

Betreibermodelle für den digitalen Datenfunk hochautomatisierter Zugbeeinflussungssysteme

Um die zunehmenden Verkehrsbedarfe der Zukunft zu gewährleisten und gleichzeitig die Automatisierung des Nahverkehrs voranzutreiben, bedarf es funkbasierter Zugsicherungssysteme. Aus technischer Sicht bestehen verschiedene Lösungsansätze (WLAN oder Mobilfunknetze der 4. oder 5. Generation). Die Auswahl der Technologie richtet sich jedoch nicht nur nach rein technischen Kriterien. Es müssen vielmehr auch die betrieblichen Randbedingungen der Verkehrsunternehmen mit berücksichtigt werden. Hier bedarf es einer betriebswirtschaftlichen Analyse („make or buy“).



Bei modernen Zugsicherungssystemen wird die Kommunikation zwischen Fahrzeug- und Streckeneinrichtung mit einem leistungsfähigen Funksystem realisiert. Es werden kontinuierlich und bidirektional Daten wie z.B. die aktuelle Position, die Zugvollständigkeit oder die zulässige Fahrweise ausgetauscht [1]. Für die Funktionen ATP (Automatic Train Protection) und ATO (Automatic Train Operation) muss sichergestellt sein, dass das Funksystem eine hohe Verfügbarkeit und idealerweise Echtzeiteigenschaften¹⁾ sicherstellen kann. Die erforderlichen Datenraten sind im Vergleich zu anderen Anwendungen gering [2]. Moderne Funksysteme können diese technischen Anforderungen überwiegend erfüllen [3]. Je nach gewählter Technologie gibt es jedoch verschiedene mögliche Betreibermodelle. Dabei stellt sich für das Verkehrsunternehmen stets die Frage, inwieweit das Funksystem selbst betrieben und die erforderliche Kompetenz aufgebaut werden kann und soll („make“) oder welche As-a-Service-Modelle genutzt werden können und sollen („buy“). Darüber hinaus muss hinsichtlich des Beschaffungsprozesses abgewogen werden, ob das Zugsicherungssystem inkl. Funksystem ausgeschrieben wird oder ob das Funksystem unabhängig von der Zug-

sicherung beschafft und vergeben wird. In diesem Fall wäre es eine Beistellung des Verkehrsunternehmens an den Lieferanten des Zugsicherungssystems.

1. Aufgaben in Planung und Betrieb eines Funksystems

Folgende Aufgaben müssen für die Planung und den Betrieb intern oder extern erbracht werden, um über den Lebenszyklus des Zugsicherungssystems ein leistungsfähiges Funksystem bereitzustellen:

- **Lizenzierung der Frequenzen:** Einige Frequenzbänder sind lizenzpflichtig und müssen als Einzelzuteilung nach §91 Telekommunikationsgesetz bei der Bundesnetzagentur beantragt werden. Sollen eigene, für den geographischen Bereich exklusive Frequenzen z.B. für Campusnetze genutzt werden, muss der Grundstückseigentümer diese beantragen. Alternativ können öffentliche Frequenzbänder genutzt werden. Diese haben den Nachteil, dass sie nicht exklusiv zur Verfügung stehen. Bei der Nutzung öffentlicher Frequenzbänder müsste vom Provider eine Priorisierung des Datenverkehrs sichergestellt werden.
- **Funkplanung:** Es soll eine leistungsfähige Funkverbindung aufgebaut werden, die die geforderten Quality-of-Service



MSc. Paula von der Heide

Teamleiterin
ESE Engineering und Software-Entwicklung GmbH
paula.vonderheide@ese.de



Julian Witt, B. Eng.

Masterand
ESE Engineering und Software-Entwicklung GmbH
Julian.witt@ese.de



PD Dr.-Ing. habil.

Lars Schnieder
Geschäftsführer der ESE Engineering und Software-Entwicklung GmbH; Privatdozent am Verkehrswissenschaftlichen Institut der RWTH Aachen
Lars.schnieder@ese.de

(QoS) Anforderungen der Zugsicherung erfüllt. Dafür muss eine flächendeckende Funkausleuchtung entlang des Schienennetzes sichergestellt sein. Die Funkplanung wird maßgeblich durch die verwendete Frequenz und Technologie bestimmt.

1) Die Datenübertragung erfolgt zuverlässig in einer bestimmten Zeitspanne (Latenz).

