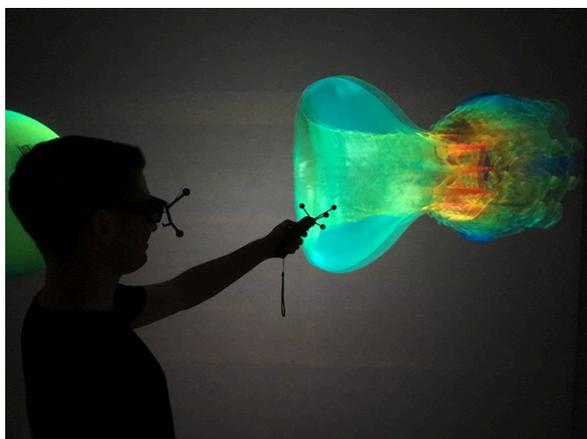


## Ergebnisse in Kürze

### Neueste Modellsimulationen lüften die Geheimnisse komplexer Flüssigkeitsströme

In der Medizin werden mit Stoß- bzw. Druckwellen spezifisch und nicht-invasiv Flüssigkeitsprozesse gesteuert, etwa wenn Nierensteine zertrümmert oder Wirkstoffe transportiert werden müssen.



© Nils Hoppe

Die Dynamik von Flüssigkeiten oder Gasen (Fluidodynamik) spielt in viele Aspekte des Alltags hinein. So funktionieren Körper, Motoren, Windräder und sogar Wetterphänomene nach strömungsmechanischen Prinzipien. Diese Prinzipien gelten für alle Größenordnungen, von mikroskopisch kleinen Aerosolen, die mit Viren beladen sind, bis hin zu kosmischen Ereignissen wie einer Supernova.

Ein besonderes Phänomen der Strömungsmechanik sind Stoßwellen, die plötzliche Temperatur- oder Druckveränderungen auslösen können. Bekannt ist etwa der Überschallknall, wenn ein Flugzeug mit Überschallgeschwindigkeit fliegt. Mit Stoßwellen lassen sich zudem Flüssigkeitsprozesse steuern.

Das EU-finanzierte Projekt [NANOSHOCK](#)  untersuchte nun Wechselwirkungen zwischen Stoßwellen, wenn Grenzflächen unterschiedlicher Materialien aufeinandertreffen, insbesondere bei Phasengrenzen in Flüssigkeitströpfchen, die aus Luft und Flüssigkeit bestehen und durch Stoßeinwirkung zerstäubt werden

können.

„Genauere Kenntnisse dieser Vorgänge eröffnen neue Wege, auf mikroskopischer Ebene Wirkstoffe in einzelne Zellen einzubringen. Dabei wird die Zelle kurz perforiert, um einen therapeutisch genau dosierten Wirkstoff einzuschleusen“, erklärt Forschungsleiter Nikolaus Adams von der [Technischen Universität München](#) .

Eine wichtige Entwicklung von NANOSHOCK war die numerische Simulationsumgebung „ALPACA“. „Mit 20 000 Codezeilen ist ALPACA eine der fortschrittlichsten Simulationsumgebungen für große Laborsimulationen komplexer Flüssigkeitsströme“, so Projektkoordinator Stefan Adami.

„Wir entwickelten bahnbrechende numerische Methoden mit höchster Genauigkeit und Effizienz für ein virtuelles strömungsphysikalisches Labor.“

ALPACA ist eine [Open Source-Software](#)  für die wissenschaftliche Forschung. Ihr modularer Aufbau kann für jedes strömungsphysikalische Modell, das auf Erhaltungsgleichungen basiert, angepasst und erweitert werden. Ergänzend kommen mehrere Tools für Nachbearbeitungen sowie Datenanalysegeräte hinzu.

## Analyse realistischer physikalischer Phänomene

Ein Schwerpunkt von NANOSHOCK war die Analyse von Interaktionen zwischen Stoßwellen und Phasengrenzen.

