EINE HOMMAGE AN DEN STAPLERFAHRER

Ein Beitrag zur ehrlichen FTS-Planung

DR.-ING. GÜNTER ULLRICH

- Leiter des VDI Fachausschusses „Fahrerlose Transportsysteme (FTS)“
- Leiter des Forum-FTS

Vortrag während der 22. VDI-Flurförderzeugtagung
am 19. und 20. September 2023 in Mainz

EINE HOMMAGE AN DEN STAPLERFAHRER

Ein Beitrag zur ehrlichen FTS-Planung

FORUM FTS AGV

für erfolgreiche FTS-Projekte!

1. Exposition
   Erster Akt des Dramas
2. Was macht den Menschen aus?
3. Fokus auf die Aufgaben in der Intralogistik
4. Wo tangiert das die FTS-Planung?
5. Abgeleitete Entwicklungsziele
6. Katastrophe oder Lysis
   Letzter Akt des Dramas

1 EXPOSITION

Die Exposition ist der erste Akt eines Dramas.
Sie legt die Verhältnisse und Zustände dar, aus denen der tragische Konflikt entspringt.

Im Bestreben nach **Kosteneinsparung** schaut sich der Logistikleiter seine manuellen **intralogistischen Prozesse** an, z.B. die Gabelstapler-Flotten, die Routenzüge sowie die Transporte über den Hof.

> Weil er um den technischen Fortschritt weiß, fragt er:
> ***„Kann man diese Transporte nicht automatisieren?“***

> Und eine Fülle von Anbietern ruft:
> ***„Natürlich – wir haben die technische Lösung!“***

Gesagt – getan! FTS/AMR wird geordert.

Allerdings ist der Logistikleiter nach der Inbetriebnahme unzufrieden. Er fragt sich und andere:
„Das soll jetzt FTS sein?
Das ist doch viel zu lahm, zu störanfällig und schluckt ohne Ende Manpower und Geld.“

FORUM FTS AGV

?

WAS IST ALSO SCHIEFGELAUFEN?

Antworten findet, wer hinterfragt, was der Staplerfahrer außer „Fahren“ noch so kann und macht …

2 WAS MACHT DEN **MENSCHEN** AUS?

Die **Auge-Hand/Fuß-Koordination** ist eine komplexe kognitive Fähigkeit

FUSIONIERTE SENSORIK + **DATENAUSWERTUNG** + **AGIEREN**

- Augen
- Ohren
- Popometer
- Tastsinn
- Gleichgewichtssinn

- **Objekterkennung**
- **Umgebungsmodelle** (Szenerie) und Ablauferkennung
- **Einschätzung** der Bedeutsamkeit von Objekten und Abläufen

- **Blitzschnelle Adaption des Verhaltens, der Stimmung** und entsprechende Muskelkontraktionen (z.B. zur Maschinenbedienung) auf der Basis von physiologischem Potential, Regeln und Zielen
- **Typisch menschlich:** Das Potential sowie die Regeln und Ziele sind variabel; sie können sich mit der Zeit, aber sogar auch blitzartig verändern!

3 FOKUS AUF DIE **AUFGABEN IN DER INTRALOGISTIK**

Der **Mitarbeiter ist das Maß aller Dinge** bei der Erledigung von Arbeitsaufgaben, insbesondere beim Bedienen von Fahrzeugen oder Maschinen, sofern er geschult, motiviert und konzentriert ist.

Dann agiert er schnell und fehlerfrei bei maximaler Sicherheit und Rücksichtnahme.

Einzigartig ist das **blitzschnelle Erfassen von Situationen** mit den passenden Lösungsstrategien und adaptiven Bewegungen.

- **Fahren**
  zügiges und sicheres Fahren, einschließlich der Lastüberwachung und dem Sicherheitscheck beim Losfahren
- **Lasthandling**
  sensible und angepasste Gabelbewegungen, entsprechend den Anforderungen der Last

Besonderheit bei der Kommunikation zwischen Fahrern: **Sie müssen sich gegenseitig wahrnehmen!**

Dann allerdings läuft die Kommunikation einfach ab, nämlich durch Handzeichen oder leichte Kopfbewegungen.

!

ACHTUNG
Die Fälle, wo Mitarbeiter nicht geschult, motiviert und konzentriert agieren oder die „falschen“ Ziele verfolgen, werden hier nicht betrachtet …

4 WO TANGIERT DAS DIE **FTS-PLANUNG?**

FORUM FTS AGV

für erfolgreiche FTS-Projekte!

