

Typologien räumlicher Auswirkungen der Digitalisierung

Radostina Radulova-Stahmer

(Radostina Radulova-Stahmer, Dipl.-Ing. Architect, Institute of Urbanism, TU Graz, Austria/ Institute of Urban and Landscape Design, Department of Urban Neighbourhood Planning, Karlsruhe Institute for Technology (KIT), Germany; radulova-stahmer@tugraz.at)

1 EINFÜHRUNG

Im urbanen Zeitalter, in dem bereits die Hälfte der Weltbevölkerung in Städten lebt, aber auch vor dem Hintergrund der Klimakrise ist die Gestaltung der digitalen, räumlichen Transformation der Städte von besonderer Bedeutung. So stellt das Konzept der Smart City im Zuge der Digitalisierung einen Wendepunkt der Entwicklung und Weiterentwicklung, bzw. Transformation von Städten dar. Dies ist von besonderer Bedeutung, da sich die Digitalisierung mit immer kürzeren Innovationszyklen und ihren vielschichtigen Folgen rapide ausdehnt und weitreichende, teilweise unerwartete Veränderungen verursacht. Die stadtrelevanten Disziplinen¹ – wie Städtebau, Stadtplanung, Landschaftsarchitektur oder Raumplanung – sind mit neuen Schwierigkeiten konfrontiert, die räumlichen Auswirkungen auf unterschiedliche Raumkategorien zu erfassen und zu planen, obwohl die Folgen kaum abgesehen werden können.

Das Smart-City-Konzept, mit den entsprechenden technologischen Systemen der Informationsverarbeitung, wird zunehmend, global eingesetzt (Roland Berger 2019), um den aktuellen urbanen Herausforderungen, wie Klimakrise, urbane Hitzinseln, Abfallgewältigung, Versiegelung oder Zersiedelung um nur einige zu nennen, zu begegnen. Doch durch Individualisierung in der Netzwerkgesellschaft und durch die massive Ausweitung der Nutzung digitaler Informations- und Kommunikationstechnologien (IKTs) in allen Lebens- und Arbeitsbereichen entstehen vermehrt sichtbare Transformationsdynamiken in Folge der Digitalisierung, die sich im Raum abbilden und diesen wesentlich verändern. (Soike et al. 2019, Radulova-Stahmer 2019, Engelke et al. 2019) Globale IKT-Unternehmen bieten zunehmend digitale Lösungen für die Städte der Zukunft, ohne dabei stadt-räumliche Konsequenzen zu berücksichtigen. Dabei sind die räumlichen Auswirkungen digitaler Technologien schon heute zu beobachten. Es gilt die räumlichen Risiken zu vermeiden und gleichzeitig die Chancen der Digitalisierung für den Stadtraum zu nutzen.

Wenn verschiedene Technologien im Quartier eingesetzt werden, dann unterscheiden sich die Stadträume in ihrer Wahrnehmung, Flächenverteilung, Nutzung, Dimensionierung aber auch in ihrer physischen Gestalt von konventionellen Quartiersräume ohne den Einsatz digitaler Technologien. Es wird folgenden Fragen nachgegangen: Wie verändert Digitalisierung den physischen Stadtraum? Auf welche Art und Weise wirken Technologien auf den Stadtraum? Welche Muster der räumlichen Raumwirksamkeit von Technologien lassen sich erkennen und welche Typologien können gebildet werden?

Keywords: Smart City, typology, urbanism, digitisation, urban space

2 VORGEHEN

Die Typenbildung dient als Strategie, um die Datensätze der leitfadengestützten Expertinnen- und Experteninterviews typologisch zu untersuchen, um in der qualitativen Untersuchung von Einzelfällen, die isoliert und singular für sich stehen, Verallgemeinerungen zu finden und diese weiter strukturgebend ordnen zu können.

Die Datensätze aus zwölf leitfadengestützten Expertinnen- und Experteninterviews der Bereiche Wissenschaft, Wirtschaft, Verwaltung und Praxis werden anhand einer qualitativen Datenauswertung mit MaxQDA strukturgebend geordnet, um daraus Typologien der räumlichen Auswirkungen im Bereich Mobilität und Umwelt abzuleiten. Die Typenbildung erfolgt methodisch nach Kuckartz (Kuckartz 2006).

Bei der methodischen Typenbildung handelt es sich um nomothetische Realtypen. Die hier gebildeten nomothetischen oder künstlichen Typen beruhen auf Merkmalen, die mit Hilfe eines Merkmalsraums gefasst werden. Dadurch werden die Typen durch mindestens zwei Merkmale beschrieben. Für die sogenannte künstliche Typologie ist es charakteristisch, dass unterschiedliche Elemente, welche einem Typ angehören, alle die gleichen Merkmale aufweisen müssen. Die Typenbildung wird anhand eines Quadranten mit dichotom ausgeprägten Merkmalen vorgenommen. (Kuckartz 2006)

¹ Die Bezeichnung der einzelnen Disziplinen variiert im deutschsprachigen Raum

Mit der Typenbildung der Raumwirksamkeit wird zunächst untersucht, welche Technologien eine Raumwirksamkeit zeigen. Nach diesen Forschungsfragen richtet sich der Merkmalsraum, bzw. Quadrant.

