

7. TAH Sanierungstage, Würzburg 16.-17.September 2009

# Kanalsanierung mit Reparaturverfahren

## Einsatzgrenzen der Roboterverfahren

Dipl. Ing. Thomas Palaske, München

# Kanalsanierung mit Robotertechnik

1. Verfahrenseinteilung
2. Definition
3. Typische Kanalschäden
4. Stand der Technik bei Roboterverfahren
5. Innovationen im Bereich der Robotertechnik

# 1. Verfahrenseinteilung nach DWA

## Reparatur

### Ausbesserungsverfahren

Schachtreparatur,  
Rohrersatz,  
Betoninstandsetzung,  
**Robotertechnik**

### Injektionsverfahren

Injektion von Mörtel,  
Suspensionen, Emulsionen,  
Lösungen, Injektion von  
außen und innen

### Abdichtungsverfahren

Abdichtung von außen und  
innen, Schrumpfschläuche,  
Außenmanschetten,  
Fugenabdichtungen,  
Innenmanschetten,  
Kurzschläuche, Quicklock

## Renovierung

### Beschichtungsverfahren

Auspressverfahren,  
Verdrängungsverfahren,  
Aufspritzverfahren,  
Anschleuderverfahren

### Auskleidungsverfahren

Auskleidung mit  
vorgefertigten oder örtlich  
hergestellten Rohren  
(Inliner),  
Teil – und Vollauskleidungen

## Erneuerung

### Offene Bauweise

Traditioneller Tiefbau

### Halboffene Bauweise

Hydraulischer Rohrvortrieb  
mit Start- und Zielgrube

### Geschlossene Bauweise

Bergmännischer  
Stollenvortrieb,  
Schildvortrieb,  
Berstverfahren,  
Rohreinziehverfahren

