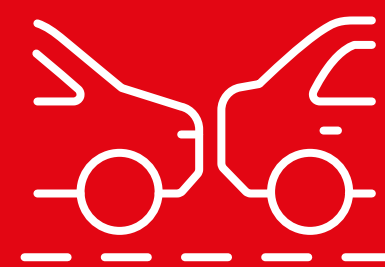


5G-Korridore für vernetzte und automatisierte Mobilität

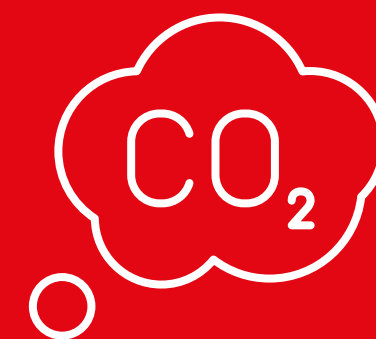


Die Bereitstellung von 5G-Konnektivität entlang der Hauptverkehrswege wird Investitionen in und die Nutzung von vernetzter und automatisierter Mobilität (CAM) fördern. Diese Technologie wird den Automobil- und Transportsektor transformieren und eine Reihe von Vorteilen eröffnen, einschließlich:



Höhere Produktivität durch kürzere Fahrzeiten – die Kosten von Staus dürften sich auf bis zu **1 % des EU-BIP** belaufen

Bessere Kraftstoffeffizienz und reduzierte Emissionen – das Transportwesen ist für fast **30 % aller CO₂-Emissionen der EU** verantwortlich



Weniger Verkehrsunfälle – **2018 kamen in der EU 23.400 Menschen bei Verkehrsunfällen ums Leben**

Allein diese Vorteile werden sich laut Schätzungen ab**2030 auf etwa 15 Mrd. € pro Jahr** belaufen



Zusätzlich zu diesen primären Vorteilen besteht ein erheblicher Spielraum für einen noch größeren Nutzen durch industrielle Ballungsräume entlang von CAM-fähigen Korridoren. Dieser entsteht dann, wenn Transportkosten, d. h. Kosten für die Beförderung von Gütern, Menschen und Ideen, durch geografische Nähe reduziert werden.

Bessere Verbindungen für die digitale Kommunikation und den klassischen Transport zwischen EU-Mitgliedstaaten sind eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung erfolgreicher industrieller Gebiete und Ballungsräume. Deshalb könnte der Aufbau von 5G-Korridoren und der damit verbundenen Glasfasernetze auf kurze Sicht zur Entstehung von Industriegebieten an den Hauptverkehrswegen beitragen, da Unternehmen von den logistischen Vorteilen dieser Standorte sowie von der starken mobilen und stationären Konnektivität profitieren wollen. Ballungsräume können weiter gefasste Vorteile für ganze Regionen bieten, wenn solide Transportnetz-Anbindungen an Handelszentren außerhalb der EU sicherstellen, dass geografisch abgelegene Regionen nicht ins Hintertreffen geraten.

Europe.connected

Auswirkungen in Europa

Automatisierte Fahrzeuge

Andere strategische Maßnahmen

Transformation der Bahnbranche

Die Herausforderung für Investitionen

Exponentielles Wachstum

5G-Korridore

Vernetzte und automatisierte Mobilität (CAM) im Überblick

CAM bezieht sich auf autonome/vernetzte Fahrzeuge oder selbstfahrende Fahrzeuge, die sich ohne menschliche Eingriffe selbst steuern können. Wie in der nachstehenden Grafik erkennbar ist, gibt es unterschiedliche Ebenen der Autonomie, in deren Verlauf der Fahrer im weniger eingreifen muss.



