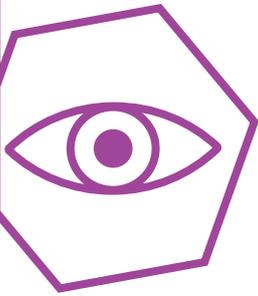




SUPERCOMPUTER UND NATURWISSENSCHAFTLICHE SIMULATIONEN

**Leibniz-Rechenzentrum**

für Hochleistungs-Computing, Garching b. München



## SUPERCOMPUTER UND NATURWISSENSCHAFTLICHE SIMULATIONEN

# Leibniz-Rechenzentrum

für Hochleistungs-Computing, Garching b. München



Abb.: Leibniz-Rechenzentrum. Grafik: LRZ

Das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) ist seit 1962 der Dienstleister der Münchner und bayrischen Hochschulen und Forschungsinstitutionen und evaluiert innovative Computertechnologien. Für Studierende, Wissenschaft und Forscherinnen bauen und betreuen mehr als 300 Mitarbeitende IT-Infrastrukturen wie das Münchner Wissenschaftsnetz (MWN) sowie Computer-Cluster, etwa für Anwendungen der Künstlichen Intelligenz (KI) auf. Von der E-Mail über hoch spezialisierte Cloud Services bis hin zum Zugriff auf leistungsstarke IT-Systeme ermöglicht das LRZ flexibles Arbeiten und die Digitalisierung von Forschung und Lehre, zudem schützt es die IT-Infrastrukturen und die hier gespeicherten Daten. Als eines von drei Höchstleistungs-Rechenzentren Deutschlands betreibt das LRZ Supercomputer und unterstützt Forschende dabei, Daten und Simulationsergebnisse zu visualisieren und in drei-dimensionale Virtuelle Realität (VR) zu übertragen. Das LRZ treibt die Hightech-Agenda Bayern und ist Teil des Munich Quantum Valleys (MQV), in dem Wissenschaft und Wirtschaft das Quantencomputing erforschen, optimieren und Programme dafür entwickeln. Damit Forschende schon jetzt mit dieser Zukunftstechnologie rechnen können, hat das LRZ verschiedene Quantentechnologien in seine Supercomputer integriert.

### Kontakt

Leibniz Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (BADW)

Tel: +49 89 358317867  
+49 89 358317840

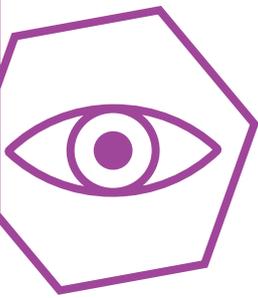
Boltzmannstr. 1  
85748 Garching b. München

Voraussetzungen:

- Vorlauf Anmeldung: ca. 3 Monate
- Max. 30 Teilnehmende
- Personalausweise

Homepage: [www.lrz.de](http://www.lrz.de)  
Mail: [tumjunior@lrz.de](mailto:tumjunior@lrz.de)

Ansprechpartner: Alessandro Podo,  
Susanne Wieser



LEIBNIZ-RECHENZENTRUM  
FÜR HOCHLEISTUNGS-COMPUTING, GARCHING B. MÜNCHEN

# Supercomputer und naturwissenschaftliche Simulationen

## Kurzbeschreibung der Exkursion

Zu Beginn erfahren die Schülerinnen und Schüler in welcher Weise der Supercomputer Forschende mit Simulationen unterstützt. Die Exkursion beinhaltet den Besuch des Rechnerwürfels & des Supercomputers sowie das Visualisierungszentrum, in dem virtuelle 3D Darstellungen von Simulationsergebnisse ausprobiert werden können.