17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

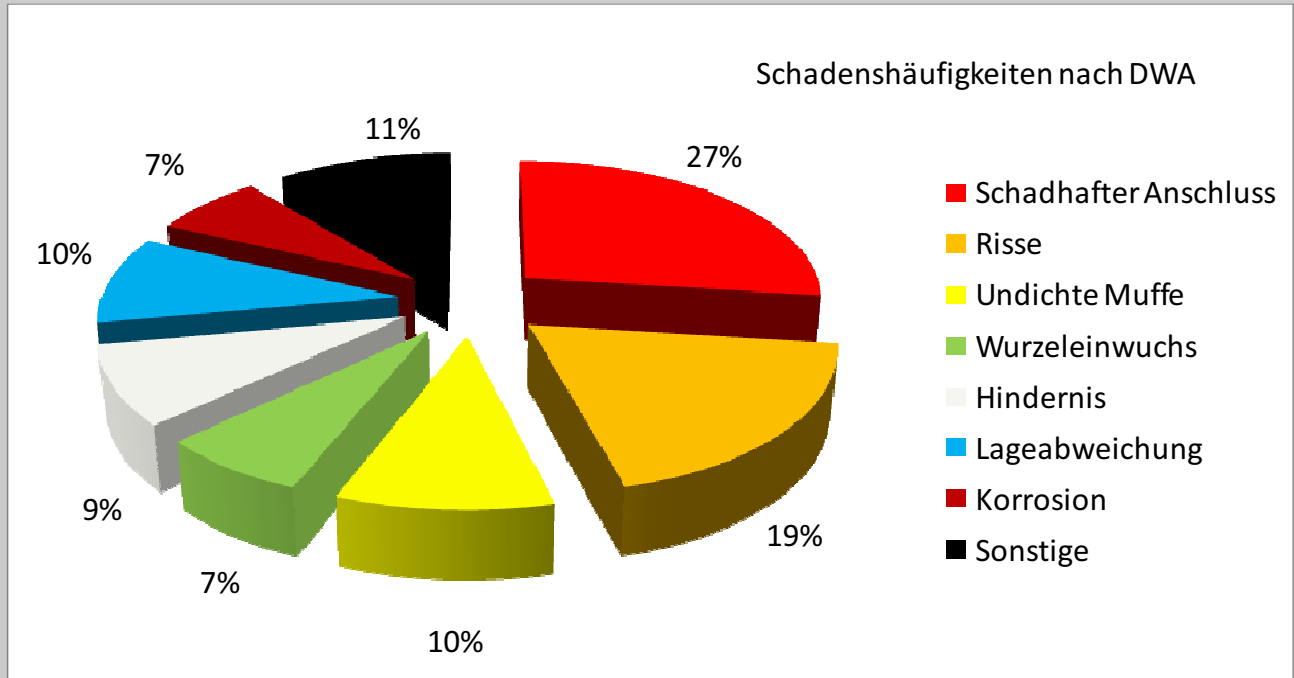
## 2. Definitionen

- 1 Reparaturverfahren (auch Instandsetzung) sind Maßnahmen zur Behebung örtlich begrenzter Schäden
- 1 Ausbesserungsverfahren dienen zur örtlich begrenzten oder abschnittswisen Ausbesserung oder zum Ersatz von Rohren bzw. bauwerksteilen zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit, statischen Tragfähigkeit sowie Wasserdichtheit
- 1 Roboterverfahren werden zur Ausbesserung nichtbegehrbarer Kanäle unter Einsatz ferngesteuerter Roboter verwendet

17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

### 3. Typische Kanalschäden

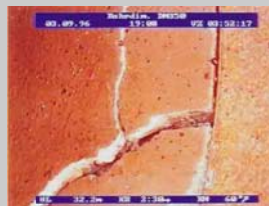


17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

### 3. Typische Kanalschäden

- 1 Risse
- 1 Löcher
- 1 Ausbrüche
- 1 Muffenschäden
- 1 Ablagerungen
- 1 Hindernisse
- 1 Lageabweichungen
- 1 Rohrbrüche
- 1 Einstürze
- 1 schadhafte Anschlüsse
- 1 Undichtigkeiten
- 1 Korrosion
- 1 Abflußhindernisse



17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 4. Stand der Technik bei Roboterverfahren

### 4.1. Nennweitenbereich

- 1 Hauptkanal DN (150) 200 – 800
- 1 Anschlusskanal DN ( 70 ) 150 – 200

### 4.2. Rohrmaterialien

- 1 Amorphe Werkstoffe (Beton, Steinzeug, Faserzement)
- 1 Nichtamorphe Werkstoffe (Guß, Kunststoffe, Stahl)

## 4. Stand der Technik bei Roboterverfahren

### 4.3. Technische Einsatzbereiche

- 1 Fräsarbeiten bei Ablagerungen und Hindernissen
- 1 Punktuelle Reparaturen von Rissen, Löchern und Muffen
- 1 Vorfräsarbeiten für Inliner (Versätze egalisieren)
- 1 Anschluß- bzw. Stützsanierung
- 1 Öffnen von Anschlüssen im Inliner

## 4. Stand der Technik bei Roboterverfahren

### 4.4. Fräswerkzeuge



17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 4. Stand der Technik bei Roboterverfahren

### 4.5. Baumaterialien

- 1 Zementgebundenen Materialien
- 1 Epoxidharze
- 1 Silikatharze
- 1 PU – Harze
- 1 Getränkte GFK-Matten (Hutprofile)
- 1 Elastomerharze



17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

# 4. Stand der Technik bei Roboterverfahren

## 4.6. Technische Ausführungen für Robotersysteme

- 1 Fräsmotoren hydraulisch / pneumatisch (Leistung durch Öldruck oder Drehzahl)
- 1 Materialtransport über Kartuschen / Behälter oder über Schläuche
- 1 Spachteltechniken mit elektrischem Feintrieb
- 1 Fahrwagen mit Verpreßpackern (Blasentechnik)
- 1 Fahrtrieb hydraulisch / elektrisch / pneumatisch / mechanisch

