

Medienrecherche

Implikationen des technischen Wandels für Stadträume urbaner Produktion

Inhalt

| | |
|---------------------------------------------|----|
| Anlass und Zweck der Medienauswertung | 1 |
| Gegenstand der Auswertung..... | 2 |
| Urbane Produktion | 2 |
| Stadträume urbaner Produktion | 3 |
| Rechercheergebnisse | 3 |
| Fazit | 12 |
| Schlussfolgerungen und Empfehlungen | 13 |
| Literaturhinweise und Quellenangaben..... | 14 |

Unter dem Schlagwort „Industrie 4.0“ kursieren schillernde Vorstellungen von technischen Veränderungen im Wirtschafts- und Arbeitsleben. Allerdings ist dabei nicht immer eindeutig, um welche Wirtschaftsbereiche es geht, ob um Produktion, um Dienstleistung oder Handel, ob Produktionsprozesse insgesamt oder speziell die Arbeitsbedingungen gemeint sind, oder ob räumliche und bauliche Aspekte im Mittelpunkt stehen. Im Rahmen dieser Medienrecherche sind technische Entwicklungen im produzierenden Sektor aus der Perspektive der stadträumlichen Implikationen sondiert worden.

Anlass und Zweck der Medienauswertung

Seit 2016 führt das BBSR das ExWoSt-Forschungsfeld „Nachhaltige Weiterentwicklung von Gewerbegebieten“ mit neun städtebaulichen Modellvorhaben durch. Dabei hat sich gezeigt, dass Zusammenhänge zwischen technischen Entwicklungen im verarbeitenden Gewerbe und deren stadträumlichen Wirkungen an Bedeutung gewinnen. Allerdings können diese Bezüge anhand von Modellvorhaben nicht ausreichend geklärt werden. Deshalb sollte in Ergänzung zur Modellvorhabenforschung zunächst mit einer Medienauswertung den Implikationen des technischen Wandels für Stadträume urbaner Produktion nachgegangen werden.

Ausgangspunkt war die Hypothese, dass technische Neuerungen im produzierenden Gewerbe die Flächen- und Ressourceneffizienz, die Klima- und Umweltverträglichkeit sowie die stadträumliche Integrierbarkeit urbaner Produktion (positiv) beeinflussen (können).

Dieser Zusammenhang war und ist in mehrfacher Hinsicht von Interesse für die Stadtentwicklung, vor allem für die städtebauliche Qualifizierung urbaner Produktionsräume, für deren ökologische Verträglichkeit, ökonomische Zukunftssicherung und für eine humane Gestaltung des Arbeitsumfeldes. Veränderte Technik-Raum-Beziehungen haben besondere Relevanz im Rahmen der Bauleitplanung, insbesondere hinsichtlich der Belange gesunder Arbeits- und Wohnverhältnisse, des Umweltschutzes und der Wirtschaft gemäß BauGB, § 1 (6).

Die Medienrecherche sollte Aufschluss zu folgenden Fragen geben:

- (1) Welche technischen Neuerungen im produzierenden Gewerbe haben stadträumliche Wirkung?
- (2) Welche stadträumlichen Effekte lösen die technischen Veränderungen in der Produktion aus?
- (3) Welche Relevanz hat der technische Wandel für die urbane Produktion?
- (4) Welche städtebaulichen Ausprägungen folgen aus dem technischen Wandel im produzierenden Gewerbe für die Stadträume urbaner Produktion?

Gegenstand der Auswertung

Bei dieser Medienauswertung haben die technischen und räumlichen Aspekte urbaner Produktion im Vordergrund gestanden. Dabei ist das Verständnis vom „technischen Wandel“ weit gefasst. Über die Digitalisierung hinaus sind hier auch anlagentechnische und transporttechnische Veränderungen im produzierenden Gewerbe gemeint.

