Studiengangsdokumentation

Masterstudiengang *Cartography*

Ingenieurfakultät *Bau Geo Umwelt*,
Technische Universität München

Bezeichnung	**Cartography**
Organisatorische Zuordnung	**Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt**
Abschluss	**Master of Science** (M.Sc.)
Regelstudienzeit & Credits	**4 Semester** **120 Credits**
Studienform	Vollzeit
Zulassung	**Eignungsverfahren** (EV)
Starttermin	**WS 2011/2012**
Sprache	Englisch
Studiengangs-verantwortliche/r	**Prof. Dr.-Ing. Liqiu Meng** (Studiengangsdirektorin) **Juliane Cron, M.Sc.** (Studiengangskoordinatorin)
Ggf. ergänzende Angaben für besondere Studiengänge	Joint Degree Kooperationspartner: Technischen Universität Wien (TUW) Technischen Universität Dresden (TUD) Universität Twente (UT)
Ansprechperson bei Rückfragen	**Juliane Cron** 089-289-22829 juliane.cron@tum.de
Version/Stand, vom	01.09.2018
Der Studiendekan	Prof. dr. ir. Walter Timo de Vries

Inhaltsverzeichnis

1 Studiengangsziele 3

1.1 Zweck des Studiengangs 3

1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs 5

2 Qualifikationsprofil 6

3 Zielgruppen 9

3.1 Adressatenkreis 9

3.2 Vorkenntnisse der Studienbewerber 12

3.3 Zielzahlen 12

4 Bedarfsanalyse 13

5 Wettbewerbsanalyse 16

5.1 Externe Wettbewerbsanalyse 16

5.2 Interne Wettbewerbsanalyse 17

6 Aufbau des Studiengangs 18

7 Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten 25

8 Ressourcen 29

8.1 Personelle Ressourcen 29

8.2 Sachausstattung und Räume 33

9 Entwicklungen im Studiengang 34

10 Anhang der Studiengangsdokumentation 36

1 Studiengangsziele

1.1 Zweck des Studiengangs

Durch den technologischen Fortschritt unserer Informations-, Wissens- uind Risikogesellschaft werden Geodaten in einem ständig wachsenden Umfang erfasst und gespeichert. Jeden Tag produzieren einfache internetbasierte Kartenservices mehr Karten als zuvor in der Menschheitsgeschichte gezeichnet oder gedruckt wurden. Räumliche Zusammenhänge sind relevant für die Beantwortung zahlreicher Fragestellungen, die Lösung vieler Probleme und das Treffen wichtiger Entscheidungen. 80% aller Informationen sind raumbezogen. Ein Großteil der darauf getroffenen Entscheidungen basieren auf der visuellen Darstellung der Informationen. Karten und kartographische Kommunikationsprozesse sind der Schlüssel damit Menschen mit allen Arten von räumlichen Daten effizient umgehen können.

Die Aufgabe der Kartographen ist die Visualisierung unseres Lebensraumes und in unserer heutigen Gesellschaft und globalen Welt gefragter denn je. Vor allem in der Darstellung unserer sich ständig ändernden Umwelt, sind nicht nur statische Visualisierungen, sondern auch animierte, mobile und Echtzeitvisualisierung von großem gesellschaftlichen Interesse. Seien es ortsbasierte Dienste (Location-based Services LBS) und ubiquitäre Informationen mittels Tablets oder Handys, Navigationssysteme, Virtual Realities oder dreidimensionale Überflugsimulationen des Geländes, um nur ein paar wenige Beispiele zu nennen.

Fragen wie z.B. „Wo befindet sich...?“ oder „Wie komme ich nach...?“ bzw. „Wie weit entfernt...?“ sind alltägliche Problemstellungen, welche Lösungen durch kartographische Darstellungen in analoger oder digitaler Form repräsentiert werden und mit welchen sich der Studiengang Cartography befasst. Komplexe räumliche Fragestellungen und Informationsverarbeitungen können durch Geografische Informationssysteme (GIS) gelöst werden. Diese Geografischen Informationssysteme kommen in allen Kommunen, staatlichen Behörden und der Mehrheit aller privaten Unternehmen zum Einsatz, da fast alle Daten einen Raumbezug (Adresse, Position (x,y,z)) besitzen. Geodaten sind vor allem in den Bereichen Infrastruktur (Transport, Verkehr, Siedlungsmanagement), Katastrophen- und Gefahrenmanagement, Klimaschutz, Ressourcenmanagement, Naturschutz, etc. von hoher Bedeutung.
Seit der Jahrtausendwende nimmt die Bedeutung der Kartographie als Brücke zwischen unterschiedlichen geowissenschaftlichen Disziplinen stetig zu. Die kartographische Visualisierung und Analyse unserer Umwelt dient u.a. dazu, Problemstellungen im Umwelt- und Klimaschutz, in der Geologie, in der Raumplanung, in der Land- und Forstwirtschaft sowie in vielen anderen Bereichen besser lösen zu können.
In einem sich immer stärker verändernden Europa und einer zunehmend globaleren Welt, wächst der Austausch von Informationen und damit der Austausch an räumlichen Informationen (Geodaten) rasant. Verschiedene Regionen, Länder, Staatsgebiete nutzen bisher unterschiedliche Visualisierungstechniken, verschiedene Kartenprojektionen und verwalten ihre Daten in diversen Geoinformationssystemen. Die Gewährleistung des Austausches von Geodaten und die Ermöglichung gebietsübergreifender Visualisierungen sind Aufgabe der Kartographie. Auch in der kognitiven Wissenschaft ist die Kartographie im Bereich Kommunikation zwischen Karte und Kartennutzer gefragt. Es ist eine zentrale Aufgabe des Kartographen,

Geodaten für den Kartennutzer verständlich zu machen, so dass dieser die Darstellung versteht, interpretieren und effizient nutzen kann.

In unserer Informations-, Wissens- und Risikogesellschaft besteht ein immenser Bedarf am einfachen Zugang, Austausch, Analyse und an der Visualisierung von Geodaten. Ein Europa, in dem Staatsgrenzen eine untergeordnete Rolle spielen, bleibt für die Kartographie nicht ohne Auswirkungen (Bsp. Initiative INSPIRE). Das Sammeln von Geodaten nimmt in einem rasanten Tempo zu, damit wächst die Nachfrage nach Karten und graphischen Darstellungen von raumbezogenen Themen. Mit technologischer Weiterentwicklung in der digitalen Informationsverarbeitung, bedarf es auch sich ständig weiterentwickelnden Methoden der Erfassung, Verarbeitung und Darstellung von Geodaten. Der Studiengang Cartography hat sich zum Ziel gesetzt, den Absolventinnen und Absolventen beizubringen, die modellierten und erfassten Geodaten zu verwalten und zu visualisieren. Der Schwerpunkt liegt in der kartographischen Kommunikation, d.h. wie die Daten für den Nutzer lesbar, ästhetisch, benutzerfreundlich und ggf. individuell dargestellt werden können. Weitere Schwerpunkte sind aber auch die Entwicklung neuer Darstellungsmethoden, z.B. in 3D- und 4D-Visualisierungen, Virtual-, Augmented und Mixed Realities.
Das Ziel des Studienganges *Cartography* ist es Spezialisten auszubilden, die den beschriebenen Herausforderungen der Kartographie gewachsen sind und die Zukunft der Kartographie mitgestalten.

Als internationaler Master wird der Studiengang seit dem Wintersemester 2011/2012 vollständig auf Englisch gelehrt. Mit Kartographie als Schwerpunkt sichert sich dieser Masterstudiengang ein Alleinstellungsmerkmal. Er richtet sich an internationale Studierende mit dem Ziel, talentierte Fachleute im Bereich Kartographie sowohl für den deutschen als auch den internationalen Markt auszubilden. Bis zur Einführung des Studienganges *Cartography* zum Wintersemester 2011/2012 konnte den Anforderungen an die Kartographie nicht Rechnung getragen werden, da die benötigten, gut ausgebildeten Spezialisten gefehlt haben, vor allem weil es bis dahin keinen Masterstudiengang mit dem Schwerpunkt Kartographie gab. Mit dem Studiengang *Cartography* wird zum einen also die Forderung nach Spezialisten erfüllt, zum anderen die Ausbildung hoch qualifizierter Nachwuchswissenschaftler sowie die Forschung im Bereich Kartographie und verwandten Wissenschaften (weltweit) vorangetrieben. *Cartography* wurde als Kooperationsstudiengang konzipiert, da so die Spezialisierung der Absolventen in einem breiten Spektrum erfolgen kann. Jeder der Partner bringt eine eigene Expertise in das Programm ein. Nur durch die Kooperation der Hochschulen kann die geforderte hohe Qualität und das breite Spektrum eines Studienganges im Bereich Kartographie erreicht werden. Zudem können Synergien der Partner genutzt und die Zusammenarbeit der europäischen Hochschulen gestärkt werden. *Cartography* treibt die Internationalisierung der Hochschulen voran. Er ermuntert die Studierenden, Kartographie an verschiedenen Standorten in Europa zu studieren und fördert damit auch die Austauschmaßnahmen für Studierende und Wissenschaftler im Bereich Kartographie auf internationaler Ebene.

1.2 Strategische Bedeutung des Studiengangs

Einordnung des Studienganges *Cartography* in das Leitbild der Fakultät

Kartographie, die sich mit der Gestaltung und -nutzung der Kartenwerke in verschiedenen Maßstäben befasst, spielt eine Querschnittrolle im Leitbild der Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt mit ihren zentralen Themengebieten Bauen – Infrastruktur – Umwelt – Planet Erde (Abbildung 2.1).

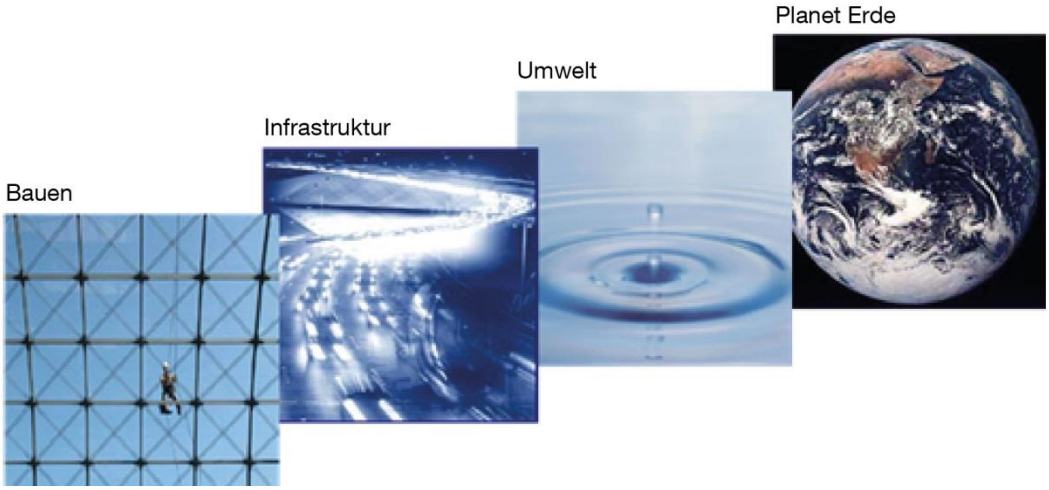

Abb. 1.1: Leitbild der Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt

Die dreidimensionale Modellierung und Visualisierung als Teilbereich der Kartographie in Form von Augmented Reality bzw. Virtual Reality sowie die interaktive Abfrage der Konstruktionsinformationen trägt zu einer sicheren Planung, Durchführung und Überwachung diverser Bauprojekte bei.
Die moderne Infrastruktur, insbesondere die Verkehrsinfrastruktur mit ihrer Bedeutung für die Mobilität der Menschen und der logistischen Planung für den Personal- und Gütertransport bildet einen Forschungsschwerpunkt in der Kartographie hinsichtlich der Generalisierung von Verkehrsdaten, der Entwicklung multimodaler Navigationsalgorithmen sowie deren multiskalaren Visualisierung.
Für das multidisziplinäre Thema Umwelt kommen kartographische Forschungsansätze als Entscheidungsunterstützung u.a. zur Veranschaulichung und der visuellen Analyse des raumzeitlichen Verhaltens unterschiedlicher Naturphänomene und -katastrophen wie Überschwemmungen, Erdbeben, Umweltverschmutzungen usw. zum Einsatz.
Die benutzerorientierte Darstellung und Bewertung globaler Ereignisse in vielfältigen Weltkarten ist ein Bestandteil der multimedialen tagesaktuellen Themen für die informierte Gesellschaft.

Der Studiengang *Cartography* vermittelt die Kenntnisse und Kompetenzen zur visuellen Darstellung, Analyse und Exploration der digitalen Erde mit ihren raumzeitlichen Gegenständen und Sachverhalten, und liefert somit einen vielfältigen Beitrag zum interdisziplinären Fächerportfolio der TUM. Module des Studiengangs werden auch in den Masterstudiengängen Umweltingenieurwesen, Transportation Systems, Earth Oriented Space Science and Technology, Land Management and Land Tenure der Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt angeboten. Die

kartographischen Forschungsaufgaben umfassen u.a. die Geodatenintegration, die Gestaltung kartenbasierter Webservices sowie die Entwicklung interaktiver Geovisualisierungssysteme für die Kommunikation raumbezogener Informationen und die domänenspezifische Wissensvermittlung und -gewinnung. Sie bilden somit eine unverzichtbare Grundlage für alle Fokusbereiche der Fakultät.

