

## System zur dreidimensionalen Erfassung von Partikeln in geschlossenen, hochreinen Produktionsanlagen

Die Herstellung von sauberkeitskritischen Produkten erfolgt in Fertigungsanlagen, die zumeist in Reinräumen betrieben werden. Einerseits gewährleisten die umgebenden Reinräume eine definierte Grundsauberkeit in der Produktionsumgebung, andererseits müssen die Prozessgeräte häufig ein höheres Reinheitsniveau erreichen. Daher werden reine Prozessgeräte zur Herstellung von Mikrochips, Photovoltaikdünnschichtsubstraten, optischen Bauteilen, organische LEDs, und Displays für Mobiltelefone bei atmosphärischen Anwendungen permanent mit hochreiner Luft gespült oder im Vakuum betrieben. Innerhalb der Prozessgeräte treten funktionsbedingt verschiedene Partikelquellen auf, diese können auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden. Beispiele für Partikelquellen in Produktionsanlagen sind Prozesse zum Abscheiden von Schichten und Reibstellen an Automatisierungskomponenten. Die Beherrschung von sauberkeitskritischen Fertigungstechnologien erfordert die Beurteilung von Partikelquellen.

Zur Optimierung der Produktionsanlagen ist die Erfassung von internen Partikelquellen notwendig aber zumeist schwierig und aufwendig. Optische Luftpartikelzähler sind nur in atmosphärischen Prozessgeräten einsetzbar, mit ihren Schläuchen zur Probenahme aber häufig nicht verwendbar, da Türen von Prozesskammern deren Verwendung nicht zulassen. Die Nutzung von permanent installierten Streulichtsystemen in Prozessgeräten ist technisch aufwendig und räumlich stark begrenzt. Messsysteme zur Untersuchung von sedimentierten Partikeln auf Substraten wie Wafern, Fotolithografiemasken, Glassubstraten zur Herstellung von Displays und Dünnschichtphotovoltaikmodulen werden in den genannten Branchen mit Reinheitstechnologien bereits industriell genutzt. Allerdings ist die Nutzung solcher Messsysteme auf den Produktpfad innerhalb der Prozessgeräte beschränkt. Die Kinematik der automatisierten Anlagen schränkt den Freiheitsgrad der räumlichen Platzierung von Messsubstraten ein.

Zur räumlichen Erfassung der Partikel in hochreinen Prozessgeräten wurde am Fraunhofer IPA ein System entwickelt. Dieses System gestattet es, den Raumbezug zwischen Partikelquellen und kritischen Bereichen des Partikelniederschlags herzustellen. Dazu werden hochreine Siliziumscheiben (Wafer) in verschiedenen Größen, an verschiedenen Positionen und in entsprechender Orientierung stationär in Prozessgeräte eingebracht. Die Wafer dienen als Adsorber, an denen Partikel im Submikrometerbereich zuverlässig haften. Nach Betätigung der zu untersuchenden Anlage oder einzelner Komponenten können die Wafer anschließend mit einem Streulichtscanner untersucht werden. Die im Streulichtscanner erfassten Partikel sind entsprechend ihrem Streulichtäquivalent einer geometrischen Größe zuordenbar. Die Lage der Partikel wird einerseits innerhalb der planaren Waferkoordinaten und andererseits auf die Lage der verschieden angeordneten Messwafer so transformiert,

dass ein vergleichbarer geometrischer Bezug zu potenziellen Partikelquellen hergestellt wird.

Die dazu entwickelte Software ermöglicht das automatische Einlesen der Messdaten aus Streulichtscannern. Außerdem verfügt sie über verschiedene Analyse- und Visualisierungsfunktionen. Analysiert werden können Größen- und Dichteverteilung der Partikel. Darüber hinaus kann die Transformation der einzelnen Partikeldatensätze in ein gemeinsames, dreidimensionales Koordinatensystem erfolgen. Die transformierten Daten können als Datenfiles exportiert werden, damit stehen sie für die weitere grafische und statistische Bearbeitung zur Verfügung.

### **Software (nur Grobinformation)**

- Welche Software
- Datenformate Ein- und Ausgabe

Mit dem entwickelten System lassen sich geschlossene Prozessgeräte hinsichtlich Partikelquellen und Partikelauftreten untersuchen. Es bietet somit spezifische Möglichkeiten einer gezielten Optimierung von reinen Fertigungssystemen bezüglich Partikelauftreten und Partikelverbreitung.

