

## INTELLIGENTE STÄDTE, SELBSTFAHRENDE AUTOS<sup>1</sup>

### 1. EINLEITUNG

Die intelligente Stadt als Konzept hat keine von allen akzeptierte und präzise Definition. Es gibt viele Möglichkeiten, sie zu definieren. Auf jeden Fall wünschen wir eine lebenswerte, liebenswerte Stadt. Das Thema hat eine umfangreiche Literatur, in diesem Zusammenhang werden jährlich zahlreiche nationale und internationale evtl. globale Veranstaltungen, Konferenzen und Ausstellungen organisiert. Allerdings bezieht sich die englische „*smart city*“-Bezeichnung auf sinnverwandte Wörter wie „*smart phone*“, Smartphone, „*smart TV*“, Smart-TV, intelligente Energetik und intelligenter Verkehr und die Liste geht weiter. Das Beiwort „*smart*“ wird oft bei solchen Strukturen, die eine traditionelle Funktion haben, benutzt, wie zum Beispiel neben der Eignung zum Telefonieren oder der Darstellung einer TV-Sendung bieten sie zusätzlich andere Dienstleistungen, wie elektronischer Kalender, Routenplanung oder Navigation, Internetzugang mit Browser usw. an. Generell kann man sagen, dass das Gerät mit Informationen und verschiedenen Sensoren versehen wird, und über verschiedene IT-Anwendungen können wir auf unsere Fragen, Probleme eine bessere, intelligentere Antwort erhalten. Dabei werden gleich zwei wichtige Elemente der Smart-Welt dargestellt, die Rolle der Informationstechnologie und die Interaktivität.

Natürlich können unsere Städte danach bewertet werden, wieweit sie intelligente Lösungen anwenden. Vom Begriff sind die kleineren Städte, Dörfer durch die Bezeichnung intelligentes Dorf oder intelligente Gemeinde nicht auszuschließen, weil abgesehen von der Größe ihre Funktionen, Leistungen ähnlich sind. Unser Wohnumfeld wird als Lebensraum einschließlich der Arbeit, Erholung und Entspannung betrachtet. Hier wollen wir uns nicht nach der Aufzählung einer vollständigen und kompletten Liste streben, sondern wir möchten einige der Elemente hervorheben, die wir für wichtig halten. Wenn wir uns sie nur oberflächlich anschauen, finden wir bei allen solche Teile, in denen IT-Unterstützung und Interaktivität bereits implementiert sind. Computergestütztes Verkehrsmanagement, den Verkehr wahrnehmende Autonavigation, Straßenbeleuchtung, die sich automatisch an die Lichtverhältnisse anpasst, Suche nach kulturellen und TV-Programmen, bzw. nach Eintrittskarten, die damit verbunden sind. E-Mail-Korrespondenz mit Dienstleistern, einschließlich der Verwaltung und auch dem Gesundheitswesen sowie Online-Kauf, Kommunikation zwischen den Menschen und die Möglichkeit des Informationsaustausches in allen Mengen (Facebook, Messenger, Viber usw.) Unsere Städte sind also bereits „*smart*“, obwohl, wie wir bereits erwähnt haben, es weder keine präzise Definition für das Konzept noch keine Angaben für das Maß der Intelligenz vorliegt. Die Wahrnehmung unserer Umwelt ist in dieser Hinsicht höchst subjektiv, dies muss man berücksichtigen und wird weiterhin so behandelt werden.

### 2. WIE KÖNNEN WIR UNSERE STÄDTE UND SIEDLUNGEN INTELLIGENTER MACHEN?

Da das Thema eine umfangreiche Literatur enthält, fassen wir kurz zusammen, wie die Zukunft und die Stadt der Zukunft aussehen sollen, um sie wirklich intelligent betrachtet werden zu können. Generell soll die Stadt intelligent, grün, gesund und ihre Entwicklung nachhaltig sein. Erneuerbare Energien sollen in der Stadt benutzt werden. Die Stadt soll von Sonnen- und Windparks, Biomasse-Brennelementen umgeben sein, die Speicherung von elektrischer Energie soll entweder durch die Aufteilung zwischen den Gebäuden oder durch zentrale Systeme errichtet werden. Der Verkehr soll freilich emissionsfrei erfolgen, und der erweiterte, meist elektrisch betriebene öffentliche Personennahverkehr wird durch