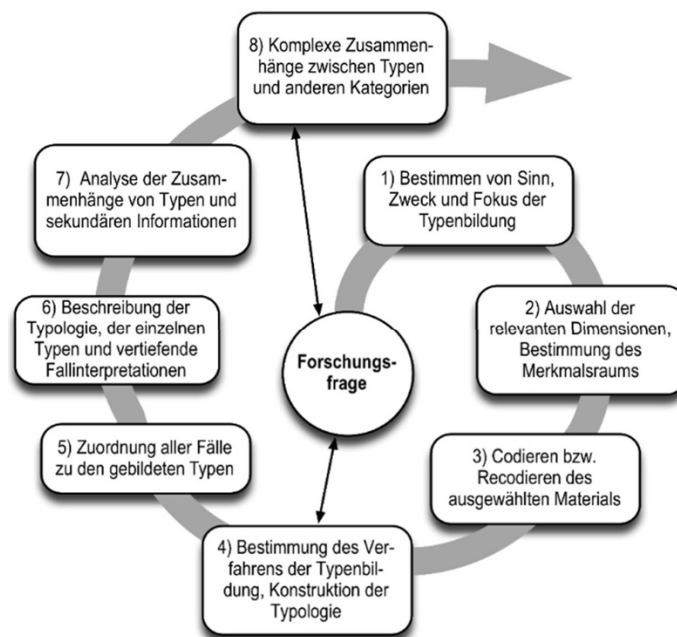


Abbildung 1 Ablauf der typenbildenden qualitativen Inhaltsanalyse. Quelle: Kuckartz, Udo; 2018; Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung

Die Zuordnung von Technologien zu Typen ist probabilistisch. Das bedeutet, dass die Merkmale jedes Typs mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit vorliegen, jedoch nicht mit Sicherheit vorliegen müssen. Als Gütekriterien dienen Reflexion, Dokumentation und methodische Kontrolle der Typenbildung.

ES wird die Raumwirksamkeit digitaler und analoger Technologien in einem Quadranten typisiert. Es entstehen die vier Typen: a) Digitale Technologie mit Raumwirksamkeit, b) Digitale Technologie ohne Raumwirksamkeit, c) Analoge Technologie mit Raumwirksamkeit und d) Analoge Technologie ohne Raumwirksamkeit.

3 RAUMWIRKSAMKEIT VON DIGITALEN UND ANALOGEN TECHNOLOGIEN

In beiden Teilbereichen, Mobilität und Umwelt, lassen sich sowohl quantitative als auch qualitative Veränderungen im Stadtraum durch Technologien nachweisen. Diese Raumwirksamkeiten können Quartiere jeweils positiv, aber auch negativ verändern. Sowohl digitale als auch analoge Technologien haben einen Einfluss auf Mobilität und Umwelt in der Stadt.

Definition und Abgrenzung Raumwirksamkeit von digitalen und analogen Technologien

Als raumwirksam wird eine Technologie verstanden, die eine temporäre oder dauerhafte für Menschen sichtbare, räumliche Veränderung jeglicher Art² im physischen Stadtraum (nicht in Innenräumen) verursacht. Dies gilt unabhängig davon, ob es in der Stadt oder im ländlichen Raum passiert. Beispielsweise können durch ein breites Carsharing-Angebot Menschen vom Eigentum eines PKWs absehen, sodass der Stellplatzbedarf in der Straße verringert wird und die freigewordenen Flächen anders genutzt werden können.

Eine Technologie ist nicht raumwirksam, wenn sie nach ihrer Installation die oben beschriebene Veränderung im Raum nicht aufzeigt und dadurch nicht sichtbar wirksam ist. Als Beispiel kann ein Elektrokabel dienen, das zwar eine physische Komponente hat und bei der Montage sichtbar ist, aber unterirdisch verlegt wird und damit nicht mehr im Stadtraum sichtbar ist. Dazu zählt auch eine Überwachungskamera, die zwar im Stadtraum sichtbar ist, aber keine räumliche Veränderung bewirkt.

² in der Struktur, in der Zugänglichkeit, in der Nutzungsform, oder -intensität, oder in der Wahrnehmung

3.1 Digitale Technologien - Raumwirksam³

Mobilität (Quantitativ)

Flächenbedarf erhöhen bzw. verringern

Technologien wie das automatisierte Fahren könnten sich auf negative Art und Weise räumlich auswirken, indem sie zusätzliche Flächen im öffentlichen Raum beanspruchen, statt den Flächenbedarf für motorisierte Mobilität zu reduzieren, erklärt Reicher (2020). Auch das E-Carsharing, wie beispielsweise in Hamburg mit einer großen free-floating Autoflotte, kann sich räumlich negativ auswirken und zu einer deutlichen Steigerung des MIV auf den Strecken unter fünf Kilometer führen, beschreibt Strüver (2019). In dichten innerstädtischen Bereichen kann es durch E-Mobilität zu einem erhöhten Mobilitätsaufkommen kommen, dies würde räumliche Probleme verstärken. Dadurch könnte der Flächenbedarf für den MIV und für den ruhenden Verkehr wachsen, so betont auch Hinterkörner die negative Auswirkung auf den Stadtraum. Auf der anderen Seite kann die E-Mobilität partiell positive räumliche Auswirkungen haben. Im ländlichen Raum kann mit E-Mobilität die erste und letzte Meile an Hochleistungs-ÖV-Strecken angeschlossen werden, erklärt Hinterkörner (2019). Auch automatisierte Busse können zur Erreichung der ersten und letzten Meile genutzt werden, beschreibt Grabner (2019). Das schafft ein alternatives Mobilitätsangebot zum MIV und kann dazu beitragen, Stellflächen zu reduzieren und sie für die qualitative Nutzung zurückzugewinnen, sagt er.