### **Kontakt:**

Anforderungsprofil, Konzeption, Systementwurf: Frank Bürger

[Frank.Buerger@ipa.Fraunhofer.de](mailto:Frank.Buerger@ipa.Fraunhofer.de)

Tel.: 0711/970 1148

Softwareentwurf und Programmierung: Mathias Brückner

[Mathias.Brueckner@ipa.Fraunhofer.de](mailto:Mathias.Brueckner@ipa.Fraunhofer.de)

Tel.: 0711/970 1039

### **Quellen:**

**[1] Dipl.-Ing.(FH) Frank Bürger, Dipl.-Ing. (FH) Mathias Brückner, Dr. Udo Gommel, „Kritische Kontaminationen in Zukunftsindustrien“ Vortrag in Karlsruhe, Februar 2013**

**[2] Dipl.-Ing. (FH) Frank Bürger „Prozessgeräte als Kontaminationsquellen“ Vortrag in Karlsruhe, Februar 2013**

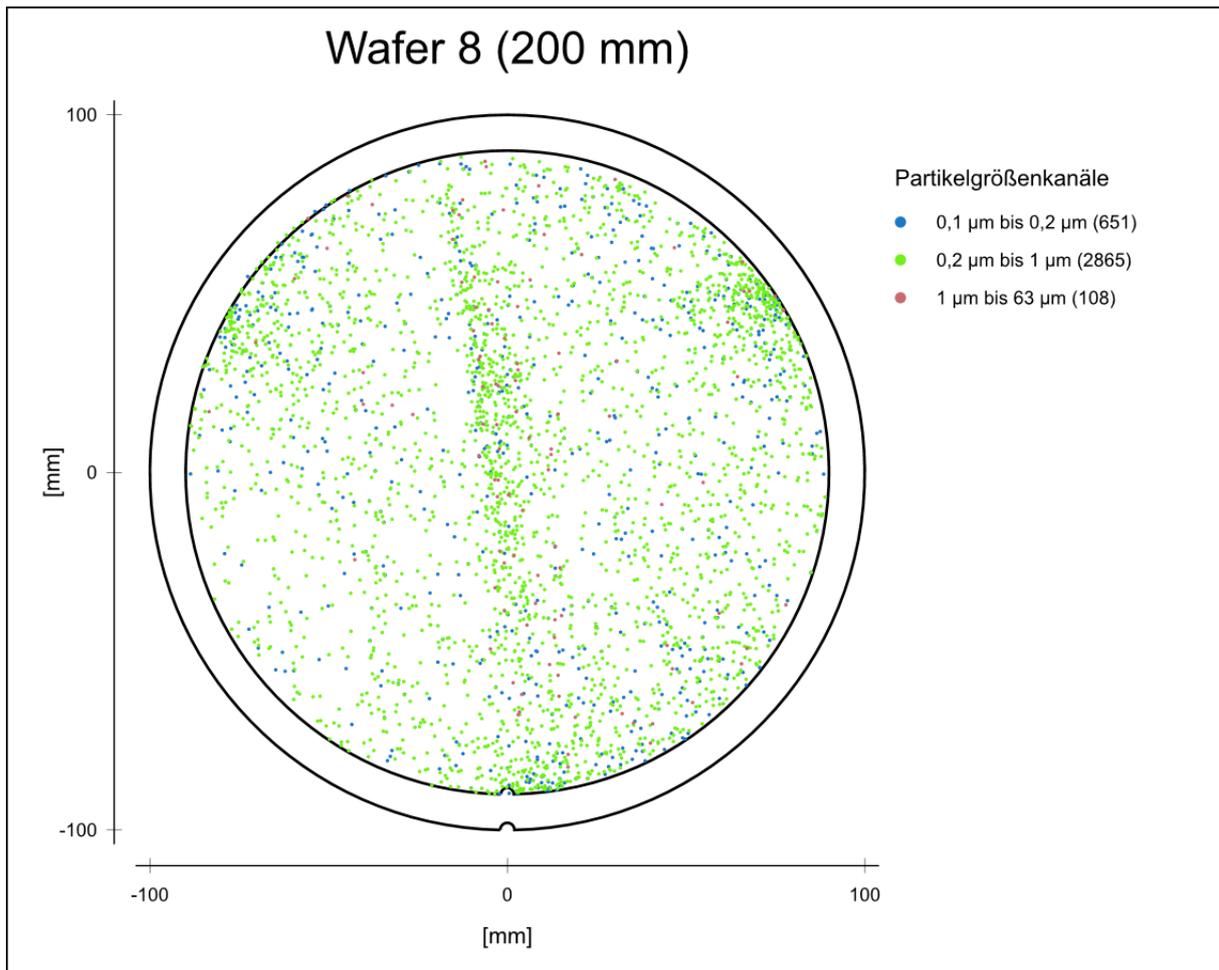


Abb. 1: Verteilung der Partikel auf einem einzelnen Monitoringwafer mit Randausschluss