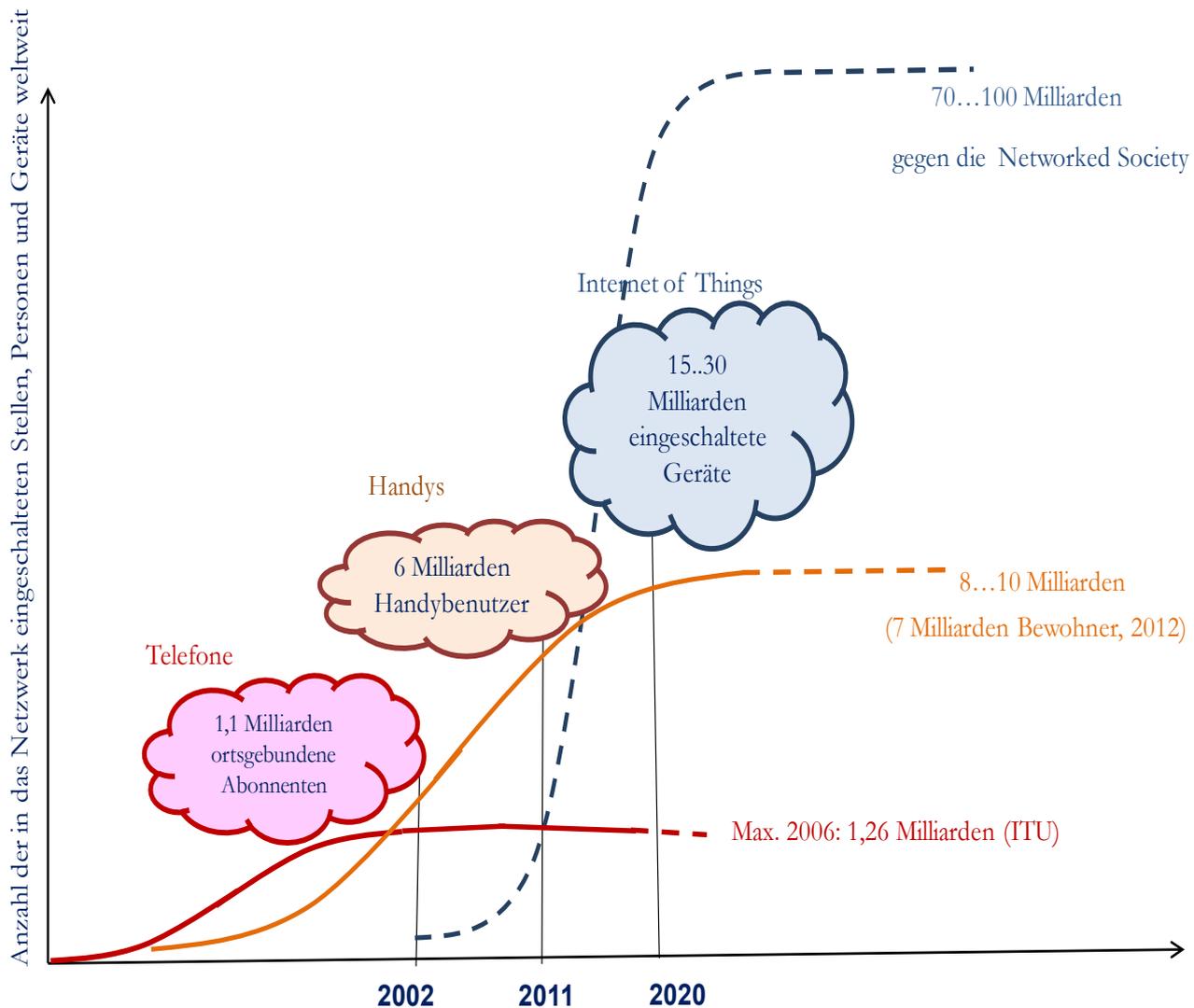
die Teilung von Autos und anderen Fahrzeugen (Fahrrädern) ergänzt. Ganz oder teilweise sollen autonome fahrerlose Fahrzeuge wie Taxis zur Verfügung stehen. Das Verkehrsmanagement soll intelligente, adaptive Verkehrsmanagementsysteme, die auch über künstliche Intelligenz verfügen, umfassen. Unsere Häuser sollen mit geringem Stromverbrauch ausgestattet, ruhig sein und die gute Luft wird nicht nur infolge der fehlenden Verschmutzung, sondern auch der kontinuierlichen Messung und Kontrolle der Luftqualität gesorgt.

Wenn wir darüber nachdenken, sind die meisten der hier aufgeführten Dinge auch heute technisch und informativrealisierbar. Allerdings ist z.B. die Verkehrssituation so, dass wir die meiste Zeit im Stau sitzen oder nach einem Parkplatz suchen. Bei regelmäßigen Smogwarnungen erzielt die Einschränkung des Kraftfahrzeugverkehrs nur geringe Fortschritte, da die größte Quelle der Feinstaubbelastung die unzureichende Beheizung von Einfamilienhäusern ist. Das intelligente Verkehrsmanagement steckt immer noch in den Kinderschuhen. Die Bereiche, in denen in den letzten Jahren wesentliche Fortschritte erzielt wurden, betreffen hauptsächlich IT-Support und IT-Systeme. Jeder Anbieter hat eine Website. Verkehrsunternehmen bieten erweiterte Informationssysteme (z.B. beim Budapester Verkehrszentrum (BKK) sieht man, ob und wann der Bus kommt) an, Taxi-Unternehmen haben eine Taxi-Bestell-App, die in den meisten Fällen funktioniert. Man kann sich für Verwaltungs- oder Regierungsinformationssysteme anmelden, einen Termin zur Verwaltung ausmachen usw. Was sind die Faktoren, die der Entwicklung im Wege stehen und den Fortschritt hemmen? Im Folgenden möchte ich darüber sprechen.

