praktika sollen sich durch eine hohe Interdisziplinarität auszeichnen und den Studierenden aus unterschiedlichen Spezialisierungslinien die Möglichkeit geben, durchgängig an einem größeren Projekt zu arbeiten. Diese Praktika werden gleichzeitig von mehreren Lehrstühlen betreut, so dass die Interdisziplinarität gewährleistet ist, und die Studierenden möglichst viele Facetten des entstehenden Systems kennenlernen. Vor allem in den semesterübergreifenden Praktika erwerben die Studierenden Planungs-, Kommunikations- und Führungskompetenzen, die im späteren Berufsleben oder einer anschließenden Weiterqualifikation von zentraler Bedeutung sind.

Als Teil der Profilbildung Forschung können die Studierenden zusätzlich 10 Credits über das Wahlmodul Forschungsarbeit unter Anleitung erbringen. Alternativ können diese 10 Credits über Prüfungsleistungen zu frei wählbaren Modulen aus dem Wahlkatalog des Masterstudiengangs „Informatik“ erbracht werden. Die Forschungsarbeit befähigt Studierende noch intensiver für eine spätere Forschungstätigkeit. Sie erwerben das grundlegende Handwerkszeug zum selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten durch praktische Anwendung mit intensiver Betreuung. Insbesondere sind sie dann in der Lage, eine wissenschaftliche Literaturrecherche selbstständig durchzuführen, die essentiellen Aspekte eines wissenschaftlichen Teilbereichs der Informatik zu analysieren und zu bewerten, sich eigene Ergebnisse mit wissenschaftlichen Methoden zu erarbeiten und eigene wissenschaftliche Texte zu strukturieren und zu erstellen. Die abschließende Masterarbeit (30 Credits) wird als Nachweis des wissenschaftlichen Handwerks verstanden und zeigt die Befähigung der Studierenden, neues Wissen zu produzieren. Diesbezüglich sollte die Masterarbeit integraler Bestandteil von laufenden Forschungsprojekten in einem der gewählten Spezialisierungsebenen sein.

Im Folgenden sind exemplarisch drei Studienpläne mit konkreter Auswahl der Profilbildung, konkreter Auswahl der Spezialisierungslinien sowie konkreter Auswahl der Wahlmodule innerhalb der gewählten Fachgebiete und des Wahlkatalogs des Masterstudiengangs „Informatik“ angegeben.

## 6.1 Erstes Beispiel für einen konkreten Studienplan

Die Profilbildung ist in ihrer Orientierung zwischen stärker theoretisch ausgerichteten Fächern und anwendungsbezogeneren Fächern ausgewogen. Es werden jeweils in den Spezialisierungslinien „Computer Grafik und Animation“ (V1) 12 Credits und „Numerik und Simulation“ (V2) 13 Credits eingebracht. Bei den beiden Master-Praktika soll jeweils die Games-spezifische Instanz gewählt werden, die Studierenden dieses Masterstudienganges vorbehalten ist. Es ist jedoch auch möglich, jedes andere Master-Praktikum aus dem Katalog der Masterpraktika des Informatik-Masterstudiengangs auszuwählen. Studienbeginn ist im Wintersemester:

Sem	Credits	Wahlbereiche & Pflichtmodule	Wahlmodule Informatik	Wahlmodule Überfachliche Grundlagen	Spezialisierungslinien	Thesis
1 WiSe	30	IN2097 Advanced Computer Networking 5 Credits, Klausur  IN2106 Master-Praktikum 10 Credits, Projektarbeit, Pflichtmodul  IN2015 Image Synthesis 5 Credits, Klausur, Pflichtmodul	IN2340 Quantitative Verification 5 Credits, Klausur  IN2197 Kryptografie 5 Credits, Klausur			
2 SoSe	31	IN2118 Datenbanksysteme und moderne CPU-Architekturen 6 Credits, Klausur  IN2107 Master-Seminar 5 Credits, wiss. Ausarbeitung			IN2297 Geometry Processing 6 Credits, Klausur  IN2001 Algorithms of Scientific Computing 8 Credits, Klausur  IN2298 Advanced Deep Learning for Physics 6 Credit, Klausur	
3 WiSe	29	IN2257 Zusätzliches	IN2309 Advanced Topics in	WI000159 Businessplan-	IN2012 Parallel Numerics	