- **Netzaufbau und Inbetriebnahme des Netzes:** Wird ein bereits bestehendes öffentliches Netz genutzt (z.B. öffentliche Mobilfunknetze) ist kein gesonderter Netzaufbau durch das Verkehrsunternehmen notwendig. Möglicherweise muss der Provider das bestehende Netz erweitern, um eine optimale Funkausleuchtung entlang der Strecke sicherzustellen. Alternativ muss das bestehende Funknetz zusätzlich abgesichert werden, um Single Point of Failure zu vermeiden und so die für die Zugsicherung notwendige Verfügbarkeit zu erreichen. Für private Netze müssen eigene Basisstationen mit entsprechender Glasfaseranbindung sowie dazugehörige Instanzen im Vermittlungsnetz errichtet werden.
- **Umrüstung der Fahrzeuge:** Neben der Streckenausrüstung ist die entsprechende Funktechnologie samt dazugehöriger Antennen auch auf den Fahrzeugen erforderlich.
- **Integration:** Der Verkehrsbetreiber möchte über die Gewerke Signaltechnik und Telekommunikation hinweg ein funktionsfähiges System in Betrieb nehmen. Dazu bedarf es einer Integration der Zugsicherung und des Funknetzes. Innerhalb des Gewerks Telekommunikation müssen auch das Zusammenwirken des primären und redundanten Funksystems aufeinander abgestimmt sein. Insbesondere die Funktion ATP (Zugsicherung) darf zu keiner Zeit von Kommunikationsausfällen beeinträchtigt sein.
- **Betrieb inkl. Instandhaltung des Funknetzes:** Sowohl das Zugsicherungssystem als auch das redundante Funksystem muss über die Lebensdauer instand gehalten werden. Darunter fällt die präventive Instandhaltung wie auch die Instandsetzung im Störfall, vgl. [4]. Um eine hohe Verfügbarkeit sicherzustellen, bedarf es kurzer Ausfallzeiten und daher eines 24/7- Services. Für den Störfall muss eine Rückfallebene definiert und erprobt sein. Insbesondere wenn hier verschiedene Akteure mitwirken, müssen die Verantwortlichkeiten geklärt sein.

2. Randbedingungen bei der Auswahl des Betreibermodells

Die Entscheidung für ein Betreibermodell ist ein multikriterielles Entscheidungsproblem. Nachfolgend werden die verschiedenen Randbedingungen skizziert, die im Rahmen dieser Entscheidung beleuchtet

werden müssen. Diese Randbedingungen können in Form einer Nutzwertanalyse betreiberspezifisch mit der Bedeutung und der jeweiligen Merkmalsausprägung gewichtet werden, so dass hieraus ein methodischer Rahmen für eine systematische Entscheidung resultiert.

2.1. Technologische Randbedingungen

Für die Auswahl des Betreibermodells ist auch die gewählte Funktechnologie entscheidend. Abhängig davon stehen unterschiedliche Betreibermodelle zur Auswahl. Während es sowohl öffentliche wie auch private Mobilfunknetze gibt, sind WLAN-Netze überwiegend privat. Folgende Aspekte sind bei der Auswahl der Funktechnologie zu berücksichtigen:

- **Auswahl der Funktechnologie:** Der Verkehrsbetreiber möchte sowohl die Zugsicherung als auch das Funksystem beschreiben. Dabei stellt sich die Frage, ob die Technologieauswahl für das Funksystem dem Zugsicherungshersteller überlassen oder ob dies bei der Ausschreibung verbindlich vorgegeben wird. Im letzteren Fall würde der Systemhersteller vermutlich die für ihn bereits am besten erprobte und am kostengünstigsten bereitzustellende Variante auswählen. Diese Entscheidung ist jedoch für das Verkehrsunternehmen nicht notwendigerweise die langfristig optimale.
- **Bereitstellung von Diensten:** Die Entscheidung, welche Funktechnologie zum Einsatz kommt, wird auch dadurch beeinflusst, ob das Funksystem derzeit oder eventuell zukünftig für weitere Dienste genutzt werden soll (unabhängig von der Zugsicherung). Insbesondere breitbandige Funksysteme bieten die Möglichkeit, auch weitere Dienste über das gleiche Funksystem abzubilden [2]. Dann würde sich eine Unabhängigkeit vom Systemhersteller der Zugsicherung für den Verkehrsbetreiber vorteilhaft darstellen.

2.2. Zulassungsrechtliche Randbedingungen

Ausgehend von der Technologieentscheidung bedarf es auch der Festlegung des genutzten Frequenzspektrums:

- **Frequenznutzung:** Um die QoS-Anforderungen für die Zugsicherung zu garantieren, empfiehlt es sich, ein exklusives Frequenzspektrum zu nutzen. Dies

kann entweder eigens beantragt werden (Campusnetz) oder die Ressourcen können durch einen Provider mit dem sogenannten Network Slicing [5] exklusiv bereitgestellt werden.

