

quattroClean-Schneestrahltechnologie – skalierbar,  
inlinefähig und reinraumgerecht

## Trockene Reinigung für höchste Reinheit in der Elektronikfertigung

**Ob Energie, Mobilität oder Industrie – bei der Transformation hin zur Klimaneutralität spielen elektronische Komponenten und Systeme eine Schlüsselrolle. Bei deren Herstellung resultieren aus höheren Ansprüchen an die Leistungsdichte und Zuverlässigkeit sowie durch neue Lösungen enorm gestiegene Anforderungen an die technische Sauberkeit. Sie lassen sich mit der skalierbaren, reinraumgerechten und inlinefähigen quattroClean-Schneestrahltechnologie bei einer Vielzahl von Reinigungsanwendungen trocken, prozesssicher und nachhaltig erfüllen.**

Von der Halbleiter- und Mikrosystemproduktion über die Fügetechnik von Leiterplatten und Bestückungstechnologie bis zur Fertigung von Batteriezellen und -modulen, der Herstellung von Photovoltaik sowie laserstrukturierter, organischer Elektronik, entscheidenden Einfluss auf die Leistungsfähigkeit, Funktionalität, Zuverlässigkeit und Lebensdauer elektronischer Komponenten und Systeme hat die technische Sauberkeit. Maßstab dabei ist die für Folgeprozesse beziehungsweise die Endanwendung als erforderlich definierte Reinheit, die stabil und reproduzierbar erzielt werden muss. Um die Einhaltung der teilweise extremen Grenzwerte hinsichtlich partikulärer, filmisch-organischer und anorganischer Restkontaminationen sicherzustellen, erfolgt die Reinigung üblicherweise in Reinräumen. Als Lösung bei solchen High Purity-Aufgabenstellungen hat sich die quattroClean-Schneestrahltechnologie der acp systems in entsprechend der Reinraumklasse angepasster Ausführung etabliert.

### **ORK 1 und höchste filmische Reinheitslevels werden nachweisbar erreicht**

Es handelt sich dabei um ein trockenes Reinigungsverfahren für ganzflächige und lokale Anwendungen. Reinigungsmedium ist flüssiges, aus chemischen Produktionsprozessen und der Energiegewinnung aus Biomasse recyceltes Kohlendioxid. Es wird durch eine verschleißfreie Zweistoff-Ringdüse geleitet und entspannt beim Austritt zu feinen Schneekristallen. Diese werden von einem separaten, ringförmigen Druckluft-Mantelstrahl gebündelt und auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigt. Beim Auftreffen des gut fokussierbaren Schnee-Druckluftstrahl auf die zu reinigende Oberfläche kommt es zu einer Kombination aus thermischem, mechanischem, Lösemittel- und Sublimationseffekt, auf der die Reinigungswirkung basiert. Das kristalline Kohlendioxid sublimiert während des Prozesses vollständig, so dass die behandelten Flächen trocken sind. Entfernte Kontaminationen werden zusammen mit dem Prozessgas abgesaugt, eine Rückverschmutzung der Teile sowie Verunreinigung der Umgebung wird damit verhindert. Aufwendige sowie energieintensive Spül- und Trocknungsprozesse entfallen.

In umfangreichen Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass mit dem quattroClean-Verfahren hinsichtlich partikulärer Restkontaminationen die Anforderungen der Oberflächenreinheitsklasse (ORK) 1 nach VDI 2083, Blatt 9.1:2006 reproduzierbar erreicht werden. Darüber hinaus lässt sich bei bereits nasschemisch feinstgereinigten Bauteilen eine partikuläre Reinheit entsprechend ORK 0,1 wiederholgenau erzielen. Bei filmischen Rückständen sind die Reinigungsergebnisse mit denen anderer Feinstreinigungsverfahren wie nasschemische und Plasmareinigung sowie vakuum-Ausheizen vergleichbar.

### Nachhaltig reinigen mit Green Screen zertifiziertem Medium

In Kombination mit Prozessgas von Linde verfügt das effektive quattroClean-Verfahren über das Green Screen-Zertifikat für Reiniger und Entfetter der Clean Production Action. Die unabhängige, gemeinnützige Organisation hat damit einen Maßstab speziell für Reinigungsmedien geschaffen, die als Prozesschemikalien in der Fertigung, insbesondere in der Elektronikindustrie, eingesetzt werden. Das Zertifikat bestätigt, dass im Prozessgas keine chemischen Stoffe enthalten sind, die Mensch und Natur schädigen.