### 3. INTERNET DER DINGE – INTERNET OF THINGS

Der erste und wichtigste Schritt besteht darin, Informationen über den Lebensraum und unsere Umwelt zu erhalten. Dem können die Verarbeitung der Informationen und aufgrund der Ergebnisse die richtige Entscheidungsfindung folgen. Um ein einfaches Beispiel zu ernennen: Wir schauen aus dem Fenster, vielleicht sehen wir das Thermometer, das außerhalb des Fensters liegt, an, und wir entscheiden uns, wie wir uns für den Tag anziehen oder zur Arbeit gehen, entweder wir nehmen einen Regenschirm mit oder wir sitzen ins Auto. Wir schauen uns in unseren sorgfältig geführten Kalender an und stellen die tägliche Einkaufsliste aufgrund von denen, die im Kühlschrank oder im Speisekammer zu finden und sehen sind, zusammen. Und die Liste geht noch weiter. Natürlich können wir das gleiche durch Wetter-, Wettervorhersage-Websites, durch öffentliche Verkehrsmittel-, Autoverkehr-Applikationen, Prognosesoftware und Internet-Shopping tun. Die Frage besteht darin, woher die Informationen, die wir brauchen, kommen? Gibt es überall in der Stadt Wärme- und Wettersensoren, sind alle Kreuzungen mit einer Verkehrsüberwachungskamera ausgestattet, wurden Verkehrszähler oder Parksensoren in die Straßen installiert? Liefern die Verkehrsampeln Daten über ihren Betriebszyklus, misst das Heizsystem unseres Hauses die äußeren Witterungsverhältnisse usw.? Sensoren, Sensoren und Sensoren müssen überall installiert werden. Zum Beispiel kann unsere Küche zu einem entwickelten Lagersystem werden, in dem wir immer einen genauen, automatischen Lagerbestand von Beständen und kurz- und langfristig erhältlichen Artikeln haben. Strichcodeleser zu Hause?

Die Sensoren benötigen Stromversorgungs- und Kommunikationsverbindungen mit Einheiten, die die Datensammlung, Analyse und Entscheidungen unterstützen, bzw. die Entscheidungen treffen. Dafür ist „das Internet der Dinge“ vorhanden. Jedes Gerät, Objekt, Ding sollen mit dem Internet verbunden sein und über eine eigenständige Kennnummer verfügen, ob es ein externes Thermometer, ob eine Waschmaschine, ob ein Fahrzeug, ob ein Auto ist. Es gibt immer noch viele offene Fragen: Über die Hardware zum Beispiel die drahtlose Kommunikation und/oder Stromversorgung; über die Software kann man einfach die Informationssicherheit nennen. Wenn wir nicht aufpassen, werden intelligente Hackern unsere Waschmaschine ein- und ausschalten oder unser Garagentor aufmachen.



Die Digitalisierung ist jedoch da und nicht aufzuhalten. Heute sind Telekommunikation, Medien und Unterhaltungselektronik zu 100% digital. 98% der Banktransaktionen sind auch digital. Die Hälfte des Wertes des Autos, 15% des Handels, ein Teil der Landwirtschaft können mit Informatik verbunden sein, vielleicht die Bildung am wenigsten, trotzdem benutzt auch sie noch digitale Lösungen. Das könnte natürlich zum Mangel an Informatikern führen. Die digitale Transformation anderer Branchen erhöht die Nachfrage nach den Informatikern weiter, die multinationalen Unternehmen überbieten bei der Anwerbung von verfügbaren Arbeitskräften und sie setzen Informatiker oft in einer Position ein, der auch ein digital ausgebildeter Facharbeiter angemessen wäre. Aber das führt zu einem anderen Thema, also gehen wir auf diese Fragen jetzt nicht ein.