		Master-Praktikum, 10 Credits, Projektarbeit, Pflichtmodul	Software Engineering 8 Credits, Klausur	Grundlagen- Seminar, 3 Credits, wiss. Ausarbeitung  WI000285 Innovative Unternehmer - Führung von High- Tech Unternehmen 3 Credits, Klausur	5 Credits, Klausur	
4 SoSe	30					Master's Thesis (30 Credits)

## 6.2 Zweites Beispiel für einen konkreten Studienplan

Die Profilbildung ist „grundlagen- und forschungsorientiert“. Es werden in den Spezialisierungslinien „Autonome Systeme“ (V1) 14 Credits und „Game Theory & Algorithmic Economics“ (V2) 11 Credits eingebracht. Bei den beiden Master-Praktika soll auch hier jeweils die Games-spezifische Instanz gewählt werden, die Studierenden dieses Masterstudienganges vorbehalten ist. Es ist jedoch auch möglich, jedes andere Master-Praktikum aus dem Katalog der Masterpraktika des Informatik-Masterstudienganges auszuwählen. Studienbeginn ist im Wintersemester:

Sem	Credits	Wahlbereiche & Pflichtmodule	Wahlmodule Informatik	Wahlmodule Überfachliche Grundlagen	Spezialisierungslinien	Thesis
1 WiSe	30	IN2259 Verteilte Systeme 5 Credits, Klausur  IN2015 Image Synthesis 5 Credits, Klausur Pflichtmodul			IN2064 Machine Learning V1, 8 Credits, Klausur  IN2067 Robotics V1, 6 Credits, Klausur  IN2229 Computational Social Choice V2, 6 Credits, Klausur	
2 SoSe	30	IN2031 Einsatz und Realisierung von Datenbanksystemen, 6 Credits, Klausur	IN2040 Virtuelle Maschinen 6 Credits, Klausur	IN9015 Informationskompetenz 3 Credits, Klausur	IN2239 Algorithmic Game Theory V2, 5 Credits, Klausur	

		IN2106 Master-Praktikum 10 Credits, Projektarbeit, Pflichtmodul				
3 WiSe	30	IN 2257 Zusätzliches Master-Praktikum, 10 Credits, Projektarbeit, Pflichtmodul	IN2210 Tracking and Detection in Computer Vision 7 Credits, Klausur  IN2081 Muster in der Softwaretechnik 5 Credits, Klausur	ED0038 Technik Wirtschaft und Gesellschaft 3 Credits, 3 kleinere Ausarbeitunge n (online)	IN 2107 Master-Seminar 5 Credits, wiss. Ausarbeitung	
4 SoSe	30					Master's Thesis (30 Credits)

### 6.3 Rechtliche, ökonomische, ethische oder gender-orientierte Aspekte

Die TU München bietet im Rahmen der Vermittlung überfachlicher Grundlagen über die Carl-von-Linde Akademie eine Reihe von Modulen an, die Studierenden des Masterstudiengangs „Informatik: Games Engineering“ Einblicke in diverse rechtliche, ökonomische, ethische und gender-orientierte etc. Aspekte geben können. Entsprechende Module könnten im Umfang von 6 Credits aus den Fächern Wirtschaft, Soziologie, Psychologie, Ethik sowie dem Bereich Gender stammen. In Anbetracht der Vielfältigkeit möglicher Anknüpfungspunkte von Spielen zu den verschiedensten Gebieten werden der individuellen Wahl der Module in diesem Bereich so wenig Grenzen wie möglich gesetzt. Darüberhinausgehend können die Studierenden frei aus dem Katalog der überfachlichen Grundlagen des Masterstudiengangs „Informatik“ an der TUM wählen. Diese dienen der umfassenden Ausbildung der Studierenden über die vorgesehene Fachkompetenz hinaus. Sie vermitteln den Studierenden Fähigkeiten und Fertigkeiten wie Personal-, Sozial-, Informations- und Ideenkompetenz und geben ihnen die Möglichkeit, betriebs- und volkswirtschaftliche Aspekte sowie Aspekte der Firmengründung kennenzulernen.