Nutzungsverdichtung⁴

Es bleibt schwierig, die räumlichen Auswirkungen des automatisierten Fahrens einzuschätzen, da es nicht isoliert betrachtet werden kann, erklärt Hinterkörner (2019). Das automatisierte Fahren wird mit Carsharing-Konzepten erweitert werden. Das könnte zu einer Effizienzsteigerung führen, weil mehr Fahrzeuge auf den gleichen Flächen, in Garagen oder im öffentlichen Raum, parken können, erklärt er. Auch Pernthaler (2019) ist der Meinung, dass das automatisierte Fahren den Stadtraum verändern kann, indem die Fahrzeuge nicht im öffentlichen Raum abgestellt, sondern über eine digitale App gerufen werden. Er beschreibt weiterhin, wie eine Nachbarschaftsapp dazu dienen soll, einen PKW-Stellplatz vielfach zu nutzen, indem er vermietet wird. So kann die Wohnungseigentümerin oder der Wohnungseigentümer über Nacht den Stellplatz nutzen und tagsüber an eine Arbeitnehmerin oder einen Arbeitnehmer vermieten. Dadurch entstehen eine Nutzungsverdichtung und Effizienzsteigerung in der Ausnutzung der Flächen. Weiter kann die Nachbarschaftsapp dazu verwendet werden, um Raumressourcen im Quartier, sowohl im Innenraum als auch im Außenraum zu bespielen, erläutert Pernthaler.

Mehrfachnutzung⁵

Die digital-basierten Sharing-Konzepte, wie E-Car-Sharing, E-Räder oder E-Skooter, jeweils mit der notwendigen Ladeinfrastruktur, reduzieren den MIV, aber intensivieren gleichzeitig die Nutzung des öffentlichen Raums in der Nachbarschaft (Pernthaler, 2019; Hoffer, 2020; Ranegger, 2019). Pernthaler (2019) erklärt weiter, dass mit dem Carsharing-Konzept acht PKWs durch nur ein Sharing-Fahrzeug ersetzt werden können, da die PKWs zu 97% der Zeit abgestellt bleiben und nur für kurze Zeit in Verwendung sind. Sharing-Konzepte in der Mobilität könnten folglich dazu führen, dass in Großstädten Eigentum von Fahrzeugen, wie Autos, Fahrräder oder Skooter, massiv zurückgeht und dadurch deutliche räumliche Raumressourcen, wie Parkplätze und Kellerräume entstehen, erklärt Knieling (2020). Die Fokussierung auf inter- und multimodale Mobilität, wie der multimodale Knoten TIM in Graz, der Carsharing und E-Lastenrad-Sharing beinhaltet, ist in einigen Ländern bei Smart City-Entwicklungen zu beobachten (Hoffer,

³ Codedefinition: Dieser Code wird verwendet, wenn beschrieben wird, wie sich digital-gestützte Technologien in jeglicher Form auf den Raum auswirken und eine Veränderung hervorbringen. Diese Veränderung kann physisch räumlich sein, das heißt der Raum verändert sich in seiner Form, oder aber sie kann sozial sein, das heißt, der Raum verändert sich zwar nicht als euklidischer Raum die Nutzung im Raum erfährt jedoch eine Veränderung. – Ankerbeispiel: „Wenn es zum autonomen Fahren kommen würde und wenn es wirklich dazu führt, dass dann die Anzahl der einzelnen Autos sich verringert, dann könnte das tatsächlich auch für die Stadtplanung einen innovativen Schub bringen. Denn dann würden wir sehr viel Parkraum gewinnen, der aufgelöst werden könnte. Das ist aber eine Entwicklung, die wirklich noch lange in der Zukunft liegt.“ (Knieling, 2020, pos.20)

⁴ Verdichtung derselben Nutzung auf der gleichen Fläche, z.B. mehr Autos auf der gleichen Fläche) und Effizienzsteigerung in der Nutzung der Raumressourcen

⁵ Steigerung der Nutzungsintensität derselben Objekte, z.B. Straßenraum wird für Mobilität, oder für Bürgerinnen- und Bürgerfeste genutzt

2020; Grabner, 2019). Durch die gemeinschaftliche Nutzung des Mobilitätsangebotes kann die Anzahl der PKWs im öffentlichen Raum verringert werden, stellen beide fest. Intermodalität führt zu einer passgenauen und bedarfsgerechten, sowohl räumlich als auch zeitlich effizienten Fortbewegung, sagt Christiaanse (2020). Durch das stationsbasierte Bikesharing entstehen an den Stationen intermodale Schlüsselpunkte für einen Verkehrsmittelwechsel, erklärt er weiter.

Gleichzeitig kann die Technologie negative, räumliche Folgen haben. Technologie-basierte Verkehrsmaßnahmen, wie Gleichschaltung von Ampeln oder Pendlerinnen- und Pendler-Informationen, können den Verkehrsfluss in der Stadt verbessern, sagt Ranegger (2019). Auch Bruns-Berentelg und Gilliard (2020) führen die smarten Ampelsysteme auf, die wartende PKWs registrieren und die Schaltung bedarfsgerecht optimieren. Jedoch kann sich dies räumlich negativ auswirken, wenn die Technologie dazu beiträgt, Verkehrsstaus zu reduzieren und der MIV als Mobilitätsform begünstigt wird, sodass wiederum ein erhöhter Stellplatzbedarf nötig wird, erklären sie.

Mobilität (Qualitativ)

Wahrnehmung und Orientierung im Stadtraum

Durch die dauerhafte Nutzung von Navigationsapps auf mobilen Endgeräten – anstatt sich mithilfe von Stadtplänen, anhand von wesentlichen räumlichen Merkmalen und Identitätsträgern im Raum zu orientieren – verschlechtert sich die räumliche Orientierungsfähigkeit, sagt Nutz (2019). Das führt dazu, dass sich die Menschen auf die Navigation konzentrieren und dadurch den Stadtraum nicht bewusst wahrnehmen, sagt sie weiter. Strüver (2019) beschreibt, wie das Bikesharing in Hamburg niederschwellig mit einer Sharingapp funktioniert. Durch die kostenfreie Nutzung in der ersten halben Stunde würde eine kurzweilige Nutzung der Räder angeregt, sagt sie. Das führt zu einem halbstündigen Wechsel des Leihfahrrades bei längeren Distanzen. Dadurch werden einerseits die Räder gut organisiert an Stationen abgestellt und andererseits ändert das die Aufenthaltsdauer an den Stationen. Es reduziert insgesamt die Bewegungsgeschwindigkeit durch den Straßenraum und erhöht dadurch die Wahrnehmung der Stadt, beschreibt auch Ranegger (2019).

