

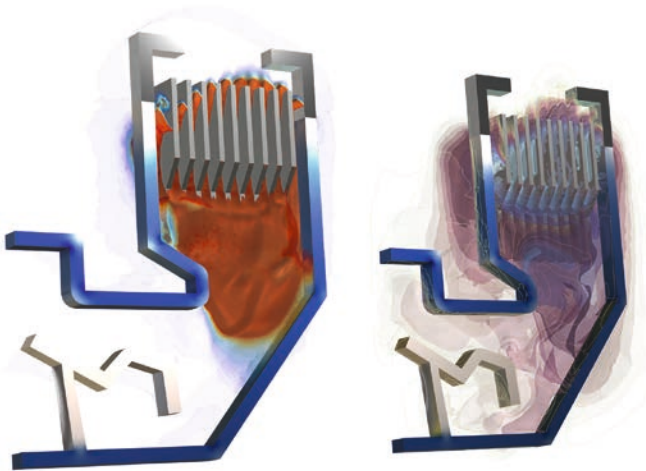
# Physik verstehen durch Simulation

## Simulation und Apps als didaktische Werkzeuge

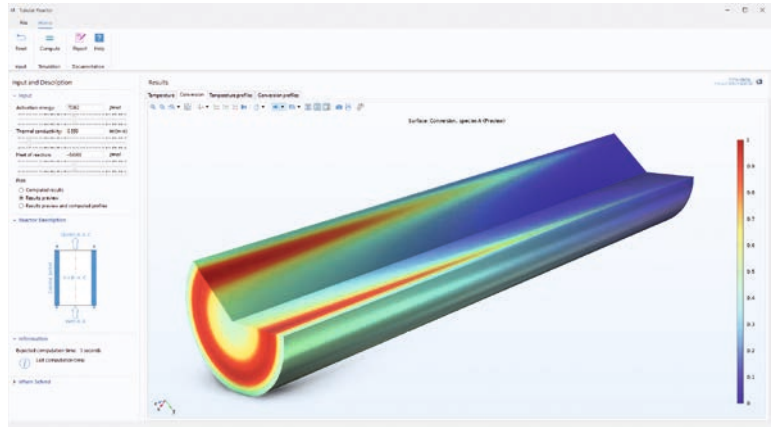
Theorie und Experiment gelten als die Grundpfeiler eines naturwissenschaftlichen Studiums. Im Rahmen der Digitalisierung hat sich mittlerweile ein weiterer Pfeiler etabliert: die numerische Simulation und Modellierung.

Reale physikalische Probleme lassen sich durch Differentialgleichungen beschreiben, die nur in wenigen, abstrakten Spezialfällen analytisch lösbar sind. Für ein anschauliches Verständnis erfolgen Experimente, welche die Auswirkungen zugrundeliegender physikalischer Gesetzmäßigkeiten zeigen können. Doch wie beobachtet man das Verhalten von Magnetfeldern in und an Supraleitern? Wie macht man die Ausbreitung von Ultraschallwellen sichtbar? Oder die Potentialverteilung eines elektrischen Feldes? Viele physikalische Konzepte entziehen sich unserer unmittelbaren Vorstellungskraft. Wie Richard Feynman betonte, können wir „kein wirkliches Bild“ elektromagnetischer Wellen zeichnen. Stattdessen operiert die Physik mit mathematischen Strukturen, deren Bedeutung sich oft erst aus ihren Konsequenzen erschließt.

Um reale Prozesse und Effekte zu verstehen, können Simulationsmodelle zum Einsatz kommen. Sie ermöglichen es, die zugrunde liegenden Gleichungen numerisch zu lösen und die resultierenden Größen räumlich und zeitlich aufgelöst darzustellen. Die Ergebnisse lassen sich visualisieren und aus unterschiedlichen Perspektiven analysieren. Dadurch entsteht ein Zugang zu physikalischen Zusammenhängen, der über die Möglichkeiten klassischer Experimente hinausgeht und insbesondere in der Lehre neue Wege eröffnet.



**Abb. 1** Die Simulation zeigt die Temperaturverteilung (links) und die elektrische Stromdichte (rechts) während der Löschdynamik eines Schaltlichtbogens in einem Niederspannungs-Leistungsschalter. Beide physikalische Größen sind im Experiment nicht sichtbar, aber das Simulationsmodell erlaubt es, sie genau zu analysieren und zu verstehen.



**Abb. 2** Um die Reaktionsprozesse in einem chemischen Rohrreaktor nachvollziehen, können Studierende eine Simulations-App nutzen. Die App lässt einfache Änderungen der Reaktionsparameter zu und liefert Ergebnisse in Echtzeit. Sie erfordert keine Simulationskenntnisse und macht chemische Reaktionen sichtbar und verständlich.

In der Praxis ist der Einsatz von Simulation in der Lehre jedoch herausfordernd: Der Aufbau numerischer Modelle erfordert Erfahrung und lenkt Studierende oft von den physikalischen Fragestellungen ab.

Abhilfe schaffen Simulations-Apps, die komplexe Modelle über eine reduzierte Benutzeroberfläche zugänglich machen. Zentrale Parameter lassen sich variieren, während die Modellierung im Hintergrund bleibt.

Ein Beispiel liefert die Lehre im Bereich der Supraleitung am Karlsruher Institut für Technologie (KIT): In Zusammenarbeit mit internationalen Partnern wurden dort frei zugängliche Simulations-Apps entwickelt, die über einen öffentlichen Server bereit stehen. Sie ermöglichen es, das Verhalten von Magnetfeldern in und an Supraleitern interaktiv zu untersuchen. Studierende können Parameter verändern und die Auswirkungen unmittelbar nachvollziehen, ohne selbst ein Modell aufbauen zu müssen.

Der Fokus verschiebt sich damit von der technischen Umsetzung hin zum Verständnis physikalischer Zusammenhänge und lädt dazu ein, Modelle explorativ zu nutzen.

Weitere Informationen:  
[comsol.de/benefits/simulation-apps](https://comsol.de/benefits/simulation-apps)



**Dr. Phillip Oberdorfer,**  
 Comsol Multiphysics GmbH, Robert-Gernhardt-Platz 1,  
 37073 Göttingen, Tel: +49 (0)551 99721-0, [info@comsol.de](mailto:info@comsol.de),  
[www.comsol.de](http://www.comsol.de)