An Phasengrenzen treffen flüssige und gasförmige Formen derselben Substanz aufeinander (Wasser und Wasserdampf), sie entstehen aber auch in Flüssigkeitsgemischen (Öl-Wasser). Diese Phasengrenzen sind wichtige Akteure chemischer Prozesse, die auch für die biomedizinische Forschung interessant sind.

ALPACA ermöglichte die hochgenaue Analyse verschiedenster Dynamiken bei Stoßwellen und Phasengrenzen in unterschiedlicher zeitlicher und räumlicher Auflösung. Da hier allerdings mikrometerkleine Strukturen innerhalb von Mikro- und Nanosekunden interagieren, ist die experimentelle Praxis meist schwierig.

„Wir untersuchten einen bislang neuen Mechanismus, bei dem die Druckwelle eine Ölkapsel aufbricht, die mit einem flüssigen Medikament in einer Gasblase gefüllt ist. Durch die Druckwelle wird das im Innern befindliche Gas zusammen mit dem Material als hochfokussierter, separater und genau dosierter Mikrostrahl durch ein Zellmembransurrogat gespritzt. Ob und wie sich dies für den gezielten Wirkstofftransport nutzen lässt, untersuchen wir derzeit genauer“, ergänzt Adams.

Hierfür wurden neue hochauflösende numerische Simulationen der Gas- und

Flüssigkeitsdynamik entwickelt, die [Level-Set-Methode](#) zur Darstellung von Phasengrenzen angewandt und Parallelkalkulationen für Simulationen auf Hunderttausenden Supercomputer-Zentraleinheiten ausgeführt.

## Effizientere Anwendungen

Mit der ALPACA-Simulationsumgebung können grundlegende physikalische Phänomene untersucht, Kenngrößen für verschiedenste Anwendungen optimiert und neue Lösungen gefunden werden.

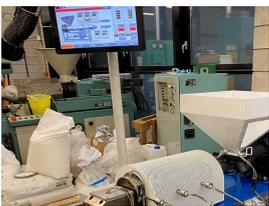
„Unsere Modelle könnten als Datengeneratoren zur Erforschung von unbekanntem physikalischen Mechanismen und Zusammenhängen zwischen Strömungsphänomenen fungieren“, sagt Adams.

Die Zusammenarbeit mit anderen Forschungsgruppen wird noch weitergeführt, etwa bei der Anwendung numerischer Daten in experimentellen Versuchen zur Herstellung von Nanopartikeln. In einem weiteren Kooperationsvorhaben entwickelt die Arbeitsgruppe genauere Berechnungsmethoden für Schmelzflüsse in der additiven Fertigung von Metallkomponenten.

## Schlüsselbegriffe

NANOSHOCK, Wirkstoffabgabe, Fluidodynamik, Fluidmechanik, Fluid, Flüssigkeiten, Gas, Stoßwellen, Tröpfchen, Zellen, Mikrometer, Nanosekunde, Simulation

## Entdecken Sie Artikel in demselben Anwendungsbereich



Verbesserte Maschinen für die Herstellung von Verbundwerkstoffen





Produktionssteigerung bringt Nanomedizin der Vermarktung näher



Wasser- und energieeffizientes Luftfeuchtigkeitssystem zur Steigerung der Produktivität von Textil- und Vliesstofffabriken



Freie Bahn für eine 3D-Druck-Revolution in Europa



## Projektinformationen

**NANOSHOCK**

ID Finanzhilfvereinbarung: 667483

[Projektwebsite](#)

**DOI**

[10.3030/667483](https://doi.org/10.3030/667483)

Projekt abgeschlossen

**Finanziert unter**

EXCELLENT SCIENCE - European Research Council (ERC)

**Gesamtkosten**

€ 2 353 438,00

**EU-Beitrag**

€ 2 353 438,00

**Koordiniert durch**

**EK-Unterschriftsdatum**

17 Juni 2015

TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
MÜNCHEN

Germany

**Startdatum**

1 Dezember 2015

**Enddatum**

30 November 2020

**Letzte Aktualisierung:** 21 Mai 2021**Permalink:** <https://cordis.europa.eu/article/id/430033-advanced-modelling-reveals-the-secrets-of-complex-fluid-flows/de>

European Union, 2025