

Flow on thin fluid sheets

Ergebnisse in Kürze

Erstes Modell zur genauen Vorhersage des Strömungsverhaltens von Dünnschichten

Die Berechnungsmodelle von SURFING zur Vorhersage der Entwicklung der Dünnschichtströmung haben sich als genau und für verschiedene industrielle Szenarien geeignet erwiesen.



GRUNDLAGENFORSCHUNG



Der Begriff Dünnschichtströmung bezieht sich auf das Verhalten einer dünnen Flüssigkeitsschicht, die sich auf einer festen Oberfläche ausbreitet, diese überzieht oder darüber fließt. Sie wird in einer Reihe von Anwendungen beobachtet, von der Biomedizin bis zur Automobilindustrie.

Es ist zeitaufwändig und teuer, die Entwicklung der Dünnschichtströmung experimentell nachzuvollziehen. Daher wird stattdessen auf Computermodelle zurückgegriffen. Die Komplexität der Interaktionen in der Strömung macht dies jedoch zu einer Herausforderung.

„Erstens ist es schwierig, die Auswirkungen der Spannung an der Grenzfläche zwischen Flüssigkeit und Oberflächen sowie zwischen Flüssigkeit und Luft zu messen. Zweitens ist die Validierung eines Modells durch die Schwierigkeit, Dünnschichten experimentell in kleinen Maßstäben zu charakterisieren, nicht einfach“, erklärt [Pratik Suchde](#), Leiter des im Rahmen der [Marie-Sklódowska-Curie-Maßnahmen](#) finanzierten Projekts SURFING von der [Universität Luxemburg](#), dem Träger des Projekts.

Suchde hat ein neuartiges Computermodell entwickelt, das speziell für die Simulation von Dünnschichtströmungen konzipiert ist und erfolgreich in der Automobil- und Lebensmittelverarbeitungsindustrie eingesetzt wurde.

Entwicklung von Modellen

Nach einer Analyse der wichtigsten Annahmen, die den bestehenden Dünnschicht-Strömungsmodellen zugrunde liegen, stellte Suchde einige fest, die ihre Anwendbarkeit einschränken.

Daraufhin wurde ein maßgeschneidertes Modell entwickelt, das von einem aus mehreren sich zusammenschließenden Flüssigkeitströpfchen bestehenden dünnen Flüssigkeitsfilm ausgeht. Die Dünnschichtdicke wird dann auf der Grundlage der Tröpfchenverteilung aufgebaut.

Durch die Berechnung der auf jedes Tröpfchen einwirkenden Kräfte gelangte das Team zu einer Gleichung (ähnlich der [Cauchy-Impulsgleichung](#)), die als Grundlage für die Berechnung des späteren Flüssigkeitsströmungsverhaltens verwendet werden kann.

Das Modell wurde in drei Teile aufgeteilt, die jeweils einer unabhängigen Validierung unterzogen wurden. Der erste Teil wurde anhand experimenteller Daten validiert, für den zweiten wurden theoretische Näherungen verwendet, während der dritte Teil anhand bestehender Dünnschichtmodelle aus der Literatur validiert wurde.

„Schließlich wurde das gesamte Modell anhand von rechenintensiven Strömungssimulationen von Volumenflüssigkeit validiert. Dadurch wurde ein Maßstab gesetzt, der nicht auf Dünnschichtnäherungen angewiesen ist. So erhielten wir auch ein umfassendes Verständnis dafür, wie die drei validierten Teile des Modells zusammen funktionieren“, fügt Suchde hinzu.

Simulationen als Anwendungsnachweis

Mit Blick auf die Automobilindustrie interessierte sich das SURFING-Team besonders für die Getriebeschmierung. Dabei wird üblicherweise eine Flüssigkeit auf Ölbasis verwendet, um den Verschleiß, die Reibung und die Wärmeentwicklung zwischen den Zahnrädern zu verringern.

