







Rohrinnenreinigung mit Trockeneisstrahlen

C. Schwarzwälder
M. Krieg

Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb
Technische Universität Berlin

Prof. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann

Inhalt

-  **Einleitung**
Ausgangssituation, Förderprogramm, Projektpartner, Stand der Technik, Ziel
-  **Grundkonzept**
Anforderungskatalog, Prinzipdarstellung des Grundkonzepts
-  **Prototypenentwicklung**
Strahlteiler, Strahldüsen, Reinigungsroboter
-  **Versuchsstand**
Druckluftversorgung, Schallschutzkapselung, Strahlanlage, Probenrohr, Gegenzugsanlage
-  **Technologische Untersuchungen**
Druck, Rauheit, Entlacken, Versuche im Probenrohr
-  **Zusammenfassung und Ausblick**

Einleitung

Förderprogramm



- PROgramm INNOvationskompetenz mittelständischer Unternehmen: ProInno
- Informationen unter www.aif.de bzw. www.forschungskoop.de

Projektpartner



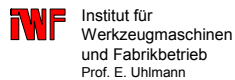
- Combas Rohrsanierung- und Vertriebs- und Dienstleistungsgesellschaft mbH, Spreenhagen



- Green Tech Trockenstrahlstrahlanlagen GmbH & Co. KG, Hofolding



- Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb Technische Universität Berlin



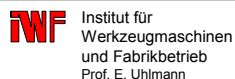
Einleitung

Ausgangssituation

- Übertragung der Vorteile des Trockenstrahlstrahlens auf die RohrinnenreinigungGroßes
- Großes Marktpotenzial

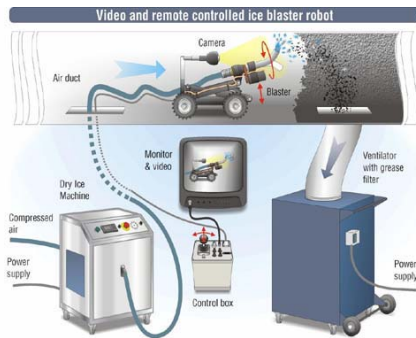
Stand der Technik

- Konventionelle Rohrreinigungstechnologien:
 - Mechanische Rohrreinigung
 - Hochdruckrohrreinigung
 - Lösungsmittelrohrreinigung
 - Kombinierte Verfahren



Einleitung

Stand der Technik



➤ Rohrinnenreinigung mit Trockeneisstrahlen:

- Klimakanalreinigung der Fa. Danduct
- Abluftkanalreinigungssystem der Fa. IceTech, Bild links

Einleitung

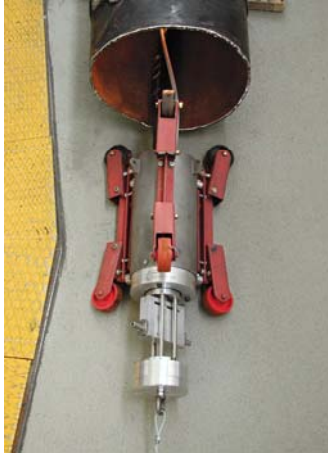
Ziel

➤ Entwicklung eines neuartigen, koeffizienten Reinigungssystems mit Trockeneisstrahlen

- Große Reinigungsabschnittslange, ca. 100 m
- Verwendung eines Strahlteilers
- Kein selbstfahrender Reinigungsroboter
- Andere Anwendungs- und Einsatzbereiche

