

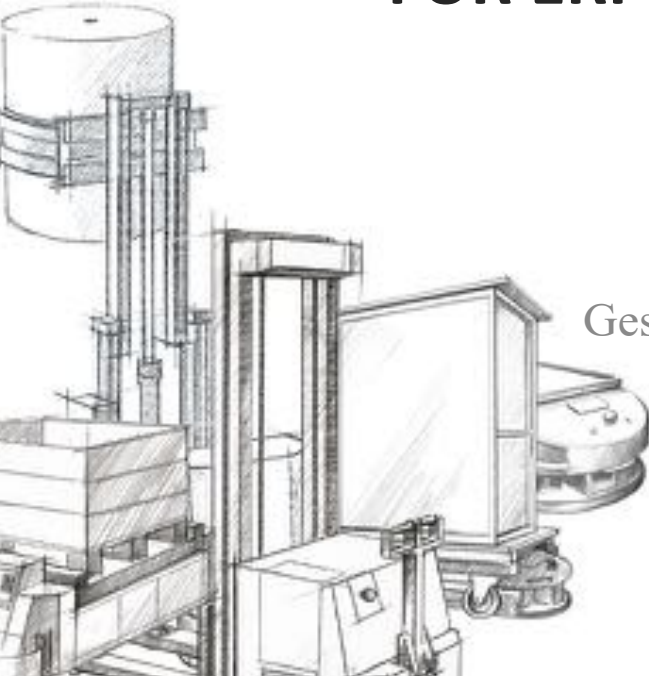
## 10 SCHLÜSSELFAKTOREN FÜR ERFOLGREICHE FTS-PROJEKTE

GARCHING  
21. MÄRZ 2019

Dr.-Ing. Günter Ullrich

Geschäftsführender Gesellschafter

Forum-FTS GmbH



# VDI FA 309 Fahrerlose Transportsysteme (FTS)



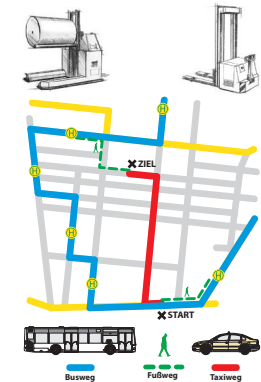
Gründung: 1986/87  
Leitung durch  
Dr. Ullrich seit 1996

VDI

[www.vdi.de/fts](http://www.vdi.de/fts)

Der Fachausschuss  
Fahrerlose Transpor-  
tsysteme (FTS)

Ziele, Aufgaben, Richtlinien



Auf dem kürzesten Weg zum Ziel:  
Ähnlich dem Taxi in der Stadt, so flexibel  
ist das moderne FTS in der Intralogistik!

VDI-Gesellschaft  
Produktion und Logistik

# Mitglieder des Forum-FTS

<p>BÄR Automation GmbH, D-Gemmingen</p>	<p>BlueBotics SA, CH-St-Sulpice</p>	<p>CREFORM Technik GmbH, D-Baunatal</p>	<p>Dematic GmbH, D-Bremen</p>	<p>Leuze electronic GmbH + Co. KG, D-Owen</p>	<p>MLR System GmbH, D-Ludwigsburg</p>	<p>Oceaneering AGV Systems B.V., NL-Utrecht</p>	<p>ROCLA Oyj, FIN-Järvenpää</p>
<p>dpm - Daum+Partner Maschinenbau GmbH, D-Aichstetten</p>	<p>DS AUTOMOTION GmbH, A-Linz</p>	<p>E&amp;K AUTOMATION GMBH, D-Rosengarten / Nenndorf</p>	<p>FusionSystems GmbH, D-Chemnitz</p>	<p>SICK AG, D-Waldkirch</p>	<p>SSI SCHÄFER, D-Neunkirchen/Siegerland</p>	<p>SWISSLOG GmbH, D-Westerstede</p>	
<p>GÖTTING KG, D-Lehrte</p>	<p>Grenzbach Maschinenbau GmbH, D-Asbach-Räumenheim/Hamlar</p>	<p>GUU – Unternehmensberatung Dr. Ullrich, D-Voerde</p>	<p>Jungheinrich AG, D-Hamburg</p>				

