



INNOVATIVES KNOW-HOW



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR PRODUKTIONSANLAGEN UND KONSTRUKTIONSTECHNIK IPK



LEISTUNGSSPEKTRUM

TROCKEN UND RÜCKSTANDSFREI BEARBEITEN MIT CO₂-TECHNOLOGIEN

Spezialisierungen und steigende Anforderungen an die Vorbehandlung, die Reinigung, das Trennen und das Entschichten stellen Anwender, Hersteller und Entwickler vor neue Herausforderungen. CO₂-Technologien sind eine innovative, umweltneutrale Alternative zu konventionellen Verfahren. Unser Ziel ist es, Fertigungsprozesse bedarfsgerecht zu gestalten und den Aufwand für den Anwender zu minimieren.

Strahlen mit festem Kohlendioxid

Beim Strahlen mit festem Kohlendioxid wird gefrorenes CO₂ pneumatisch beschleunigt und auf die zu reinigende Fläche aufgebracht. Im Gegensatz zu konventionellen Strahlmitteln beruht das CO₂-Strahlen nicht ausschließlich auf einem mechanischen Effekt aufgrund der hohen Geschwindigkeit der Partikel, sondern zusätzlich auf einem thermischen Effekt durch die niedrige Temperatur von -78,5 °C. Die niedrige Härte des Strahlmittels von weniger als 2 Mohs gewährleistet eine schädigungsarme Bearbeitung des Substrats. Thermospannungen zwischen Verunreinigung und Substrat werden durch die Volumenvergrößerung und die zusätzliche Abkühlung bei der Sublimation unterstützt.

Beim Strahlen mit festem Kohlendioxid muss grundsätzlich zwischen dem Strahlen aus der festen und aus der flüssigen Phase unterschieden werden. Ersteres wird im Allgemeinen als Trockeneisstrahlen, Letzteres als CO₂-Schneestrahlen bezeichnet. Das Trockeneisstrahlen liefert höchste Abrasivität und Flexibilität für ein breites Parameterspektrum. Als Strahlmittel werden üblicherweise in einem separaten Prozess hergestellte Trockeneispellets verwendet. Beim CO₂-Schneestrahlen wird flüssiges CO₂ unter Druck als Ausgangsprodukt verwendet. Erst im Prozess entsteht durch Entspannung des Strahlmediums ein Gemisch aus CO₂-Schnee und -Gas, das einem Druckluftstrahl zugeführt wird. Die Vorteile der CO₂-Schneestrahlerverfahren liegen vor allem in der guten Automatisierbarkeit aufgrund einer kontinuierlichen Strahlmittelversorgung sowie der hohen Verfügbarkeit, da keine sich bewegenden Anlagenteile benötigt werden.

Reinigen mit komprimiertem Kohlendioxid

Das komprimierte flüssige bzw. überkritische CO₂ ist unpolar, wodurch es Lösungseigenschaften für Fette und Öle aufweist. Eine möglichst ähnliche Dichte von Lösemittel und Kontamination ist entscheidend für den Reinigungserfolg. Kohlendioxid liegt bei etwa 56 bar und 20 °C bereits flüssig, bei über 73 bar und circa 31 °C überkritisch vor. Dies ermöglicht die Reinigung einer Vielzahl temperaturempfindlicher Materialien. Aufgrund seiner niedrigen Viskosität und geringen Grenzflächenspannung ist CO₂ besonders für die Reinigung von Schüttgütern und komplexen Einzelbauteilen mit Hohlräumen geeignet. Dies ermöglicht die Reinigung poröser Materialien oder Kapillaren mit engem Aspektverhältnis. Ein entscheidender Vorteil des Mediums in Reinigungsprozessen ist, dass Kohlendioxid bei Umgebungsbedingungen direkt in den gasförmigen Zustand übergeht. Es hinterlässt im Gegensatz zu herkömmlichen Medien keine Reinigungsmittelrückstände. Eine aufwendige und kostenintensive Trocknung des Reinigungsguts entfällt. Ebenso liegen die entfernten Verunreinigungen nach der Reinigung frei von Lösemittelrückständen vor. Dies ermöglicht eine kostengünstige Entsorgung bzw. Wiederverwendung teurer Prozessmedien.