Aktuelle Dünnschichtmodelle gehen in der Regel von einem vollständig entwickelten Flüssigkeitsfilm zwischen den Zahnrädern aus, aber in manchen Situationen (z. B., wenn Schmiermittel eingebracht wird, nachdem es vollständig verbraucht wurde) ist es entscheidend, auch die Bildung der dünnen Flüssigkeitsschicht zu modellieren.

Mithilfe von Industriepartner-Daten konnte das Team diesen Prozess genau modellieren.

SURFING befasste sich auch mit der Lebensmittelverarbeitungsindustrie – insbesondere mit der Verwendung von wasserbasierten Reinigungsflüssigkeiten mit Strahlantrieb zur Entfernung von Lebensmittelresten in großen Schalen.

Die Forschenden stützten sich erneut auf Daten eines Industriepartners und verwendeten zunächst Strömungsmodelle von Volumenflüssigkeit, um den Reinigungsflüssigkeitsstrahl zu simulieren. Beim Auftreffen des simulierten Strahls auf die Schale erkannten die Algorithmen des SURFING-Modells automatisch die Bildung einer Dünnschicht und schalteten von der Volumenströmung auf die Modellierung der Dünnschicht um.

„Unser neues Modell simuliert solche komplexen Fälle viel schneller als bisherige Methoden. Es ist das erste Mal in der Flüssigkeitsströmungssimulation, dass ein Modell eine solche dynamische Anpassungsfähigkeit aufweist“, sagt Suchde.

Optimierte Industrieverfahren

Die Modellierung von SURFING könnte dazu beitragen, die Entwicklungszyklen in der Industrie zu verkürzen und damit den Herstellern sowie letztlich auch den Verbrauchenden Geld zu sparen. Verbesserte Designs könnten aber auch zur Senkung der Wartungskosten beitragen.

Auch für die Umwelt wird es wahrscheinlich Vorteile geben. So könnte beispielsweise durch eine effizientere Reinigung in der Lebensmittelverarbeitung der Energieverbrauch gesenkt und gleichzeitig die Abfallmenge minimiert werden.

Das Team verbessert derzeit die Leistung seiner Modellierung und erforscht gleichzeitig die möglichen kommerziellen Anwendungen.

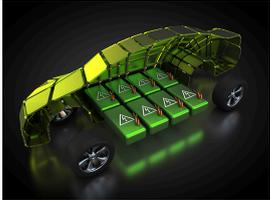
Schlüsselbegriffe

SURFING, Flüssigkeit, Strömung, Modell, feste Oberfläche, Simulationen, Automobil, Lebensmittelverarbeitung

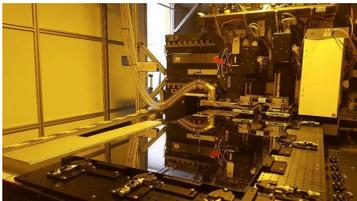
Entdecken Sie Artikel in demselben Anwendungsbereich



Zwei EU-finanzierte Forscher erhalten Wolf-Preis 2025



Erforschung von Lithiumionen zugunsten besserer Batterien für Elektrofahrzeuge



Schnelle Produktion gedruckter Elektronik mit auf Nanomaterialien basierender Tinte ermöglichen



Durch Nanotechnologie ermöglichte Verbesserungen an Werkstoffen und Verfahren öffnen den Markt für optimierte Bauteile



Projektinformationen

SURFING

Finanziert unter

ID Finanzhilfvereinbarung: 892761

EXCELLENT SCIENCE - Marie Skłodowska-Curie
Actions

[Projektwebsite](#) 

DOI

[10.3030/892761](https://doi.org/10.3030/892761) 

Projekt abgeschlossen

EK-Unterschriftsdatum

22 April 2020

Gesamtkosten

€ 178 320,00

EU-Beitrag

€ 178 320,00

Koordiniert durch

UNIVERSITE DU LUXEMBOURG

 Luxembourg

Startdatum

1 November 2020

Enddatum

28 Februar 2023

Letzte Aktualisierung: 5 September 2023

Permalink: <https://cordis.europa.eu/article/id/445709-first-model-to-accurately-predict-thin-film-flow-behaviour/de>

European Union, 2025