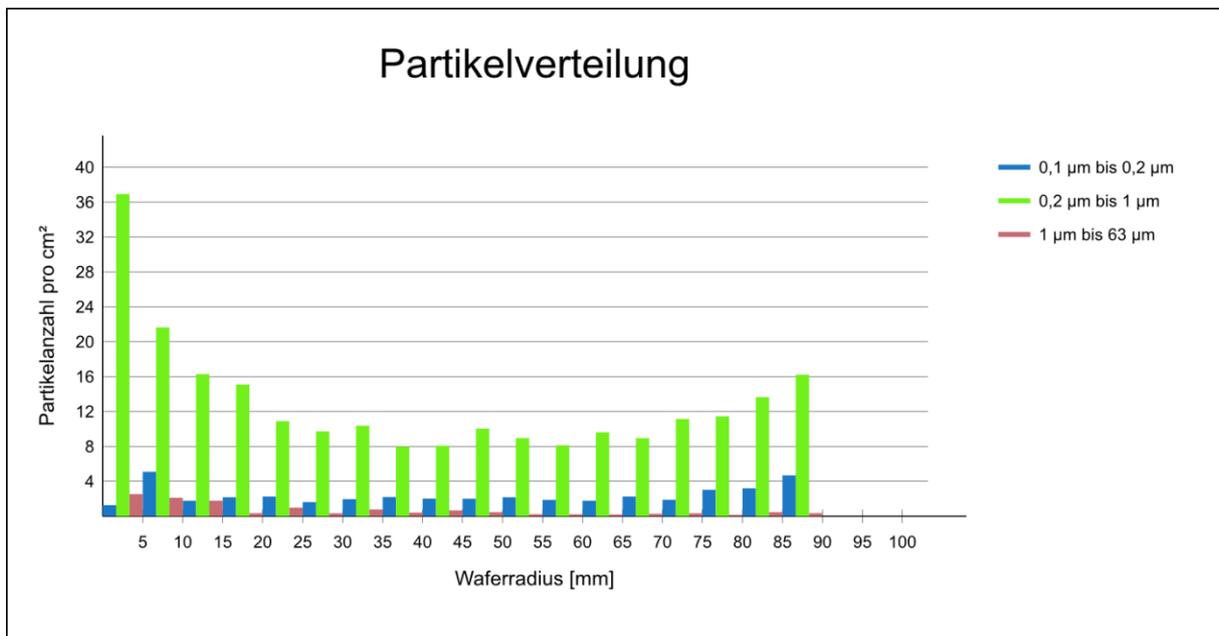


Abb. 2: Radiale Verteilung der Partikel auf einem einzelnen Monitoringwafer

### Partikelausbreitung in geschlossenen Bereichen - Beispiel für Vakuum

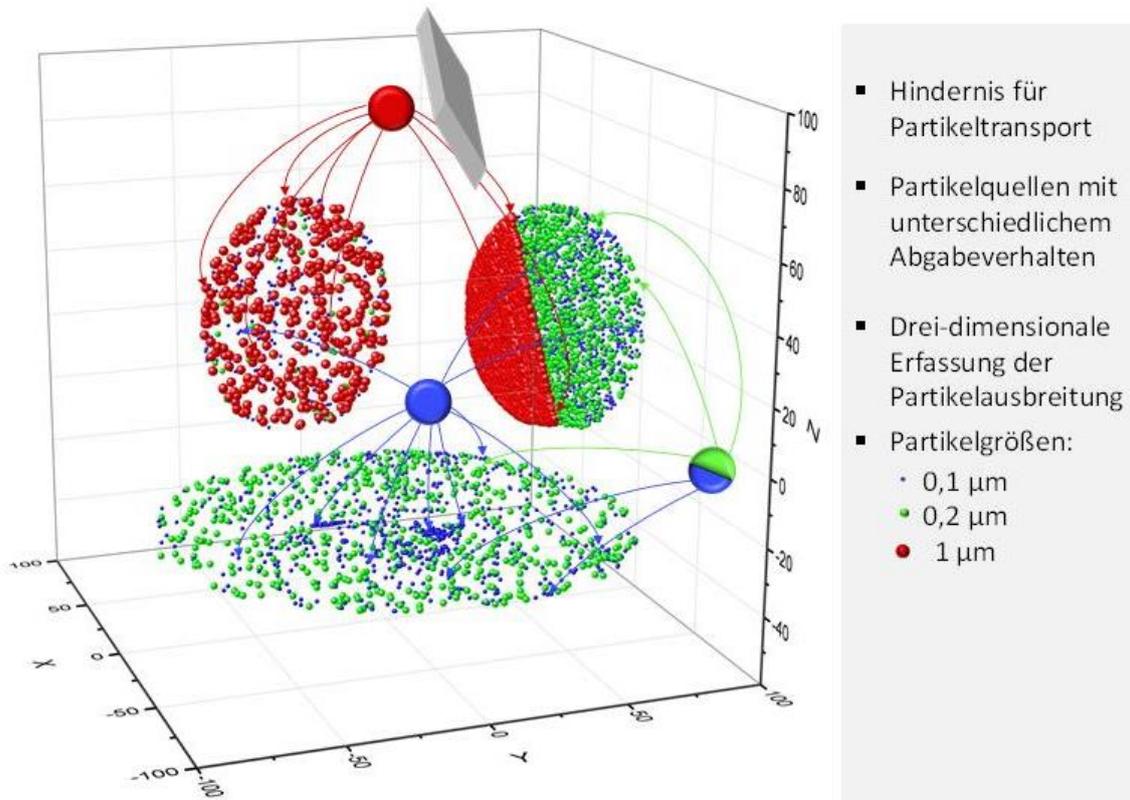


Abb. 3: Beispiel für exportierte Datenfiles nach grafischer Aufbereitung/Analyse, dreidimensionale Verteilung der Partikel in einer Prozesskammer mit Modell drei Partikelquellen und Partikelausbreitung im Vakuum