Grundkonzept

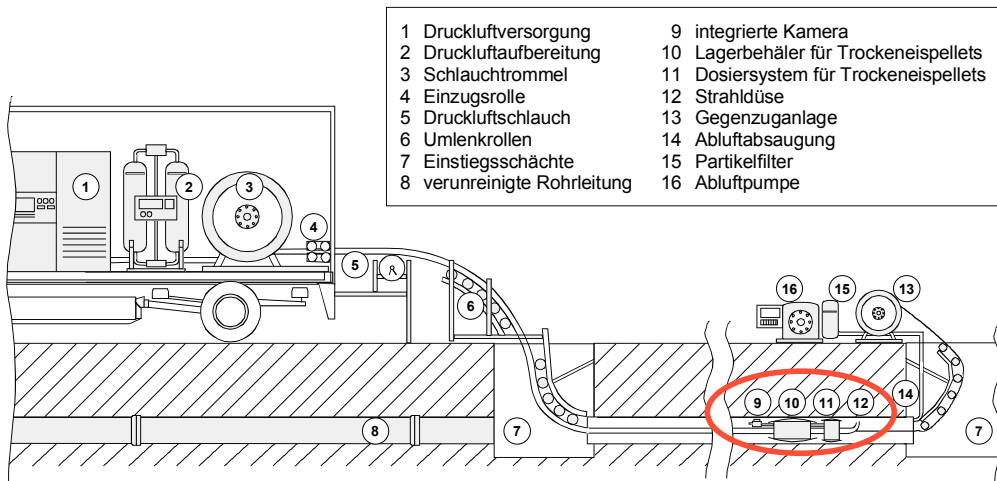
Anforderungen



- Reinigungsabschnittslänge min. 100 m
- Rohrdurchmesser DN 400
- Rohre und Leitungen mit Kreisquerschnitt
- Kurvengängigkeit:
Radien von fünffachem Rohrdurchmesser
- Einhaltung oberirdischer Schalldruckpegel
- Reinigung als Sanierungsvorbereitung für Inlining-Verfahren: Erzeugung einer staub- und ölfreien, klebefähigen Oberfläche

Zielsetzung und Grundkonzept

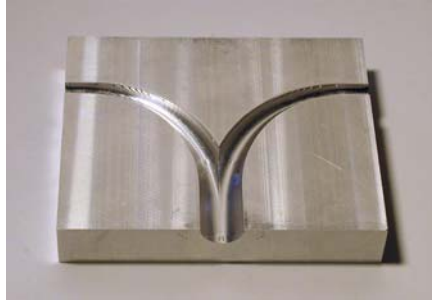
Prinzipdarstellung



Prototypenentwicklung

Strahlteiler

- Strömungstechnische Optimierung
- Halbschalen-Ausfuhung
- Werkstoff: Aluminium
- Aufnahme verschiedener Strahldusenaufsatze

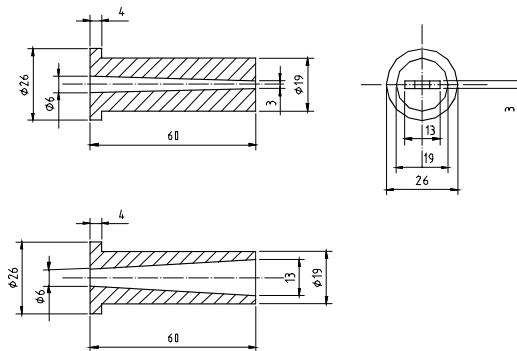


Prototypenentwicklung

Strahldüsen



- Entwicklung und Erprobung von unterschiedlichen Strahldusenaufsatzen



Prototypenentwicklung

Reinigungsroboter

- Verfahrbewegung des Roboters im Rohr über eine Gegenzuganlage
- Konstruktion und Ausführung der Zugvorrichtung sowie Optimierung des Prototyps durch Fa. Combas
- Antrieb des Strahlteilers und der Zugvorrichtung durch einen Druckluftmotor



Versuchseinrichtung

Strahlanlage

- Tornado Jet (Fa. Green Tech)
- Druckstrahlanlage
- Trockeneismassenstrom (120 kg/h)



Versuchseinrichtung

Probenrohr



- Erdverlegte Gas-Versorgungsleitung DN 400, spiralgeschweißter Baustahl.
- Aufbringen von repräsentativen Verunreinigungen auf der abnehmbaren Versuchsclappe



Versuchseinrichtung




Gegenzuganlage


- Getriebemotor mit programmierbarer Ansteuereinheit
- Stufenlos einstellbare Verfahrensgeschwindigkeiten des Reinigungsroboters im Rohr von 0,25 m/min bis 8 m/min



Technologische Untersuchungen




Einfluss der Strahlschlauchlänge auf den Strahldruck


-  Untersuchung des reinen Luftdruckverlusts im Schlauch ohne Düsenaufsatz und Trockeneis
-  Verschiedene Schlauchlängen, 3m bis 123 m
-  Gewickeltes Schlauchpaket,
(Durchmesser: 1,5 m)

 **Ergebnis:**
Druckverlust von ca. 23 % bei einer Schlauchlänge von 123 m

Technologische Untersuchungen

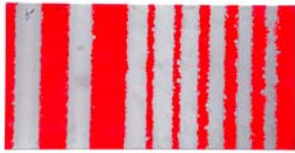
Einfluss der Strahlschlauchlänge auf die Wirksamkeit des Trockeneisstrahls

