

Visual und Medical Computing (VMC)

Handreichung für Studierende im Studiengang Master Informatik an der Uni Bremen (nach MPO'20), die sich für den Masterschwerpunkt *Visual und Medical Computing (VMC)* interessieren.

(Stand: Mai 2021)

Am Schwerpunkt VMC beteiligte Arbeitsgruppen

- AG Digitale Medizin (Prof. Horst Hahn)
- AG Computergraphik und Virtuelle Realität (Prof. Gabriel Zachmann)
- AG Multisensorische interaktive Systeme (Prof. Udo Frese)

Lehrangebote im weiteren Umfeld des Schwerpunkts VMC stammen auch aus anderen AGs.

Beschreibung des Schwerpunktes (Zusammenfassung)

Visual und Medical Computing umfasst alle Bereiche der Informatik, die sich mit der gleichermaßen faszinierenden als auch nützlichen Welt der digitalen Bilder und medizinischen Daten befassen. Diese beinhaltet die Synthese von Bildern (z.B. für Animationsfilme), die Analyse volumetrischer Bilder (z.B. zur Detektion und Quantifizierung von Krankheiten im menschlichen Körper), die Korrelation zu Nicht-Bilddaten (z.B. zur prädiktiven Mustererkennung), die visuelle, maschinelle Wahrnehmung (z.B. zur Objekterkennung), oder die erweiterte Realität, um nur einige zu nennen. Es gibt darüber hinaus eine Vielzahl anderer wissenschaftlicher Probleme und Herausforderungen im Bereich der visuellen und medizinischen Datenverarbeitung.

Die Methoden und Theorie des VMC finden zahlreiche Anwendungsbereichen, angefangen von der Medizin, Robotik, Computer- und Handyspielen, virtueller Realität, Filmindustrie, autonomem Fahren, bis hin zur Fertigungsindustrie und vielen anderen Gebieten. Um den Bezug zur Praxis zu stärken, werden externe Experten an die Universität eingeladen und in den Lehrbetrieb integriert.

VMC als Fachgebiet hat zahlreiche Verbindungen zu anderen Informatikdisziplinen und bedient sich einer breiten Palette sehr dynamischer und vielfältiger Methoden. Einige der für VMC relevanten Methoden sind Rendering, maschinelles Lernen, Algorithmen und

Datenstrukturen, Optimierung, lineare Algebra, Mensch-Computer-Interaktion, Computational Geometry und physikalisch-basierte Simulation.

Description of the Main Focus Area (Abstract)

Visual and Medical Computing comprises all areas of computer science that deal with the highly fascinating as well as useful world of digital images and medical data. This comprises synthesis of images (e.g., for animation movies), analysis of volumetric images (e.g., for detecting and quantifying diseases in the human body), correlation to non-image data (e.g., for predictive pattern recognition), visual perception (e.g., detecting objects in images), or extended reality, to name but a few. There is, of course, a huge multitude of other scientific problems and challenges in visual and medical computing as well.

The methods and theories of VMC can be applied in a wide number of application areas, ranging from healthcare, robotics, computer and mobile games, virtual reality, movie industries, autonomous driving, manufacturing industries, and many more. In order to strengthen the link to practice, external experts will be invited to the university and integrated into the teaching operations.

VMC as a field draws from a rich variety of other computer science disciplines and employs a broad set of very dynamic and diverse methods. Some of the methods relevant in VMC are rendering, machine learning, algorithms and data structures, optimization, linear algebra, human-computer interaction, geometric computing, and physically-based simulation.

Empfehlungen für das Bachelor-Studium

Der Schwerpunkt VMC stellt keine formalen Vorbedingungen, d.h. unabhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen im Bachelor können alle Studierenden der Informatik den Schwerpunkt VMC im Master anstreben.

Es empfiehlt sich allerdings, wenigstens die beiden folgenden Veranstaltungen als Vorbereitung für den Schwerpunkt VMC schon im Bachelor zu hören:

- 03-IBAP-CG: Computergraphik
- 03-IBAP-SDV: Sensordatenverarbeitung

Weitere Bachelor-Veranstaltungen mit VMC-Bezug sind im Anhang aufgelistet.

Auf Antrag können Bachelor-Veranstaltungen auch noch im Bereich *General Studies* des Master-Studiums eingebracht werden.

Struktur des Schwerpunktes VMC im Master

Alle Schwerpunkte orientieren sich an einer allgemeinen Strukturierung des Master-Studienganges (s. Anlage 1 der MPO'20), die hier für den Schwerpunkt VMC dargestellt ist:

Musterstudienplan Master Inf (mit Schwerpunkt VMC)

	Grundlagen/ Projekt	Schwerpunkt VMC	Ergänzung	Gen. Stud.	Σ
1	PM&WK 6	Kern (IMK-VMC) 6 Aufbau PraktInf (IMAP-VMC) 6	Aufbau TheoInf 6	6	30
2	Master- Projekt (IMPJ-VMC) 12	Aufbau Inf (IMA-VMC) 6 Vertief.Theo/AnwInf (IMVT/IMVA-VMC) 6		6	30
3		Vertiefung PraktInf (IMVP-VMC) 6	Vertiefung Inf 6 Masterseminar 3	3	30
4		Masterarbeit (in VMC) 30			30

Module auch in anderer Reihenfolge belegbar

Bemerkungen:

- Die in der Tabelle angegebenen Modulnummern haben den folgenden grundsätzlichen Aufbau: I (Informatik) + M (Master) + K/A/V/PJ (Kern/Aufbau/Vertiefung/Projekt) + ggf. P/T/A (Praktische/Theoretische/Angewandte Informatik) + Schwerpunkt VMC.