Fahrerassistenz

Geschwindigkeitsregelung

Automatisches Bremsen



Teilweise Automatisierung

Lenken

Beschleunigen



Bedingte Automatisierung

Funktionen zur Umgebungserkennung

Die meisten Fahreraufgaben, menschliche Eingriffe sind trotzdem erforderlich



Hohe Automatisierung

Alle Fahreraufgaben unter bestimmten Umständen



Volle Automatisierung

Alle Fahreraufgaben unter allen Umständen

Kein Eingriff des Fahrers erforderlich

Erweiterte Fahrerassistenzsysteme

Autonom

Der Landverkehr ist ein wichtiger Sektor in der EU, der den Handel fördert und einen erheblichen Teil des gesamten Güter- und Personenverkehrs in der EU ausmacht. Auf den Straßengüterverkehr entfallen 75 % aller auf dem Landweg in der EU beförderten Tonnenkilometer. Er spielt daher eine entscheidende Rolle im EU-Binnenhandel, der einen Wert von 256 Mrd. € pro Monat aufweist. Der Straßen- und Schienenverkehr ist auch wichtig für die internationale Beförderung von Gütern, denn auf ihn entfallen etwa 20 % des internationalen EU-Handels. CAM kann große Auswirkungen im Transport- und Automobilsektor haben. So kann ein besserer Informationsaustausch bei Frachten zum Beispiel Ineffizienzen durch leere oder nur teilweise beladene Lkws reduzieren. Die durch diese Ineffizienzen entstehenden Kosten belaufen sich derzeit laut Schätzungen auf 160 Mrd. €. Die Vorteile von 5G für den Automobil- und Transportsektor könnten im Jahr 2025 in der EU einen Wert von 50 Mrd. € erreichen.

Neben den wirtschaftlichen Vorteilen wird die für automatisierte Fahrzeuge nötige allgegenwärtige mobile Konnektivität voraussichtlich auch viele gesellschaftliche Vorteile mit sich bringen. CAM wird neue Wachstumschancen für kleine und mittelständische Unternehmen eröffnen, da sie neue Transport- und Logistiklösungen ermöglicht und eine größere Vielfalt von Arbeitsumgebungen unterstützt. Auch CAM-Benutzer profitieren, da Passagiere und, wenn die Sicherheit gewährleistet ist, auch Fahrer Videos streamen und Spiele spielen können. Gerade Arbeitnehmern im Transport- und Automobilsektor könnte dies helfen, ihr Wohlbefinden und ihre Work-Life-Balance zu verbessern.

¹ Konferenz der Vereinten Nationen für Handel und Entwicklung (2019), Weltinvestitionsbericht 2019. Verfügbar unter: https://unctad.org/system/files/official-document/WIR2019_CH4.pdf

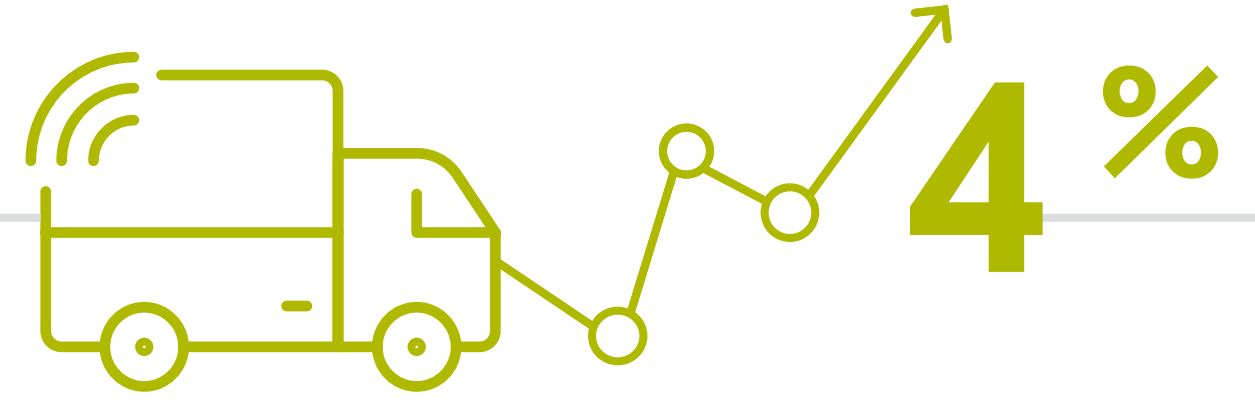
² Statistik von Eurostat.