Einordnung in das Leitbild (Mission Statement) der TUM

In Zeiten des begrenzten staatlichen Budgets und des noch härteren bevorstehenden Wettbewerbs um die Nachwuchskräfte in MINT-Fächern, ist die TUM auf Kooperation und Benchmarking mit regionalen und globalen Partneruniversitäten angewiesen. Zur Institutionalisierung der Internationalisierungsmaßnahmen gehört die Einrichtung internationaler Studiengänge, welche die weltweit rekrutierten jungen Talente zu bestgeeigneten Fachspezialisten für den deutschen und den globalen Arbeitsmarkt ausbilden sollen.
Der Studiengang *Cartography* ermöglicht die nachhaltige Interaktion der TUM mit einer weiteren Eliteuniversität Deutschlands sowie internationalen Partneruniversitäten in Österreich und den Niederlanden. Die involvierten Lehrkräfte sind weltweit renommierte Wissenschaftler. Sie wirken in zahlreichen nationalen und internationalen akademischen Gremien aktiv mit, beispielsweise als Präsident der International Cartographic Association, sind Senator der Helmholtz-Forschungszentren oder Schriftführer der Springer Lecture Notes Geoinformation and Cartography.
Dozenten aus dem exzellenten Forschungsnetzwerk der TUM und weltweiten Partnerinstitutionen werden regelmäßig zu Gastvorlesungen und studienbegleitenden Seminaren eingeladen. Gleichzeitig profitieren Studierende von den engen Koperationen der TUM mit der bayerischen Vermessungsverwaltung, dem Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), den Helmholzforschungszentren wie dem Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrum (DLR), dem GeoForschungsZentrum (GFZ) und dem Alfred-Wegener-Institut (AWI), der bayerischen Bauindustrie sowie zahlreichen Firmen wie z.B. BMW, ESRI und Intergraph. Die gemeinsame Betreuung der Master- und Doktorarbeiten von Fachexperten der jeweiligen Partnerinstitutionen verstärkt die gegenseitig Mehrwert bringende Zusammenarbeit. Außerdem besteht im Rahmen einer Reihe von interdisziplinären und internationalen Promotionsvorhaben eine intensive Wechselbeziehung zwischen dem Studiengang und der International Graduate School of Science and Engineering (IGSSE) der TUM.

2 Qualifikationsprofil

Absolventen des internationalen Masterstudienganges *Cartography* erwerben während ihres Studiums an vier kooperierenden Universitäten, Fach- und Methodenkompetenzen im Bereich der Erfassung, Verarbeitung, Analyse und Visualisierung von Geodaten. Sie sind in der Lage, selbständig, verantwortungsvoll und kreativ Fragestellungen der theoretischen und angewandten Kartographie zielorientiert zu bearbeiten.

Wissen und Verstehen

Die Absolventen verfügen über umfassende Methoden- und Fachkompetenzen im gesamten Bereich der Kartographie (theoretische Grundlagen der Kartographie). Sie kennen und verstehen verschiedene Erfassungsmethoden für räumliche Daten und können diese praktisch anwenden. Zudem haben sie sowohl die mathematischen, technischen als auch die gestalterischen Grundlagen erworben, um die erfassten Daten weiter zu verarbeiten und zu analysieren. Vermitteltes Grundlagenwissen über den kartographischen Kommunikationsprozess hilft den Absolventen dabei, Geodaten dem Kartennutzer anschaulich und verständlich zu präsentieren.

Die Absolventen haben ein breites und vertieftes Fachwissen im Bereich der Datenvisualisierung, vor allem im Bereich modernen Kartographie (Web- und Internetkartographie) erworben. Zudem haben sie umfangreiche Fachkompetenz in allen technischen Grundlagen und können fundierte Software- und Programmierkenntnisse vorweisen um umfangreiche kartographische Projekte selbständig zu bearbeiten.

Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen

Die Absolventen können Daten mit Raum-, Zeit- und Attributinformationen erfassen, modellieren, verwalten, analysieren und visualisieren. Sie können mit Geo-Datenbanken und Geo-Informationssystemen kompetent umgehen und eine adäquate ansprechende und verständliche grafische Datenvisualisierung für alle Arten von Benutzergruppen erstellen.

Die Absolventen wissen, wie man alle Formen von Medien, ob Print- oder elektronische multimediale Medien einschließlich Web-Publishing nutzbar macht. Sie können sich den sozialen Anknüpfungspunkten und Implikationen verschiedener Techniken und Methoden zur Verarbeitung und Visualisierung räumlicher Daten kritisch stellen.

Darüber hinaus wissen sie, wie sie die Kartographie als eigenständige Wissenschaft mit eigener Forschung und Wissensquelle zukünftig selbst beeinflussen und mitgestalten können. Sie haben ein starkes Bewusstsein für die direkten Beziehungen zu den Erd-, Informations- und Kommunikationswissenschaften.

Die Absolventen sind zudem in der Lage selbständig eine wissenschaftliche Arbeit zu verfassen, indem sie eigenständig Forschungsfragen entwerfen, Forschungsmethoden auswählen, ihre Ergebnisse erläutern, kritisch interpretieren und diese in einem öffentlichen Kolloquium präsentieren und verteidigen. Die Absolventen haben ein großes Organisationsgeschick und ein hohes Maß an Selbständigkeit und Flexibilität vor allem durch die Mobilität während des Studiums vorzuweisen.

Kommunikation und Kooperation

Die Absolventen des Studienganges *Cartography* verfügen über vertiefte Kenntnisse im Bereich der kartographischen Kommunikationsfähigkeit. Sie sind zum Beispiel in der Lage kundenspezifische Abbildungen der Erdoberfläche zu erstellen und haben Kenntnisse über eine medienbewusste und nutzerfreundliche Kartengestaltung. Sie zeichnen sich durch ihre visuell analytische Denkweise aus und heben sich dadurch von Absolventen verwandter Bereiche ab.

Cartography ist ein internationaler Studiengang. Demzufolge kommen die Studierenden aus unterschiedlichsten Kulturkreisen. Im Studiengang gewinnen die Studierenden daher nicht nur theoretische, methodische und technischen Fähigkeiten im Bereich der Kartographie, sondern erwerben auch soziale respektive personale und interkulturelle Kompetenzen. Sie haben gelernt mit Menschen unterschiedlicher kultureller Herkunft und in interdisziplinären Gruppen zusammen zu arbeiten. In einer Gruppe mit insgesamt maximal 25 Studierenden sowie in Seminaren und Projektarbeiten werden die Studierenden dazu ermutigt interkulturelle Kommunikationsfähigkeiten zu entwickeln. In verschiedenen Lehrveranstaltungen bearbeiten die Studierenden in kleinen Gruppen ein gemeinsames Thema. Sie erlangen dadurch neben der interkulturellen und sozialen Kommunikationsfähigkeit zudem die Fähigkeit in Teams zu arbeiten, gemeinsam Probleme zu bewältigen und gemeinsam an der Entwicklung von Lösungen zu arbeiten. Sie werden befähigt Führungsaufgaben wahrzunehmen, da in speziell auf die Kartographie zugeschnittenen Modulen, Kenntnisse in Selbstorganisation, wissenschaftlichem Arbeiten, Moderation, Teamarbeit und Projektmanagement vermittelt werden. Außerdem haben die Absolventen durch das selbständige Bearbeiten von Projekten und vor allem durch die Anfertigung der Masterarbeit die Kompetenz erworben selbständig strukturiert zu arbeiten. Sie können Meilensteine definieren, Fristen einhalten, Probleme lösen, und die eigene Arbeit durch Selbstreflexion kritisch bewerten.

Wissenschaftliches Selbstverständnis und Professionalität

Im Rahmen ihres Studiums haben die Absolventen an Fallstudien über Kartenethik und Kartenrhetorik für die Gesellschaft gearbeitet, Seminararbeiten zu Themen wie Geo-Datenschutz, Mensch und Umwelt abgeschlossen, wissenschaftliche Evaluationen professionell durchgeführt und ausgewertet sowie Kompetenzen im interdisziplinären Projektmanagement erlangt.
Die erlangten Fachkompetenzen im wissenschaftlichen Arbeiten befähigen den Absolventen für die wissenschaftliche Laufbahn. Die Absolventen sind motiviert eine Forschungslaufbahn einzuschlagen und nach dem Studium mit einem Doktorat im Bereich der Kartographie fortzufahren. Durch die Kooperation und Zusammenarbeit von vier europäischen Universitäten haben sich die Absolventen ein großes Netzwerk aufgebaut und verfügen somit eine optimale Basis für den Start einer wissenschaftlichen Laufbahn. Durch die Mobilität zwischen den Universitäten zeichnen sich die Absolventen durch ein ausgeprägtes Organisationsgeschick, Selbständigkeit und Flexibilität aus.
Da im Studiengang Cartography auch online Module (distance learning) integriert, sind Absolventen in der Lage, sich Kenntnisse und Fertigkeiten im Bereich der Kartographie über unterschiedliche Lern- und Arbeitsmethoden anzueignen und Lösungen nach ihrem ganz eigenen Rhythmus selbständig zu erarbeiten.

Formale Aspekte

Zulassungsvoraussetzung für das *Cartography*-Studium ist ein Bachelorabschluss (mit einem Mindestumfang von 180 ECTS) oder ein gleichwertiger Abschluss in einer Natur- oder Ingenieurwissenschaft, z.B. in Kartographie, Geographie, Geodäsie, Geomatik oder Informatik. Praktische Erfahrung wird nicht vorausgesetzt. Da der Master vollständig in Englisch gelehrt wird, sind sehr gute Englischkenntnisse vorzuweisen (IELTS Academic Module: Minimum score 6.5 or TOEFL iBT: 88, CbT: 234, PbT: 605 or Cambridge Main Suite Certificate: CAE or

CPE: level A, B or C). Durch den Erwerb des Abschlusses Master of Science in Cartography (2 Jahre, 120 ECTS) erfüllen die Absolventen anschließend alle Voraussetzungen um eine Dissertation zu beginnen. In der öffentlichen Verwaltung oder in der Privatwirtschaft können sie leitende Aufgaben übernehmen.

3 Zielgruppen

3.1 Adressatenkreis

Die Zielgruppe sind hoch motivierte Bewerber mit Interesse an technischen und geowissenschaftlichen Fächern aus der ganzen Welt, die im Bereich der Kartographie arbeiten möchten. Zudem sollten die potentiellen Studierenden eine Affinität für graphische Darstellungen mitbringen und ein Verständnis für visuelle Kommunikation haben.

Zulassungsvoraussetzung für das *Cartography*-Studium ist ein sehr gut abgeschlossener Bachelor (mind. 180 ECTS-Punkte) oder ein gleichwertiger Abschluss in einer Natur- oder Ingenieurwissenschaft, z.B. in Kartographie, Geographie, Geodäsie, Geomatik oder Informatik. Zudem müssen Bewerber sehr gute Englischkenntnisse nachweisen können. Praktische Erfahrung wird nicht vorausgesetzt.

Die Abbildungen 3.1 und 3.2 zeigen die Erstabschlüsse, die die bisherigen Studierenden erworben haben. Die meisten Studierenden bringen einen Bachelorabschluss (90%) in den Bereichen Geographie, Geomatik, Kartographie oder GIS- und Remote Sensing als Voraussetzung mit.

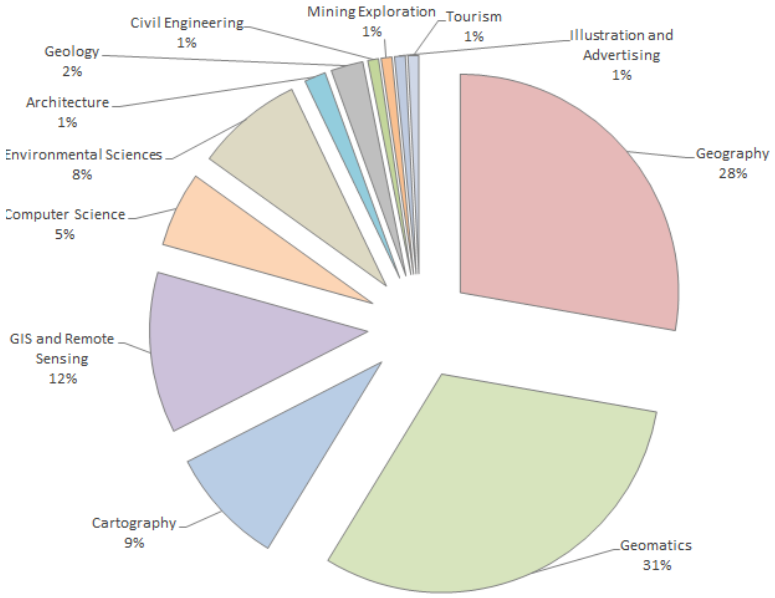

Abb. 3.1: Schwerpunkt des abgeschlossenen Erstudiums der eingeschriebenen Studierenden in *Cartography* (WS 2011/12-WS 2017/18)

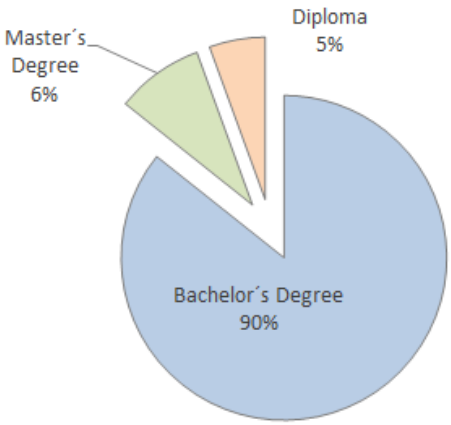

Abb. 3.2: Bachelor- Master- und Diplomabschlüsse (WS 2011/12-WS 2017/18)

Seit Beginn des Studienprogrammes *Cartography* im Wintersemester 2011/2012 sind insgesamt 669 Bewerbungen von Interessenten aus aller Welt eingetroffen. Nach Durchführung des Eignungsfeststellungsverfahrens wurden 250 Studierende für das Studium zugelassen, wovon sich 126 sich für den Studiengang eingeschrieben haben (vgl. Abb. 3.4, Stand: WS 17/18).

