

**INSPECTOR**  
SYSTEMS



**ROHRINNENPRÜFUNG UND BEARBEITUNG VON  
LÄNGSNAHTGESCHWEIßTEN ROHRBÖGEN IN KERNKRAFTWERKEN  
MIT HILFE VON FERNGESTEUERTEN ROHRROBOTERN**

**Marcus Hitzel / INSPECTOR SYSTEMS**  
**Gerd Ahlers / e.on KERNKRAFT**

DGZfP Jahrestagung Erfurt 10. – 12.05.2010



INSPECTOR SYSTEMS Rainer Hitzel GmbH, Joh. Friedr. Böttgerstr. 19, 63322 Rödermark, Tel. 06074/917 123-0, [www.inspectorsystems.de](http://www.inspectorsystems.de)

**INSPECTOR**  
SYSTEMS



**ÜBERSICHT:**

1. Unternehmensprofil
2. Projektbeschreibung
3. Visueller Prüfroboter / Absaugroboter
4. Wirbelstrom / Ultraschall-Prüfroboter
5. Schleifroboter
6. Qualifizierung / Was wurde gemacht

INSPECTOR SYSTEMS Rainer Hitzel GmbH, Joh. Friedr. Böttgerstr. 19, 63322 Rödermark, Tel. 06074/917 123-0, [www.inspectorsystems.de](http://www.inspectorsystems.de)



#### UNTERNEHMENSPROFIL INSPECTOR SYSTEMS

- Unternehmensstandort ist Rödermark im südlichen Rhein / Main Gebiet
- Hauptaufgabengebiet ist die Entwicklung und Fertigung von Rohrrobotern zur Inneninspektion, Innenprüfung und Innenbearbeitung von Rohrleitungen
- Die Haupttätigkeitsfelder liegen im Bereich der Qualitätssicherung von Kraftwerken, chemischen / petrochemischen Anlagen und der Offshore-industrie
- INSPECTOR SYSTEMS bietet seine Rohrroboter und die damit verbundenen Dienstleistungen weltweit an



INSPECTOR SYSTEMS Rainer Hitzel GmbH, Joh. Friedr. Böttgerstr. 19, 63322 Rödermark, Tel. 06074/917 123-0, [www.inspectorsystems.de](http://www.inspectorsystems.de)



#### Projektbeschreibung Aufgabenstellung

- Rohrinnenprüfung und Bearbeitung des TH-Rohrleitungssystems im Kernkraftwerk Grafenrheinfeld inklusive der längsnahtgeschweißten Bögen mit Hilfe von ferngesteuerten Rohrrobotern
- Die Rohrroboter sind in der Lage 90° Bögen (ab 1,5D) und vertikale Rohrleitungsstücke zu durchfahren. Des Weiteren sind sie so ausgelegt, dass sie durch die geöffnete TH- Armatur in die Rohrleitung eingesetzt werden können



INSPECTOR SYSTEMS Rainer Hitzel GmbH, Joh. Friedr. Böttgerstr. 19, 63322 Rödermark, Tel. 06074/917 123-0, [www.inspectorsystems.de](http://www.inspectorsystems.de)

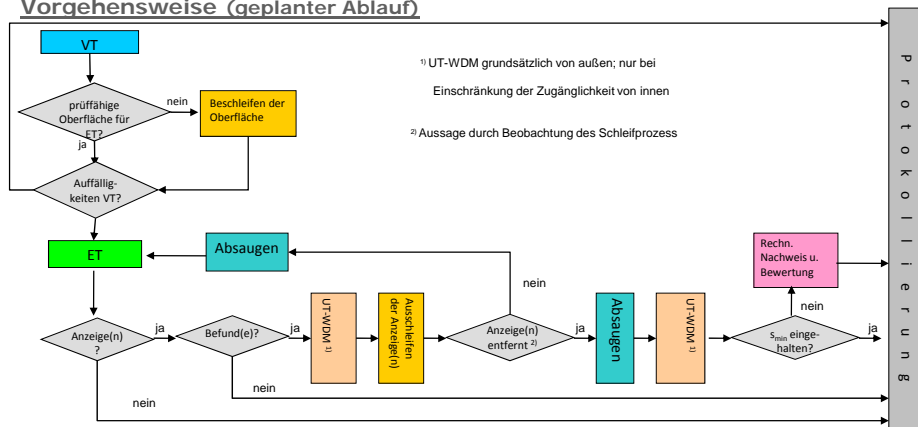


**Projektbeschreibung**  
Ziele

- Visuelle Prüfung
- Oberflächenrisssprüfung mittels Wirbelstrom
- Wanddickenmessung mittels Ultraschall
- Lokales Ausschleifen von Anzeigen/-bereichen



**Projektbeschreibung**  
Vorgehensweise (geplanter Ablauf)





### Visueller Prüfroboter / Absaugroboter

- Der Visuelle Prüfroboter / Absaugroboter besteht aus drei Antriebseinheiten, die flexibel durch Faltenbälge miteinander verbunden sind, einer Absaugeinheit und einer Inspektionseinheit inkl. Lasermessung