Soziale Sicherheit im Stadtraum (Begegnung, soziale Kontrolle)

In Mehrfamilienhäusern werden in den Treppenhäusern Info-Bildschirme mit den Fahrzeiten des öffentlichen Verkehrs angezeigt, beschreibt Grabner (2019). Dies kann dazu führen, dass sich Menschen weniger im öffentlichen Raum, beispielsweise an der Haltestelle, aufhalten und dadurch einerseits die persönlichen Begegnungen reduziert werden und andererseits die soziale Kontrolle im Stadtraum negativ beeinflusst wird. Verkehrsapps für mobile Endgeräte liefern ortsunabhängig Echtzeitinformationen über Abfahrtszeiten der öffentlichen Verkehrsmittel, sagt Strüver (2019). Das erhöht den Nutzungskomfort und bietet Alternativ-Verbindungen, wenn ein Anschluss nicht erreicht werden kann, beschreibt sie weiter. Allerdings führt diese digitale Technologie räumlich dazu, dass die Passagiere nur kurz an den Haltestellen warten. Wie bei den Info-Bildschirmen im Treppenhaus kann es dazu kommen, dass der Stadtraum an Lebendigkeit verliert und die Sicherheit im öffentlichen Raum verringert wird.

Umwelt (Quantitativ)

Klimasensible Stadt

Klimatologische Maßnahmen, wie intensive Begrünung und versickerungsoffene Oberflächen im öffentlichen Raum, können mithilfe von sensor-basiertem Wassermanagement in ihrer Wirkung verbessert werden, sagt Hoffer (2020). Auch Grabner (2019) beschreibt die sensor-gestützte Bewässerung der Grünflächen im Stadtraum. Durch sie kann die Austrocknung der Grünmasse an heißen Sommertagen vermieden werden und die Bewässerung kann bedarfsgerecht reguliert werden. Das trägt zu klimatischem Komfort im Stadtraum und zur Erhöhung der Aufenthaltsqualität für die Menschen bei. Ein sensor-basiertes Regenwasser-Monitoring misst die Versickerungsfähigkeit und ihre maximale Wasseraufnahmekapazität des Bodens, „um das Regenwassermanagement zu verbessern“, erklärt Christiaanse (2020, pos. 12). Begrünte Dächer sollen zur Regenwasseraufnahme beitragen und Sensoren erfassen den Wasserverlauf in Gebäuden, beschreibt er weiter.

Ferner können Sensoren dazu eingesetzt werden den Wasserstand im Kanal bei Sturmfluten zu registrieren, erklärt Grabner (2019). Dadurch können rechtzeitig Hochwassermaßnahmen aktiviert werden, um eine Überflutung der Straße vorzubeugen. Ranegger (2019) beschreibt Digital-basierte Tunnelbohr-Roboter. Letztere können mithilfe von Sensoren fossile Rohstoffe einsparen, indem weniger Erdmasse bewegt werden

muss, um unterirdische Infrastrukturen zu verlegen oder zu reparieren, sagt er. Bei der Bohrung wird mit geolokalisierten Daten ein UIM (Urban Information Modelling) angelegt, sodass Reparaturen gezielt umgesetzt werden können, so Ranegger. Eine sichtbare räumliche Auswirkung ist, dass die Straße nur punktuell und nur kurzzeitig baustellenbedingt gesperrt werden muss, sagt er weiter.

Umwelt (Qualitativ)

Raumwahrnehmung

Smart Lighting kann über sensor-gestützte Lichtregulierung einer Lichtverschmutzung in der Stadt entgegenwirken. Es kann jedoch auch zu negativen Effekten im Stadtraum führen, erklärt Pernthaler (2019) indem das Sicherheitsempfinden der Menschen durch die eingeschränkte Einsehbarkeit des Stadtraum beeinträchtigt wird.

Ästhetische Gestaltung

Integrierte Fassadengestaltung mit PV-Anlagen, als Teil des architektonischen Konzeptes, wie bei der Listhalle in Graz, können den Stadtraum ästhetisch verändern, schildert Pernthaler (2019). PV-Anlagen auf Dächern und Fassaden dienen zur Stromgewinnung. Werden sie als Fassadenelement integriert, können sie ästhetisch raumwirksam werden, sagt auch Hoffer (2020). Durch E-Partizipation kann das Wissen der Bürgerinnen und Bürger in Planungsprozessen einfließen, erklärt Grabner (2019). Dies kann sich indirekt auf die Gestaltung des öffentlichen Raums auswirken und zu räumlichen Veränderungen führen, sagt er.

Reduktion von Ver- und Entsorgungsfahrten

Die Nutzung lokaler Ressourcen, wie Baustoffe für Baustellen, und eine digital-basierte, „smarte“ Logistik können die CO₂-Emissionen der Baustelle und sowohl Anzahl als auch Entfernung von Ver- und Entsorgungsfahrten reduzieren, argumentiert Ranegger (2019). Er beschreibt weiterhin, wie sensor-gestütztes Abfallmanagement die Anzahl der Entsorgungsfahrten reduzieren kann. Diese Sichtweise führt auch Nutz (2019) auf. Auch Knieling (2020) sagt, dass der Völlegrad der Container durch Sensoren erfasst wird und der Abtransport „bedarfsgerecht“ erfolgen kann. Das reduziert die Zahl der Abfall-Schwerlasttransporte, es reduziert die Emissionen und verbessert die Luftqualität in der Stadt, sagt er weiter.