Die Studierenden, die sich für das *Cartography*-Studium entscheiden, kommen aus aller Welt. Die 126 Studierenden sind aus 51 verschiedenen Ländern angereist, um ihr Studium zu beginnen (vgl. Abbildung 3.3).

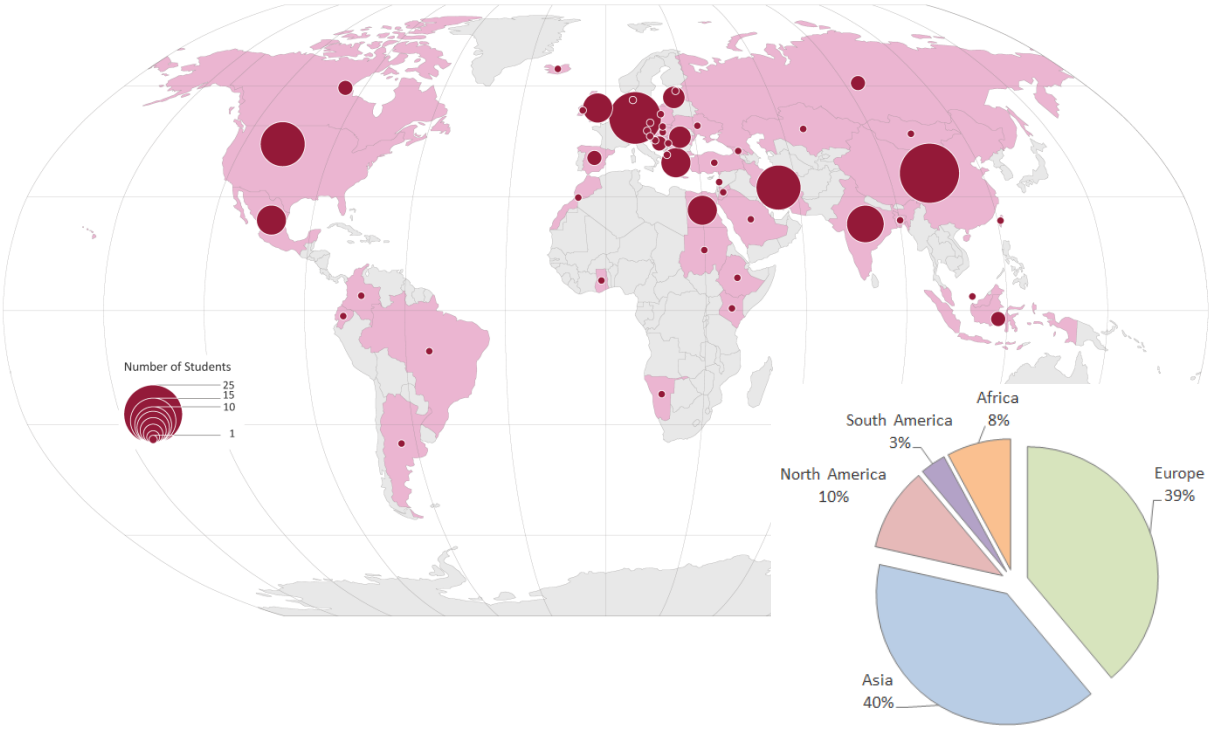

Abb. 3.3: Herkunft und Anzahl der Studierenden (WS 2011/12-WS 2017/18)

Der größte Anteil an Studierenden kommt aus Europa und Asien (je ca. 40%, vgl. Abbildung 3.3). 20% aller Studierenden sind chinesischer Herkunft, 15% sind deutsch. Bei der Zulassung wird darauf geachtet, dass pro Jahrgang nicht mehr als 3 Studierende aus einem Land kommen und der Anteil weiblicher Studierender mindestens 40% beträgt.
Mit 87% ist die Beteiligung der ausländischen Studierenden am Programm sehr hoch. Die häufigsten Gründe, dass knapp 48% der zugelassenen Studierenden (davon 98% internationale Studierende) ihren Studienplatz nicht annehmen sind finanzielle Probleme aufgrund fehlender Stipendien, Schwierigkeiten bei der Wohnraumsuche, abgelehnte Visaanträge, nicht bestandene Sprachtests oder der Entschluss ein anderes Masterprogramm zu beginnen.

Bis zum 31. März 2018 haben 78 Studierende ihr Studium bereits erfolgreich abgeschlossen (vgl. Abb. 3.4). Ein Studierender des Jahrganges 2015 wird das Studium bis zum Ende des Sommersemestes 2018 abschließen. Bislang haben nur fünf Studierende ihr Studium abgebrochen, alle aus persönlichen Gründen.
Mit 60% ist der Anteil der weiblichen Absolventen in diesem Natur- und Ingenieurwissenschaftlichem Studium sehr hoch.

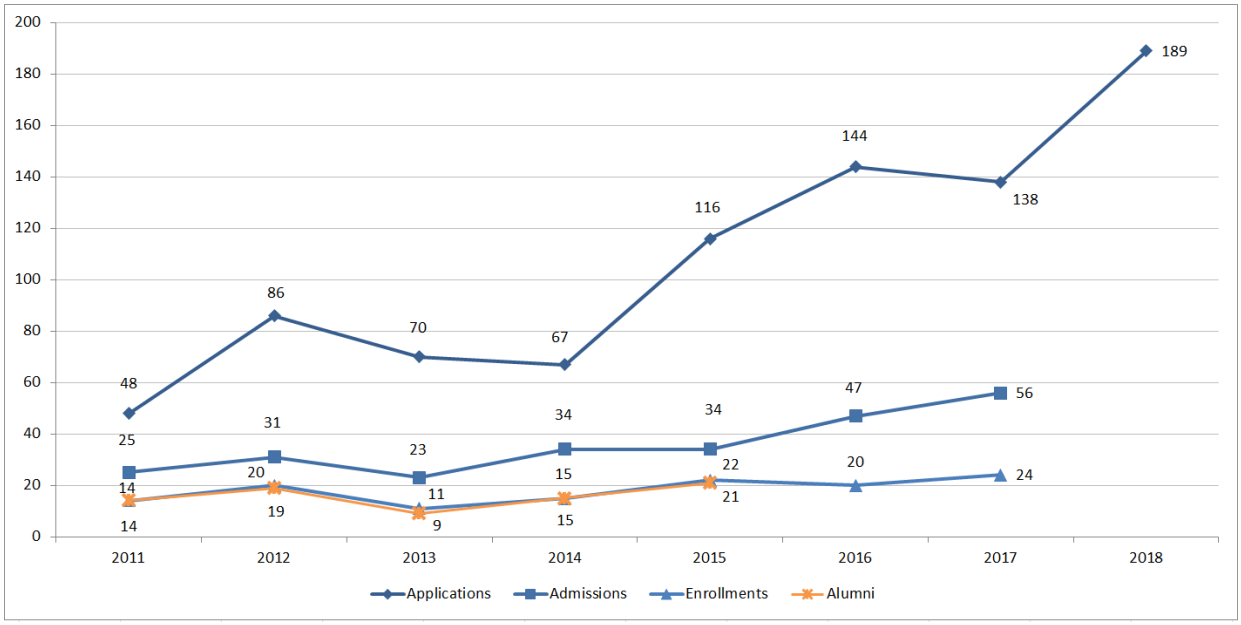

Abb. 3.4: Anzahl Bewerbungen, Zulassungen, Einschreibungen und Absolventen seit Programmstart

Die Bewerbungen und die Anzahl Studierender variiert von Jahr zu Jahr. Die Anzahl Bewerber und Studierender konnte im Laufe der Jahre kontinuierlich erhöht werden.
Die Anzahl geeigneter Bewerber und damit auch die Anzahl qualifizierter Studierender soll weiter erhöht werden. Die Förderung der EU im Rahmen des Programmes Erasmus+ Erasmus Mundus Joint Master Degree, hat bereits einen entscheidenden Beitrag dazu geleistet. Die Erfahrungen in den letzten drei Jahren zeigen, dass sich sowohl die Bewerberzahlen als auch die Qualität der Bewerber und Studienanfänger signifikant verbessert hat. Mit Hilfe der Finanzierung der EU steht Geld bereit, um weitere Marketingmaßnahmen ergreifen zu können. Im Zuge dessen wurde eine neue Webseite gestaltet. DAAD und EU bewerben den Studiengang ebenfalls. Desweiteren wurde das bereits bestehende Alumni-Netzwerk ausgebaut und Ab-

solventen konnten als Botschafter für den Studiengang zur Werbung in ihrem Heimatland und als Ansprechpartner an ihrer ersten Universität gewonnen werden.

3.2 Vorkenntnisse der Studienbewerber

Die Qualifikation der Bewerber für den Studiengang *Cartography* wird mit Hilfe des Eignungsfeststellungsverfahrens bewertet. Alle Bewerber werden anhand der eingereichten Unterlagen beurteilt. Die detaillierten Bewertungskriterien können der Satzung zum Eignungsfeststellungsverfahren entnommen werden:
URL: https://portal.mytum.de/kompass/rechtsicherheitswesen/sort_alle/fachpruef_studiengang

Neben dem Inhalt des Erststudiums (natur- oder ingenieurwissenschaftliches Fach) anhand des 'Transcript of Records', werden die Kenntnisse des Bewerbers in den Bereichen Kartographie und Geoinformation, Mathematik, Physik, Vermessungstechnik, Geo-, Natur- und Umweltwissenschaften sowie Programmierung und Datenbanken geprüft. Die Abschlussnote des Erststudiums fließt ebenfalls in die Beurteilung ein.
Von Studierenden, deren Muttersprache bzw. Ausbildungssprache nicht Englisch ist, ist der Nachweis durch einen anerkannten Sprachtest wie TOEFL (TOEFL iBT mit Mindestpunktzahl von 88), IELTS (Mindestpunktzahl von 6.5) oder Cambridge Main Suite (Zertifikat A, B, oder C) zu erbringen. Ein Motivationsschreiben und zwei Empfehlungsschreiben von Professoren müssen zusammen mit den Bewerbungsunterlagen eingereicht werden. Die Eignungsfeststellung wird von einer Eignungsfeststellungskommission ('Selection Board') durchgeführt (vgl. Kapitel 7).
Mit ausgewählten Bewerbern wird zudem ein Interview (per Telefon oder Skype) durchgeführt, um sicherzustellen, dass die Motivation und auch die Englischkenntnisse für einen erfolgreichen Abschuss des Studienganges ausreichend sind.
Alle Kriterien des Eignungsfeststellungsverfahrens stellen sicher, dass nur qualifizierte Kandidaten zugelassen werden. Dies spiegelt sich auch in der sehr niedrigen Quote an Studienabbrechern wieder. Über 95% der Studierenden, die das Studium begonnen haben, haben es bereits erfolgreich abgeschlossen bzw. werden es demnächst erfolgreich beenden.

3.3 Zielzahlen

Maximal 25 Studierende können pro Jahrgang in den Studiengang *Cartography* aufgenommen werden. Gründe hierfür sind zum einen das zur Verfügung stehende Raumangebot (Hörsäle, Computerräume, Seminarräume mit maximal 25 Plätzen) sowie zum anderen das zur Verfügung stehende Lehrpersonal.