#### 4. DIE 5G – DIE FÜNFTE GENERATION DER MOBILEN KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIE

Um weltweit eine große Anzahl von neuen Geräten – global sogar mehr Milliarden – über Internetzugang zu verfügen, benötigt man neue technische und IT-Lösungen. Um das Ausmaß des Problems zu verstehen, müssen wir einige grundlegende Konzepte klären. Die Grundeinheit der Information ist 1 Bit. Ihr Wert ist 0 oder 1. Die Geschwindigkeit des Informationsflusses wird in Bits pro Sekunde gemessen, d.h. wie viele Nullen oder Eins pro Sekunde übertragen werden sollten. Die erforderliche Geschwindigkeit an einem Temperatursensor soll nicht zu hoch sein, 64 Bits pro Sekunde

sind schon genügend, wodurch 255 verschiedene Temperaturwerte sechzig Mal pro Minute angezeigt werden können. Es hängt von der Applikation ab, aber wir brauchen eine Datenrate von 10 Mbit pro Sekunde, d. h. 10 Millionen Bit pro Sekunde, sich einen hochwertigen HD-Film zu Hause anzusehen. Aber das IT-Gebäude der Technischen und Wirtschaftswissenschaftlichen Universität Budapest, in dem tagsüber fünf Abteilungen und Hunderte von Studenten online sind, erzeugt durchschnittlich einen Datenverkehr von 2-3 Gbit pro Sekunde, d.h. 2-3 Milliarden Bits pro Sekunde. Einige Benutzer wollen mit einer Verzögerung von 1-2 Millisekunden auf die Server zugreifen. Die aktuellen 4G- und 4,5G-Systeme sind dafür nicht bereit. Eine neue Herausforderung ist zudem die extrem hohe Anzahl der Benutzer, denken wir z.B. an eine Vielzahl von Menschen, die während einer Sportveranstaltung gleichzeitig im Internet surfen wollen. Ebenso ist es momentan nicht möglich, 300 Studenten durch drahtlosen Internetzugang in einem großen Auditorium auf 300 virtuellen Maschinen bei einem Cloud-Computing-Anbieter Computergrafik-Aufgaben zu lösen. Natürlich ist die städtische oder globale Bedeutung nicht so groß, aber wenn wir Tausende von Fahrzeugen im Netzwerk sehen und jeden von ihnen genau, bis zu 10 cm genau, wissen wollen, wo sie sind, wie schnell und wohin sie fahren und wann sie da ankommen wollen, brauchen wir ein ähnliches Netzwerk. Im Auditorium kann die Verkabelung noch gelöst werden, bei Fahrzeugen können aber nur mobile und drahtlose Verbindungen in Betracht gezogen werden. Die Verzögerungszeit spielt ebenfalls eine wichtige Rolle. Wenn wir zum Beispiel eine Webseite in unserem Handy-Browser öffnen möchten, müssen wir manchmal Sekunden auf die Daten warten. Unter bewegenden Fahrzeugen darf es überhaupt nicht in Frage kommen. Auch die Zuverlässigkeit müssen wir betonen. Es ist inakzeptabel, dass das System funktioniert oder nicht. Die 5G-Systeme können auch solche Aufgaben erfüllen, aber wir müssen erwähnen, um diese zu erreichen, wird der Aufbau einer dichten Basisstation neben einer höheren Betriebssequenz als bisher benötigt. In Ungarn wurde mit der Planung der ersten 5G-Testnetze begonnen, und ihr Versuchsbetrieb kann am Ende des Jahres oder am Anfang des nächsten Jahres in Betrieb genommen werden. Die Netzabdeckung wird voraussichtlich im Bereich der Technischen und Wirtschaftswissenschaftlichen Universität Budapest und des Infoparks Budapest sowie des autonomen Fahrzeugprüfgeländes in Zalaegerszeg liegen.

## 5. ELEKTROAUTOS

Elektrofahrzeuge sind in den letzten Jahren bei fast allen Herstellern und in verschiedenen Kategorien erschienen. Unter ihnen gibt es auch PKWs, Lieferwagen, Busse, Spezialfahrzeuge (Müllwagen) und große LKWs. Es ist wichtig zu beachten, dass der elektrische Antrieb selbst noch keine selbstfahrenden Funktionen bedeutet, wie es bei den traditionellen Verbrennungsmotoren und Hybridfahrzeugen auch fahrerunterstützende Funktionen gibt, die später ausführlicher erörtert werden.

Der elektrische Antrieb ist keine Neuheit, seine Anfänge lassen sich bis Anfang des letzten Jahrhunderts zurückverfolgen. Der Grenzstraßenverkehr, die Straßenbahn, der Zug sind weit verbreitet, aber es gibt in vielen Städten der Welt überrollte Oberleitungsbusse. Die Effizienz und Leistung von Elektromotoren sind viel besser als von Verbrennungsmotoren, zudem sind ihre Konstruktion und Struktur einfacher, deshalb sind ihre Zuverlässigkeit und Lebensdauer auch besser. Die hohe Stärke oder das hohe Drehmoment, das beispielsweise bei niedrigen Drehzahlen oder beim Starten gewonnen wird, machen die Anwendung des Schienenschleppens einzigartig. In der Alltagssprache wird das Fahrzeug nur Dieselmotor genannt, in dem ein Elektromotor, der von einem Dieselaggregat angetrieben wird, den Antrieb bereitstellt, ohne den der Zug nicht gestartet werden kann. Man braucht in den Autos Kupplung und Schaltung wegen der hohen Drehzahl-Abhängigkeit der Stärke und des Drehmoments von Verbrennungsmotoren. Es ist kompliziert und teuer, sie durch automatisierte Systeme zu ersetzen.