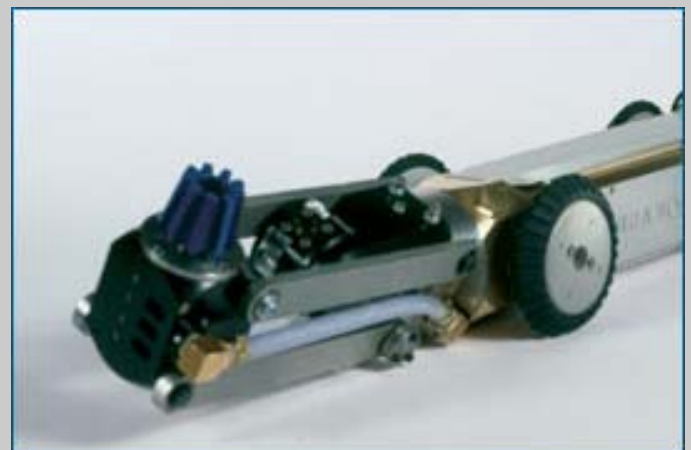
17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

# 4. Stand der Technik bei Roboterverfahren

## Robotertechnik in der Praxis

### Robotertechnik im Hauptkanal (DN 200 – 800)



17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 4. Stand der Technik bei Roboterverfahren Robotertechnik in der Praxis

### Robotertechnik im Anschlußkanal (< DN 200)



17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 4. Stand der Technik bei Roboterverfahren, Hauptkanal

Anwendungsbeispiel: KATE - System , Risse sanieren



Materialersatzsystem mit  
Haftigenschaften von  $> 1,5 - 3 \text{ N/mm}^2$

17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 4. Stand der Technik bei Roboterverfahren, Hauptkanal

Anwendungsbeispiel: KATE - System , Anschlüsse sanieren



Abzweige und Stutzen bis ca. 5 - 10 cm Tiefe ab Hauptkanal sanierbar .  
 Die Einsatztiefe ist vorrangig von der Nennweite des Hauptkanals abhängig.  
 Auch schräge Stutzen sanierbar.

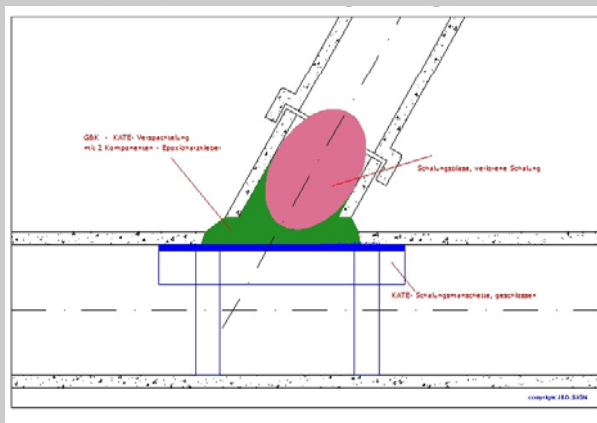
17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 4. Stand der Technik bei Roboterverfahren, Hauptkanal

Anwendungsbeispiel:  
 KATE - System , Anschlüsse  
 dauerhaft verschließen

- 1 Einsatz einer verlorenen Schalungsblase
- 1 Gegenverpressung über Schalungsmanschette
- 1 oberflächengleicher Abschluß im Hauptkanal