Eine schnelle Bearbeitung von Bewerbungen sowie eine zeitnahe Kommunikation, Organisation und Studierendenbetreuung ist in einem internationalen Studiengang, der im globalen Wettbewerb um die besten Studierenden steht, unerlässlich. Die Erfahrung der letzten Jahre

hat gezeigt, dass sich die meisten Studierenden letztendlich für den Studiengang entscheiden, bei welchem sie zuerst eine Zulassung bekommen. Je eher die Studierenden die Zusage eines Studienplatzes erhalten, desto eher können sie sich um Finanzierung, Visa, Unterkunft etc. kümmern. Aus diesen Gründen strebt man im Studiengang *Cartography* einen schnellen und reibungslosen Ablauf des Eignungsfeststellungsverfahrens sowie des Zulassungsverfahrens an.
Der Bewerbungsschluss für internationale Studierende, die sich für ein Erasmus Mundus Stipendium bewerben, ist der 15.03. eines jeden Jahres. Anschließend wird eine Liste mit den ausgewählten Stipendiaten bis spätestens 15.04. an die EU versendet. Sobald der Studiengangskoordinator eine Rückmeldung von der EU erhalten hat (spätestens zum 31.04.) werden die Studierenden über den Stand ihrer Bewerbung und Zulassung bzw. Ablehnung informiert. Der Bewerbungszeitraum für alle anderen Studierenden, die sich nicht für ein Stipendium bewerben, endet am 31.05. Alle Studierenden wird damit genug Zeit gegeben, um sich bis zu Semesterbeginn am 1. Oktober um Visa, Finanzierung, Unterkunft etc. zu kümmern.
Nach der Auswahl der Studierenden ist es häufig schwierig abzuschätzen, wie viele der zugelassenen Bewerber auch tatsächlich das Studium beginnen werden. Viele Bewerber können sich ein Studium in Europa ohne Stipendium nicht leisten. Die Erfahrungen aus den letzten Jahren zeigen, dass ca. 50% der zugelassenen Bewerber das Studium auch beginnen.

Mittelfristig ist das Ziel des Studienganges, das Maximum der zur Verfügung stehenden Studienplätze zu vergeben. Jährlich sollen 25 Studierende mit dem Studium beginnen. Dies entspricht den zur Verfügung stehenden Ressourcen.

Ein Anstieg der Bewerberzahlen ist vor allem zum Wintersemester 2015/2016 2015 zu verzeichnen. Hauptgrund dafür ist die Erasmus+ Förderung und die damit verbundene direkte Vergabe von Stipendie. Das ‘Label‘ Erasmus Mundus Studiengang hat international ein hohes Gewicht und hat dazu beitragen, dass mehr Bewerbungen sowie mehr hochqualifizierte Studierende für den Studiengang gewonnen werden konnten. Da pro Jahr ca. 12 bis 13 Stipendien vergeben werden können, ist mit der Zusage dieser Studierenden und der Annahme des Studienplatzes fest zu rechnen. Für die verbleibenden 12 bis 13 Studierenden gibt es zahlreiche Möglichkeiten weitere Stipendien und Finanzierungsmöglichkeiten zu bekommen (z.B. über DAAD oder Förderung des Heimatlandes).

4 Bedarfsanalyse

Der Abschluss ‘Master of Science (M.Sc.) in Cartography‘ eröffnet den Studierenden hervorragende Berufsmöglichkeiten auf nationaler und internationaler Ebene, sowohl auf dem privaten Arbeitsmarkt als auch in der Verwaltung oder der Forschung. Das Hauptarbeitsgebiet erstreckt sich im Bereich der Visualisierung von Geodaten in einer verständlichen und nutzerfreundlichen, leicht interpretierbarer Form. Absolventen können beispielsweise in der öffentlichen Verwaltung arbeiten, für Karten- und Atlasverlage tätig sein oder für Unternehmen, die sich mit GIS, Location-based Services oder Navigationssystemen befassen. Kartographen werden in der Planung (Stadtplanung, Regionalplanung), der Medienbranche, in der Geologie,

Ökologie oder Hydrologie sowie in den Branchen Vermessung, Fernerkundung, Geoinformatik, Computergraphik, Geomarketing, Umweltüberwachung, Landschaftsarchitektur, Land- und Forstwirtschaftsmanagement, Tourismus und Telekommunikation gebraucht. Vor allem die Bereiche Planung, Ökologie, Computergrafik, Geomarketing und Telekommunikation sind potentielle Betätigungsfelder, deren Bedeutung zukünftig weiter wachsen werden. Außerdem gibt es eine große Menge an global verfügbaren Geodaten, die im Zusammenhang mit Umweltschutz und humanitären Einsätzen visualisiert und einer breiten Öffentlichkeit verfügbar gemacht werden müssen. Ebenso gibt es einen wachsenden internationalen Markt im Bereich der satellitengestützten Ortung, Navigation und Location-based Services, was zeigt, dass Absolventen des Studienganges *Cartography* hervorragende Berufsaussichten haben.
Der Abschluss qualifiziert die Absolventen zudem für eine Tätigkeit in der Wissenschaft. Durch die Kooperation von vier Universitäten wird den Studierenden bereits der Zugang zu einem internationalen Forschungsnetzwerk eröffnet und somit ein optimaler Start in eine wissenschaftliche Karriere ermöglicht.

Die Absolventen des Studienganges haben insgesamt eine wissenschaftlich fundierte Ausbildung für die selbständige und verantwortungsvolle Bewältigung von interdisziplinären Aufgaben aus dem gesamten Bereich der Kartographie. Das *Cartography* Studium berücksichtigt alle theoretischen aber auch die praktischen Gesichtspunkte. Absolventen des Masterstudienganges *Cartography* werden damit der Vielfalt an Anforderungen gerecht, die heute an einen Kartographen gestellt werden. Die Abbildung 4.1 zeigt, dass sich das Qualifikationsprofil des Studienganges *Cartography* hervorragend mit den Erwartungen potentieller Arbeitgeber in der Geobranche deckt. Eine positive Entwicklung des nationalen und internationalen Arbeitsmarktes ist zu beobachten. Analysiert wurden 110 Stellenanzeigen des internationalen Arbeitsmarktes im Zeitraum vom 19. Januar bis 20. Februar 2015. In der Infografik dargestellt sind die Häufigkeiten der genannten Begriffe. Fachspezifisch werden insbesondere GIS- und Datenbank-Kenntnisse, Fähigkeiten in der Visualisierung, Darstellung und Modellierung von Daten sowie Kenntnisse in zahlreichen Softwareprogrammen und Programmiersprachen erwartet. Im Bereich Soft Skills waren Kommunikations- und Teamfähigkeit sowie Eigeninitiative die häufigsten Nennungen.

Abb. 4.1: Fachspezifische Fähigkeiten und Soft Skills, die von Arbeitgebern in der Geobranche erwartet werden.

Absolventen des internationalen Studienganges sind mit ihrem Qualifikationsprofil sehr gefragt, sowohl in der Privatwirtschaft, als auch in der Verwaltung und im universitären Umfeld. Die Absolventenstatistik zeigt, wo alle Studierenden der ersten vier Jahrgänge eine Beschäftigung gefunden haben (vgl. Abbildung 4.2).

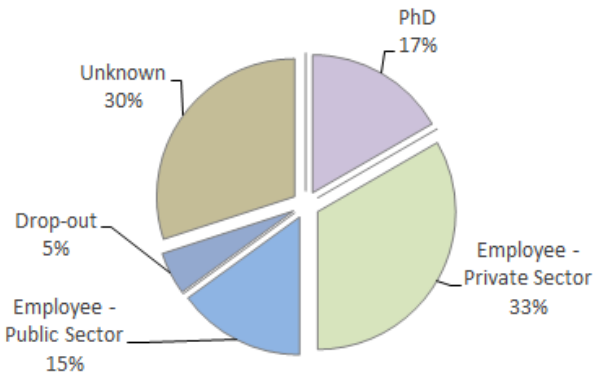

Abb. 4.2: Absolventenstatistik der Jahrgänge 2011-2014

Der Großteil aller Absolventen hat eine Anstellung in der Privatwirtschaft bekommen. Die meisten davon in Deutschland. Diejenigen Studierenden, die in der Verwaltung arbeiten (ca 15%), tun dies zu 90% in ihrem Heimatland. 17% der Absolventen hat sich für eine wissenschaftliche Karriere entschieden. Drei Doktorate werden an der TUM absolviert, zwei an der TUW, zwei an der Universität Twente. Zwei weitere Absolventen doktorieren an der Universität Zürich und einer an der Universität Würzburg. Alle Absolventen sind in den Bereichen Kartographie und Geoinformation tätig. Bei 30% der Absolventen ist der momentane Arbeitgeber nicht bekannt. Eine Absolventenumfrage wird derzeit durchgeführt und die Alumni-Statistik im Zuge dessen zeitnah aktualisiert.

5 Wettbewerbsanalyse

5.1 Externe Wettbewerbsanalyse

Cartography ist ein nicht konsekutiver, internationaler Masterstudiengang. Es gibt keinen vergleichbaren Studiengang, weder in Deutschland, noch in Europa, noch weltweit. Als englischsprachiger Studiengang mit dem Schwerpunkt in der Kartographie besitzt der Masterstudiengang ein wesentliches Alleinstellungsmerkmal. Durch die Kooperation von vier renommierten Universitäten im Bereich Kartographie wird auf die langjährige Erfahrung in Lehre und Forschung zurückgegriffen und den Studierenden ein einzigartiges Curriculum geboten. Jede der vier Universitäten hat sich in einem Bereich der Kartographie spezialisiert und bringt diese Expertise in den Studiengang ein. Eine Universität allein könnte den gesamten Bereich der Kartographie nicht in diesem Maße abdecken. Dies ist sicher auch der Grund dafür, warum Kartographie bisher an den meisten Universitäten generell nur als Nebenfach in Studiengängen der Geographie, Geodäsie, Geoinformation oder Geoinformatik angeboten wird.
Studiengänge in Geodäsie, Geoinformation oder Geoinformatik sind vor allem technisch, mathematisch orientiert. Der Masterstudiengang *Cartography* richtet sich nicht nur an eine andere Zielgruppe von Studierenden, sondern ist im Vergleich auch weniger technisch mathematisch. Aspekte wie Graphik, Kartengestaltung, Farbgestaltung, Ästhetik, Kognitive Prozesse, Webdesign und Webtechnologien sowie Usability stehen im Vordergrund.

Die Universität Münster ist die einzige Universität in Deutschland, die einen englischsprachigen Masterstudiengang ‘Geospatial Technologies‘ anbietet. Dabei gibt es im Fach Kartographie lediglich eine Lehrveranstaltung ‘Digital Cartography‘ mit 5 ECTS-Punkten.

Kartographie als eigenständigen Studiengang gab es bisher nur an der TUD. Im Zuge des Bologna-Prozesses wurde zum Wintersemester 2008 das bisherige Diplomstudium ‘Kartographie‘ auf ein Bachelor Studium in ‘Kartographie und Geomedientechnik‘ umgeformt. Dieser Bachelorstudiengang läuft zum Wintersemester 2014/2015 aus und wird eingestellt. Seit dem Wintersemester 2011 wird der Masterstudiengang ‘Geoinformations-Technologie‘ angeboten.

Neben den Universitäten bieten Hochschulen und Fachhochschulen das Studium der Kartographie an. In Deutschland gibt es vier Standorte: TFH Berlin, HTW Dresden, HS Karlsruhe, HS München. Dabei handelt es sich jeweils um Bachelorstudiengänge mit Kartographie als Schwerpunkt. Masterstudiengänge werden auch hier nur mit einem Schwerpunkt im Fach Geoinformatik angeboten.
Das heißt, dass keine andere deutsche Universität oder Hochschule einen Kartographie-Masterstudiengang anbietet, weder in deutscher noch in englischer Sprache.
Auch in Österreich (TUW, Universität Salzburg) und der Schweiz (ETH Zürich) wird Kartographie nur als Nebenfach innerhalb eines Studiums der Geodäsie, der Geoinformatik oder der Geographie gelehrt. Die Universität Salzburg ist dabei die einzige, an der ein englischsprachiger Masterstudiengang im Rahmen eines Fernstudiengangs UNIGIS angeboten wird. Schwerpunkt ist dabei die Geoinformatik.

Innerhalb Europas gibt es zahlreiche englischsprachige Studiengänge mit einem Schwerpunkt in der Geoinformatik oder Geoinformation. Diese werden an Universitäten in Großbritannien, den Niederlanden, Finnland, Dänemark sowie Schweden angeboten. Einen englischsprachigen Studiengang mit Schwerpunkt in der Kartographie gibt es allerdings nicht.

Weltweit betrachtet gibt es vor allem in Nordamerika zahlreiche englischsprachige Studiengänge mit einem Schwerpunkt in der Geoinformatik. Die Kartographie ist aber auch hier nur als Nebenfach vertreten. Die weltweit bekanntesten kartographischen Schulen außerhalb des deutschsprachigen Raumes sind die Universität in Moskau, Russland (MIGAIG) und die Universität in Wuhan, China. Die Studiengänge an diesen Universitäten werden jedoch nicht in Englisch sondern in der jeweiligen Landessprache angeboten. Somit ist *Cartography* der einzige englische Kartographie-Masterstudiengang weltweit.

5.2 Interne Wettbewerbsanalyse

An der Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt der Technischen Universität München wird im Rahmen des Studiengangs ‘Geodäsie und Geoinformation (GuG)‘ das Fach Kartographie gelehrt. Dabei sind der GuG-Bachelorstudiengang und der GuG-Masterstudiengang voneinander zu unterscheiden.