Barrierefreiheit im öffentlichen Raum (siehe 8.2.3)

Das sensor-gestützte Abfallmanagement, das Ranegger (2019) beschreibt, kann bei unterirdischen Mülltonnen die Barrierefreiheit im Straßenraum verbessern, indem nur die Einwurfsöffnung oberirdisch auf der Straße steht und der gesamte Inhalt des Abfall-Containers unterirdisch ist. Diesen Punkt schildern auch Bruns-Berentelg und Gilliard (2020) Zur Verbesserung der Barrierefreiheit im öffentlichen Raum kann das induktive Laden von E-Fahrzeugen beitragen, sagt Pernthaler (2019). Es befreit den Gehsteig von Ladesäulen und verbessert dadurch die Zugänglichkeit im öffentlichen Raum.

3.2 Digitale Technologie – nicht raumwirksam⁶

Ein Sharing-Konzept für Lastenräder in Mehrfamilienhäusern, welches über eine digitale App funktioniert, oder die kollektive Nutzung von Gemeinschaftsküchen oder Gemeinschaftsterrassen, die ebenso über eine App reserviert werden können, basieren zwar auf Digitalisierung, zeigen jedoch keine konkrete Veränderung im Stadtraum, erklärt Strüver (2019). Sensor-gestütztes Regenwassermanagement oder Steuerung von Bewässerungsanlagen mithilfe von Sensoren zeigen keine direkte räumliche Veränderung, sagt Grabner (2019). Wasserrohrturbinen können in Wasserleitungen der Stadt zur Energieerzeugung eingesetzt werden, beschreibt Hofstetter (2020). Diese Technologie ist in der Versorgungsinfrastruktur verbaut und nicht sichtbar und somit nicht raumwirksam. Hofstetter spricht des Weiteren den Einsatz von sogenannten „smarten“ Mircogrids bei der Energieversorgung an, welche Teil der unterirdischen Infrastruktur sind und keine Raumwirkung haben. Auch Vlay (2020) schildert, wie die Fließbewegung der Donau zur Energieversorgung eines ganzen Quartiers eingesetzt wird. Die in Passivhäusern eingesetzten digitalen Technologien, welche im Architektur-Maßstab auf der Gebäudeebene oder auf der Wohnungsebene im Sinne

⁶ Codedefinition: Dieser Code wird genutzt, wenn eine digitale Technologie keine im Stadtraum sichtbare Veränderung in der physischen Gestalt oder Nutzung des Raumes bewirkt. – Ankerbeispiel: „Sie haben sich zum Beispiel damit auseinandergesetzt, wie man aus der Wasserleitung, wo wir aus der Steiermark quasi unser Trinkwasser beziehen, wie man aus dem Wasserfluss Energie gewinnen kann. Durch kleine Minikraftwerke, die quasi in diesen Wasserrohren eingebaut sind.“ (Hofstetter, 2020, pos. 17)

von Smart-Home Verwendung finden, haben keine räumliche Wirksamkeit im Stadtraum, beschreiben Hofstetter (2020) und auch Hinterkörner (2019) Energieverbrauchs-Monitoring auf der Wohnungsebene kann zur Nutzungsveränderung der Bewohnerinnen und Bewohner dienen, sagt Hinterkörner (2019).

Bürgerinnen- und Bürgerwissen kann durch E-Partizipation in Veränderungsprozesse einfließen. Dank digitaler Apps können Informationen über Instandsetzungsbedarfe übermittelt werden, sagen Bruns-Berentelg und Gilliard (2020). Ein digitaler Messenger-Dienst, genannt „Seestadt.Bot“, kann Echtzeitinformation über die Seestadt geben, beschreibt Hinterkörner (2019). Über das Internet oder über digitale Apps getätigte digitale Bestellungen für den Supermarkt, können den Komfort steigern und Zeit einsparen, erklärt Hinterkörner weiter. Reicher (2020) beschreibt, dass die Nutzung von digitalen Konferenz-Tools durch die Pandemie-Krise stark zugenommen hat. Diese Tools können zur Vermeidung von Mobilitätsbedarfen beitragen, erklärt sie. Somit sind sie ressourcenschonend, ohne dass sie den Stadtraum direkt verändern.

UIM, oder BIM-Systeme werden eingesetzt, um die Infrastruktur der Stadt zu planen und zu verwalten, sagen Bruns-Berentelg und Gilliard (2020). Dieses digitale Abbild der Stadt, das durch UIM erzeugt wird, kann zur Effizienzsteigerung in Planung oder Instandhaltung beitragen. Es ist nicht physisch räumlich sichtbar und schafft keine reale Veränderung im Stadtraum. Weiterhin können Urban Data Plattformen Daten einer Stadt bündeln, um durch Echtzeit-Daten ein Monitoring zu machen, sagen Bruns-Berentelg und Gilliard (2020). Digitale Technologien welche im öffentlichen Raum in Sicherheitssystemen eingesetzt werden, wie Kameras, Licht-, oder Geräuschpegel-Sensoren, sind als Objekte im Stadtraum zwar sichtbar, bewirken jedoch keine direkte räumliche Veränderung, sagt auch Knieling (2020).