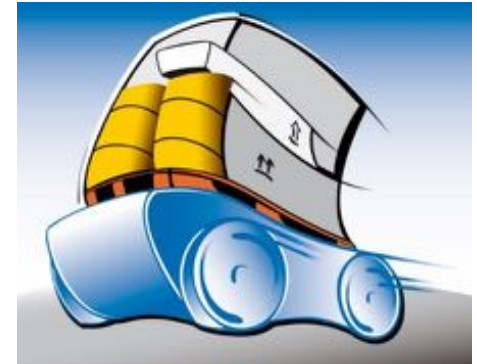
# Die Europäische FTS-Community Forum-FTS



Das Forum-FTS versteht sich als Anlaufstelle für (potentielle) Kunden. Aufgaben im Umfeld von FTS und mobiler Robotik (mR):






- Beratung: telefonisch, Email, auf Messen, Tagungen, Ausstellungen
- **Planung: Konzepte, Wirtschaftlichkeit, technische Machbarkeit, Erstberatung, Lastenheft-Erstellung, Pflichtenheft-Prüfung, Projektbegleitung, Abnahme-Begleitung, Schlichtung**
- Ausstellung auf Messen, Veröffentlichungen, Information und Auskunft
- Schulung, Seminare, Workshops, Tagungen und Ausstellungen

Das Forum-FTS basiert auf den Branchen-Teilnehmern, die im VDI FA FTS organisiert sind (Gründung 2006, GmbH 2016).



# Das Team

= 150 Jahre FTS-Erfahrung in Schlüsselpositionen

 <p><b>Dr.-Ing. Günter Ullrich</b></p> <p>GESCHÄFTSFÜHRENDER GESELLSCHAFTER</p> <p>TEAM</p> <p>☒ guenter.ullrich@forum-fts.com</p> <p>☎ +49 173 2071107</p> <p>mehr</p>	 <p><b>Dipl.-Ing. Waldemar Osterhoff</b></p> <p>SENIOR CONSULTANT</p> <p>TEAM</p> <p>☒ waldemar.osterhoff@forum-fts.com</p> <p>☎ +49 175 9579099</p> <p>mehr</p>	 <p><b>Dipl.-Ing. Thomas Pecher</b></p> <p>SENIOR CONSULTANT</p> <p>TEAM</p> <p>☒ thomas.pecher@forum-fts.com</p> <p>☎ +49 172 1712084</p> <p>mehr</p>	 <p><b>Dipl.-Ing. Helmut Müller</b></p> <p>SENIOR CONSULTANT</p> <p>TEAM</p> <p>☒ mueller@awt-kompetenz.de</p> <p>☎ +49 231 96988550</p> <p>mehr</p>	 <p><b>Dipl.-Ing. Wolf-Peter Hoppe</b></p> <p>SENIOR CONSULTANT</p> <p>TEAM</p> <p>☒ wolf-peter.hoppe@forum-fts.com</p> <p>☎ +49 152 28475811</p> <p>mehr</p>
--	---	--	---	--



# Beratungsleistungen im Forum-FTS



# Aufgabenstellung



## Hintergrund:

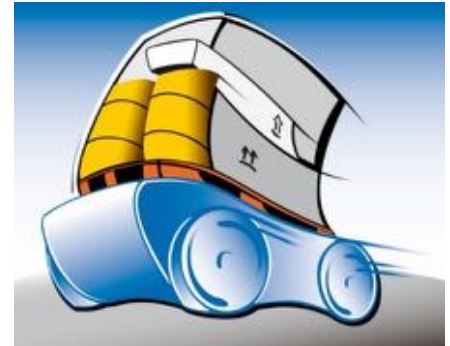
- Die Nachfrage nach Fahrerlosen Transportsystemen (FTS) als zentrale Automatisierungskomponente der Intralogistik explodiert nahezu.
- Das FTS verbindet sowohl den Material- als auch den Datenfluss der Intralogistik.
- Zahlreiche neue Anbieter drängen auf die Märkte, häufig zwar mit einem neu entwickelten Fahrzeug, aber ohne Projekterfahrung.
- Immer häufiger werden die Leistungen des Forum-FTS zur Schlichtung oder für Gutachten in schlecht laufenden Projekten angefragt.

## Thema:

- **Wie kann man weitgehend sicherstellen, dass die vergleichsweise hohe Investition in ein FTS zu den erwünschten Effekten führt?**
- Im Vortrag sollen mehr als 30 Jahre FTS-Projekterfahrung zusammengefasst werden.

Es wird gezeigt, warum die ganzheitliche Planung so wichtig ist und so eine große Rolle sowohl in den VDI-Richtlinien als auch in der FTS-Fibel einnimmt.