- Für eine Qualifizierung für das Zertifikat *Visual und Medical Computing* im Zeugnis müssen die blau unterlegten Module VMC-spezifisch belegt werden. Das umfasst auch das Master-Projekt und das Thema der Masterarbeit.
- Auch die Module der Studienabschnitte *Ergänzung* und *General Studies* können VMC-spezifisch erbracht werden — müssen es aber nicht.

Die folgende Tabelle gibt an, welche regelhaften Lehrveranstaltungen in den jeweiligen Modulen angeboten werden. Da sich Lehrangebote auch immer mal wieder ändern, wird diese Liste regelmäßig fortgeschrieben.

VAK	Schwerpunkt VMC						
	Bachelor: Computergraphik, Sensordatenverarbeitung	D/E	IMK -VMC	IMAP -VMC	IMA -VMC	IMVP -VMC	IMVT/ IMVA -VMC
03-IMAP-D3BV	Deep-Learning- und 3D-Bildverarbeitung	D	x				
03-IMAP-ACG	Advanced Computer Graphics	E		x	x	x	
03-IMAP-MBV	Medizinische Bildverarbeitung	D/E		x	x	x	
03-IMAP-VRSIM	Virtual Reality and Physically-Based Simulation	E		x	x	x	
03-IMAA-HCIT	Healthcare IT	D			x		x
03-IMAA-EC	Entertainment Computing	E			x		x
03-IMAA-CTHCI	Current Topics in HCI	E			x		x
03-IMAP-AML	Advanced Machine Learning	E			x	x	
03-IMAP-RNMN	Rechnernetze – Media Networking	D				x	
03-IMAP-SHSQ	Systeme hoher Sicherheit und Qualität	D				x	
03-IMAP-SWRE	Software Reengineering	D				x	
03-IMAP-WCOMP	Wearable Computing	D				x	
03-IMAP-AI	Fundamentals in AI	E				x	
03-IMAP-RIL	Reinforcement Learning	E				x	
03-IMAP-CM	Cognitive Modelling	E				x	
03-IMAP-UUW	Umgang mit unsicherem Wissen	D				x	
03-IMAT-APX	Approximation Algorithms	E					x
03-IMVP-MPAR	Massively Parallel Algorithms	E				x	
03-IMVP-SPRS	Semantic 3D-Percept. for Robotic Systems	E				x	
03-IMVP-BCOD	Codierung und Datenkompression	D				x	
03-IMVP-BMUSZE	Bioinspirierte Mustererkennung und Szenenanalyse	D				x	
03-IMVT-CGEOM	Computational Geometry	E					x
03-IMVT-TSF	Theorie der Sensorfusion	D					x
03-IMVA-EI	Embodied Interaction	E					x
..... (+ weitere IMV-LVs aus VMC in 4-Sem-Planung/VL-Verz.)						(x)	(x)

Lehrveranstaltungen im Schwerpunkt VMC

Bemerkungen:

- Neben Veranstaltungskennziffer (VAK), Veranstaltungstitel und typischer Sprache (D=Deutsch, E=Englisch) gibt es in der Tabelle Spalten für die 5 Schwerpunkt-spezifischen Module (außer Master-Projekt und Masterarbeit). Ein x-Eintrag besagt, dass die betreffende Veranstaltung in diesem Modul eingebracht werden kann.

- Die Tabelle zeigt auf, dass einige der Lehrveranstaltungen in mehreren Modulen eingebracht werden können, aber natürlich insgesamt nur einmal.
- Die in konkreten Semestern vorgesehenen Lehrangebote finden sich in der 4-Semester-Planung bzw. im Veranstaltungsverzeichnis.
- Für die beiden Module IMVP-VMC und IMVT/IMVA-VMC gibt es ggf. noch weitere Wahlalternativen (diese Zuordnung ist in 4-Semester-Planung und Veranstaltungsverzeichnis lediglich als VMC abgekürzt). Die Zuordnung zu IMVP-VMC vs. IMVT/IMVA-VMC ergibt sich dabei aus dem ersten Teil der VAK (03-IMVP-... vs. 03-IMVT/IMVA-...).

Weitere Empfehlungen für VMC-nahe Lehrveranstaltungen

Für einen *vertieften* VMC-Schwerpunkt (also über die von der MPO minimal vorgesehenen schwerpunktspezifischen Module hinaus) können auch weitere Module des Master-Studiengangs VMC-spezifisch erbracht werden.