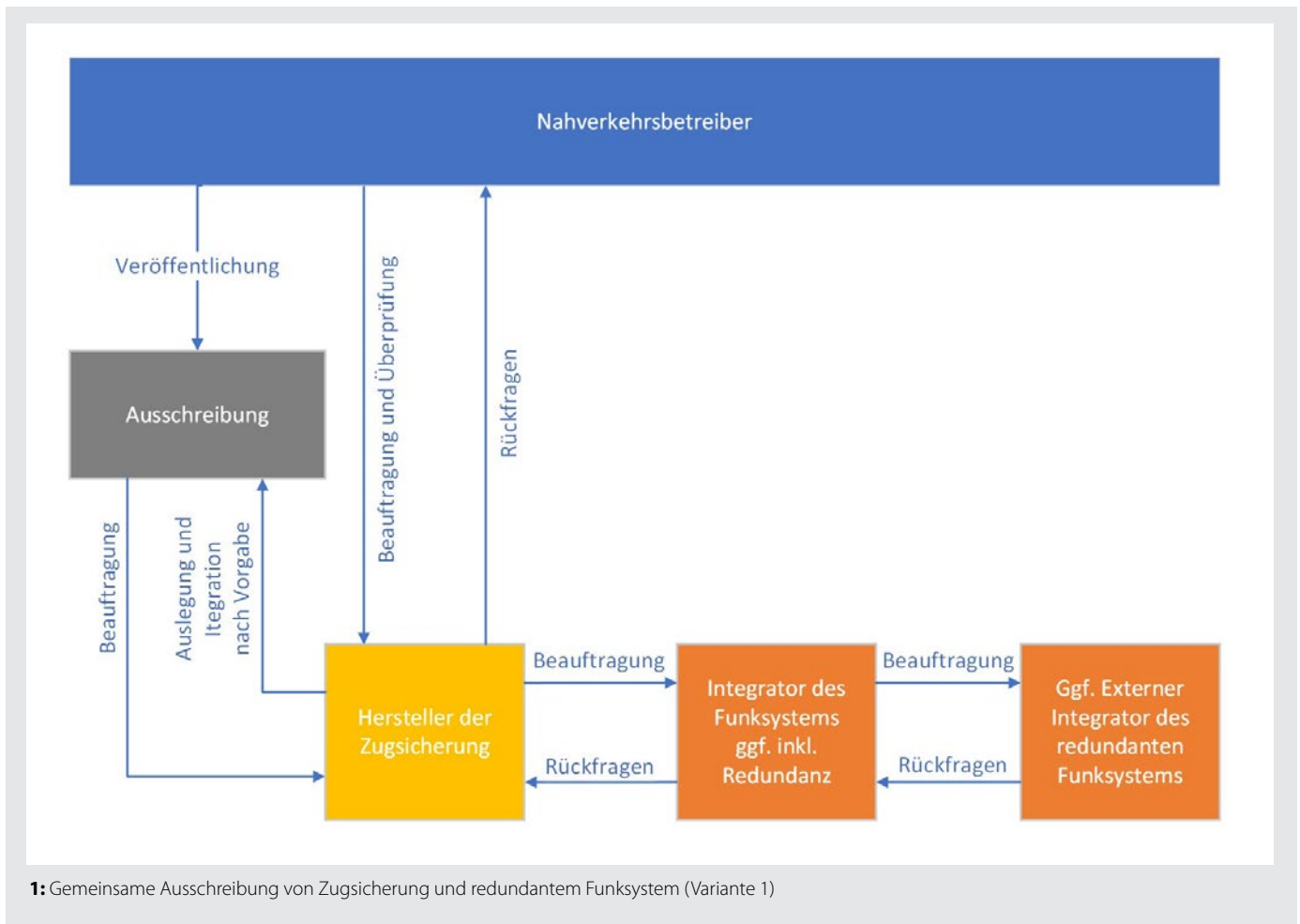
2.3. Wirtschaftliche Randbedingungen

Wie die Ausschreibung gestaltet werden muss, hängt auch maßgeblich davon ab, was für das Verkehrsunternehmen wirtschaftlich darstellbar ist. Dies ergibt sich nach DIN EN 60300-1 [6] aus der insgesamt wirtschaftlichsten Systementscheidung, welche die gesamten Lebenszykluskosten d.h. sowohl die Investitionskosten (Capital Expenditures, CAPEX) als auch die Betriebskosten (Operational Expenditures, OPEX) mit einbezieht.