Es geht auch darum, die Ziele eines FTS-Einsatzes klar zu definieren und zu Beginn eines jeden Projektes zu berücksichtigen.



# 10 Schlüsselfaktoren

- 
1. Ganzheitliches Verständnis für das Projekt und Konzeption mit Weitblick
  2. Technische Auslegung / technischer Anspruch
  3. Starkes Lastenheft als technische Grundlage des Projekts
  4. Projektmanager mit Sachverstand
  5. Realistischer Zeitplan mit Meilensteinen
  6. Integration des FTS in die Peripherie vs. Anpassung der Peripherie an den FTS-Einsatz
  7. Frühe Integration von AS, IT und Produktion
  8. Besprechungskultur
  9. Vereinbarte AbnahmeprozEDUREN
  10. Offenheit und Ehrlichkeit



# 1. Ganzheitliches Verständnis für das Projekt und Konzeption mit Weitblick

- Verstehen Sie ein FTS als Lösung, als ein System, nicht als automatisierte Fahrzeuge! Das FTS weist Ihnen die Zukunft Ihrer Produktion und Intralogistik.
- Fragen Sie nicht: „Kann man das nicht auch automatisieren?“, sondern: **„Wie soll meine Produktionslogistik in 5 bis 10 Jahren aussehen?“**
- Beispiel: Stapler (Stapler- bzw. Gabelfreie Fabrik, Stapler nur zum Heben)
- Beispiel: Routenzug (nächste Folie)



# Quo Vadis FTS in der Produktionslogistik



Transport von KLTs und GLTs, mit einzelnen flexiblen und schnellen FTF.

Milkrun- oder Routenzüge, oder?

Nachteile der Schlepper-Lösung:

- Platzbedarf
- Arbeitssicherheit, Ergonomie
- Störungen im Ablauf, Fahrplanbetrieb
- Fahrer als Intralogistiker ungeeignet

Gesucht: Kleine Unterfahr-FTF zum Transport der Trolleys

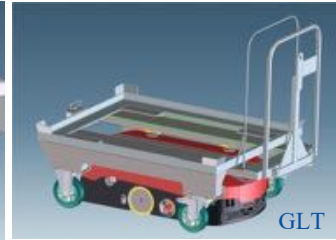
- klein: 1.000 x 600 x 220 mm
- wendig: Diagonal- oder Mecanum-Antrieb
- Schnell und intelligent, Drive Safe eingebaut
- Preis: 40 T€

Beispiele Grenzbach Unterfahr-FTF für MLT, GLT, KLT u. Shooter Versorgung. Quelle: Audi Hungaria 2018 (FTS-Fachtagung)

Bsp. Linde



MLT



GLT



KLT



Shooter



Grenzbach L 1200 S



DS-A Oscar omni



EK-A Fast Move

## 2. Technische Auslegung / technischer Anspruch



- **Das FTS ist eine Chance.** Der Wandel in die Zukunft.
- Wieviel Autonomie braucht Ihre Intralogistik? Ist Ihnen klar, dass autonome Fahrzeuge bestimmte Logistikstrukturen ins Chaos führen? Durchschauen Sie die aktuelle Hyperinflation der Begriffe?
- Welche Navigation passt zum Flexibilitätsgrad Ihrer Produktion?
- Was ist Personenschutz und Maschinenschutz?

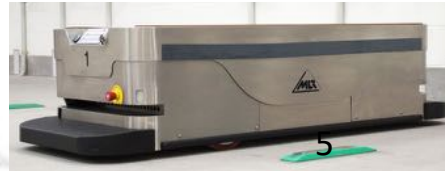
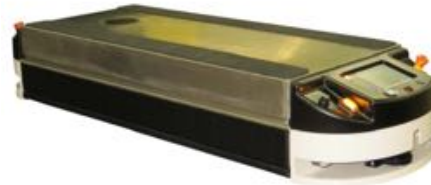
# Navigation mittels Umgebungsmerkmalen

## Relativ neu und modern!

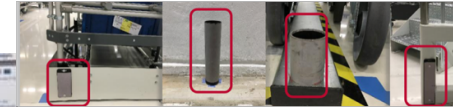
innovativ: Diese Technologie boomt!



Einerseits: Alle Achtung!



Andererseits: die Welt ist keine Scheibe!



