

# Multiphysikalische Simulations Software NGSolve

Für Entwicklung und Auslegung von Maschinen und Bauteilen mit komplexen physikalischen Eigenschaften

Computersimulationen haben eine immer größere Bedeutung in der Produktentwicklung und Produktgestaltung – man denke an Crashtests oder an die Auslegung von Maschinen und Bauteilen hinsichtlich ihrer mechanischen, elektromagnetischen, strömungstechnischen, akustischen oder nano-optischen Eigenschaften und deren Optimierung. Simulationen ermöglichen Eigenschaften des Produktes am Modell zu studieren bevor Prototypen produziert werden müssen. Das spart Kosten und viel Zeit. Bei komplizierten Geometrien oder Kopplungen verschiedener physikalischer Phänomene stößt herkömmliche Simulationssoftware allerdings häufig an ihre Grenzen. Eine zuverlässige Simulation ist dann nur in unzumutbarer Rechenzeit oder gar nicht mehr möglich.

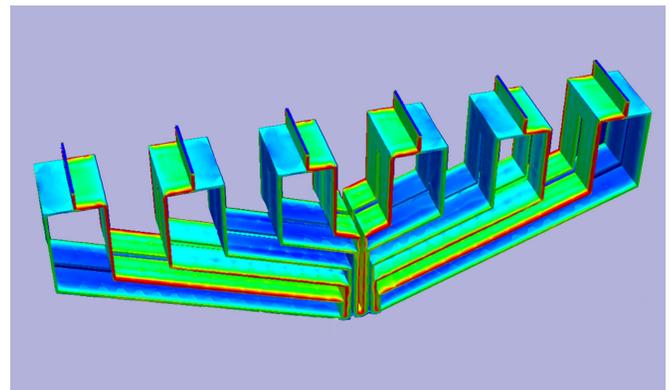
Die aktuelle mathematische Forschung liefert häufig Ansätze, solche Probleme effizient zu lösen, etwa durch neue Diskretisierungen und Lösungsmethoden, variable Polynomgrade, Einsatz von automatisierter Codegenerierung oder Parallelisierung von Algorithmen zur besseren Ausnutzung moderner Rechenarchitekturen.

## Ziel

Die Zielsetzung der Arbeitsgruppe um Prof. Joachim Schöberl am Institut für Analysis and Scientific Computing der TU Wien ist, jeweils den Stand der Wissenschaft für die Industrie verfügbar zu machen und ihr besonders flexible, hoch effiziente und kostengünstige Softwaretools für verschiedenste Anwendungen in unterschiedlichen Branchen der Wirtschaft zur Verfügung zu stellen.

## Lösung

Prof. Schöberl entwickelt mit seinen Mitarbeiter\_innen bereits seit 25 Jahren, oft in Kooperation mit Unternehmen, die Softwarepakete Netgen und NGSolve, die in modularer Form aufgebaut sind und dem aktuellen Stand der Wissenschaft entsprechen.



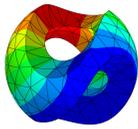
Verlustdichte in einer Sammelschiene – durch Wirbelströme in den äußersten Schichten

Die Programme werden über eine freie Lizenz (LGPLv2) kostenlos zur Verfügung gestellt. Jeder Anwender kann sie kostenfrei nutzen, adaptieren und in seinen Workflow integrieren. Bei besonders herausfordernden Aufgabenstellungen ist die Arbeitsgruppe von Prof. Schöberl gerne behilflich.