- **Netzaufbau:** Die Nutzung fremder Netze bietet ein mögliches Einsparpotenzial bei den Lebenszykluskosten, da Mobilfunknetze bereits unabhängig vom Schienenverkehr ausgebaut und gewartet werden. Hierbei ergeben sich Skaleneffekte, weil Mobilfunkanbieter die Funknetze großflächig aufbauen und diese auch durch andere Kunden genutzt werden. Andererseits fallen dann Nutzungsgebühren der Mobilfunkprovider an. Außerdem muss bedacht werden, dass die öffentlichen Netze nicht unbedingt den notwendigen Verfügbarkeitsanforderungen unterliegen und viele Standorte z.B. nicht durch eine redundante Stromversorgung abgesichert sind oder zwei verschiedene Betreiber den gleichen Sendestandort nutzen, sodass die Gefahr eines Single Point of Failure besteht. Dies müsste bei der Funkplanung bedacht und in Rücksprache mit dem Mobilfunkbetreiber ggf. angepasst werden.
- **Kosten:** Wie für jedes Investitionsvorhaben muss betrachtet werden, welche Lösung die wirtschaftlichste Variante ist. Dabei ist zu erarbeiten, welche Kosten für das jeweilige Streckennetz für den eigenen Netzaufbau und ggf. auch Aufbau der dazugehörigen Instandhaltungsorganisation anfallen. Dementgegen stehen die Nutzungsgebühren für fremde Netze und Frequenzen, insbesondere für die Gewährung von festgeschriebenen Ausfallsicherheiten und Latenzen.

2.4. Randbedingungen aus Betreibersicht

Des Weiteren gibt es Randbedingungen, die sich aufgrund der organisatorischen



Struktur und strategischen Ausrichtung des Verkehrsunternehmens ergeben:

- **Know-how-Aufbau beim Nahverkehrsbetreiber:** Aus strategischer Sicht muss betrachtet werden, ob der Nahverkehrsbetreiber die Kompetenz zur Errichtung, Integration und Betrieb eines Funksystems selbst aufbauen will und kann. Als Betreiber eines Funknetzes entfernt er sich von dem Kerngeschäft der Fahrgastbeförderung. Allerdings werden diese technologischen Aspekte des Zugbetriebs für das automatische oder sogar autonome Fahren in Zukunft immer wichtiger und entsprechende Kompetenz aufzubauen kann durchaus dem Zielbild entsprechen. Darüber hinaus sind die Verkehrsbetreiber zumeist heute bereits Betreiber analoger Funksysteme für den Sprechfunk.
- **Instandhaltungsorganisation:** Es ist entscheidend, ob der Nahverkehrsbetreiber eine 24/7 Instandhaltungsorganisation für das Funksystem gewährleisten kann. Für den eigentlichen Zugbetrieb

ist diese zumeist ohnehin notwendig, sodass diese für den Betrieb eines Funksystems erweitert werden könnte. Außerdem sind für die Instandhaltung von CBTC-Systemen zukünftig ohnehin neue Kompetenzen in den Verkehrsunternehmen erforderlich [7].

2.5. Randbedingungen in Bezug auf die Angriffssicherheit (Security)

Leistungsfähige Nahverkehrssysteme sind kritische Infrastrukturen. Daher ist insbesondere das Funksystem gegen unberechtigte Zugriffe Dritter zu schützen [8]:

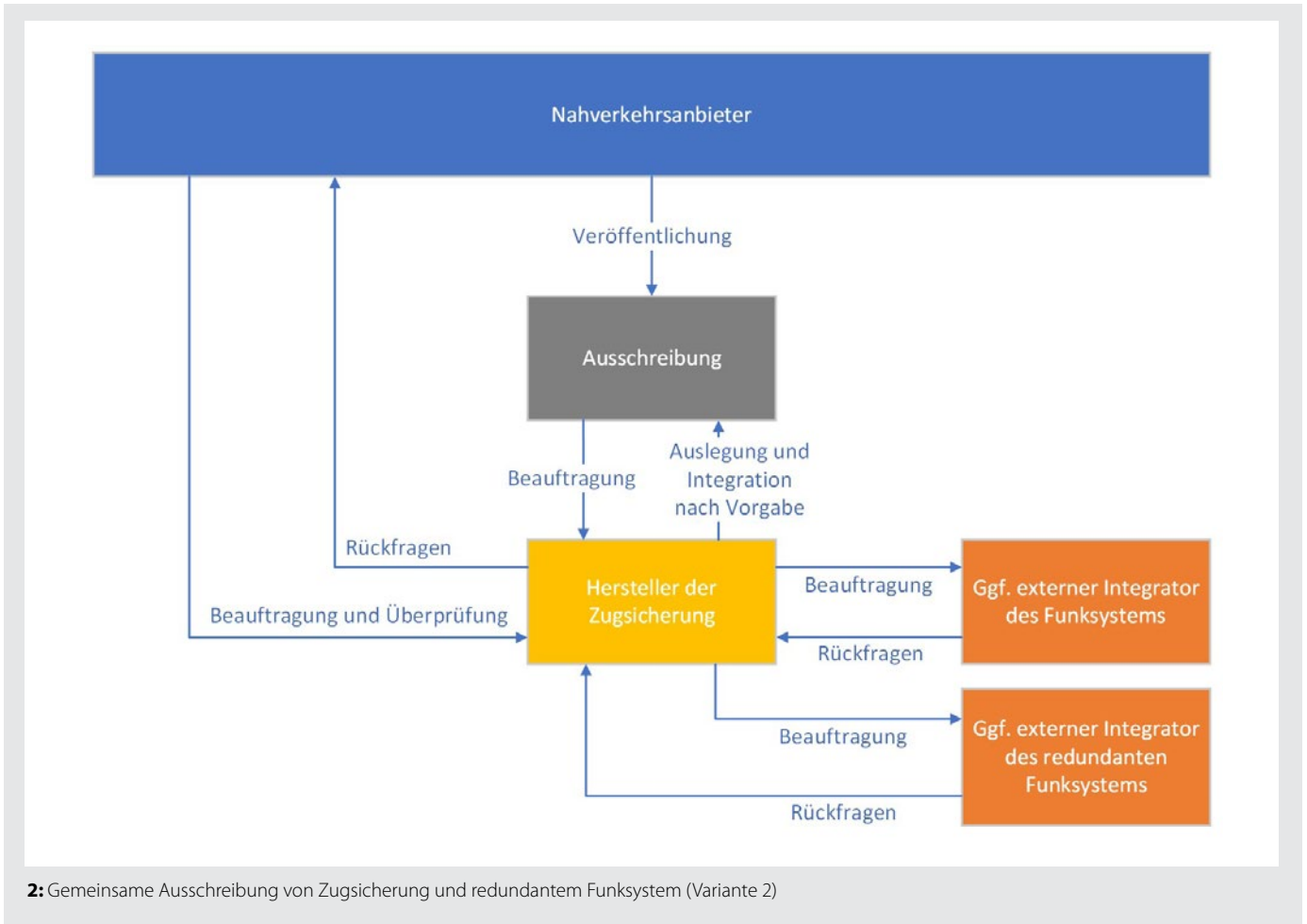
- **Dedizierte oder geteilte Netze:** In sich abgeschlossene (dedizierte) Netze sind hinsichtlich der Zugriffssicherheit vorteilhaft, weil nicht autorisierte Nutzer grundsätzlich keinen Netzzugang besitzen.
- **Eigentum des Funknetzes:** Der Eigentümer des Funknetzes hat üblicherweise vollen Zugriff auf das Funknetz. Daher ist es aus Sicht des Betreibers einer kritischen Infrastruktur vorteilhaft, dies in ei-

genem Besitz zu halten, um volle Hoheit über das Funknetz zu haben.

- **Abhängigkeit von Dritten:** Wird das Netz extern aufgebaut und betrieben, entsteht eine Abhängigkeit von Dritten. Dies kann wirtschaftliche oder betriebliche Vorteile haben, andererseits entsteht dadurch eine Abhängigkeit. Es obliegt dann dem Verkehrsbetreiber nicht mehr alleine, den Verkehrsbetrieb aufrechtzuerhalten.

3. Mögliche Ausschreibungskonstellationen

Im Weiteren liegt der Fokus auf Lösungen mit Verwendung von modernen Mobilfunktechnologien (insbesondere sei dabei 5G mit Network Slicing genannt). Dadurch besteht die Notwendigkeit, für das Funksystem einen externen Mobilfunkbetreiber einzubinden. Es werden verschiedene Ausschreibungsvarianten aus Sicht des Nahverkehrsbetreibers diskutiert. Exemplarisch werden in den folgenden Darstellungen die jeweiligen Funktionen der Beteiligten als Kästen ge-



2: Gemeinsame Ausschreibung von Zugsicherung und redundantem Funksystem (Variante 2)

zeigt. Mithilfe von beschrifteten Pfeilen werden die Zusammenhänge zwischen den Rollen beschrieben. Verschiedene Farben stehen für die verschiedenen Ebenen in der Vertragskonstellation.