### Visueller Prüfroboter / Absaugroboter Inspektionseinheit

- Ein hochauflösendes Kameramodul mit 10- fach optischem Zoom und autom. / man. Fokus ist in den Kamerakopf integriert
- Leistungsstarke Beleuchtungseinheit, deren Beleuchtungsstärke regelbar ist





**Visueller Prüfroboter / Absaugroboter  
Inspektionseinheit**

- Der Visuelle Prüfroboter / Absaugroboter ist zusätzlich noch mit einem Laser ausgestattet.
- Der Laser ist an der Dreheinheit integriert und erreicht somit jeden Punkt am Innenumfang des Rohres.
- Er ermöglicht es Fehlstellen, wie z.B. Korrosionsabtrag, mit einer Genauigkeit von 0,2 mm zu vermessen.
- Der Laser dient somit zur genauen Bewertung und Klassifizierung des Kamerabildes.



**Visueller Prüfroboter / Absaugroboter  
Absaugeinheit**

- Die Absaugeinheit ist auf der Dreheinheit des Rohrroboters montiert. Sie besteht aus einem Absaugschlauch, einem Führungsrohr, einer Kamera und einer motorischen Schlauchzustellung.
- Der Absaugschlauch wird motorisch über eine Feinzustellung in Richtung der Rohrwand gefahren.
- Der Absaugvorgang wird mit der Absaugkamera überwacht.
- Mit dem Visuellen Prüfroboter / Absaugroboter ist es möglich jeden Punkt der TH-Rohrleitung anzufahren und dort gezielt abzusaugen.





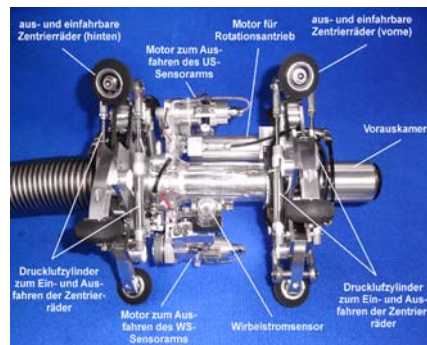
### Visueller Prüfroboter / Absaugroboter

- Mit dem Visuellen Prüfroboter / Absaugroboter ist es möglich
  - eine integrale und gezielte visuelle Inspektion durchzuführen
  - jeden Punkt der TH-Rohrleitung anzufahren und dort gezielt abzusaugen.



### Wirbelstrom / Ultraschall-Prüfroboter

- Der Wirbelstrom / Ultraschall Prüfroboter ist in der Lage Rohrbögen gleichzeitig mit dem Wirbelstrom- und mit dem Ultraschallverfahren zu prüfen.
- Die Wirbelstrom / Ultraschall Prüfeinheit ist mit zwei schwenkbaren Sensorarmen mit motorischem Sondenandruck ausgestattet. Durch die Verwendung von zwei Sensorarmen werden die Ultraschall- und die Wirbelstromprüfung voneinander getrennt.





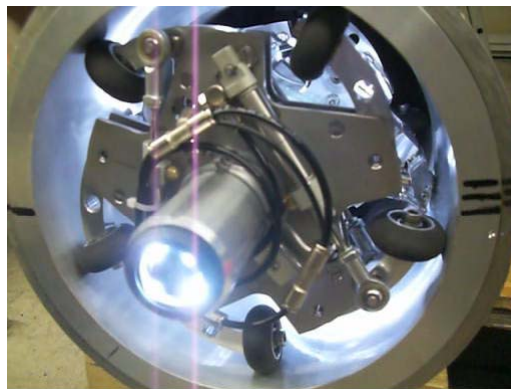
**Wirbelstrom / Ultraschall-  
Prüfroboter**

- Die Sondenandruckkraft ist ferngesteuert elektronisch einstellbar.
- Die Sonden sind kardanisch aufgehängt, um diese möglichst orthogonal zur Prüfoberfläche zu führen.
- Die Dreheinheit mit Schleifring ermöglicht eine kontinuierliche Drehbewegung der Sondenarme.
- 2 Miniaturkameras überwachen die Lage der Sensorköpfe zur Prüfoberfläche.



**Wirbelstrom / Ultraschall-  
Prüfroboter**

- Die Prüfeinheit ist ein Gemeinschaftsprojekt mit den beteiligten Firmen Kontrolltechnik und AREVA NP
- Die Prüfeinheit wurde von Kontrolltechnik entwickelt
- Die Wirbelstromprüfung wird von Kontrolltechnik durchgeführt
- Die Ultraschallprüfung wird von AREVA NP durchgeführt





### Schleifroboter

- Der Schleifroboter dient zum Beschleifen von Längsnähten im Bogenbereich der TH-Rohrleitung und ist so konzipiert, dass sowohl Bogenlängsnähte als auch Rundnähte und Grundmaterial der Rohrleitung beschliffen werden können.
- Das Schleifmodul besteht aus einem leistungsstarken Drehstrommotor mit Schleifscheibe, einer Dreheinheit mit einem Drehwinkel von 380° und einer Radialzustellung für den Schleifmotor.
- Der Schleifroboter ist zum Auffinden der zu beschleifenden Bogenlängsnähte mit einem Induktivsensor und einem Inklinometer ausgestattet.