## Einordnung in das Schuljahr



## Hilfreiches Vorwissen

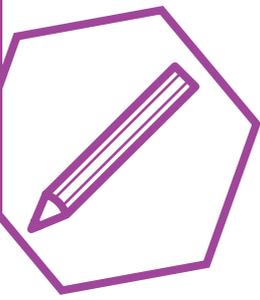
Impulserhaltung und zentraler unelastischer Stoß

## ABLAUF DER EINHEIT

VORBEREITUNG - 45 MIN	EXKURSION - 240 MIN	NACHBEREITUNG - 45-90 MIN
<b>Schule</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: zentraler, voll elastischer Stoß</li> <li>• Untersuchung der experimentell beobachteten Zusammenhänge</li> </ul>	<b>Außerschulischer Lernort</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufenthalt in der virtuellen Realität</li> <li>• Führung durch den Rechnerwürfel</li> <li>• Vortrag &amp; Diskussion: Simulationen &amp; Co.</li> </ul>	<b>Schule</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benutzung einer Simulation zur Lösung von Aufgaben zum elastischen Stoß</li> <li>• Diskussion: Experiment vs. Simulation</li> </ul>

## Angestrebte Kompetenzen

- Grundkenntnisse zum Aufbau eines Großrechners und Verständnis moderner Datenverarbeitung in der Forschung
- Quantitative Anwendung der Impulserhaltung auf einfache Stoßvorgänge
- Verwenden von Computermodellen zum Abgleich mit experimentellen Methoden
- Verständnis der Zusammenhänge des vollkommen elastischen Stoßes



# SUPERCOMPUTER UND NATURWISSENSCHAFTLICHE SIMULATIONEN

## Vorbereitung

### MATERIALIEN

- Modell für Experiment: Newtonpendel (falls vorhanden Schülerexemplare)
- Arbeitsblatt(AB): Das Newtonpendel in Klassenstärke kopieren
- Lösung zum AB Newtonpendel zur Besprechung

### MÖGLICHER ABLAUF

Das Newtonpendel wird den Schülerinnen und Schülern präsentiert. Im Lehrer- oder Schülerexperiment werden interessante Eigenschaften der Stöße untersucht. (Schüler- / Lehrerexperiment)

Es werden Beobachtungen gesammelt und wesentliche Unterschiede zum unelastischen Stoß herausgestellt. (Unterrichtsgespräch)

Auf dem Arbeitsblatt können die Schülerinnen und Schüler mit Hilfe der Impulserhaltung mehrere mögliche Abläufe vorhersagen und sie unter dem Aspekt der Energie beurteilen. (Partnerarbeit)

Vorbereitungs-Arbeitsblatt:

ARBEITSBLATT

JAHRGANGSSTUFE 10 | PHYSIK

TUJ Junior

EXKURSION: LRZ

## Vorbereitung

DES RECHNERWÜRFELS UND NATURWISSENSCHAFTLICHE SIMULATIONEN

**Aufbau**

Als Newtonpendel (oder Kugelstoßpendel) bezeichnet man eine Reihe aufgehängter identischer Kugeln, die sich in ihrer Ruhelage berühren.

Lässt man beim Newtonpendel Kugeln von der linken Seite stoßen, so wird der Impuls von Kugel zu Kugel übertragen, sodass am anderen Ende Kugeln abgestoßen werden.

Man kann beobachten, dass die Anzahl der Kugeln vor dem Stoß immer gleich der Anzahl der Kugeln nach dem Stoß ist. Aber warum ist das so? Wäre es nicht auch möglich, dass sich Impuls und Energie von einer Kugel auf die anderen Kugeln verteilt? Dann würden sich beim Stoß einer Kugel am Ende alle Kugeln mit einer kleineren Geschwindigkeit bewegen.

**ARBEITSAUFTRAG 01:**

Wie bei allen physikalischen Vorgängen liegt auch dem Newtonpendel die Energieerhaltung sowie die Impulserhaltung zugrunde. Im bei einem gut justierten Pendel wird also bei den Stößen Energie und Impuls vor und nach dem Stoß gleich sein.

Kennt du noch die Formel für die kinetische Energie (Bewegungsenergie)?

Notiere die **Formeln** um die Energie und den Impuls vor und nach dem Stoß zu berechnen.

Verwende dazu die folgenden Bezeichnungen:

- $m_k$ : Kugelmasse (pro Kugel)
- $v$ : Geschwindigkeit vor dem Stoß
- $v'$ : Geschwindigkeit nach dem Stoß
- $n$ : Anzahl der Kugeln, die aufprallen
- $n'$ : Anzahl der Kugeln, die durch den Stoß abgestoßen werden.

