

# FÖRDERSTIPENDIEN DES HÖCHSTLEISTUNGSRECHENZENTRUMS DER UNIVERSITÄT STUTTGART

## Schuljahr 2023/2024

Das **Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart** (HLRS) hat sich zum Ziel gesetzt, besonders begabte Schülerinnen und Schüler zu fördern. In diesem Zusammenhang schreibt das HLRS im Rahmen des Projekts **Simulierte Welten** ([www.simulierte-welten.de](http://www.simulierte-welten.de)) für das **Schuljahr 2023/24** ein bis zu **1.000 Euro dotiertes Förderstipendium** aus, welches durch das **Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst BW** gefördert wird.

In diesen Förderstipendien arbeiten Schülerinnen und Schüler aktiv in wissenschaftlichen Projekten der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des HLRS mit und werden von diesen betreut (Netto-Arbeitsaufwand: ca. 3 Wochen über das gesamte Schuljahr). Die Themen erstrecken sich über die Bereiche der Informatik und Naturwissenschaften.

### Was?

Ein Förderstipendium, dotiert mit bis zu 1.000 Euro, am Höchstleistungsrechenzentrum der Universität Stuttgart. Die 1.000 Euro dienen zur Anschaffung eines geeigneten Laptops oder zur Begleichung anfallender Fahrtkosten. Die Auszahlung erfolgt in zwei Raten.

### Wer?

Naturwissenschaftlich / informatisch interessierte Schülerinnen oder Schüler der 11. Klasse an Gymnasien in Stuttgart und Umgebung.

### Wann?

Das Stipendium startet **Dienstag, 07. November 2023** mit einer Auftaktveranstaltung und endet im **Juli 2024** mit einer öffentlichen Abschlusspräsentation der Ergebnisse und Überreichung der Urkunden. Regelmäßige Treffen mit den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern finden ca. einmal im Monat statt. Diese werden in direkter Absprache mit dem Betreuer vereinbart. Diese Treffen können z. T. auch per Videokonferenzen erfolgen. Zusätzlich wird ein gemeinsames Zwischentreffen im Februar 2024 mit allen Stipendiatinnen und Stipendiaten durchgeführt.

### Wo?

Höchstleistungsrechenzentrum Universität Stuttgart, Nobelstraße 19, 70569 Stuttgart

### Bewerbung?

Bewerbungsschluss ist der **15. Oktober 2023**. Schicke uns deine aussagekräftigen Unterlagen als .pdf an folgende Adresse: [info@simulierte-welten.de](mailto:info@simulierte-welten.de)

Das Stipendium wird gefördert durch



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT, FORSCHUNG UND KUNST

## Haben wir deine Aufmerksamkeit geweckt? Dann bewirb Dich jetzt!

Verfasse ein Motivationsschreiben in dem Du beschreibst, weshalb Du für das Förderstipendium ausgewählt werden solltest und was Deine Erwartungen an das Stipendium sind. Lies Dir die Themen in der Ausschreibung durch und schreibe zu ein bis zwei Themen, warum Du diese bearbeiten möchtest. Aufgrund einer begrenzten Gruppengröße für ein Thema, ist es möglich, dass Wir versuchen aber deine Wünsche zu berücksichtigen, aber es ist möglich dass du einem anderen Thema zugeteilt wirst.

Beachte bitte, dass wenn Du aus dem Raum Stuttgart kommst, Du dich hier auf die Themen des HLRS in Stuttgart bewirbst. Die anderen Rechenzentren im Projekt haben eigene Themen, Regeln, Termine und Ausschreibungen.

Benötigt wird außerdem ein tabellarischer Lebenslauf, in welchem relevante Kenntnisse und Vorerfahrungen in und auch jenseits der Schule (z. B. Teilnahme am Informatikunterricht oder einer Informatik-AG, evtl. Programmierkenntnisse, Wettbewerbe oder eigene Projekte) aufgelistet werden, eine Kopie deines letzten Zeugnisses sowie vorhandene Zertifikate und ein Empfehlungsschreiben deines Fachlehrers (Mathe, Informatik, IMP, oder NWT).