Daraus leiten sich ganz **subtile Konsequenzen** bei der Planung von automatisierten Intralogistik-Konzepten ab, und zwar immer dann, wenn manuell bediente Fahrzeuge automatisiert werden sollen.

a. **Taxi-FTS mit einer Flotte von Unterfahr-FTF**

b. **Automatische Routenzüge**

c. **Gabel-FTF im Lager**

d. **FTF im Außeneinsatz**

e. AMR in öffentlich zugänglichen Bereichen

4 WO TANGIERT DAS DIE **FTS-PLANUNG?**

FORUM FTS AGV
für erfolgreiche FTS-Projekte!

Das 1. Gebot der FTS-Planung: Nutze das FTS als ein Organisationsmittel!
(D. Elbracht, Universität Duisburg 1980)

Also: Festhalten an Regeln mit Vorab-Anpassung der Abläufe an eine Automatisierung

- **vorgegebene Fahrspuren** (physikalisch oder auch gerne virtuell) auf freien Wege
- Beschränkung des **Wildwuchses bei den Ladehilfs-mitteln**
- Vorgaben zur Qualität der Ladeeinheiten (Ladehilfsmittel plus Last) und der Lastauf- und abgabestellen
- Fokus auf **geordnete und saubere Einsatz-bedingungen** (manuelle Einsatzumgebungen tendieren immer zum Chaos)
- Fokus auf **FTS-Leitsteuerung / Flottenmanager**
  => leistungsfähige Leitsteuerungsfunktionen für die Flotte
- **Bewertung des Mischbetriebs** (siehe nächste Folie)

FTS ALS ORGANISATIONSMITTEL
FTS verlangt Struktur und Ordnung in den Abläufen sowie saubere und definierte Einsatzumgebungen.
Vorteil des FTS: Es sorgt dafür, dass diese vorbildlichen Einsatzumgebungen genauso bestehen bleiben!

4a

REGELN FÜR DEN MISCHBETRIEB 1/3

Mischbetrieb vermeiden!

Das gemeinsame Agieren von manuellen und automatischen Fahrzeugflotten **kann zu Störungen und Unfällen führen.**

Die automatischen Fahrzeuge werden von den Fahrern als Konkurrenz angesehen, stören (weil zu langsam!) oder werden übersehen (insbesondere leere Unterfahr-FTF)

1

REGEL NR. 1

Die Verkehrswege sollten möglichst **ausschließlich von einer Gruppe Fahrzeuge benutzt** werden!

Also örtliche oder zeitliche Trennung von manuellen und automatischen Flotten bei der Benutzung von Layoutabschnitten, Lagerbereichen oder Lastübergabestellen.

4a

REGELN FÜR DEN MISCHBETRIEB 2/3

Wenn Mischbetrieb unvermeidbar, weitere **Mischbetrieb-Regeln:**

2 REGEL NR. 2

Die Gruppen müssen mit vergleichbaren Geschwindigkeiten fahren.

3 REGEL NR. 3

Die Zeiten für die automatische Lastaufnahme und –abgabe sollten maximal doppelt so lang sein wie die manuelle.

4 REGEL NR. 4

Der Anteil der automatischen Fahrten sollte mindestens 50 % betragen.

5 REGEL NR. 5

Generelle Vorfahrtregel: **die automatischen Fahrzeuge haben Vorfahrt**

…

Autonomiefunktionen (siehe FTS-Leitfaden) können diese Regel aufweichen:

- Nr. 7 „Situationsbedingtes Umplanen von Routen im Mischbetrieb“
- Nr. 8 „Verkehrsregelung unter Berücksichtigung des Mischbetriebs“

6 REGEL NR. 6

Die FTF müssen mit 3D-Sensorik für den Objekt-/Maschinenschutz ausgestattet sein.

4a

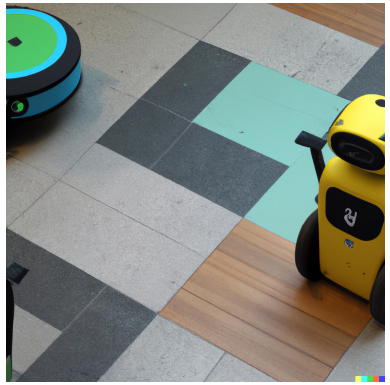
REGELN FÜR DEN MISCHBETRIEB 3/3

Hybride Flotten steuern

HINWEIS ZUR STEUERUNG

Es gibt Leitsteuerungen, die **beide Gruppen managen** können, also nicht nur heterogene Flotten (unterschiedliche Fahrzeugtypen), sondern **auch hybride Flotten,** also ein Staplerleitsystem beinhalten.

