



Haspa Hamburg-Studie. L(i)ebenswertes Hamburg.

Hamburg auf dem Weg zur Smart City

Alkis Henri Otto

Hamburg Institute of International Economics (HWWI)
Heimhuder Straße 71 | 20148 Hamburg
16.12.2015

1 | Einleitung

Große technologische Fortschritte – vor allem bei der Digitalisierung und Vernetzung vielfältiger Bereiche der Wirtschaft und Gesellschaft – zeigen neue Wege auf, wie Städte produktiver, lebenswerter und ressourceneffizienter organisiert werden können. Die digitalen Technologien erlauben es, die Nutzung der Stadt besser zu verstehen und, wo nötig, besser zu steuern und bieten damit große Chancen, die Attraktivität der städtischen Räume und die Zufriedenheit der Bürger zu steigern. Gleichzeitig ergeben sich mit der Digitalisierung der Stadt auch eine Reihe von Fragen: Welche Technologien benötigen Städte bzw. welche Technologien machen sie smarter? Welche Risiken tun sich auf und wie kann ihnen begegnet werden? Und wie kann der Ausbau der Städte zu Smart Cities möglichst erfolgreich organisiert werden?

Die vorliegende Studie soll einen kurzen Überblick zu Entwicklungen im Bereich Smart Cities geben und ausgesuchte Praxisbeispiele beleuchten. Dabei werden vor allem die Hamburger Stärken und Schwächen betrachtet, um zu schauen wie und wo smarte Konzepte der Stadt dienen und helfen können. Im Vergleich deutscher Städte zur Digitalisierung und smarten Organisation – das deuten Praxisbeispiele wie auch aktuelle Vergleichsstudien an (vgl. Cohen (2013), Wiegandt, Höhn et al. (2015)) – nimmt Hamburg eine Spitzenposition ein. Gleichwohl bestehen auch in Hamburg noch erhebliche Potentiale und Herausforderungen, vor allem im Verkehrs- und Energiebereich. Zudem legen Metropolen wie Kopenhagen, Amsterdam oder auch Wien ein hohes Tempo bei der Digitalisierung und Modernisierung der Stadt vor. Hier gilt es, im Wettbewerb Schritt zu halten und Hamburg klug und zügig smart auszubauen.

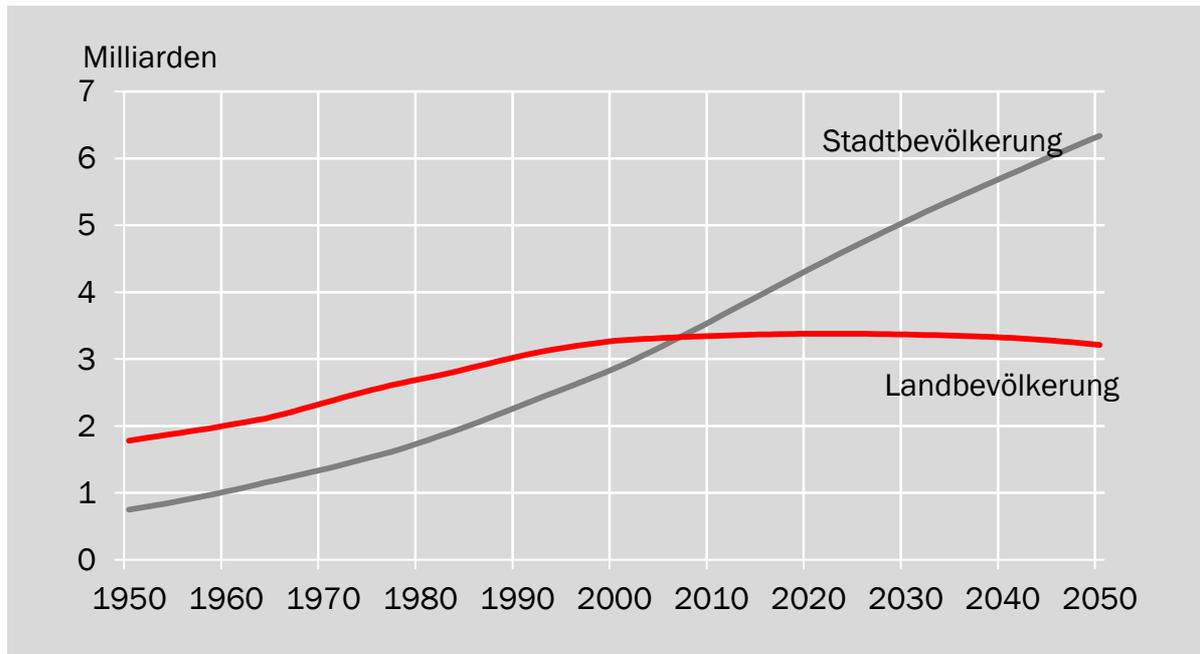
2 | Smarte Urbanisierung

Die Urbanisierung ist ein globaler Megatrend. Bereits seit Jahrzehnten lässt sich die wachsende Menschheit vor allem in Städten nieder. Seit 2007 leben nach Auskunft der Vereinten Nationen weltweit erstmals mehr Menschen in Städten als auf dem Lande. Glaubt man den Projektionen der Vereinten Nationen, werden 2050 mehr als 6 Milliarden Menschen und damit rund zwei Drittel der Menschheit in Städten leben (vgl. Abbildung 1).

Für das Wachstum der Städte gibt es gute Gründe, denn urbane Räume bieten Bewohnern und Unternehmen viele Vorteile. Ein großer Vorzug der Städte ist ihr Bevölkerungsreichtum und die im Vergleich mit dem Umland hohe Bevölkerungsdichte. Zahlreiche Bewohner bedeuten auch zahlreiche Nutzer und Kunden, so dass die in Städten angebotene Vielfalt an Produkten und Dienstleistungen größer als in ländlicheren Gebieten ist. Die Marktgröße erlaubt Differenzierung und Spezialisierung und erhöht dadurch den Nutzen der Stadtbewohner. In manchen Märkten führt die hohe Bevölkerungszahl sogar zu sich selbst verstärkenden Effekten: So ziehen Arbeitnehmer in die Stadt, weil dort die Zahl der Jobs und die Karrieremöglichkeiten größer sind. Umgekehrt siedeln sich

Unternehmen in Städten an, da hier der Pool an qualifizierten Arbeitskräften sehr hoch ist. Schließlich ermöglichen größere Bevölkerungen und dichte Besiedlung auch, die Kosten des Gemeinwesens pro Kopf zu senken. Bettencourt (2013) konnte in einer empirischen Untersuchung zeigen, dass eine Zunahme der Bevölkerung um 1% lediglich ein Plus von rund 0,8% an Infrastruktur erfordert.

Abb. 1: Megatrend Urbanisierung



Quelle: United Nations (2015).

Obwohl der Begriff Smart City sich zunehmend in der politischen und wirtschaftlichen Welt etabliert, besteht keine Klarheit darüber, wann eine Stadt als "smart" gelten darf. Die „Smart City“ ist eher ein Prozess, in dem planerische Konzepte gemeinsam mit modernen digitalen Technologien genutzt werden, um die Funktion und Nutzung des städtischen Raumes und der städtischen Infrastruktur zu optimieren und langfristig eine gesellschaftliche und ökonomische Vision zu realisieren (vgl. Brookings/ESADE (2014)). Dabei werden häufig unterschiedliche Handlungsfelder definiert, auf denen Städte "smart" organisiert sein können. Diese sind beispielsweise Mobilität, Wirtschaft und Arbeit, Umwelt und Energie, Stadtverwaltung und Bürgerbeteiligung sowie Wohnen und Stadtleben. Welche dieser Handlungsfelder Priorität bei der Umsetzung einer Smart City haben sollten, wird individuell durch die unterschiedlichen Gegebenheiten und historischen Entwicklungen der jeweiligen Städte bestimmt. Aus diesen Gründen sollten sich Städte zunächst über ihre Stärken und Schwächen und eine realistische Zukunftsvision der Stadt im Klaren sein. Darauf fußend sollte überlegt werden, inwiefern geeignete Technologien zur Verwirklichung dieses Zukunftsbildes beitragen können (vgl.

Montgomery (2013), Brookings/ESADE (2014)). Einen umfassenden Ansatz bei der Auswahl nutzenstiftender Projekte liefert die Glücksforschung. Danach sollte sich die Stadtentwicklung und -planung an Maßnahmen orientieren, die die Lebensqualität der Stadt und das Glück der Bewohner erhöht. Maßnahmen, die eine Stadt zufriedener und erfolgreicher machen, werden vor allem dann realisiert, wenn sie diesem Anspruch genügen.

