

Reinigungswirkung virtuell testen

Festenberg, Dr. Niels v., Innovations- und Simulationsservice Festenberg, André Boye,

Norbert Ebersbach, ADVITEC Informatik GmbH

Kontakt: Niels v. Festenberg, kontakt@festenberg.com

Die regelmäßige Reinigung von Maschinen und Anlagenteilen ist integraler Bestandteil der Lebensmittel-, Pharma-, Kosmetik- und Chemieproduktion. Gesetzliche Hygienestandards gewährleisten dabei ein einheitlich hohes Qualitätsniveau. Nun lässt sich vor allem in der Lebensmittelherstellung eine Entwicklung zu zunehmend verschärften Hygienebestimmungen beobachten. Die Gründe hierfür liegen einerseits im wachsenden Markt für naturbelassene Lebensmittel mit verlängerter Haltbarkeit sowie andererseits im Trend zur flexiblen Produktion in kleineren Chargen, d.h. mehr Reinigungszyklen pro Tag oder Woche. Dadurch gewinnt auch die messbare Gewährleistung von Hygienestandards weiter an Relevanz. Aufgrund steigender Effizienzerwartungen in der Lebensmittelverarbeitung besteht demgegenüber ein erheblicher Bedarf, die Reinigungszeiten zu verkürzen, um die Zykluszeiten zu verkürzen (z.B. bei der Reinigung von Einzelteilen) und so die Maschinenverfügbarkeit zu erhöhen.

Eine Möglichkeit, diese kostensparende Effizienz bei optimaler Hygiene zu erreichen, sind vollautomatische Sprühreinigungssysteme, die allerdings derzeit noch kostspielig sind. Eine andere Möglichkeit stellen von vorneherein ideale Sprühdüsenkonfigurationen dar. Das Design solcher komplexen Systeme stellt jedoch eine große Herausforderung dar: Sie müssen so ausgelegt sein, dass das Reinigungsmittel jede Zielfläche mit einer bestimmten, minimalen Intensität erreicht. Dabei bestimmen gerade die am schwierigsten zu reinigenden Bereiche die Gesamtreinigungszeit. Üblicherweise wird hier mit erheblichen Redundanzen gearbeitet, die natürlich einen letztlich unnötigen Reinigungsmittelverbrauch bedeuten. Bei fest verbauten CIP-Systemen (CIP = „Cleaning in place“) gilt dies umso mehr, als hier ein Kostenanreiz besteht, das System nicht nachträglich anpassen zu müssen (wie es z.B. nach fehlgeschlagenem Riboflavin-Tests der Fall wäre).

An dieser Problemstellung setzt das Projekt SIMKOR an. Seine Zielsetzung ist die interaktive Simulation der Reinigungswirkung komplexer Sprühsysteme – zur Erreichung größerer Planungssicherheit bei minimiertem Reinigungsressourcenaufwand.

Das Projekt SIMKOR

SIMKOR steht für die „Entwicklung einer Software (SIMKOR) zur Simulation komplexer Spritzreinigungssysteme“. Es wird als ein Verbundprojekt dreier Unternehmen getragen: der Advitec Informatik GmbH, dem Innovations- und Simulationsservice Festenberg und dem Fraunhofer IVV Dresden. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert das Projekt mit dem Ziel eines kommerziell verwertbaren Demo-Prototyps.

Für hygienekritische Produktionsanlagen, die in einer virtuellen Entwicklungsumgebung erstellt werden, ermöglicht SIMKOR, verschiedene Designvariationen virtuell auf dessen Reinigbarkeit hin zu optimieren. Gegenwärtig gibt es diese Möglichkeit noch nicht.

Reinigung simulieren – eine Herausforderung

Die Herausforderung liegt darin, den physikalisch und chemisch hochkomplexen Reinigungsvorgang mit einer praktisch hinreichend abgesicherten Heuristik zu numerisch vorhersagbar zu machen. Der Schwerpunkt liegt auf der CIP-Sprühreinigung mit einer großen Anzahl von Düsen unter Verwendung von statischen und rotierenden Tankreinigern mit komplexen Sprühmustern. Dabei werden, wie in Abb. 1 gezeigt, die drei wesentlichen Zonen von Sprühreinigungsdüsen betrachtet, ausgehend von umfangreichen Messreihen des Fraunhofer IVV. Die Besonderheit von SIMKOR liegt darin, dass die Reinigungswirkung nicht mikroskopisch exakt simuliert wird, sondern ein statistischer Ansatz verfolgt wird, der nur die klar messbaren Eingangs- (Düsencharakteristiken) und Ausgangsgrößen (Abreinigung einer Standardverschmutzung) korreliert. Dabei wird bei SIMKOR in erheblichem Umfang auf die Rechenkapazität der GPUs (Computergraphikkarten) zurückgegriffen.