3.1. Variante 1: Ausschreibung der Zugsicherung inkl. redundantem Funksystem

In diesem Fall schreibt das Verkehrsunternehmen eine gebündelte Leistung über ein Zugsicherungs- mit passendem Funksystem aus. Alle weiteren Tätigkeiten werden vom Hersteller der Zugsicherung koordiniert. Dieser beauftragt einen Subunternehmer als Systemintegrator, ein geeignetes Funksystem auszulegen und zu integrieren, auf dessen Basis das Zugsicherungssystem funktioniert. Der Auftrag muss die Anforderungen aus der Ausschreibung ebenso enthalten wie die Anforderungen, die das Zugsicherungssystem stellt. Sind die Anforderungen an bspw. die Verfügbarkeit der Funkverbindung sehr hoch, muss das Funksystem redundant ausgeführt werden. Dazu gibt

es zwei Möglichkeiten. Entweder der beauftragte Funkintegrator kann selbst diese Redundanz erfüllen oder er vergibt diesen Auftrag an einen weiteren Subintegrator, der das redundante System entwirft und integriert. Insgesamt gehen die Auftragsvergaben nur in eine Richtung, Rückfragen werden in die andere Richtung gestellt. Der Zugsicherungshersteller übernimmt also die Integrationsverantwortung für das Gesamtsystem. Somit läuft sämtliche Kommunikation mit dem Nahverkehrsbetreiber über den Hersteller der Zugsicherung.

3.2. Variante 2: Ausschreibung der Zugsicherung inkl. redundantem Funksystem

Diese Variante gestaltet sich ähnlich wie die erste Variante. Der Nahverkehrsanbieter schreibt eine Leistung aus Zugsicherungssystem mit Funksystem gebündelt aus und ein Unternehmen bekommt den Auftrag der Herstellung eines Gesamtsystems. Anders als im ersten Fall beauftragt dieser bei Bedarf aber direkt beide Sub-

unternehmer. Wie zuvor fungiert einer als Integrator für das notwendige Funksystem, der andere integriert das redundante Funksystem. Jedoch läuft in diesem Fall die Kommunikation zwischen beiden Funkintegratoren über den Hersteller der Zugsicherung, der auch wieder die direkte Kommunikationsschnittstelle zum Nahverkehrsbetreiber bildet. Erneut übernimmt der Hersteller die Integrationsverantwortung für das Gesamtsystem. In diesem Fall koordiniert er ebenso die Zusammenarbeit seiner Subunternehmen.

3.3. Variante 3: Unabhängige Ausschreibung der Zugsicherung und des redundanten Funksystems

In diesem Fall schreibt der Nahverkehrsanbieter die Leistungen der Zugsicherung und des passenden Funksystems separat aus. Somit übernimmt er auch die gesamte Integrationsverantwortung, sowie die Überwachung der Integration. Alle Tätigkeiten werden von ihm koordiniert. Aufgrund der getrennten Ausschreibungen

