

Vorbemerkung Positionspapier „Rahmenbedingungen für besseren Mobilfunk in den Zügen“: Während der Erarbeitung dieses Positionspapiers durch die Sektoren Schiene und Mobilfunk hat der Koalitionsausschuss in Punkt 35h) seines Papiers „Corona-Folgen bekämpfen, Wohlstand sichern, Zukunftsfähigkeit stärken“ vom 3. Juni 2020 im Rahmen eines Konjunkturpaketes die stärkere Unterstützung der nötigen Umrüstung bei den 450 zugelassenen Eisenbahnverkehrsunternehmen angekündigt. Die Verfasser dieses Positionspapiers begrüßen diese Ankündigung ausdrücklich. Der Sektor Schiene wird die Umrüstung der Fahrzeuge strukturiert vorantreiben.

Rahmenbedingungen für besseren Mobilfunk in den Zügen

Gemeinsames Positionspapier der Sektoren Schiene und Mobilfunk

Bessere Mobilfunkversorgung der Eisenbahnstrecken als gemeinsames Ziel

Onlinezugang über mobile Breitbandinternetanschlüsse ist ein Grundbedürfnis von Bürgerinnen und Bürgern. Das gilt nicht nur zu Hause oder am Arbeitsplatz, sondern auch unterwegs. Auch auf der Schiene steigen die Anforderungen der Fahrgäste und Verloader an die Konnektivität im Zug: Anwendungen wie mobiles Arbeiten, Streaming, Video- und Telefonkonferenzen und Telematik-Anwendungen im Schienengüterverkehr werden in den kommenden Jahren deutlich größere Datenraten als heute erfordern.

Zuverlässige Konnektivität während der Fahrt ist ein wichtiges Element der Zufriedenheit bei den gemeinsamen Kunden des Bahn- und Mobilfunksektors. Sie ist für Reisende und verladende Unternehmen ein wesentliches Kriterium, sich für die Schiene als Verkehrsträger zu entscheiden. Damit trägt eine gute Mobilfunkversorgung auch zur Verlagerung von Verkehr auf die Schiene bei, der die Bundesregierung zur Erfüllung der Klimaziele eine herausragende Bedeutung beimisst.

Der besondere Wert, den die Bundespolitik auf die Mobilfunkausleuchtung der Verkehrswege legt, spiegelt sich in den anspruchsvollen schienenspezifischen Versorgungsaufgaben wider, welche die Mobilfunknetzbetreiber im Rahmen der Frequenzauktionen 2015 und 2019 erfüllen müssen. Danach müssen bis 2022 fahrgaststarke Strecken mit mehr als 2.000 Reisenden pro Tag und bis 2024 alle weiteren Bahnstrecken mit Mobilfunk versorgt sein. Dafür stehen den Mobilfunknetzbetreibern Frequenzen u.a. in den Frequenzbereichen bei 700 MHz, 800 MHz und 900 MHz zur Verfügung. Neben den Auflagen sind auch sogenannte Frequenznutzungsbedingungen an die Frequenzbänder geknüpft, die beim Mobilfunkausbau berücksichtigt werden müssen (z.B. der Schutz ausländischer Netze oder im Spektrum benachbarter Funkdienste).

Zur auflagentreuen Mobilfunkversorgung der Bahnstrecken sind die Frequenzen im Frequenzbereich unter 1 GHz besonders gut geeignet. Mit ihnen lassen sich große Flächen effizient versorgen, da die Mobilfunksignale in diesen Frequenzbereichen besonders hohe Reichweiten erreichen und damit große Funkzellen ermöglichen. Mobile Endgeräte von Fahrgästen in einem fahrenden Zug müssen damit seltener zwischen Funkzellen wechseln, was gerade bei schnell-fahrenden Zügen stabilere Verbindungen ermöglicht.

4G-Technologie im Frequenzband bei 900 MHz (LTE900) erfüllt Kundenbedarfe besonders schnell

Der Bereich bei 900 MHz ist für die Versorgung der Bahnstrecken dabei aus Sicht der Mobilfunknetzbetreiber besonders relevant. Hier befindet sich bereits ein dichtes 2G-Mobilfunknetz (GSM900-Netz), das sich schnell und kosteneffizient auf 4G umrüsten bzw. erweitern lässt. Der Bau von neuen Mobilfunkmasten ist dafür nicht notwendig. Damit entstünde in kurzer Zeit ein 4G-Netz (LTE900-Netz), das zur Versorgung von Schienenwegen genutzt werden kann. Fahrgäste und Mobilfunkkunden können damit in wenigen Monaten von einer verbesserten Mobilfunkversorgung am Gleis profitieren. Die mit LTE900 potenziell verfügbare Versorgung wäre für nahezu alle Kunden sofort nutzbar, da auch ältere Mobiltelefone und andere Endgeräte in der Lage sind, LTE900 zu verwenden. Der ebenfalls mögliche Ausbau in den Frequenzbereichen 700 MHz oder 800 MHz würde deutlich länger dauern und ggf. nicht alle mobilen Endgeräte erreichen.

