

# Smart Cities brauchen Smarte Räume – Szenarien für die Zukunft eines energie- und ressourcenwirksamen Quartiers durch smarte Stadtgestaltung am Beispiel von Smart City Waagner Biro in Graz

Radostina Radulova-Stahmer

(Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Architect Radostina Radulova-Stahmer, Institut für Städtebau, TU Graz; Institut Entwerfen von Stadt und Landschaft, Fachgebiet Stadtquartiersplanung, Karlsruhe Institut für Technologie, KIT, radulova-stahmer@tugraz.at)

## 1 ABSTRACT

Weltweit werden in Städten unter anderem Informations- und Kommunikationstechnologien eingesetzt, um den aktuellen urbanen Herausforderungen wie globale Erwärmung, Umweltverschmutzung und Ressourcenknappheit zu begegnen. Der Bedarf nach neuen, modernen, energieeffizienten Stadtquartieren steigt. Sie sollen vieles können: ressourcenschonend, sozialverträglich, kostengünstig, resilient sein, energetisch nachhaltig und allgemein die Lebensqualität der Bürgerinnen und Bürger erhöhen.

Das angestrebte Ziel die Energieeffizienz bis 2030 auf 30 Prozent zu erhöhen und jährlich um 1,5 Prozent effizienter zu werden birgt gleichzeitig das Potential auch durch qualitative Gestaltungsmaßnahmen im öffentlichen Raum, die Lebensqualität in Stadtquartieren zu erhöhen.

Im Jahr 2018 wurden in Österreich rund 13,3 Petajoule durch den Industriezweig Bau verbraucht. (Kords, 2019) (siehe Abb. 1) Dieser Verbrauch findet nicht nur in Gebäuden statt, sondern vor allem durch Klimaanpassungsmaßnahmen im Quartier. Das Gelingen der räumlichen Integration der energetischen Maßnahmen entscheidet wesentlich über die Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum und die Lebensqualität im Quartier. Das Konzept der Smart City wird dadurch eine wichtige Rolle bei der Umstellung auf erneuerbare Energien spielen. Nicht nur die wirtschaftlichen, energetischen Regeln müssen erneuert werden, sondern auch die räumliche Gestaltung in den Quartieren. Die Gebäude-richtlinie soll verschärft werden, sowie eine neue Öko-Design-Richtlinie erlassen werden.

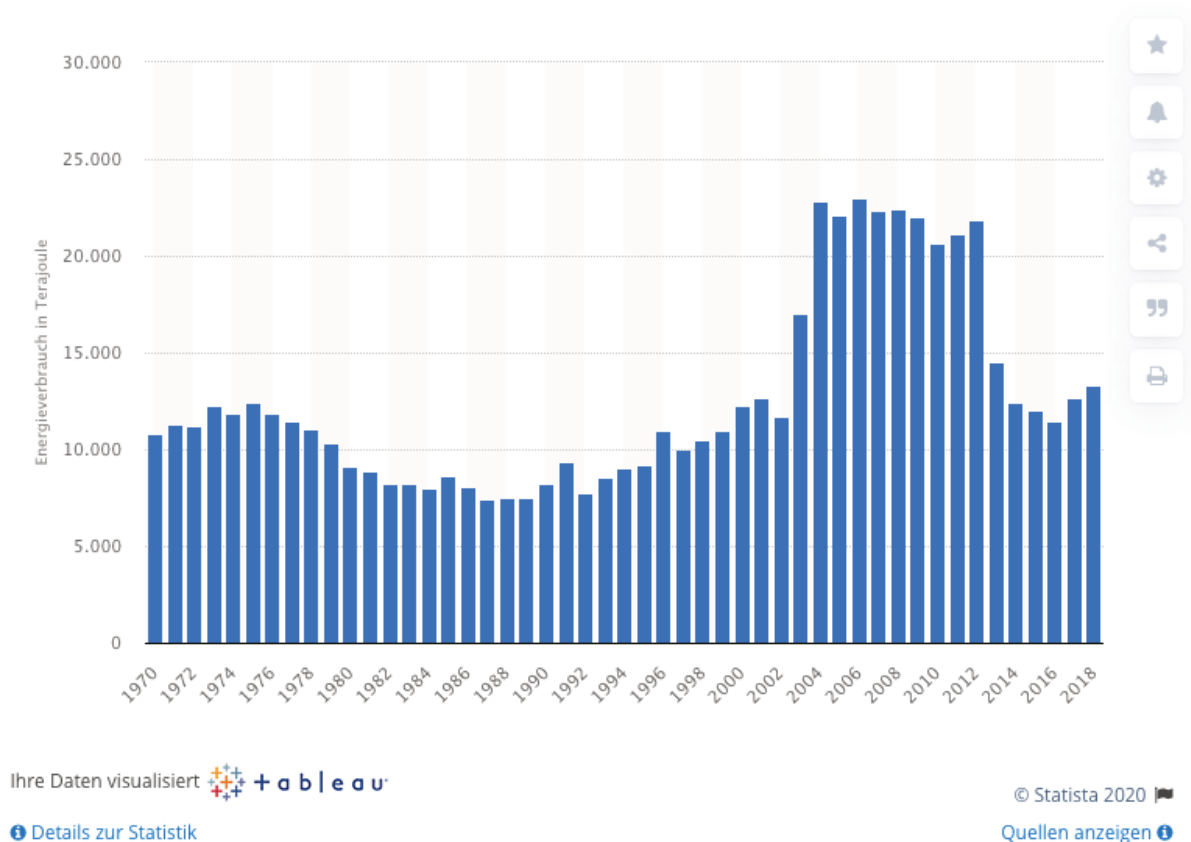


Abb. 1 Energetischer Endverbrauch des Bausektors in Österreich. Quelle: Statista. Die Statistik zeigt die Entwicklung des Endenergieverbrauchs des Bausektors in Österreich in den Jahren 1970 bis 2018

Globale Pilotprojekte wie Songdo, oder Masdar City zeigen, dass die einseitige Ausrichtung auf technologische Lösungen zwar die Effizienz im Quartier erhöhen können, jedoch nicht die räumlichen

Qualitäten und damit die Lebensqualität der Bürgerinnen und Bürger steigert. In diesem Kontext fehlt es an einer räumlichen Auseinandersetzung mit dem urbanen Digitalisierungsprozess an der Schnittstelle zwischen Energieeffizienz und Stadtraumgestaltung und macht die Notwendigkeit eines Smart-Spatial-Nexus deutlich.

Smart City Konzepte wirken zunehmend auf den urbanen Raum. Die räumlichen Wechselwirkungen zwischen dem physischen Stadtraum und den digitalen Technologien und Energieinnovationen müssen zusammen gedacht werden, um das Potential der Energieeffizienz im Quartier ausschöpfen zu können. Ziel ist es daher, die Raumwirksamkeit urbaner Szenarien mit Fokus auf Mobilität und Umwelt auf der Quartiersebene räumlich zu untersuchen um herauszufinden, welchen energetischen und gestalterischen Mehrwert der Stadtraum durch den technologischen Fortschritt erfahren kann, um die Energieziele zu erreichen und gleichzeitig die Stadträume der Zukunft zu qualifizieren und somit die beste Voraussetzung für hohe Lebensqualität der Bürgerinnen und Bürger zu schaffen.

Dabei wird der These nachgegangen, dass Smart City Quartiere, auch bei optimalen technischen Voraussetzungen, nur dann das erklärte Ziel der energetischen Ökonomisierung und Effizienzsteigerung im seinem vollen Potential ausnutzen können, wenn diese Quartiere räumlich-energetisch integriert gestaltet werden.

Dazu werden drei unterschiedliche räumlich-energetische Szenarien am Beispiel des Smart City Quartiers Waagner Biro in Graz erstellt und dadurch technologische Maßnahmen inhaltlich und zeichnerisch zunächst auf ihre Raumwirksamkeit untersucht. Diese dienen als räumliche Empfehlungen für energetisch smarte Räume und zeigen das räumliche Potential der Energieeffizienz auf. Die Szenarien richten sich nach den aktuellen städtebaulichen Themen wie Urbane Gemeingüter, Stadt als Ressource und produktive Stadt.

Die Ergebnisse tragen dazu bei, dass räumliche Smartness als zusätzliche dritte Dimension des Smart City-Konzeptes zu etabliert um zu ermöglichen, dass Raumgestaltungsstrategien dazu beitragen können, das Konzept der Smart City und damit Energieinnovationen im Stadtraum physisch zu materialisieren und die Lebensqualität der Bürgerinnen und Bürger zu erhöhen. Denn das größte Potenzial für ein nachhaltiges, robustes, integratives, lebenswertes und energieeffizientes Quartier mit hoher Lebensqualität liegt vor allem in der Smartness seiner Räume und weniger in seinen Technologien.

Keywords: Städtebau, Smarte Räume, Smart City, Smart Space, Stadtraum, Lebensqualität, Resiliente Stadt

## 2 LITERATURÜBERSICHT UND -VERSTÄNDNIS

Der Begriff Smart City (SC) sowie verwandte Begriffe wie Digital City oder Creative City, tauchen seit zwei Jahrzehnten zunehmend in wissenschaftlichen Artikeln und technischen Berichten auf. Kommunen, Politiker und Dienstleistungsanbieter verwenden diese Begriffe, um eine Vorstellung von einer Stadt zu vermitteln, in der Technologien helfen, die Wünsche und Bedürfnisse der Stadtbewohner zu erfüllen (Hollands, 2008). Aber auch Herausforderungen der zunehmenden Urbanisierung, wie Verkehrsbelastung, Energieverbrauch, Umweltverschmutzung oder Abfallwirtschaft, zeigen die Notwendigkeit auf, mögliche Lösungen für den Umgang mit diesen städtischen Problemen zu finden (Caragliu et al., 2011).

Zwei große Denkschulen dominieren die Literatur: der technologiegeleitete (Batty et al., 2012, C. Harrison, 2010) und der sozialgeleitete (Hollands, 2008, Caragliu and Del Bo, 2018, Caragliu et al., 2011, Giffinger, 2007b) Ansatz zu Smart City. Doch in der Diskussion hinterlässt eine Lücke bezüglich des Raums.

Während sich ein Teil der Literatur auf neue Technologien wie Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) konzentriert und die Stadt als ein funktionales System versteht, das mit Hilfe großer Datenmengen die betrieblichen Abläufe optimiert, konzentriert sich ein anderer Teil der Literatur auf weiche Faktoren wie Lebensqualität, Humankapital oder die Innovationsfähigkeit einer Stadt.

Betrachtet man das technologieorientierte Verständnis von SC, das durch verschiedene digitale Technologien gekennzeichnet ist, so erweist sich die Steigerung der Produktivität und der reibungslosen Funktionalität städtischer Systeme als ein Hauptziel der Befürworter. Es werden große Mengen an Echtzeitinformationen gesammelt, übertragen, interpretiert und verarbeitet, um Prozesse zu optimieren und die zuständigen Verwaltungsstellen bei Problemen oder Gefahren zu informieren (Hall, 2000, Marsa-Maestre et al., 2008, Jaekel, 2015, Greenfield, 2006). Auf diese Weise können die verarbeiteten Daten dazu beitragen, dass der Verkehr trotz des Berufsverkehrs reibungslos verläuft oder der Energieverbrauch gleichmäßiger verteilt wird

und damit die Energiekosten gesenkt werden. Der Einsatz von IKT allein kann jedoch nicht zu einer Entwicklung hin zu einer SC führen, die die Lebensbedingungen in den Städten verbessert.

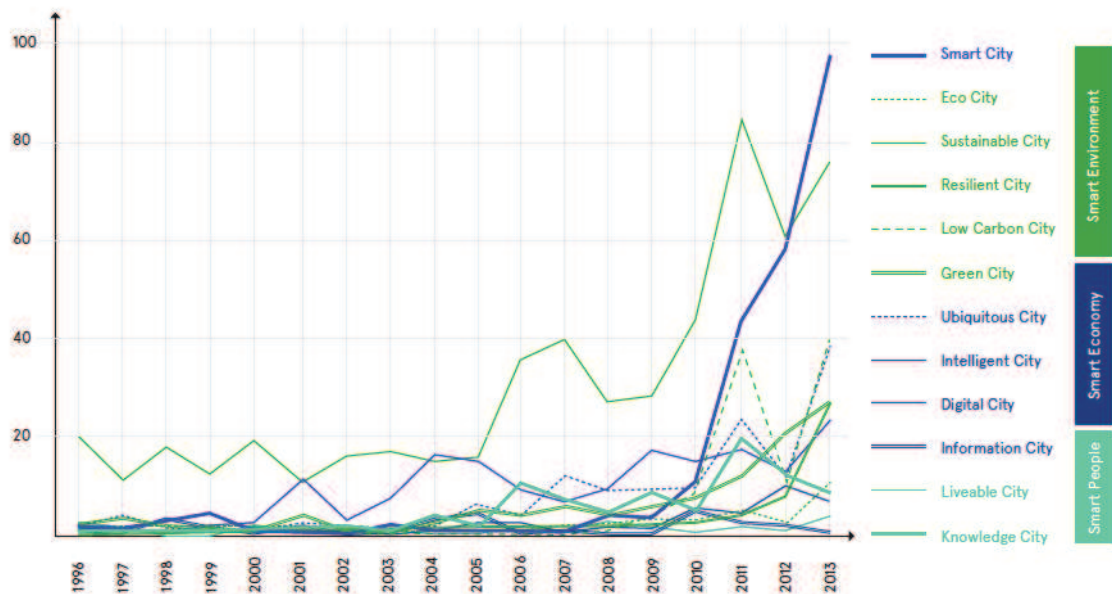


Illustration by Author: Development of the related concepts and replacement by the Smart City concept (based on SCOPUS article de Jong et al. 2015, (scientific publications in scopus 1996–2013))

Abbildung 2 Entwicklung von Begriffen im Zusammenhang mit Smart City. Quelle: Illustration Autorin, Daten basieren auf SCOPUS-Artikel laut de Jong et al. 2015

Dazu gehören auch weiche Faktoren wie menschliche Erfahrung, Wissen, Fähigkeiten und Innovation. Der andere wesentliche Teil der Literatur befasst sich mit der Lebensqualität, den Bildungs- oder Beschäftigungsmöglichkeiten in Städten. Hier stehen die Selbstbestimmung und die Fähigkeiten der Stadtbewohner im Vordergrund, um die Qualität der Stadt zu verbessern oder zukunftsweisende Geschäftsmodelle zu etablieren (Caragliu et al., 2011, Giffinger, 2010, Hollands, 2008, Giffinger, 2007a, Townsend, 2013).

In diesem Spektrum erscheinen andere Bereiche des SC-Verständnisses, wie z.B. die "Intelligenz" der Kommune oder der Verwaltung. Ihre Fähigkeit, Dienstleistungen, Informationen oder Kommunikation der lokalen Bevölkerung auf innovative Weise zur Verfügung zu stellen, ist eine wichtige Säule des SC-Modells unter dem Begriff E-Governance (Sangeetha G, 2016, Luciano, 2014, Hollands, 2015).

Das von der Forschungsgruppe der Technischen Universität Wien (Giffinger, 2015) entwickelte SC-Modell basiert auf insgesamt sechs Kernbereichen: Smart Mobility, Smart Environment, Smart People, Smart Living, Smart Governance und Smart Economy. Es wurden 27 Anwendungsfelder definiert und 90 Indikatoren ermittelt, um den Effizienzgrad einer Stadt quantitativ zu bewerten und damit ein europaweites Ranking zu ermöglichen. Laut Giffinger ist eine Stadt dann smart, wenn sie in der Kombination dieser sechs Bereiche gute Leistungen bietet. Zu den Kernbereichen gehören detaillierte Anwendungsbereiche wie Smart Mobility: Nahverkehrssysteme, internationale Erreichbarkeit/Vernetzung, IKT-Infrastruktur und Nachhaltigkeit der Verkehrsmittel. Der Bericht „Mapping Smart Cities in the EU“ zeigt die höchste Anzahl von Initiativen in den Merkmalen smarte Mobilität und smarte Umwelt (siehe Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.).

Der Aspekt der räumlichen Dimension von SC bleibt jedoch nicht berücksichtigt. Adam Greenfield bietet einen kritischen Blick auf das SC-Modell. In seinem Buch *Against the Smart City* diskutiert er das Konzept, das überwiegend von Technologieanbietern und Dienstleistern genutzt und verbreitet wird, und formuliert kritische Fragen im Zusammenhang mit Zweck, Nutzen und Bedarf eines solchen Konzepts. Dazu untersucht er Prototypen von SC - Songdo City in Südkorea, Masdar in Abu Dhabi und PlanIT Valley in Portugal - und filtert Möglichkeiten zur Definition des Begriffs SC aus der Perspektive weltweit führender IKT-Unternehmen. Seine Untersuchungen gehen auch nicht auf Aspekte der räumlichen Gestaltung von SC ein. Und auch bei der Konferenz Digital Clouds - Urban Spaces - City as Information System, organisiert von der

Zeitschrift *Dérive* und dem World-Information Institute in Wien (2014), wird die räumliche Dimension nicht berücksichtigt.

In der Urban Age-Konferenz *The Electric City*, organisiert von der London School of Economics (LSE), beschreibt Ricky Burdett, wie sich die Dynamik des digitalen Zeitalters nicht nur in der technologischen und sozialen, sondern auch in der physischen Struktur von Städten auswirkt (Burdett, 2012). Viele Wissenschaftler beschreiben wie urbane Technologien und IKTs Stadtplanung und Raum beeinflussen (Mandeville, 1983) (Nijkamp and Salomon, 1989) (Grentzer, 1999) (Ogawa, 2000) (Sohn et al., 2002) (Talvitie, 2002) (Sassen, 2011) (Comin et al., 2012) (Zawil, 2017), jedoch nicht im Zusammenhang mit der räumlichen Produktion, wie durch das Smart City Konzept bedingt ist.

Daher ist eine enge räumliche Definition des Begriffs „Smart City“ wesentlich, um die Tragkraft des Papers zu verstehen.

## 2.1 Operative Definition

Obwohl es noch keine globale Definition des Begriffs Smart City gibt, versuchen viele Wissenschaftler, die Bedeutung zumindest aus akademischer Sicht zu verorten und aus verschiedenen Perspektiven zu diskutieren. (Caragliu et al., 2011, Anthopoulos, 2017, Albino et al., 2015, Mosannenzadeh and Vettorato, 2014, Lazaroiu and Roscia, 2012, Hollands, 2008)

Allen Definitionen gemeinsam ist die IKT-getriebene Entwicklung. Diese neuen Technologien versprechen, die Städte als Systeme und als Gesellschaft zu verändern. Einige Wissenschaftler beschreiben das SC-Konzept als ein mehrstufiges System, das aus mehreren Kategorien besteht, wie z.B. natürliche Umgebungen, harte Infrastrukturen, sowohl IKT-basiert als auch nicht IKT-basiert, weiche Infrastrukturen und intelligente Dienste. (Anthopoulos, 2017). Trotz aller bedeutenden Forschungsarbeiten, die in den letzten zwei Jahrzehnten zu SC durchgeführt wurden, fehlt es an einem signifikanten räumlichen Verständnis des Konzepts. (Hall, 2000, Marsal-Llacuna and López-Ibáñez, 2014, Picon, 2015, Roche, 2016).

Um das Konzept aus einer städtebaulichen Perspektive diskutieren zu können, müssen wir sein Verständnis auf den Raum fokussieren.

Nach meinem Verständnis ist ein SC ein Gebiet mit Systemgrenzen beliebiger Größe, in dem IKT nicht nur im städtischen Raum implementiert sind, sondern physisch zusammen mit dem städtischen Raum gedacht und gestaltet werden, also IKT im Raum verkörpert werden. Dieser SC-Prozess ist in die Stadtgestaltung integriert und verfolgt spezifische Schlüsselziele, um das Leben der Menschen zu verbessern, indem räumlich-technische Lösungen für aktuelle soziale, ökologische und wirtschaftliche Herausforderungen präsentiert werden. Ich schlage vor, die daraus resultierende physische Wechselwirkung zwischen Technologien und Raum als "Smart-Spatial-Nexus" zu bezeichnen (siehe Abbildung 4).



Abbildung 3 Räumliche Produktion des Smart-City-Ansatzes. Quelle: Freepik.com



Abbildung 4 Smart Spatial Design, Ansatz IKT-Design im Raum (Smart Spatial-Nexus). Quelle: Grafik erweitert durch Autorin von der Ausgangsgrafik von Freepik.com

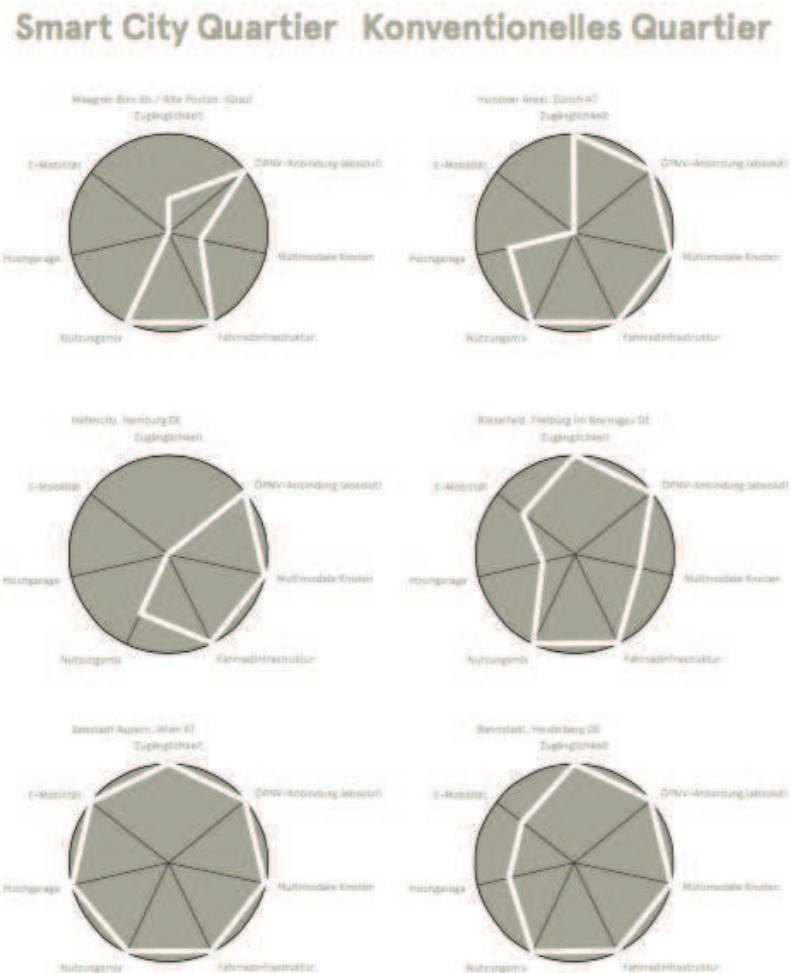


Abbildung 5 Analyse Fallbeispielpaare von Smart City Quartieren und konventionellen Quartieren

### 3 SZENARIEN ALS RÄUMLICHE POTENTIALE EINER ENERGIE- UND RESSOURCENWIRKSAMEN QUARTIERSPLANUNG

Vor diesem Hintergrund bleibt unklar wie das Modell einer SC energieraumplanerisch und räumlich gestalterisch dargestellt wird. Wenn schließlich die Stadt das Forschungsobjekt ist, dann müssen

energetische Maßnahmen auch eine dreidimensionale, räumliche oder gar atmosphärische Konsequenz haben, um ihr Potential als urbaner Katalysator in vollen Zügen auszuschöpfen.

Bei einer vorangegangenen Fallstudienprofilanalyse der Autorin von drei Smart City Quartieren und drei konventionellen Quartieren im deutschsprachigen Raum stellte sich heraus, dass zwei der drei konventionellen Projekte besser abschneiden im Vergleich zu den Smart City Quartieren. Es wurden sieben Aspekte untersucht, die einen wesentlichen Einfluss auf die strukturelle Energieeffizienz haben, also im Bereich der Energieraumplanung wirksam sind und primär den Energieverbrauch durch Raum- und Siedlungsstrukturen und -infrastrukturen vermeiden. (Schwab, 2019) Es wurden die Kriterien der fußläufigen Zugänglichkeit, die ÖPNV-Anbindung, Multimodale Knoten, Fahrradinfrastruktur, Nutzungsmix, Hochgaragen und E-Mobilität ausgewertet (siehe Abbildung 5).

Daraus ergibt sich die Frage wie energetische Maßnahmen durch neue Technologien in Smart City Quartieren so umgesetzt werden können, dass sie einen nachhaltigen Einfluss und einen räumlichen Wirkungsgrad erreichen, der die Lebensqualität im Quartier erhöht. „Dichte und Nähe sind dabei die wesentlichen Parameter, um auf Energiesysteme Einfluss nehmen zu können und gleichzeitig räumlichen Leitbilder für eine hohe Lebensqualität entsprechen zu können, da sich darin Fragen der Mobilität sowie der Bereitstellung und Verknüpfung von Daseinsgrundfunktionen (wie z.B. Wohnen, Arbeiten, sich Versorgen, sich erholen, sich bilden etc.) behandeln lassen. Neben den Gebäuden sind die öffentlichen Räume dafür wesentlich.“ (Schwab, 2019)

Um dies zu erreichen müssen neben der allgemeinen Richtlinien auch zeitgenössische städtebauliche Entwicklungsrichtung und aktuelle urbane Themen aufgegriffen werden, um eine langfristige, robuste und spezifische Entwicklungsrichtung einschlagen zu können. Dazu dient die Szenarienbildung, durch die räumliche Qualitäten und energetische Maßnahmen für Klimaanpassungsstrategien ausgelotet und überlagert entwickelt werden können.

Die drei Szenarien greifen aktuelle Tendenzen im Städtebau auf und zeigen die räumlichen Potentiale eines ressourcen- und energiewirksamen Smart City Quartiers anhand des Beispiels von Smart City Waagner Biro in Graz auf.

In der aktuellen Situation in derzeitigen Entwicklungsstand stellt sich der Stadtraum karg und trist dar mit einem hohen Versiegelungsgrad, viel Oberflächenparken, vereinzelt Bäume und solitären Gebäude mit inaktiven Erdgeschoßzonen (siehe Abbildung 6). Dieser Stadtraum wird in den folgenden Szenarien in Hinblick auf urbane Gemeingüter, städtische Ressourcen und urbane Produktion durch energetische Maßnahmen räumlich qualifiziert.



Abbildung 6 Aktuelle räumliche Situation im Straßenraum in der Smart City Waagner Biro in Graz. Quelle: Google Street View Graz

### 3.1 Urbane Gemeingüter

Das Teilen von urbanen Ressourcen, Infrastrukturen und Räume ist energieeffizient und sozial. Es hilft dabei graue Energie zu einzusparen und ist kosteneffizient. Unter dem Begriff des Sharings sind nicht nur Gemeingüter zwischen einzelnen Privatpersonen zusammengefasst, sondern auch Institutionen, der öffentliche Sektor, oder Unternehmen können durch die Einbindung von Privatpersonen in Form unterschiedlicher Sharing-Modellen einen Beitrag zur Effizienzsteigerung und Energieeinsparung leisten. Das gemeinsame Nutzen dieser Güter bezieht sich auf die kurzzeitige Nutzung von Gegenständen, wie Werkzeug, oder Fahrzeug, kann aber auch auf Wohnraum, Arbeitsstätten, oder Räume für Freizeitaktivitäten übertragen werden. Besonders interessant und wirksam sind Sharingmodelle, die im Stadtraum Anwendung finden. (siehe Abbildung 7)

Der Stadtraum im Smart City Quartier Waagner Biro könnte potentiell mit einem hohen Grad an Nutzungsoffenheit gestaltet sein, um sehr unterschiedliche Aktivitäten aufnehmen zu können. Gemeinschaftsgärten im Stadtraum und auf den Dächern wirken nicht nur der Entstehung von Hitzeinseln vor, die energieaufwendig heruntergekühlt werden müssen, sondern sparen auch durch die lokale Versorgung die Energie für den Lieferverkehr. Die Verfügbarkeit von Car-Sharing mit niederschwelliger Nutzungsmöglichkeit tragen ebenfalls dazu bei den Verbrauch zu verringern, das Oberflächenparken im Quartier zu reduzieren und gleichzeitig den Versiegelungsgrad zu minimieren.

Mobile Stadtmöbel in der Nachbarschaft tragen zur Gemeinschaftsbildung bei und sind nebenbei so flexibel, dass der Stadtraum bedarfsorientiert von den Bewohnerinnen und Bewohnern gestaltet und genutzt werden kann.

Anhand dieser Beispiele wird deutlich wie urbane Gemeingüter und Sharingmodelle graue Energie einsparen können und gleichzeitig die Lebensqualität im smart City Quartier steigern können.



Abbildung 7 Räumliches Szenario Urbane Gemeingüter am Beispiel der Smart City Waagner Biro in Graz. Quelle: Autorin, Institut für Städtebau, TU Graz

### 3.2 Stadt als Ressource

Der urbane Metabolismus in einem Quartier umfasst alle energetischen und stofflichen Abläufe und Ströme und führt diese in ein Kreislauf zusammen. Diese urbanen Kreisläufe in Form einer effizienten Nutzung und Integration, von produktiven Abläufen oder in der Gestaltung des öffentlichen Raums wirksam werden. Der

Smart Cities brauchen Smarte Räume – Szenarien für die Zukunft eines energie- und ressourcenwirksamen Quartiers durch smarte Stadtgestaltung am Beispiel von Smart City Waagner Biro in Graz

lineare Prozess der der Versorgungs- und Entsorgungsflüsse wird zunehmend im Zyklus gedacht und vorhandene Ressourcen weiter, oder wiederverwertet.

Die Fähigkeit des Stadtraums im Quartier diese zyklischen Prozesse zu ermöglichen und aufzunehmen entspricht somit dem Grad an Ressourcen- und Energieeffizienz. Damit wird nicht nur die Abhängigkeit von Ressourcen reduziert, sondern mit diesem Stoffwechselsystem wird das Quartier durch entsprechende Raumplanung und Stadtentwicklung in seinem Übergang zur Energieeffizienz unterstützt. (siehe Abbildung 8)

Solaraktive Fassaden an Gebäuden, Windräder auf Dächern, oder solarbetriebene Straßenbeleuchtung Energie lokal erzeugen und somit Verluste minimieren. Retentionsflächen fangen Regenwasser bei Starkregenereignissen auf und entlasten somit die Kanalisation. Versickerungsoffene Oberflächen im Straßengebelag unterstützen die Versickerung und langfristige Verdunstung von Regenwasser, was im Sommer einen Kühlungseffekt erzeugt und Hitzeinseln vorbeugt. Regenwasserzisternen liefern Wasser für das Sprühnebelssystem an den Straßenlaternen und großzügige Grünflächen dienen als Regenwasserpuffer.

Begreift man die Stadt als Ressource und schließt möglichst viele urbane Kreisläufe können energieeinsparende Klimaanpassungsmaßnahmen zur Qualifizierung des Stadtraums beitragen und die Lebensqualität erhöhen.



Abbildung 8 Räumliches Szenario Stadt als Ressource am Beispiel der Smart City Waagner Biro in Graz. Quelle: Autorin, Institut für Städtebau, TU Graz

### 3.3 Produktive Stadt

Findet Wohnen und Arbeiten in fußläufiger Erreichbarkeit zueinander statt erhöht das sowohl die Lebensqualität, als auch die ökonomische Nachhaltigkeit und trägt zum ökologisch-nachhaltigen und energieeffizienten Stadtquartier bei. Durch die Digitalisierung der Produktionsbedingungen in Form einer saubereren, emissionsfreien Produktion wird eine Differenzierung der Nutzungsmischung im Quartier ermöglicht und somit auch neue zeitgenössische Formen von Wohnen und Arbeiten begünstigt.

Die Transportlogistik vom Produzenten zum Konsumenten, aber auch die täglichen Arbeitswege der Angestellten können damit wesentlich reduziert werden. „Sie fördert robuste und anpassungsfähige bauliche Strukturen und bietet potenzielle Synergien im Energieverbrauch sowie eine effiziente Ausnutzung der



räumlichen Ressourcen in unterschiedlichen Maßstäben und unterschiedlichen tageszeitlichen Rhythmen.“ (Schwab, 2019) (siehe Abbildung 9)

Urbane Produktion von Lebensmitteln, Energie und anderen Produkten im Quartier in unmittelbarer Nähe zum Endverbraucher sichert eine energiesparsame und effiziente Distribution. So können vorhandene Wertstoffe lokal im Quartier recycelt, oder upgecycelt werden. Digitale Produktionsformen im Fab-Lab und eine nachhaltige Mobilität des Logistiksystems sichern einen geringen Energieverbrauch im Quartier.

Dieses Szenario macht die Wirksamkeit der Nutzungsdurchmischung und der emissionsfreien Produktion, als energieeffiziente Maßnahmen deutlich.



Abbildung 9 Räumliches Szenario Produktive Stadt am Beispiel der Smart City Waagner Biro in Graz. Quelle: Autorin, Institut für Städtebau, TU Graz

Mit all diesen Ansätzen kann die Lebensqualität im Smart City Quartier gesteigert und Ressourcen geschont werden und somit die strukturelle Energieeffizienz erhöht werden.

#### 4 ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Beitrag wurde das räumliche Potential der Energieeffizienz aufgezeigt und der Zusammenhang zwischen urbanen Qualitäten im physischen Raum der Smart City und möglichen Klimaanpassungsmaßnahmen. Der Stadtraum des Beispielquartiers Waagner Biro wurde in drei Szenarien in Hinblick auf urbane Gemeingüter, städtische Ressourcen und urbane Produktion durch energetische Maßnahmen räumlich qualifiziert und das Potential der energetischen Maßnahmen für die Lebensqualität der Bewohner darstellerisch nachgewiesen.

Neue Entwicklungen der IKTs können also helfen, Ansätze und Instrumente der Energieraumplanung neu zu denken. Die räumlichen Szenarien können dazu dienen, mit aktuellen urbanen Entwicklungstendenzen eine ressourcen- und energiewirksame Richtung aufzuzeigen.

Städtische Technologien könnten der Energieraumplanung und Stadtgestaltung zugute kommen und zur Qualifizierung des öffentlichen Raums beitragen. Smart Space Design kann zu einer stärkeren städtebaulichen Wahrnehmung energetischer Potenziale und einem ganzheitlichen Verständnis des Konzepts der Smart City beitragen. Wenn wir jedoch in Smart City-Quartieren leben wollen, müssen wir diese zunächst einmal energetisch gestalten und räumlich intelligent machen.

Die Frage, wie die Energieraumplanung den technologischen Fortschritt der Smart City nutzen kann, um die Stadträume der Zukunft nicht nur effizienter zu machen, sondern auch zu qualifizieren und damit die besten räumlichen Voraussetzungen für eine hohe Lebensqualität der Bürger zu schaffen, konnte nur exemplarisch beantwortet werden. Es besteht weiterer Forschungsbedarf bezüglich der Frage wie Energieeffizienz durch urbane Technologien und eine spezifische Stadtgestaltung, qualitativ hochwertige und robuste Stadträume der Zukunft geschaffen kann, um die Lebensqualität der Bürger zu verbessern.

## 5 REFERENZEN

- ALBINO, V., BERARDI, U. & DANGELICO, R. M. 2015. Smart Cities: Definitions, Dimensions, Performance, and Initiatives. *Journal of Urban Technology*, 22, 3-21.
- ANTHOPOULOS, L. G. 2017. The Rise of the Smart City. *Understanding Smart Cities: A Tool for Smart Government or an Industrial Trick?* Cham: Springer International Publishing.
- BATTY, M., AXHAUSEN, K. W., GIANNOTTI, F., POZDNOUKHOV, A., BAZZANI, A., WACHOWICZ, M., OUZOUNIS, G. & PORTUGALI, Y. 2012. Smart cities of the future. *European Physical Journal-Special Topics*, 214, 481-518.
- BURDETT, R. R., PHILIPP. Urban Age Conference. *The Electric City*, 2012 London. London School of Economics.
- C. HARRISON, B. E., R. HAMILTON, P. HARTSWICK, J. KALAGNANAM, J. PARASZCZAK, AND P. WILLIAMS 2010. Foundations for Smarter Cities. *IBM Journal of Research and Development*, 54, 1-16.
- CARAGLIU, A. & DEL BO, C. 2018. Smart cities: Is it just a fad?
- CARAGLIU, A., DEL BO, C. & NIJKAMP, P. 2011. Smart cities in Europe. *Journal of urban technology*, 18, 65-82.
- COMIN, D. A., DMITRIEV, M. & ROSSI-HANSBERG, E. 2012. The Spatial Diffusion of Technology. NBER.
- GIFFINGER, R. 2007a. Smart cities. Ranking of European medium-sized cities. Vienna University of Technology, University of Ljubljana and the OTB Research, Delft University of Technology.
- GIFFINGER, R. E. A. 2007b. Smart cities. Ranking of European medium-sized cities. Vienna University of Technology, University of Ljubljana and the OTB Research, Delft University of Technology.
- GIFFINGER, R. G., HAINDLMAIER 2010. Smart cities ranking: an effective instrument for the positioning of the cities? ACE: Architecture, City and Environment = Arquitectura, Ciudad y Entorno 2010, Año IV, P. 7-25.
- GIFFINGER, R. K., HANS; HEINDLMAIER, GUDRUN; STROHMAYER, FLORIAN. 2015. European Smart Cities 4.0 (2015) [Online]. Available: <http://www.smart-cities.eu/> [Accessed].
- GREENFIELD, A. 2006. *Everyware : the dawning age of ubiquitous computing*, Berkeley, CA, New Riders.
- GRENTZER, M. 1999. Räumlich-strukturelle Auswirkungen von IuK-Technologien in transnationalen Unternehmen, Münster, LIT Verlag.
- HALL, R. E. 2000. *The Vision of a Smart City*, Brookhaven National Laboratory.
- HOLLANDS, R. G. 2008. Will the real smart city please stand up? *City*, 12, 303-320.
- HOLLANDS, R. G. 2015. Critical interventions into the corporate smart city. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 8, 61-77.
- JAEKEL, M. 2015. *Smart City wird Realität : Wegweiser für neue Urbanitäten in der Digitalmoderne*, Wiesbaden, Springer Vieweg, SpringerFachmedien.
- KORDS, M. 2019. Energetischer Endverbrauch des Bausektors in Österreich in den Jahren 1970 bis 2018 Statista: Statista.
- LAZAROIU, G. C. & ROSCIA, M. 2012. Definition methodology for the smart cities model. *Energy*, 47, 326-332.
- LUCIANO, E. M., MARIE ANNE; WIEDENHÖFT, GUILHERME 2014. IT Governance Enabling Long-Term Electronic Governance Initiatives. In: JANSSEN, M., BANNISTER, F., GLASSEY, O., SCHOLL, H.J., TAMBOURIS, E., WIMMER, M., MACINTOSH, A. (ed.) *Electronic Government and Electronic Participation*. IOS Press.
- MANDEVILLE, T. 1983. The spatial effects of information technology: Some literature. *Futures*, 15, 65-72.
- MARSA-MAESTRE, I., LOPEZ-CARMONA, M. A. & VELASCO, J. R. 2008. A hierarchical, agent-based service oriented architecture for smart environments. *Service Oriented Computing and Applications*, 2, 167-185.
- MARSAL-LLACUNA, M.-L. & LÓPEZ-IBÁÑEZ, M.-B. 2014. Smart urban planning: designing urban land use from urban time use. *Journal of urban technology*, 21, 39-56.
- MOSANNENZADEH, F. & VETTORATO, D. 2014. Defining Smart City. A Conceptual Framework Based on Keyword Analysis. TeMA - Journal of Land Use, Mobility and Environment.
- NIJKAMP, P. & SALOMON, I. 1989. Future spatial impacts of telecommunications. *Transportation Planning and Technology*, 13, 275-287.
- OGAWA, H. 2000. Spatial impact of information technology development. *The Annals of Regional Science*, 34, 537-551.
- PICON, A. 2015. *Smart Cities: A Spatialised Intelligence*, Wiley.
- ROCHE, S. 2016. Geographic information science III - Spatial thinking, interfaces and algorithmic urban places-Toward smart cities. *Progress in Human Geography*, 0, 0309132516650352.
- SANGEETHA G, L. M. R. 2016. Modelling of E-Governance Framework for Mining Knowledge from Massive Grievance Redressal Data. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, Volume 6, pp. 367 - 374.
- SASSEN, S. *Urbanizing Technology*. Urban Age, 2011 London.
- SCHWAB, E. 2019. ECR 2020. Institut für Städtebau, TU Graz.
- SOHN, J., KIM, T. J. & HEWINGS, G. J. D. 2002. Information Technology Impacts on Urban Spatial Structure in the Chicago Region. *Geographical Analysis*, 34.
- STALDER, K. B. F. 2014. *Stadt als Informationssystem. Digitale Wolken und Urbane Räume*, 11.06.2014 2014 Wien. Wien: dérive – Verein für Stadtforschung; World-Information Institute.
- TALVITIE, J. 2002. The Influence of Information Technology on Spatial Development. FIG XXII International Congress. Washington, D.C. USA.
- TOWNSEND, A. M. 2013. *Smart cities big data, civic hackers, and the quest for a new utopia*, New York, W.W. Norton.
- ZAWIL, R. 2017. How does ICT change urban planning, the city, and architecture? : LinkedIn.