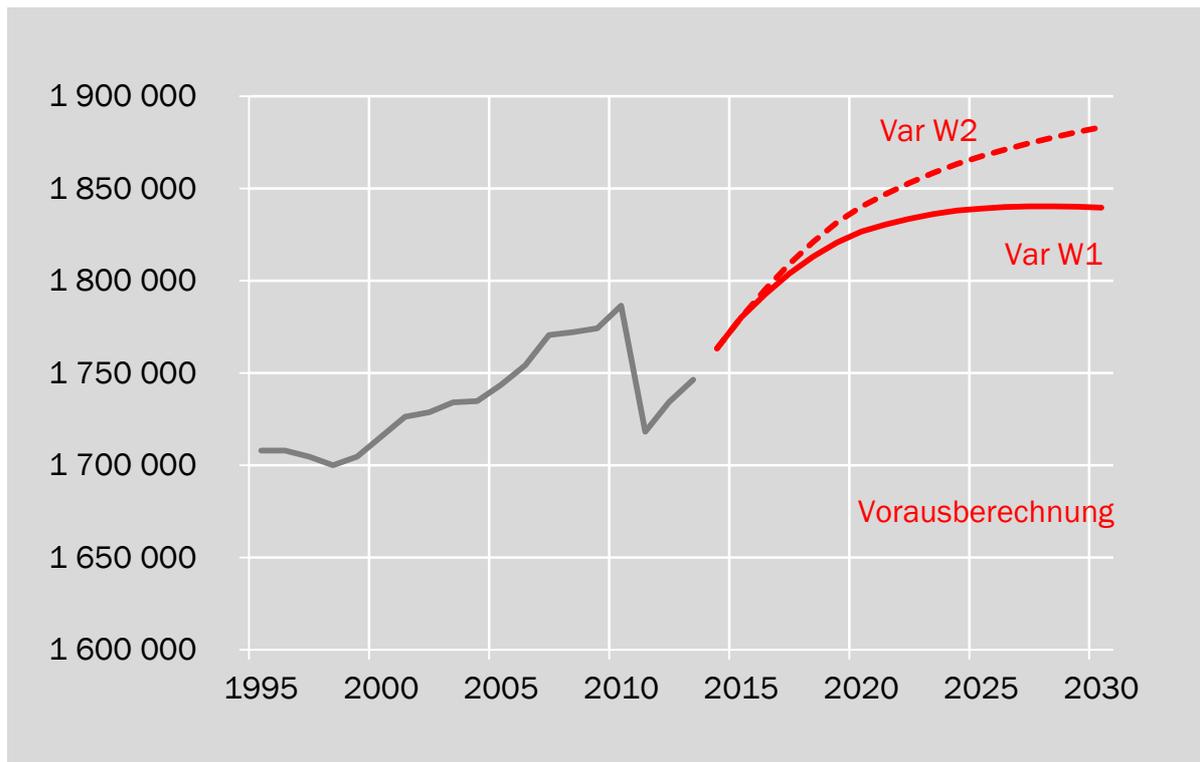
3 | Chancen der Smart City für Hamburg

Wie auch andere Städte in der Welt ist Hamburg in den vergangenen Jahren kräftig gewachsen (vgl. Abbildung 2). Die Bevölkerungsvorausberechnungen deuten darauf hin, dass das Wachstum auch noch in den nächsten ein bis zwei Jahrzehnten anhalten wird. Nach der 13. Bevölkerungsvorausberechnung Variante W1 des Statistischen Bundesamtes dürfte die Zahl der Einwohner in Hamburg 2030 bei etwa 1,84 Mio. Personen liegen (vgl. Abbildung 2). Betrachtet man die gegenwärtige Dynamik, die derzeit auch durch eine starke Zuwanderung nach Deutschland geprägt ist, so ist aber auch ein deutlich stärkerer Bevölkerungsanstieg denkbar. Dies deutet die Variante W2 an, die eine in historischer Betrachtung realistischere und höhere jährliche Nettozuwanderung nach Deutschland von durchschnittlich mehr als 200.000 Personen unterstellt. Hiernach könnte Hamburg knapp 1,9 Mio. Einwohner im Jahre 2030 beherbergen.

Auch wenn dies die Attraktivität der Hansestadt als Wohn- und Arbeitsort unterstreicht, geht dieser Zuwachs mit den typischen Nachteilen schnell wachsender Metropolen einher. Deutlich sichtbar werden diese Agglomerationsnachteile derzeit beim Verkehr. Hier wies Hamburg im Jahr 2014 nach Messungen des Navigationsherstellers TomTom wie auch schon 2013 das größte Staupotenzial aller deutschen Großstädte auf.

Ebenso hat die Zuwanderung in zahlreiche Quartiere der Stadt zu deutlichen Miet- und Preissteigerungen bei Wohnimmobilien geführt. Allein zwischen 2009 und 2014 sind die Mieten in Hamburg infolge niedriger Zinsen und der Zuwanderung um real 40 bis 50% gestiegen. Schließlich muss auch das wachsende Hamburg angesichts des drohenden Klimawandels durch eine Senkung der Treibhausgasemissionen zum Schutz des Klimas beitragen.

Abb. 2: Bevölkerungsentwicklung in Hamburg



Quellen: Statistikamt Nord (2015a); Statistikamt Nord (2015b).

Angesichts der bereits heute sichtbaren Engpässe und des weiterhin zu erwartenden Wachstums der Bevölkerungszahl bieten smarte Technologien die Chance, die Infrastruktur und Angebote der Stadt effizienter zu gestalten und so eine noch höhere Lebensqualität in Hamburg zu ermöglichen. Einige Felder, auf denen die Stadt noch smarter organisiert werden kann oder bereits sehr smart aufgestellt ist, sollen nun kurz betrachtet werden.

3.1 | Smarte Stadtverkehre

In kaum einem Bereich werden smarte Technologien bereits heute so sichtbar und vielfältig eingesetzt wie im Verkehrsbereich. Stadtverkehre sind ein Schlüsselfaktor für das Funktionieren moderner urbaner Räume. Leistungsfähige Transportsysteme ermöglichten es im vergangenen Jahrhundert, Wohnen und Arbeiten räumlich voneinander zu trennen und sorgten so für die Ausdehnung des städtischen Raumes. Auch die Zusammenarbeit und Arbeitsteilung der Unternehmen innerhalb einer Metropolregion wird erst durch ein funktionierendes Verkehrssystem ermöglicht. Als Folge sind die in die Breite gewachsenen Städte heute aber mehr denn je auf ein funktionierendes Verkehrssystem angewiesen, sollen Lebensqualität und Arbeitsteilung nicht durch Engpässe wie Staus beeinträchtigt

werden. Zudem spielen angesichts des Klimawandels auch immer stärker ökologische Aspekte des Verkehrs eine größere Rolle. Verkehre sind in großen Teilen für den Ausstoß von Schadstoffen verantwortlich, sorgen in vielen Städten für Smog und tragen negativ zum Klimawandel bei. Smarte Mobilitätskonzepte versuchen daher einerseits, den reibungslosen Verkehrsfluss im Stadtgebiet zu verbessern und andererseits – eng hiermit verbunden – den Schadstoffausstoß zu verringern.

Dringender Handlungsbedarf und ein großes Potential für smarte Technologien besteht bei Hamburgs innerstädtischen Straßenverkehren. Laut Daten des Navigationsherstellers TomTom ist die Hansestadt eine der Stauhauptstädte Deutschlands. Autofahrer benötigen aufgrund von Staus und stockendem Verkehr im Durchschnitt 30%, bei Berufsverkehren sogar 50% mehr Zeit (vgl. TomTom (2015)). Tatsächlich sind laut der größten deutschen Verkehrserhebung "Mobilität in Deutschland" vor allem im Hamburger Berufsverkehr motorisierte Individualverkehre (MIV), also Automobile und Motorräder, das dominierende Verkehrsmittel (vgl. Abbildung 3). So werden etwa 50% der täglich gut 1,5 Millionen berufsbedingten Wege der Hamburger mit dem Automobil oder Motorrad überbrückt.¹ Dabei betrug die durchschnittliche Fahrtzeit und Strecke je Weg 29 Minuten für im Durchschnitt 16 km. Setzt man für die berufsbedingten Wege nun die durchschnittliche Verzögerung von 50% durch Staus und zähflüssigen Verkehr zu den Hauptverkehrszeiten an, kumulieren sich diese Verzögerungen täglich zu rund 125.000 Stunden, die nicht für Familie und Freizeit oder Arbeit zur Verfügung stehen. Die Staukosten sind - wie die Überschlagsrechnung zeigt - beträchtlich: Würde diese Zeit stattdessen gearbeitet, dann könnte das Bruttoinlandsprodukt Hamburgs um etwa 2% im Jahr höher ausfallen.² Hinzu kommen weitere Kosten für die Pendler aus dem Umland, von denen täglich mehr als 320.000 in die Stadt kommen. Auch hier beträgt der Anteil der Autofahrer mehr als 40% (vgl. Holtermann, Otto, Schulze (2013)). Dabei zeigt sich, dass die Autobahnen in den Hauptverkehrszeiten bereits heute stark überlastet sind (vgl. Jahn, Holtermann, Otto, Wedemeier (2015)).

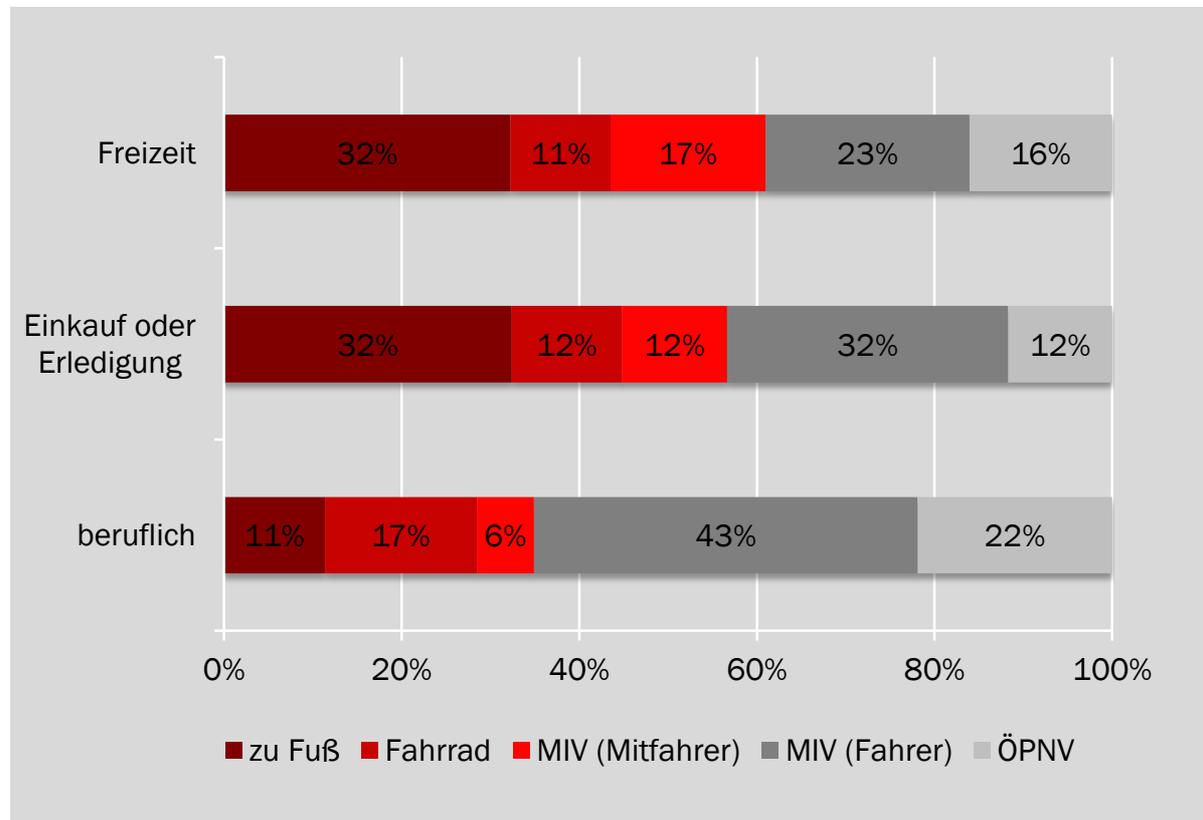
Weitere Kosten des Verkehrs ergeben sich zudem in Form von CO₂-Emissionen. Abbildung 4 zeigt sehr deutlich, dass hier der Straßenverkehr mit einem Anteil von 71% den Großteil der CO₂ -Emissionen im Verkehrsbereich verantwortet. Abbildung 5 zeigt zudem, dass hier wiederum der motorisierte Individualverkehr und vor allem die Berufsverkehre, nicht zuletzt aufgrund der Staus, die höchsten Kosten verursachen. Mit 215g CO₂ pro km für einen einzelnen Fahrer entsprechen die Emissionen einem Benzinverbrauch von 9,1 Liter