Mit der Einführung von LTE900 lässt sich eine verbesserte Kommunikation während der Zugreise mit durchgängigen Internetverbindungen und unterbrechungsfreien Telefonaten besonders kurzfristig und effizient realisieren. Die Nutzung von LTE900 zur Gleisausleuchtung ist deshalb wirtschaftlich effizient, da damit für die Versorgung der Schiene 100% des verfügbaren Spektrums unterhalb 1 GHz und damit auch der verfügbaren Kapazität eingesetzt werden könnte. Könnte das 900 MHz Spektrum nicht genutzt werden, lägen rund 35% des an der Schiene verfügbaren Spektrums unterhalb 1 GHz brach.

LTE900 in der Fläche und am Gleis ist strategisches Ziel der Mobilfunknetzbetreiber

Die Mobilfunknetzbetreiber haben das strategische Ziel, den Frequenzbereich bei 900 MHz weitmöglichst für moderne Breitbandtechnologie zu nutzen und so Vorgängertechnologien langfristig abzulösen. Dafür soll eine sukzessive Reduktion der 2G-Nutzung zugunsten von 4G-Anwendungen an allen heutigen GSM-Mobilfunkmasten erfolgen. So ist mit LTE900 eine vergleichbare landesweite Versorgungsabdeckung wie in den heutigen GSM-Netzen erreichbar. Durch die LTE900-Einführung kommen die Investitionen der Mobilfunknetzbetreiber in die Frequenznutzungslicenzen unverzüglich bei den Endkunden an – in Haushalten und an den Verkehrswegen.

Empfangsstörungen zwischen Bahn- und Mobilfunk als Herausforderung für LTE 900-Rollout

Der Schienensektor nutzt für den Bahnbetrieb ein eigenes Mobilfunknetz. Der Bahnfunk basiert, wie Teile des öffentlichen Mobilfunks, auf der 2G(GSM)-Technologie. Dieses speziell für den Bahnfunk entwickelte GSM-R-Netz – „R“ steht dabei für „Rail“ – ist Basis für alle bahnbetriebliche Mobilkommunikation, etwa den Sprachfunk für Triebfahrzeugführer und Fahrdienstleiter, den Lokrangierfunk oder Notrufe. Das Bahnfunknetz ist damit sicherheitsrelevant.

Das Bahnfunknetz GSM-R operiert ebenfalls im Frequenzband bei 900 MHz. Damit sind die Frequenzen für das GSM-R-Netz und das LTE900-Mobilfunknetz direkte Nachbarn. Konkret nutzt GSM-R für den Empfang des Bahnfunks die Frequenzen **918 – 925 MHz**, während LTE 900 für die Mobilfunkversorgung am Gleis die Frequenzen **925 – 960 MHz** nutzen wird. Die Nähe beider Bänder bewirkt, dass die Funkgeräte in den Zügen auch (die nicht erwünschten) LTE900-Signale empfangen und dadurch der eigentliche GSM-R Empfang gestört wird.

Um solche Störungen auszuschließen, dürfen Mobilfunknetzbetreiber heute LTE900-Masten, die nah am Gleis liegen, nur eingeschränkt oder gar nicht betreiben. Nach einer EU-weiten Festlegung der CEPT (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations - für Deutschland durch die Bundesnetzagentur repräsentiert) aus dem Jahr 2010 gilt dies für einen 8 Kilometer breiten Korridor um die Bahngleise (jeweils 4 Kilometer links und rechts des Gleises). In diesem Korridor darf der öffentliche Mobilfunk keine LTE900-Signale ausstrahlen. Ohne diese Einschränkung könnten die Mobilfunknetzbetreiber in kurzer Zeit mehr als 51.000 Basisstationen mit LTE900 innerhalb des aktuellen Schutzkorridors in Betrieb nehmen. Dort befinden sich rund drei Viertel aller derzeit bundesweit betriebenen GSM900 Standorte, die sich potenziell für LTE900 eignen. Nutzern in Zügen könnten damit in Summe ca. 250 Mbps¹ zusätzliche Bandbreite zur Verfügung gestellt werden.

