

# Systembeschreibung

## TuSo Hydraulische Fuge



Tunnel- und Schachtbau  
Optimierung

**TuSo GmbH**  
Mutzenrather Weg 39  
D - 50259 Pulheim  
Office: +49 / 2238 / 301 204  
Mobil: +49 170 / 48 77 23 1  
Mail: [info@tuso-bau.de](mailto:info@tuso-bau.de)  
[www.tuso-bau.de](http://www.tuso-bau.de)



## Inhaltsverzeichnis:

<b>1.0</b>	<b>Berechnung der Hydraulischen Fuge</b>	<b>Seite 3</b>
<b>2.0</b>	<b>Werkmäßige Prüfung und Befüllung der Hydraulischen Fuge</b>	<b>Seite 5</b>
<b>3.0</b>	<b>Montage der Hydraulischen Fuge</b>	
<b>3.1.</b>	<b>Mit Fixierstab</b>	
<b>3.1.1.</b>	<b>Einfachschlauchsystem</b>	<b>Seite 6</b>
<b>3.1.2.</b>	<b>Doppelschlauchsystem</b>	<b>Seite 8</b>
<b>3.2.</b>	<b>Ohne Fixierstab</b>	<b>Seite 9</b>
<b>4.0</b>	<b>HD – Dicht</b>	<b>Seite 10</b>
<b>5.0</b>	<b>Statische Onlinebegleitung von Rohrvortrieben</b>	<b>Seite 11</b>

## 1. Berechnung der Hydraulischen Fuge nach DWA-A 161

Die statische Berechnung von Vortriebsrohren ist im Arbeitsblatt DWA-A 161 in der derzeit gültigen Fassung vom März 2014 geregelt. Die Berechnung für Einwirkungen längs der Rohrachse (Ermittlung der zulässigen Vortriebskraft) enthält das Kapitel 10. Spezielle Hinweise für die Hydraulische Fuge sind im Abschnitt 4.7.2 des Regelwerks zusammengefasst. Darin ist festgelegt, dass die Nachweise für Druckübertragungsringe aus Holz (Kap. 10) sinngemäß auch für die Hydraulische Fuge gelten. Dabei wird insbesondere darauf hingewiesen, dass die rechnerische Abwinklung aus den drei Komponenten Kurvenfahrt, Steuerbewegungen und Fertigungstoleranzen auch bei der Hydraulischen Fuge berücksichtigt werden müssen. Darüber hinaus müssen die folgenden Nachweise geführt werden:

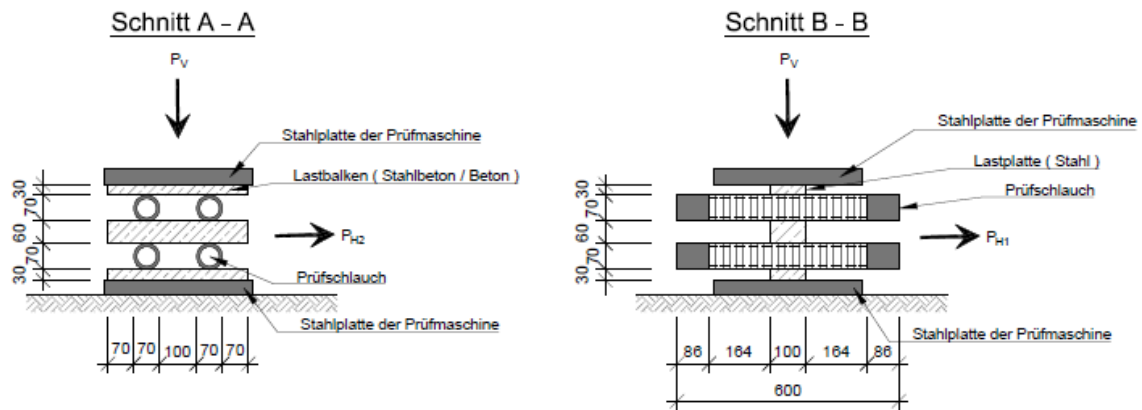
- a) Teilflächenpressung auf den Rohrspiegel (inkl. Querzug)
- b) Nachweis der Tragfähigkeit des fluidgefüllten Schlauchs
- c) Querkraftübertragung in der Rohrverbindung

In der Statik für CoJackHydra wird die Teilflächenpressung (a) analog zu den Bestimmungen für den Holzring (Kap. 10) berücksichtigt und die zulässige Vortriebskraft entsprechend abgemindert. Die Querzugbeanspruchung wird über die Eigenschaften des Schlauchs nachgewiesen, dessen Durchmesser sich bei der Beaufschlagung mit einem Innendruck nicht ändert.