¹ Die hier präsentierten Zahlen entspringen der 2010 publizierten Verkehrserhebung "Mobilität in Deutschland 2008". Obwohl die Daten vor 7 Jahren erhoben wurden, ist dies die aktuellste Verkehrserhebung mit detaillierten Informationen zum Verkehrsverhalten in Hamburg. Die vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung in Auftrag gegebene Erhebung wird erneut im Jahr 2016 durchgeführt werden. Mit Ergebnissen ist voraussichtlich 2018 zu rechnen. Gleichwohl deuten Verkehrszählungen der Stadt Hamburg an, dass sich die Zahlen im motorisierten Individualverkehr nicht wesentlich verändert haben (vgl. hierzu Bürgerschaft (2015a)).

² Der Überschlagsrechnung liegen folgende Annahmen zugrunde: Im Jahr stehen ohne Wochenenden und Urlaub etwa 220 Arbeitstage zur Verfügung. Das Arbeitsvolumen in Hamburg betrug im Erhebungsjahr 1,359 Milliarden Arbeitsstunden (vgl. Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2015)). Zudem ist davon auszugehen, dass die Verkehrsteilnehmer sich bei der Wahl des Verkehrsträgers bereits an die Verkehrsverhältnisse angepasst haben. Ein Teil der ÖPNV-Nutzer und Fahrradfahrer wäre bei weniger Staus also u.U. mit dem Automobil unterwegs.

auf 100 km. Für Beifahrer sinkt der Schadstoffausstoß auf das Niveau des öffentlichen Nahverkehrs und damit auf weniger als die Hälfte der einzelnen MIVs. Fahrrad- und Fußverkehre sind als Fortbewegungsarten ohne CO₂-Ausstoß erwartungsgemäß die klimafreundlichsten Alternativen (vgl. infas, DLR (2010)).

Abb. 3: Modal Split nach Verkehrszwecken in Hamburg



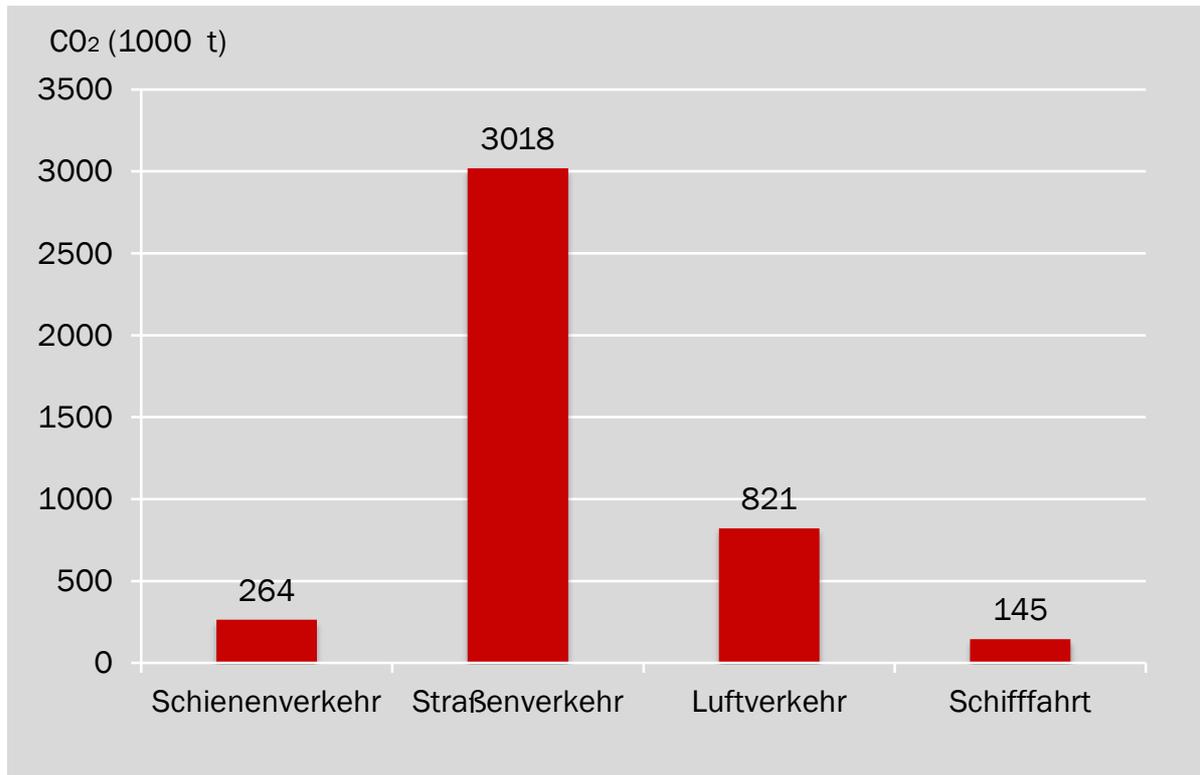
Quellen: infas, DLR (2010).

Smarte Konzepte im Verkehr setzen an zwei unterschiedlichen Stellen an: Zunächst gilt es, durch eine smartere Organisation der ökonomischen Prozesse unnötige Verkehre zu vermeiden. Wirtschaftlich notwendige und gewünschte Verkehre können dann in einem zweiten Schritt zeitsparender und umweltverträglicher organisiert werden.

Eine smarte Stadtplanung sollte daher langfristig versuchen, wo möglich Wohnen und Arbeiten wieder enger zu vernetzen. Um die Zahl der Einpendler zu reduzieren, können auch Arbeitscenter in weiter außerhalb gelegenen Stadtteilen zur Verfügung gestellt werden, die Firmen als Arbeitsplatz für ihre Angestellten dienen. So hat Seouls Administration zehn Smart Work Centers am Stadtrand errichtet, die die städtischen Angestellten als Arbeitsstätte nutzen können. In Amsterdam werden solche Einrichtungen für Unternehmen bereitgestellt, die mit IT-Technik zur Vernetzung und Zusammenarbeit mit den Unternehmenszentralen in der Stadt ausgestattet sind. Auch für Hamburg sind

solche Zentren denkbar: Täglich pendeln mehr als 320.000 Arbeitnehmer in die Stadt. Dabei dominiert vor allem der Pkw-Verkehr, so dass zahlreiche Autobahnen und Bundesstraßen zu den Pendelzeiten überlastet sind. Vor allem im Hamburger Umland könnten moderne Arbeitszentren so einen Beitrag zu weniger Verkehren und einer besseren Vereinbarkeit von Familie und Beruf beitragen.

Abb. 4: CO₂-Austoß (Verkehrsbereich) in Hamburg nach Verkehrsträgern 2012



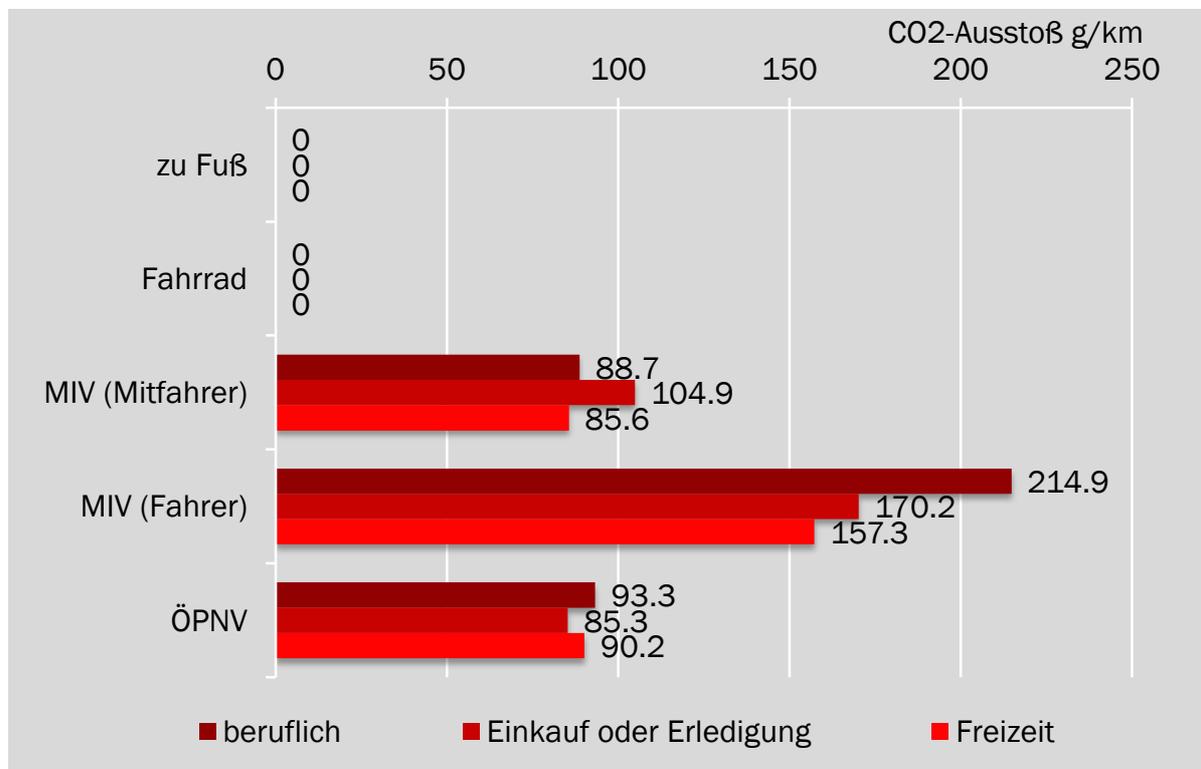
Quelle: Statistikamt Nord(2015).