Vertiefung Informatik

Im Modul *Vertiefung Informatik* (s. Spalte *Ergänzung* im obigen Musterstudienplan) kann auf Wunsch auch eine weitere Wahlalternative aus der Auswahlliste der Module IMVP-VMC und IMVT/IMVA-VMC gewählt werden.

Masterseminar

Bei der Wahl der Veranstaltungen für das Modul *Masterseminar* empfehlen wir folgende Veranstaltungen:

- 03-IMS-DLMB: Deep Learning für Medizinische Bildverarbeitung
- 03-IMS-ICTS: Intelligente Chirurgische Trainingssysteme
- Ein Seminar oder ein Proseminar in der Mathematik (vorausgesetzt es gibt freie Plätze; gerade in Visual Computing nimmt der Bedarf an mathematischen Methoden zu)

General Studies

Bei der Wahl der Veranstaltungen für den Studienabschnitt *General Studies* empfehlen wir neben den genannten Veranstaltungen aus dem Bachelor-Studium und ggf. weiteren Veranstaltungen aus der obigen Tabelle auch die folgenden Veranstaltungen, die hilfreiche Kenntnisse und Methoden für eine spätere Anwendung im Bereich *Visual und Medical Computing* vermitteln.

Insbesondere die nachfolgenden Veranstaltungen aus der Mathematik finden zunehmend Anwendung in der Forschung im Bereich *Visual Computing*:

- Numerik partieller Differentialgleichungen (Studiengang Mathematik)
- Algorithmische diskrete Mathematik (Studiengang Mathematik)

Für Interessierte in *Medical Computing* kommen zusätzlich folgende Veranstaltungen in Betracht:

- Einführung in die Molekulargenetik (WiSe, 02-02-PM1-22)
- Medizinische Grundlagen (WiSe, 11-56-1-M62-1)
- Epidemiologie (WiSe, 11-M 66-1 M3-1)
- Grundlegende Methoden der angewandten Statistik (WiSe, 03-M-GS-3)
- Physikalische Grundlagen der Medizinischen Bildgebung (SoSe, 01-03-BPhy6-V)
- Biophysikalische Modellierung (SoSe, 01-03-CMS6-V)
- Allgemeine Humangenetik (SoSe, 02-02-PM1-34)
- Management im Gesundheitswesen (SoSe, 11-M63-2-M5-V-1/2)

Die Möglichkeit der Teilnahme von Informatik-Studierenden an den genannten Veranstaltungen anderer Fachbereiche wurde individuell mit den jeweiligen Dozent*innen abgestimmt.

Anmeldung, Abmeldung und Wechsel des Schwerpunkts

Bei der ersten PABO-Anmeldung zu einem der VMC-spezifischen Module meldet man sich zusätzlich für diesen Schwerpunkt an.

Eine nachträgliche Anmeldung bzw. Abmeldung des Schwerpunkts oder ein Wechsel zwischen verschiedenen Schwerpunkten ist nur auf Antrag an das FB3-Prüfungsamt möglich. Jeder innerhalb des Schwerpunkts zulässige Studienplan ist immer auch ein zulässiger Studienplan für das Master-Studium ohne Schwerpunkt, so dass ein nachträglicher Wechsel in ein Studium ohne Schwerpunkt für sich genommen keine Verlängerung des Studiums bewirkt.

Ansprechpartner*innen für Fragen zum Schwerpunkt VMC

Für organisatorische Fragen zum Schwerpunkt VMC steht das Studienzentrum zur Verfügung: studienzentrum@informatik.uni-bremen.de

Bei inhaltlichen Fragen zur Ausgestaltung bzw. konkreten Wahl der Veranstaltungen für den Schwerpunkt VMC sind insbesondere zu nennen:

- Prof. Gabriel Zachmann:
Sprechstunde montags 18:00 - 19:30 (ohne Voranmeldung; Raum: MZH 3510),
E-Mail: zach@cs.uni-bremen.de
Tel.: siehe <https://cgvr.cs.uni-bremen.de/>
- Prof. Horst Hahn:
Sprechstunde mittwochs 14:00–15:00 (online),
E-Mail: horst.hahn@mevis.fraunhofer.de,
Tel. 0421 218 59002

Anhang: Weitere Bachelor-Veranstaltungen mit VMC-Bezug

Über die im Abschnitt *Empfehlungen für das Bachelor-Studium* genannten Veranstaltungen hinaus sind auch folgende Veranstaltungen für den Schwerpunkt VMC sinnvoll:

- Grundlagen des Maschinellen Lernens
- Mensch-Technik-Interaktion
- Grundlagen der Medieninformatik 1
- Propädeutikum C/C++

Teilweise hilfreich sind auch Methoden aus den folgenden Veranstaltungen:

- Operations Research
- Game Engines
- Grundlagen der Medieninformatik 2
- Biosignale und Benutzerschnittstellen

Aber auch folgende Fachgebiete sind von Relevanz:

- Lineare Algebra
- Programmiersprachen (C++, Python, Javascript etc.)
- Datenbanken
- Rechnernetze
- Informationssicherheit
- quantitative Methoden für statistische Analyse

Die konkreten Lehrangebote finden sich in der 4-Semester-Planung bzw. im Veranstaltungsverzeichnis.