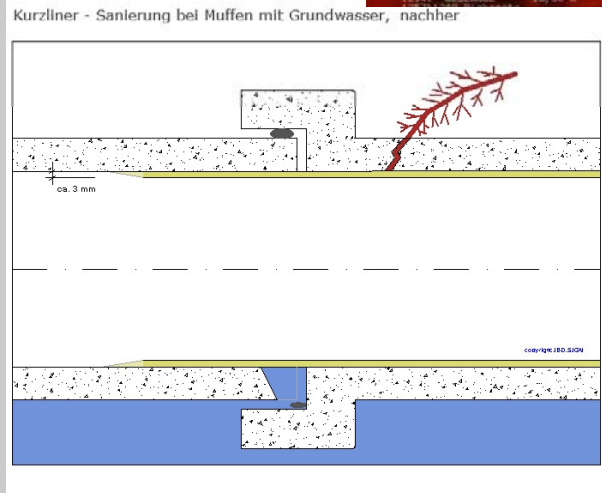
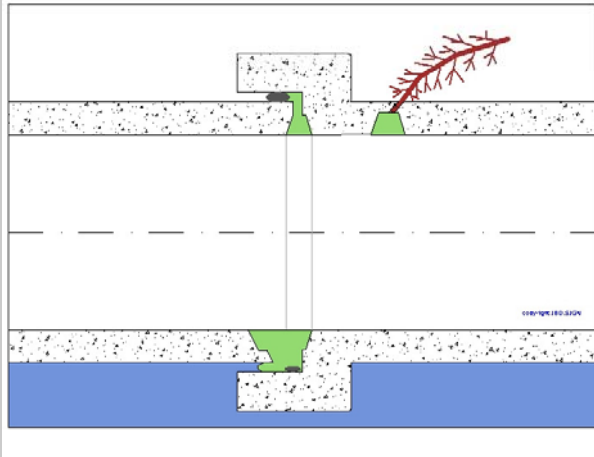
17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

# Vergleich KATE- System <-> Kurzliner bei der Muffensanierung



ZEICHNUNG 4 VON 4  
mit Wurzeln und Grundwassereintritt,



17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 4. Stand der Technik bei Roboterverfahren, Hauptkanal

### Zementverpresstechniken mit Roboter

Zementverpreßtechniken wurden Mitte der 90er Jahre für den Robotereinsatz adaptiert, um den teuren Baustoff Epoxidharz zu ersetzen.

Erst unter Einsatz kunststoffvergüteter Reparaturmörtel konnten die notwendigen Materialeigenschaften für den Materialersatz im Kanal erreicht werden.

Wichtig ist die Einhaltung des Mischungsverhältnisses (W/Z) um gleichmäßige Ergebnisse zu erreichen.

17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 5. Innovationen im Bereich der Robotertechnik, Hauptkanal

Typische Schäden:

- 1 Schwer ausgebrochene Anschlüsse

Anwendungsbeispiel:

ZM- Verpress- System mit flexibler Ausrollblase



17.9.2009, Würzburg

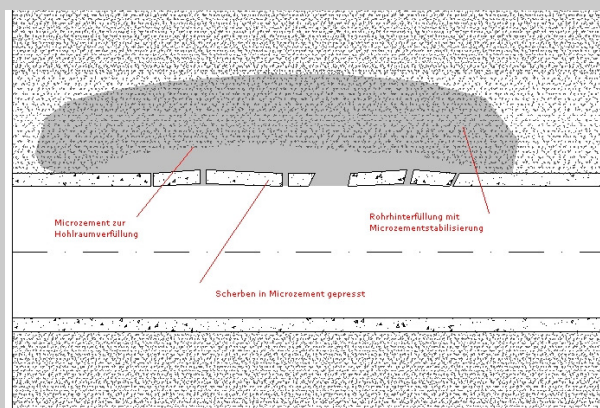
Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 4. Stand der Technik bei Roboterverfahren, Hauptkanal

Anwendungsbeispiel:

ZM- Scherbenverpressung mit weiträumiger Hohlraumstabilisierung

- 1 Verpresstechniken können stark gerissene Bereiche stabilisieren
- 1 Eingesetztes Material: ZM , PU oder Silikatharze
- 1 Zumeist zum kombinierten Einsatz mit Inliner / Kurzliniertechnik vorgesehen



17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 4. Stand der Technik bei Roboterverfahren, Hauptkanal

Packersysteme für den Hutprofileinbau (Robotertechnik ?)