Die Verbreitung von Elektrofahrzeugen ist durch die Schwierigkeiten der Speicherung von elektrischer Energie begrenzt. Vergeblich sind die modernsten Lithium-Ionen-Polymerbatterien auf

den Markt gegangen, die in den bisherigen Systemen aufgrund ihrer Größe, Gewicht, Lebensdauer und Zuverlässigkeit am wirtschaftlichsten sind, bleibt aber ihre Energiespeicherkapazität weit hinter den herkömmlichen Kraftstoffen zurück. Mit einem Kilogramm Lithium-Ionen-Batterie können wir etwa 20 Gramm Benzin oder Diesel ersetzen. Es ist nur der Effizienz des Motors, die drei- oder viermal besser ist, zu verdanken, dass die Gewichtszunahme nicht fünfzigmal hoch ist. Aber immer noch mit der Begrenzung des Gewichts der Fahrzeuge (ich möchte nicht 3-4 Tonnen Autobatterie hinter meinem Rücken haben) nimmt leider die Reichweite sofort ab. 300-400 km werden typischerweise von Herstellern versprochen, sofern der Fahrgastraum im Winter nicht beheizt oder im Sommer nicht abgekühlt werden muss. Elektrische Ladung ist auch eine Frage. Mit Schnelladegeräten kann ein Auto bis zu 50 kW (fünfzigtausend Watt) aufgeladen werden. Dies entspricht der Leistung von fünfzig Mikrowellen oder 25 Waschmaschinen. In der Spannung oder dem Strom sind 400 V (Kontaktschutzfragen) oder 125 Ampere zu verstehen, die für die kleineren Strecken, Ladestationen eine erhebliche elektrische Belastung bedeutet. Dazu ist eine signifikante Netzwerkentwicklung erforderlich. Die Leistung von 50 kW reicht jedoch nicht aus, um das Aufladen in 5-10 Minuten zu schaffen.

Eine andere Frage, die wir noch untersuchen sollen, ist, woher die elektrische Energie kommt. Deutschland heute, in den Tagen, wenn der Wind weht und die Sonne scheint, kann durch erneuerbare und umweltfreundliche Methoden mehr Energie produzieren, als sein gesamter Energieverbrauch beträgt. Natürlich wirft es die Frage auf, „wo man den Überschuss hinstellen soll“. Der Anteil der erneuerbaren Energieerzeugung in Ungarn ist gering. Zwei große, nicht erneuerbare Kraftwerke produzieren etwa die Hälfte des Gesamtverbrauchs, der Import aus den Nachbarländern beträgt ungefähr 40 %, da elektrische Energie billig ist. Die andere Energie kommt von den kleinen Kraftwerken und erneuerbaren Energien. Die Verschmutzung der Kohlekraftwerke in Bezug auf die erzeugte Energie ist nicht notwendigerweise geringer als bei den Fahrzeugen mit herkömmlichen Verbrennungsmotoren. Aber es ist sicherlich höher als bei den Hybridmotoren. Hinsichtlich der Umweltaspekte und der Schadstoffemissionen ist ein Hybridantrieb deutlich besser, aber man kann vom Emissionsort nicht übersehen. Bei der Benutzung der Elektrobusse und der öffentlichen Verkehrsmittel kann die Umweltverschmutzung in den Nachbarländern immer noch zu einer geringeren lokalen Luftverschmutzung führen.

Insgesamt entwickelt sich das elektrische Autofahren dynamisch und hat ein großes Potenzial. Zieht man nicht nur städtische, sondern auch größere Systeme in Betracht, ist es notwendig, den Anteil erneuerbarer Energien zu erhöhen und über das Energieübertragungsnetz nachzudenken.