## Besonderheiten

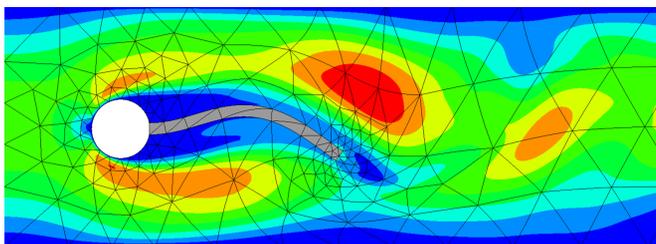
**Netgen** ist ein mittlerweile sehr verbreiteter Netzgenerator, der insbesondere bei speziellen Geometrien, wie dünnen Schichten oder langgezogenen Strukturen, Anwendung findet. Hier besticht **Netgen** durch spezielle Vernetzungstechniken, die eine kleine Elementanzahl und damit wenig Rechenaufwand ermöglichen. Wegen seiner Effizienz und Robustheit wird **Netgen** auch in einer Reihe von kommerziellen Simulationsprogrammen verwendet.

**NGSolve** ist ein Finite Elemente Paket, das zur Lösung von Differentialgleichungen auf den mittels **Netgen** vernetzten Geometrien verwendet wird. Beide Pakete sind in modernem C++ programmiert, sowohl shared-memory (C++11 Threads) als auch distributed-memory (MPI) parallel und für moderne Hardwarestrukturen optimiert.



## Ergebnisse

Für den Anwender ist eine Simulation seiner Komponenten und Systeme rasch möglich. Netgen und NGSolve können über ihre graphische Benutzeroberfläche intuitiv genutzt und für die jeweilige spezielle Anwendung leicht angepasst werden. Durch ihr Python Interface sind sie einfach in die beim Anwender bestehenden Workflows zu integrieren, da andere Software oft selbst ein Python Interface besitzt oder durch Python steuerbar ist. Beide Programmpakete können auch unabhängig voneinander vom Anwender genutzt und an seine bestehenden Programme angebunden werden.



Bei gekoppelten Phänomenen ist NGSolve höchst effizient – hier: elastische Flosse in einer Strömung

## Anwendungen

Netgen wurde von verschiedenen Softwareunternehmen als Netzgenerator in ihre Modellierungs- und Simulationstools integriert – zum Beispiel in Salome, FreeCAD oder Z88. NGSolve wird erfolgreich von Industrieunternehmen verwendet, wobei häufig die Kopplung verschiedener physikalischer Phänomene benötigt wird.

Anwender sind unter anderem:

- Siemens Transformers (Transformatoren)
- Schlumberger (Bohrlochsensorik)
- Endress+Hauser (Durchflusssensorik)
- Toyota (Formoptimierung)

Hier kommen die Features der Programme zur Entfaltung, die mit NGSolve beispielsweise die Eindringtiefe der Felder in die dünnen Abschirmungen des Transformators gut auflösen oder mit Netgen das langgezogene Bohrloch mit wenigen Elementen vernetzen können. Auf diese Netze werden dann speziell für Elektrodynamik, Akustik oder Strömungsmechanik in NGSolve entwickelte Algorithmen angewandt. Durch dieses Zusammenspiel des Netzgenerators mit dem Finite Elemente Paket können auch höchst komplexe Problemstellungen auf herkömmlichen Desktop-PCs in wenigen Minuten gelöst werden. So sind auch automatische Optimierungen und Parameterstudien möglich.

## Ihre Vorteile

- freie open source Software: beide Pakete können kostenlos genutzt, verteilt und modifiziert werden (LGPLv2 Lizenz)
- plattformunabhängig (Windows, MacOSX, Linux)
- Downloads auf [www.ngsolve.org](http://www.ngsolve.org)
- flexible und rasche Anpassung an sich ändernde Bedürfnisse
- Unterstützung durch Team der TU Wien bei Adaptierung auf eigene Bedürfnisse und Integration in eigenen Workflow
- kostenfreier Zugang zu Updates, welche den aktuellen Stand der mathematischen Wissenschaften nutzbar machen

## Kontakt

Univ.Prof. Dr. Joachim Schöberl  
TU Wien – Institute für Analysis und  
Scientific Computing  
[www.asc.tuwien.ac.at/cme](http://www.asc.tuwien.ac.at/cme)  
+43 1 58801 10128  
[joachim.schoeberl@tuwien.ac.at](mailto:joachim.schoeberl@tuwien.ac.at)