3.3 Analoge Technologie – raumwirksam⁷

Mobilität

Reicher (2020) erklärt, wie stark der PKW den Stadtraum prägt und verändert. In der Covid-19-Pandemie wird deutlich welche Freiraumqualitäten entstehen, wenn der MIV und damit der ruhende Verkehr drastisch reduziert werden, beschreibt Reicher weiter. Sie erklärt, dass durch den technologischen Fortschritt die PKWs weniger emittieren, jedoch bleibt der Flächenbedarf unverändert, sodass keine räumliche Lösung zur Reduktion des Flächenbedarfs erzielt werden kann. Sie sagt, dass analoge Technologien wie das Auto „einen Einfluss auf die Programmierung von Nutzungen, auf die Dimensionierung von Bewegungsräumen, oder von Verkehrsräumen beispielsweise haben“ (Reicher, 2020, pos. 42-43). E-Ladestation können sowohl auf der Architekturebene in der Sockelzone intergriert werden als auch im öffentlichen Raum geplant werden, erklärt Hinterkörner (2019). Unabhängig von ihrer Lage, ob auf privatem oder auf öffentlichem Grund, ist die Ladestation ein zusätzliches Element im Stadtraum und verändert diesen räumlich, aber auch akustisch. Carsharing Systeme mit E-Antrieb für Autos, Räder, oder Skooter schaffen ein Alternativangebot zum MIV. Sharing-Konzepte in der Mobilität tragen mit der entsprechenden Ladeinfrastruktur zur räumlichen Veränderung bei, erklärt Pernthaler (2019).

Strüver (2019) beschreibt die Verbindung des Bezahlsystems für den Park&Ride-Parkplatz mit dem Fahrschein des öffentlichen Nahverkehrs und des Bikesharing-Angebots. Diese kombinierte Zugänglichkeit ermöglicht eine veränderte Wahrnehmung und Nutzung des Stadtraums, sagt Strüver. Eine Zustellung der Online-Bestellung vom Supermarkt per E-Lastenrad kann zwar nicht die Nachbarschaftshilfe ersetzen, sagt Strüver, trägt jedoch zur Senkung der Emissionen im Quartier bei.

Umwelt

Reicher (2020) nennt auch „technologische Errungenschaften“, wie Atomkraft, Energieerzeugung, Braunkohlegewinnung, die zu Problemen geführt haben. Zu Teilen haben diese Technologien zu kritischen, räumlichen Veränderungen, wie „Löcher mit Grundwasserabsenkung und riesigen Umweltschäden“ geführt

⁷ Codedefinition: Dieser Code wird verwendet, wenn eine analoge Technologie eine positive oder negative Auswirkung auf den Raum hat. Der Stadtraum wird dadurch in seiner räumlichen Gestalt oder Nutzung verändert. – Ankerbeispiel: „Ein anderes cleveres Konzept was meiner Meinung nach, dort den Raum wesentlich verändert ist das neue Müll-Konzept. Sie haben unterirdische Müll-Sammelanlagen mit sehr kleinen Einwurfsöffnungen. Allein, dass man diese riesigen Müllinseln, die man in anderen Städten sieht, dort nicht mehr sieht, weil sie unter der Erde verschwunden sind und auch nicht mehr riecht, das ist eine wesentliche Qualitätssteigerung.“ (Ranegger, 2019, pos. 15)

(Reicher, 2020, pos. 63). Andererseits kann mit Wasserstofftechnologie in kleinen dezentralen Kraftwerken durch Sonnen- und Windenergie Treibstoff für die Mobilität erzeugt werden. Vlay (2020) argumentiert, dass diese Kraftwerke zwar räumlich nichts verändern, aber indirekt sehr viel räumlich bewirken können. Vlay beschreibt weiter, dass manche Technologien, wie beispielsweise Windräder, die Stadt mit Energie beliefern können, jedoch entsteht diese Energie für das Quartier in der Landschaft, dort wo die Windräder aufgestellt sind. So kommt es zu einer räumlichen Veränderung, die jedoch eine geolokale Verschiebung aufweist, sagt er.

3.4 Analoge Technologie – nicht raumwirksam⁸

Technologische Lösungen, wie CO₂-arme Zementproduktion, CO₂-arme Produktion von Stahl oder Hochhäuser aus Holz, werden durch die Weiterentwicklung von Technologien ermöglicht, sagen Bruns-Berentelg und Gilliard, (2020). Eben diese Technologien sind wesentlich für eine resiliente Transformation der Stadt, sagen sie, obwohl sie nicht digital und in der Stadt nicht direkt räumlich wirksam sind. „Da spielen Technologien, traditionelle, moderne, zum Beispiel Elektrostahlöfen und vieles andere mehr, eine Kombinationsrolle bei der Produktion von Stadt.“, sagen Bruns-Berentelg und Gilliard (2020, pos. 36). Auch Nutz (2019) erwähnt Energieprojekte der Smart City Aspern Gesellschaft, zu denen Erdwärmespeicher gehören. Diese Technologie ist weder direkt digital, noch sichtbar. Energiekonsumierende und gleichzeitig -produzierende Gebäude benötigen lokale Transformatoren-Stationen, erklärt Hinterkörner (2019). Analoge Energiesysteme oder Wassertechnologien, so Knieling (2020), können die Effizienz in Quartieren erhöhen. Wenn die Infrastrukturen nicht offen liegen, sondern unterirdisch verlaufen oder in Gebäude integriert sind, sind sie nicht raumwirksam. Die Art der Informationssysteme in Gebäuden, aber auch in der Stadt, verlagert sich von analogen Installationen, wie Kabel die „Fixierung in Gebäude“ verlegt sind, hin zu einer digitalen Infrastruktur, mit der kontaktlos und kabellos Informationen abgerufen werden können (Bruns-Berentelg & Gilliard, 2020; Christiaanse, 2020).

4 FAZIT

Es lässt sich feststellen, dass die Technologien im Bereich Mobilität im Vergleich zu den Technologien im Bereich Umwelt nahezu doppelt so häufig genannt werden. Das heißt durch Mobilität wird eine stärkere Veränderung des Stadtraums von den Expertinnen und Experten wahrgenommen. Dabei wird ein deutlicher Teil der räumlichen Veränderung im öffentlichen Raum durch den MIV verursacht. Wie Degros und Bendiks in ihrem Buch „Traffic Space is public space“ darstellen, ist heutzutage ein Großteil des öffentlichen Raums durch Verkehrsflächen und Stellflächen des MIV belegt (Bendiks and Degros 2019). Diese Gegebenheit eröffnet das Potential der räumlichen Transformation des Stadtraums durch alternative, IKT-gestützte Formen der Mobilität (Reicher 2020). Darüber hinaus sind nahezu alle technologie-basierten Umwelt-Veränderungen im Raum ausschließlich positiv, während die Technologien im Bereich der Mobilität oft sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf den Stadtraum haben können.

Die quantitativen Auswertungsergebnisse der Typenbildung-Codierung zeigen, dass beide Typenbildungen, Raumwirksamkeit digitaler und analoger Technologien, sowie die Typenbildung direkte und indirekte Raumwirksamkeit, eine vergleichbare Nennungsichte aufweisen, mit insgesamt 169 Codierung für die Raumwirksamkeit und 146 Codierungen für die Wirkungsart. Innerhalb der Typenbildung Raumwirksamkeit hat sich gezeigt, dass die meisten digitalen Technologien eine Raumwirksamkeit aufweisen (85 zu 19 Nennungen). Auch die analogen Technologien haben eine deutliche Raumwirksamkeit (50 zu 15 Nennungen).

Die in den Interviews genannten digitalen Technologien, die keine Raumwirksamkeit haben, sind ausschließlich quantitativ. Sie dienen dazu, die Effizienz der Stadt als System zu erhöhen oder den Nutzungskomfort der Menschen zu steigern. Zudem werden fast alle dieser digitalen Technologien ohne Raumwirksamkeit positiv bewertet. Ausnahme bilden die Urban Data Plattform und die Sicherheitssysteme, welche im Sinne des Datenschutzes kritisch gesehen werden. Auffällig ist weiterhin, dass sich nahezu alle digitalen Technologien ohne Raumwirksamkeit im Bereich Umwelt eingliedern und nur eine der genannten

⁸ Codedefinition: Dieser Code wird verwendet, wenn analoge Technologien eingesetzt und genutzt werden, diese jedoch keine räumliche Wirkung oder Veränderung im Stadtraum verursachen. – Ankerbeispiel: „Was für das Quartier toll wäre, ist eine Art Lastenräder-Sharing. Wenn man das mitplant, dass jeder Block ein Lastenrad hat, so wie jeder Block eine Gemeinschaftsküche und eine Gemeinschaftsdachterrasse hat.“ (Strüver, 2019, pos. 43)

Technologien, das Sharing-Konzept für Lastenräder, im Bereich Mobilität. Bei der Raumwirksamkeit von analogen Technologien überwiegen hingegen die Technologien im Bereich der Mobilität. Eine zentrale Rolle spielt der MIV, unabhängig davon, ob er mit Verbrennungsmotor oder mit elektronischem Antrieb funktioniert. Im Bereich der Umwelt werden vermehrt analoge Technologien der Energieerzeugung geschildert, die sich alle zwar räumlich auswirken, jedoch nicht am Ort des Energieverbrauchs. Alle erwähnten analogen Technologien ohne Raumwirksamkeit beziehen sich auf Energie-Verarbeitung oder -Speicherung, Ressourcenverarbeitung und Daten-Infrastrukturen. Es wurden keine analogen Technologien im Bereich der Mobilität beschrieben.

Wirkungsdimensionen

Des Weiteren konnten drei Wirkungsdimensionen identifiziert werden. Die technologische Wirksamkeit auf den Raum lässt sich unterscheiden in a) Veränderungen im menschlichen Verhalten, b) Veränderungen im physischen Stadtraum und c) Veränderungen im räumlichen System. Die räumliche Transformation wird ausgelöst durch die Änderung des Nutzungsverhaltens der Menschen im Raum. In Folge werden singuläre und punktuelle stadträumlichen planerischen und gestalterischen Anpassungen vorgenommen, um den neuen Bedürfnissen gerecht zu werden. Und letztlich werden die Raumsysteme entsprechend der neuen Bedarfe durch den technologischen Fortschritt verändert und adaptiert. Jede einzelne digitale Technologie kann jeweils zu einem bestimmten Zeitpunkt in ihrer technologischen Entwicklung und Ausbreitung der Nutzung sehr unterschiedliche Veränderungen auf unterschiedliche Ebenen erzeugen.

Veränderungen im menschlichen Verhalten

Technologien wie Verkehrs-Apps mit Echtzeitinformationen, Apps für multimodale Mobilität, Online-Konferenz-Tools, oder weit verbreitete Navigationsapps verändern das menschliche Verhalten, Bewegungsintensität, Aufenthalt und allgemein die Bewegungsmuster im Raum. Durch die Konsolidierung bestimmter Technologien kann die Veränderung der Bewegungsmuster im Raum langfristig, indirekt, in Folge in eine stadträumliche Adaptation an die Bewegungsbedürfnisse der Menschen angepasst werden. Die Veränderungen können auf alle drei systemischen Wirkungsbereiche erfolgen, im Maßstab des Quartiers, der Stadt, oder der Region.

Veränderungen im physischen Stadtraum

Einige digitale Technologien verändern unmittelbar den physischen Stadtraum. So kann durch ein IKT-gestütztes Parkraummanagement in Quartiers-, oder Sammelgaragen, oder durch eine intensive Nutzung von Carsharing-Angebote der Öffentliche Raum vom ruhenden Verkehr befreit werden. Solche Mobilitätskonzepte finden in neuen Quartiersentwicklungen häufig Anwendung. Durch multimodale Mobilitätslösungen und neue MaaS-Angebote wird zunehmend die Umkehrung der Mobilitätspyramide unterstützt, wodurch Nutzungsverschiebungen im Stadtraum folgen. Unmittelbare Veränderungen im Stadtraum sind im Zuge des Online-Handel-Booms durch die Covid-19-Krise sichtbar geworden. Einerseits hat dieser Aufschwung zu vermehrten Leerständen von Einzelhandelsflächen in Subzentren geführt und die Einzelhandelsvielfalt durch zahlreiche Insolvenzen – vor allem von Inhabergeführten Läden – stark eingeschränkt. Und andererseits hat es ebenso deutliche räumliche Auswirkungen in der Logistik gezeigt. So können digitale Technologien durch Disruption oder Krisenrahmenbedingungen kurzfristig weitreichende räumliche Folgen mit sich bringen. Die Veränderungen des physischen Raums betreffen vor allem die systemischen Wirkungsbereiche des Quartiers und der Stadt.

Veränderungen im räumlichen System

Digitale Technologien, vor allem aber ganze digitale Technologiesysteme, wie MaaS, IKT-gestützte erneuerbare Energiegewinnung, IKT-gestützte Nahrungsmittelproduktion oder automatisiertes Fahren verändern nicht nur den physischen Stadtraum lokal, sondern sie bewirken über unterschiedliche Raumkategorien hinweg, raum-gebundene Veränderungen ganzer räumlicher Systeme. Diese großmaßstäblich raumwirksamen, digitalen Technologien haben potentiell das größte Transformationsausmaß. Die können sowohl direkt, als auch indirekt, sowohl kurzfristig, als auch langfristig räumliche Veränderungen bewirken. Durch ihre hohe Komplexität sind die schwer konkret zu erfassen. Umso deutlicher wird ihre Bedeutung für die räumliche Transformation der Digitalisierung für die Zukunft. Die Veränderungen räumlicher Systeme betreffen überwiegend den regionalen systemischen Wirkungsbereich und dringen über die Stadt- bis auf die Quartiersebene hervor.

Die typenbildende Untersuchung der Daten aus den Expertinnen- und Experteninterviews haben aufgezeigt, dass Technologien im Stadtraum physische Veränderungen hervorbringen können und, dass diese Veränderungen nicht vordergründig direkt durch die Technologie ausgelöst werden, sondern überwiegend indirekt auf den Stadtraum wirken. Anhand der Typenbildung konnten in diesem Kapitel einerseits die Raumwirksamkeit digitaler und analoger Technologien aufgeschlüsselt werden und andererseits die Wirkungsart der Technologien in direkte und indirekte Wirkung auf den Raum unterschieden werden. Zudem konnten drei verschiedenen Wirkungsdimensionen, a) Veränderungen im menschlichen Verhalten, b) Veränderungen im physischen Stadtraum und c) Veränderungen im räumlichen System, identifiziert werden. So konnte aufgezeigt werden auf welche Art und Weise sich die Technologien im Raum auswirken.

5 REFERENCES

- Bendiks, Stefan, and Aglaée Degros. 2019. Traffic space - public space ein Handbuch zur Transformation.
- Bruns-Berentelg, Jürgen, and Lukas Gilliard. 2020. Smarte Räume. In Seminar Städtebauliche Forschung, edited by Dina Sauer.
- Christiaanse, Kees. 2020. Smarte Räume. In Seminar Städtebauliche Forschung, edited by Viktoriya Yeretska.
- Engelke, Dirk, Carsten Hagedorn, Hans-Michael Schmitt, and Claudio Büchel. 2019. "Raumwirksamkeit der Digitalisierung – Ergebnisse einer breit angelegten Delphi Umfrage." HSR Hochschule für Technik Rapperswil
- OST – Ostschweizer Fachhochschule, accessed 15.12.2020. <https://raumdigital.hsr.ch/de/raumwirksamkeit-der-digitalisierung>.
- Grabner, Martin. 2019. Smarte Räume. edited by Radostina Radulova-Stahmer.
- Hinterkörner, Peter. 2019. Smarte Räume. edited by Radostina Radulova-Stahmer.
- Hoffer, Kai-Uwe. 2020. Smarte Räume. In Seminar Städtebauliche Forschung, edited by Katharina Prüfling.
- Hofstetter, Kurt. 2020. Smarte Räume. In Seminar Städtebauliche Forschung, edited by Bernadette Darnhofer-Klamming.
- Knieling, Jörg. 2020. Smarte Räume. In Seminar Städtebauliche Forschung, edited by Paula Müller.
- Kuckartz, Udo. 2006. "Zwischen Singularität und Allgemeingültigkeit: Typenbildung als qualitative Strategie der Verallgemeinerung." 32. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Soziologie "Soziale Ungleichheit - kulturelle Unterschiede". München, 2004, Frankfurt am Main.
- Nutz, Claudia. 2019. Smarte Räume. edited by Radostina Radulova-Stahmer.
- Pernthaler, Markus. 2019. Smarte Räume. edited by Radostina Radulova-Stahmer.
- Radulova-Stahmer, Radostina. 2019. "Smart Spaces – Towards a Smart-Spatial-Nexus in Urbanism, The example of Smart City Quarter Waagner Biro in Graz and Hunziker Areal Zurich." 18th Annual STS Conference 2018, Graz.
- Ranegger, Erich. 2019. Smarte Räume. edited by Radostina Radulova-Stahmer.
- Reicher, Christa. 2020. Smarte Räume. In Seminar Städtebauliche Forschung, edited by Petya Ivanova.
- Roland Berger. 2019. Smart City Strategy Index. Roland Berger.
- Soike, Roman, Jens Libbe, Magdalena Konieczek-Woger, and Elke Plate. 2019. Räumliche Dimensionen der Digitalisierung. Handlungsbedarfe für die Stadtentwicklungsplanung. Ein Thesenpapier. Berlin: Difu - Deutsches Institut für Urbanistik,.
- Strüver, Anke. 2019. Smarte Räume. edited by Radostina Radulova-Stahmer.
- Vlay, Bernd. 2020. Smarte Räume. In Seminar Städtebauliche Forschung, edited by Mevla Orhan.