- 1 Hutprofilsysteme nutzen das Prinzip der Andrücktechnik und sind mit Kurzlinersystemen zu vergleichen. (Abdichtungsverfahren)
- 1 Die Klebewirkung des vorab getränkten GFK- oder Polyesternadelfilz – Gewebes ist extrem von der Packergeometrie, der erreichten Druckverteilung und insbesondere von der Vorbereitung des Haftgrundes abhängig.
- 1 Im Hauptkanal können überstehende Gewebe- oder Harzkanten problematisch sein. (Ablösung beim Kanalbetrieb)

17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 4. Stand der Technik bei Roboterverfahren, Hauptkanal

Anwendungsbeispiel: Hutprofiltechnik "**hatform vario**" für schräge und tiefliegende Anschlußeinbindungen



17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

# Fehler bei Hutprofiltechniken

- 1 Probleme bei Grundwassereintritt
- 1 Probleme bei außermittigen Stutzen
- 1 Probleme bei fehlender Haftgrundvorbereitung
- 1 Probleme bei ungleichmäßigem Anpreßdruck



17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 4. Stand der Technik bei Roboterverfahren, Hauptkanal mit Grundwasser

Bei drückendem Grundwasser gilt für Robotersysteme im Regelfall:

Arbeiten ohne vorherige / akute Grundwasserabdichtung können zu Undichtigkeiten und Mängeln führen

Mögliche Verpreßtechniken:

- 1 Druckschalung bei Anschlußsanierungen und Löchern
- 1 Packerverpressung bei Muffen und Radialrissen
- 1 Gelinjektion mittels Hohlbohrer bei Längsrissen und komplizierten Schalungsbildern

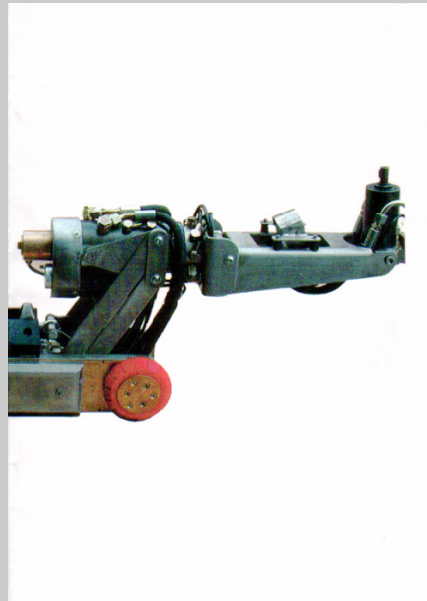
Verpressmaterialien: 2-Komponenten-Gel (PU, Acryl) , ZM, Silikatharze

17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 5. Innovationen bei der Robotertechnik, 5.1. Satellitenroboter

- 1 Alle Arbeiten vom Hauptkanal aus
- 1 Reichweite Standard bis 1 m ab Hauptkanal
- 1 Bereich 1. Muffe auch bei Grundwassereintritt beherrschbar
- 1 Schäden bis in den Anschlußbogen sanierbar (2.Muffe)
- 1 Fräsen, Schneiden, Verpressen, Satlinertechnik
- 1 Arbeiten unter Kamerabeobachtung
  
- 1 Aktueller Grenzbereich: Fräsen und Verpressen bis 15 m ab HK



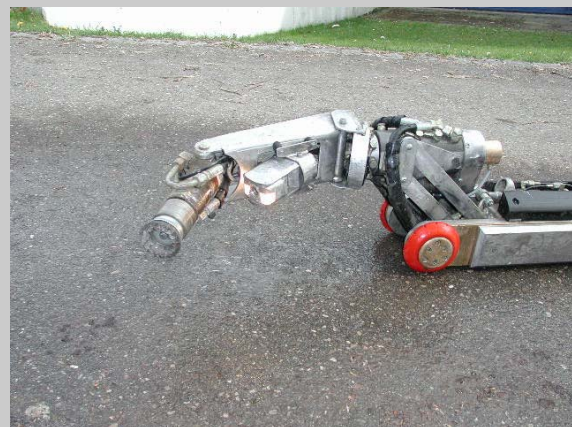
17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 5. Innovationen bei der Robotertechnik, 5.1. Satellitenroboter