Betreiberabsprachen mindern das Problem, lösen es aber nicht

Sogenannte Betreiberabsprachen sind eine Möglichkeit, auch innerhalb des 8-Kilometer-Korridors um Bahnstrecken LTE900-Mobilfunk auszustrahlen. Sie müssen von der Bundesnetzagentur (BNetzA) genehmigt werden und ermöglichen dann in Einzelfällen für die beteiligten Betreiber ein Abweichen von den dargestellten Frequenznutzungsbedingungen. Die zusätzlichen Freiheitsgrade für die Nutzung ihrer Frequenzen können die Mobilfunknetzbetreiber zur Erhöhung der Leistung des LTE900-Mobilfunks in Gleisnähe nutzen und so die Versorgung der Kunden verbessern.

Konkret vereinbart die DB Netz AG als Betreiberin des GSM-R-Netzes mit den jeweiligen Mobilfunknetzbetreibern bestimmte Leistungsparameter und stimmt Sendefrequenzen und -leistungen jeder einzelnen Mobilfunkbasisstation so ab, dass keine Störungen des GSM-R-Bahnfunks erfolgen. Die DB Netz AG hat mit einzelnen Mobilfunknetzbetreibern bereits bilaterale Betreiberabsprachen abgeschlossen bzw. in Vorbereitung.

Allerdings können auch Betreiberabsprachen nicht das volle Potenzial von LTE900 am Gleis aktivieren. Denn weiterhin ist ein Abstand von etwa 500 Metern zwischen Gleis und Mobilfunkmast einzuhalten, was die Leistungen der Mobilfunkstandorte weiter einschränkt.

Der Schlüssel zur Lösung: Umrüstung der Fahrzeuge mit gehärteten Endgeräten

Ein Hebel, der die volle Nutzung von LTE900 am Gleis ermöglicht, setzt bei den Funkgeräten in den Schienenfahrzeugen an. Seit 2016 müssen in Deutschland neu zugelassene Fahrzeuge sogenannte „gehärtete GSM-R-Endgeräte“ an Bord haben. Diese Funkgeräte sind mit einer Technologie versehen, welche die Nachbarbänder besser trennen kann und somit Empfangsstörungen im GSM-R Band durch öffentliche Mobilfunknetze im 900 MHz Band vermeidet. Allerdings haben ungehärtete Endgeräte in vor 2016 gebauten Fahrzeugen Bestandsschutz. Angesichts einer Nutzungsdauer von Schienenfahrzeugen von bis zu 40 Jahren sind heute - und in den nächsten Jahren - noch sehr viele ungehärtete Endgeräte im Einsatz.

¹ Megabit pro Sekunde

Der Schlüssel für eine Lösung des geschilderten Problems liegt im flottenweiten Austausch dieser Bestandstechnologie durch gehärtete GSM-R-Endgeräte. Wären diese in allen relevanten Fahrzeugen verbaut, könnten die Mobilfunknetzbetreiber LTE900 auch am Gleis mit höherer Leistung nutzen. Voraussetzung hierfür ist eine 100%-Ausrüstungsquote im gesamten deutschen Bahnsektor, das wären rund 13.600 Fahrzeuge². Dieses „Ganz oder gar nicht“ stellt die große Herausforderung dar: Überall dort, wo auch nur einzelne Fahrzeuge mit nicht-gehärteten Endgeräten auf dem Schienennetz unterwegs sind, kann LTE900 nicht flächendeckend eingesetzt werden.

Bahnsektor unterstützt Anliegen der Mobilfunkbranche, benötigt aber richtigen Rahmen dafür

Während der Betrieb des Bahnfunknetzes in die Zuständigkeit der DB Netz AG fällt, sind es die Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU), die auf diesen Schienenwegen Verkehrsleistungen im Personen- und Güterverkehr erbringen und damit auch die Züge und deren Ausstattung betreiben. In Deutschland sind mehr als 450 EVU zugelassen, die ihre Leistungen im Wettbewerb erbringen und daher darauf angewiesen sind, ihre Angebote wirtschaftlich zu kalkulieren.

