

Fluid-Simulation

Englisch: Fluid Simulation

VFX/TECHNIK

VFX-Technik zur Simulation realistischen Flüssigkeitsverhaltens einschließlich Wasser, Blut und anderen Fluiden.

Überblick Fluid Simulation (deutsch: Fluidsimulation, Strömungssimulation) bezeichnet im VFX-Kontext keine physische Set-Ausrüstung, sondern eine Computergrafik-Technik: die physikalisch motivierte Berechnung des Verhaltens von Fluiden – also Flüssigkeiten und Gasen – am Computer. Damit werden Effekte wie Wasser, Ozeane, Splashes, Rauch, Nebel, Feuer und Explosionen erzeugt, die sich nicht praktisch am Set drehen lassen oder zu groß, zu teuer oder zu gefährlich wären. Die Simulation löst (näherungsweise) die strömungsmechanischen Grundgleichungen – die Navier-Stokes-Gleichungen bzw. die Euler-Gleichungen. Anders als in der wissenschaftlichen Strömungssimulation (CFD) steht im Film nicht die exakte physikalische Korrektheit im Vordergrund, sondern die visuell überzeugende Erscheinung. Das Ergebnis wird anschließend gerendert und mit der gedrehten Realbild- oder CG-Sequenz zusammengesetzt (Compositing). Funktionsweise und Ansätze Für die Simulation existieren mehrere grundlegende Verfahren, die sich darin unterscheiden, wie das Fluid räumlich repräsentiert wird: Gitterbasiert (Eulerisch): Der Raum wird in ein Voxel-Gitter unterteilt; pro Zelle werden Größen wie Geschwindigkeit, Dichte und Temperatur gespeichert. Typisch für Rauch und Feuer. Partikelbasiert (Lagrangesch): Das Fluid wird durch viele bewegliche Partikel dargestellt (z.B. SPH – Smoothed Particle Hydrodynamics). Hybridverfahren (PIC/FLIP): Kombiniert Partikel und Gitter. FLIP (Fluid-Implicit Particle) ist ein verbreiteter Ansatz für hochaufgelöste Flüssigkeiten, Splashes und Wasseroberflächen. Level-Set-Methoden: Beschreiben die Fluidoberfläche implizit; werden u.a. für komplexes 3D-Wasser, Rauch und Feuer eingesetzt. Historisch prägend waren u.a. die 3D-Navier-Stokes-Implementierung von Foster und Metaxas (1996), die "Stable Fluids"-Methode von Jos Stam (1999) mit semi-Lagrangescher Advektion sowie die Erweiterungen von Ronald Fedkiw und Mitautoren (ab 2001/2002) für Rauch, Feuer und Wasser mittels Level-Set-Verfahren. Software und Werkzeuge Fluidsimulation ist ein eigenständiges Fachgebiet im VFX-Department (FX-Artists/TDs). Gängige Werkzeuge sind: Werkzeug Hersteller Schwerpunkt Houdini (FLIP, Pyro FX) SideFX Wasser/Liquids, Rauch, Feuer, Explosionen Bifrost Autodesk (Maya) Fluids und 3D-VFX Phoenix (Chaos Phoenix) Chaos Feuer, Rauch, Flüssigkeiten, Ozeanwellen RealFlow Next Limit Flüssigkeiten Mantaflow Open Source (in Blender, seit 2020) Rauch, Feuer, Flüssigkeiten Einsatz in der Produktion Fluidsimulationen werden in der Postproduktion eingesetzt und gehören zu den rechenintensivsten VFX-Aufgaben; hochaufgelöste Sims werden typischerweise auf der Renderfarm berechnet. Bekannte Anwendungsbeispiele reichen von Wasser- und Ozeaneffekten über magische Effekte bis zu großflächigen Feuer- und Explosionsszenen in Blockbustern. Am Set entspricht die physische Entsprechung dieser Effekte den praktischen Atmosphären- und SFX-Gewerken (z.B. Nebelmaschinen, Wasser-Rigs, pyrotechnische Effekte) – die digitale Fluid Simulation ergänzt oder ersetzt diese, wenn praktische Umsetzung nicht möglich oder zu riskant ist.