VORTEILE

- ▮ Trocken
- ▮ Rückstandsfrei
- ▮ Substratschonend
- ▮ Umweltneutral

TROCKENE UND RÜCKSTANDSFREIE BEARBEITUNGSTECHNOLOGIEN

ERFOLG DURCH INNOVATION

ANSPRECHPARTNER

Haben Sie eine konkrete Projektanfrage oder wollen Sie mehr über unser Angebot erfahren? Nehmen Sie mit uns Kontakt auf. Wir beraten Sie gern und freuen uns auf eine Zusammenarbeit mit Ihnen.

Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK

Abteilungsleiter Fertigungstechnologien
Dr.-Ing. Julian Polte
Tel.: +49 30 39006 - 433
Fax: +49 30 39110 - 37
julian.polte@ipk.fraunhofer.de

www.ipk.fraunhofer.de
www.strahlverfahren.de

Impressum

Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK

Pascalstr. 8-9
10587 Berlin

Herausgeber

Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann

Redaktion

Jeannette Baumgarten M.A.

Fotos

Fraunhofer IPK
iStockphoto/Krystian Nawrocki

BERATUNG – FORSCHUNG – ENTWICKLUNG

Das Fraunhofer IPK leistet einen entscheidenden Beitrag zur Weiterentwicklung und industriellen Nutzung von CO₂-Technologien. Wir bieten ein breites und bedarfsgerechtes Leistungsspektrum von der Beratung und Planung über die Umsetzung bis hin zur Implementierung. Besonders in dem Maschinen- und Anlagenbau, der Automobil- und Zulieferindustrie, der Luft- und Raumfahrttechnik sowie der Energie- und Medizintechnik besitzen wir langjährige Erfahrung. Wir unterstützen Sie mit folgenden Leistungen:

Beratung

- ☑ Technologien und Methoden
- ☑ Unterstützung bei der Beantragung von Fördermitteln

Marktstudien

- ☑ Marktstudie Kohlendioxidstrahlen
- ☑ Marktstudie Strahlverfahren
- ☑ Markt- und Trendanalyse in der industriellen Teilereinigung der Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik

Potenzialanalysen und Simulationen

- ☑ Machbarkeitsstudien
- ☑ Parameterstudien mit Wirtschaftlichkeitsrechnung
- ☑ Strömungssimulationen

Produktverbesserung

- ☑ Integration der CO₂-Technologien in bestehende Fertigungsabläufe
- ☑ Optimierung von Anlagen- und Steuerungskonzepten

Produktentwicklung

- ☑ Verfahrens- und Technologieentwicklung
- ☑ Bau von Prototypen

Implementierung neuer Technologien

- ☑ Planung, Umsetzung und Implementierung von neuen Technologien in die Fertigungsumgebung

Charakterisieren und Prüfen

- ☑ Objektive Durchführung von Strahlanlagen-Tests

Veranstaltungen und Branchentreffen

- ☑ Forum Strahltechnik
- ☑ Seminar »CO₂ als Strahl- und Reinigungsmedium«
- ☑ Grundlagenseminar Reinigungstechnik »Reinigung in der Produktion« in Kooperation mit der Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik und der Fraunhofer Academy
- ☑ parts2clean – Internationale Leitmesse für industrielle Teile- und Oberflächenreinigung

Ansprechpartner

 Dr.-Ing. Julian Polte
Abteilungsleiter Fertigungstechnologien
Tel.: +49 30 39006 - 433
Fax: +49 30 39110 - 37
julian.polte@ipk.fraunhofer.de



Prototyp der Umlenkdüse

VON DER PRODUKTIDEE ZUM ANWENDUNGSNAHEN PROTOTYPEN

UM DIE ECKE STRAHLEN

Mit einer neuen Düsentechnik werden deutlich bessere Reinigungsergebnisse bei komplexen Bauteilen wie Rohren und kleinen Kavitäten erreicht. Die entwickelte Umlenkdüse reduziert Geschwindigkeits- und Masseverluste bei der Strahlumlenkung und erhöht deutlich die Reinigungsleistung im Vergleich zu konventionellen Umlenkkonzepten. Das Fraunhofer IPK hat ein entsprechendes Düsenkonzept entwickelt und die Strömungsverhältnisse mittels CFD-Analysen optimiert. Das Modell mit optimierten Parametern wurde mittels Rapid-Prototyping gefertigt und dessen Reinigungsleistung in einem Versuchsaufbau erfolgreich getestet.