## 6. AUTONOME, FAHRERLOSE FAHRZEUGE

Der erste Schritt zur Entwicklung von fahrerlosen Fahrzeugen, worüber heute im Allgemeinen viel gesprochen wird, heißt *Advanced Driver Assistance System* (ADAS), ein fortschrittliches Fahrerunterstützungssystem. Der Grund dafür ist, dass der Mangel an Klarheit über rechtliche und Haftungsfragen vorerst verhindert, dass das Fahrzeug ohne Fahrer benutzt wird. Es gibt bereits eine Menge von Fahrerunterstützungssystemen. Technisch heißt das, dass das Fahrzeug mit Kameras ausgestattet wird, die im sichtbaren Spektrum des Lichts arbeiten, aber sie können auch Infrarotkameras mit Radaren sein, die die Umgebung durch elektromagnetische Wellenreflexionen, d. h. durch LIDAR, absehen und prüfen. LIDAR ist ein Infrarot-Laser-Radar, der bei einer besseren Ablesegenauigkeit detailliertere Informationen als die oben genannte liefern kann. Diese Radare mit Ultraschallsensoren sind die Parksensoren, die in die vorderen und hinteren Stoßfänger eingebaut sind. Die Daten der Kameras und Radarsensoren werden verarbeitet. Das System kann den Fahrer kontinuierlich über die Geschwindigkeit und Entfernung der umliegenden Fahrzeuge informieren und Warnmeldungen senden. Es ist eine großartige Sache, dass, während der Fahrer nur in eine Richtung auf einmal schauen kann, solche Lösungen 360-Grad-Rundinformationen bereitstellen.

Man kann dem Fahrzeug das selbständige Parken, sogar das Einparken in die Garage oder das Fahren zu einem Logistikstandort beibringen. Dieses Fahrzeug kann Spur wechseln, die Distanz verfolgen und in unerwarteten Situationen sogar eingreifen, wenn ein Fußgänger oder ein Kind vor dem Auto treten. Sein großer Vorteil ist, dass diese Systeme mehr sehen und vielmehr schneller sind als wir, die Fahrer. Z.B. diese Systeme erkennen die Verkehrszeichen relativ leicht und mit großer Sicherheit, falls der Fahrer auf sie neugierig ist.

Es ist komplizierter, sich in der städtischen Umgebung zurechtzufinden. Wenn es Verkehrsampeln gibt, deren zuverlässige Erkennung, Identifizierung, auf welche Richtung, Spur sie sich beziehen, problematischer ist. Wenn es keine Ampeln gibt, müssen Fahrzeuge erkannt und ihre Absichten geklärt werden. Im Verkehr, in unserem Umfeld müssen wir typischerweise nicht mit autonomen Fahrzeugen rechnen, einschließlich der oft kreativen Unzurechnungsfähigkeit der Fahrer. Kamerabilder oder mehrere Kamerabilder stehen zur Verfügung. Man soll in der Bildverarbeitung, der automatischen Auswertung des Informationsgehalts der Bilder Fortschritte erzielen. Heute wird über neue Möglichkeiten viel gesprochen, wie die Methoden von künstlicher Intelligenz, Algorithmen und der Einsatz der leistungsfähigen Parallelprozessorarchitekturen. Diese Systeme sind lernfähig und können durch Testvorgänge gelehrt werden. Was man jetzt über diese erfährt, ist es noch mehr die Entwicklung als Anfang des Wegs; wieviel Potenzial in diesen es gibt, wird man in der nahen Zukunft erfahren. Forschungs- und Entwicklungsinstitute arbeiten daran bei fast allen Herstellern.

## 7. TESTSTRECKE – ZALAEGERSZEG

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich, dass es in der Automobilindustrie eine Art von Technologiewechsel gibt. Autonome Fahrzeuge sind Teil des Transport- und Naturraums, auf lange Sicht kann sich der Fahrer der Fahrzeugkontrolle entziehen. Es ist wichtig, die traditionellen und selbstfahrenden Fahrzeuge und ihr Verhalten zu testen. Fahrdynamiktests sind immer noch wichtig, reichen aber alleine nicht aus. Die Umgebungserfassungsfähigkeit des Fahrzeugs, seine Interaktion mit anderen Fahrzeugen, Verkehrsteilnehmern und der Infrastruktur müssen geprüft werden. Außerdem muss man noch die Kommunikationstechnologie der intelligenten Autos (*connected car*) betrachten, aber darüber werden wir später sprechen. Es besteht freilich die Möglichkeit, viele Fragen mithilfe der traditionellen Computersimulation zu klären. Fahrdynamik, Verkehrssimulation, Erstellung einer virtuellen Umgebung zur Simulation der Realität, der Interaktion mit anderen Verkehrsteilnehmern, sowie die Simulation der Sichtverhältnisse, Wetterbedingungen, regionsabhängigen Straßenverhältnisse und Verkehrssignalsimulationen sind auch erforderlich. Labortests von Fahrzeugen spielen noch immer eine wichtige Rolle, aber man muss aus der Laborumgebung aussteigen, während es immer noch an der gesetzlichen Möglichkeit fehlt, die fahrerlosen Fahrzeuge im realen Verkehr, in der städtischen Umgebung zu testen. Aus diesem Grund wird in Zalaegerszeg eine weltweit einzigartige, autonome Teststrecke mit einer Fläche von 260 Hektar und einem Budget von 140 Millionen Euro gebaut. Das Ziel besteht darin, die spezifischen Testfunktionen eines autonomen Fahrzeugs zu erreichen, einschließlich elementarer Fahrdynamikelemente, Integration von AD (autonomer Fahrer)-Funktionen in Fahrdynamikelemente, Verkehrsknoten und sich bewegende Hindernisse. Hier können bald C2X-Kommunikationsoptionen (Auto mit allem) in einem 5G-Netzwerk geprüft und „*smart city*“-Funktionalität in einem separaten integrierten Bereich getestet werden. Die technologischen Vorteile von 5G sind, wie wir bereits erwähnt haben, die erhöhte Übertragungsrate, mehrere Datenmengen, eine große Anzahl von Live-Verbindungen, extrem niedrige Latenzzeiten und erweiterte Dienste, die noch entwickelt werden müssen.