INSPECTOR SYSTEMS Rainer Hitzel GmbH, Joh. Friedr. Böttgerstr. 19, 63322 Rödermark, Tel. 06074/917 123-0, [www.inspectorsystems.de](http://www.inspectorsystems.de)



### Schleifroboter

- Des Weiteren ist der Schleifroboter mit einer Absperrvorrichtung bestückt. Sie dichtet den vor der Schleifeinheit liegendem Rohrleitungsabschnitt gegenüber Schleifstaub ab und vermindert somit eine Verschleppung von Schleifstaub innerhalb der Rohrleitung.



INSPECTOR SYSTEMS Rainer Hitzel GmbH, Joh. Friedr. Böttgerstr. 19, 63322 Rödermark, Tel. 06074/917 123-0, [www.inspectorsystems.de](http://www.inspectorsystems.de)





### Schleifroboter

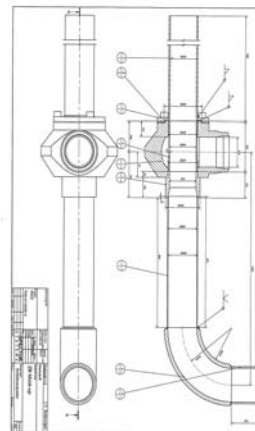


INSPECTOR SYSTEMS Rainer Hitzel GmbH, Joh. Friedr. Böttgerstr. 19, 63322 Rödermark, Tel. 06074/917 123-0, www.inspectorsystems.de



### Qualifizierung Was wurde gemacht

- Für die Qualifizierung der Rohrroboter wurde ein 1:1 Nachbau eines TH-Rohrleitungsbereiches bis zum ersten Bogen erstellt.
- Zur Qualifizierung des Wirbelstrom / Ultraschall-Prüfroboters wurde der gesamte Prüfvorgang mit Ein- und Auskalibrierung sowie mit Datenaufnahme an einem Vergleichskörper und Signalauswertung durchgeführt.
- Zusätzlich wurde ein Bogenbereich vor und nach dem Beschleifen geprüft, um die Prüfbarkeit dieses Bereichs nachzuweisen.



INSPECTOR SYSTEMS Rainer Hitzel GmbH, Joh. Friedr. Böttgerstr. 19, 63322 Rödermark, Tel. 06074/917 123-0, www.inspectorsystems.de



### Qualifizierung Was wurde gemacht

- Zur Qualifizierung des Schleifroboters wurden während der Geräteabnahme Testschleifungen an Längsnähten durchgeführt. Bei diesen Testschleifungen wurde eine Schleiftiefenbestimmung / Wanddickenmessung mit Ultraschall durchgeführt. Des Weiteren wurde im Schleifbereich die Oberflächenrauheit sowie das Entstehen von Anlauffarben kontrolliert.
- Während der Schleiftests wurde weiterhin nachgewiesen, dass die Absperrbürste ihre Funktion erfüllt.



Schleifmulde  
ca. 40mm x 40mm

INSPECTOR SYSTEMS Rainer Hitzel GmbH, Joh. Friedr. Böttgerstr. 19, 63322 Rödermark, Tel. 06074/917 123-0, www.inspectorsystems.de



### Qualifizierung Was wurde gemacht

- Zur Qualifizierung des Visuellen Prüfroboters / Absaugroboters wurden während der Geräteabnahme sowohl visuelle Inspektionstests als auch Absaugtests im Rohrbogen durchgeführt.
- Alle beschriebenen Rohrroboter wurden zusammen mit dem Betreiber E.ON Kernkraft und dem Gutachter TÜV Süd ohne Beanstandung qualifiziert und werden zur Zeit im Kernkraftwerk Grafenrheinfeld eingesetzt.



INSPECTOR SYSTEMS Rainer Hitzel GmbH, Joh. Friedr. Böttgerstr. 19, 63322 Rödermark, Tel. 06074/917 123-0, www.inspectorsystems.de



**VIelen DANK FÜR IHR INTERESSE !**

- Marcus Hitzel
- INSPECTOR SYSTEMS GmbH
- Joh. Friedr. Böttgerstr. 19
- 63322 Rödermark
  
- 06074 / 917 123-0
- [info@inspectorsystems.de](mailto:info@inspectorsystems.de)
- [www.inspectorsystems.de](http://www.inspectorsystems.de)