IM ÜBERBLICK

Leistungen:
Simulation, Bau von Prototypen



MOBIL UND REINRAUMGERECHT REINIGEN MIT DEM CO₂-PINSEL

Empfindliche medizintechnische Geräte, aber auch Uhrwerke, Linsen, Lichtleiter, IT- und Serverkomponenten, müssen regelmäßig gereinigt werden. Mit dem CO₂-Pinsel haben Forscher am Fraunhofer IPK gemeinsam mit einem Industriepartner ein mobiles, reinraumgeeignetes Handwerkzeug entwickelt, das feinste Verunreinigungen mit Kohlendioxid von Oberflächen entfernt. Der als Prototyp vorliegende CO₂-Pinsel nutzt das CO₂-Schneestrahlen. Hierbei wird die zu säubernde Oberfläche mit CO₂-Schnee und -Gas bearbeitet. Da das Strahlmedium nicht abrasiv ist, lassen sich Bauteile schonend säubern, ohne die Oberfläche zu beschädigen. Auf dieser Basis wird aktuell auch die Reinigung empfindlicher Kulturgüter von Staub, Schimmelbefall oder Biozidausbildungen untersucht.

IM ÜBERBLICK

Leistungen:
Produktentwicklung, Bau von Prototypen, Unterstützung bei der Beantragung von Fördermitteln



TROCKENES SCHNEIDEN MITTELS CO₂-HOCHDRUCKSTRAHLEN

Das CO₂-Hochdruckstrahlen hat das Ziel, die Vorteile des CO₂-Strahlens als trockene und rückstandsfreie Oberflächentechnologie mit denen des Wasserhochdruckstrahlens als immer scharfes Werkzeug zu kombinieren. Dazu wird das Strahlmedium Wasser durch flüssiges Kohlendioxid ersetzt. Dadurch kann ein CO₂-Hochdruckstrahl erzeugt werden, welcher zum Reinigen, Entgraten, Entschichten und Trennen verwendet werden kann. Am Fraunhofer IPK wurde ein Anlagenprototyp aufgebaut, mit dem Strahldrücke bis zu 3.000 bar realisiert werden. Technologische Untersuchungen zeigen die Eignung des Verfahrens zum Trennen von Kunststoffen mittels eines CO₂-Hochdruckstrahls.