Es ist geplant, in Zalaegerszeg die Funktionalität der „*Stadt zum Testen*“, der intelligenten Stadt und von „*connected car*“ zu prüfen und erweiterte Straßendienstleistungen sowie automatisierte und vernetzte Fahrzeuge zu testen. Im Rahmen der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit können auf

der Zalaegerszeg-Graz-Maribor-Route, einschließlich der Autobahn M7, der Straße M70 und ab 2021-2022 der Straße M76 die Möglichkeiten zum Testen erweitert werden.

Wir müssen noch über den Fall des öfter erwähnten vernetzten Fahrzeugs oder anders genannt über „*connected car*“ sprechen. Die einfachste Situation ist, wenn man mehrere Fahrzeuge auf einer einzigen Route verbindet. Es gibt keine physische Verbindung zwischen den Fahrzeugen wie bei einem Anhänger, aber das Ergebnis ist ähnlich. Ein einzelner Fahrer kann auch ein Gespann von zwei, drei Fahrzeugen steuern, z.B. auf der Autobahn. Auf die Frage, ob es sicher ist, Autobahnen mit unzurechnungsfähigen Fahrern für ein solches Gespann zugänglich zu machen oder eine separate Spur für sie zu trennen, gibt es noch keine Antwort. Ähnlich wird es möglich sein, in einem entwickelten oder breiteren städtischen Umfeld alle Fahrzeuge mit einem Netzwerk zu verbinden, in das nur fahrerlose Fahrzeuge eintreten können. Verkehrssteuerung und -koordination werden zentral durchgeführt, ähnlich wie der derzeitige Luft- und teilweise Schienenverkehr. Dies trennt lokal die Fahrzeuge mit und ohne Fahrer, was viele Fragen vereinfacht und sicherer macht. Es ist klar, dass der Weg zu einer solchen Lösung nicht durch einfache technische und IT-Entscheidungen führt.

## 8. ZUSAMMENFASSUNG

Die Entwicklung der IT-Systeme, die intelligente Städte, wie z.B. das Wohnumfeld, das Stadt- und Landleben unterstützen, ist schnell und scheint nicht aufzuhalten. Die Zukunft ist in mancher Hinsicht für die globalen Plattformen. Facebook hat mehr registrierte Benutzer als Chinas Gesamtbevölkerung, Uber ist ohne Besitz eines Fahrzeugs das größte Taxiunternehmen der Welt, während Airbnb ohne Besitz eines Hotelzimmers der größte Hotelanbieter der Welt ist. Die Städte müssen früher oder später über integrierte Systeme nachdenken, zu denen staatliche, kommunale und soziale Netzwerke, Verkehrs- und Parkanbieter, Gesundheits- und Bildungsdatenbanken und -systeme gehören. Diese IT-Entwicklungen sollten durch Infrastrukturinvestitionen ergänzt werden, wie z.B. durch den Ausbau der stadtweiten Datenerfassungssysteme, Sensoren, durch die Messsysteme in Bezug auf Elektrizität, Gas, Wasser und Abwasser, Luftverschmutzung, Verkehr und andere Aspekte. Diese Dienste stehen auch derzeit in Dienstleistungsunternehmen teils zur Verfügung und ihre Integration im Zuge der Stadtbewohner und Benutzer ist unvermeidlich. Wenn man heute eine Apotheke in Budapest sucht, kann man unvollständige und teilweise ungenaue Informationen auf Dutzenden von verschiedenen Internetseiten bekommen. Die Aktualisierung der Informationen und die Sicherstellung ihrer Zuverlässigkeit ist ebenfalls eine Voraussetzung.

Aus Gründen der sauberen Umwelt und Luft muss man auch die Modernisierung der Heizsysteme und die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieerzeugung in Betracht ziehen. Es gibt ein großes Potenzial im Bereich des sauberen elektrischen Transports, aber als vorübergehende Lösung stellen hybride oder hybride Plug-in-Lösungen ebenfalls einen wichtigen Fortschritt dar.