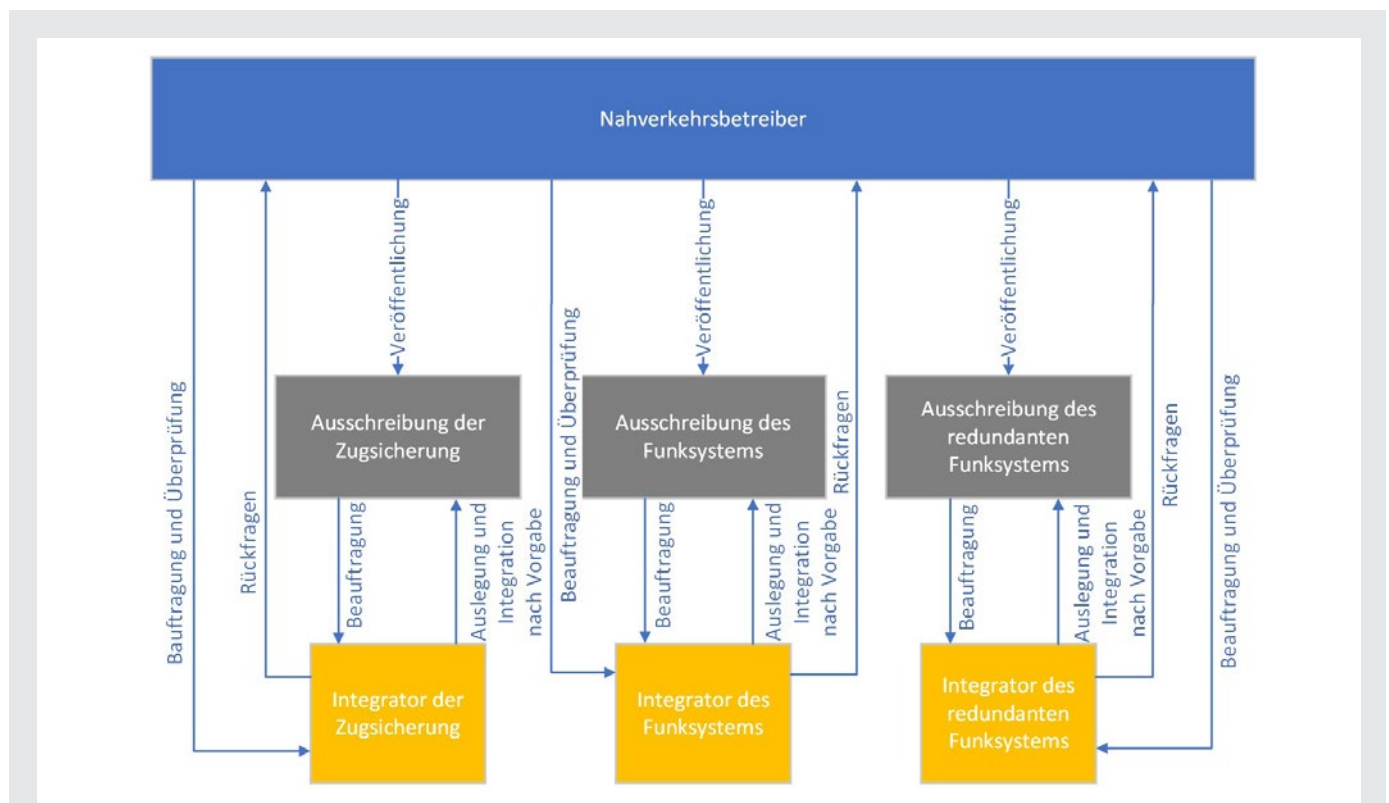


3: Ausschreibung von Zugsicherung und redundantem Funksystem einzeln (Variante 3)

können für die jeweiligen Integratoren individuelle Anforderungen in die Ausschreibung aufgenommen werden. Beide beauftragten Unternehmen arbeiten separat voneinander, weitere Absprachen können zwischen den verschiedenen Parteien nur über den Nahverkehrsbetreiber getätigt werden. Der Integrator des Funksystems kann bei Bedarf einen Subintegrator beauftragen, den er selbst koordiniert. Dieser integriert ein redundantes Funksystem, womit die Anforderungen aus der Ausschreibung an bspw. die Verfügbarkeit der Funkverbindung erfüllt werden. Dieses Modell erfordert eine klare Abgrenzung der einzelnen Ausschreibungen, um eine Überschneidung der Verantwortungen zu vermeiden. Der Nahverkehrsbetreiber sollte das Gesamtsystem daher gründlich planen, bevor die Ausschreibungen veröffentlicht werden.

3.4. Variante 4: Unabhängige Ausschreibung der Zugsicherung und von zwei Funksystemen

In diesem Fall fungiert der Verkehrsbetreiber als Integrationsverantwortlicher für das Gesamtsystem. Aufgrund der Trennung aller Einzelsysteme muss jede Leistung einzeln ausgeschrieben wer-



4: Ausschreibung aller Teilsysteme einzeln (Variante 4)

	Nahverkehrs- betreiber	Hersteller Zugsicherung	Integrator Funksystem	Integrator redundantes Funksystem	
Ausschreibung	R	C	I	I	Responsible
Integration Zugsicherung	A	R	C	I	Accountable
Integration Funksystem	C	A	R	C	Consulted
Integration redundantes Funksystem	C	C	A	R	Informed

5: Zuordnung der Verantwortlichkeiten für Variante 1

den. Somit überwacht er auch sämtliche Integrationen der Einzelsysteme. Es läuft sämtliche Kommunikation zwischen den Parteien über ihn als Schnittstelle. In diesem Fall hat der Nahverkehrsbetreiber die vollständige Kontrolle über alle Integratoren, hat aber auch am meisten Arbeit mit der Überwachung des Projekts.

4. Exemplarische RACI-Matrix: Zuordnung der Aufgaben

Unabhängig von der Auswahl der vorliegenden Ausschreibungskonstellationen müssen in einem solchen Fall die Kompetenzen und Verantwortlichkeiten klar geregelt werden. Ein geeignetes Tool dafür ist die RACI-Matrix. In dieser Matrix lassen sich bspw. Tätigkeiten, Arbeitspakete und Verantwortlichkeiten einfach definieren und den Beteiligten zuordnen [9]. Nachfolgend wird die RACI-Matrix für Variante 1 exemplarisch dargestellt und erläutert.