Eine wachsende Bedeutung haben ökologisch und klimafreundliche Verkehrsmittel und Sharing-Systeme. So sind vor allem öffentliche Nahverkehre weiterhin zu stärken. Hamburgs StadtRAD ermöglicht es den Bewohnern der Hansestadt wie Touristen, sich in der Innenstadt mit dem Fahrrad fortzubewegen. Eine App zeigt Stationen und die dort verfügbaren Leihfahräder. Gleichwohl hat Hamburg im Bereich der klimaneutralen Fahrradverkehre, dies zeigen Vergleiche mit Kopenhagen und Amsterdam sehr deutlich, noch erhebliche Potentiale. Bei Automobilen gibt es unterschiedliche private Anbieter, die die gemeinsame Nutzung von Automobilen im Stadtgebiet erlauben.

Auch für die smartere Organisation der verbleibenden motorisierten Individualverkehre stehen eine Reihe von Instrumenten zur Verfügung: Um Staukosten und damit verbundene CO₂-Emissionen zu vermeiden, bieten sich intelligente Verkehrsleit- und Parksysteme an.

Beiden gemein ist, dass sie die automobilen Stadtverkehre und eventuelle Zeitverluste durch eine intelligente Steuerung des Verkehrsflusses oder eine Reduktion der Suchprozesse reduzieren.

Abb. 5: CO₂-Ausstoß pro km in Hamburg nach Verkehrsmitteln



Quellen: infas, DLR (2010).

Sinnvoll erscheint hier in jedem Fall ein modernes und smartes Parkleitsystem, das es nach heutigem Stand der Technik noch nicht in der Hansestadt gibt. Statt lediglich die Parkplatzsituation in Parkhäusern anzuzeigen, werden in Städten wie Nizza, San Francisco und Los Angeles freie Parkplätze mittels Sensoren erkannt und über spezielle Apps Autofahrern in der Nähe mitgeteilt. zeit- und kostenaufwendige Suchprozesse und dadurch entstehende Verkehrsbehinderungen können so reduziert werden. Daran geknüpfte smarte Parkgebührensysteme tragen sogar zu einer weiteren Optimierung bei (s. Kasten 1).

Moderne Telematik und Sensorik helfen ferner dabei, Verkehrsströme zu erfassen und in Echtzeit durch Anpassungen der Geschwindigkeiten, Ampelschaltungen oder Vorschläge bei der Routenwahl zu entzerren. Hierzu kommunizieren die Automobile mit Teilen der Straßeninfrastruktur über WLAN. Zudem kann die Kommunikation von Telematiksystemen zwischen Verkehrsteilnehmer (Car2Car) zur Unfallvermeidung beitragen und so auch die Sicherheit im Straßenverkehr erhöhen. Der Wirkungsgrad eines

smartem Verkehrsleitsystem hängt freilich davon ab, ob im Stadtgebiet Ausweichstrecken zur Verfügung stehen. Ist dies nicht der Fall müssen flankierend weitere Maßnahmen, wie die Stärkung des ÖPNV und Instrumente wie eine City-Maut, wie sie in London oder Stockholm erhoben wird, erwogen werden.

Kasten 1: Parken in Los Angeles

Um den Block kurvende und nach einem Parkplatz suchende Autos hier und freie Parkplätze in großer Zahl da, - diese auch in anderen Städten zu beobachtende Situation ließ sich in Los Angeles beobachten, bevor es LA Express Park einführte und damit sein Parkleit- und Gebührensystem grundlegend änderte.

Seit Mai 2012 sind die Parkgebühren flexibel. Preise für Parktickets ändern sich in den rund 820 Blöcken der Innenstadt je nach Verfügbarkeit. Werden öffentliche Parkplätze an einem Standort knapp, steigen die Parkgebühren. Mehrten sich die freien Parkflächen, sinken auch die Preise vor Ort. Ziel des dem Prinzip von Angebot und Nachfrage folgenden Gebührensystems ist, dass zu jeder Zeit und an jedem Ort möglichst eine geringe Zahl an Parkplätzen verfügbar ist. Der knappe Parkraum soll möglichst effizient genutzt werden. Die Nutzung der Parkplätze wird durch Sensoren überwacht, die mit dem Server der städtischen Verkehrsbehörde verbunden sind. Basierend auf den Echtzeitdaten berechnet der Computer dann den individuellen Preis für die freien Parkplätze eines Quartiers. Freie Parkplätze werden Autofahrern zudem über eine App auf dem Smartphone mitsamt dem aktuellen Preis angezeigt und erleichtern so die Suche. Zwei Jahre nach Einführung des Systems sind die Erfolge sichtbar. Die durchschnittliche Parkgebühr sank im Vergleich zum Gebührensystem vor 2012. Gleichzeitig stiegen aber die Einnahmen der Stadt, da die vorhandenen Parkplätze intensiver genutzt wurden. Auch die Staubbelastung durch parkplatzsuchende Fahrzeuge konnte verringert werden. (<http://www.laexpresspark.org/>)

Zwar fehlt Hamburg derzeit ein modernes Park- und Verkehrsleitsystem, gleichwohl wurden und werden bereits smarte Konzepte im Bereich Verkehr erprobt. Gegenwärtig findet ein solcher Versuch im Hafengebiet statt: Gemeinsam mit Cisco werden Sensoren, moderne Straßenbeleuchtung und ein Verkehrsleitsystem in einem Smart Road-Projekt getestet. Daneben wurde jüngst die Verkehrsleitzentrale gestärkt und die Entwicklung eines Verkehrsmodells für Hamburg beauftragt, das künftig eine bessere Verkehrsplanung ermöglichen soll. Ferner werden Verkehrsteilnehmer derzeit mittels Apps über die Verkehrsverhältnisse auf Hamburgs Straßen unterrichtet. So zeigt die App *A7-Nord* den Verkehr auf den Straßen in und um Hamburg an, informiert über Baustellen und die Situation an Nadelöhren wie dem Elbtunnel. Auch für den Hamburger Hafen (Smart Port) wurden u.a. für die Lkw- und Schiffsverkehre Apps zur Information und Koordination als auch intelligente Infrastruktur (DIVA) zur Optimierung der Verkehrsflüsse bereitgestellt.

Große Hoffnungen auf eine umweltverträgliche Form der Mobilität haben die Elektromobilität und Hybridantriebe geweckt. So genießen Elektrofahrzeuge für Hamburger Behörden Vorrang und die Hochbahn nutzt Hybrid-Busse, die neben der Wasserstofftechnologie auch einen elektrischen Antrieb nutzen. Diese werden gegenwärtig vor allem auf der Linie 109 im Dauereinsatz erprobt. Ein Schwachpunkt in Hamburg ist jedoch die zu geringe Versorgung mit Elektrotankstellen im Stadtgebiet. Hiermit wird die Verbreitung von Elektromobilen durch ein typisches Muster gehemmt: So lange wenige Elektromobile genutzt werden, lohnen die Investitionen in Ladestellen nicht. Umgekehrt ist der Erwerb eines Elektromobils unattraktiv, solange nicht genügend Ladestationen bereitstehen. Eine Möglichkeit, dieses Koordinationsproblem zu lösen, besteht darin, staatlicherseits den Aufbau der notwendigen Infrastruktur zu organisieren. In Hamburg gibt es derzeit 142 öffentlich zugängliche Ladestellen (vgl. Bürgerschaft (2015b), s. Abbildung 6), die sich vor allem in der Innenstadt konzentrieren. Damit ist die Nutzung von Elektroautos angesichts der geringen Dichte an Ladestationen in weiten Teilen des Stadtgebiets derzeit noch nicht attraktiv. Bis zum Herbst 2016 sollen in Hamburg rund 600 Ladestellen geschaffen werden (vgl. SPD/Bündnis 90-Die Grünen (2015)). Noch ambitionierter ist das E-Mobilitätsprogramm Amsterdams. Die niederländische Metropole möchte noch im Jahr 2015 rund 2.000 E-Tankstellen im Stadtgebiet bereitstellen, um die Verbreitung der Elektromobilität weiter zu fördern. Bis 2018 sind gar 4.000 Ladestationen im Stadtgebiet geplant.

Abb. 6: Ladestationen für E-Mobilität



Quelle: Transparenzportal Hamburg (2015).

