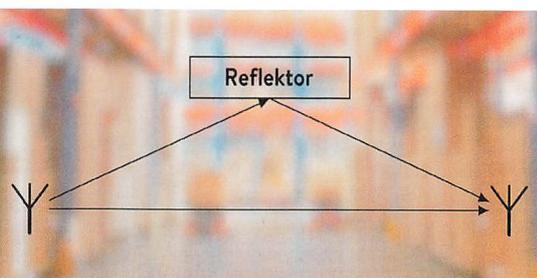


Hochwertige Funkverbindungen im FTS

Ein Gastbeitrag über den richtigen Einsatz von WLAN in Fahrerlosen Transportsystemen

Damit mobile Roboter nicht ungeplant anhalten oder sich gegenseitig blockieren, gibt es Leitsteuerungen – mit Überwachung und Regelung in Echtzeit. Wie in jeder Beziehung ist Kommunikation das Wichtigste: Ein Flottenmanager kann nur so gut sein wie die Kommunikation mit seiner Flotte. Wir klären auf und schlagen mögliche Maßnahmen vor.



➊ **Mehrwegeausbreitung:** Reflexionen verschlechtern die Datenübertragung beim Empfänger

Als Schnittstelle zwischen Leitsteuerung und den Fahrzeugen ist heute das offene Protokoll VDA 5050 über WLAN üblich: Der Verkehrsfluss wird in der Regel über das Zuteilen von Streckenabschnitten geregelt. Während eines Fahrauftrags meldet das Fahrzeug durchfahrene Wegpunkte. Die Leitsteuerung gibt den nächsten Streckenabschnitt frei und vorhergehende Abschnitte stehen anderen Fahrzeugen zur Verfügung. Je kleiner die Streckenabschnitte, desto enger sind die möglichen Abstände zwischen den Fahrzeugen und desto größer die erreichbare Verkehrsdichte.

Problematisch wird es, wenn die Abweichung zwischen der tatsächlichen Fahrzeugposition und der letzten bekannten Position in der Leitsteuerung zu groß wird. Diese Unsicherheit ergibt sich maßgeblich aus Verzögerungen beim Datenaustausch zwischen dem Fahrzeug und der Leitsteuerung. Wenn die Leitsteuerung nicht weiß, wo sich ein Fahrzeug befindet, kann sie nichts freigeben. Wenn ein Fahrzeug nicht rechtzeitig die Freigabe für den nächsten Streckenabschnitt erhält, muss es anhalten. Die Folge sind ungeplante Stillstände und Einbußen beim Durchsatz.

Bei WLAN kann es zu erheblichen Verzögerungen kommen, besonders mit vielen mobilen Geräten und beim Übergang zwischen Access Points. Für Echtzeitanwendungen wie die Steuerung von FTF ist es wichtig, dass Daten innerhalb einer gewis-

sen Zeit (Latenz) übertragen werden, und das möglichst zuverlässig. Für eine zuverlässige Funkübertragung ergeben sich folgende Herausforderungen:

1. Physikalische Gesetzmäßigkeiten

Am Empfänger muss das Signal des Senders ausreichend stark ankommen. Der Pegel sinkt unvermeidlich mit der Distanz. Außerdem erzeugen Reflexionen an metallischen Oberflächen zusätzliche Wellen mit Laufzeitunterschieden, sodass es bei der Überlagerung am Empfänger zu orts- und frequenzabhängigen Auslöschungen kommen kann. In Lager- und Produktionshallen ist dieser Effekt durch das viele Metall besonders stark ausgeprägt. (Bild ➊)

2. Störungen durch andere Sender

Herkömmliches WLAN koordiniert nicht, wer wann spricht. So kann es zu Kollisionen kommen, und das desto mehr, je höher die Anzahl der Funkteilnehmer ist. Außerdem besteht auf lizenzfreien Frequenzen das Risiko von Störungen durch parallel betriebene WLAN-Netze.

3. Mobilität

Wenn ein FTF per WLAN mit der Leitsteuerung kommuniziert, gehen die Daten über Access Points. Weil die Reichweite eines Access Points

in der Regel nicht ausreicht, um eine ganze Halle abzudecken, muss das FTF zwischen Access Points wechseln (Roaming, Bild ➋). Bei jedem Wechsel wird die Kommunikation unterbrochen. Die Leitsteuerung wird deshalb so ausgelegt, dass sie kurzfristige WLAN-Aussetzer tolerieren kann. Streckensegmente werden großzügiger dimensioniert und Geschwindigkeiten reduziert. Das geht jedoch auf Kosten der Verkehrsdichte und bedeutet Einschränkungen bei der Routen- und Prozessplanung.