-  Bearbeitung von Proben aus AlMg-Knetlegierungen mit Trockenstrahl.
-  Messung der Rauheitskennwerte R_{zDin} , R_a bei unterschiedlichen Strahlschlauchlängen
-  Ziel:
Ermittlung der Abrasivität bei Schlauchlängen von 3 m bis 123 m

 **Ergebnis:**
**Erzeugung einer deutlichen Rauheit,
Abrasivität vermindert, aber noch gegeben.**

Technologische Untersuchungen

Einfluss der Strahlschlauchlänge auf die Reinigungsleistung



Strahlschlauchlänge 3 m



Entlacken von Blechen bei Schlauchlängen von 3 m bis 123 m und unterschiedlichen Vorschubgeschwindigkeiten



Ziel:
Ermittlung der Reinigungsleistung



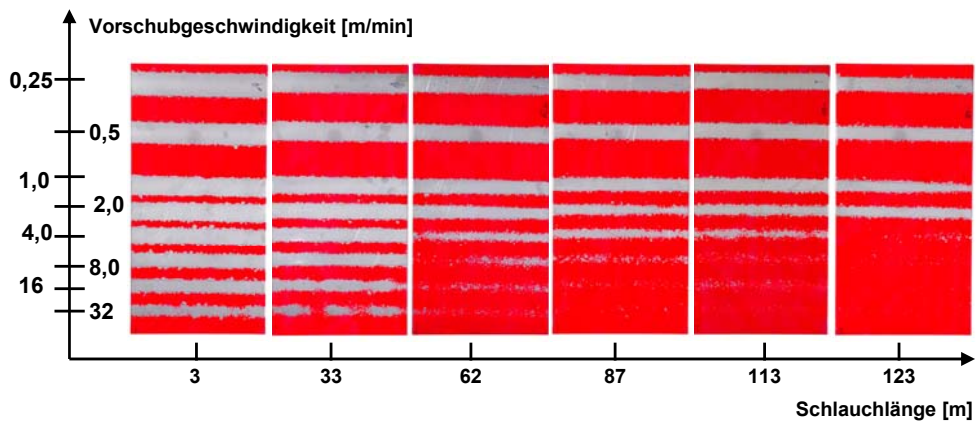
Strahlschlauchlänge 123 m



Ergebnis:
Gute Reinigungsergebnisse bei maximaler Schlauchlänge und Vorschubgeschwindigkeiten bis zu 2 m/min

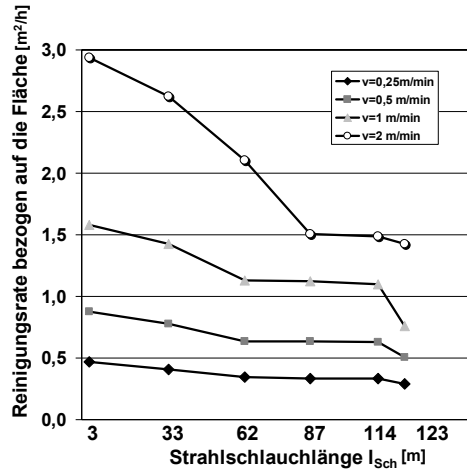
Technologische Untersuchungen

Einfluss der Strahlschlauchlänge auf die Reinigungsleistung



Technologische Untersuchungen

Einfluss der Strahlschlauchlänge auf die Reinigungsleistung



Technologische Untersuchungen

Vorversuche im Probenrohr

- Entfernen von Flugrost
- Entfernen von Spruhlack
- Entfernen von KFZ-Unterbodenschutz

Ergebnis:
Reinigungsraten bezogen auf die Rohrlänge
Flugrost (Runddusenaufsatz): ca. 7 m/h
Spruhlack (Flachdusenaufsatz): ca. 25 m/h
Unterbodenschutz (Flachdusenaufsatz): ca. 23 m/h

Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung

- Vielversprechende Ergebnisse aus den Voruntersuchungen
- Entwicklung eines funktionsfähigen Prototyps
- Grundsätzliche Machbarkeit ist gegeben

Weitere Schritte

- Entwicklung einer leistungsfähigen Absaugung
- Optimierung des Reinigungsroboters
- Durchführung von Versuchen unter realen Bedingungen
- Implementierung des Videoüberwachungssystems