

Aus der Forschung

Simulation von Mikropartikeln mit PALADIN

In zahlreichen Anwendungsgebieten sind kleine Partikel unterschiedlichen Ursprungs ein problematischer Faktor. Dies betrifft vor allem optische Anwendungen, in denen Fremdkörper die optischen Schichten beeinträchtigen können, aber auch beispielsweise den Bereich der Raumlüftung, wo Mikropartikel wie Staub oder Aerosole beseitigt werden sollen. Zu diesem Zweck wurde am Fraunhofer IST die Simulationssoftware PALADIN entwickelt, welche das Verhalten von Mikropartikeln in variablen Geometrien und unterschiedlichen Situationen numerisch modelliert.

Die Software

Die Simulationssoftware PALADIN (**PlasmA LAttice Dust INtegrator**) wurde entwickelt, um das Verhalten von Mikropartikeln in verschiedenen Umgebungen zu untersuchen. Der ursprüngliche Anwendungsfall waren Plasma-Beschichtungsanlagen, in denen Partikel massive Schäden verursachen und somit die Produktionseffizienz herabsetzen können.

Durch Simulation dieser Anlagen mit PALADIN können potenzielle Gefahrenherde erkannt und Lösungsstrategien entworfen werden. Außerdem ist es möglich, beliebige hypothetische Anlagenkonfigurationen zu testen, ohne diese extra bauen zu müssen. Die erforderlichen Eingabeparameter von PALADIN sind neben der Geometrie des Szenarios z. B. die Strömungsgeschwindigkeit oder die Dichte des umgebenden Mediums sowie die Startbedingungen der Mikropartikel.

Anwendung von PALADIN für optische Schichten

Eine beispielhafte Anwendung der PALADIN-Software ist die Simulation der Magnetron-Sputtering-Beschichtungsanlage EOSS®. Abbildung 1 zeigt ein Ergebnis der PALADIN-Simulationläufe für ein einzelnes Teilchen, das zwischen zwei Targets und einem zu beschichtenden Substrat hin- und herpendelt. Dabei wird deutlich, dass das Partikel in der Nähe des Substrats durch das lokale Plasma besonders stark geladen und somit stärker beschleunigt wird, was das Risiko einer Kollision mit dem Substrat – und somit einer Beschädigung – erhöht.

Simulation von Luftströmungen mittels PALADIN

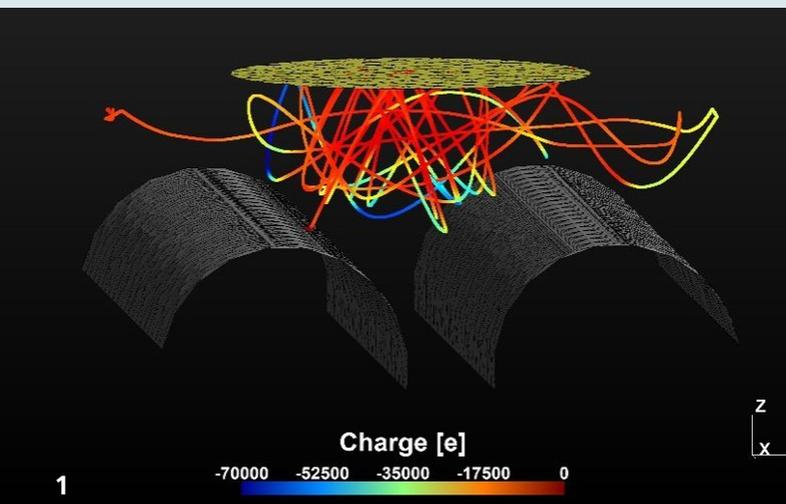
Ein weiteres Anwendungsspiel für PALADIN ist z. B. die Simulation von atmosphärischen Luftströmungen. Insbesondere die Simulation von Aerosolen kann zukünftig von besonderem Nutzen sein, da sich Viren wie bspw. das Corona-Virus im Allgemeinen auf diesem Weg verbreiten. Mit PALADIN ist es möglich, das Infektionsrisiko in verschiedenen Szenarien auf Basis der vorhandenen Luftströmungen zu überprüfen.