Die kompakte, aus Edelstahl gefertigte Reinigungszelle JetCell mit Rotationsdüsen wurde für die automatisierte Reinigung entwickelt und ermöglicht eine hohe Flächenleistung in kurzer Zeit. Sie kann einfach in verkettete Fertigungsumgebungen eingebunden oder als Standalone-Lösung betrieben werden.

### Reinraumgerechte Reinigungslösungen für jede Anwendung

Für eine optimale Anpassung der Reinigungslösung an die jeweiligen Anforderungen und Produktionssituation bietet acp systems unterschiedliche, auf standardisierten Modulen bestehende Anlagen und individuell geplante Systeme. Die Ausführung und Ausstattung der komplett aus Edelstahl gefertigten Lösungen erfolgt angepasst an die jeweilige Reinraumklasse. So lässt sich bei der Medienaufbereitung für das flüssige Kohlendioxid eine Reinheit des Prozessmediums von 99,995 Prozent und bei der Druckluftaufbereitung die Qualität 1.2.1. entsprechend ISO 8573-1:2010 gewährleisten. In die Reinstmedienversorgung für die Druckluft (XCDA) kann bei Bedarf ein Gaswäscher integriert werden, der Spuren organischer Stoffe herausfiltert. Die so erzeugte Luftqualität wird beispielsweise den Anforderungen in der Halbleiter-Produktion gerecht. Ein Beispiel ist die kompakte JetCell mit Rotationsdüsen, die auf der diesjährigen Productronica zu sehen sein wird. Die flexible Plug and Play-Reinigungszelle wurde für die automatisierte Reinigung entwickelt und kann einfach in verkettete Fertigungsumgebungen eingebunden, beispielsweise direkt nach einer Stanz- oder Spritzgussanlage, oder als Standalone-Lösung betrieben werden. Sie überzeugt dabei durch eine hohe Reinigungsleistung bei minimiertem Medienverbrauch. Während der Flächenreinigung, die gleichzeitig von oben und unten erfolgen kann, gewährleistet eine lückenlose Prozessüberwachung und -kontrolle, dass jedes Teil mit den zuvor validierten

Prozessparametern behandelt wird. Integrierte Schnittstellen ermöglichen die Anbindung des digital steuerbaren Reinigungssystems an einen übergeordneten Leitrechner.



Mit der trockenen quattroClean-Schneestrahlschnittechnologie lässt sich eine partiikuläre Sauberkeit entsprechend ORK 1 reproduzierbar erreichen. Bei filmischen Rückständen entsprechen die Reinigungsergebnisse denen, die mit anderen Feinstreinigungsverfahren erzielt werden.

### Reinraum-Technikum für die Prozessauslegung und -validierung

Für die Prozessauslegung verfügt acp systems über ein eigenes Reinraum-Technikum. Es ermöglicht Reinigungsversuche in einem validierten Reinraum der Klasse ISO 7 mit Zonen bis Klasse 5 nach ISO 14644-1. Dabei erfolgt eine exakte Anpassung der Prozessparameter wie Volumenströme für Druckluft und Kohlendioxid, Anzahl der strahlenden Düsen, Strahlbereich und -zeit an die jeweilige Applikation, die Materialeigenschaften, die zu entfernenden Verunreinigungen sowie die geforderte Sauberkeit. Die ermittelten Werten lassen sich als teilespezifische Reinigungsprogramme in der Anlagensteuerung hinterlegen.

Mit der trockenen quattroClean-Schneestrahlschnittechnologie steht eine Reinigungslösung zur Verfügung, mit der sich unterschiedlichste Aufgabenstellungen in der Elektronikindustrie prozesssicher und effizient erfüllen. Gleichzeitig ermöglicht das Verfahren, die erforderliche Sauberkeit bei elektronischen, mechanischen, optischen und sensorischen Komponenten energie- und ressourcensparend zu erzeugen.



Die Prozessauslegung und Definition der optimalen Prozessparameter erfolgen im eigenen Reinraum-Technikum. Die Aufbereitung der Prozessmedien Kohlendioxid und Druckluft stellt dabei eine Luftqualität sicher, wie sie beispielsweise in der Halbleiter-Produktion gefordert wird.