Der unter Punkt b verlangte Nachweis der Tragfähigkeit des Schlauchs erfolgt zum einen durch die Wahl eines für den entsprechenden Nenndrucks ausgelegten Schlauchs und zum anderen durch die Prüfung jedes fertig konfektionierten Druckübertragungsringes mit dem 1,2-fachen des in der Statik angesetzten Drucks.

Hinsichtlich der Querkraftübertragung in der Rohrverbindung, die die Einwirkungen auf den Druckübertragungsring einschließt, wurden umfangreiche und aufwändige Versuche im Maßstab 1:1 im Institut für unterirdische Infrastruktur (IKT) in Gelsenkirchen durchgeführt, die im Rahmen eines Forschungsvorhabens vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert wurden.

Erstmals mit ausreichender Genauigkeit und hoher Zuverlässigkeit wurden die Quersteifigkeit und die Quertragfähigkeit von Hydraulischen Fugen bestimmt. Damit erfüllt die Fuge der TuSo auch die Anforderung c aus dem A 161.



Prinzipskizze des Versuchsaufbaus



Versuchsaufbau in Prüfmaschine



Einleitung der horizontalen Kraft über Zylinder

Die Anwendung der Hydraulischen Fuge, die wie beschrieben nach den gültigen technischen Regelwerken nachgewiesen und geprüft ist, gibt dem Anwender die Sicherheit, ein nachgewiesen statisch sicheres Komplettsystem einzusetzen und keine Lücke im Sicherheitskonzept offen gelassen zu haben.

## 2. Werksmäßige Prüfung und Befüllung der Hydraulischen Fuge

Die Hydraulische Fuge wird von einem erfahrenen Schlauchkonfektionierer abgelängt und mit eigens für die TuSo GmbH produzierten Armaturen ausgestattet. Alle nach DIN EN 853 gefertigten Hydraulik Schläuche werden vom Schlauchproduzenten werksmäßig geprüft. Aus einer Produktionscharge werden definierte Mengen entnommen und auf die vorgeschriebenen Parameter geprüft.

Diese stichprobenhafte Überprüfung ab Werk ist für die TuSo GmbH nur ein Teil des Sicherheitskonzeptes. Um eine gleichbleibende Qualität garantieren zu können wurde ein hauseigenes Qualitätsverfahren entwickelt, welches jeder Hydraulikschlauch standhalten muss.

Jeder einzelne Hydraulikschlauch durchläuft auf einer speziellen Prüf.- und Abfüllstation folgende Schritte des Qualitätsmanagements:

- Kontrolle der der Länge
- Vollfüllung der Hydraulischen Schläuche mit Fluid
- Beaufschlagung der Hydraulikschläuche mit dem Prüfdruck
- Haltezeit des Prüfdrucks über die Dauer der Prüfzeit
- Herauspressen des überschüssigen Fluids
- Verschließen des Schlauches

Der Betriebsdruck wird von der TuSo GmbH einem 1,5-fachen Sicherheitsfaktor auf den Berstdruck des jeweils eingesetzten Schlauchtyps festgelegt. Die Druckprüfung erfolgt mit einer zusätzlichen Sicherheit in Höhe von 20% auf den Betriebsdruck über eine festgelegte Prüfzeit. Länge, Prüfdruck, Prüfzeit und die Entnahmemenge werden für jeden einzelnen Schlauch (d.h. für jede Fuge) dokumentiert. Durch das Herauspressen des Fluids wird sichergestellt, dass sich nach dem Verschließen des HD-Schlauches keine freie Luft im Schlauch befindet. Aufgrund der im HD-Schlauch befindlichen Fluidmenge und dem ansonsten luftfreiem Raum (Vakuum) sind die elastischen Rückstellkräfte minimiert. Das Zurückfedern des Rohrstranges im Pressschacht bei Entlastung (z.B. beim Rohrwechsel) wird dadurch auf ein Minimum reduziert.



Hydraulikschlauch vor der Prüfung



Hydraulikschlauch während der Prüfung

## 3.0 Montage der Hydraulischen Fuge

### 3.1 Mit Fixierstab

#### 3.1.1 Einzelschlauchsystem



TuSo Einzelschlauch System  
eingesetzt seit 2014

Die Hydraulische Fuge wird mit den Abstandskörpern und Verschlusselementen spiralförmig, aufgerollt und verpackt palettenweise auf die Baustelle geliefert.