Das weitverbreitete Fahrerassistenzsystem in Fahrzeugen wird die Zahl der Unfälle verringern und macht den Verkehr und auch den öffentlichen Verkehr sicherer. Der autonome Fahrzeugverkehr könnte Staus deutlich reduzieren; intelligente, berechenbare Online-Parkbuchungen und Parkhäuser könnten die Zugänglichkeit von Stadtgebieten erleichtern. Es ist jedoch immer noch fraglich, wie groß die Nachfrage nach diesen Fahrzeugen sein wird, deren Auswirkungen in Bezug auf die neuen Bedürfnisse der Kinder, älterer Menschen, der in ihrer Mobilität eingeschränkten Personen noch nicht vorsehbar sind. Sicher scheint, dass das Reiseverhalten völlig geändert wird, statt ein Fahrzeug zu besitzen treten die Car-Sharing-Systeme in den Vordergrund und in der individuellen Ortsveränderung verstärkt auch das Gewicht der Transportdienstleistungen, die dynamisch und den Bedürfnissen entsprechend gesteuert werden.



**Prof. Dr. László JAKAB** ist Dekan und Universitätsprofessor an der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik der Technischen und Wirtschaftswissenschaftlichen Universität Budapest (BME). Studien an der BME: 1977 – 1981 (Elektroingenieur), 1985: Dokortitel, 1998: PhD-Titel. 2013: Habilitierter Doktor, 2014: Universitätsprofessor, 2014: Doktor der Ungarischen Akademie der Wissenschaften (DSc). Forschungsschwerpunkte: Erforschung und Entwicklung von akustisch-optischen Elementen und Systemen, Oberflächenwellenelementen, integrierten optischen Elementen und Systemen, optischen Signalverarbeitungssystemen, automatischen optischen Testsystemen sowie der Elektronikfertigungs - und Montagetechnik.



**Prof. Dr. Gyula SALLAI** emeritierte an der Fakultät für Elektrotechnik und Informatik der Technischen und Wirtschaftswissenschaftlichen Universität Budapest (BME). Er ist Doktor der Ungarischen Akademie der Wissenschaften (DSc). Als Elektroingenieur war er während seiner Karriere im Bereich Telekommunikation und Informationskommunikation tätig. Er war auch leitender Forscher in Netzwerkdigitalisierung, Direktor von Forschungsinstituten, strategischer Direktor, internationaler Direktor, stellvertretender Geschäftsführer der Dienstleistungen, stellvertretender Vorsitzender der Regulierungsbehörde, Lehrstuhlleiter und Protektor der Technischen und Wirtschaftswissenschaftlichen Universität Budapest. Er war zu 6 Jahren Vorsitzender der Wissenschaftlichen Vereinigung für Kommunikation und Informationstechnologie und des Ausschusses für Telekommunikationssysteme der Ungarischen Akademie der Wissenschaften. Seine wichtigsten Bereiche liegen auf den Anwendungen der zukünftigen Internettechnologien und der intelligenten Städte.



**Ao. Prof. Dr. István VARGA** ist Dekan und außerordentlicher Professor an der Fakultät für Verkehrswesen und Fahrzeugtechnik der Technischen und Wirtschaftswissenschaftlichen Universität Budapest (BME). Zwischen

1997 und 2006 studierte er an der BME, erst an der Fakultät für Verkehrswesen und Fahrzeugtechnik, dann in der Doktoratsschule für Verkehrsingenieur. Veröffentlichungen: 1 Patent, 2 Bücher, 1 Kapitel, das ein ganzes Buch enthält, fast 140 wissenschaftliche Artikel, einschließlich Fachzeitschriften, sowie nationale und internationale Konferenzen und Kongresse sowie Präsentationen. Forschungsschwerpunkte: Modellierung und Kontrolle des Straßenverkehrs. Mitarbeiter des Instituts für Informatik und Kontrolle der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.

---

<sup>1</sup> Der Vortrag wurde an der Veranstaltung des Humboldt-Clubs des Humboldt-Vereins Ungarn am 24. November 2017 in der Deutschen Botschaft Budapest vorgeführt. Die Autoren haben Ihre Forschungen zum Teil im Rahmen des gemeinsamen Forschungsworkshops „*Intelligente Städte – intelligente Verwaltung: Trends und Auswirkungen der Entwicklung der Technologie*“ der Technischen und Wirtschaftswissenschaftlichen Universität Budapest (BME) und der Nationalen Universität für den öffentlichen Dienst Budapest (NKE) durch die Unterstützung des Projekts „*Die Entwicklung des öffentlichen Dienstes, die auf verantwortungsvoller Staatsführung beruht*“ von KÖFOP-2.1.2 – vom operativen Programm für die Entwicklung der öffentlichen Verwaltung und des öffentlichen Dienstes – durchgeführt.