	Vorher	.....	Nachher
Energie:	<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>		<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>
Impuls:	<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>		<input style="width: 40px; height: 15px;" type="text"/>



## SUPERCOMPUTER UND NATURWISSENSCHAFTLICHE SIMULATIONEN

# Exkursion

### CHECKLISTE

- Personalausweis mitbringen
- Brotzeit und Getränk mitbringen

### MÖGLICHER ZEITPLAN

- Vortrag etwa 30 Minuten
- Kurze Pause
- Besichtigung Supercomputer
- Besichtigung Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung

Galaxien, Natur- und Klimaphänomene, ja sogar Organe und Prozesse wie der Blutfluss lassen sich berechnen und damit digital modellieren und simulieren: Darum geht es bei dieser Exkursion für Schülerinnen und Schüler der Klasse 10 am LRZ.

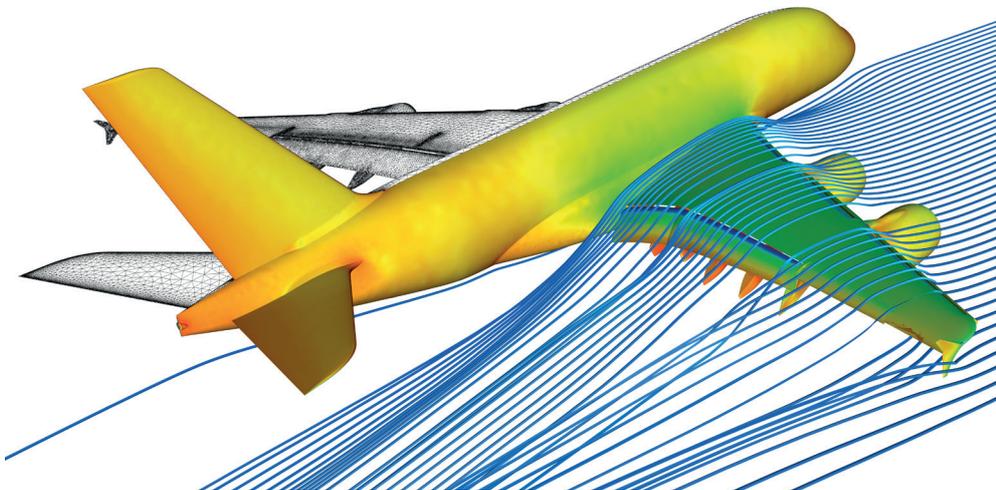


Abb.: Strömungssimulation am Flugzeugflügel. (C) DLR, CC-BY 3.0

Zum Start stellt das LRZ seine Aufgaben und verfügbaren Computertechnologien kurz vor und gibt eine Einführung ins Simulieren: Den meisten Jugendlichen sind Simulationen eigentlich schon bekannt – durch Online-Spiele. Warum aber simulieren Forschende digital Klima- und Umweltentwicklungen, ganze Galaxien oder in-zwischen auch Körper- und Organfunktionen? Oder erstellen SpezialistInnen auch in der Wirtschaft digitale Zwillinge von Prozessen, Produkten und anderen Dingen? Wir diskutieren, welche Vorteile das bringt, aber auch, wann und warum Simulationen zum Risiko werden können. Außerdem bekommen die Schülerinnen und Schüler einen ersten Einblick, wie das LRZ mit Forschenden zusammenarbeitet, was es bedeutet, wissenschaftliche Codes auf einem Supercomputer zu implementieren und welche Rolle heute Künstliche Intelligenz (KI) dabei spielt, Simulationsergebnisse auszuweiten und zu variieren. Eine weitere Erkenntnis: Für Supercomputing und auch Künstliche Intelligenz arbeiten unterschiedliche Fachdisziplinen der Wissen-



Abb.: Supercomputer SuperMUC-NG am LRZ. (C) LRZ

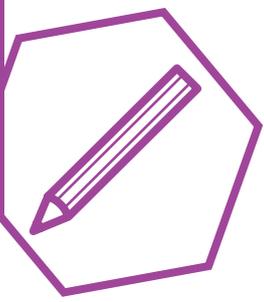
schaft eng zusammen – das eröffnet eventuell Perspektiven für die Berufswahl. Simulationen für Wissenschaft und Forschung benötigen immer mehr Rechenkraft und Leistung. Das zeigt Grenzen auf, vor allem, wenn es um die Energie-Aufnahme der Supercomputer oder KI-Cluster geht. Gegenwärtig arbeiten Industrie und Forschung daher an Techniken zur Beschleunigung des Rechnens. Dabei spielen – neben KI-fähigen Graphics Processing Units (GPU) – zunehmend Quantensysteme eine Rolle.