³ Europäische Kommission (2017), Identification and quantification of key socio-economic data to support strategic planning for the introduction of 5G in Europe. Verfügbar unter: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2baf523f-edcc-11e6-ad7c-01aa75ed71a1/language-en>



Exponentielles Wachstum am Markt für CAM

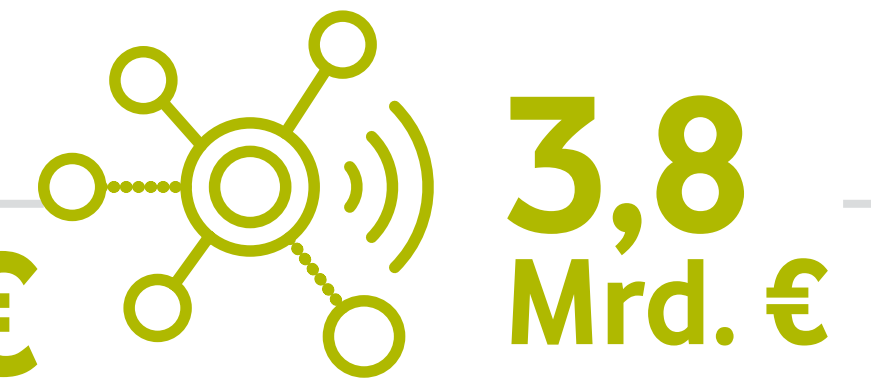
Der Markt für vernetzte und automatisierte Mobilität (CAM) verzeichnet allmählich ein exponentielles Wachstum, was die Umsetzung dieser Vorteile ermöglicht



Autonome Fahrzeuge könnten im Jahr **2025 über 4% des europäischen Markts ausmachen** und ab diesem Datum ein exponentielles Wachstum verzeichnen.



Der globale Markt für vernetzte Fahrzeuge wird voraussichtlich im Jahr **2025 einen Wert von 200 Mrd. € erreichen.**



Der gesamte EU-Markt für Fahrzeugdaten-Dienstleistungen könnte schon **2021 einen Wert von 3,8 Mrd. € pro Jahr erzielen.**



5G-Korridore

Exponentielles Wachstum

Die Herausforderung für Investitionen

Transformation der Bahnbranche

Andere strategische Maßnahmen

Automatisierte Fahrzeuge

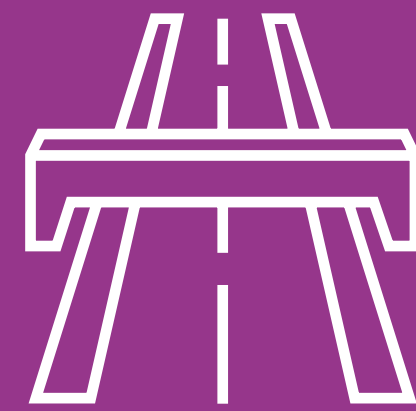
Auswirkungen in Europa

Die Herausforderung für Investitionen >>

Da für CAM höchste Zuverlässigkeit und kurze Latenzzeiten erforderlich sind, müssen 5G-Netze mit funktioneller Redundanz aufgebaut werden. Autonome Fahrzeuge und die entsprechenden Vorteile können nur dann Realität werden, wenn vorher an den Hauptverkehrswegen in 5G investiert wird. Nur so haben Stakeholder in der gesamten Wertschöpfungskette ausreichend Vertrauen in und Interesse an der Zukunft dieser Technologie. Ohne eine unmittelbare Rentabilität wird der Privatsektor allerdings wahrscheinlich vor allem in 5G-Netze in städtischen Gebieten investieren, da die sofortigen wirtschaftlichen Anreize dort größer sind. Das heißt, dass der Markt nicht für genügend Investitionen entlang der gesamten Hauptverkehrswege sorgen wird.

Für Mobilfunkbetreiber ergeben sich durch autonome Fahrzeuge geschäftliche Chancen, z. B. mit der Bereitstellung von SIM-Karten, Dienstleistungen und Daten. Es ist jedoch ungewiss, ob die mit CAM erzielten Erträge hoch genug sein werden, damit sich die erheblichen Investitionen in den Aufbau von 5G-Netzen entlang der Hauptverkehrswege lohnen. Ein Hauptgrund dafür sind vor allem die langen Vorlaufzeiten anderer zentraler Technologien, die die vernetzte und automatisierte Mobilität ermöglichen.

Es wird erwartet, dass im Rahmen des EU-Förderprogramms „Connecting Europe Facility (CEF) Digital“ öffentliche Mittel in Höhe von 1–1,5 Mrd. € für die Einführung von 5G-CAM bereitgestellt werden, um die Investitionen in 5G-Korridore zu steigern. Diese öffentlichen Gelder würden bis zu 50 % der Kosten für grenzüberschreitende Korridore und bis zu 30 % der Kosten für nationale Korridore abdecken.



Da eine flächendeckende 5G-Abdeckung erreicht werden soll, werden sich laut Schätzung die Kosten für die **Bereitstellung der Konnektivität entlang der 26.000 km Straße**,

die das „CEF Digital“-Programm umfasst, voraussichtlich auf **5–18 Mrd. €** belaufen. Um die Vorteile von 5G-Korridoren voll auszuschöpfen und weitere Investitionen aus dem Privatsektor zu fördern, können die EU und die Mitgliedstaaten die Unterstützung im Rahmen der „CEF Digital“-Initiative ergänzen.

Manche Länder wie Deutschland haben Abdeckungs- und Mindestserviceanforderungen (z. B. Anforderungen an Geschwindigkeit und Latenzzeit) für 5G-Netze entlang des Straßennetzes eingeführt. Bei solchen Anforderungen müssen die wirtschaftlichen Bedingungen des Sektors berücksichtigt werden. Wenn es also angemessen erscheint, sollten politische Entscheidungsträger die nötige Unterstützung zur Erfüllung dieser Anforderungen gewähren und zum Beispiel die stärkere gemeinsame Nutzung von Infrastrukturen (siehe nächste Seite), eine Senkung der Gebühren für Frequenzen sowie staatliche Subventionen in Erwägung ziehen. Nationale Vorgaben zur Abdeckung machen es für Betreiber auch schwieriger, einen überzeugenden Plan für die gesamte EU im Rahmen der CEF-Initiative zu erstellen.

5G-Korridore

Exponentielles
Wachstum

Die
Herausforderung
für Investitionen

Transformation
der Bahnbranche

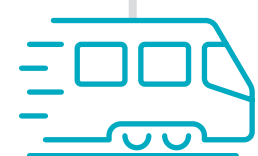
Andere
strategische
Maßnahmen

Automatisierte
Fahrzeuge

Auswirkungen in
Europa

Transformation der Bahnbranche

Die Vorteile von Investitionen in die Konnektivität entlang von Hauptverkehrswegen beschränken sich nicht nur auf Europas Straßen. Durch die Einführung von FRMC (Future Rail Mobile Communication System), das auf 5G aufbaut, wird es möglich sein, verschiedene Aspekte der Wertschöpfungskette des Schienenverkehrs zu automatisieren. Passagiere und Bahnbetreiber erhalten dadurch Echtzeit-Informationen, die etliche Vorteile mit sich bringen, einschließlich:



Effizientere Nutzung von **Zügen und Strecken** zur Verbesserung der Auslastung



Echtzeit-Daten zur **Beanspruchung und Verfügbarkeit von Zügen** für eine bessere Verteilung von Passagieren



Überwachung von Verschleiß in der Schieneninfrastruktur



Informationen zu Frachtzügen, wie z. B. durch **Überwachung von Standorten und Lasten**



Zuverlässige Konnektivität für Passagiere, damit sie **mobile Anwendungen nutzen können**

Fallstudien: Network Slicing in Deutschland

Im Erzgebirge hat Thales Transportation mit dem Test eines fahrerlosen Zugs begonnen, der per Fernsteuerung über das 5G-Netz von Vodafone betrieben wird. Vodafone setzt Network Slicing für das 5G-Netz ein, damit eine physische Netzstruktur einfacher von unterschiedlichen virtuellen Netzen gemeinsam genutzt werden kann. Für die Tests mit Zügen stellt das Unternehmen jedoch ein eigenes 5G-Netz bereit. Dadurch stehen immer entsprechende ferngesteuerte Mobilfunkkapazitäten für die Fernsteuerung des Zugs zur Verfügung, auch wenn zahlreiche Benutzer mit ihren persönlichen Geräten in unmittelbarer Nähe ebenfalls erhebliche Datenmengen über Mobilfunknetze abrufen. Darüber hinaus werden die Daten direkt vor Ort in einem kleinen Rechenzentrum direkt neben der mobilen Basisstation über eine „Mobile Edge Cloud“ (MEC) verarbeitet. So werden Verzögerungen bei der Datenverarbeitung vermieden. Mit der 5G-Technologie sind **Bandbreiten von mehr als 500 MB/s auf der Teststrecke möglich. Die Latenzzeit wird auf unter 10 Millisekunden reduziert.**

Die Anbindung von Zügen und Passagieren an Mobilfunknetze ist aus mehreren Gründen, wie zum Beispiel der hohen Fahrgeschwindigkeit, sehr schwierig. Wenn Bahnbetreiber unsere vorhandenen 5G-Netze nutzen, können sie ihre Kosten senken, indem sie für ihr gesamtes Schienennetz Anwendungen mit entsprechender Konnektivität entwickeln.

Andere strategische Maßnahmen

Da die Implementierung von 5G-Netzen hohe Kosten verursacht, können Regierungen weitere strategische Maßnahmen fördern, um dem Mangel an ausreichenden Investitionen in 5G-Netze entlang der Hauptverkehrswege entgegenzuwirken. Dazu zählen Maßnahmen, die in der EU-Richtlinie zur Kostensenkung für den Breitbandausbau angegeben sind, wie z. B. die Gewährung des Zugangs zu bestehenden physischen Infrastrukturen sowie eine effizientere Genehmigungserteilung.

Verbesserter Zugang zur Glasfaserinfrastruktur

Der Glasfaserausbau zur Anbindung neuer Mobilfunkstandorte an Hauptverkehrswegen ist voraussichtlich einer der wichtigsten Kostentreiber für 5G-Korridore.^{iv} Glasfaserleitungen sind zwar bereits an vielen Straßen vorhanden, aber sie können oft aus Konfigurationsgründen oder wegen mangelnder Kapazität nicht von Telekommunikationsanbietern genutzt werden. Es wird geschätzt, dass es an **etwa 50 %** der 5G-Korridore eine Glasfaserinfrastruktur gibt.

Mit dem neuesten Europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation (EKEK) wurde der richtige Rahmen geschaffen, um Zugang zu bestehenden Leitungen zu gewähren und die Kosten für den Glasfaserausbau entlang von 5G-Korridoren zu senken. Die nationalen Behörden müssen nun sicherstellen, dass der Zugang zu diesen Leitungen einfach sowie ohne Benachteiligungen möglich ist, und effektive Verfahren zur Streitschlichtung einrichten.

In einer für die Europäische Kommission durchgeführten **Studie** wurde hervorgehoben, wie wichtig zweckdienliche Glasfaserinfrastrukturen entlang öffentlicher Straßen sind. Allerdings kann diese Infrastruktur wegen fehlender Kapazitäten, aufgrund mangelnder Zugangsmöglichkeiten oder aus Sicherheits- bzw. Kostengründen nicht immer ohne Weiteres von Telekommunikationsnetzanbietern genutzt werden. Spanien stellt hier eine Ausnahme dar. Dort konnte Vodafone Glasfaserkabel in den Leitungsrohren installieren.

Partnerschaften zur gemeinsamen Nutzung von Netzen

Vodafone arbeitet mit anderen Betreibern zusammen, um Vereinbarungen zur gemeinsamen Nutzung von Netzen abzuschließen. Mit diesen Vereinbarungen können die Mobilfunknetze der nächsten Generation schneller aufgebaut werden.



In Spanien hat Vodafone seine Vereinbarung zur gemeinsamen Netznutzung mit Orange erweitert, um alle Orte und Städte mit bis zu 175.000 Einwohnern abzudecken. Die Anzahl der gemeinsam genutzten Funktürme verdoppelte sich damit auf fast 15.000.



In Italien ist Vodafone eine aktive Partnerschaft zur gemeinsamen Nutzung von 4G- und 5G-Netzen mit der Telecom Italia Group eingegangen. Wir haben auch vereinbart, unsere passive Funkturm-Infrastruktur mit 22.000 Funktürmen zusammenzulegen. Dank dieser Partnerschaft wird Vodafone 5G wahrscheinlich schneller und in einem größeren geografischen Gebiet einführen können.

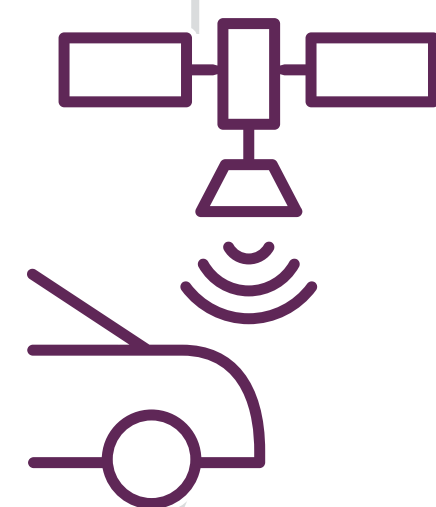


Europe.connected

^{iv} SGAA (2020): MNO Network Expansion Mechanisms to Fulfil Connected Vehicle Requirements

Fortschritt in Richtung autonome Fahrzeuge

Als führender gesamteuropäischer Betreiber übernimmt Vodafone eine Vorreiterrolle bei der Entwicklung von CAM und damit auch bei der Car2x-Technologie.



Car2x-Modi

Die Car2x-Technologie nutzt LTE- und 5G-Mobilfunknetze im Hochfrequenzbereich von 5,9 GHz für die Nahbereichskommunikation zwischen Fahrzeug und Fahrzeug (V2V), Fahrzeug und Infrastruktur (V2I) sowie Fahrzeug und Fußgänger (V2P). Darüber hinaus ermöglicht sie über die Mobilfunkinfrastruktur eine Weitverkehrskommunikation zur Kommunikation zwischen Fahrzeug und Netz (V2N).

Car2x in Deutschland

Vodafone testet derzeit in Deutschland entlang der A9 die V2V- und V2I-Kommunikation über große Distanzen. Zu den übermittelten Nachrichten zählen Signale zum automatischen Bremsen, Spurhalten, Totwinkel-Warnungen sowie Informationen von Verkehrsampeln in der Nähe. Derzeit wird die Lösung mit einer erweiterten Version des 4G-Netzes getestet. Nach der Einführung der 5G-Netze mit kürzeren Latenzzeiten wird eine Kommunikation mit den Fahrzeugen in Echtzeit möglich sein (d. h. sofortige Warnungen). Dank der höheren Bandbreite können dann auch umfassendere Informationen, wie z. B. audiovisuelle Entertainment-Inhalte, übertragen werden. Das hat das Potenzial für verschiedene Vorteile, wie z. B. weniger Staus durch einen effizienteren Verkehrsfluss, mehr Sicherheit und neue Fahrerlebnisse.



Europe.connected



5G-Korridore

Exponentielles Wachstum

Die Herausforderung für Investitionen

Transformation der Bahnbranche

Andere strategische Maßnahmen

Automatisierte Fahrzeuge

Auswirkungen in Europa

Auswirkungen in Europa

Auch wenn die Schaffung von 5G-Korridoren große Investitionen erfordert, werden die damit erzielten Vorteile diese Kosten voraussichtlich deutlich übertreffen.