Kasten 2: Private Initiativen bei smarten Verkehren

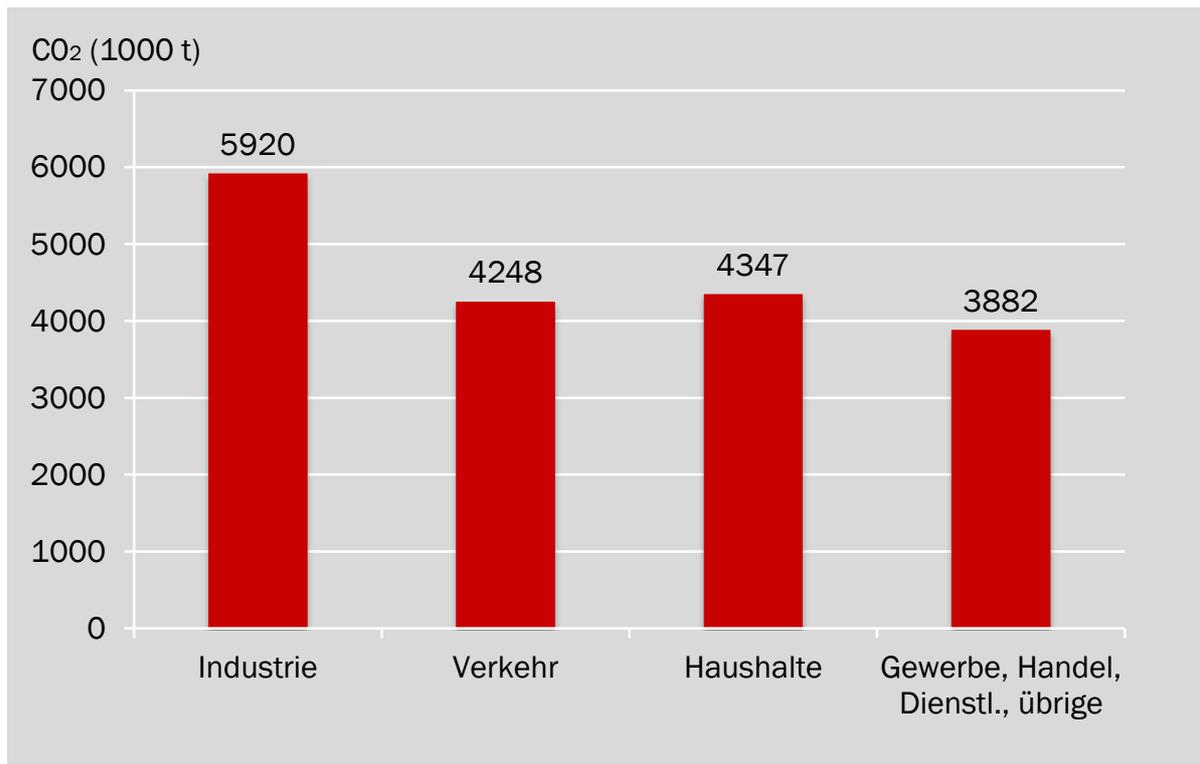
Auch für Bürger und Unternehmen bietet die Digitalisierung neue Lösungsansätze und Planungsinstrumente im Verkehrsbereich. So können Bürger wie auch Verkehrsbetriebe für die USA und zunehmend auch in Europa Busstrecken mit *Remix* (<http://getremix.com>) planen. Die interaktive Software nutzt dabei Zensusdaten und erlaubt es den Nutzern, durch einfache Zeichnung in einen Stadtplan Busrouten zu entwerfen und dabei die entstehenden Kosten der Linie sowie die durch Haltestellen angebundene Bevölkerung zu ermitteln.

Ferner bieten neue Plattformen zur Vernetzung der Bürger eine neue Qualität der Koordination im Verkehrsbereich. Für großes Aufsehen haben zuletzt Angebote von Unternehmen wie *Lyft* und *Uber* gesorgt, durch die Privatpersonen Taxifahrten anbieten können. Auch wenn v.a. das konkrete Angebot von Uber in seiner jetzigen Form nicht rechtskonform zu sein scheint, dürfte es technologisch richtungsweisend sein. So wird mit *Transfix* eine ähnliche Plattform in den USA genutzt, um Warentransporte per Lkw besser zu koordinieren und Leerfahrten zu vermeiden (<http://transfix.io/>). Auch für private Haushalte können mit Hilfe der digitalen Technik die Bildung von Fahrgemeinschaften, z.B. für Arbeitswege der Pendler, ermöglicht werden (<http://www.waze.com>). Hierdurch bieten sich für zahlreiche Metropolen interessante Möglichkeiten, unnötige Verkehre zu vermeiden. In Hamburg beträgt der Anteil der einpendelnden Pkw mit Mitfahrern weniger als 3% (vgl. Holterman, Otto, Schulze (2013)). Fahrgemeinschaften würden die bereits heute in den Morgen- und Abendstunden stark frequentierten Autobahnen entlasten und zum Klimaschutz beitragen.

3.2| Smarte Energie und Umwelt

Klimawandel und knapper werdende Energieressourcen erfordern von Städten eine höhere Energieeffizienz und einen geringeren Schadstoffausstoß. Neben dem Verkehr, der 2012 in Hamburg 23% der gesamten CO₂-Emissionen ausmachte, sind die Haushalte mit 24%, kleinere gewerbliche Abnehmer mit 21% und die Industrie mit 32% weitere Verursacher gewesen (vgl. Abb. 7). Bei einem Gesamtausstoß von 17,7 Mio. t CO₂ im Jahr 2013 beträgt der Ausstoß pro Kopf mehr als 10 Tonnen CO₂ pro Einwohner in Hamburg. Damit liegt Hamburg deutlich über dem Ausstoß anderer Städte wie Berlin, Amsterdam oder Kopenhagen (vgl. Abb. 8). Zwar ist ein Großteil dieser Emissionen auf die industriellen Aktivitäten im Stadtgebiet zurückzuführen, doch selbst wenn man diese komplett weglasse, würde Hamburgs CO₂-Ausstoß höher als in den anderen Städten ausfallen.

Abb. 7: Hamburger CO₂ - Emissionen nach Verursachern 2012



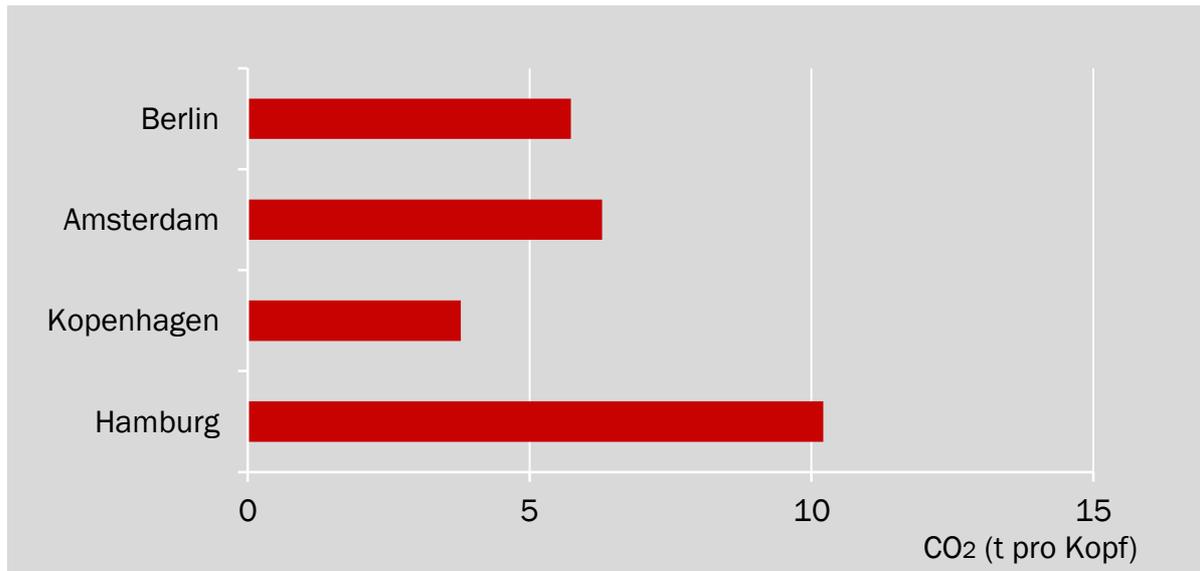
Quelle: Statistikamt Nord (2015c).

Der Senat hat den 2013 ausgegebenen Masterplan Klimaschutz Ende 2015 durch den neuen Hamburger Klimaplan ersetzt. Im alten Masterplan war vorgesehen, den jährlichen CO₂-Ausstoß bis 2020 gemäß der bundesdeutschen Ziele um 40% gegenüber 1990 und damit auf etwa 7 Tonnen CO₂ pro Kopf zu reduzieren. Die Zahlen für das Jahr 2013 zeigten bereits, dass das Zwischenziel für 2020 kaum erreichbar war. Hierfür hätten bis 2020 CO₂-Reduktionen von jährlich knapp 7 % erreicht werden müssen. Mit der Inbetriebnahme des Kohlekraftwerks Moorburg Ende 2015 ist dieses Ziel in weite Ferne gerückt. Der neue Hamburger Klimaplan setzt als neues Ziel für das Jahr 2030 eine 50 prozentige CO₂-Reduktion gegenüber dem Referenzjahr 1990. Bis 2020 sollen 2 Mio. t CO₂ eingespart werden. Dieses neue Ziel ist zwar weniger ambitioniert als das Ziel des alten Masterplans, angesichts der bisherigen Erfolge und angesichts der Inbetriebnahme Moorburgs jedoch eine große Herausforderung (vgl. Abb. 9). Auch zwischen 2020 und 2030 müssen immerhin jährliche Einsparungen von rund 4,5% erbracht werden. Bis 2050 sollen unverändert nur 20% der Emissionen von 1990 oder rund 2 Tonnen CO₂ pro Einwohner emittiert werden. Dieses langfristige Ziel wird als wichtiger Beitrag zum Klimaschutz bzw. zur Einhaltung des 2°C-Erderwärmungsziels angesehen (vgl. hierzu Bürgerschaft (2013), Behörde für Umwelt und Energie (2015)).