### 6.4 Bereitstellung eines Mobilitätsfensters

Der Studienplan ist so strukturiert, dass er eine individuelle Gestaltung je nach persönlicher Schwerpunktsetzung erlaubt und somit auch ein flexibles Fenster für Auslandsaufenthalte bietet. Die wenigen Pflichtmodule werden an nahezu allen Informatik-Fakultäten weltweit in ähnlicher Form angeboten, so dass im Fall eines Auslandsaufenthaltes nicht mit Verzögerungen oder Doppelbelegungen in der Studienebene 1 zu rechnen ist. Bezüglich der Studienebenen 2 und 3 besteht in den Zieluniversitäten des Auslandsaufenthalts üblicherweise ein breites Angebot, so dass auch hier nicht mit Verzögerungen oder Doppelbelegungen zu

rechnen ist, sofern die gewählten Module im Vorfeld als anrechnungsfähig abgeklärt wurden. Dieser Prozess involviert ein Gespräch mit der Koordinatorin für Auslandsaufenthalte und ein weiteres Gespräch mit dem Schriftführer des Studienganges, in dem ein entsprechendes Learning Agreement ausgearbeitet wird. Geplante Anerkennungen von Modulen der Zieluniversität für Pflicht-Module im Bereich der Studienebene 1 oder andere Anerkennungen von Modulen der Zieluniversität für thematisch sehr ähnliche Module aus dem Angebot der TUM (Studienebenen 2 und 3) müssen mit den entsprechenden Professoren im Vorfeld für das Learning Agreement vereinbart werden. Daneben sind freie Anerkennungen von Modulen der Zieluniversität, denen keine thematisch hinreichend ähnlichen Modulen der TUM entsprechen, für die Studienebenen 2 und 3 möglich. Als Mobilitätsfenster eignen sich hierbei das zweite und insbesondere das dritte Semester, da sowohl bei Studienbeginn im Sommer- als auch im Wintersemester im ersten Semester bereits wesentliche Teile der Pflichtmodule absolviert werden können, die (wenngleich sie in der Regel, wie oben bereits ausgeführt, in anrechnungsfähiger Form an der überwiegenden Zahl von Informatikfakultäten angeboten werden) am ehesten noch zu Gleichwertigkeits- und damit Anerkennungsproblemen führen könnten. Das dritte Semester eignet sich hierbei in besonderer Weise, da im ersten und zweiten Semester i.d.R. bereits 60 Credits erworben wurden, so dass auch im Falle auftretender Probleme (Nichtbestehen von Modulen aufgrund unterschiedlicher Lernkulturen etc.) die Studierenden nicht Gefahr laufen, in Bezug auf den geforderten Crediterwerbfortschritt zu sehr in Verzug zu geraten. Die Wahlmöglichkeiten des Studienganges sind generell so breit gefasst, dass sowohl ein einsemestriger als auch ein zweisemestriger Auslandsaufenthalt in der Regel problemlos absolviert werden können.

## 7 Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

Der Masterstudiengang ist ein Studiengang der Fakultät für Informatik der Technischen Universität München, alle Professorinnen und Professoren der Fakultät sind an der Lehre beteiligt. Die Fakultät übernimmt die inhaltliche und organisatorische Umsetzung des Studiengangs. Der Studiengang wird von Prof. Dr. Rüdiger Westermann (Lehrstuhl für Computer Graphik und Visualisierung) geleitet. Die Modulverantwortung für die angebotenen Spezialisierungslinien übernehmen die genannten Professoren der Fakultät für Informatik. Studiengangskoordinator für den Master: Informatik Games Engineering ist PD Dr. Georg Groh. Schriftführer des Masters Informatik Games Engineering im Servicebüro Studium ist ebenfalls Georg Groh.

Neben der allgemeinen Studienberatung im Studentenservicezentrum (SSZ) der TUM erfolgt die spezielle Fachstudienberatung über die Studienberatung der Fakultät für Informatik. Die Organisation des Eignungsverfahrens und die Prüfungsverwaltung liegen beim Servicebüro Studium der Fakultät.

Für die zahlreichen internationalen Studierenden steht im Servicebüro Studium eine Ansprechperson zur Verfügung, die sich um die speziellen Belange bei der Bewerbung und während des Studiums kümmert.

Für die Evaluation und das dezentrale Qualitätsmanagement sind neben dem Leiter des Studienganges der Studiendekan und die Studienkommission der Fakultät für Informatik zuständig.