Hier haben die Beteiligten die Verantwortung (R, Responsible) für ihre jeweiligen Kernkompetenzen. Der Nahverkehrsbetreiber ist verantwortlich für die Durchführung und den Inhalt der Ausschreibung sowie die Vergabe des Auftrags. Der Hersteller der Zugsicherung ist mit seiner Expertise beteiligt an der Umsetzung (C, Consulted). Für die Integration des Zugsicherungssystems nach den Anforderungen aus der Ausschreibung ist der Hersteller vollständig verantwortlich. Der Nahverkehrsbetreiber ist für die Überwachung und Freigabe von Handlungen zuständig (A, Accountable), der Integrator des Funksystems ist insofern beteiligt, als dass er sein System auf die Zugsicherung anpassen

muss (C). Er bekommt seinen Auftrag vom Hersteller der Zugsicherung und betrachtet die Ausschreibung somit nur informativ (I, Informed). Aufgrund der Vergabe des Funksystems durch den Hersteller der Zugsicherung ist der Nahverkehrsbetreiber nicht direkt an der Integration des Funksystems beteiligt (C). Der Hersteller der Zugsicherung spezifiziert das System (A) und kontrolliert die Integration nach seinen Vorgaben, für das der Integrator die Verantwortung hat (R). Ähnlich verhält es sich mit dem redundanten Funksystem eine Ebene tiefer. Der Integrator dieses Systems bearbeitet die Anforderungen seines Auftraggebers und betrachtet daher die Ausschreibung sowie die Anforderungen an die Zugsicherung nur informativ (I).

5. Zusammenfassung

Für funkbasierte Zugsicherungssysteme gibt es technisch ausgereifte Funklösungen. Diese können entweder von Mobilfunkprovidern installiert oder direkt über den Hersteller der Zugsicherung als Gesamtsystem bereitgestellt werden. Einige Entscheidungskriterien und Ausschreibungsvarianten sind hier diskutiert worden. Diese Kriterien müssen entsprechend den Randbedingungen des jeweiligen Verkehrsunternehmens bewertet und abgezwogen werden.

In der Zukunft ist mit Hinblick auf automatisches oder gar autonomes Fahren von einem höheren Bedarf mit noch höheren Anforderungen an das Funksystem auszugehen. Diese möglichen Erweiterungen sollten bei der Konzeption und Vergabe am Markt mit bedacht werden.

Literatur

[1] Lars Schnieder: Communications-Based Train Control (CBTC). Komponenten, Funktionen und Betrieb. 2. Auflage. Springer (Berlin) 2022.
 [2] Manfred Schienbein: Trends und Anforderungen der Funkübertragung für Betriebsdaten und Passagierservices, Signal und Draht (110), H. 7+8/2018.
 [3] Paula von der Heide, Lars Schnieder: Digitale Datenfunktechnologien hochautomatisierter Zugbeeinflussungssysteme im Nahverkehr, ETR - Eisenbahntechnische Rundschau (71), H. 11/2022.
 [4] Martin Beims, Michael Ziegenbein: IT-Service-Management in der Praxis mit ITIL, 4. Aufl., Hanser, München 2015.
 [5] NGNM Alliance (Sebastian Thalanany, Peter Hedman): Description of Network Slicing Concept, Version 1.0.8. vom 14.09.2016, Final Deliverable.
 [6] DIN EN 60300-1:2015-01: Zuverlässigkeitsmanagement - Teil 1: Leitfaden für Management und Anwendung (IEC 60300-1:2014); Deutsche Fassung EN 60300-1:2014.
 [7] Michael Rüffer, Christian Schmidt, Carsten Jung, Lars Schnieder: Innovationen und Digitalisierung im Signal- und Zugsicherungsdienst. Konsequenzen und Herausforderungen für die Aus- und Fortbildung, Der Nahverkehr, H. 7+8/2019.
 [8] Lars Schnieder: Schutz Kritischer Infrastrukturen im Verkehr. Security Engineering als ganzheitlicher Ansatz. 3. Auflage. Springer (Berlin) 2021.
 [9] Project Management Institute: A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), 6th ed., Newton Square, Pennsylvania, USA: PMI, 2017.

Summary

Operator models for digital data radio transmission of highly-automated train control systems

For radio-based train control systems there are technically mature radio solutions. These can either be installed by mobile providers or provided directly by the manufacturer of the train protection system as a complete system. Some decision criteria and tender variants were discussed here. These criteria have to be evaluated and weighed according to the boundary conditions of the respective transport company.

In future, with regard to automatic or even autonomous driving, a higher demand with even higher requirements to the radio system is to be expected. These possible expansions should be taken into consideration when designing and awarding contracts on the market.