### Folgende Unterlagen werden benötigt:

- Motivationsschreiben mit Angabe von zwei Themen, die dich interessieren
- Tabellarischer Lebenslauf
- Kopie des letzten Zeugnisses
- Empfehlungsschreiben eines Fachlehrers

Bei Fragen kannst Du Dich jederzeit an Doris Lindner oder Oliver Scheel wenden.

## Kontakt und Ansprechpartner

Doris Lindner, M.A.  
Tel: 0711/685 84250  
Fax: 0711/685 82487  
E-Mail: lindner@hlrs.de

Oliver Scheel, M.A.  
Tel: 0711/685 83931  
Fax: 0711/685 82487  
E-Mail: oliver.scheel@hlrs.de

Höchstleistungsrechenzentrum Universität Stuttgart (HLRS)  
Nobelstr. 19  
70569 Stuttgart

[www.simulierte-welten.de](http://www.simulierte-welten.de)



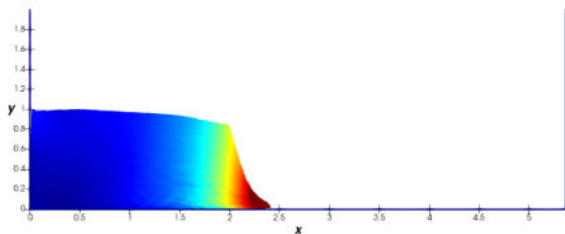
# SMOOTHED PARTICLE HYDRODYNAMICS (SPH)

Das Hauptziel numerischer Strömungsmechanik (CFD) besteht darin, die mathematische Beschreibung der Physik von Flüssigkeiten in eine Reihe von Anweisungen, die von einem Computer ausgeführt werden können, zu übertragen. Computer können eine Flüssigkeit nicht in all ihren Punkten (Kontinuum) mit exakter Präzision beschreiben. Ein grundlegender Schritt der CFD ist daher, das zu berechnende Gebiet aufzuteilen (Diskretisierung).

CFD-Methoden lassen sich je nach Art der räumlichen Diskretisierung in zwei Hauptkategorien einteilen. Die gitterbasierte und die partikelbasierte Methode. Die SPH-Methode ist letzterer Kategorie untergeordnet. Dank der gitterfreien Natur hat SPH die Welt der Simulation für industrielle Anwendungsfälle geöffnet, die mit gitterbasierten Methoden zuvor nicht effizient simuliert werden konnten.

Ein wichtiger Aspekt der Implementierung solcher Methoden ist Vertrauen in die durch die Simulation erzeugten Ergebnisse zu erzielen. Ziel ist es nämlich, die Simulation als alternatives Untersuchungswerkzeug zum Realversuch zu rechtfertigen.

Um sein Simulationsmodell zu validieren, greift man zunächst auf Standardexperimente zurück, wie beispielsweise das Dambruch-Experiment. Dieses wurde in einem Realversuch durchgeführt. Man stelle sich einen großen Tank vor, welcher durch eine Wand in zwei Bereiche aufgeteilt wird. Einer dieser Bereiche ist mit Wasser gefüllt. Nun soll untersucht werden, wie sich das Wasser verhält, sobald die Wand entfernt wird. Die dabei gewonnenen Daten des Realversuchs dienen als Referenzwerte für das Simulationsmodell.



Visualisierung eines Simulationsereignisses  
Abbildung 1 zeigt den Beginn des Dammbrechens

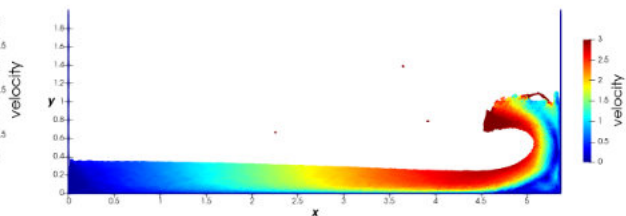


Abbildung 2 zeigt die Auswirkung, nachdem das Wasser auf die gegenüberliegende Tankwand aufgeprallt ist.