Außerdem gibt es SW, die die manuellen Fahrzeuge technisch einbremst/reguliert.



4b AUTOMATISCHE **ROUTENZÜGE**

Die Aufgaben eines Routenzugfahrers sind vielfältig.

Der Fahrer hat **komplexe Sicherheitsaufgaben** (Anhänger) und ist gleichzeitig **Linienlogistiker.**

- Die **Verantwortung** über einen Zug mit beliebigen Anhängern ist in der Risiko- bzw. der Gefährdungs-beurteilung nur schwer darstellbar!
- Die **Aufgabe des Linienlogistikers** muss doch manuell erledigt werden.
- Die langen Züge stellen **Behinderungen** dar.
- Das **Busprinzip widerspricht der DOD-Anforderungen** (delivery-on-demand) einer bedarfs-gerechten Anlieferung von Fertigungs- oder Montagelinien.
- Also: **Ersatz der Routenzüge** durch eine Flotte von Unterfahr-FTF!
- **Ausnahmen bestätigen die Regel!**
  Automatische Routenzüge machen nur Sinn, wenn große Materialmengen über lange Strecken bewegt werden müssen.

4c GABEL-FTF im Lager

Gabel-FTF sind notwendig, wenn **Paletten bodeneben abgestellt, gestapelt oder hoch eingelagert** werden müssen.
Sonst bitte Verwendung von Unterfahr-FTF/AMR.

- Schon früh gab es sogenannte **Pallet-Finder** für die automatischen Stapler, zunächst mit 2D-Scannern zur Berechnung der **genauen Position und Orientierung** der Palette.

- Um Störungen und Unfälle zu vermeiden, sind die **Ladeeinheiten vorab stationär zu prüfen** oder die Fähigkeiten des FTF deutlich zu verbessern:

  Nicht nur **Position** und **Orientierung** der Palette, sondern **Zustand** der Palette
  (Klasse A und frei zugängliche Taschen)
  und **Qualität der Ladung**
  (Gewicht, maximale Abmessungen, keine Überhänge, mittiger Schwerpunkt, stabil auch nach längerer Lagerzeit)

- **Spezialaufgabe: LKW Be- und Entladung**

  Hier zeigt sich die ganze Leistungsfähigkeit der Staplerfahrer. Bis heute gibt es keine vergleichbare technische Lösung, abgesehen von Sonderlösungen. Hier starten dieses Jahr zahlreiche Firmen mit der Entwicklung von automatischen Fahrzeuglösungen – **der Markt ist riesig!** Alle vorherigen Entwicklungen waren nicht wettbewerbsfähig und deshalb erfolglos.

4d

FTF IM **AUßENEINSATZ**

Das Fahren auf dem Werksgelände ist tricky!

TECHNISCHE HERAUSFODERUNGEN

- Hohe Geschwindigkeiten
- stabile Lokalisierung und Navigation
- Bodenzustand und Wetterveränderungen
- Bestimmung des Reibwertes auf dem FTF erforderlich

ORGANISATORISCHE HERAUSFODERUNGEN

- Die meisten Outdoor-Werksgelände sind mehr oder weniger öffentlich zugänglich

AKTUELLE PROJEKTE

- manchmal fragwürdige Risikobeurteilungen *
- Mechanische Bumper
- lokale Fernsteuerungen

* Stichwort „bestimmungsgemäße Verwendung“

4e AMR IN **ÖFFENTLICH ZUGÄNGLICHEN BEREICHEN**

Der Hersteller hat eine vollständige Risikobeurteilung durchzuführen!

Beispiel: Ein **AMR für den Transport von Medikamenten** auf den Stationen eines Krankenhauses

- Der Fahrer auf einem **manuellen Transportfahrzeugs** kann hier gegenüber automatischen Fahrzeugen alle Trümpfe ausspielen:

  Er ist schnell, arbeitet sicher, schätzt die Situationen richtig ein, kommuniziert direkt mit Ärzten, Schwestern, Patienten und Besuchern. Kurz: Er schafft es!