Wesentliche Arbeitsschritte:

1. Ablagerungen und Versätze fräsen
2. Grundwasserabdichtung mittels Verpresstechnik
3. Mikrozement verpressen zur Hohlraumstabilisierung
4. Haftgrundvorbereitung
5. Risse und Schäden sanieren mittels Satliner - Technik

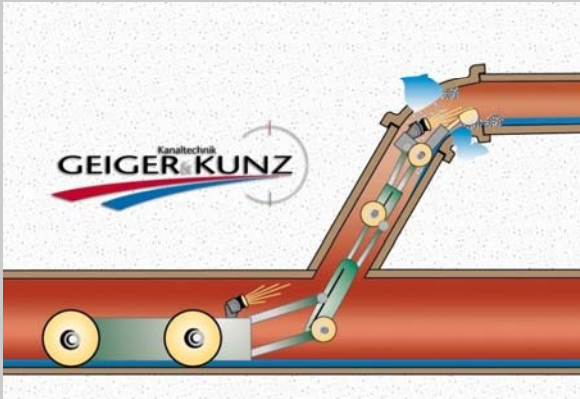


17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

# Satellitenroboter

Fräsarbeiten im Anschluss bei Versätzen und Ablagerungen

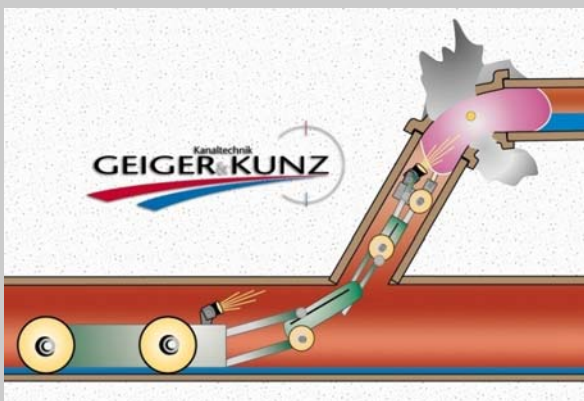


17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

# Satellitenroboter

Mikrozementverpressung zur Hohlraumstabilisierung und zum Rohrsersatz

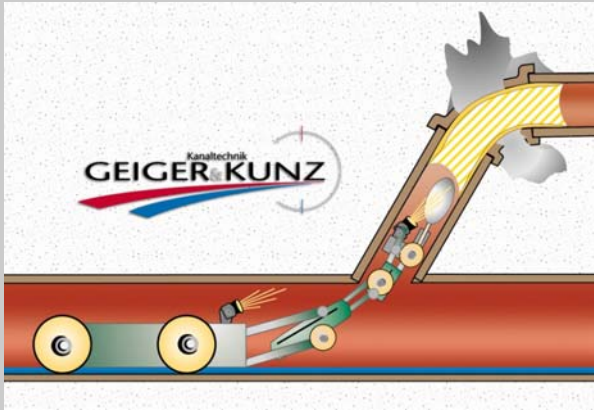


17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

# Satellitenroboter

Haftgrundvorbereitung und  
Setzen eines epoxidharz –  
getränkten Kurzliners, bogengängig



17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## Kombination KATE – und Satellitenroboter

- 1 Komplettlösung für das System  
Hauptkanal / Anschlusskanal
- 1 Inliner im Hauptkanal
- 1 ZM-Verpressung gegen GW-  
Druck
- 1 Satliner setzen nach  
Haftgrundvorbereitung
- 1 KATE- Einbindung beim Inliner



17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik -  
Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske,  
München