Im Schienenpersonennahverkehr (SPNV) spielen außerdem die Aufgabenträger eine zentrale Rolle. Sie sind von den Bundesländern beauftragt, SPNV-Leistungen i. d. R. über wettbewerbliche Ausschreibungsverfahren an einzelne EVU zu vergeben. Die EVU erhalten dafür Ausgleichszahlungen (sog. Bestellerentgelte). Im Rahmen der Vergaben legen die Aufgabenträger Umfang und Qualität der zu erbringenden Leistungen fest. Dies kann auch die Ausstattung der Fahrzeuge einschließlich der technischen Parameter von GSM-R-Endgeräten umfassen. Im Personenverkehr werden mehr als 80% der Betriebsleistung im SPNV erbracht. Die EVU des Fernverkehrs agieren dagegen vollständig eigenwirtschaftlich, d.h. sie müssen ihren gesamten Aufwand aus Fahrgelderlösen der Endkunden decken.

Eigenwirtschaftlich ist auch der Schienengüterverkehr (SGV) aufgestellt, d.h. die hier tätigen rund 180 EVU müssen ihre Aufwendungen vollständig über die erzielten Frachterlöse decken. Der SGV steht unter hohem Wettbewerbsdruck durch den LKW. Anders als die Fahrgäste im Personenverkehr haben die Verlagerer als Endkunden im Güterverkehr aktuell keinen unmittelbaren Nutzen aus einem verbesserten Mobilfunk durch LTE 900. Perspektivisch können Anwendungen wie die Echtzeit-Ladungsverfolgung, Telematik und die vorausschauende Wartung aber von einer durchgehenden und leistungsfähigen Breitbandversorgung profitieren.

Neben der Nutzung in Schienenfahrzeugen der EVU kommt GSM-R auch in festverbauten Anlagen zum Einsatz. Diese müssen daher mit betrachtet werden. So werden beispielsweise die Notrufsysteme gleisnaher Aufzüge in Bahnhöfen mit GSM-R betrieben.

Eine vollumfassende Umrüstung auf gehärtete Endgeräte ist also komplex. Sie kann nicht zentral „verordnet“ werden und muss sich letztlich für jedes EVU als Fahrzeugbetreiber wirtschaftlich rechnen. Die Umrüstung der Endgeräte verursacht pro Fahrzeug Kosten von mindestens

² Marktuntersuchung Eisenbahnen 2019 der Bundesnetzagentur, S. 34: https://www.bundesnetzagentur.de/Shared-Docs/Downloads/DE/Sachgebiete/Eisenbahn/Unternehmen_Institutionen/Veroeffentlichungen/Marktuntersuchungen/MarktuntersuchungEisenbahnen/MarktuntersuchungEisenbahn2019.pdf?blob=publicationFile&v=2

3.000 € bzw. ca. 25.000 € je nach erforderlicher Umrüstungsvariante. Der überwiegende Teil der Fahrzeuge (mit nur einem Zugfunkgerät an Bord) kann mit einer Standardumrüstung zum o. g. niedrigeren Kostensatz umgerüstet werden. Rund 1.000 Fahrzeuge in Deutschland benötigen einen Austausch der gesamten Zugfunkanlage zu Kosten von ca. 25.000 € pro Fahrzeug.

Neben dem finanziellen spielt auch der zeitliche Umrüstungsaufwand für die EVU eine Rolle. So müssen Fahrzeuge für den Austausch der Zugfunkanlage inkl. Zu- und Rückführung bis zu fünf Tage aus dem produktiven Betrieb genommen werden. Werksaufenthalte müssen zudem rückwirkungsfrei auf den Betrieb gestaltet werden. Die aktuelle Planung geht deutschlandweit von vier Fahrzeugen pro Woche für den Tausch der kompletten Zugfunkanlage aus, da nur wenige Werke entsprechend qualifiziert sind. Die Standardumrüstungen lassen sich schneller durchführen, da sie im Rahmen der turnusmäßigen Instandhaltungsfristen erfolgen können.

Ein weiterer Aspekt liegt in der Zuständigkeit für den Zulassungsprozess, den umgerüstete Fahrzeuge durchlaufen müssen. Aktuell geht die Verantwortlichkeit dafür vom Eisenbahnbundesamt (EBA) an die europäische Regulierungsbehörde European Union Agency for Railways (ERA) über. Da der entsprechende Prozessübergang derzeit stattfindet, können die EVU-seitigen Zeitaufwände für die Zulassungen noch nicht beziffert werden.