Das Bachelorstudiengang GuG beinhaltet insgesamt 12 ECTS-Punkte aus dem Fach Kartographie. Dabei werden lediglich die Grundlagen der Kartographie vermittelt.
Als Pflichtfach im Masterstudiengang GuG gibt es nur ein Sockelfach aus dem Bereich der Kartographie mit insgesamt 3 ECTS-Punkten (halbes Modul von Spatial Databases and Visualization). Innerhalb einer Vertiefung in 'Photogrammetrie, Fernerkundung und Kartographie' müssen in der Kartographie vier Pflicht-Lehrveranstaltungen zu insgesamt 12 ECTS-Punkten besucht werden. Im Rahmen der Wahlfächer können drei weitere Fächer aus der Kartographie zu insgesamt 12 ECTS-Punkten besucht werden. Dies ergibt eine Summe von 24 ECTS-Punkten, die maximal im Masterstudiengang GuG im Fach der Kartographie belegt werden können. Das heißt die Kartographie wird nur zu einem kleinen Teil im GuG Bachelor/Master berücksichtigt. Die Fächer im Bachelorstudiengang werden nur in deutscher Sprache angeboten.

Der Studiengang *Cartography* als internationaler Masterstudiengang hat wie bereits erwähnt grundsätzlich eine andere Zielgruppe als der Studiengang in Geodäsie und Geoinformation. Er zielt auf hoch qualifizierte internationale Studierende ab. Es gibt keine Konkurrenz, was auch dadurch belegt werden kann, dass sich bisher nur ein Absolvent des TUM Bachelorstudienganges für das Masterstudium in *Cartography* beworben hat. Dieser Bewerber konnte allerdings das EV nicht erfolgreich abschließen, da vor allem die Kenntnisse in Kartographie und Geoinformation sowie Programmierung nicht ausreichend waren
Im Gegensatz dazu gibt es jedes Jahr mehrere Bewerber, die sich gleichzeitig für die Zulassung zu einem der englischsprachigen Masterstudiengänge an der TUM bzw. der Fakultät bewerben. Im Kontext Geowissenschaften sind dies vor allem die Studiengänge 'Transportation Systems', 'Land Management and Land Tenure' sowie 'ESPACE', da sich auch diese Studiengänge an internationale Studierende mit ingenieurwissenschaftlichen Hintergründen richten. Studierende bewerben sich jedoch oft für mehrere Programme, um ihre Chancen auf Zulassung zum Studium zu erhöhen und ein Studium an der TUM für ausländische Studierende sehr attraktiv ist. Inhaltlich gibt es jedoch keinen Wettbewerb. Diese Studiengänge sind in anderen Bereichen spezialisiert, haben damit einen unterschiedlichen Fokus und verfolgen andere Studienprogrammziele. Bis heute gibt es keine Überschneidungen von *Cartography* und diesen Studiengängen.

An der TUW, TUD und UT konkurriert der Studiengang *Cartography* ebenfalls nicht mit bestehenden Studiengängen, da auch diese nur in deutscher bzw. holländischer Sprache angeboten werden bzw. eine andere Spezialisierung haben.

6 Aufbau des Studiengangs

Der Masterstudiengang *Cartography* ist ein Kooperationsstudiengang der TUM, TUW, TUD und der UT. Das Studienprogramm erstreckt sich über vier Fachsemester. Als internationaler Studiengang wird er ausschließlich auf Englisch unterrichtet. Das Studium kann nur im Wintersemester begonnen werden.

Das Lehrprogramm ist in Module gegliedert, welche ein oder mehrere Lehrveranstaltungen beinhalten. Die Lehrveranstaltungen werden in Form von Vorlesungen, Übungen, Seminaren, Geländepraktika und Projektarbeiten abgehalten. Das Studium beinhaltet Pflichtmodule und Wahlmodule (vgl. Tabelle 6.1). Im Anschluss an das jeweilige Fachsemester werden die gelehrten Module studienbegleitend geprüft.

Semester	Module						Credits
1.	Cartographic Foundations Klausur 5 CP	Geo-Information Klausur 6 CP	Geo-visualization and Geo-statistics Klausur 5 CP	Introduction to Photogrammetry, Remote Sensing and Image Processing Klausur 6 CP	Mapping Project Projektarbeit/-bericht 5 CP	English – Scientific Presentation and Writing C2 Mündliche Prüfung 3 CP	30
2.	Cartographic Theories and Applications Klausur 9 CP	Cartographic Publishing Klausur 5 CP	LBS and Multimedia Cartography Klausur (30%) und Projektarbeit/-bericht (70%) 10 CP		Applied Cartographic Research and Development Projektarbeit/-bericht 6 CP		30
3.	Mobile Cartography Klausur (50%) und Projektarbeit/-bericht (50%) 10 CP		Subject-specific GIS Applications and Case Studies Mündliche Prüfung (50%) und Projektarbeit/-bericht (50%) 10 CP		Geodata Infrastructures Klausur 5 CP	Principles of Databases Klausur 5 CP	30
4.	Masterarbeit inkl. Kolloquium 30 CP						30

Legende: dunkelblau = Abschlussarbeit
hellblau = Wahlmodulbereich
grau = Pflichtmodulbereich

Tabelle 6.1: Exemplarische Darstellung des Studienplans für den Masterstudiengang *Cartography*

Inhaltlich gliedert sich das *Cartography* Studium in Basismodule („Fundamental Modules“, 1. und 2. Semester), Aufbaumodule („Advanced Modules“, 1., 2. und 3. Semester), Querschnittsmodule („Interdisciplinary Modules“, 1., 2. und 3. Semester) sowie Vertiefungsmodule („Spezialization“, 1., und 3. Semester). Die Abbildung 6.1 stellt detailliert die Zuordnung der einzelnen Module in die vier Modulkategorien dar.

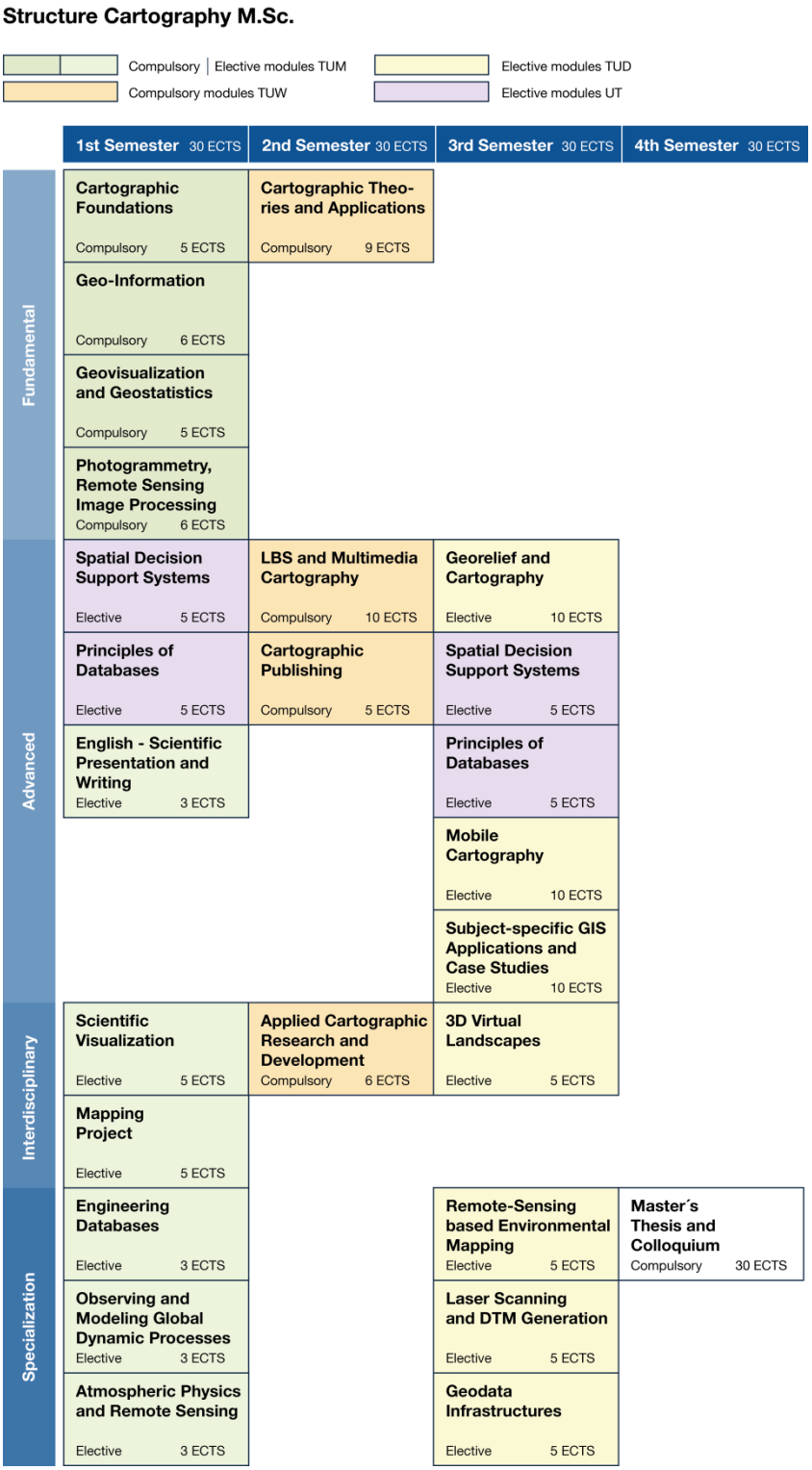

Abb. 6.1: Modulstruktur im Studiengang *Cartography*

Inhaltliche Schwerpunkte des internationalen englischsprachigen Masterstudienganges sind die Erfassung, Verarbeitung, Analyse und Visualisierung von Geodaten. Diese werden in den Basis- und Aufbaumodulen vermittelt. Die Spezialisierungsrichtungen der Kartographie werden in Querschnitts- (interdisziplinäre Spezialisierungen) und Vertiefungsmodulen abgedeckt.

Basismodule

In den Basismodulen werden die theoretischen Grundlagen der Kartographie vermittelt. Auf die vermittelten Kenntnisse wird im Verlauf des Studiums in den folgenden Semestern in Aufbau-, Vertiefungs- oder Querschnittsfächern zurückgegriffen bzw. aufgebaut. Das in den Basismodulen erworbene Wissen bildet die Grundlage des *Cartography* Studiums. Daher sind alle Basismodule von den Studierenden als Pflichtmodule zu belegen. Zudem dienen die Basismodule der Harmonisierung des Vorwissens der Studierenden.

Inhaltlich beschäftigen sich die Basismodule konkret mit den verschiedenen Erfassungsmethoden von räumlichen Daten (‘Cartographic Foundations‘ und ‘Introduction to Photogrammetry, Remote Sensing and Image Processing‘), wobei auch der Aufbau der Erde betrachtet wird. Die mathematischen Grundlagen für die Datenerfassung inklusive Kartenprojektionen werden ebenso diskutiert wie die gestalterischen Grundlagen (Farblehre, Aufbau des Zeichensystems, Kartenbeschriftung) der Kartographie. Es wird geklärt, was Geoinformationen überhaupt sind und wie sich diese Daten verarbeiten und analysieren lassen (‘Geo-Information‘), damit sie dem Kartennutzer anschaulich, verständlich und verwendbar präsentiert werden können (‘Geovisualization and Geostatistics‘). Zusätzlich werden in diesen Modulen die für die Kartographie benötigten technischen Grundlagen (Software- und Programmierkenntnisse) gelegt. Im Rahmen des Modules ‘Cartographic Theories and Applications‘ wird die Aufgabe der Kartographie als Wissenschaft betrachtet und der kartographische Kommunikationsprozess beleuchtet.

Aufbaumodule

In den Aufbaumodulen wird auf das erworbene Wissen der Basismodule zurückgegriffen und dieses (praktisch) angewendet. Basis- und Aufbaumodule bilden zusammen die notwendige Wissensgrundlage für einen Studienabschluss in Kartographie. Alle Pflichtmodule des Studiums sind als Basis- oder Aufbaumodule definiert. Die Aufbaumodule beschäftigen sich intensiv sowohl mit der Visualisierung von Geodaten im Bereich der digitalen und Internet-Kartographie (‘LBS and Multimedia Cartography‘, ‘Mobile Cartography‘, ‘Cartographic Publishing‘), als auch mit den ergonomischen Aspekten, die für die Datenvisualisierung entscheidend sind. Die Software- und Programmierkenntnisse können im Modul ‘Subject-specific GIS Applications and Case Studies‘ angewendet und weiter ausgebaut werden. Im Modul ‘Georelief and Cartography‘ werden die bis dahin erworbenen Kartographie-Kenntnisse in der Realität im Rahmen einer mehrtägigen Exkursion angewendet und speziell für den alpinen Bereich (Geländedarstellung, Naturgefahrenvisualisierung etc.) betrachtet.

Besonderheiten in den Aufbaumodulen sind die online-Module der Universität Twente sowie das fachfremde Modul ‘English – Scientific Presentation and Writing C2‘.Englisch wird für diese Studierenden angeboten, die ihre Englischkenntnisse weiter verbessern möchten.