## 8 Ressourcen

### 8.1 Personelle Ressourcen

Der Studiengang wird von der Gruppe von Professoren der Fakultät für Informatik unterstützt, die die Vorlesungen des Studiengangs im Rahmen ihres Lehrdeputats anbieten. Für die organisatorische Betreuung greifen wir auf die bewährten Strukturen des Prüfungsausschusses der Informatik sowie des Service-Büros Studium zurück. Die Ressourcentabelle liegt diesem Dokument als Anhang bei.

Für die Umsetzung der ersten und zweiten Studienebene des Studiengangs sind ausreichend personelle Ressourcen vorhanden. Die für die Umsetzung des Studiengangs notwendigen zusätzlichen Ressourcen zur Umsetzung der dritten Studienebene werden von der Fakultät für Informatik getragen.

Das Pflichtmodul Bildsynthese (Westermann) sowie die Module der Wahlbereiche Internet-Technologien (Carle und Jacobsen) und Datenbanken (Kemper und Neumann) werden von den verantwortlichen Professoren regelmäßig angeboten. Dies gilt auch für die Module der Spezialisierungslinien. Die Organisation der assoziierten Übungen übernehmen wissenschaftliche Mitarbeiter der jeweiligen Lehreinheiten. Die Fakultät stellt für die Module der ersten Studieneben ausreichend Mittel für Tutoren zur Verfügung, um den Übungsbetrieb zu unterstützen. Am Ende einer Vorlesungszeit erfolgt jeweils die Zuordnung der Studierenden auf die Veranstaltungen des kommenden Semesters. Der Studiendekan stellt sicher, dass für jeden Studierenden, der in einem Semester ein Master-Praktikum oder Master-Seminar absolvieren will, ein Platz angeboten wird.

Die Fakultät für Informatik stellt Lehrdeputate in Höhe von mindestens 18 Semesterwochenstunden zur Unterstützung der speziellen spieleorientierten Praktika in der dritten Studienebene des Masterstudiengangs zur Verfügung. Diese sind speziell für die Organisation der Fachgebiets-übergreifenden Praktika verantwortlich. Die Lehrdeputate werden dafür verwendet, in enger Zusammenarbeit mit anderen Fakultäten und Hochschulen im Münchener Raum, etwa der LMU und der Hochschule für Film und Fernsehen, sowie Firmen möglichst transdisziplinäre Teams zu bilden. Ziel ist es, die Studierenden quasi auf Startup-Situationen vorzubereiten und sie bereits früh mit den Anforderungen der Industrie zu konfrontieren. Für die individuelle Betreuung der einzelnen Teams braucht es eine übergreifende Koordination, die in jedem Jahr genügend Praktika bereitstellt und deren Qualität gewährleistet. In enger Zusammenarbeit mit den beteiligten Professoren werden generelle Konzepte für solche Praktika erarbeitet, Anforderungskataloge spezifiziert, Meilensteine und Schnittstellen definiert, und vor allem die Zusammenarbeit der Kleingruppen organisiert.

Bei der erwarteten Anzahl von Studierenden werden die fachübergreifenden Praktika in der dritten Studienebene pro Semester durch studentische Tutoren im erforderlichen Umfang unterstützt. Hier werden Masterstudierende der höheren Semester gezielt zur Betreuung der Praktika der dritten Studienebene herangezogen. Somit wird interessierten Studierenden die Möglichkeit geboten, ihre bisherige eingeschränkte Sicht auf die Praktika zu erweitern, und diese nun als Tutoren in ihrer gesamten Breite und Interdisziplinarität kennenzulernen. Für die Finanzierung dieser Hilfskräfte sind ausreichend Finanzmittel vorhanden.

## 8.2 Sachausstattung / Räume

Für die Durchführung der Lehrveranstaltungen sind derzeit im Gebäude der Fakultäten für Mathematik und Informatik, sowie in den Interimshörsaalgebäuden 1 und 2 auf dem Campus Garching ausreichend Räume vorhanden.

Die Ausstattung mit leistungsfähigen Rechnern ist durch die zentralen Rechnerpools und die mit dem Bachelorstudiengang Informatik: Games Engineering gemeinsam genutzten speziellen Rechnerpools ausreichend.