## 5. Innovationen bei der Robotertechnik, Hausanschlußinliner und Anschlußeinbindung

### Bei Schäden in der kompletten Anschlußhaltung:

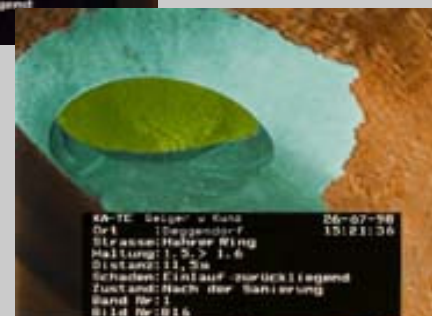
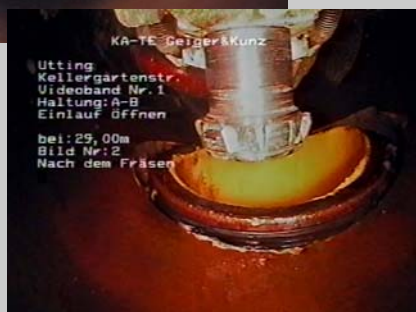
- 1 Hausanschlussliner über Schacht / Putzöffnung einbringen
- 1 Open-End-Version bei Formstück möglich
- 1 Anschlusseinbindung mit KATE – Technik bei schadhaften Anschlüssen



17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 5. Innovationen bei der Robotertechnik, Hausanschlußinliner und Anschlußeinbindung

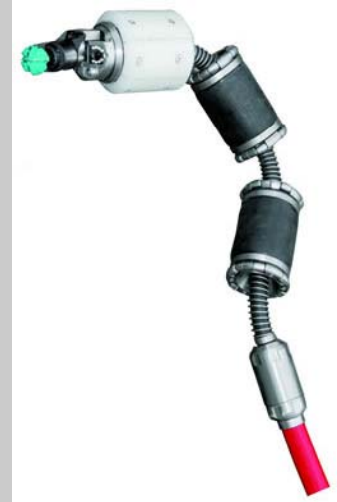
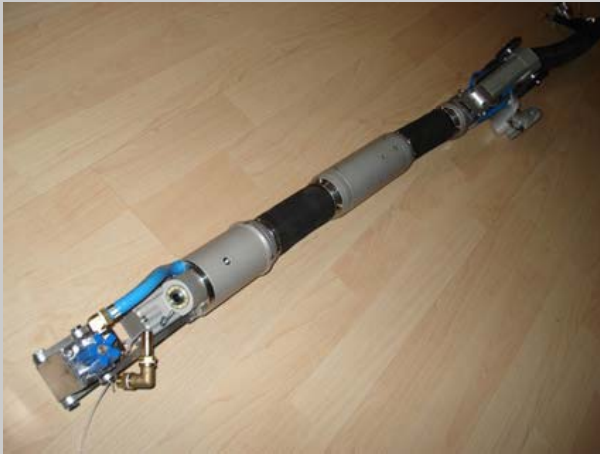


17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 5. Innovationen bei der Robotertechnik Anschlußkanäle und Grundleitungen

### Robotertechnik im Anschlußkanal (< DN 200)



17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 5. Innovationen bei der Robotertechnik, Satellitenroboter mit Höchstdruckschneidtechnik

Bei Hindernissen, die im Hausanschluß nur vom Hauptkanal erreicht werden können:

- 1 Wurzeln und Ablagerungen im Hausanschluß entfernen – vom Hauptkanal aus !
- 1 Standard: Arbeiten mit ca. 200 bar
- 1 Kontrolliertes Höchstdruckschneiden mit bis zu 2000 bar möglich (Beton etc.)