Der Schienensektor geht dabei davon aus, dass eine Zulassung der für den Zugfunk notwendigen Komponenten erforderlich sein könnte, da mit dem Einbau eines gehärteten Endgerätes unter Umständen eine wesentliche Änderung an einem interoperablen Teilsystem vorliegt. Aufgrund der hohen Anzahl der umzurüstenden Fahrzeuge muss eine Zusammenarbeit mit den zuständigen Stellen (ERA/EBA) angestrebt werden, um die Zulassungsregeln dahingehend zu flexibilisieren, dass die Nachrüstung innerhalb einer bereits bestehenden Inbetriebnahmegenehmigung erfolgen kann. Der Sektor sieht die Umrüstung im Rahmen der bestehenden Inbetriebnahmegenehmigung als äußerst relevant für den erfolgreichen und effektiven Rollout gehärteter Endgeräte an

Vor dem Hintergrund der Ankündigung einer stärkeren Förderung des Austausches im Konjunkturprogramm wird die Schienenbranche die Herausforderung annehmen und mit proaktiver Unterstützung und konstruktiver Mitwirkung der Zulassungsbehörden (ERA/EBA) die Fahrzeuge schnellstmöglich umrüsten.

Im Personenverkehr steht dabei der Nutzen einer besseren Mobilfunkversorgung für die Fahrgäste in Aussicht. Im Schienengüterverkehr ist dieser Nutzen derzeit nicht vorhanden. Im SPNV kann eine Umrüstung zudem nur funktionieren, wenn sie über die Aufgabenträger koordiniert und in bestehende Verkehrsverträge sowie bei Neuvergaben mit Bestandsfahrzeugen aufgenommen wird.

Die Politik hat dieses Problem erkannt. Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur hatte 2019 ein erstes Förderprogramm³ zum Austausch bestehender GSM-R-Endgeräte aufgelegt. Es sollte bis Ende 2021 laufen und lediglich 50% der Umrüstkosten abdecken. Der Zuschuss je Endgerät wäre zudem bei maximal 3.000 € gedeckelt gewesen, sodass je nach erforderlichem Umrüstungsumfang weit weniger als 50% der tatsächlichen Kosten gedeckt sind.

Unterstützung der Politik durch neues Förderkonzept

Es zeigte sich, dass bei der bisherigen Förderung der Nutzen nur für sehr wenige EVU den Aufwand für den Austausch der Endgeräte übersteigt, zumal für echte Fortschritte, wie gezeigt, eine flächendeckende Ausrüstung erforderlich ist. EVU, die frühzeitig umrüsten, konnten sich eines Vorteils kaum sicher sein. Trotz grundsätzlich positiver Aufnahme des bestehenden Förderprogramms dürfte damit das Ziel einer lückenlosen Umrüstung der gesamten Flotte nicht zu erreichen sein.

Es wird deshalb vorgeschlagen, die Förderquote zur Umrüstung der GSM-R-Anlagen auf 100% der Kosten anzuheben und auf alle Ausprägungen (Standardumrüstung, Austausch von Zugfunkanlagen und Umrüstung festverbauter Anlagen) zu beziehen sowie die Geltungsdauer der Förderlinie geeignet zu verlängern. Diese Maßnahmen würden zugleich den finanziellen Spielraum der Aufgabenträger und EVUs erhöhen, um ihrerseits in Ressourcen wie Personal und Werkstattkapazitäten für die Umrüstung zu investieren.

Stand heute ist dazu ein Förderpaket notwendig, dass zum Tausch von ca. 16.500 noch nicht gehärteten GSM-R-Endgeräten mit einer Förderquote von 100% der Kosten dient. Bei einer Aktualisierung der Förderrichtlinie sollte der Kreis der Zuwendungsberechtigten von derzeit „Haltern“ von Fahrzeugen sowohl auf „Halter und Eigentümer von Fahrzeugen sowie EVU“ als auch „Betreiber festverbauter GSM-R-Anlagen“ erweitert werden.

Dass dies sinnvoll und rechtlich machbar ist, zeigen Erfahrungen aus anderen Mitgliedsstaaten der EU (Niederlande und Schweden), die bereits mit staatlicher Unterstützung einen solchen Austausch vorgenommen haben. Dort sind breitbandige Nutzungen im 900 MHz Band am Gleis bereits seit längerem uneingeschränkt möglich.

In Anbetracht der hohen politischen Bedeutung, die eine Verbesserung der Mobilfunkversorgung entlang der Schienenwege hat, wäre das eine sinnvolle Verwendung öffentlicher Gelder. Denn damit würde die Konnektivität für Fahrgäste und Mobilfunkkunden verbessert und ein wichtiger Beitrag zur Verkehrsverlagerung auf die Schiene geleistet.

³ „Bekanntmachung der Richtlinie zur Förderung des Austauschs bestehender GSM-R-Funkmodule gegen störfeste GSM-R-Funkmodule oder zum Einbau von entsprechenden Filtern“, Bundesanzeiger vom 6. Mai 2019, BAnz AT 06.05.2019 B2