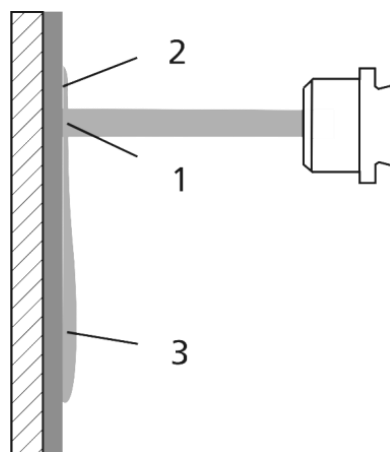


Abb. 1 Betrachtete Zonen der Reinigungswirkung: (1) direkter Auftreffbereich, (2) Schwallwasser, (3) abfließendes Wasser.

Der aktuelle Projektstand zeigt, dass dieser Ansatz die methodische Lücke zwischen aufwändigen Reinigungs- oder Sprühschattentests auf Prototypebene und sehr komplexen, mehrphasigen Computational Fluid Dynamics (CFD) -Simulationen schließen kann.

SIMKOR Softwarefunktionalität und der aktuelle Projektstand

Um nach Projektabschluss eine hohe Marktakzeptanz zu erreichen, basiert der Softwareprototyp auf einem der Hauptaustauschformate von CAD-Anwendungen (Computer aided design), nämlich dem STEP-Format. Durch die Auslagerung der Simulation auf die GPU ist die Software weitgehend interaktiv, so dass Änderungen des Reinigungsergebnisses durch Änderungen des Reinigungssystems (z. B. einer Düsenrichtung) zeitnah auf dem Bildschirm angezeigt werden. Auf diese Weise können komplexe Reinigungssysteme effizient entworfen und virtuell optimiert werden. Zur industriellen Nutzung ist es wesentlich, dass Konstrukteure ohne fundierte CFD-Kenntnisse die Software zuverlässig bedienen können. Daher wurde auf die Bedienungsfreundlichkeit für diesen Nutzerkreis besonders eingegangen. Die Reinigungssimulation ist so konzipiert, dass sie eine untere Abschätzung der zu erwartenden Reinigungswirkung berechnet. Experimentell validiert ist die Simulation gegen einige tausend standardverschmutzte Versuchsaufbauten und deren Reinigung mit definierten Düsenkonfigurationen. Wenn die Simulation nun unzureichende Reinigungswirkung errechnet, kann der Konstrukteur mit der Software frühzeitig reagieren und die Konstruktion seine Anlagen überarbeiten. Das konzeptionelle Design der Schnittstellen der Software ist in Abbildung 2 dargestellt.

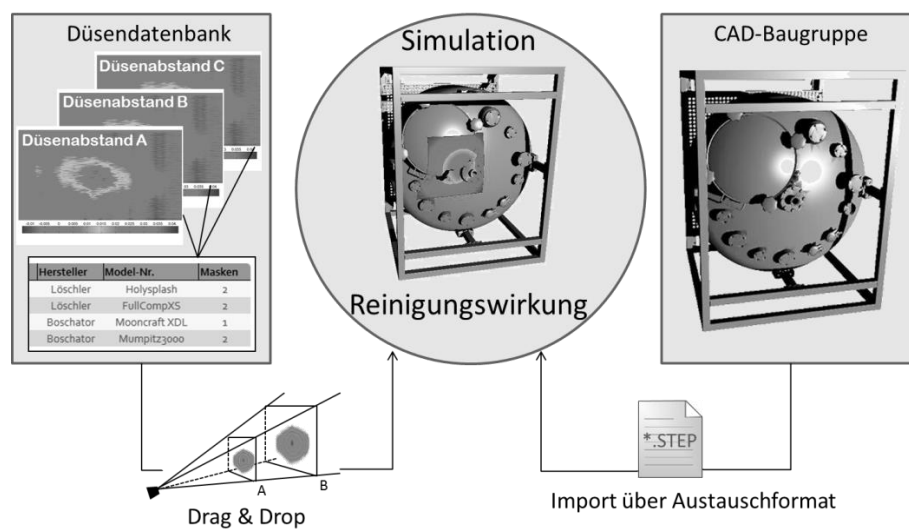


Abb. 2 Konzeptionelles Design der SIMKOR-Software

Im ersten Schritt öffnet der Konstrukteur die Baugruppe, die in der CAD-Software automatisch gereinigt werden soll und speichert sie in einem Austauschformat. Dadurch kann nicht nur das Reinigungssystem optimiert werden, sondern es kann auch die Anordnung der gesamten Anlage überdacht werden, um so bessere Reinigungsergebnisse zu erzielen. Nach dem Laden der Datei zeigt die Simulationssoftware eine Benutzeroberfläche ähnlich der von gängigen CAD-Programmen, bei der der Konstrukteur eine große Anzahl von Düsen per Drag-and-Drop aus einer Düsen-Datenbank positionieren kann. Der Software-Benutzer kann die Düsen in die Simulation einfügen und Art, Position, Orientierung und Betriebsparameter hinsichtlich des interaktiven Reinigungsergebnisses optimieren. Das SIMKOR-Projekt läuft bis Mitte 2018, und es ist bereits jetzt eine Demoversion erhältlich. In der Folge ist geplant, den Simulationskern weiter zu verfeinern, unter anderem durch eine automatisierte Korrelation von Düsenaufbauten und Reinigungsmessungen.

Danksagung

GEFÖRDERT VOM



**Bundesministerium
für Bildung
und Forschung**