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen beispielhafte Simulationen solcher Szenarien: In Abbildung 2 sind die Bewegungsabläufe von Aerosolpartikeln in einem idealisierten Krankenzimmer mit Lüftungsgerät zu sehen, Abbildung 3 zeigt einen Luftstrom in einer Pumpe.

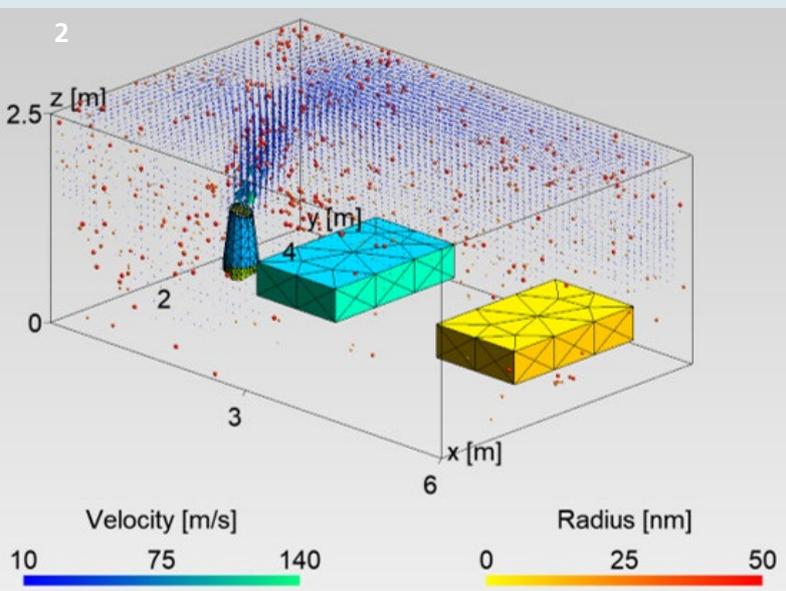
Darüber hinaus lässt sich PALADIN auch auf weitere potenzielle Anwendungszwecke wie z. B. für die Simulation der Partikelausbreitung in astronomischen Kontexten erweitern.

Das Projekt

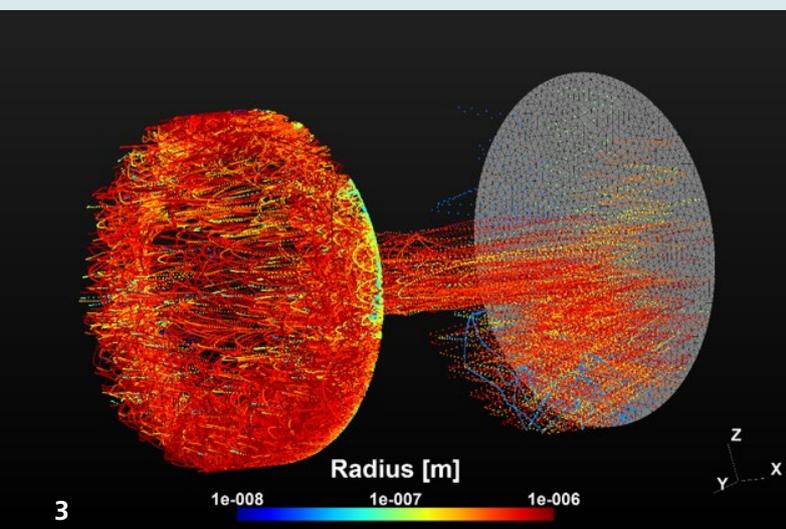
Die PALADIN-Software wurde innerhalb des Projekts »EVA-PORE – Entstehungsdetektion und Vermeidungsstrategien von Mikropartikeln in Plasmabeschichtungsprozessen für die optische Industrie« entwickelt. Dabei handelt es sich um ein IGF-Projekt (Fördernummer 18590 N) der Forschungsvereinigung Feinmechanik, Optik und Medizintechnik e. V.



Mit PALADIN simulierter Bahnverlauf eines Teilchens in der EOSS®-Anlage, mit Partikelladung farblich dargestellt.



Simulation der Bewegung von Partikeln in einem Krankenzimmer mit Lüftungsanlage.



Simulierte Bewegungen von Partikeln unterschiedlicher Größen in einer Pumpe.



Kontakt

Philipp Schulz, M.Sc.
 Telefon +49 531 2155-668
 philipp.schulz@ist.fraunhofer.de