17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 5. Innovationen bei der Robotertechnik, EDS - Muffenerneuerung

EDS = Erneuerung der Dichtung an  
Steinzeugrohrverbindungen älterer Bauart

Ziel:

- Nutzungsdauer verlängern (40 Jahre + x)
- Kanalquerschnitt / Hydraulische Leistungsfähigkeit erhalten
- Keine irreversiblen Veränderungen am Abwasserableitungssystem durch Einbauten
- Optimale Betriebseigenschaften erhalten
- Recourccenschonung, keine Entsorgungsproblematik

17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 5. Innovationen bei der Robotertechnik, EDS - Muffenerneuerung

Konzept: Erneuerung aller Dichtungen einer gesamten Haltung !  
Dadurch entsprechend der Definition Gleichwertigkeit zur Renovation

Voraussetzung:

- 1 gute Substanz des Kanals
- 1 keine weiteren Schäden vorhanden

Bedingung:

Einsatz eines Elastomerharzes zur Sicherung der Muffenabwinklung

17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 5. Innovationen bei der Robotertechnik, EDS - Muffenerneuerung

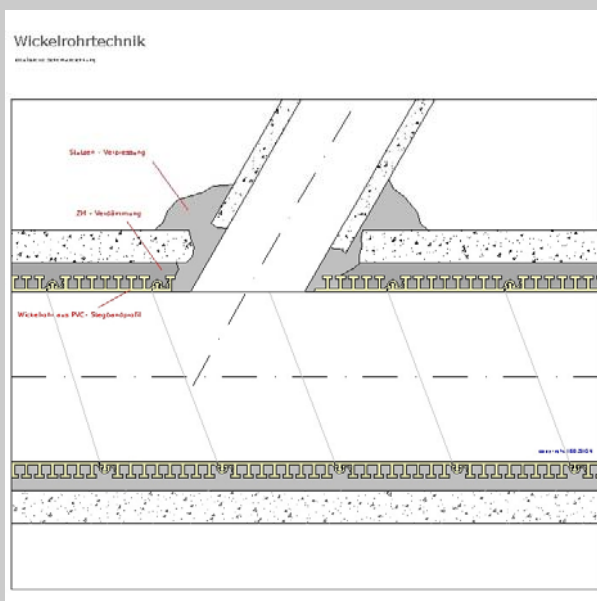


Mit EDS – System sanierte Muffe, bündig mit Rohrwand

17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

## 5. Innovationen bei der Robotertechnik Anschlusseinbindung im Wickelrohr



- 1 Anschlusseinbindung im Wickelrohr mit genauer Einmessung notwendig
- 1 Maximale Einbindetiefe beachten, Mögliche Systeme: KATE oder ZM-Verpressung mit Satellitenroboter
- 1 Begehr: Formteile aus Kunststoff



17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

# Einsatzgrenzen Robotertechnik

## Zusammenfassung

- 1 Robotertechniken sind heutzutage fundamentale Geräte / Werkzeuge bei der Sanierung von Kanalisationssystemen.
- 1 Es existiert eine Vielzahl von Techniken, die passend zum jeweiligen Anwendungsfall eingesetzt werden müssen.
- 1 Mit Robotertechniken lassen sich dauerhafte Kanalreparaturen erzielen, wenn ausgereifte Technik eingesetzt wird. Erfahrenes Personal entscheidet zusätzlich über den Sanierungserfolg.
- 1 Neue Entwicklungen und Materialien gestatten nun auch Sanierungen im Hausanschlussbereich. Muffendichtungen kompletter Rohrstränge können ersetzt werden.
- 1 Die Entwicklung im kleinen Durchmesserbereich (Hausanschlüsse) ist in vollem Gange. Universell einsetzbare Geräte sind hier noch nicht auf dem Markt.

17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München

# Einsatzgrenzen Robotertechnik

## Schlussbetrachtung

Erfolgreiche Kanalsanierung heißt:

- 1 regelmäßige Information zum aktuellen Stand der Technik
- 1 Bewährte Techniken und erfahrenes Personal einsetzen
- 1 Innovative Technik erkennen und fördern
- 1 Problembereiche mit Sachverstand angehen
- 1 preiswerte Lösungen suchen , aber Billiglösungen vermeiden



***Kanalsanierung ist Vertrauenssache.***

17.9.2009, Würzburg

Kanalsanierung mit Robotertechnik - Dipl. Ing. univ. Thomas Palaske, München