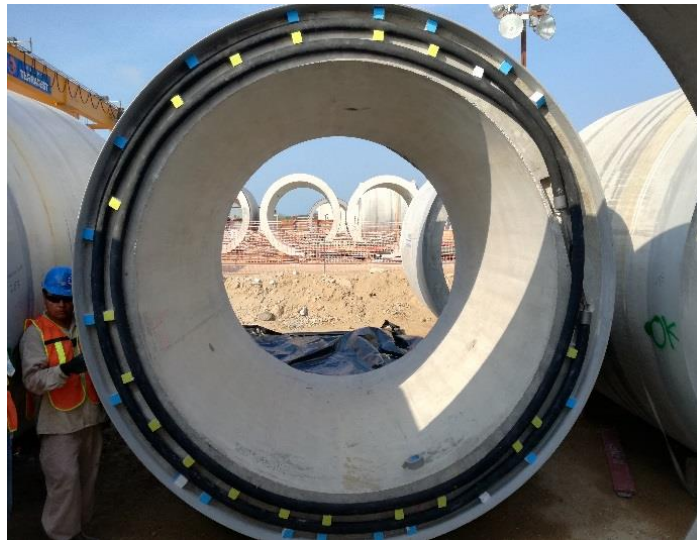
Fertig verpackte HD - Schläuche

Auf der Baustelle werden die HD-Schläuche entpackt und die Enden mit dem Fixierdorn verbunden. Unten in der Muffe des Vortriebsrohres werden zunächst drei Abstandshalter im Abstand von ca. 40 cm eingelegt und die zum Ring verschlossene Hydraulische Fuge aufgesetzt. Der Verschluss mit dem Fixierdorn (als Montagehilfe) zeigt an diejenige Stelle am Vortriebsrohr, an der sich die entsprechende Aussparung befindet. Das Schloss wird nun an der Aussparung ausgerichtet und mit dem Fixierdorn gesichert. Auf der Internetseite [www.tusbau.de](http://www.tusbau.de) können Sie anhand eines Videos einen anschaulichen Einblick über die Montage der Hydraulischen Fuge bekommen.



Fertig installierte Hydraulische Fuge auf der Baustelle

### 3.1.2. Doppelschlauch System



TuSo Doppelschlauch System  
eingesetzt seit 2018

Der HD-Schlauch des Doppelschlauch Systems wird auf einer flachen sauberen Ebene mit einem Kardangelock geschlossen. Das Kardangelock ist Verbindungsschloss und gleichzeitig der Kreuzungspunkt des HD – Schlauches. Die Stelle, an der der HD – Schlauch das Kardangelock kreuzt, ist werksmäßig markiert. Diese Stelle wird mit einem Klebeband oder Kabelbinder fixiert. Wie bei dem Einfachschauch System werden auch hier unten drei Abstandhalter im Abstand von ca. 20 cm in die Muffe des Vortriebsrohrs gelegt und der HD-Schlauch aufgesetzt. Das Kardangelock wird mittels der Fixierdorne in den Aussparungen der Vortriebsrohre ausgerichtet. Da der Abstand zwischen der Stahlmanschette und dem äußeren HD-Ring nicht zwingend identisch ist mit dem gegenseitigen Abstand der HD-Ringe, sind die unterschiedlichen Abstandhalter farblich markiert. Wenn der HD-Schlauch fertig montiert ist, wird die Fixierung des HD-Schlauches am Kardangelock entfernt.





Koppelstelle mit Kardangelnk

### **3.2. Ohne Führungsstab**

Sollte die Montage der Hydraulischen Fuge ohne die Montagehilfe (Fixierdorn) erfolgen, werden werksmäßig entsprechende Verschlusschrauben mitgeliefert, die anstelle der Fixierdorne eingeschraubt werden. Das Schloss des HD-Schlauches wird werksmäßig an den Stellen farblich markiert, die mit den äußeren Kanten der Aussparung im Vortriebsrohr übereinander liegen müssen. Um zu gewährleisten, dass das Schloss beim zusammenschieben der Vortriebsrohre in die Aussparung gleitet, werden werksmäßig farblich markierte Abstandhalter mitgeliefert.

Diese Vorgehensweise gilt sowohl für das Einfachschauch System als auch für das Doppelschauch System.

## 4.0 HD - Dicht

Die konsequente Weiterentwicklung der Hydraulische Fuge führt zwangsläufig dazu das der Hydraulikschlauch auch für den Einsatz als inneren Fugenverschluss eingesetzt werden kann. Durch einen Dichtschlauch der kraft- und formschlüssig über die gesamte Länge des Hydraulikschlauches aufgespannt ist, wird der Hydraulik Schlauch auch an der äußeren Seite dicht.

In der Statik wird die Druckübertragungsfläche zwischen den Flanken der Vortriebsrohre, an jeder Stelle des Hydraulischen Schlauchs ermittelt. Aufgrund dessen ist die schmalste wie auch die breiteste Dichtfläche bekannt und somit dokumentiert.

Die Dichtheit der Aussparung, in der Regel Muffenseitig vom Vortriebsrohr, zur Aufnahme der Schlauchverbindung wird durch eine Elastomer Dichtung sicher abgedichtet.

Da die Hydraulische Fuge nicht entleert wird, bleibt die Dichtwirkung auch bei nachträglichen Abwinklungen, innerhalb des in der Statik festgelegten Bewegungsspielraums, dicht.