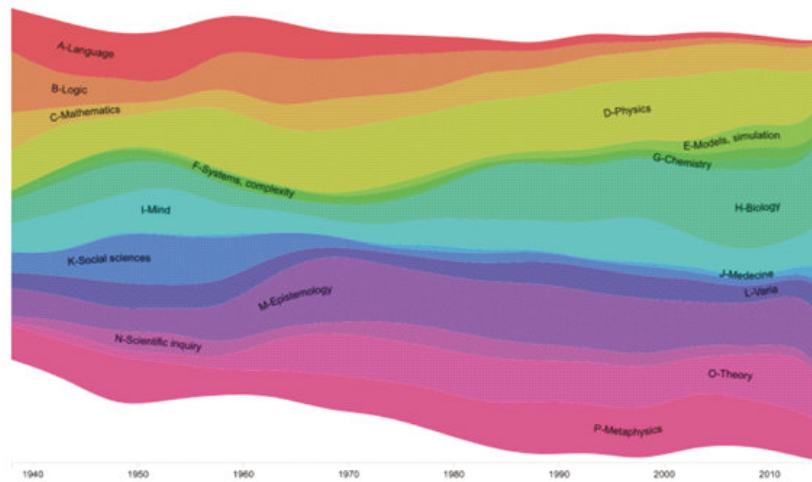
## FRAGESTELLUNG & METHODEN DER PROJEKTARBEIT

- Welche Aussage haben physikalische Gleichungen?
- Wie kann ich einem Computer beibringen diese zu lösen (Stichwort Algorithmus)?
- Wie gehe ich mit den gewonnenen numerischen Werten um (Stichwort Visualisierung)?
- Sind meine Ergebnisse plausibel (Stichwort Validierung)?
- Ist mein Algorithmus effizient und welche Möglichkeiten gibt es, um ihn zu verbessern?

# TOPICAL MODELING IN DER PHILOSOPHIE

Topical modeling ist eine Technik des maschinellen Lernens um automatisiert Themenfelder aus großen Textmengen zu extrahieren.

Ziel dieses Projekts ist es herauszufinden welche Themen in der Philosophie im Laufe der Zeit populärer wurden. Dazu nutzen wir topical modeling um automatisiert das große Archiv eine Philosophiemailingliste (philos-L) zu durchforsten und wichtige Themengruppen zu identifizieren. Danach stellen wir die zeitliche Evolution von Themen grafisch dar und versuchen Trends zu erkennen.



Zeitliche Evolution von durch topical modeling gewonnenen Themenfeldern in der Wissenschaftsphilosophie (doi.org/10.1086/704372) – man erkennt gut, dass das Themenfeld E zu Modellen und Simulationen an Bedeutung gewinnt.

## FRAGESTELLUNG & METHODEN DER PROJEKTARBEIT

- Grundlagen der Programmierung in Python und Nutzung von Jupyter Notebooks
- Scraping einer Mailingliste (automatisiertes Herunterladen)
- Vorbereitung von menschlichen Texten für die maschinelle Verarbeitung
- Topical modeling mit Mallet (ein open source framework für digitale Geisteswissenschaften)
- Visualisierung der Resultate mit matplotlib

## SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER LERNEN

- Wie funktioniert topical modeling?
- Welche Grenzen haben automatisierte Verfahren zur Themenerkennung?
- Was können wir aus den extrahierten Themenfeldern lernen?
- Können wir Vorhersagen für die Evolution der Themen in der Zukunft treffen?

# WEB BASED VISUALIZATION OF 3D CITY

Digitization has now become an integral part of the society we live in. This has resulted in urban data becoming an important resource. Hence it is envisioned as a corner stone for different applications to design sustainable, social and ecological modern cities. However, to realize this vision, a large collection of urban data needs to be integrated, analyzed and visualized.



Figure 1. 3D City

## PROJECT WORK

The aim to this project is to teach students to visualize and interact with 3D City model of a city on the web browser. The students can choose one of the following ideas to augment the data on the 3D City with the help of Point of Interest (POI).

1. Air Quality and Pollen Count [Visualize as heat map]
2. Calculate Energy Consumption of Residential Building [Visualize building color or bar chart]
3. Best outside restaurants for Coffee, Lunch or Dinner
  - Sun Shade [Visualize as shadow]
  - Noise (consider vehicle, people, construction) [Visualize as heat map]

## STUDENTS LEARN

- To work with Linux operating system
- To program using java-script
- To use REST Services

**Note: The students should feel comfortable with english. The project has both an English-speaking and a German-speaking supervisor.**

## VIRTUAL REALITY AVATARE

Um komplexe Zusammenhänge zu verstehen, ist es oft notwendig diese zu visualisieren und in einem Experten-Team zu diskutieren. Die Visualisierungssoftware des HLRS ist dazu ausgelegt Simulationsdaten in Virtual und Augmented Reality zu visualisieren und damit ein schnelles Verständnis dieser Daten zu ermöglichen. Um ins Gespräch zu kommen, bieten wir einerseits Standortgebundene Visualisierungen in unser CAVE an, aber auch räumlich getrennte Kollaboration zwischen verschiedenen Geräten in einem Netzwerk.