- Was das für ein AMR bedeutet, ist ein eigenes Thema und sprengt hier den Rahmen.

  Um aber dieses Beispiel ganzheitlich zu verstehen, ist es auch hier hilfreich, sich in einen menschlichen Fahrer hineinzuversetzen und zu begreifen, was der eigentlich leistet!

NICHT VERPASSEN
Lösungsansätze hierzu folgen in meiner Präsentation nächste Woche auf dem IPA Technologieforum in Stuttgart!

5 ABGELEITETE **ENTWICKLUNGSZIELE** 1/2

… so wie der Staplerfahrer

1 DAS FTS MUSS SCHNELLER WERDEN

Die FTF/AMR sind beim Rangieren, in Kurven und beim Lasthandling zu langsam!
Die Bewegungen müssen flüssiger werden und vorhersehbar sein.

> **Beispiel:** Die manuelle Lastaufnahme mit einem Niederhubwagen mit Standplattform dauert ca. 10 s (5 m Anfahren, manuelles Barcode-Scannen an der Palette, Rangieren zur Aufnahme der Palette, Palette anheben, ausfahren und 5 m Wegfahren).
>
> Ein entsprechendes Manöver mit einem geeigneten FTF dauert mehr als 30 s (ohne Scannen und mit Funktion pallet-finder)

5 ABGELEITETE **ENTWICKLUNGSZIELE** 2/2

… so wie der Staplerfahrer

2 DRIVE SAFE

Das sichere Agieren

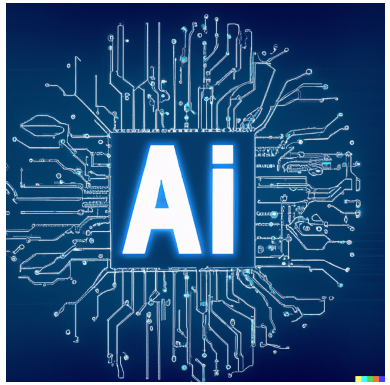
Heute: Überwachung voreingestellter 2D-Warn- und Schutzfelder (sicherer Personenschutz) plus optionaler **Überwachung von Räumen** vor dem Fahrzeug (nicht sicherer Objekt-/Maschinenschutz). Die technische Variante einer Sicherheitsprüfung beschränkt sich auf die exakte Vermessung von vorgegebenen Sicherheitsbereichen …

Zukünftig: fusionierte **3D-Umfelderkennung + Klassifizierung + sicheres Agieren in dem generierten Modell.** Das heißt, „die Sicherheit“ muss in die Abläufe integriert werden und darf nicht parallel zur Navigation ablaufen.
Die **intelligente Variante des sicheren Verhaltens geschieht intuitiv,** d.h. die klassifizierten Umweltmodelle müssen von der KI auf sichere oder nicht sichere Situationen geprüft werden.

3 WENIGER AUTONOMIE – MEHR INTELLIGENZ

Einige autonome Funktionen brechen Regeln auf und werden weder technisch noch sicherheitstechnisch beherrscht. Außerdem sind sie in den üblichen Intralogistik-Anwendungen kaum sinnvoll.

Wir brauchen mehr intelligentes Verhalten auf Basis von fusionierten 3D-Sensorsystemen und ganzheitlicher Umfelderkennung!



5 KATASTROPHE ODER **LYSIS**

Letzter Akt: Ein versöhnliches Ende!

FORUM FTS AGV
für erfolgreiche FTS-Projekte!

- **Der Logistikleiter hat Lehrgeld bezahlt.**
  Er hat sich mit der Materie auseinander gesetzt und gelernt.

- Er weiß jetzt, dass er die **manuellen Transporte nicht „einfach so“ automatisieren** kann, sondern er braucht:

  - eine **FTS-Unternehmensstrategie** und
  - eine **kompetente ganzheitliche Planung**

- Dann klappts auch mit dem **passenden Lieferanten!**

- **Also Lysis natürlich, und keine Katastrophe!**

Ausgang eines Dramas:
Entweder:
Es kommt zur **Katastrophe**, die Protagonisten sind verurteilt oder verdammt.
Oder:
Mit der **Lysis** werden alle Konflikte gelöst und die Handelnden sittlich gereinigt/geläutert.

HERZLICHEN DANK
FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

für erfolgreiche FTS-Projekte!

Forum-FTS

VDI Fachausschuss FTS