Um die gesteckten Klimaziele zu erreichen, sind mehrere Anpassungsstrategien notwendig. Zum einen können die im Klimaplan avisierten Anpassungen im

Verkehrsbereich, beispielsweise die bereits erwähnte Senkung des Anteils motorisierten Individualverkehre bzw. die Stärkung der Radverkehre und des ÖPNVs - wie im neuen Klimaplan vorgesehen - einen Beitrag leisten. Zum anderen sind auch bei der Strom- und Wärmegewinnung, die einen wesentlichen Anteil des CO₂-Ausstoßes verursacht, durch den Einsatz erneuerbarer Energien weitere Beiträge zur Erreichung der Klimaziele notwendig. Eine große Rolle für eine erfolgreiche Anpassung wird künftig aber insgesamt auch die Vermeidung von Emissionen durch einen effizienteren Energieverbrauch sein.

Abb. 8: CO₂ - Ausstoß in Metropolen 2013*



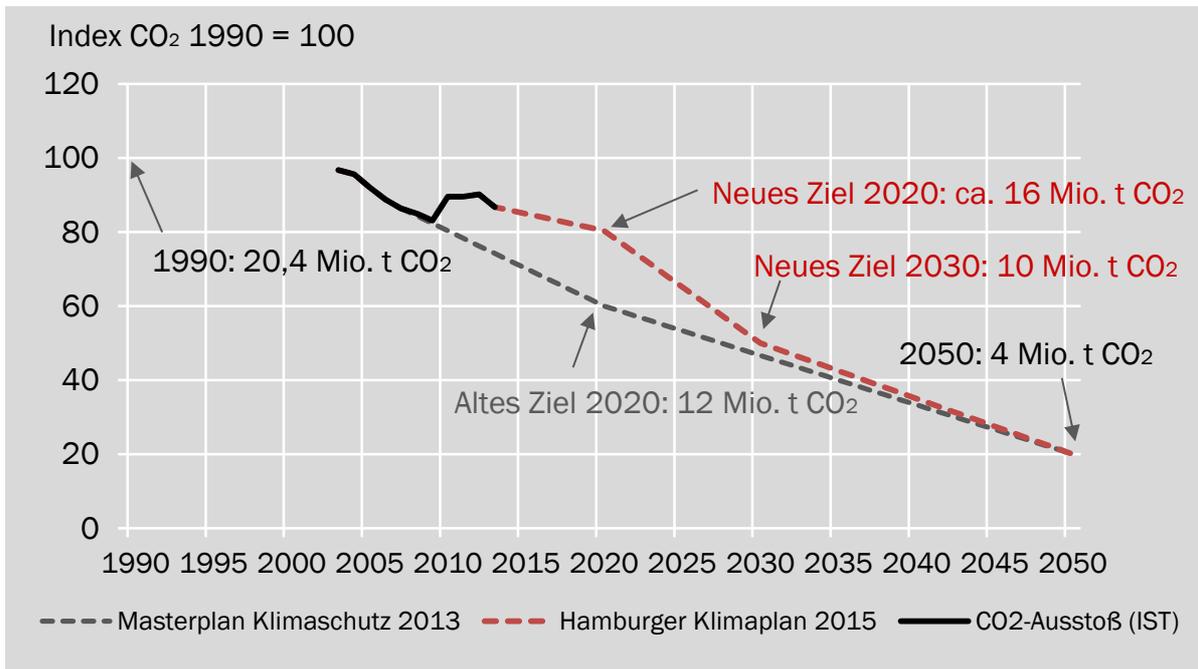
Quellen: Gemeinde Amsterdam (2015); COWI (2014); Behörde für Umwelt und Energie (2015); Statistikamt Nord (2015a); Statistik Berlin Brandenburg (2015); eigene Berechnungen.

* Berlin: Werte 2012

Die Stromerzeugung aus regenerativen Quellen stützt sich in Hamburg vor allem auf die Solarenergie, Windenergie sowie die Verwertung von Biomasse. Hier liegen auch weiterhin Steigerungspotentiale. Abbildung 10 zeigt den Stand und Aufwuchs bei der regenerativen Energieerzeugung. Dabei verfolgt Hamburg das Ziel, vor allem im Bereich der Windenergie größere Fortschritte zu erzielen. Bis 2020 soll die Leistung des Jahres 2013 laut Masterplan verdoppelt werden. Dieses Vorhaben soll sowohl durch neue Anlagen als auch durch den Ersatz bestehender Anlagen durch modernere Technologie (Repowering) erreicht werden.

Einsparungen sind auch beim Verkehr und bei Gebäuden möglich und nötig. Die Stärkung des ÖPNV durch neue Bahnlinien und der angestrebte Anteil von 50% Elektromobilen im staatlichen Fuhrpark weisen in die richtige Richtung.

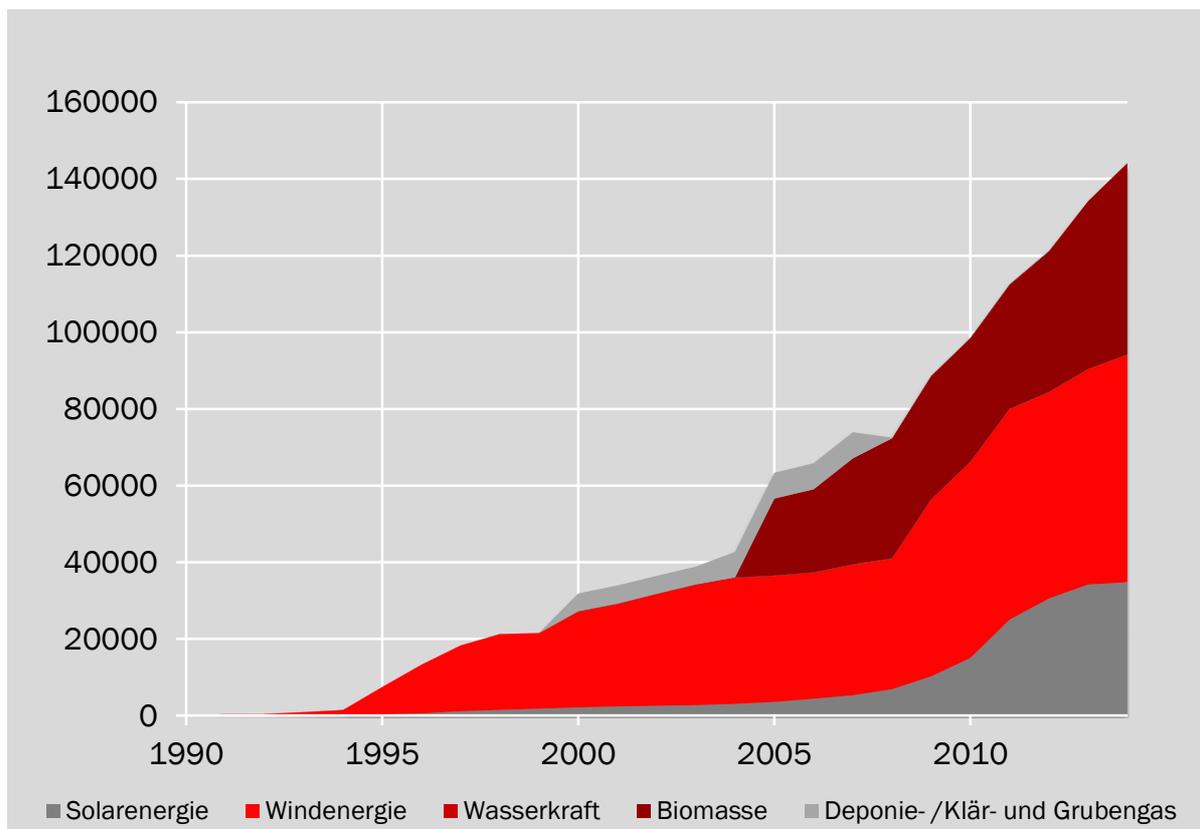
Abb. 9: Hamburger CO₂ - Ziele im Zeitablauf



Quellen: Bürgerschaft (2013); Behörde für Umwelt und Energie (2015).

Verbesserungen sind auch in den Wohnquartieren erforderlich. Dies kann durch dezentrale, smarte Energieerzeugung und Stromnetze und durch Verringerungen bei Wärmeverlusten der Gebäude geschehen. Zum einen sollen künftig hierzu kleinere dezentrale Blockheizkraftwerke gebaut werden (vgl. Bürgerschaft (2013)). Letztere können neben der Energieerzeugung die entstehende Wärme auch in der Nähe befindlichen Gebäuden zur Verfügung stellen und haben somit erhebliche Effizienzpotentiale ggü. der separaten Erzeugung von Strom und Wärme, da Leitungsverluste verringert werden. Gleichmaßen können diese dezentralen Einheiten auch beim Lastenmanagement, also der Bewältigung von witterungsbedingten Fluktuationen der Einspeisungen, künftig stärker eingesetzter regenerativer Energiequellen (v.a. Sonne und Wind) behilflich sein. Insgesamt bieten *Smarte Energie- und Wärmenetze*, also digital gesteuerte kleinräumige Stromerzeugungs- und Verbrauchsnetzwerke erhebliche Potentiale für die Energieeinsparung. In Kombination mit smarterer Haustechnik und *Smart Metering* ermöglichen sie Haushalten - wie der Modellversuch *E-Energy* gezeigt hat - Stromeinsparungen von bis zu 10%. Für Unternehmen ergeben sich teils noch höhere Einsparpotentiale von bis zu 20% (vgl. hierzu Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014)). Die Effizienzpotentiale werden dabei v.a. durch eine bessere Netzsteuerung und Netzauslastung, als auch durch eine bessere Information über Kosten und Preise (Smart Metering) und daran geknüpfte, teils automatisierte Verhaltensoptimierungen der Verbraucher erreicht.