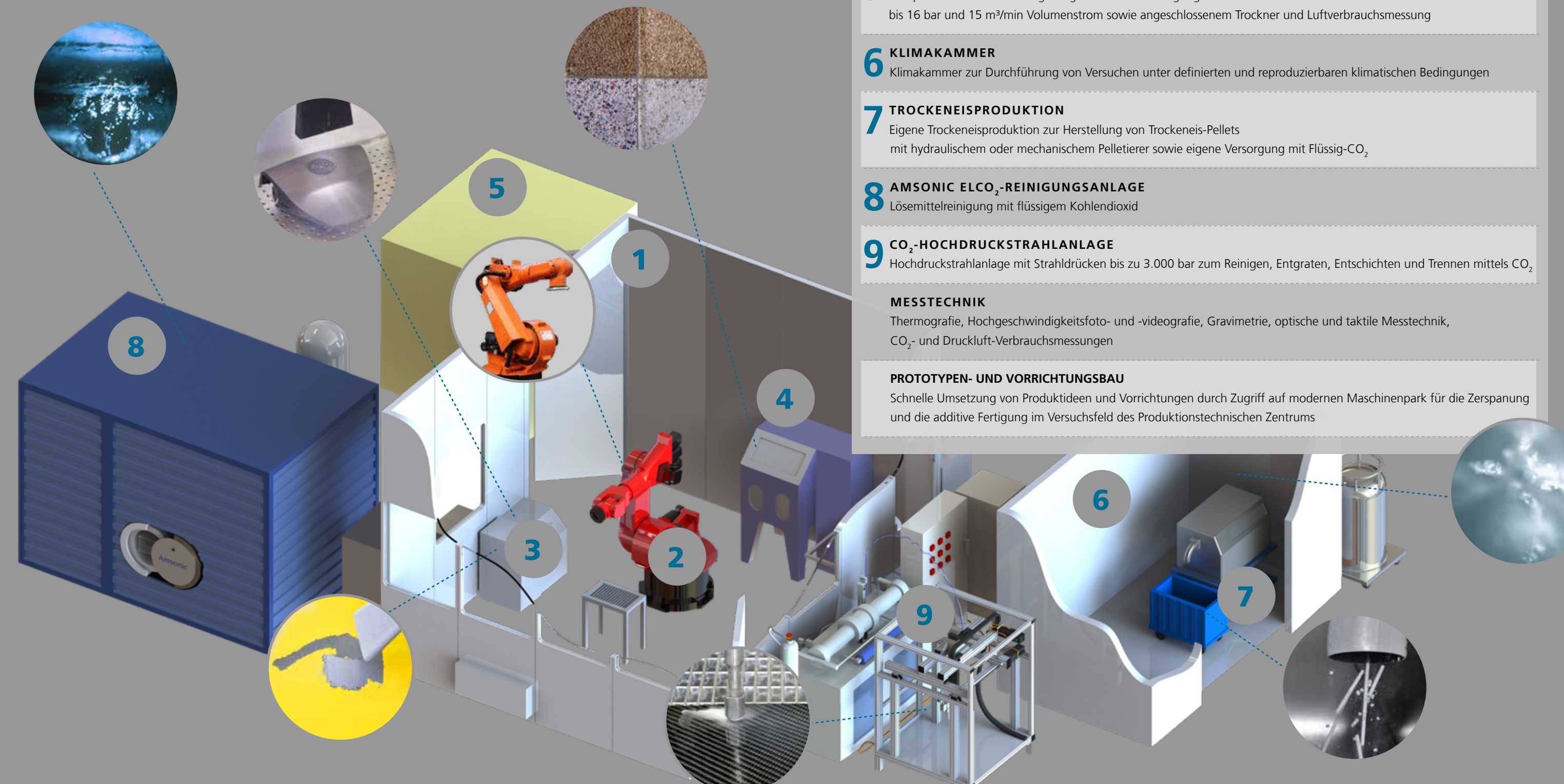
IM ÜBERBLICK

Leistungen:
Systementwicklung, Bau von Prototypen



CO₂-TECHNOLOGIEN – VON DER STRAHLANLAGE BIS ZUR MESSTECHNIK

Am Produktionstechnischen Zentrum Berlin verfügen wir über modernste Maschinen und Technologien. Hier haben wir die Möglichkeit, unsere technologischen Entwicklungen praxisnah und anwendungsorientiert zu erproben. Dazu stehen uns eine Vielzahl von Werkzeugmaschinen sowie Mess- und Analysegeräten auf einer Fläche von 9.500 m² zur Verfügung. Davon entfallen rund 800 m² auf Laborflächen im Anwendungszentrum für Mikroproduktionstechnik.



- 1 STRAHLKABINE**
Geschlossene Schallschutzkabine mit Entlüftung
 - 2 ROBOTER**
6-Achsen-Industrieroboter zur reproduzierbaren und automatisierten Versuchsdurchführung
 - 3 CO₂-STRAHLANLAGEN**
Trockeneis-Strahlanlagen in Ein- und Zweischlauch-Ausführung sowie Schneestrahlanlagen verschiedener Hersteller
 - 4 STRAHLANLAGE**
Druckstrahlanlage für konventionelle Strahlmedien mit automatisierter Düsenführung durch Roboter
 - 5 KOMPRESSOR**
Kompressor mit einer leistungsfähigen Druckluftversorgung bis 16 bar und 15 m³/min Volumenstrom sowie angeschlossenem Trockner und Luftverbrauchsmessung
 - 6 KLIMAKAMMER**
Klimakammer zur Durchführung von Versuchen unter definierten und reproduzierbaren klimatischen Bedingungen
 - 7 TROCKENEISPRODUKTION**
Eigene Trockeneisproduktion zur Herstellung von Trockeneis-Pellets mit hydraulischem oder mechanischem Pelletierer sowie eigene Versorgung mit Flüssig-CO₂
 - 8 AMSONIC ELCO₂-REINIGUNGSANLAGE**
Lösemittelreinigung mit flüssigem Kohlendioxid
 - 9 CO₂-HOCHDRUCKSTRAHLANLAGE**
Hochdruckstrahlanlage mit Strahldrücken bis zu 3.000 bar zum Reinigen, Entgraten, Entschichten und Trennen mittels CO₂
- MESSTECHNIK**
Thermografie, Hochgeschwindigkeitsfoto- und -videografie, Gravimetrie, optische und taktile Messtechnik, CO₂- und Druckluft-Verbrauchsmessungen
- PROTOTYPEN- UND VORRICHTUNGSBAU**
Schnelle Umsetzung von Produktideen und Vorrichtungen durch Zugriff auf modernen Maschinenpark für die Zerspanung und die additive Fertigung im Versuchsfeld des Produktionstechnischen Zentrums