**Navigationshilfen erforderlich, z.B.:**

- Bretter (Regalböden) oder Bleche
- aufgeständerte Reflektoren
- Blumenkästen
- Rammschutzpoller oder -bügel



Navigation mittels Umgebungsmerkmalen, d.h. ohne Reflektormarken, Magnete oder Linien.

Gemeinsame Basis: Der gelbe 2D-Laserscanner.  
Anwendungseinschränkungen:  
Klare Umgebungsconturen, sonst...

Fotos:

1. Adept Technology GmbH, Dortmund
2. BlueBotics SA, CH-Lausanne
3. EK Automation GmbH, Rosengarten
4. MetraLabs GmbH, Ilmenau
5. MLR System GmbH, Ludwigsburg
6. MT Robot AG, CH-Zwingen
7. Swisslog HCS, Westerstede



# Personen- u. Maschinenschutz-Sensoren

Bis heute übernimmt üblicherweise ein 2D-Laserscanner den Personenschutz.

**Wir brauchen fusionierte 3D-Sensorsysteme!**



Auszug aus einem Lastenheft für einen solchen Objektschutz-Sensor:

- beladungszustands- und dimensionsabhängige Vollvolumenüberwachung des FTF-Lichtraumprofils
- oft reflektierende Materialien, z.B. Alu, Chrom oder VA; oder durchsichtig (z.B. Glas oder Plexiglas); oder schwarz
- typisches Prüfobjekt:  
Vierkant 20 x 20 mm oder Rohr 20 mm Durchmesser

Neobotics US-Board

PMD TOF Kamera



Bea Sensorio Laserscanner

Bosch Stereo-Videokamera

Micas Radarsensor

# Die Welt ist keine Scheibe! Autonome FTF brauchen 3D-Sensoren



Noch gibt es keinen 3D Personenschutz Sensor...  
**also einen, der alles kann.**



Das Erkennen von einfachsten Gegenständen oder Szenarien ist anspruchsvoll.  
Was bedeutet „Erkennen“? Was bedeutet „intelligentes Agieren“?  
Wenn wir dann mit dem FTS auch noch in öffentliche Bereiche vordringen  
wollen, wird es herausfordernd!



**DIE GROßEN  
TECHNISCHEN  
HERAUSFORDERUNGEN:  
DATENMENGEN &  
SOFTWARE AUFGRUND  
3D-SENSORFUSION +  
ANSPRUCHSVOLLE  
EINBAU- UND  
PLATZVERHÄLTNISSE**



1 GRUNDLAGEN DER AUSSCHREIBUNG

- 1.1 Abkürzungen und Begriffe
- 1.2 Anerkennung der Ausschreibung
- 1.3 Projekt-Kurzbeschreibung
- 1.4 Lieferanten-Datenblatt
- 1.5 Angabe von Referenzen
- 1.6 Ergänzende Dokumente
- 1.7 Preisschablone

2 GRUNDLAGEN FÜR ANGEBOT UND AUFTRAGSABWICKLUNG

- 2.1 Gesetze, Verordnungen, Vorschriften, Richtlinien
- 2.2 Brandschutzvorschriften und Lärmschutz

3 KONZEPTIONELLE ÜBERLEGUNGEN ZUR NEUEN INTRALOGISTIK MIT FTS

- 3.1 Einsatzbedingungen
- 3.2 Transportgut / Ladehilfsmittel
- 3.3 Layout
- 3.4 FTS Abläufe
- 3.5 Systemaufbau
- 3.6 Option Erweiterung FTS

4 VORGABEN FÜR DIE FTS-TECHNIK

- 4.1 Fahrerloses Transportfahrzeug
  - 4.1.1 Fahrwerk (Kinematik, Antriebe, Lenkung)
  - 4.1.2 Navigation
  - 4.1.3 Fahrzeugsteuerung
  - 4.1.4 Energieversorgung
  - 4.1.5 Sicherheit
  - 4.1.6 Farbgebung
- 4.2 FTS-Leitsteuerung
  - 4.2.1 Schnittstelle zu übergeordneten IT-Systemen
  - 4.2.2 Schnittstelle zu nebengeordneten IT-Systemen
  - 4.2.3 Hard- und Softwareanforderungen
- 4.3 Umgebungseinrichtungen
  - 4.3.1 Fußboden
  - 4.3.2 Navigation
  - 4.3.3 Sicherheit
  - 4.3.4 Wartung und Instandhaltung
  - 4.3.5 Energieversorgung
  - 4.3.6 Datenübertragung
  - 4.3.8 Bauseitige Leistungen
- 4.4 Zukunftsaspekte / Erweiterbarkeit