Optional kann, durch ein Ventil, der Innendruck bzw. der Durchmesser der Hydraulischen Fuge erhöht werden, um u.a. eine Dichtwirkung bei höherem Drücken zu gewährleisten.

Der Prüfraum der zwischen dem Führungsring des Vortriebsrohres und der Hydraulischen Fuge entsteht kann problemlos über ein Röhrchen, welches in der Wandung des Vortriebsrohres eingearbeitet wurde mit Druck beaufschlagt werden.

Die Montage der Hydraulischen Fuge mit Dichtwirkung (HD-Dicht) wird, wie gewohnt auf der Baustelle vorgenommen und beansprucht keine merkliche Zusatzarbeitszeit. Bedingt dadurch das keine nachträglichen Arbeiten bezüglich der Sekundärdichtung anfallen, wird die Bauzeit merklich verkürzt.



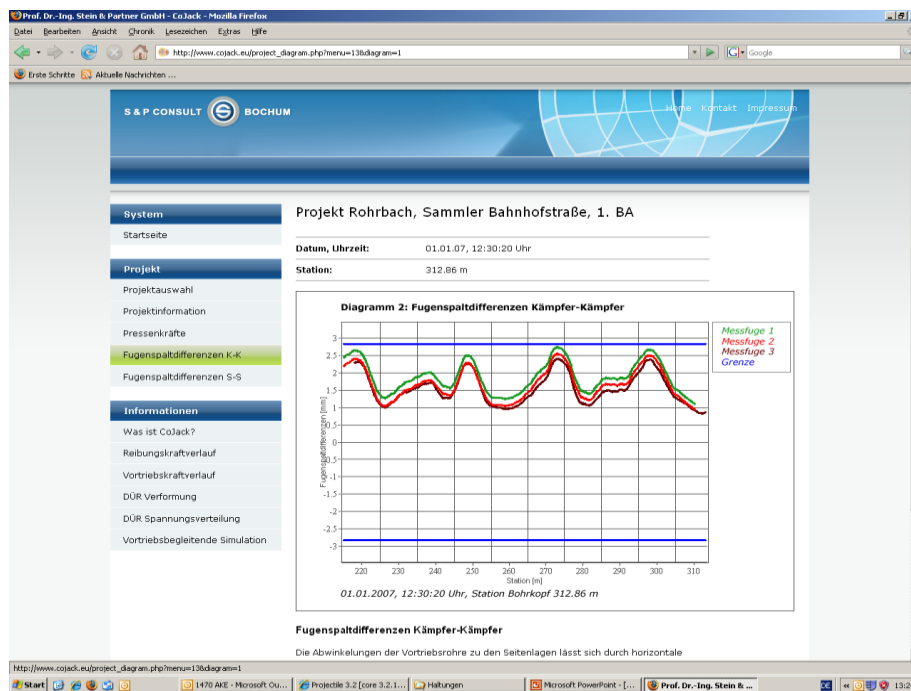
HD – Schlauch

Dichtschlauch

HD – Schlauch mit  
Dichtschlauch

## 5.0 Statische Onlinebegleitung der Hydraulischen Fuge

Für die statische Vortriebsbegleitung arbeitet die TuSo GmbH mit Partnerfirmen zusammen. Insbesondere eine speziell für die Hydraulische Fuge entwickelte Variante des Kontrollsystems CoJack der S & P Consult GmbH, Bochum ist Bestandteil des Gesamtsystems CoJackHydra.



Messdatendarstellung im Internet

Dabei werden die Vortriebskräfte an der Haupt- und an den Zwischenpressstationen sowie die Abwinkelungen in den Messfugen mit einer entsprechenden Sensorik auf der Baustelle gemessen und nahezu in Echtzeit in Diagrammen im Internet zusammen mit den zulässigen Werten dargestellt. Nicht nur auf dem Baustellenrechner sondern auch ortsunabhängig auf jedem beliebigen Computer können mit der entsprechenden Zugangsberechtigung per Internet die gerade aktuellen Diagramme abgerufen und visualisiert werden, so dass neben dem Baustellenpersonal z.B. auch der Bauleiter und der Auftraggeber im Büro jeder Zeit sogar per Smartphone über den aktuellen Stand des Vortriebes inkl. der wichtigsten Vortriebsparameter informiert ist. Sollte in einem Problemfall die zulässige Vortriebskraft nicht ausreichen oder ist es zu einer Überschreitung der zulässigen Abwinkelung gekommen, stehen die Mitarbeiter der TuSo und der S & P Consult zur Verfügung, mit den zur Verfügung stehenden aktuellen und den zurückliegenden (gespeicherten) Messdaten eine kurzfristige Lösung zur Fortsetzung des Vortriebes zu finden.