Amsonic elCO₂-Reinigungsanlage

FORSCHEN UND ENTWICKELN IM VERBUND

SAUBER LACKIEREN UND KLEBEN

IM ÜBERBLICK

Das Lackieren und Kleben von Kunststoffen bedarf sauberer Oberflächen. Insbesondere in der Automobilindustrie ist das CO₂-Schneestrahlen eine wirtschaftliche und umweltneutrale Alternative zu den gängigen Vorbehandlungstechnologien. Am Fraunhofer IPK wurde das CO₂-Schneestrahlen für die automatisierte Vorbehandlung von Kunststoffen vor dem Lackieren und Kleben qualifiziert. Das Verfahren bietet zudem den Vorteil, dass es sich direkt in Lackieranlagen integrieren lässt und dieselben Manipulatoren wie für die Lackierdüsen genutzt werden können. In Abhängigkeit von Substrat und Verunreinigung ist eine wirtschaftlichere Vorbehandlung gegenüber dem gängigen Powerwash-Verfahren gegeben. Zusätzlich zu geringen Verfahrenskosten und hohen Verfahrenseinstellungen entfallen beim CO₂-Schneestrahlen Kosten für die Pflege, Überwachung und Entsorgung des Reinigungsmediums. Das Projekt wurde im Rahmen des VDI VDE IT Innonet Projekts »SchneeLack« unter Leitung des Fraunhofer IPK in Zusammenarbeit von drei Forschungseinrichtungen und elf Industrieunternehmen realisiert.

Leistungen:
Technologieentwicklung, Bau von Prototypen, Messungen

Industriepartner:
Airbus Deutschland, CFD Consultants, Höpfl Fahrzeug- und Industrielackierung, Messer Group, Mycon, OptoPrecision, Polytec-Riessellmann, Rehau



INDUSTRIELLE TEILE SCHNELLER REINIGEN MIT KODIWASCH

IM ÜBERBLICK

Zwischenprodukte und Bauteile aus industrieller Fertigung werden vor der Weiterverarbeitung oder dem Verkauf vorwiegend mit nasschemischen und wässrigen Verfahren von Produktionsrückständen gereinigt. Im VDI VDE IT Innonet Projekt »KodiWasch« wurde komprimiertes flüssiges und überkritisches Kohlendioxid (CO₂) als alternatives Reinigungsmedium untersucht und in Form einer Reinigungsanlage auf Basis von flüssigem CO₂ zur Praxisreife geführt. Die elCO₂-Reinigungsanlage grenzt sich dabei deutlich von den herkömmlichen, auf dem Prinzip der klassischen CO₂-Extraktion basierenden Anlagensystemen, ab. So zeichnet sie sich gegenüber der klassischen kontinuierlichen Prozessführung der Extraktion durch ein erhöhtes Maß an Badmechanik aus. Prozessmechanismen wie die Spritzreinigung haben sich als besonders leistungstark herausgestellt. Bei Rotation des Reinigungskorbes wird die Reinigungskammer über mehrere Strahldüsen mit großen Mengen flüssigem CO₂ (max. 224 l/min) durchflutet. Öle, welche beispielsweise unter herkömmlichen Prozessbedingungen nur bedingt entfernt werden konnten, lassen sich so zum Teil wesentlich schneller von Bauteilen spülen. Der Einsatz von Ultraschall in komprimiertem CO₂ begünstigt durch die am Bauteil vorbeiströmenden, im Schallfeld oszillierenden Blasen die Oberflächenreinigung und der applizierte Schallwechseldruck beschleunigt die Durchmischung von Lösemittel und filmischen Verunreinigungen.

Leistungen:
Simulation, Technologieentwicklung, Bau von Prototypen

Industriepartner:
Amsonic, Cendres+Métaux, E-TA Elektrotechnische Apparate, Filltech, Schunk Sintermetalltechnik, Speck-Triplex-Pumpen, SurTec Deutschland, Uhde High Pressure Technologies, Weber Ultrasonics, YARA Industrial