Die beiden online-Module der Universität Twente können einzeln oder zusammen jeweils im Wintersemester belegt werden. Für die Studierenden, die als Voraussetzung für das *Cartography*-Studium einen eher technischen Hintergrund mitbringen bietet sich durch diese beiden Aufbaumodule die Möglichkeit, ihre technische Vorbildung im Bereich der Kartographie anzuwenden und zu vertiefen. Studierende ohne technischen Hintergrund, die aber technisch interessiert sind, legen durch die Wahl dieser Module eine erste Grundlage für die Wahl der späteren Vertiefung bzw. Spezialisierung.

Querschnittsmodule

Querschnittsmodule sind so konzipiert, dass das erlangte Wissen der Basis- und Aufbaumodule in verschiedenen Disziplinen angewandt und implementiert werden. Die Studierenden erlangen dabei fachübergreifend (‘Scientific Visualization‘) und interdisziplinär (‘3D Virtual landscapes ‘) vertiefte Kenntnisse im Zusammenhang mit kartographischen Fragestellungen. Zudem erlangen sie in den Querschnittsmodulen Kenntnisse in Selbstorganisation, wissenschaftlichem Arbeiten, Moderation, Teamarbeit und Projektmanagement (‘Mapping Project‘, ‘Applied Cartographic Research and Development‘). Das ‘Mapping Project‘ beschäftigt sich dabei eher mit der praktischen Umsetzung eines Projektes im Bereich der Kartographie, das Modul ‘Applied Cartographic Research and Development‘ eher mit dem wissenschaftlichen Projektmanagement. Das ‘Mapping Project‘ bietet den Studierenden zudem die Möglichkeit ihr aus vorangegangenen Studien mitgebrachtes Wissen untereinander auszutauschen und voneinander zu lernen, da sie in kleinen Gruppen an einen Thema arbeiten und sich jede Gruppe mit einem Teilprojekt beschäftigt.

Vertiefungsmodule

Studierende haben die Möglichkeit, ihr in den Basis- und Aufbaumodulen erworbenes Wissen in den Vertiefungsmodulen zu verbreitern. Die Studierenden haben in den Vertiefungsmodulen die Möglichkeit, sich für eine oder mehrere Spezialisierungsrichtungen der Kartographie zu entscheiden. Bereits im ersten Semester wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, verschiedene Spezialisierungsrichtungen der Kartographie kennenzulernen. Im Rahmen von Wahlmodulen soll das Interesse der Studierenden für ein oder mehrere Spezialisierungsrichtungen der Kartographie geweckt werden. In den späteren Semestern haben Studierende die Möglichkeit, ihr Interesse an den Spezialisierungen weiter zu vertiefen.

Der Inhalt der Vertiefungsmodule unterscheidet sich zwischen den einzelnen Semestern bzw. Standorten. Jede Universität bringt in diese Module ihre eigene Expertise bzw. ihren eigenen Forschungsschwerpunkt ein.
Das vierte und letzte Semester dient der Anfertigung der Masterarbeit. Während der Masterarbeit haben die Studierenden die Möglichkeit, sich in einem Bereich der Kartographie weiter zu vertiefen bzw. zu spezialisieren. Sie zeigen, dass sie in der Lage sind selbständig eine wissenschaftliche Arbeit zu verfassen. Die Masterarbeit muss in einem öffentlichen Kolloquium verteidigt werden.

Allgemeinbildende Inhalte sind in den ersten beiden Semestern vor allem in den Pflichtmodulen ‘Cartographic Foundations‘, ‘Applied Cartographic Research and Development‘ Geo-Information‘,‘Cartographic Theories and Applications‘ sowie ‘Applied Cartographic Research and Development‘ integriert. Sie werden in Form von Fallstudien über Kartenethik und Kartenrhetorik für die Gesellschaft, Seminararbeiten zu Themen wie Geo-Datenschutz, Mensch und Umwelt, wissenschaftliche Evaluationen, interdisziplinäres Projektmanagement usw. im Umfang von 3 ECTS praxisnah und zeitgemäß vermittelt.

Fachspezifische Schlüsselqualifikationen wie kartographische Kommunikationsfähigkeit, kundenspezifische Abbildungen der Erdoberfläche, medienbewusste und nutzerfreundliche Kartengestaltung, Integration der großen Geodatenbestände sowie visuell analytische Denkweise

werden im Umfang von 3 ECTS in mehreren Pflicht- und Wahlmodulen während des gesamten Studiums verteilt vermittelt.

Alle Lehrveranstaltungen des Studienganges sind so konzipiert und organisiert, dass es keine inhaltlichen (über mehrere Semester) und zeitlichen Überlappungen (innerhalb eines Semesters) gibt. Die Studierenden können problemlos an allen Pflicht- und Wahlveranstaltungen teilnehmen. Alle Hörsäle, Seminar- und Computerräume an jeder Universität sind nur wenige Gehminuten voneinander entfernt. Detaillierte Semesterpläne sind im Anhang 10.1 zu finden. Es ist genug Zeit für die Vorbereitung und Nachbereitung einer Veranstaltung zwischen den einzelnen Veranstaltungen eingeplant. Abhängig von der gewählten Vertiefungs- und Querschnittsmodulen im dritten Semester, gibt es einige Tage, an denen keine Lehrveranstaltungen stattfinden. Diese Tage stehen für andere Aktivitäten oder Nebenjobs zur Verfügung.

Die vorgestellte Struktur wird seit dem Wintersemester 2015/2016 umgesetzt. Langfristig hat sich der Studiengang jedoch zum Ziel gesetzt, den Studiengang allgemein offener und flexibler zu gestalten. Diese Umstellung soll schrittweise im Rahmen der Erasmus+ Förderung erfolgen. Als erster Schritt ist geplant, auch im Semester, welches an der TUW stattfindet, mehrere Wahlmodule anzubieten. Gespräche mit Dozenten geeigneter Module wurden bereits durchgeführt. Diese neuen Module sollen als Schwerpunkt User Interface Design und allgemeine graphische Gestaltung haben.
Da das Semester in Wien bereits am 30. Juni endet und die Studierenden bis zu Beginn des nächsten Semesters mehr als 3 Monate Ferien haben, nehmen die meisten Studierenden in dieser Zeit die Möglichkeit wahr, ein Praktikum zu absolvieren. Diese Praktika finden größtenteils bei einem der externen Partner des Studienganges statt (vgl. Kapitel 7). Es ist geplant das Praktikum als Wahlmodul offiziell in das Curriculum aufzunehmen und ECTS-Punkte dafür zu vergeben.

Grundsätzlich gibt es keine Übertritts-Voraussetzungen für die Studierenden von einer Universität zur anderen. Bedingung für Stipendiaten des Erasmus+ Programmes ist die Einhaltung von mindestens zwei Mobilitätsphasen. Um diese Bedingung zu erfüllen, müssen Stipendiaten, deren Heimatland Deutschland oder Österreich ist, ihre Masterarbeit an der Universität Twente anfertigen.
Damit das Studium innerhalb von zwei Jahren abgeschlossen werden kann, sieht der Studienplan folgenden Ablauf vor (Abbildung 6.2): Das viersemestrige Studium beginnt jeweils im Wintersemester an der TUM. Das zweite Semester absolvieren die Studierenden an der TUW und das dritte an der TUD. An welcher der vier Universitäten die Studierenden dann im vierten Semester ihre Masterarbeit anfertigen, können sie frei wählen. Der Vorteil dieses Modelles ist, dass die Studierenden während des gesamten Studiums als Gruppe zusammenbleiben und gemeinsam nach jedem Semester zur nächsten Universität wechseln. Das Gemeinschaftsgefühl und die Kollegialität werden bei diesem Modell besonders gefördert. Eine Umfrage unter den Studierenden hat ergeben, dass auch die Studierenden dieses Modell bevorzugen.
Sollte eine Studierende oder ein Studierender jedoch im Anschluss an das Semester an der TUM nicht an die TUW wechseln können/wollen (z.B. aus finanziellen oder gesundheitlichen Gründen, fehlendes Visum), so erlaubt der Studienplan (mit Einverständnis des Prüfungsausschusses), dass die Studierende oder der Studierende im darauffolgenden Wintersemester

den Studienanteil an der TUD absolviert und danach erst für den Studienteil an die TUW übertreten braucht.
Sollte ein Studierender im Anschluss an das an der TUW absolvierte zweite Semester nicht an die TUD wechseln können/wollen, so kann der Studierende den Studienteil des Wintersemesters erst mit einem Jahr Verzögerung antreten.

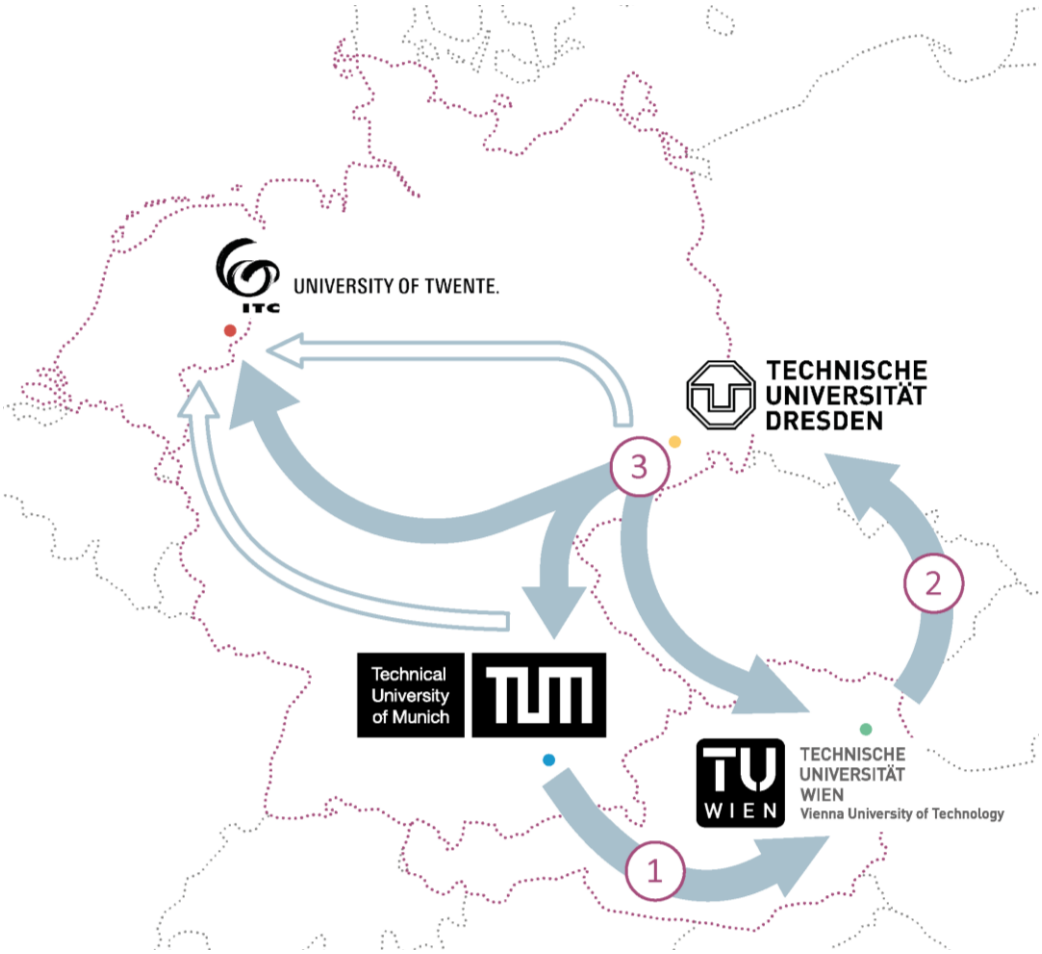

Abb. 6.2: Mobilitätsphasen des Studienganges Cartography

Zusätzlich zur angesprochenen physischen Mobilität fördert der Studiengang die virtuelle Mobilität der Studierenden. Die Integration zweier online-Module der UT ermöglicht den Studierenden an jedem Standort an welchem sie sich gerade befinden, ECTS-Punkte auch virtuell mit freier Zeiteinteilung zu erwerben.

Module mit weniger als 5 ECTS-Punkten

Im Curriculum des Studienganges *Cartography* gibt es insgesamt vier Module mit weniger als 5 ECTS-Punkten. All diese Module sind Vertiefungsmodule und als Wahlmodule konzipiert. Module mit weniger als 5 ECTS-Punkten gibt es nur an der TUM.