Nach der kurzen Einführung ins LRZ geht es in den Rechnerwürfel, wo die Jugendlichen Hoch- und Höchstleistungssysteme sowie den ersten in einen Supercomputer integrierten Quantencomputer im Betrieb sehen. Sie lernen auch den Sinn von Fernzugriff sowie unterschiedliche Maßnahmen zur Begrenzung der Energieaufnahme kennen und vertiefen ihr Wissen zur Arbeit mit Supercomputern und anderen Plattformen.



Abb.: Der Kaisersaal in virtueller Realität in der LRZ Cave. (C) LRZ

Diese Erfahrungen veranschaulicht der anschließende Besuch im Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung (V2C) am LRZ: Im kleinen Kino werden mit speziellen Brillen verschiedene Forschungs- und Simulationsergebnisse in 3D präsentiert. Außerdem können die Schülerinnen und Schüler in der fünf-seitigen LED-Cave tief eintauchen in das Innenleben eines Kryostaten, eines Kühlgerätes für Quantencomputer, oder in das bayerische Klima oder in Touristenmagnete wie den Kaisersaal der Residenz Bamberg.



# SUPERCOMPUTER UND NATURWISSENSCHAFTLICHE SIMULATIONEN

## Nachbereitung

### MATERIALIEN

- Arbeitsblatt(AB): Stoß-Simulation in Klassenstärke kopieren
- Lösung zum AB Stoß-Simulation zur Besprechung
- Tablet, Computer oder Handy wird für die Arbeit mit der Simulation benötigt

### MÖGLICHER ABLAUF

Das AB gibt den Schülerinnen und Schülern einen Überblick der zugrundeliegenden physikalischen Gesetze. Eine kurze Einführung ermöglicht es dann, dass die nachfolgenden Aufgaben mit der Simulation statt mit dem Taschenrechner gelöst werden können. (Partnerarbeit)

Nach dem Abgleich mit der Lösung sollen die Schülerinnen und Schüler über die Verwendung von Simulationen im Physikunterricht diskutieren. Es werden Vor- und Nachteile gegenüber Experimenten gesammelt und besprochen. (Gruppenarbeit und gemeinsame Besprechung)

Nachbereitung-Arbeitsblatt

ARBEITSBLATT

JAHRGANGSSTUFE 10 | PHYSIK

TUM junior

**EKKURSION: LRZ**

## Nachbereitung

DES RECHNERWÜRFELS UND NATURWISSENSCHAFTLICHE SIMULATIONEN

Untersuchung der quantitativen Eigenschaften des vollkommen elastischen eindimensionalen Stoßes zweier Kugeln mithilfe eines Simulationsprogramms

**ARBEITSAUFTRAG 01: Physikalische Grundlagen**

Erinnerung: Definition des vollkommen elastischen eindimensionalen Stoßes

1. Ein Stoß ist eindimensional, wenn \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Ein Stoß ist vollkommen elastisch, wenn \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Aus den geltenden Erhaltungssätzen ergeben sich für zwei Kugeln 1 und 2 mit den Massen  $m_1$  und  $m_2$  sowie den Geschwindigkeiten  $v_1$  und  $v_2$  vor dem Stoß und  $u_1$  und  $u_2$  nach dem Stoß die folgenden beiden Gleichungen zur Beschreibung des Stoßes:

(1)  $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$  (Erhaltungsgröße: \_\_\_\_\_ )

(2)  $\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2$  (Erhaltungsgröße: \_\_\_\_\_ )

\_\_\_\_\_ Kugeln \_\_\_\_\_ dem Stoß: