

Virtualisierung

Abschlusspapier der Projektgruppe
Virtualisierung bestehender Systeme
Plattform „Digitale Netze und Mobilität“



Inhalt

01	Einleitung	3
02	Grundverständnis und Motivation	4
02.1	Intelligente Mobilität	4
02.2	Treiber zur Virtualisierung bestehender Systeme	4
02.3	Formen und Nutzen der Virtualisierung	6
03	Konzept zur Virtualisierung bestehender Systeme	8
03.1	Grundverständnis	8
03.2	Grundmodell der Virtualisierung bestehender Systeme	10
04	Anwendungsszenarien der Virtualisierung	11
04.1	Intermodales elektronisches Ticket	12
04.2	Handlungsempfehlungen	15
05	Den Herausforderungen begegnen: unsere Handlungsempfehlungen	17
06	Ausblick und weitere Schritte	18

01 Einleitung

Die Vision einer intelligenten Mobilität in Deutschland stellt neue Anforderungen an Mobilitätsdienste, an alle beteiligten Akteure aus den verschiedenen Branchen der Gemein- und Privatwirtschaft sowie an die dahinter liegenden Daten- und Systemwelten. Um diese Vision in Zukunft erfolgreich umzusetzen, bedarf es der weiteren Annäherung und vertieften Kooperation der Unternehmen und Organisationen dieser verschiedenen Branchen und deren Netze, insbesondere der Verkehrs-, IT- und Kommunikationsbranche („Konvergenz der Netze“), siehe Abbildung 1. In diesem Zusammenhang bildet die Virtualisierung bestehender Verkehrs-, IT- und Kommunikationssysteme einen Ansatz, um neue, verbesserte und systemübergreifende Mobilitätsdienste und Anwendungen für Endnutzer im privaten und geschäftlichen Umfeld hervorzubringen und ermöglicht dadurch neue Entwicklungschancen für Unternehmen.

Das Abschlussdokument der Projektgruppe stellt dar, welche Anforderungen die Vision intelligenter Mobilität an die bestehenden Dienste, Branchen und Systeme stellt und wie diesen durch Virtualisierung begegnet werden kann. Es wird ein grundlegendes Modell der Virtualisierung im Hinblick auf intelligente Mobilität aufgezeigt. Darauf aufbauend werden beispielhafte Anwendungsszenarien aufgezeigt und anhand dieser die Umsetzung virtualisierter Systeme dargestellt. Ebenso werden die Vorteile und Herausforderungen, die mit der Konvergenz und der Virtualisierung bestehender Systeme verbunden sind, erörtert und Lösungsansätze im Kontext der beispielhaften Anwendungsszenarien aufgezeigt. Das Dokument schließt auf Basis bestehender Arbeiten im Bereich intelligenter Mobilität mit konkreten Handlungsempfehlungen ab.

Abbildung 1: Bereitstellung intelligenter Mobilitätsdienste über die IKT-Netze und Geschäftsprozesse



02

Grundverständnis und Motivation

Im Folgenden wird das gemeinsame Verständnis als Grundlage der Ergebnisse der Projektgruppe sowie Trends und Treiber im Markt dargestellt, welche die Virtualisierung der bestehenden Verkehrs-, IT- und Kommunikationssysteme erfordern.

02.1

Intelligente Mobilität

Intelligente Mobilität bezeichnet die intelligente Verknüpfung von Informationen und Transaktionen von Verkehrsträgern, so dass der Bedarf an Mobilität individuell, ökonomisch und umweltfreundlich gedeckt wird. Die intelligente Mobilität wird durch die Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) ermöglicht. Sie macht neue und offene Verkehrsangebote so kompatibel, dass sie wechselweise individuell, kollektiv und/oder geteilt und sich über gemeinsame Plattformstrukturen gestalten und nutzen lassen. Die IKT erfasst und vernetzt die Daten aller Mobilitätsteilnehmer, erstellt maßgeschneiderte Angebote entsprechend der individuellen Mobilitätsbedürfnisse der Nutzer und stellt diese zeitnah zur Verfügung. Intelligente Mobilität führt zu einer sicheren und effizienteren Nutzung der bestehenden und zukünftigen Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsträger (Straße, Schiene, Wasser, Luft).¹

02.2

Treiber zur Virtualisierung bestehender Systeme

Mobilität in Deutschland verändert sich. Das Verkehrsaufkommen nimmt sowohl im Individualverkehr als auch im öffentlichen Verkehr zu. Darüber hinaus ist die Verkehrsinfrastruktur teilweise sanierungsbedürftig und diesem steigenden Verkehrsaufkommen langfristig ohne eine intelligente und optimierte Nutzung nicht gewachsen. Die Virtualisierung bestehender Verkehrs-, IT- und Kommunikationssysteme soll eine intelligente, nachhaltige und sichere Gestaltung von Verkehr unterstützen und dadurch zu einer Reduzierung der technischen, organisatorischen und finanziellen Hindernisse von intelligenter Mobilität in Deutschland beitragen.

Technische Limitierungen im Markt

Heutige Backendsysteme sind als zentrale Systeme konzipiert. Das heißt, ihre Softwarearchitektur lässt ein geografisch verteiltes Processing nicht zu. Alle Daten und Anfragen werden an ein zentrales Backend gestellt. Dieses verarbeitet die Daten und gibt die Ergebnisse wieder an den Anfragenden zurück. So ist zum Beispiel ein Connected Car Backend heute so ausgelegt, dass es zentral alle Daten verarbeitet. Dabei spielt das Netz zwischen Fahrzeug und Backend nur eine untergeordnete Rolle. Nicht alle Services sind kritisch in Bezug auf Laufzeiten und Fehlertoleranz. Will man allerdings laufzeitkritische Services, wie z. B. einen Stauendeassistenten einführen, so ist dies nur mit einer verteilten Architektur möglich. Neben dem Netz, welches entsprechend kurze Laufzeiten garantieren muss, müssen alle Backendsysteme so

1 Die Vision intelligenter Mobilität wird nach den Ausführungen der Projektgruppe „Intelligente Verkehrsnetze“ des IT-Gipfels

ausgelegt sein, dass die Verarbeitung der Daten verteilt erfolgen kann. Das heißt auf Prozessebene eines Programms muss es möglich sein, Prozesse an unterschiedlichen Orten auszuführen. Dies ist heute nicht gegeben, weil **bestehende IT- und Kommunikationssysteme zu inflexibel sind**.

Ein weiterer Nachteil heutiger Backendarchitekturen ist eine **mangelnde Skalierbarkeit von bestehenden IT- und Kommunikationssystemen**. Zwar kann durch Cloud-Technologie leicht weitere Rechnerkapazität hinzugefügt werden, oft genügt dies aber nicht, wenn es um geografische Skalierbarkeit geht. Auch bei weniger laufzeitintensiven Anwendungen lassen sich heute die Nachteile von zentralen Backendsystemen erfahren, wie z. B. das Öffnen eines Car-Sharing Autos mit Hilfe einer Smartphone Applikation. Bei einer Ausweitung der Services auf weitere Länder kann es erforderlich sein, das zentrale Backend erneut aufbauen zu müssen, um kürzere Wartezeiten für den Nutzer zu ermöglichen.

In Deutschland existiert eine Vielzahl an Reiseauskunftssystemen im öffentlichen Verkehr. Die einzelnen Anbieter im Nah- und Fernverkehr haben hierzu eigene spezifische Systeme entwickelt. Eine Bereitstellung systemübergreifender Tickets ist aufgrund der **fehlenden Schnittstellendefinitionen und mangelnden Offenheit der bestehenden Systeme** meist nicht möglich. Es muss ein Mindestmaß an Schnittstellenspezifikationen definiert und allen Anbietern von Services zugänglich gemacht werden. Die Systembetreiber müssen diese umsetzen und ihre Daten an den Schnittstellen für Serviceanbieter bereitstellen.

Organisatorische Limitierungen

Neben den technischen Limitierungen sind auch **organisatorische, vertragliche und letztendlich finanzielle Vereinbarungen** für eine Virtualisierung bestehender Systeme erforderlich. Die Fragen der Verantwortlichkeit für eine Information bzw. für darauf basierende Anwendungen und finanzielle Transfers müssen klar und eindeutig geregelt sein. Dies ist heute nicht der Fall. Es hat sich gezeigt, dass solche Vereinbarungen, die eine Zusammenarbeit vieler verschiedener Partner sicherstellen, nicht bilateral zu realisieren sind.

Zahlreiche Betreiber von Verkehrsinfrastruktur und -systemen haben virtuelle Abbilder ihrer Verkehrsnetze, Verkehrsmittel und Verkehrsangebote als **Insellösungen** geschaffen. In Bezug auf die Netze des öffentlichen Personenverkehrs ist bereits ein hohes Maß an Virtualisierung erreicht worden. Nahezu alle Verkehrsunternehmen bieten Fahrplanauskunftssysteme – in vielen Fällen bereits mit Echtzeitinformationen zur aktuellen Verkehrslage an. Damit könnte grundsätzlich eine durchgängige Reiseroutenplanung und reisebegleitender Service für Endnutzer angeboten werden. Ein virtuelles Abbild der gesamten nationalen Verkehrsinfrastruktur als vernetztes Gesamtgefüge ist bisher jedoch nicht vorhanden. So mangelt es z. B. für eine intermodale Reiseplanung und Reisebegleitung mit Informations- und Transaktionsprozessen an der Bereitstellung virtualisierter Daten. Es gibt bereits ansetzende Konzepte, die jedoch noch nicht flächendeckend umgesetzt worden sind. Es fehlt vor allem an Pflichten und Spielräumen für die öffentliche Hand (z. B. Transaktionskosten für die Bereitstellung von Datensätzen) und Anreize, das virtuelle Abbild der Verkehrssysteme komplett zu erheben, qualitätszusichern und bereitzustellen.

Finanzielle Limitierungen

In einem Flächenland wie Deutschland ist der **Ausbau von Systemen und Infrastruktur mit hohen Investitionen** verbunden. Investitionen durch privatwirtschaftliche Organisationen finden nur dann statt, wenn entsprechende Geschäftsmodelle vorhanden sind. Ohne Zweifel sind weniger Netze, die dafür universell genutzt werden können, anzustreben. Bisherige Geschäftsmodelle von Netzbetreibern sehen derzeit in ihrer Wertschöpfungskette maßgeblich nur eine Erlösquelle vor: den Endkunden. Netzneutralität und die damit verbundene Gleichbehandlung jeglichen Verkehrs im Netz gerät hier an ihre Grenzen. Neue Services, die auf hochperformante Netze aufsetzen, sind heute nur schwer realisierbar. Der Netzbetreiber hat bisher keine Möglichkeit zusätzliche Erlöse zu erzielen, muss allerdings massiv in sein Netz investieren, um diese zu ermöglichen. Hinzu kommen zusätzlich die Teilnehmer der Wertschöpfungskette intelligenter Mobilität. Die Virtualisierung eröffnet neue Geschäftsfelder, z. B. für Unternehmen der Softwareentwicklung oder auch für Dienstbetreiber, welche ihre Geschäftsmodelle für Mobilitätsdienstleister auf Basis virtualisierter Systeme entwickeln können.

02.3 Formen und Nutzen der Virtualisierung

Im Kontext der intelligenten Mobilität bestehen zwei Ausprägungen virtualisierter Systeme:

Die **Virtualisierung der Verkehrssysteme** umfasst das virtuelle Abbild der reisenden Personen sowie das virtuelle Abbild der Verkehrsinfrastruktur in Rechenzentren. Das Abbild der reisenden Person beinhaltet das individuelle Mobilitätsprofil der Person mit dem persönlichen Mobilitätsverhalten und den individuellen Reisepräferenzen. Das Abbild der Verkehrsinfrastruktur stellt die jeweiligen Verkehrsträger, Schnittpunkte der Verkehrsträger und die einzelnen Verkehrsmittel virtuell und unter Einbezug aktueller Informationen dar.

Dabei unterstützt die Technologie des Internet der Dinge (Internet of Things, IoT), da sie hilft, relevante Messwerte und Zustände in einen geographischen und zeitlichen Bezug zu setzen und so das virtuelle Abbild der Verkehrssysteme in einer automatisierten Form mit Informationen anreichert. Das Internet der Dinge bezeichnet die Verknüpfung eindeutig identifizierbarer physischer Objekte mit einer virtuellen Repräsentation in einer internetähnlichen Struktur. Das Ziel des Internets der Dinge ist es, die Informationslücke zwischen der realen und virtuellen Welt zu minimieren. Beim virtualisierten Verkehrssystem geht es dabei um Verkehrsteilnehmer, Verkehrsmittel und die Verkehrsinfrastruktur.

Ein Anwendungsbeispiel der Virtualisierung von Verkehrssystemen sind Navigationsdienste, wie sie z. B. von Google Maps zu Verfügung gestellt werden. Straßen, aber auch Zug-, Schifffahrts- und Flugstrecken sind hier virtuell mit ihren Knotenpunkten hinterlegt. Dem Anwender wird eine verkehrsmittelübergreifende Routenplanung unter Einbezug von Echtzeitinformationen ermöglicht. Diese Echtzeitinformationen sind z. B. Auskünfte über Stau auf Autobahnen oder Verspätungen von Zügen.

Die **Virtualisierung der Informations- und Kommunikationstechnologie** (IKT) hingegen beschreibt die Abstraktion von Software und Hardware innerhalb der IT-Systeme und der Telekommunikationsnetze. Dies erlaubt es unter anderem, Anwendungen unabhängig von der darunter befindlichen Hardware zu behandeln und physisch getrennte Ressourcen virtuell zusammenzufassen. Die Funktionen der Systeme werden in Software anstatt in dedizierter Hardware implementiert und auf standardisierten Industrieservern konsolidiert. Im Gegensatz zu dedizierten Funktionen, können virtualisierte Funktionen je nach Bedarf innerhalb der Systeme verschoben oder instanziiert werden, ohne das neues Equipment installiert werden muss. Der Vorteil ist eine vereinheitlichte Plattform für Kommunikations- und Informationsdienste, die dynamisch, bedarfsgerecht, flexibel, effizient und skalierbar genutzt werden kann und eine Automatisierung des Netzbetriebes ermöglicht.

Ein Anwendungsbeispiel der Virtualisierung von IKT-Systemen ist das Edge Computing. Dieses sieht die Dezentralisierung von Rechenzentren vor, um Dienste und Inhalte (geographisch) wesentlich näher an den Nutzer zu bringen. Rechen- und Speicherkapazitäten werden dort verfügbar gemacht, wo sie benötigt werden. Kontextsensibilität, Verfügbarkeit und Reaktionszeiten werden positiv beeinflusst. Neue Anwendungsszenarien und Geschäftsmodelle werden ermöglicht. Ein weiteres Anwendungsbeispiel zur Verdeutlichung der Virtualisierung von IKT-Systemen ist das Network Slicing. Hierbei wird eine Netzinfrastruktur in mehrere logische Netzwerke aufgeteilt. Dies ermöglicht den angepassten und optimierten Aufbau von spezialisierten Netzwerken für unterschiedliche Dienste, Dienstkategorien, Nutzergruppen oder Betreiber. Die Zuteilung und Abrechnung von Ressourcen erfolgt dynamisch in vorher definierten Grenzwerten.

Durch die Virtualisierung bestehender Systeme entsteht ein Mehrwert für Nutzer im privaten, geschäftlichen und kommunalem Umfeld. Die Vernetzung dieser virtualisierten Systeme trägt dazu bei, den Nutzern bessere Dienste bereitstellen zu können.

- Im privaten Umfeld ermöglicht die Virtualisierung von realen Verkehrssystemen und die Virtualisierung von IKT-Systemen den Endverbrauchern die Verfügbarkeit neuer Mobilitätsdienste und Hintergrundfunktionen, um Reisen schneller, effizienter und sicherer zu gestalten.
- Im geschäftlichen Umfeld hingegen ergeben sich für Akteure unterschiedlicher Branchen durch die Virtualisierung neue branchenübergreifende Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsketten. Hierbei entstehen neue Geschäftsfelder im Bereich der Services, die auf den virtuellen Plattformen aufsetzen. So können zukünftig z. B. Unternehmen aus der Telekommunikationsbranche neue Dienstleistungen für die Mobilitätsdienstleister und Automobilindustrie anbieten. Darüber hinaus können Systembetreiber Daten, die sie ohnehin für den Betrieb ihrer Systeme erfassen und aufbereiten müssen, gegenüber Drittnutzern vermarkten.
- Im kommunalen Umfeld entstehen aus der Nutzung der Daten in den Services wiederum neue Daten über Nutzung, Verhalten der Nutzer und Zustandsdaten über genutzte Infrastruktur. Diese können zur Pflege, Wartung und Planung der Verkehrsinfrastruktur, zur Fahrplanung usw. eingesetzt werden und damit wieder neue Serviceleistungen bzw. Inputs für die Prozesse in bestehenden Systemen geben. Damit kann eine Optimierung und damit Kosteneffizienz bezüglich der Nutzung der bestehenden Infrastruktur erreicht werden:
 - Erhöhung der Durchlassfähigkeit (Stauvermeidung)
 - Bedarfsgerechte Linienplanung von ÖPV
 - Bedarfsgerechter Fahrzeugeinsatz
 - Nutzung/Einbindung von Individualverkehren, wo möglich
 - Sicherstellung der Aufrechterhaltung von Verkehrsangeboten und wenig besiedelten Bereichen
 - Bedarfsgerechte Planung von Straßeninfrastruktur

Diese Aspekte kommen auch der Umwelt zu Gute und können damit auch zur Vermeidung von krankmachenden Umwelteinflüssen beitragen.

03

Konzept zur Virtualisierung bestehender Systeme

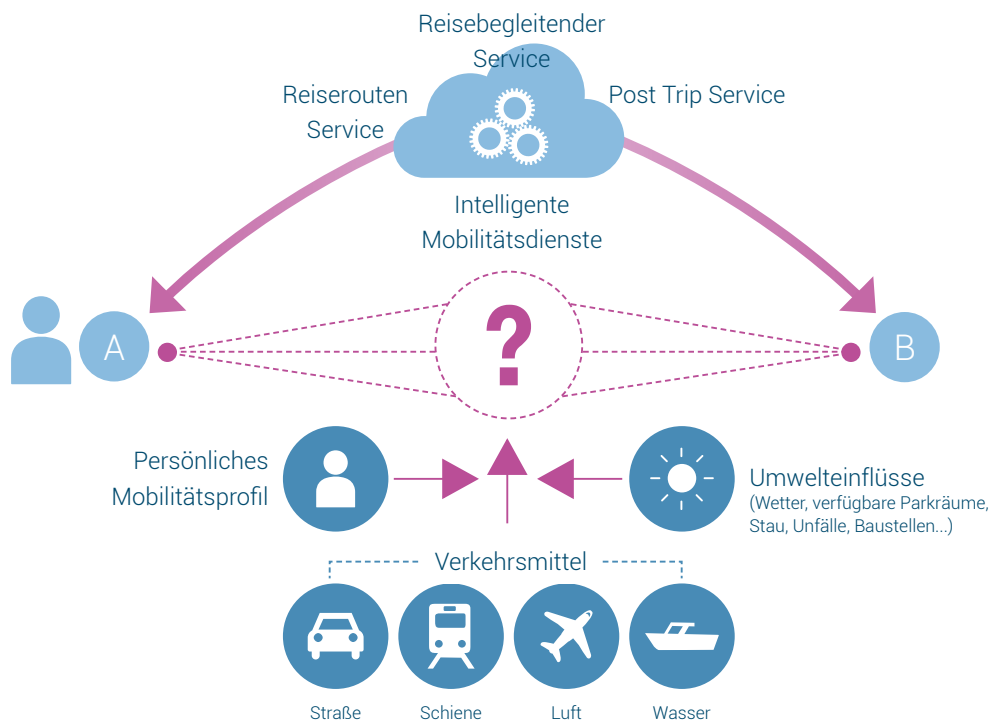
Die im vorhergehenden Kapitel beschriebenen Trends und Limitierungen im Markt erfordern die Virtualisierung und Vernetzung der Systeme, um die vollständige Umsetzung der Intelligenten Mobilität weiter voranzutreiben.

03.1 Grundverständnis

Grundlage für Darstellung der Virtualisierung und der intelligenten Mobilität bildet ein fiktiver Anwendungsfall einer intermodalen Reisekette.

Dieser Anwendungsfall ist schematisch in Abbildung 2 dargestellt. Für die bevorstehende Reise stehen einer Person mehrere Verkehrsmittel, mehrere Reiserouten sowie zahlreiche Kombinationen von Verkehrsmitteln und Reiserouten zur Auswahl. Die Auswahl der tatsächlichen Reiseroute wird durch das persönliche **Mobilitätsprofil** der reisenden Person beeinflusst. Das Mobilitätsprofil ist durch Erfahrungen geprägt und spiegelt das Mobilitätsverhalten, wie z. B. Verkehrsmittelpräferenzen oder individuelle Gehgeschwindigkeiten, wieder. Ebenso wird die Auswahl der tatsächlichen Reiseroute durch externe **Umwelteinflüsse**, welche von der reisenden Person nicht kontrolliert werden können, geprägt. Solche externen Ein-

Abbildung 2: Intermodale Reisekette mit Einflussfaktoren und intelligenten Mobilitätsdiensten?



flüsse können z. B. Unfälle, die zur Sperrung einer Straße führen, oder extreme Wettersituationen sein. Insbesondere diese externen Umwelteinflüsse können es erfordern, dass die Reisekette auch noch während des Reiseverlaufs angepasst werden muss. Unabhängig von den gewählten Verkehrsmitteln und der gewählten Reiseroute werden der Person über die gesamte intermodale Reise hinweg **intelligente Mobilitätsdienste** angeboten. Die Person möchte z. B. einen Film anschauen, welcher je nach Verkehrsmittel auf einem verschiedenen Endgerät ausgegeben und beim Umsteigen von einem in das andere Verkehrsmittel übergeben wird.

Die im grundlegenden Szenario beschriebenen intelligenten Mobilitätsdienste werden in drei Kategorien unterteilt. Als **„Reiserouten Services“** (Pre-Trip Services) werden all jene Mobilitätsdienste verstanden, welche die Planung der Reiseroute selbst betreffen. Die Kategorie **„Reisebegleitender und reiseunterstützender Service“** (On-Trip Services) umfasst intelligente Mobilitätsdienste, die zu einem gesteigerten Komfort bzw. zu einer erhöhten Sicherheit der Reise beitragen. **„Post-Trip Services“**, welche den Endnutzern nach der Reise zur Verfügung stehen, sind z. B. kontext- und lokationsbasierte Services vor Ort oder der Einsatz von Anreizsystemen nach der Reise. Die nachfolgende Tabelle zeigt einige beispielhafte intelligente Mobilitätsdienste auf.

Tabelle 1: Beispielhafte intelligente Mobilitätsdienste und weitere relevante Dienste einer intermodalen Reisekette

Reiserouten Service (Pre-Trip)	Reisebegleitender und reiseunterstützender Service (On-Trip)	Post-Trip Services
<ul style="list-style-type: none"> – Dynamische und intermodale Reiseroutenauskunft und -planung – Reiserouten Validierung – Intermodales eTicketing/ ID-Ticket 	<ul style="list-style-type: none"> – Auskunft zu Alternativrouten – Wetter- und Straßenzustandswarnungen – Baustellen-, Unfall- und Stauwarnungen – Notrufdienste (z. B. eCall) – Erweiterte POI-Auskünfte (z. B. Ort und Verfügbarkeit von eLadestationen, P&R) – Sprach- und Videotelefonie – Entertainment/Infotainment – Augmented Reality (z. B. zu Sehenswürdigkeiten) – Reiseanschlussinformationen – Indoor-Ortung, -Routing und -Navigation 	<ul style="list-style-type: none"> – Anreiz- und Gamification Dienste (z. B. Meilen oder andere Belohnungen) – Kosten-Nutzen Betrachtungen der Reisekette – Retargeting für Reiserouten und Verkehrsmittel (z. B. Empfehlungen für zukünftige Routen)

03.2 Grundmodell der Virtualisierung bestehender Systeme

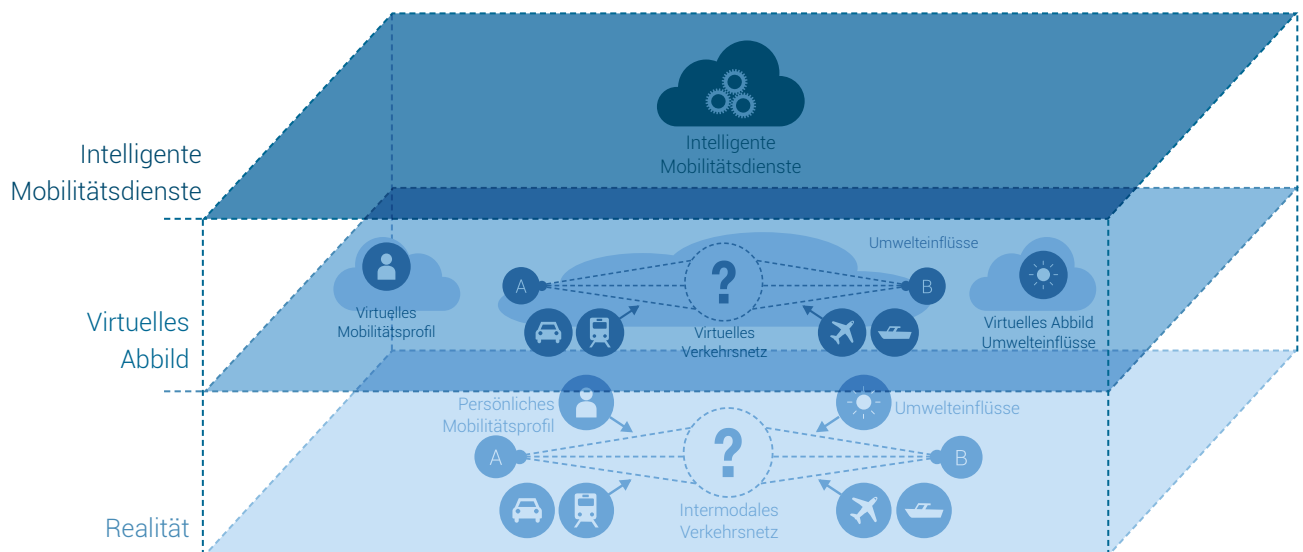
Im Folgenden ist ein Grundmodell zur Virtualisierung der bestehenden Systeme dargestellt. Es verdeutlicht das grundlegende Konzept zur Virtualisierung der Verkehrssysteme im Kontext der Intelligenten Mobilität und dem zuvor beschriebenen grundlegendem grundlegenden Szenario. Die im Kapitel 3 benannten Anwendungsszenarien bauen auf diesem Modell auf. Das Grundmodell der Virtualisierung umfasst drei horizontale Ebenen und eine vertikale Ebene.

- Die Ebene der „**Realität**“ umfasst die realen Verkehrssysteme mit den Verkehrsträgern, Verkehrsnetzen und Verkehrsmitteln, auf denen sich der Reisende fortbewegt und die er während seiner Reise verwendet
- Die Ebene des „**Virtuellen Abbilds**“ spiegelt die Ebene der „Realität“ in Hintergrundsystemen wieder und bildet die einzelnen Verkehrssysteme sowie deren Verbindungen und Abhängigkeiten digital ab. Die virtuelle

Ebene wird um ein Abbild des realen Mobilitätsprofils der reisenden Person und ein virtuelles Abbild der Umwelteinflüsse erweitert.

- „**Intelligente Mobilitätsdienste**“ bilden die dritte Ebene und bauen auf der Ebene der virtuellen Abbilder auf. Sie verwenden die Informationen aus der darunter liegenden Ebene, um diese zu verknüpfen und den Endnutzern einen Dienst bereitzustellen.
- „**IKT-Systeme und -Netze**“ verknüpfen die drei Ebenen „Realität“, „Virtuelles Abbild“ und „Intelligente Mobilitätsdienste“ miteinander. Während heutige Wertschöpfungsketten in der Mobilität stark vertikalisiert sind, werden zukünftig die Wertschöpfungsketten neu definiert. In der virtuellen Welt wird der Mehrwert der Mobilität hauptsächlich über die intelligente Verknüpfung von Mobilitätsdiensten generiert. Angebote wie Moovel sind erste Beispiele für solche Dienste. Allerdings sind verkehrsträgerübergreifende Mobilitätsangebote heute stark beschränkt auf eng miteinander verbundene Unternehmen. Wirkliche alternative Reiserouten und Verkehrsträger können derzeit nicht ermittelt werden

Abbildung 3: Grundmodell der Virtualisierung bestehender Systeme³



04

Anwendungsszenarien der Virtualisierung

Das folgende Kapitel stellt beispielhafte Anwendungsszenarien dar, welche sich aus dem beschriebenen Grundverständnis einer intermodalen Reiseroute ableiten. Die Szenarien berücksichtigen das Grundmodell der Virtualisierung und stellen im Hinblick auf die Virtualisierung der bestehenden Systeme relevante Akteure und Wertschöpfungsketten sowie die erforderlichen Rahmenbedingungen heraus. Die Anforderungen an das virtuelle Abbild der Verkehrssysteme, sowie die Anforderungen an die IKT, werden unter besonderer Berücksichtigung der Virtualisierung und der damit einhergehenden Sicherheitsaspekte definiert. Dabei wird auch auf die bereits bestehenden Systeme, deren Funktionen und Schnittstellen eingegangen.

04.1 Executive Summary

Der Mobilitätskunde plant heute seine Reisen mit Routenplanern für den Individualverkehr und den öffentlichen Personenverkehr. Er kauft ÖPV-Tickets über Online-Portale oder per Handy-Ticket. Dafür erforderliche Fahrplanungs- und Betriebssysteme, Systeme für Car-Sharing, Bike-Sharing und Taxiruf existieren mit autarken Angeboten und ihren individuellen Applikationen für den Mobilitätskunden.

Dabei gibt es erste Angebote, intermodale Mobilitätsketten mit unterschiedlichen Individual- und öffentlichen Personenverkehrsmitteln zu kombinieren (z. B. Qixxit; siehe Abbildung 4). Hier fehlt heute noch die Möglichkeit,

die dafür erforderlichen Tickets oder Fahrtberechtigungen unmittelbar nach Auswahl der gewünschten Reisekette über die verwendete Plattform zu erwerben. Dies ist, wenn überhaupt, nur für einzelne Reiseabschnitte möglich.

Der Ticketkauf oder der Erwerb der Zugangsberechtigung zum Verkehrsmittel muss dann separat über die dafür relevante Plattform abgewickelt. Auch die Bezahlung ist abhängig von den jeweils angebotenen Bezahlverfahren gesondert abzuwickeln (z. B. über Handy Ticket Deutschland für die ÖPVN-Nutzung in Düsseldorf und Berlin, siehe Abbildung 5).

Abbildung 4: Intermodales Auskunftsportaal Qixxit
(Quelle: Qixxit 2015)



Abbildung 5: VBB-Fahrinfo-App
(Quelle: VBB)



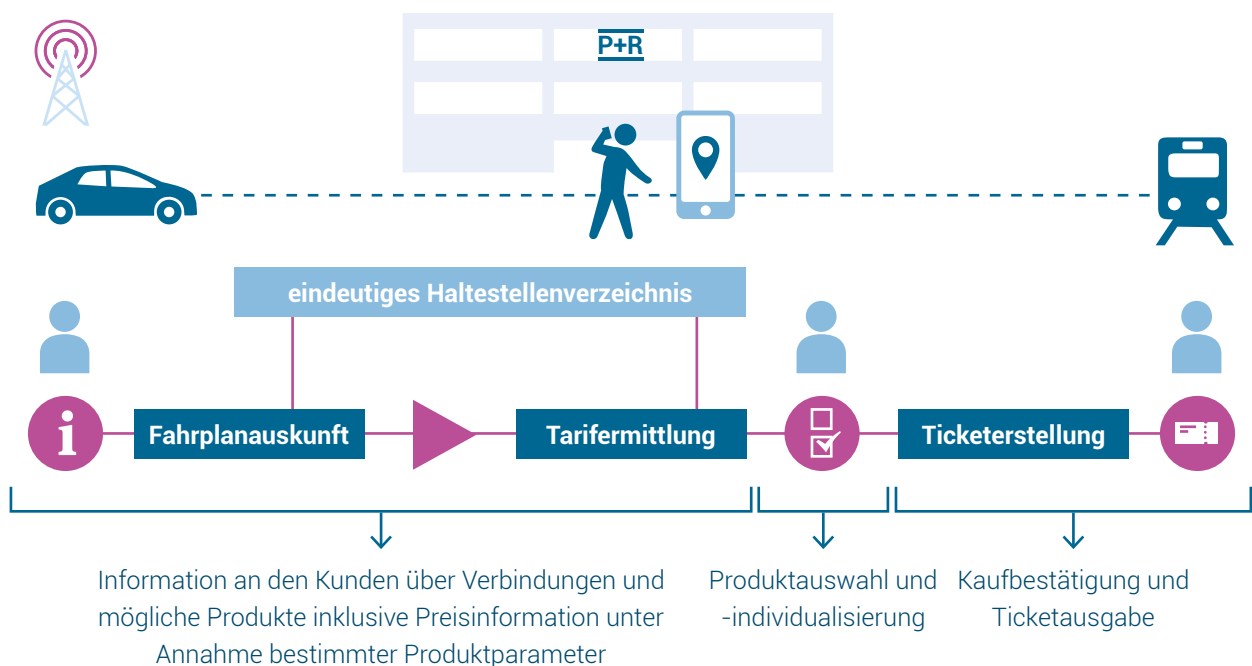
Wird hier eine umfassende Virtualisierung der bestehenden Systeme umgesetzt, werden alle Systeme, die die Realität abbilden und steuern, miteinander verbunden. Dadurch können sie dem Mobilitätskunden mit einem einzigen gemeinsamen Zugang zu allen einzelnen- und verknüpften Mobilitätsdiensten gegenüberreten. So wird eine neue Servicequalität erreicht. Der Kunde bekommt aus einer Hand:

- sein Mobilitätsangebot, das sich aus unterschiedlichen Verkehrsmitteln zusammensetzen kann,
- alle erforderlichen Tickets oder Zugangsberechtigungen,
- Visualisierung seiner geplanten Reise und seine Standortzuordnung während der Reise,
- Informationen zur aktuellen Verkehrslage, zur Anschlusssicherung und ggf. zu Alternativrouten sowie eine
- Zahlungsabwicklung zum Gesamtangebot.

Der Serviceanbieter kann bei der Reiseplanung und -durchführung erfasste Daten anonymisiert und aktuell an die Betreiber der bestehenden Systeme zurückspeigeln. Dadurch lassen sich Betriebsprozesse in deren Systemen und der Betrieb sowie die Dienstleistungen der realen Verkehrsnetze/Verkehrssysteme optimieren und verbessern. Für den Kunden können, wenn erwünscht, Präferenzen für zukünftige Angebote abgeleitet werden. So kann der Angebotsservice stetig erhöht werden.

Dazu bedarf es einheitlicher Bezeichnungen von Infrastrukturmerkmalen (z. B. in einem intermodalen P&R Anwendungsfall). Im ÖPV sind das z. B. einheitliche Haltestellenbezeichnungen, die eine Verkettung unterschiedlicher Verkehrsdienstleistungen an eindeutig bezeichneten Umsteige- oder Anschlusspunkten ermöglichen. Heute werden die Bezeichnungen jeweils systemindividuell vergeben. Um allgemeingültige Abfragemechanismen in die

Abbildung 6: Einheitliches Haltestellenverzeichnis zur Mobilitätsplanung und für intermodales eTicketing
 (Quelle: VDV ETS)



Einzelssysteme zu entwickeln, muss hier eine Vereinheitlichung erfolgen (siehe Abbildung 6). Die Darstellung der Routeninformationen und begleitender Services muss in einem gemeinsamen virtuellen Abbild angezeigt werden.

Somit ergeben sich eine Reihe von Anforderungen, die dafür erfüllt werden müssen:

Kommerzielle Verträge gegenüber dem Kunden sind im gesamten Servicekontext unter Einbeziehung aller Partner der Mobilitätsdienstleistung zu regeln. Datenschutzerfordernisse an persönliche und personenbeziehbare Daten müssen eingehalten werden. Vereinbarungen über Datenbasis, Datenqualität, Datenaktualität (Quality of Service) müssen zwischen den Partnern getroffen und vertraglich abgesichert sein. (Fahr-)Preisermittlung für die Kunden, Einnahmeverteilung und Provisionen sind zu vereinbaren. Die Zahlungsabwicklung unter Beachtung der Gesetzgebung ist revisionssicher zu realisieren. Kundenrechte, Haftungsbedingungen und Beschwerdemanagement müssen im Gesamtkontext geklärt sein. Eine jeweils bilaterale Verhandlung aller Partner untereinander ist hier nicht zielführend und zu langwierig. Hierfür sind organisatorische und gesetzliche Rahmenbedingungen zu schaffen.

Weitere Anforderungen ergeben sich aus der Virtualisierung bestehender Systeme für intelligente Mobilitätsdienstleistungen an die Informations- und Kommunikationstechnologie, z. B.:

- Flächendeckende Netzversorgung und stabile Kommunikationsverbindungen im Zulauf zu und entlang der Verkehrsnetze
- Bidirektionale Kommunikation von Onboardkomponenten (für Geschäftsprozesse des eTicket, Verkehrsinformation und Unterstützung ((seh-)behinderter Menschen) mit den eTicket-Hintergrundsystem über Mobilfunkkomponente und mit Mobiltelefonen als Kundenmedium oder Verkaufs- bzw. Kontrollgeräten parallel zur herkömmlichen kommerziellen und individuellen Internetnutzung
- Robustheit der Kommunikationsverbindungen gegen funktechnische Manipulationen und Störversuche; Signalisierung von Störversuchen
- Unterbindung von missbräuchlichen Datenabgriffen
- Unterstützung kryptografisch gesicherter Authentifizierung und Echtheitsprüfung bei Ticketkauf und Ticketkontrollen
- Zeitgerechte Abwicklung der Serviceprozesse zur Information, zur Ticketzustellung und zur Zustellung aktueller Verkehrslageinformationen

04.2 Stauwarnungen

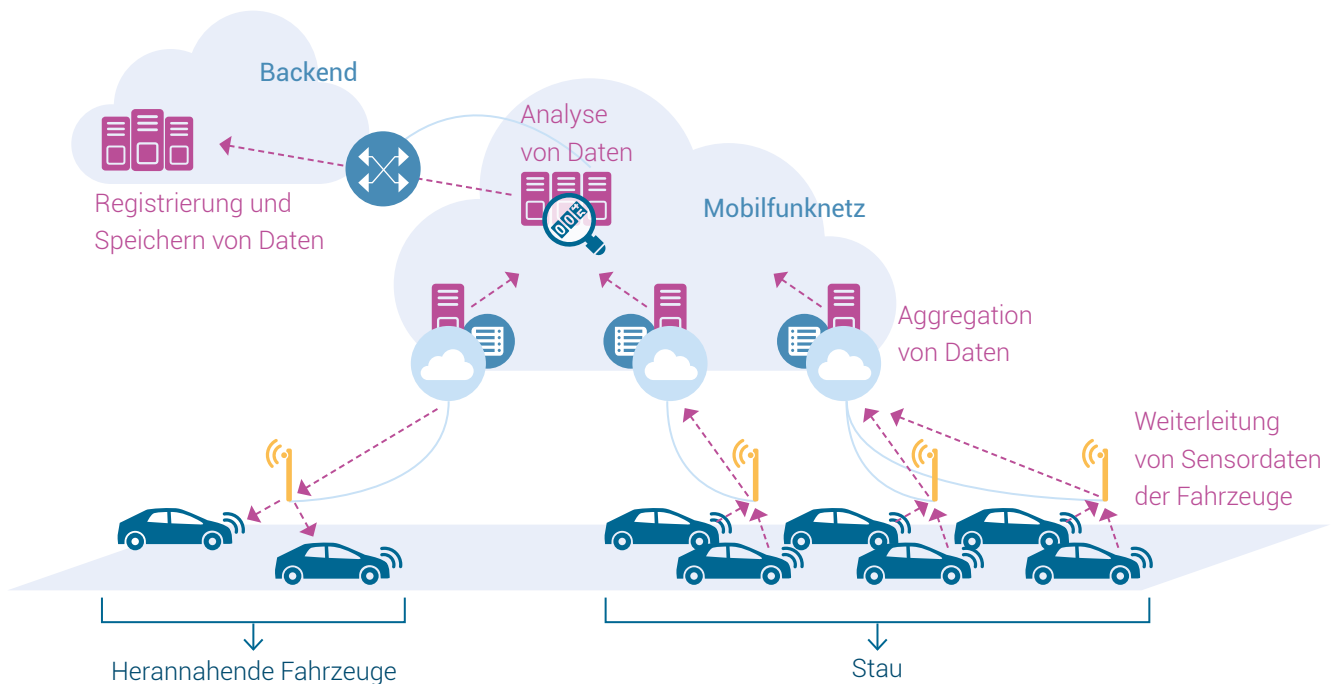
Das Zusammenwirken zwischen IT und Telekommunikation im Bereich Virtualisierung wird im Folgenden beispielhaft am Service Stauendewarnung dargestellt.

Das Ende eines Staus auf der Autobahn stellt eine gefährliche Verkehrssituation dar und sorgt regelmäßig für schwere Verkehrsunfälle. Die örtliche Verschiebung des Stauendes ist, selbst auf Strecken auf denen die zulässige maximal Geschwindigkeit dynamisch angepasst werden kann, eine Herausforderung hinsichtlich der geographisch und zeitlich optimalen Warnung der Verkehrsteilnehmer. Direkte Warnverfahren, die auf Car-to-Car Kommunikation aufgebaut sind, schaffen hier bereits erhebliche Verbesserungen. Da eine Car-to-Car Kommunikation aber räumlich

beschränkt ist und die gefahrenen Geschwindigkeiten auf den Autobahnen in Deutschland hoch sind, muss eine Stauendewarnung über eine Infrastruktur geführt werden, die größere Distanzen überbrücken kann. Hier bietet sich ein entsprechend ausgerüstetes Mobilfunknetz an.⁴

Für eine funktionierende Stauendewarnung ist es notwendig, dass jederzeit ein virtuelles Abbild der Straßensituation in Echtzeit verfügbar ist. Die dazu notwendigen Daten müssen in Echtzeit aus den Fahrzeugen und Verkehrsleitsystemen prozessiert und den sich nähernden Fahrzeugen zur Verfügung gestellt werden (siehe Abbildung 7). Der Netzbetreiber muss sicherstellen, dass die Informationen ebenso schnell in Echtzeit – gesichert und mit Priorität – übertragen werden können. Entsprechende Rahmenbedingungen müssen über die Regulierung für die Netzbetreiber geschaffen werden.

Abbildung 7: Schematische Darstellung einer Stauendewarnung⁵



4 Add-hoc Netzwerke sind keine Alternative, da eine Verfügbarkeit nicht sichergestellt und somit auch nicht überwacht werden kann.
5 Quelle: Alcatel-Lucent 2015

Um Echtzeitservices wie eine Stauendwarnung bereitstellen zu können, müssen die entsprechenden Systeme virtualisiert werden. Das heißt die Softwarearchitektur der Anwendungen muss so gestaltet sein, dass verschiedene Prozesse in verschiedenen, geografisch verteilten Bereichen einer Cloud ablaufen können. So werden z. B. Registrierungs- und Speicherfunktionen in einem zentralen Backend durchgeführt, während Algorithmen, die der Berechnung der Verkehrssituation und evtl. Warnungen dienen, möglichst nah am Fahrzeug durchgeführt werden müssen. Nur so ist ein entsprechender Echtzeitservice möglich. Der Netzbetreiber muss dazu eine entsprechende Cloud-Infrastruktur bereitstellen. Diese Infrastruktur stellt im Extremfall Rechen- und Speicherressourcen an der Funkzelle direkt bereit. Neben dem Geschwindigkeitsaspekt können solche Architekturen auch dazu genutzt werden, Daten zu separieren und so Forderungen nach Datenschutz und -sicherheit gerecht zu werden. So werden für die Warnung dienstrelevante Daten nur bis zum Außenpunkt der Cloud (hier die Funkzelle) transportiert, dort prozessiert und eine entsprechende Verkehrssituationsinformation sowohl den betroffenen Fahrzeugen als auch dem Backend zur Verfügung gestellt. Sensible Daten, z. B. über die Geschwindigkeit und den Standort des Fahrzeuges, werden somit – sofern nicht gewollt – nicht ans Backend übermittelt und können daher auch nicht mit Personendaten korreliert werden.

05

Handlungsempfehlungen

Aus dem beschriebenen Konzept zur Virtualisierung (siehe Kapitel 3) sowie den beispielhaften Anwendungsszenarien (siehe Kapitel 4) lassen sich einige Herausforderungen bei der Virtualisierung bestehender Verkehrs-, IT-, und Kommunikationssysteme erkennen. Diese Herausforderungen betreffen die Nutzerakzeptanz, Geschäfts- und Betreibermodelle, sowie technische und rechtlich-organisatorische Aspekte bei der Umsetzung. Den Herausforderungen muss langfristig begegnet werden, um die Virtualisierung der bestehenden Systeme zu ermöglichen und die Vision intelligenter Mobilität erfolgreich umzusetzen.

Im Folgenden werden daher Handlungsempfehlungen benannt, welche zur Realisierung der intelligenten Mobilität mit Hinblick auf die Virtualisierung der bestehenden Verkehrs- und IT-, und Kommunikationssysteme förderlich bzw. erforderlich sind. Die Handlungsempfehlungen sind als Grundlage für den politischen Diskurs zu verstehen und orientieren sich an bereits bestehenden Arbeiten des Bundes sowie an den Ergebnissen der PG „Hybride Netze für intelligente Mobilität“.

1. Nutzerakzeptanz und Datenschutz

Die Festlegung rechtlich-regulatorischer Rahmenbedingungen durch den Gesetzgeber wird empfohlen, um die durchgängige Transparenz von Mobilitätsdiensten im Hinblick auf Datenerhebung, Datenschutz, Datenauthentifizierung und Datenspeicherung zu gewährleisten. Hierzu müssen Verantwortlichkeiten und die nachgelagerte Haftung gegenüber dem Endkunden (B2C) sowie innerhalb der Verarbeitungskette von Daten (B2B) rechtlich geregelt werden. Wir empfehlen die Entwicklung einer Rahmenarchitektur für ein allgemein anerkanntes und abgestimmtes Rechtskonstrukt für den intermodalen Verkehr. Ggf. können dazu im IT-Gipfel 2016 erste Ansätze für eine Projektausschreibung entwickelt werden.

2. Geschäfts- und Betreibermodelle

Zur Sicherung der Realisierbarkeit neuer digitaler Geschäfts- und Betreibermodelle im Bereich der intelligenten Mobilität sollte die öffentliche Hand verbindliche Regelung des Zusammenspiels der verschiedenen Partner aufstellen. Dazu gehören insbesondere Regelungen für die Bereitstellung verkehrssicherheits- und effizienzrelevanter Daten durch die öffentlichen Hand selbst.

3. Technik und Schnittstellen

Aufgrund neuer und wachsender Anforderungen an die Netze, insbesondere aus dem Bereich des „Internet der Dinge“, der „Industrie 4.0“ und des „Intelligenten Mobilitätsmanagements“, wird der Bundesregierung empfohlen, in Abstimmung mit Branchenverbänden neue Netzcharakteristiken im Hinblick auf Bandbreite, Latenzzeiten und Flächendeckung zu definieren und in einer Netzausbaustrategie zu berücksichtigen. Neue Dienste, wie z. B. sicherheitsrelevante Echtzeit-Dienste, erfordern einen „Level of Service“. Wir empfehlen daher die Priorisierung von Daten und Wahrung der Netzneutralität.

4. Umsetzung in der Praxis

Um Technologien, Dienste und Produkte für die Bereitstellung intelligenter Mobilität zukünftig weiterzuentwickeln, wird dem BMVI empfohlen, bestehende Testfelder für weitere Interessenten zu öffnen bzw. auszubauen und nachhaltig zu betreiben. Insbesondere im Hinblick auf die Erprobung intermodaler bzw. verkehrsträgerübergreifender Technologien, Dienste und Produkte. Dazu sind begleitende Sonderregelungen für den Testbetrieb zu schaffen, vor allem bezogen auf den offenen Zugang und die geregelte Nutzung von Mobilitätsdaten aus dem Testfeld.

06

Ausblick und weitere Schritte

Das beschriebene Leitbild, das entwickelte Grundmodell der Virtualisierung sowie die Vision intelligenter Mobilität fokussieren den Personenverkehr. Eine Übertragung der Ergebnisse und Ausweitung der Betrachtung auf den Güterverkehr ist sehr zu empfehlen. Die Logistikbranche, mittlerweile die drittgrößte Branche in Deutschland, ist von hoher Mobilität gekennzeichnet. Dabei kann die Wertschöpfung insbesondere durch einen hohen Grad an Digitalisierung signifikant gesteigert werden. Mit der weitgehenden Virtualisierung der Arbeitsprozesse und Informatisierung der Kommunikation auf internationalen Logistikknoten geht eine fast vollständige räumliche Distanzierung vom Ort des Geschehens in diesen logistischen Räumen einher. Für das Zusammenwirken von Netz und manuell umgesetzten Prozess gilt hier das gleiche wie im Personenverkehr. Entsprechend sind die, im Dokument angesprochenen Aspekte, übertragbar. Bei der Weiterführung der Aktivitäten der Projektgruppe 3 im IT Gipfelprozess 2016 sollte hier besonderes Augenmerk auf die Anforderungen der Logistik gelegt werden. Die Fähigkeit eines „Taktiles (Inter)Netzes“ die natürliche Haptik eines Menschen in einem manuellen Prozess zu unterstützen und sich anzupassen wird essenziell sein für die weitere Verzahnung von IT und manueller Tätigkeit in Logistikprozessen. Eine Effizienzsteigerung liegt insbesondere in diesem Bereich.

Virtualisierung ist der Schlüssel zu neuen, zum Teil disruptiven, Geschäftsmodellen. Einige der umsatzstärksten Unternehmen der Welt arbeiten ausschließlich in der virtuellen Welt. Dabei kommt keines dieser Unternehmen aus Europa. Deutschland als „Ausrüster der Welt“ ist vor allem stark mit realen, physischen Produkten. Dies ist Gefahr und Chance gleichzeitig. Die große Chance besteht darin über die Stärke in der realen Welt die virtuelle Welt für unsere Unternehmen zu erschließen. Die Grundlagen dafür sind die Fähigkeit die reale Welt in der virtuellen Welt umfänglich abzubilden, bestehende IT Systeme in die virtuelle Welt zu überführen und Kommunikationsnetze zu haben, die den Anforderungen einer ultravernetzten Welt gerecht werden. Dazu bedarf es einer intensiven Zusammenarbeit der unterschiedlichen Industrien die sich weniger als Kunden und Lieferant, sondern viel mehr als Partner sehen müssen.

Der IT-Gipfel Prozess ist die richtige Plattform für diese Zusammenarbeit. Für den weiteren Prozess sollte die begonnen Zusammenarbeit zwischen Mobilitäts- und IKT Industrie ausgebaut werden, z. B. durch Gründung und Finanzierung einer Plattform durch den Bund zum Austausch der Unternehmen aus diesen Branchen. Gemeinsam betriebene Testfelder sollten etabliert werden und der Breitbandausbau in Richtung Internet der Dinge und Industrie 4.0 gefördert werden.



Abschlusspapier der Projektgruppe
Virtualisierung bestehender Projekte

27. Oktober 2015

Herausgeber:
Nationaler IT-Gipfel Berlin 2015
Plattform „Digitale Netze und Mobilität“