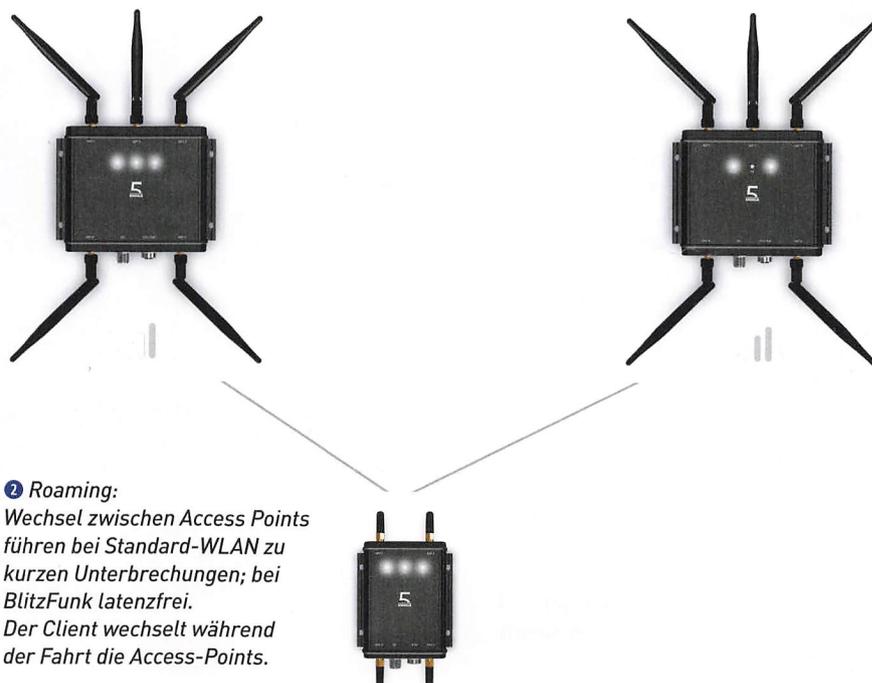
Suboptimales WLAN hat seinen Preis: Die Fahrzeuge werden aufwendiger (und damit teurer), weil sie eine gewisse Autonomie aufweisen müssen, wenn sie bei WLAN-Problemen nicht anhalten wollen. Insgesamt sinkt die Leistung der Anlage und die Störungen nehmen zu.

Der Vernetzung von FTF sollte mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden, als das heute der Fall ist.

Es gibt folgende Stellschrauben:

Allgemeine Maßnahmen für höhere Zuverlässigkeit

➌ Die meisten digitalen Funksysteme (auch WLAN) wiederholen verlorene Daten, was für zeitkritische Übertragungen nur bedingt sinnvoll ist. Diese Wiederholungen sind zu begrenzen oder ganz auszuschalten.



➋ **Roaming:** Wechsel zwischen Access Points führen bei Standard-WLAN zu kurzen Unterbrechungen; bei BlitzFunk latenzfrei. Der Client wechselt während der Fahrt die Access-Points.

FORUM FTS / KI-GENERIERT



Stylisierter typischer FTS-Einsatz in Lagern

- Die Erfolgchancen beim ersten Übertragungsversuch werden in Umgebungen mit starken Reflexionen signifikant erhöht, wenn das Funksystem mehrere Antennen nutzt und diese räumlich verteilt sind. Wenn das Funksystem die Übertragung über mehrere Frequenzen unterstützt, sollten diese im Spektrum möglichst weit auseinander liegen.
- Roaming sollte entweder ganz vermieden oder so umgesetzt werden, dass es zu keinen Unterbrechungen kommt.

Konkrete Maßnahmen für Standard-WLAN

- Es sollten bevorzugt Clients mit zwei oder mehr Antennen verbaut und diese auf unterschiedliche Seiten des Fahrzeugs verteilt werden.
- Roaming sollte vermieden werden. Dazu sollten nur so wenig Access Points wie absolut nötig verbaut werden. Manche Clients bieten Einstellmöglichkeiten zur Entscheidung, wann ein Roaming-Vorgang ausgelöst wird, wodurch unnötiges oder zu spätes Roaming vermieden werden kann.
- WLAN unterstützt unterschiedlich breite Kanäle. Um Stabilität und Reichweite über Datenrate zu priorisieren, ist es ratsam, ausschließlich die kleinste Bandbreite von 20 MHz zu verwenden.
- Die 2019 eingeführte WLAN-Generation 802.11ax (vermarktet als Wi-Fi 6) kann durch gezieltes Schlafenlegen von Funkteilnehmern in begrenztem Maße Kollisionen vermeiden.
- Mit dem zwischen 2020 und 2023 in Nordamerika und Europa freigegebenen Frequenzband bei 6 GHz (vermarktet als Wi-Fi 6E) stehen 24 zusätzliche Kanäle zur Verfügung, die in vielen Produktivumgebungen noch ungenutzt sind. Die neuen Frequenzen erleichtern es, existierenden WLAN-Netzen aus dem Weg zu gehen.