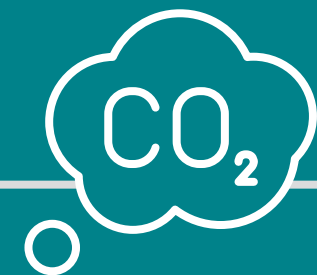
Es hat zum Beispiel eindeutige wirtschaftliche Vorteile, wenn regionale industrielle Ballungsräume gefördert werden. Auf die aktuellen regionalen EU-Ballungsräume entfallen 50 % der Arbeitsplätze in Exportsektoren. Unternehmen, die sich in Ballungsräumen niederlassen, verzeichnen Produktivitäts- und Lohnzuwächse, die 25 % über dem Durchschnitt liegen. Durch den Aufbau leistungsstarker Ballungsräume, für die Hochgeschwindigkeitskonnektivität und gute Verkehrsverbindungen erforderlich sind, kann die Produktivität nachweislich um bis zu 40 % erhöht werden. 5G-Korridore können den Aufbau solcher Ballungsräume in Europa erleichtern.^v

Durch 5G unterstützte CAM-Technologien bieten erhebliche Vorteile:^{vi}

300
Millionen



Bis zum Jahr 2035 könnte es in der EU über **300 Millionen Fahrzeuge mit Car2x-Dienstleistungen** geben, die entweder Car2x oder IEEE8.02.11 verwenden.



Der Nettonutzen für die EU **durch höhere Verkehrssicherheit, geringeren Kraftstoffverbrauch, niedrigere CO₂-Emissionen und kürzere Fahrzeiten wird auf 43 Mrd. € geschätzt.** Dabei sind die Kosten für den Infrastrukturausbau sowie der Aufwand der Automobilhersteller für den Einbau von entsprechenden Systemen in Fahrzeuge berücksichtigt.



Es werden direkt und indirekt 190.000–220.000 Arbeitsplätze geschaffen. Unterstützt werden diese Arbeitsplätze durch Investitionen in CAM-Technologien in der Automobilbranche und durch die Steigerung der Produktionsleistung.

^v Europäische Kommission (2020), European Panorama of Clusters and Industrial Change. Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/growth/content/clusters-drivers-european-economy-results-2020-european-panorama-report_en
^{vi} Analysys Mason (2017); Socio-economic benefits of cellular V2X. Verfügbar unter: https://5gaa.org/wp-content/uploads/2017/12/Final-report-for-5GAA-on-cellular-V2X-socio-economic-benefits-051217_FINAL.pdf
^{vii} Europäische Kommission (2019), ERTMS business case on the 9 core network corridors. Verfügbar unter: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a5c88a67-994f-11e9-9d01-01aa75ed71a1>



Außerdem bringt der Ausbau der Schienenkonnektivität entlang der europäischen Hauptverkehrswege bedeutende Vorteile mit sich. So wird dadurch unter anderem die Kapazität erhöht, ohne dass neue Zugstrecken benötigt werden, die Milliarden von Euro kosten würden. So wird z. B. auf der **460 km langen Hochgeschwindigkeitsstrecke zwischen Paris und Lyon** die Kapazität durch eine bessere Konnektivität um voraussichtlich bis zu 25 % gesteigert. Durch die mit einer Investition von 600 Mio. € erzielte Kapazitätssteigerung können Ausgaben von bis zu 12,9 Mrd. € für eine neue Strecke vermieden werden, die ansonsten für die gleiche Kapazitätssteigerung nötig wäre. Auch wenn Vorteile dieser Größenordnung auf Strecken mit Kapazitätsengpässen beschränkt sind, verdeutlicht dieses Beispiel, welche enormen Einsparungen bei den wichtigsten europäischen Eisenbahnkorridoren auf einem Streckennetz von 50.000 km erzielt werden könnten.^{vii}

Wenn europäische Regierungen den Aufbau von 5G-Korridoren auf koordinierte Weise beschleunigen, können sie dazu beitragen, dass die EU eine globale Führungsrolle übernimmt, wodurch grenzüberschreitende Verbindungen, ein nachhaltigeres Wachstum und der soziale Zusammenhalt in der EU gefördert werden.



Europe.connected

5G-Korridore

Exponentielles
Wachstum

Die
Herausforderung
für Investitionen

Transformation
der Bahnbranche

Andere
strategische
Maßnahmen

Automatisierte
Fahrzeuge

Auswirkungen in
Europa