Abb. 10: Entwicklung der regenerativen Energieerzeugung in Hamburg in MWh



Quellen: Energieportal Hamburg (2015); eigene Berechnungen.

Zum anderen sind künftig auch große Einsparpotentiale bei der Heiztechnik und Wärmedämmung von Gebäuden in Hamburg zu realisieren. Bei der Wärmedämmung sind mit der Hamburger Klimaschutzverordnung bereits gesetzliche Rahmenbedingungen geschaffen worden, um die Bauten in der Hansestadt energetisch nachhaltiger machen. Auch mit der Energieeinsparverordnung (EnEV 2014), die ab 2016 ihrer zweiten Stufe erneut höhere Anforderungen stellt, hat der Bund parallel einen ordnungspolitischen Rahmen für weitere Fortschritte bei der energetischen Sanierung der Gebäude gesetzt.

Kasten 3: Klimaneutrales Kopenhagen 2025

Eines der ehrgeizigsten Klimaziele hat sich die dänische Hauptstadt Kopenhagen gesetzt. Vom Jahr 2005 bis zum Jahr 2025 möchte sie die CO₂-Emissionen um rund 50% reduzieren und damit ab 2025 klimaneutral sein. Gelingt der Plan, wird Kopenhagen dann mit etwa 1,2 Mio. t pro Jahr nicht mehr CO₂ emittieren, als anderswo durch Ausgleichsmaßnahmen eingespart wird. Zur Umsetzung dieses ambitionierten Zieles werden Maßnahmen in allen Bereichen und Gruppen des städtischen Lebens ergriffen. Der Hauptteil der CO₂-Einsparungen, knapp drei Viertel, soll durch Einsparungen im Bereich der Energieerzeugung erzielt werden. Vor allem die Umstellung von Kohle auf Biomasse und der verstärkte Einsatz von Windkraftwerken soll dies bewirken.

Daneben geht die Stadt mit Investitionen bei öffentlichen Gebäuden und der Infrastruktur voran. Auch die Bürger der Stadt sollen einen Beitrag zur Erreichung des Zieles erreichen: So soll der Fahrradverkehr auf einen Anteil von 50% gesteigert werden. Auch die Haushalte sollen im Wohnbereich 10% weniger elektrische Energie von 2010 bis 2025 verbrauchen (vgl. City of Copenhagen (2012)).

Nach derzeitigem Stand ist die Erreichung des Ziels realistisch. In Kopenhagen sollten laut Plan 2015 rund 20% der Emissionen des Jahres 2005 eingespart werden. Die Reduktion betrug trotz eines Bevölkerungswachstums von 15% schon ein Jahr zuvor 31% (vgl. The Local (2015)).

3.3 | Die Smart City smart organisieren: Smarte Stadt, smarte Bürger und smarte Unternehmen

Angesichts der Vielzahl neuer Möglichkeiten und Herausforderungen, die die digitalen Technologien in den Städten bereitstellen, bedarf es einer klaren, aber gleichwohl anpassungsfähigen Strategie, wie die Smart City entwickelt werden soll. Dabei geht es nicht nur um technologische Fragen, auch politisch ist zu klären, wie viel Digitalisierung die Bürger wünschen (s. hierzu auch Kasten 5) und wie die Smart City finanziert werden soll. Mit der Anfang des Jahres gegründeten *Leitstelle Digitale Stadt* hat Hamburg eine für die Koordinierung und Organisation wichtige Institution bereits eingerichtet.

Eine wesentliche Bedingung für eine sich erfolgreich entwickelnde Smart City sind zudem Bürger und Unternehmen, die sich aktiv in die Belange der Stadt einbringen und die Smart City mit- und weiterentwickeln. Die Digitalisierung ermöglicht dabei, die Bürger aktiv in stärkerem Maße und einfacher über E-Government in Planungsprozesse einzubeziehen. Dabei wird es künftig stärker darum gehen, den Bürgern nicht nur wie bisher Raum für Widerspruch zu geben, sondern verstärkt auch die Ideen der Bürger für Maßnahmen und Verbesserungen in den Planungsprozess der Stadt einfließen zu lassen. Der Lohn einer

stärkeren Einbeziehung der Bürger sind eine höhere Identifikation der Bürger mit der Stadt und ihrem Wohnquartier und eine insgesamt zufriedener Stadtgesellschaft (für zahlreiche Beispiele in New York vgl. Lehmann-Reupert (2013)). Studien aus der Glücksforschung zeigen zudem, dass lokale Abstimmungs- und Beschlussverfahren die Zufriedenheit der Bürger mit der regionalen Politik deutlich anheben (vgl. Frey/Stutzer (2002)).

Wesentliche Voraussetzung hierfür ist, dass die Bürger einer Stadt Zugang zu wesentlichen Daten und Vorgängen einer Stadt haben. Zahlreiche dieser Daten bietet das Hamburger Transparenzportal (<http://transparenz.hamburg.de>) bereits. Es zeigt nicht nur Verwaltungsvorgänge an, sondern stellt auch eine Vielzahl an Datensätzen zu städtischen Vorgängen, wie z.B. die Entwicklung der Bodenrichtwerte, Lärmemissionen von Straßen, Wohnungsbaupotentiale und vieles mehr zur Verfügung. Wünschenswert wäre zusätzlich zu diesem Informationsangebot ein öffentliches, digitales Beschwerde- und Ideenmanagement, wie es beispielsweise in Berlin (<https://mein.berlin.de>) München (<http://www.muenchen-mitgestalten.de/>) in einer privaten Initiative bereitgestellt wird. Auch digital durchgeführte Umfragen und Abstimmungen (E-Partizipation) könnten bei der Findung und Auswahl smarter und für die Bürger nützliche Projekte im Stadtgebiet zukünftig behilflich sein.

Die modernen Kommunikationsnetze erlauben es heute schon, dass Bürger, Unternehmen und Stadtverwaltung online leichter und zeitsparender in Kontakt miteinander treten können. In diesem Bereich stellt Hamburg mit dem *Hamburg Gateway* bereits ein leistungsfähiges Angebot bereit, das die Erledigung unterschiedlichster Amtsgeschäfte und Anliegen online ermöglicht und bundesweit zu den führenden Angeboten gezählt wird (vgl. Wiegandt, Höhn et al. (2015)).

Gleichzeitig tragen diese smarten Angebote nur dann Früchte, wenn die Bewohner der Stadt sie möglichst zahlreich nutzen können und wollen. Auch die smarte Infrastruktur ist darauf angewiesen, dass möglichst viele Personen im städtischen Raum mit der Infrastruktur interagieren und damit überhaupt eine effiziente Koordination und Nutzung des städtischen Raumes und Skaleneffekten ermöglichen. Für das Gelingen der Smart City ist ein leistungsfähiger, mobiler Zugang zur digitalen Welt und leistungsfähiger Breitbandnetze daher eine wichtige Voraussetzung. Einige Städte haben daher bereits damit begonnen, öffentliche und kostenlose Zugänge zum Internet bereitzustellen (s. Kasten 4 zum öffentlichen Internet in New York). Auch für Hamburg haben die Regierungsparteien die Absicht bekundet, ein solches Angebot auszubauen. Hierzu muss für private und gewerbliche Anbieter jedoch zunächst Rechtssicherheit geschaffen werden. Gegenwärtig läuft ein Gesetzgebungsverfahren auf Bundesebene, das bestehende rechtliche Unklarheiten, v.a. die Frage der sogenannten „Störerhaftung“, klären soll (vgl. SPD/Bündnis 90-Die Grünen (2015)). Auch zu klären ist die Frage des Datenschutzes. Da die Bürger bei der Kommunikation mit der städtischen Infrastruktur Spuren hinterlassen, ist die Erstellung detaillierter personalisierter Datenprofile möglich. Hier sollte ein klarer rechtlicher Rahmen zur Erhebung und Verwendung der Daten gesetzt werden, um die Akzeptanz und Bereitschaft zur Nutzung smarter Angebote zu erhöhen.

Kasten 4: Öffentlicher Internetzugang New York

Ein öffentlicher Highspeed (Gigabit)-Internetzugang für alle, Telefongespräche in die USA, Ladestationen für Mobiltelefone, Notrufe sowie ein digitaler Zugang zu Behörden zur einfachen Erledigung behördlicher Fragen, dies soll LinkNYC allen New Yorkern und Touristen der US Metropole unentgeltlich bieten. Hierzu werden in den fünf Bezirken der Stadt etwa 10.000 Zugangspunkte (sogenannte Links) ab 2015 errichtet. Realisiert wird diese kostenlose und umfassende Kommunikationsanbindung als Public-Private-Partnership-Projekt. Die Finanzierung des Angebots erfolgt durch Werbeeinnahmen.

Mit dem öffentlichen Angebot möchte die Stadt einkommensschwachen Haushalten Zugang zur digitalen Welt geben. Gleichzeitig erhofft sich New York neue Einnahmequellen und Arbeitsplätze und eine verbesserte Kommunikation zwischen Bürgern und Verwaltung.

Bei der Umsetzung der Smart City ist die Stadt Hamburg auch auf das Engagement und die Investitionen und Dienstleistungen von internationalen und regional ansässigen Unternehmen angewiesen, die über die Technologie und das spezifische technologische Know-how verfügen. Dabei zeigen andere Infrastruktur und Netzwerkbranchen, wie der schienengebundene Verkehr, Strom- und Telekommunikation, dass angesichts der hohen Investitionskosten (Markteintrittskosten) und angesichts der Risiken aufgrund des hohen Innovationstempos im Bereich der digitalen Technologien nicht mit zahlreichen Anbietern und daher auch nicht mit einem intensiven Wettbewerb zu rechnen ist. Auch deshalb kommt dem Stadt - neben der Stadtplanung selbst - eine wichtige koordinative Aufgabe bei der Organisation der Smart City zu. Eine Möglichkeit die smarte Infrastruktur unter staatlicher Planung zu ermöglichen, besteht in Public-Private-Partnership-Programmen (PPP), die eine Verteilung der Investitionsrisiken und gleichzeitig eine möglichst effiziente Bereitstellung der Güter durch Unternehmen erlauben. Dabei sollten die so finanzierten Projekte vor allem der städteplanerischen Vision der Stadt folgen. Dabei wächst der Erfahrungsschatz solcher Kooperationen im Bereich smarterer Technologien kontinuierlich (vgl. hierzu Probst, Monfardini, Frideres et al. (2013) und Kasten 4).