Zuverlässige Kommunikation in Echtzeit ist Voraussetzung

Trotz der genannten Maßnahmen wird herkömmliches WLAN an seine Grenzen stoßen, wenn es um komplexe Anlagen geht – vor allem, wenn auch sicherheitsgerichtete Kommunikation mit harter Deadline gefordert ist.

Wenn ein FTF zum Beispiel eine Last bis in eine Maschine hinein transportieren soll, müssen Sicherheitseinrichtungen wie Lichtgitter temporär angepasst oder abgeschaltet werden. Dazu muss das Fahrzeug genau überwacht und gesteuert werden können, was wiederum eine sichere, absolut zuverlässige Kommunikation in Echtzeit voraussetzt.

Liegen solche erhöhten Anforderungen an die Datenübertragung vor, sollten auch andere Funktechnologien als herkömmliches WLAN in Betracht gezogen werden:

5G-Campusnetze

In Mobilfunktechnologien wie 5G koordiniert die Basisstation, wer wann senden darf. Dadurch sind Kollisionen ausgeschlossen und es treten nicht so starke Latenzspitzen auf wie bei WLAN. Durch die höhere erlaubte Sendeleistung im Vergleich zu WLAN sind pro versorgter Fläche weniger Basisstationen als Access Points notwendig, was besonders im Außenbereich von Vorteil ist.

Allerdings können Mobilfunknetze nur IP-Pakete transportieren und benötigen zusätzliches Tunneling, um Ethernet-basierte Protokolle wie PROFI-safe übertragen zu können. Campusnetze sind komplex und können eine Abhängigkeit von externen Dienstleistern mit sich bringen. Wegen der hohen Komplexität kommt es trotz Koordination der Funkteilnehmer zu unvorhersagbaren Latenzschwankungen im Netz.

Echtzeit-WLAN

Echtzeitfähige WLAN-basierte Systeme wie „BlitzFunk“¹⁾ verbinden die Einfachheit von WLAN mit der Koordination von Mobilfunk. „BlitzFunk“ garantiert latenzfreies Roaming; die Echtzeitfähigkeit bleibt auch bestehen, wenn ein FTF auf dem Weg durch die Halle zwischen Access Points wechseln muss.

Solche proprietären Technologien ermöglichen zwar volle Kontrolle über alle Funkteilnehmer, sind aber nicht mit dem ggf. bereits vorhandenen Standard-WLAN kompatibel und müssen deshalb parallel installiert werden. Solange auf kabelgebundener Seite Ethernet als standardisierte Schnittstelle zur Verfügung steht, hält sich der Integrationsaufwand jedoch in Grenzen.

Unzuverlässiges WLAN in einem FTS kostet Zeit, Geld und Durchsatz. Mit den richtigen Maßnahmen lässt sich die Zuverlässigkeit von Standard-WLAN verbessern, aber es kann weiterhin zu Verzögerungen bei der Übertragung kommen, vor allem beim Roaming zwischen Access Points. Für ein anspruchsvolles Verkehrsmanagement und sicherheitsbezogene Funktionen lohnt sich der Einsatz spezialisierter Technologien wie 5G-Campusnetze und proprietäre echtzeitfähige WLAN-Systeme. Ein begrenzter Mehraufwand bei der Datenübertragung bringt dann große Vorteile im Anlagendesign und trägt zur Erreichung der Anlageziele wie Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Durchsatz bei.

¹⁾ <https://fuenfeinhalb.de/>



Dr.-Ing. Nick Schwarzenberg,
Vorsitzender der Arbeitsgruppe
Wireless Communications for
Machines des VDMA und Leiter der
Technologieentwicklung bei fünfeinhalb
Funksysteme GmbH, Dresden



Dr.-Ing. Günter Ullrich,
Leiter des VDI Fachausschusses FTS
und des Forum-FTS,
Voerde



ARNOLD
Verladssysteme

Besser mit System



Gebäude-Rammschutz
Pufferungen

Withauweg 9 · D-70439 Stuttgart
Fon 0711-88 79 63-0 · Fax 0711-81 42 83
www.arnold-verladesysteme.de