Die Vertiefungsmodule ‘Engineering Databases’ (3 ECTS), ‘Observing and Modelling Global Dynamic Processes’ (3 ECTS) sowie ‘Atmospheric Physics and Remote Sensing’ (3 ECTS) sind Module, die auch in anderen Studiengängen an der TUM innerhalb der Ingenieurfakultät

Bau Geo Umwelt angeboten werden. Diese Module wurden für den *Cartography* Master ausgewählt, um den Studierenden bereits im ersten Semester die Möglichkeit zu geben in diese Spezialisierungsbereiche der Kartographie „hineinzuschnuppern“. Es soll den Studierenden erleichtert werden, sich später für eine bestimmte Vertiefung -entweder im natur- oder im ingenieurwissenschaftlichen Bereich der Kartographie- zu entscheiden. Im Modul ‘Engineering Databases’ erlernen die Studierenden ein allgemeines Verständnis für Software-Engineering sowie Programmiersprachen zu verstehen und anzuwenden. Das Modul ist mit einem Umfang von 3 ECTS-Punkten ausreichend. Die Module ‘Observing and Modelling Global Dynamic Processes’ sowie ‘Atmospheric Physics and Remote Sensing’ haben einen vertieften naturwissenschaftlichen Hintergrund in der Datenerfassung und Visualisierung von Geodaten. Der Umfang der Module ist für die Vermittlung dieses Wissens angemessen.

Eine Ausnahme bildet das Modul ‘English – Scientific Presentation and Writing C2’. Dieses kann als Aufbaumodul im ersten Semester gewählt werden. Es handelt sich hierbei um das im Curriculum integrierte fachfremde Modul. Da Sprachkurse immer in verschiedenen Lernstufen angeboten werden (A1, A2, B1,…) wird auch der Inhalt in Lernstufen eingeteilt. Daher kann das Modul keinen größeren Umfang als 3 ECTS-Punkte haben.

7 Organisatorische Anbindung und Zuständigkeiten

Das Masterprogramm *Cartography* ist ein ‘joint programme‘ und wird zu gleichen Teilen von der Technischen Universität München (TUM), der Technischen Universität Wien (TUW) und der Technischen Universität Dresden (TUD) getragen. Seit dem Wintersemester 2015/2016 ist die Universität Twente (UT) der Niederlande ein weiterer Konsortialpartner.

Die Technische Universität München ist die koordinierende Universität des Studienganges, die anderen drei Universitäten werden als Partner im Konsortium (Partner-Universitäten) bezeichnet. Zudem ist *Cartography* organisatorisch in das Förderprogramm ‘Erasmus+ Erasmus Mundus Joint Master Degree‘ der Europäischen Union eingegliedert. Die Europäische Union überwacht die regelkonforme Durchführung des Studienganges nach EU-Recht.

An der TUM ist der Studiengang in die Ingenieurfakultät Bau Geo Umwelt eingegliedert, welche für den Studiengang verantwortlich ist. Der Lehrstuhl für Kartographie ist für die organisatorische und inhaltliche Durchführung des Programmes verantwortlich. Weiter ist das Fachgebiet Photogrammmetrie und Fernerkundung im Rahmen der Lehre beteiligt. Andere involvierte Institute und Lehrstühle sind im Anhang 10.2 aufgeführt. Letters of Intent für Lehrimporte anderer Fakultäten befinden sich im Anhang 10.6.

An der TUW ist die Fakultät Mathematik und Geoinformation für den Studiengang *Cartography* verantwortlich. Die Forschungsgruppe Kartographie ist eine von acht Forschungsgruppen im Department für Geodäsie und Geoinformation und führt die Lehre im Masterprogramm durch.

An der TUD ist *Cartography* in der Fakultät Umweltwissenschaften angesiedelt. Das Institut für Kartographie der Fachrichtung Geowissenschaften ist für den Lehranteil verantwortlich. Die Professur für Kartographie und der Professur für kartographische Kommunikation steuern hierzu den wesentlichen Anteil bei.

Seitens der UT ist die Fakultät für Geo-Information Science und Earth Observation für den Studiengang *Cartography* verantwortlich. Das 'International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC)' liefert die Lehrinhalte.

Neben den vier Universitäten sind auch zahlreiche externe Partner am Studiengang beteiligt. Es bestehen Kooperationen zu sogenannten 'Associated Partner' aus dem Forschungsbereich, der Verwaltung und der Industrie. Ziel dieser Kooperationen ist es, den Studierenden einen besseren Einstieg in die Berufswelt zu ermöglichen und ihnen diverse Berufschancen zu bieten. Die Partner bieten zum Beispiel Praktikumsplätze für die Studierenden an, halten Gastvorträge oder übernehmen die Co-Betreuung von Masterarbeiten. Andere stellen Software und Geodaten für Studentenprojekte und –arbeiten zur Verfügung oder laden die Studierenden zu einer Exkursion ein. Die nachfolgende Tabelle 7.1 gibt einen Überblick, in welcher Form sich die externen Partner am Studiengang beteiligen. Die 'Letter of Cooperation' der externen Partner befinden sich im Anhang 9.7.

Associated Partner	**Beschreibung**	**Praktikum**	**Gastvortrag**	**Exkursion**	**Co-Betreuung Masterarbeit**
ESRI*[1]	Weltweit größter Hersteller von GIS-Software	x		x	x
Fraunhofer IAIS	Fraunhofer Institute for Intelligent Analysis and Information Systems IAIS	x	x		x
LDBV	Landesamt für Digitalisierung, Breitband und Vermessung, zentraler Ansprechpartner für den gesamten Bereich der amtlichen Vermessung in Bayern	x	x	x	x
DLR	Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt	x	x	x	x
Garmin	Marktführer im Bereich von Navigationssystemen	x			
AIT	Österreichs größte außeruniversitäre Forschungseinrichtung, Spezialist für die zentralen Infrastrukturthemen der Zukunft	x	x		x
Augsburg University	Professur für angewandte Geoinformatik, Experten im Bereich Visual (Geo-)Data Mining		x		

*[1] ESRI stellt zudem Softwareprodukte lizenzkostenfrei zur Verfügung

Tab. 7.1: Beteiligung der externen Partner

Studierende im Masterstudiengang *Cartography* sind während der gesamten Studiendauer (4 Semester) an der koordinierenden Universität TUM immatrikuliert. Die Partner-Universitäten gewähren den Studierenden während des Semesters an den jeweiligen Universitäten eine Mehrfachimmatrikulation. Das bedeutet, für je ein Semester sind die Studierenden neben der TUM auch an der TUW, TUD oder UT eingeschrieben. Gleiches gilt für das Semester, in welchem die Masterarbeit angefertigt wird.

Das Studierendenmanagement sowie das Bewerbungs- und Zulassungsverfahren werden über die TUM abgewickelt. Ebenso übernimmt die TUM die Erstellung der Abschlussdokumente. Der Studiengangskoordinator (‘Programme Coordinator‘) übernimmt die Organisation und wird vom Immatrikulationsamt sowie dem Prüfungsamt der TUM unterstützt. Verantwortlich für die erfolgreiche Durchführung des gesamten Studienganges sind der Programmdirektor (‘Programme Director‘) und der Studiengangskoordinator. Beide gehören dem Lehrstuhl für Kartographie der TUM an. Unter Führung des Studiengangskoordinators unterstützt das Verwaltungszentrum (‘Administrative Centre‘) den Studiengang in allen administrativen Fragen, kümmert sich u.a. um die Organisation von Sitzungen der Organisationseinheiten sowie alle Finanzen, die die Erasmus+ Förderung der EU betreffen. Das ‘Administrative Centre‘ besteht aus dem Sekretariat des Lehrstuhls für Kartographie sowie den lokalen Koordinatoren der TUW, TUD und UT.
Die Abbildung 7.1 zeigt die Organisationsstruktur und die Gremien des Studienganges, welche nachführend detailliert erläutert werden.

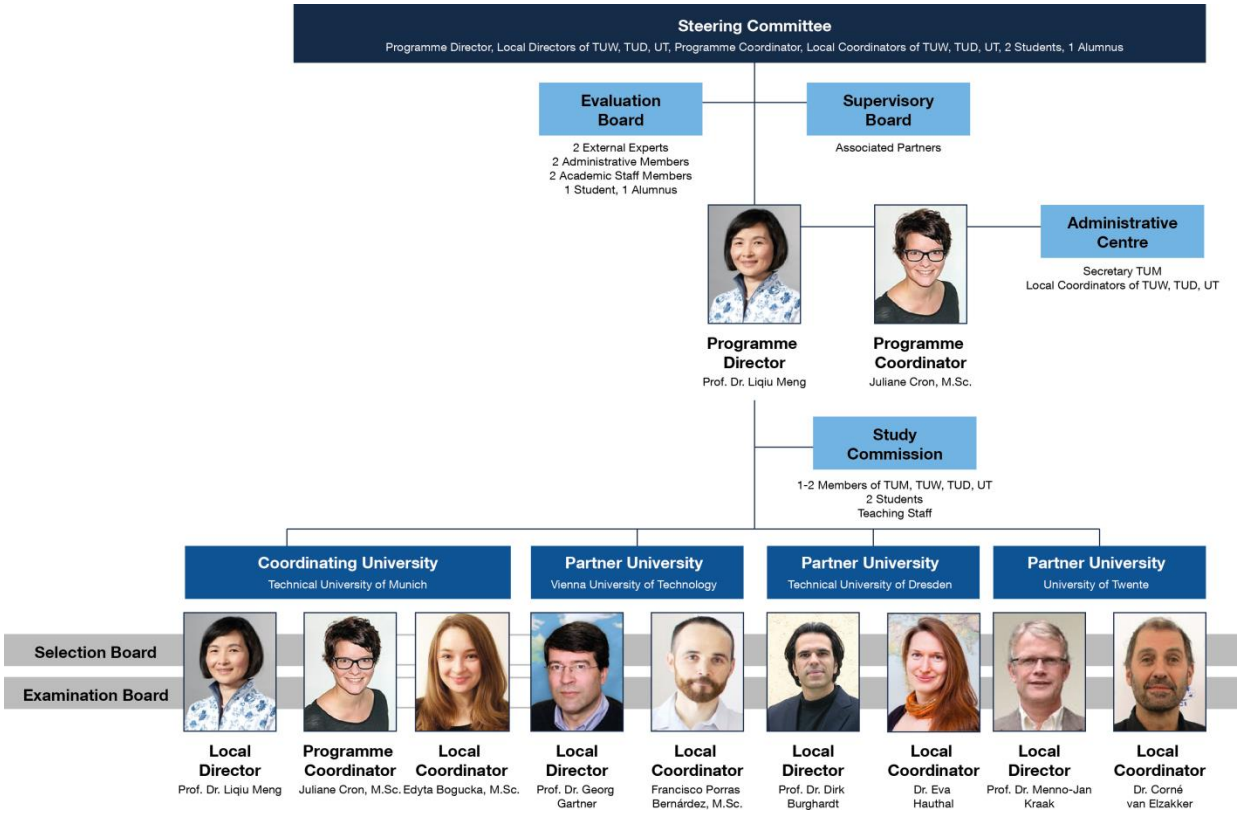

Abb. 7.1: Organigramm des Studienganges *Cartography*

Alle beteiligten Universitäten ernennen einen lokalen Direktor (‘Local Director’). Die Direktoren arbeiten in allen Angelegenheiten, die den Lehrplan, den Beurteilungen, dem Lernfortschritt, den Qualitätsfragen und der Nachhaltigkeit des Programmes betreffen, eng zusammen. Der lokale Direktor jeder Institution stellt sicher, dass das Studium an der jeweiligen Hochschule im Einklang mit den Zielen des gesamten Programmes steht. Der Direktor der koordinierenden Universität TUM übernimmt gleichzeitig die Rolle des Programmdirektors (‘Programme Director’) für den gesamten Studiengang.

Zusätzlich zu den lokalen Direktoren setzt jede Hochschule einen Koordinator vor Ort ('Local Coordinator') ein. Der Studiengangskoordinator ist für die Studienberatung zuständig. Die lokalen Koordinatoren unterstützen diesen in der Studienberatung an den jeweiligen Universitäten. Der Studiengangskoordinator sowie die lokalen Koordinatoren unterstützten die Studierenden intensiv und individuell bei anfallenden Mobilitätsfragen, wie z.B. Hilfe bei Wohnungssuche, rechtliche Angelegenheiten, Visa, Organisation von Wiederholungsprüfungen, etc.
Für die Koordination des gesamten Programmes sowie die Kommunikation mit der EU inkl. aller Aufgaben, die die Erasmus+ Förderung betreffen, ist der Studiengangskoordinator zuständig. Er ist für einen reibungslosen Ablauf innerhalb des Konsortiums verantwortlich und hat alle für die Erfüllung der vertraglichen Vereinbarung mit der EU erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen.

Die vier Direktoren sowie Koordinatoren jeder Universität bilden das 'Selection Board', welches für die Durchführung des Eignungsfeststellungsverfahrens zuständig ist. Jede Bewerbung wird von allen Mitgliedern des Ausschusses nach den in der 'Satzung zur Eignungsfeststellung (EV)' beschriebenen Kriterien bewertet.

Der Prüfungsausschuss ('Examination Board') besteht aus mindestens acht Mitgliedern. Dabei gehören dem Prüfungsausschuss jeweils mindestens zwei Vertreter der kooperierenden Universitäten an, wobei jeweils mindestens ein Vertreter jeder Universität Hochschullehrer sein muss. Der Vorsitzende wird von der Technischen Universität München gestellt und der Stellvertreter wird von der Technischen Universität Wien gestellt. Die Aufgabe des Schriftführers übernimmt der Studiengangskoordinator.