Ein künftig immer wichtiger werdender Punkt bei der wettbewerblichen und effizienten Organisation der Smart City sind Eigentumsrechte an den für die Optimierung notwendigen Daten und Nutzerprofilen oder an der hierfür benötigten Infrastruktur. Dabei sollte Acht darauf gelegt werden, dass bei der Steuerung der urbanen Aktivitäten Dienstleister im Wettbewerb zueinander stehen und natürliche Monopole verhindert werden. So wirkt nicht nur die teure Infrastruktur als Markteintritts- und damit als Wettbewerbsbremse, da sie von neuen Anbietern erst installiert werden muss, bevor diese Dienste anbieten können. Ähnlich kann es aber auch neuen Anbietern ergehen, die nicht wie die bereits am Markt agierenden Unternehmen über die für die Optimierung

erforderlichen Daten und Nutzerprofile verfügen können. Der Staat sollte daher dafür sorgen, dass kritische Infrastruktur und Daten- und Nutzungsprofile allen Anbietern zugänglich sind, so dass diese in Wettbewerb zueinander treten können.

Das rapide Tempo bei den digitalen Technologien sowie konkurrierende Verfahren und Standards werfen zudem die Frage, welche Technologie bzw. welches smarte Konzept am nützlichsten für die Stadt wäre. Oftmals kann diese Frage nicht vorab beantwortet werden. Eine wichtige Rolle spielen hier Experimente, in denen Technologien im Alltag auf ihre Praxistauglichkeit getestet und mit anderen Ansätzen verglichen werden. Hier sind städtische Räume für kontrollierte Experimente (*City Labs*) wie Hamburg sie in Form der IBA 2013, dem Smart Road-Projekt im Hafen, Hybridbussen im Nahverkehr oder auch bei den Fahrradstraßen und -zählstationen an der Alster bereits kennt, unverzichtbar. Ebenso wird die Einrichtung des CityScienceLabs an der HafenCity Universität bei der wissenschaftlichen Begleitung und Lösung zahlreicher Fragen zur Smart City Hamburg behilflich sein.

Kasten 5: Songdo - Eine Smart City vom Reißbrett

Das am Reißbrett entstandene *Songdo*, eine Erweiterung der Stadt Incheon, rund 60 km südwestlich von Seoul/Südkorea, ist eine der am weitesten entwickelten Smart Cities der Welt. Das von einem amerikanisch-südkoreanischem Konsortium finanzierte Bauvorhaben wurde auf einer etwa 80 Hektar großen Fläche errichtet, die dem gelben Meer abgetrotzt wurde. Unweit vom Flughafen Incheon gelegen wirbt die Stadt damit, ein *Global Business Hub* zu sein, von dem weite Teile Asiens in weniger als 3 Stunden erreichbar sind. Songdo bietet neben Büro- und Laden- auch zu einem guten Drittel Wohnflächen an und beherbergt 75.000 Einwohner (vgl. www.songdo.com (4.7.2015)).

Das städtische Leben in Songdo wird durch moderne Technik begleitet: Kameras und Sensoren erfassen das öffentliche und private Leben in weiten Bereichen und sollen so der Stadtverwaltung eine hocheffiziente Bewirtschaftung und Steuerung der Stadt erlauben. Hierfür werden mittels der Technik detailreiche Bewegungs- und Verhaltensprofile der Bewohner bis in den Wohnbereich hinein erstellt, ausgewertet und für die Steuerung der Stadt genutzt.

Songdo stellt sicherlich einen interessanten Feldversuch dafür dar, welchen Beitrag Technologie zur Wirtschaftlichkeit von Städten und dem Nutzen ihrer Bewohner leisten kann. Der hierfür benötigte Informationsbedarf – Big Brother lässt grüßen – scheint dabei bedenklich. Allerdings steht es potentiellen Bewohnern frei, die Vor- und Nachteile abzuwägen und sich für oder gegen die neue Stadt zu entscheiden. Ob das Ausmaß an Überwachung politisch wie ethisch in bereits bestehenden Städten akzeptiert und adaptiert werden wird, bleibt abzuwarten.

4 | Schlusswort

Die Digitalisierung der Stadt Hamburg ist bereits in vollem Gange und national wie international in vielen Bereichen wettbewerbsfähig. Gleichwohl steht die Digitalisierung aller Lebensbereiche weltweit erst in den Startlöchern und der technologische Fortschritt erweitert die Möglichkeiten der Smart City stetig. Die kontinuierliche Fortentwicklung der Strategie Digitale Stadt ist daher ein wichtiger Schlüssel für eine den Bürgern dienende Smart City. Smarte Technologien haben dabei das Potential, zur Lösung der Probleme der wachsenden Stadt Hamburg beizutragen. Die Fortentwicklung der Smart City ist dabei nicht allein eine Staatsaufgabe. Vielmehr bedarf es des intensiven Dialogs und der Zusammenarbeit von Staat, Bürgern und Unternehmen, um die großen Potentiale der Digitalisierung zu nutzen und nicht zuletzt angesichts wachsender Einwohnerzahlen die derzeitigen Herausforderungen im Verkehrs- und Energiebereich zu meistern.

Literatur und Quellen

Behörde für Umwelt und Energie (2015): Senat beschließt Hamburger Klimaplan, <http://www.hamburg.de/pressearchiv-fhh/4651054/2015-12-08-bue-klimaplan/>.

Bettencourt, L. (2013): The Origins of Scaling in Cities, Science 21 June 2013, Vol. 340, no. 6139, pp. 1438-1441.

Brookings/ESADE (2014): Getting smarter about smart cities, Washington.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2013): Mitteilung des Senats an die

Bürgerschaft - Masterplan Klimaschutz – Zielsetzung, Inhalt und Umsetzung, Drucksache 20/8493, Hamburg.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2015a): Drucksache 21/253, Hamburg.

Bürgerschaft der Freien und Hansestadt Hamburg (2015b): Drucksache 21/569, Hamburg.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014): Smart Energy made in Germany - Erkenntnisse zum Aufbau und zur Nutzung intelligenter Energiesysteme im Rahmen der Energiewende, Berlin.

City of Copenhagen (2012): CPH 2025 Climate Plan, City of Copenhagen - Technical and Environmental Administration, Kopenhagen.

Cohen, B. (2013): The 10 Smartest Cities In Europe, <http://www.fastcoexist.com/3024721/the-10-smartest-cities-in-europe> und <http://www.fastcoexist.com/3021661/the-smartest-cities-methodology>, Fast Company.

COWI (2014): Kobenhavns Kommune: CO₂-Regnskab for 2013, Kopenhagen.

Desouza, K. (2014): The intelligent City, in Atlas of Cities, ed. Paul Knox, Princeton University Press.

European Commission - Directorate General for Regional Policy (2011): Cities of tomorrow - Challenges, visions, ways forward, Luxembourg.

Frey, B. S., Stutzer, A. (2000): Happiness, Economy and Institutions, The Economic Journal, Volume 110, Issue 466, S. 918–938, October 2000.

Gemeente Amsterdam (2015): Amsterdam in cijfers 2015, Onderzoek, Informatie en Statistiek, Amsterdam.

Holtermann, L., Otto, A.H., S. Schulze (2013): Pendeln in Hamburg, HWWI Policy Paper 83.

Iamsterdam (2015): <http://www.iamsterdam.com/en/media-centre/city-hall/dossier-electric-transport/electric-transport-facts-figures>, Datum: 10.12.2015.

IBA Hamburg GmbH (2014): Stadt in der Stadt bauen, Uli Hellweg (Hrsg.), Jovis, Hamburg.

Lehmann-Reupert, S. (2013): Von New York lernen, Hatje Cantz.

infas, DLR (2010): Mobilität in Deutschland 2008, Berlin.

Montgomery, C. (2013): Happy City: Transforming our lives through urban design, Farrar, Straus and Giroux.

Probst, L., Monfardini, E., Frideres, L., et al. (2013): Public Private Partnerships - Large-Scale Demonstrators & Small-Scale Testing Units, European Commission.

SPD/Bündnis 90 - Die Grünen (2015): Koalitionsvertrag Hamburg 2015-2020, Zusammen schaffen wir das moderne Hamburg.

Statistik Berlin Brandenburg (2015): Energie- und CO2-Bilanz in Berlin 2012, Statistischer Bericht E IV 4 – j / 12, Berlin.

Statistikamt Nord (2015a): Statistisches Jahrbuch für Hamburg, 2015.

Statistikamt Nord (2015b): <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/link/tabelleErgebnis/12421-0003&sachmerkmal=BEVPR2&sachschluessel=BEVPROG02>

Statistikamt Nord (2015c): Energiebilanz und CO2-Bilanzen für Hamburg 2012, Hamburg.

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2015): <http://www.vgrdl.de/VGRdL/tbls/tab.asp?rev=RV2014&tbl=tab19&lang=de-DE>

The Local (2015): Copenhagen on bumpy road to carbon neutrality, 16 Juli 2015, <http://www.thelocal.dk/20150716/copenhagen-faces-bumpy-road-to-carbon-neutrality>

TomTom (2015): https://www.tomtom.com/en_gb/trafficindex/#/list

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015): World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, (ST/ESA/SER.A/366).

UN Habitat (2015): www.unhabitat.org/urban-themes/energy/, (Stand: 17. Juli 2015)

Wiegandt, C., Höhn, A. et al. (2015): Deutschlands Städte werden digital, Hrsg. PriceWaterhouseCoopers.