Um Partner in diesen remote Sitzungen darzustellen, verwenden wir bislang sehr einfache Avatare, die zwar Blickrichtung und Handposition der Partner zeigen, aber wenig immersiv sind und auch keine einfache Unterscheidung verschiedener Partner zulassen. Außerdem sind diese relativ klein und daher in manchen Umgebungen schlecht zu erkennen. In virtuellen Sitzungen kommt es dadurch öfters zu Missverständnissen. Um das zu verhindern, sollen im Rahmen dieses Stipendiums die Avatare für unsere Visualisierungsumgebung COVISE zuortbar und immersiver gestaltet werden. Dazu müssen diese zunächst modelliert und dann mit den Positionsdaten der Partner animiert werden.



Abbildung 1. CAVE (Cave Automated Virtual Environment), 3D Raum am HLRS



Abbildung 2. VR Avatar mit Brille für Kopfposition und Hand für Zeigerposition

### FRAGESTELLUNG & METHODEN DER PROJEKTARBEIT

Erstellung benutzerspezifischer Avatare für unsere Visualisierungssoftware.

### SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER LERNEN

- den Umgang mit der 3D Modellierungssoftware 3ds Max
- den Umgang mit der Visualisierungsumgebung COVISE.
- Grundlagen der Programmierung (C++)

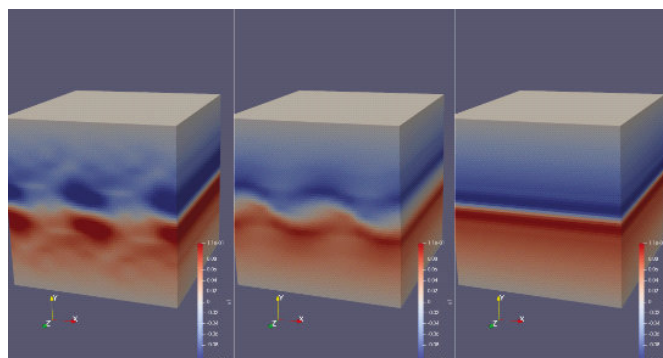
# SIMULATIONEN DER STRÖMUNGSMECHANIK UND MAGNETOHYDRODYNAMIK

In der Natur und Technik gibt es verschiedenartige Systeme in denen Gase und Flüssigkeiten eine wichtige Rolle spielen. Zum Beispiel werden in der Strömungsmechanik Strömungen um Vehikel untersucht und in Astrophysik die Bewegung von Gasen im Weltraum.

Um diese Systeme zu verstehen wird die Dynamik in Gleichungen verfasst, die dann gelöst werden. Leider sind diese für interessante Probleme nicht von Hand oder analytisch lösbar. Deshalb werden sie diskretisiert und approximativ in einer Computersimulation gelöst. Eines der Simulationspakete, die Strömungsgleichungen lösen, ist Trixi.jl. Es wurde unter anderem an der Universität Stuttgart entwickelt, ist aber ein internationales Projekt.

Ein wichtiger Schritt bei Simulationspaketen ist die Verifizierung. Dabei wird untersucht ob die Simulation das System, bzw. die Gleichungen, zumindest approximativ löst. Dafür wird ein Problem genommen von dem man eine exakte Lösung kennt. Die approximative Lösung wird damit verglichen.

In diesem Projekt sollen eine Reihe von Verifizierungen durchgeführt werden für den Trixi.jl Code. Dabei handelt es sich um Systeme aus der Strömungsmechanik und aus der Plasmaphysik.



## SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER LERNEN

- Umgang mit Daten
- Aufsetzen einer Simulation
- Visualisierung von Daten
- Einblicke in die Strömungsmechanik und Magnetohydrodynamik