5 PROJEKTORGANISATION

- 5.1 Kommunikation
- 5.2 Terminplan
- 5.3 Leistungen AN und AG
- 5.4 Projektmanagement
- 5.5 Installation und Inbetriebnahme
- 5.6 Prüfkriterien und Abnahme
- 5.7 Schulung und Schichtbegleitung
- 5.8 Technische Unterlagen
- 5.9 Instandhaltung

- 5.9.1 Wartung
- 5.9.2 Störungsbeseitigung

6 WEITERFÜHRENDE LITERATUR UND WEBLINKS

## 3. Starkes Lastenheft als technische Grundlage des Projekts

- Das Lastenheft ist DAS maßgebliche Dokument für eine ordentliche Ausschreibung.
- Die sorgfältige Erstellung ist besonders wichtig, weil es neben der späteren Beauftragung und dem Pflichtenheft (bestehen Sie drauf!) das wichtigste Vertragsdokument des Projektes ist.
- Bei der Erstellung wird klar, inwieweit das Projekt durchdacht ist!







## 5. Realistischer Zeitplan mit Meilensteinen

- Es gibt Netto- und Brutto-Zeitangaben.
- Gliedern Sie das Projekt in Phasen und ordnen Sie diesen Netto- und Brutto-Zeiträume zu! **Gehen Sie als Auftraggeber realistisch und nicht fordernd vor, denn die Realität holt Sie sowieso ein!**
- So entsteht der Terminplan; diesen bitte mit Meilensteinen und vertraglich vorgesehenen Zwischenabnahmen versehen! Ständige Leistungskontrolle!





## 6. Integration des FTS in die Peripherie vs. Anpassung der Peripherie an den FTS-Einsatz

- Die Peripherie definiert den Rahmen des FTS-Einsatzes:

Der Boden, die Wegbreiten, der sonstige Verkehr, die Lastbereitstellung und Lastübergabe, die Behältervielfalt, die IT-Landschaft

- Prüfen Sie, wo Sie mit Anpassungen der Peripherie dem FTS entgegenkommen können! **Verlangen Sie vom FTS nicht zu viel!**



Themenfelder:

- Atmosphäre
- Boden und Verkehrswege
- Platzverhältnisse
- Qualität der Last  
(Paletten u. Ware auf Palette)



Qualität der Last:

- Aufnahme von Paletten mit Gabeln
- überstehende Last
- zu hohe Last
- Gewichtsverteilung bei hohen Lasten
- unerlaubtes Aufstellen von zusätzlicher Last durch MA
- Brechen / Platzen von Verpackungen
- Auslaufen von Flüssigkeiten



Atmosphäre:

- Besonders hohe oder niedrige Temperaturen, also unterhalb von 5° und oberhalb von 30°
- Große Temperaturschwankungen
- Erhöhte Luftfeuchtigkeit oder extrem trockene Luft
- Zusatzstoffe in der Atmosphäre, wie Ölnebel, Lösungsmittel, Wasserdampf, Farbpartikel, Staub oder aggressive Gase
- Elektrische oder magnetische Felder
- Explosive Gase

- **Trockener Boden!**
- **Sauberkeit:** Die Böden müssen während des Betriebs des FTS regelmäßig gereinigt werden; dabei ist darauf zu achten, dass die Böden nach der Reinigung vollständig abgetrocknet werden, weil nasse Böden zu unsicheren Fahrmanövern führen.
- **Reibung:** Gleitreibungskoeffizient zwischen 0,6 und 0,8.  
Niedriger: keine ordnungsgemäße Not-Bremung möglich  
Höher: übermäßiger Verschleiß an den Rädern des FTF
- **Elektrische Ableitfähigkeit** zur Vermeidung von elektrostatischen Aufladungen: max. Erdableitwiderstand von 1 M $\Omega$ .
- **Steigungs- und Gefällestrrecken:** Übergangsradien ca. 25 m.  
Steigungen -> Antriebsleistung; Gefälle -> Not-Bremung. 5 bis 7 % Steigung sind normalerweise kein Problem.
- **Ebenheit des Bodens:** wichtig für hohe Genauigkeit der Lastübergabe
- **Druckfestigkeit** des Fahrbahnbelages: hohe Flächenpressung und Scherkräfte.