Die Studienkommission ('Study Commission') setzt sich aus mindestens ein bis zwei Vertretern jeder der vier beteiligten Universitäten zusammen, die sich gegenseitig über den Studienstand der Studierenden auf dem Laufenden halten, sowie den Studiengang kontinuierlich evaluieren und verbessern (Studienqualität, PR, etc.). Außerdem sind zwei Studierende Mitglieder der Kommission. Alle am Studiengang beteiligten Dozenten können der Kommission beisitzen.

Der Lenkungskreis ('Steering Committee') berät und steuert das gesamte Programm und alle Gremien. Er steht für alle akademischen und administrativen Fragen (Curriculum, Bewerbungsverfahren, die Auswahl der Erasmus+ Stipendiaten, Vergabe von Masterarbeiten etc.) zur Verfügung. Mitglieder des Lenkungskreises sind die lokalen Direktoren und Koordinatoren, der Programmdirektor sowie der Studiengangskoordinator, zwei Studierende sowie ein Absolvent.

Der Bewertungsausschuss ('Evaluation Board') beurteilt jährlich das gesamte Programm in Bezug auf Auswahl- und Prüfungsverfahren, Studienstruktur und -inhalte, Programm-Management, Aktivitäten des Konsortiums, Vergabe der Stipendien, Finanzen, etc. Der Bewertungsausschuss besteht aus zwei externen Experten aus dem Bereich Kartographie, einem Vertreter der Studierenden und einem Absolventen. Zusätzlich gehören zwei Mitglieder aus dem 'Administrative Centre' und zwei Mitglieder des Lenkungskreises diesem Ausschuss an.

Überwacht und beraten wird der Lenkungskreis vom ‘Supervisory Board‘, welches sich ausschließlich aus den externen Partnern zusammensetzt. Dieser trifft einmal jährlich zusammen und berät über notwendige Änderungen und Verbesserungen des Studienganges auf Grundlage der Evaluationen sowie auf Grundlage der Entwicklungen in der Wirtschaft und den erforderlichen Qualifikationen der Absolventen im Bereich Kartographie.

Die Webseiten der jeweiligen Organisationseinheiten sind über folgende Links zugänglich:

Webseite des Studienganges	http://www.cartographymaster.eu
Lehrstuhl für Kartographie der TUM	http://www.lfk.bgu.tum.de
Forschungsgruppe Kartographie der TUW	http://cartography.tuwien.ac.at
Institut für Kartographie der TUD	http://kartographie.geo.tu-dresden.de
ITC der Universität Twente	http://www.itc.nl

8 Ressourcen

8.1 Personelle Ressourcen

Den größten Beitrag im Bereich Lehre wird durch die beteiligten Institute, Lehrstühle bzw. Forschungsgruppen der TUM (Lehrstuhl für Kartographie), TUW (Forschungsgruppe Kartographie) und TUD (Institut für Kartographie) getragen. Die UT (International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation) ist mit der Betreuung von zwei online-Modulen beteiligt.
Eine Übersicht der Lehrpersonal-Ressourcen an allen Unievrsitäten liefert die nachfolgende Ressourcenübersicht. Lehrimporte aus anderen Fakultäten sind durch ‘Letter of Intent‘ beschrieben (siehe Anhang 10.7). Ein kontinuierlicher Lehrbetrieb im Pflichtbereich sowie das Kernangebot im Wahlbereich kann gewährleistet werden. Die zur Verfügung stehenden Personalressourcen für alle Pflichtmodule werden ausschließlich durch hauptberufliches Lehrpersonal gestellt.

Die Betreuung der Masterarbeiten ist durch ausreichende Personalressourcen gesichert. Masterarbeiten werden auf die vier beteiligten Universitäten zu gleichen Anteilen aufgeteilt. Bei insgesamt etwa 20-25 Studierenden werden im 4. Semester (Sommersemester) etwa 5-7 Studierende an einer Universität gleichzeitig ihre Masterarbeit anfertigen.

Zusätzlich zum Lehrpersonal stellt die TUM noch die Studiengangskoordinatorin und die lokale Koordinatorin für die Organisation das gesamte *Cartography* Programmes. An den Partner-Universitäten übernimmt jeweils ein eine wissenschaftliche Mitarbeiterin bzw. ein Mitarbeiter die Rolle des lokalen Koordinators.

Eine Besonderheit des Studiengangs ist die Beteiligung von vielen externen Kooperationspartnern aus Wirtschaft und Forschung. In den Großräumen München, Wien und Dresden gibt es eine einzigartige Konzentration von Know-how auf dem Gebiet der Kartographie, Geowissenschaften, Remote-Sensing und Navigation. Der Studiengang profitiert in hohem Maße von diesen Zusagen, die sich hauptsächlich außerhalb der Lehrveranstaltungen konzentrieren (vgl. Tabelle 7.1).

Namhafte Referenten und Gastwissenschaftler aus anderen Forschungseinrichtungen und Universitäten tragen ebenfalls zu einer exzellenten Lehre im Bereich Kartographie bei. In den Wintersemestern 2013/2014 und 2014/2015 hat beispielsweise Prof. Dr. Dr. William Cartwright von der RMIT University in Melbourne, Australien einen Blockkurs zum Thema ‘Mapping different geographies‘ gehalten und damit das inhaltliche Spektrum im Studienganges weiter verbreitert. Im Wintersemester 2017/2018 war Prof. Robert Roth von der Universität Wisconsin Madison zu Gast und unterrichtete die Studierenden in User-Interface und User-Experience Design. Jedes Semester werden ebenfalls Wissenschaftler vom Fraunhofer IAIS an die TUM eingeladen, um Vorlesungen und Workshops über Visual Analytics zu halten.
Im Rahmen des Erasmus Mundus Programmes ist vorgesehen, pro Jahrgang vier Gastwissenschaftler für insgesamt acht Wochen an die jeweiligen Universitäten einzuladen. Jede der Universitäten beruft dabei einen Gastdozenten.

8.2 Sachausstattung und Räume

An allen vier Universitäten werden Raumkapazitäten für etwa 15-25 Studierende benötigt. Die vorhandenen Raumkapazitäten der beteiligten Institute und Lehrstühle sind sowohl von ihrer Größe als auch von ihrer zeitlichen Belegbarkeit für den internationalen Studiengang ausreichend. Es sind genügend Ressourcen vorhanden, um den Masterstudiengang *Cartography* erfolgreich durchführen und abschließen zu können.
Der Hörsaal und Seminarraum des Lehrstuhls für Kartographie an der TUM hat max. 40 Plätze, der Rechnerraum hat 28 Sitzplätze mit 14 PCs (1-2 Studierende pro PC). Zudem können

die Rechnerräume (CIP-Labor) der Fakultät benutzt werden. An der TUW, TUD und UT stehen ebenfalls Hörsäle und Computerarbeitsräume für max. 25 Studierende (TUW) bzw. 40 Studierende (TUD und UT) zur Verfügung.

Für die Anfertigung der Masterarbeit werden den Studierenden feste Arbeitsplätze zugewiesen, die sie wären der gesamten Bearbeitungszeit besetzen dürfen. Somit werden die Studierenden beim Verfassen ihrer Abschlussarbeit nicht durch Raumbelegungen oder durch andere Lehrveranstaltungen unterbrochen.

An allen Universitäten gibt es neben den Universitätsbibliotheken, Instituts- bzw. Lehrstuhleigene Bibliotheken mit zahlreichen Büchern zum Schwerpunkt Kartographie.

Die Kosten für Lehraufträge (Fahrt-, Unterkunft- und Tagespauschale) von Gastdozenten werden von der zur Verfügung stehenden Fördersumme des Erasmus+ Programmes getragen. Auch hier stehen ausreichend Mittel zur Verfügung. Ebenso werden alle Reisekosten, die durch Treffen des Konsortiums oder anderer Gremien des Studienganges anfallen, über das Erasmus+ Programm finanziert.

9 Entwicklungen im Studiengang

Der internationale Masterstudiengang *Cartography* wird seit dem Wintersemester 2011/2012 angeboten. Ursprünglich war das zweijährige Masterprogramm eine Kooperation der drei technischen Universitäten in München, Wien und Dresden.

Mit dem Ziel noch mehr hoch qualifizierte internationale Studierende für den Master zu gewinnen sowie die Qualität und die Innovation des bestehenden Studienganges weiter zu verbessern, wurde im März 2014 ein aktualisiertes Konzept des seit dem Wintersemester 2011/2012 bestehenden Studienganges bei der Europäischen Union eingereicht und ein Antrag auf Förderung im Rahmen des Erasmus+ Programmes gestellt. Aufgrund der Konzeption als Kooperationsstudiengang und der Ausrichtung auf internationale Studierende kam als mögliches Förderprogramm für *Cartography* die Aktion 1 ‘Erasmus Mundus Joint Master Degrees‘ in Frage.
Unter der Aktion 1 ‘Erasmus Mundus Joint Master Degree‘ des Erasmus+ Programmes werden exzellente internationale Masterprogramme in Europa gefördert. Erasmus Mundus Joint Master Degrees richten sich an hervorragende Studierende aus der ganzen Welt. Studiengänge unter dieser Aktion zielen darauf ab, die Internationalisierung, Qualität, Innovation und Exzellenz der Hochschulen zu steigern und das Profil der beteiligten Hochschulen national und international zu verbessern. Voraussetzung für eine Förderung im Rahmen von Erasmus

Mundus sind Konsortien, die sich aus mindestens drei europäischen Hochschulen aus drei verschiedenen Ländern der EU zusammensetzen und einen gemeinsamen internationalen Masterstudiengang anbieten, der mit einem gemeinsamen Abschluss (Doppel-, Mehrfach- oder Gemeinsamer Abschluss) abgeschlossen wird. Zudem muss ein Erasmus Mundus Studiengang mindestens zwei Mobilitätsphasen in zwei unterschiedlichen europäischen Ländern umfassen. Damit verbunden ist die Stipendienvergabe an hochqualifizierte internationale Studierende, die für dieses Programm ausgewählt werden.
Damit die allgemeinen Bedingungen für eine Förderung erfüllt werden konnten, wurde die Universität Twente als vierter Partner offiziell zum Wintersemester 2015/2016 in das Konsortium aufgenommen. Aufgrund der starken Vernetzung der beteiligten Universitäten im Bereich Kartographie war die Universität Twente bis dato bereits im Rahmen von Guest Lectures, Betreuung von Masterarbeiten und in der Entwicklung des Curriculums beteiligt. Vor Ende der ersten Förderperiode (September 2019) soll die Universität Twente auch in den 'Joint Degree' aufgenommen werden. Die Akkreditierung des Joint Degrees wird in den Niederlanden vorangetrieben und die Universität Twente kümmert sich um die notwendigen administartiven Schritte. TUM, TUW und TUD vergeben bereits einen gemeinsamen Joint Degree.

Cartography wurde 2014 als einer von neun Studiengängen europaweit ausgewählt und wird seitdem im Erasmus+ Programm der 'Education, Audiovisual and Culture Executive Agency (EACEA)' der European Union gefördert. Unter den neun ausgewählten Studiengängen war *Cartography* das einzige Masterprogramm mit einer deutschen Universität in der Rolle des Koordinators. Außerdem ist der Master der erste Erasmus Mundus Studiengang, der von der TUM koordiniert wird.
Die fünfjährige Förderung des Studienganges *Cartography* umfasst insgesamt ca. 1,65 Mio. Euro, wovon ein Vorbereitungsjahr (Oktober 2014-September 2015), gefolgt von drei Studierendenkohorten (2015-2017, 2016-2018 und 2017-2019) finanziert werden. Während dieser Zeit können 38 hoch dotierte Stipendien an die besten Studierenden vergeben werden. Der Masterstudiengang trägt somit dazu bei die besten internationalen Studierenden an die Hochschulen zu bringen, ermöglicht einen einzigartigen Lehrplan und steigert die Kompetenzen und die Beschäftigungsfähigkeit (in Wirtschaft und Wissenschaft) der Absolventen.

Im Frühjahr 2017 wurde ein erneuter Antrag für die Förderung des Studienganges unter Erasmus Mundus eingereicht, der abermals erfolgreich war. Die Förderung um weitere 5 Jahre (inkl. einem Vorbereitungsjahr vom 01.10.2017-30.09.2018) umfasst insgesamt ca. 2,11 Mio. Euro und 48 Stipendien für die bestqualifiziertesten Bewerber aus aller Welt (Studierendenkohorten 2018-2020, 2019-2021, 2020-2022).
Das Grant Agreement zwischen der TUM und der EACEA wurde im September 2017 unterzeichnet (siehe Anhang 10.3). Eine direkte Weiterförderung im Rahmen von Erasmus Mundus ist sehr selten und ein Indikator dafür, dass der Studiengang *Cartography* ein sehr innovativer, zukunftsorientierter, gut strukturierter, koordinierter und erfolgreicher Kooperationsstudiengang ist. Abermals war *Cartography* der einzig erfolgreiche Studiengang unter den Bewerben mit einer deutschen Hochschule in der Rolle der koordinierenden Universität.