Die **Mindestbreite des Fahrweges** errechnet sich aus der Breite des FTF (inklusive Last), einem Randzuschlag von 50 cm auf jeder Seite und ggf. einem Zuschlag für Begegnungsverkehr von weiteren 40 cm. (2-spurig:  $2 \times B + 1,40$  m).  
Wenn möglich Trennung der Verkehrsarten (FTS, manuelle Fahrzeuge, Fußgänger, Fahrradfahrer).



## 7. Frühe Integration von AS, IT und Produktion



- Die **Arbeitssicherheit** mit Werksvorschriften, die über das gesetzliche (MRL, DIN EN ISO 3691-4, VDI-RL) hinausgehen, wird von Menschen mit wenig Erfahrung und viel Verantwortung vertreten.
- Die **IT** stellt immer höhere Anforderungen an die FTS-Leitsteuerung (proprietäre Lösungen).
- Die **Produktions-Mannschaft** muss ab der Übergabe damit leben. Hier gibt es menschliche Gewöhnungsprozesse!



## 8. Besprechungskultur



- TEKO sind verführerisch und für Sachfragen geeignet. Nur persönliche Treffen führen zu Einigungen in komplexen Sachverhalten.
- Sehen Sie geplante Regeltermine vor und lassen Sie offizielle Protokolle vom AN-Projektleiter schreiben; diese Protokolle sollen als pdf-Dokumente zur Dokumentation des Projektverlaufes abgelegt werden! **Email- oder WhatsApp-Verläufe sind zum nachträglichen Nachvollziehen ungeeignet!**
- Während der genannten Regeltermine sind weder Handy noch iPad/Laptop zugelassen! Nur so kann man der ungeteilten Aufmerksamkeit aller Teilnehmer sicher sein.



## 9. Vereinbarte Abnahmeprozeduren



- Funktionsprüfung, Leistungs- und Verfügbarkeitstests sowie Safety-Check müssen vorab klar definiert sein,
- d.h. die allgemeinen Vorgaben zu den Abnahmeregeln des VDI müssen projektspezifisch konkretisiert werden und sowohl im Lastenheft als auch im Pflichtenheft stehen!



## 10. Fairer Umgang miteinander



- Eigentlich sollte das eine Selbstverständlichkeit sein. Ist es aber nicht (mehr).
- Das FTS-Projekt gehört zu unseren beruflichen Aufgaben und ist damit ein Teil unseres Lebens.
- IngenieurInnen arbeiten nach den Ethischen Grundsätzen des Ingenieurberufs. Die Projektarbeit soll getragen sein von **Ehrlichkeit, Offenheit, Respekt, Verlässlichkeit und Professionalität.**
- Nur dann kann das Projekt erfolgreich sein und Freude machen.

**RESPEKT**

Die Kunst der gegenseitigen Wertschätzung

# 10 Schlüsselfaktoren (Zusammenfassung)

1. Ganzheitliches Verständnis für das Projekt (Lösung anstatt automatisiertes Fahrzeug) und Konzeption mit Weitblick (Strukturelle Auswirkungen auf das Unternehmen, z.B. Ersatz von Routenzug und Staplern)
2. Technische Auslegung / technischer Anspruch (autonom/automatisch, Sicherheit/Maschinenschutz, Navigation...)
3. Starkes Lastenheft als technische Grundlage des Projekts
4. Projektmanager mit Sachverstand hoffentlich auf beiden Seiten
5. Realistischer Zeitplan mit Meilensteinen (Netto- und Brutto-Zeitbedarf)
6. Integration des FTS in die Peripherie vs. Anpassung der Peripherie an den FTS-Einsatz
7. Frühe Integration von AS (Werksvorschriften), IT (Anforderungen an proprietäre FTS-Leitsteuerung) und Produktion (Gewöhnung)
8. Besprechungskultur (TEKO vs. persönliches Treffen, geplante Regeltermine mit Protokollen, weder Handy noch Laptop in Besprechungen)
9. Vereinbarte AbnahmeprozEDUREN (Leistungs- und Verfügbarkeitstests sowie Safety-Check)
10. Fairer Umgang miteinander

# Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Machen ist  
wie Wollen...  
  
nur krasser.



Fachausschuss FTS

[www.vdi.de/fts](http://www.vdi.de/fts)

Europäische FTS-Community

[www.forum-fts.com](http://www.forum-fts.com)