Im Erkenntnisfokus stehen primär stadträumliche Effekte des technischen Wandels und nicht ökonomische oder ergonomische Folgen. Letztere werden durch einschlägige Institutionen für Ingenieur- und Wirtschaftswesen oder Arbeitswissenschaften untersucht. Für diese Medienrecherche standen eng begrenzte Ressourcen und ein kurz fixierter Zeitraum zur Verfügung. Daher kann diese Auswertung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, und der Überblick technischer Veränderungen ist nicht abschließend.

Urbane Produktion

Das Verständnis von der Begrifflichkeit „Urbane Produktion“ ist bislang weitgehend unbestimmt: „Urbane Produktion hat (noch) keine allgemeingültige Definition.“ (IAT 2017: 25). Zu diesem Ergebnis sind die Verfasser des Forschungsgutachtens „Produktion zurück ins Quartier? Neue Arbeitsorte in der gemischten Stadt“ (ebd.) ihrerseits auf Basis einer Literaturrecherche im Rahmen des Gutachtens gekommen. Im Weiteren definieren die Gutachter ihr Verständnis folgendermaßen: „Grundsätzlich verstehen wir unter Urbaner Produktion die Herstellung und Verarbeitung von materiellen Gütern in dicht besiedelten Gebieten, ...“ (ebd.: 27). Zudem heben die Autoren die „Nähe zum Wohnen“ hervor. Die Merkmale der Siedlungsdichte und Wohnortnähe sind jedoch nicht näher definiert worden und bleiben somit relativ offen.

Im Rahmen dieser Medienrecherche wird „Urbane Produktion“ in Anlehnung an das zuvor zitierte Begriffsverständnis verwendet, zugleich jedoch weiter gefasst. Hier ist die Herstellung und Verarbeitung von Gütern im „Siedlungsbe- reich“ generell gemeint, gleichsam als „Produktion in der Stadt“.

Stadträume urbaner Produktion

„Stadträume urbaner Produktion“ respektive urbane bzw. städtische Produktionsräu- me können solitäre Bauwerke für Materialverarbeitung oder stadträumliche Agglome- rationen von Industrie und Gewerbe sein oder auch funktionsheterogene Stadtquar- tiere, in denen neben anderen Funktionen auch Güterverarbeitung stattfindet. Dabei ist über den „Gewerbestandort“ bzw. die „Gewerbefläche“ hinaus auch die dritte Raumdime- nsion von Bedeutung.

Unter Stadträumen urbaner Produktion werden hier (vereinfacht) folgende Kategorien (jeweils Solitär und Agglomeration) gefasst.

- Industriekomplex
- Gewerbekomplex
- Mischkomplex

Rechercheergebnisse

[1] Zu den relevanten technischen Entwicklungen im produzierenden Ge- werbe gehören vor allem Mechanisierung, Motorisierung und Elektrifizierung, Automatisierung und Robotik sowie Digitalisierung und Vernetzung.

Die **Mechanisierung** von zuvor manueller Materialverarbeitung war gleichsam der Beginn maschineller Herstellung und Verarbeitung. Anfangs handelte es sich um ein- fache Formen des Geräte- und Maschineneinsatzes (z. B. Töpferscheibe, Webstuhl). Diese technischen Hilfsmittel wurden zunächst noch von Menschen oder Tieren, so- dann durch Wasser- und Windmühlen, schließlich durch Dampfmaschinen und Moto- ren angetrieben. Die maschinelle Verarbeitung hat bis in die heutige Zeit sukzessive weitere Handarbeiten ersetzt.

Die **Elektrifizierung** spielt in Industrie und Gewerbe seit langem eine bedeutende Rolle. Sie ermöglicht die räumliche Trennung zwischen Krafterzeugung und Kraftan- wendung. Das Unternehmen ABB nimmt für sich in Anspruch, es gestalte bereits „... heute die Zukunft der industriellen Digitalisierung mit dem Versprechen, Strom von jedem Kraftwerk zu jedem Verbrauchspunkt zu bringen sowie Industrien vom Roh- stoff bis zum Endprodukt zu automatisieren.“ (Rheinische Post Verlagsgesellschaft mbH 2018: 9) Die technischen Komponenten wie elektrische Generatoren, Elektro- motoren, Kraftwerke, Akkumulatoren und Stromleitung(snetze) waren bereits von Ende des 19. bis Anfang des 20. Jahrhunderts entwickelt und praxiserprobt. Die durchgreifende Infrastrukturerschließung für die Stromversorgung in Deutschland begann in den 1920er Jahren. Der Ausbau der Stromversorgung wurde durch den II. Weltkrieg vorübergehend gebremst, um danach rasant fortzuschreiten. Die Elektrifi- zierung hat bis heute quantitativ an Bedeutung gewonnen. Dies zeigt sich in der pro-

gressiven Entwicklung der installierten Leistung. Sie ist von 6176 Megawatt nach dem II. Weltkrieg (1948) auf 18.900 Megawatt im Jahr 1956 gestiegen und hat sich allein zwischen 2000 und 2016 von 121.296 Megawatt auf 215.990 Megawatt fast verdoppelt, nicht zuletzt im Zuge der regenerativen Energiegewinnung. (Wikipedia 2018b) Angesichts dieser ungebrochenen Steigerung ist zu erwarten, dass die E-Produktion künftig noch weiter an Verbreitung gewinnen wird.

Ähnliches ist für die **Automatisierung** im produzierenden Gewerbe zu konstatieren. Ausgehend von diversen Formen der Mechanisierung hat sich die Automatisierung im Laufe der Zeit hin zu vollautomatischen Verarbeitungssystemen entwickelt. Allerdings: „Damit sind die Grenzen der Einsatzmöglichkeiten der Automatisierung noch keinesfalls erreicht. Automatisierungssysteme übernehmen immer komplexere Aufgaben und werden dabei tendenziell immer ´intelligenter´. Im Zuge dieser Entwicklung gibt es längst schon Lösungen, die über die Fähigkeit des Lernens ... verfügen.“ (Wikipedia 2018c) Es ist also davon auszugehen, dass die Automatisierung künftig in der Produktion noch größere Verbreitung erfahren und weiter intensiviert werden wird.

Auch die Robotertechnik ist nicht absolut neu, sondern gehört bereits etliche Jahre zur angewandten Technik. Laut Wirtschaftsberater und Zukunftsforscher Karl-Heinz Land liegen die Ursprünge der Robotik bereits drei Jahrzehnte zurück: „Was also vor 20 bis 30 Jahren durch die Einführung von Robotern in der Produktion geschah, wird in naher Zukunft den Dienstleistungsbereich betreffen ...“ (Land im Interview mit General-Anzeiger 2017). Letzteres wird wiederum mittelbare Effekte für die Produktion haben. **Robotik** lässt sich gleichsam als fortgeschrittenes Niveau und besondere Form der Automatisierung verstehen. Es ist zu erwarten, dass die Robotik weiter an technischer Ausreifung und an Praxisdurchdringung gewinnen wird.

Diverse Digitaltechniken sind ebenfalls in der Alltagspraxis etabliert. Zugleich repräsentieren sie bis auf weiteres den Technologiesektor mit der höchsten Entwicklungsdynamik und dem größten Verbreitungspotenzial (auch) in der urbanen Produktion. Die Potenziale der **Digitalisierung** werden sich vor allem im Zusammenhang mit der Konnektivität der Dinge, Geräte und Anwender sowie im Zuge fortschreitender Vernetzung entfalten.

Ein nächster Entwicklungsschub in der digitalen **Vernetzung** zeichnet sich mit dem neuen Standard 5G-Funknetz ab. Dadurch können sich Geschwindigkeit und Kapazität der Datenübertragung vervielfachen und so einen Datenaustausch in Echtzeit ermöglichen, insbesondere auch zwischen Geräten, Maschinen und Produkten. Mit Bezug auf Diagnosemöglichkeiten in der Medizin kennzeichnet der Wissenschaftler Gerhart Fettweis aus Dresden die Möglichkeiten schneller Übertragung großer Datenmengen so: „Das Internet wird zum tastenden Internet.“ (General-Anzeiger 2018f). Vor einer flächenhaften Einführung des 5G-Standards sind zwar noch lizenzrechtliche und infrastrukturelle Voraussetzungen zu schaffen, aber die Bundesnetzagentur plant die betreffende Lizenzauktion bereits für 2019. Danach ist es voraussichtlich nur eine Frage kürzerer Zeiträume, bis leistungsfähige Funknetze auch Standard in der Praxis sein werden.

[2] Im produzierenden Gewerbe finden relevante technische Veränderungen nicht nur im Produktionssystem an sich statt. Vielmehr gehören zu den wichtigen Feldern technischer Neuerungen auch Zulieferung und Lagerhaltung, Gebäude und Ausrüstung, Stoff- und Energieeinsatz, Messung, Regelung und Prozesssteuerung sowie Absatz und Verteilung.

In einem übergreifenden Verständnis von „urbaner Fabrik“ denken manche Experten Stadt (= urban) und Fabrik zusammen. Sie verstehen **urbane Fabriken** über einzelne Handlungsfelder wie „Gebäudehülle“, „Gebäudeausrüstung“, „Produktionssystem“ hinaus in einem integrierten Zusammenhang bis hin zu einer zukunftsorientierten Perspektive der „... Fabrik als Lern- und Produktionsort für die urbane Nachbarschaft ...“ (Herrmann; Juraschek 2018: 16 f.) Christoph Herrmann und Max Juraschek von der TU Braunschweig sehen in der urbanen Fabrik einen Beitrag zur nachhaltigen Weiterentwicklung der Stadt: „Diese Handlungsfelder können es ermöglichen, eine urbane Fabrik zu gestalten und umzusetzen, die statt Effizienz Öko-Effektivität bietet und die Potenziale einer Stadt erschließen kann, um einen positiven Beitrag zum Umfeld zu leisten, dabei aber auch symbiotisch eingebunden ist in die stofflichen und energetischen Flüsse einer Stadt.“ (ebd. 17)

[3] Fortschritte in der betrieblichen Anlagen- und Umwelttechnik tragen zu Ressourceneffizienz und Umweltverträglichkeit bei. Damit verbessern sich die Bedingungen für die Stadt- und Klimaverträglichkeit des produzierenden Gewerbes.

Anlagen- und umwelttechnische Innovationen haben bereits in der Vergangenheit Effizienzgewinn und Emissionsminderung bewirkt. Für die Zukunft sind weitere Fortschritte in der Anlagen- und Umwelttechnik zu erwarten, die höhere Ressourceneffizienz bei geringerer Emission erlauben. Somit kann sich die Umwelt- und Stadtverträglichkeit verarbeitender Betriebe weiter verbessern und Entwicklungsoptionen für verträglichere Nachbarschaften mit störungssensiblen Nutzungen eröffnen.

Umwelttechnische Innovationen aus der Vergangenheit sind heute in der praktischen Anwendung etabliert und in der Güterverarbeitung mehr oder weniger verbreitet. Ein jüngeres Beispiel dafür ist der Einsatz von **Elektrofiltern** zur Abluftreinigung in Verbindung mit Anlagen zur **Wärmerückgewinnung** in der Lebensmittel-, Metall- und Textilverarbeitung. Durch diese Kombination sind bereits beachtliche Effekte der Ressourceneffizienz und Emissionsminderung erzielt worden. So konnte eine Fleischwarenfabrik gegenüber der konventionellen Nachverbrennung der Abluft den Energieverbrauch um etwa 80 % und den CO²-Ausstoß auf 12,5 % mindern (General-Anzeiger 2018a).

Auch bzw. gerade in der energieaufwendigen Aluminiumverarbeitung sind Effizienzsteigerungen praktikabel. Die Fa. apt Extrusions in Monheim, ein Spezialunternehmen der Aluminiumverarbeitung, hat 2018 eine neue, leistungsfähigere Presse für die Materialumformung in Betrieb genommen. „Die neue Anlage ist erheblich energieeffizienter und erlaubt noch höhere Produktivität dank modernster Technologie in der Branche.“ (Rheinische Post Verlagsgesellschaft mbH: 16) Über die **maschinelle Modernisierung** hinaus plant das Unternehmen auch IT-Erneuerungen, insbesondere zur besseren „systemseitigen Vernetzung“.

Die Umweltverträglichkeit verarbeitender Betriebe gewinnt auch bei deren Kunden und damit betriebswirtschaftlich an Bedeutung: „Den Kunden wird der Umweltgedan-

ke immer wichtiger“, so Christoph Steffen, Geschäftsführer der DCM Druckcenter Gruppe mit Hauptsitz in Meckenheim (Gespräch mit General-Anzeiger 2018e). Um Kundenwunsch und Umweltverträglichkeit zu entsprechen, produziert die Offsetdruckerei selbst Strom mit **PV-Anlagen**, nutzt für die **Gebäudeheizung Abwärme** aus dem Druckprozess und sammelt überschüssiges Material aus dem Verarbeitungsprozess zentral für das **Recycling** (ebd.).

Ein beachtliches Unternehmungssegment in Gewerbe- und Industriegebieten stellen Kraftwerke, Entsorgungs- und Recyclingbetriebe dar, häufig kommunale Eigenbetriebe, aber auch private Spezialunternehmen oder Betriebsteile produzierender Unternehmen. Beispielsweise erzeugen die Stadtwerke Düsseldorf in ihrem „Block Fortuna“ seit 2016 Strom und Fernwärme in **Kraft-Wärme-Kopplung** auf Basis von kohlenstoffarmem Erdgas, künftig eventuell gar unter Einsatz von regenerativ erzeugtem Gas. Das Werk erreicht einen „... Wirkungsgrad von mehr als 61 Prozent bei der reinen Stromerzeugung. (...) Durch die zusätzliche Nutzung für das Fernwärmenetz der Stadt Düsseldorf wird der Gesamtnutzungsgrad auf 85 Prozent erhöht.“ (Rheinische Post Verlagsgesellschaft mbH: 15) Im Düsseldorfer Fall liegt das Kraft-Wärme-Werk im Hafengebiet. Prinzipiell sind solche Versorgungsbetriebe auch in Gewerbe- und Industriegebieten möglich bzw. praktisch vorhanden. Damit sind zugleich Voraussetzungen für Standorte bzw. Betriebsflächen definiert und in der Folge auch Konsequenzen für technische Infrastrukturen, Leitungen und sonstige technisch-bauliche Anlagen.

Einen Schritt weiter in der Ressourceneffizienz gehen Abfallverwertungsanlagen, die nicht nur Müll vernichten, sondern durch **thermische Abfallnutzung** für Energie- und Wärmegewinnung verwerten. Darauf ist etwa das Abfallentsorgungszentrum (AEZ) Asdonkshof der Kreis Weseler Abfallgesellschaft angelegt. Das AEZ „... ist eine hochmoderne Industrieanlage (...) die mittels Kraft-Wärme-Kopplung Strom und Fernwärme im Überschuss aus der lokalen Energieressource Abfall erzeugt.“ (Rheinische Post Verlagsgesellschaft mbH: 17) Zudem sorgt ein weiterer Anlagenteil für „...rund 12.000 Tonnen Fertigkompost, die am Asdonkshof in einem eigenen **Bio-Kompostwerk** Jahr für Jahr aus dem Biomüll und Grünschnitt produziert werden.“ (ebd.)

Über technische Beiträge zur Verbesserung von Ressourceneffizienz und Emissionsminderung hinaus „... existieren bereits Technologien und Lösungsansätze, mit denen ein Bauwerk die Umgebungsluft zu reinigen vermag.“ (Herrmann; Juraschek 2018: 17) Die Verfasser beziehen diese technischen Ansätze der **Luftreinigung** insbesondere auf die Gebäudehüllen produzierender Betriebe und sehen folgende Perspektive: „Die Fabrik übernimmt damit Funktionen, die über die Herstellung von Produkten hinausgehen. Sie wird sozusagen zum Dienstleister für die Stadt bzw. das Umfeld.“ (ebd.)

Eine verbesserte Umwelt- und Nachbarschaftsverträglichkeit produzierender Betriebe wird wiederum die funktionale und stadträumliche Integrationsfähigkeit des verarbeitenden Gewerbes unterstützen. So erwartet die Zukunftsforscherin Doris Sibus (2018) künftig eine Reaktivierung urbaner Produktion sowie einen Trend zur **vertikalen Produktion**. In der Folge können günstigere Voraussetzungen für räumliche Nähe, damit für kürzere Wege und geringeren Transportaufwand entstehen. Im Zuge erweiterter städtebaulicher Integrationsfähigkeit produzierender Betriebe ergeben sich bessere Bedingungen für die lokale Ökonomie und Wertschöpfung und damit nicht zuletzt für die soziale Stabilisierung der betreffenden Stadtquartiere.

[4] Durchgreifende Elektrifizierung sowie fortschreitende Automatisierung und Digitalisierung in der Produktion und Distribution materieller Güter erweitern betriebliche Spielräume für Flexibilität und Dezentralität im verarbeitenden Gewerbe.

Bereits heute verfügen diverse Unternehmen über hochentwickelte Betriebsanlagen; sie haben teilweise effiziente Fertigungsabläufe etabliert. In solchen Fällen ist zum Teil ein beachtliches Niveau an Automatisierung, Digitalisierung und Robotik erreicht. Die betreffenden Ausrüstungen und Prozesse sind nicht nur technisch und betrieblich praktikabel, sondern auch betriebswirtschaftlich tragfähig und damit tatsächlich oder potenziell marktauglich. Wenn solche technischen Neuerungen größere Breitenwirkung entfalten, dann werden verkehrliche und räumliche Voraussetzungen und Anforderungen von Zulieferung, Lagerhaltung, Materialverarbeitung und Güterverteilung neu determiniert.

Wie erwähnt, ist der Einsatz von **Robotern** im produzierenden Gewerbe bereits seit längerem machbar und heute verbreitete Praxis. Eine entsprechende Entwicklung „... wird in naher Zukunft den Dienstleistungsbereich betreffen ...“ so Karl-Heinz Land (a.a.O. General-Anzeiger 2017). Solche Rationalisierungen bei unternehmensnahen Dienstleistungen mögen wiederum mittelbare Wirkungen im produzierenden Gewerbe zur Folge haben.

Mittlerweile weist die betriebliche Praxis eine ganze Reihe automatisierter und digitalisierter Produktionsformen auf. Auf der „Plattform Industrie 4.0“ finden sich zahlreiche Praxisbeispiele fortgeschrittener Digitalisierung in der Produktion. „Der Einsatz digitaler Technologien in der Industrie wird eine Vielzahl an neuen Produktionsverfahren, Geschäftsmodellen und Produkten hervorbringen.“ (BMWi 2018: Anwendungsbeispiele)

In der Güterfertigung arbeiten Menschen und **kollaborierende Roboter (Cobots)** mit hochentwickelter Kameraerkennung, Steuerungstechnik und filigraner Greifmechanik bereits heute zusammen (Produktionsprozessdigitalisierung). Künftig wird sogar eine vollautomatisierte Massenfertigung solcher Produkte möglich, die bislang in manueller Einzelfertigung hergestellt wurden (General-Anzeiger 2018b). Andere Autoren erkennen bereits einen Zukunftstrend der Verschiebung von nicht- bzw. halbautomatisierten und Mensch gesteuerten Produktionsformen hin zu vollautomatisierten Fertigungsabläufen und sich selbst steuernden Maschinen (BBSR 2017: 29).

Die Modernisierungszeiträume bei Maschinen und Ausrüstung und damit die Marktdurchdringung technischer Neuerungen werden immer kürzer. Das bedeutet beispielsweise in der Druckbranche, alle acht bis zehn Jahre neue Maschinen anzuschaffen. DCM-Geschäftsführer C. Steffen formuliert lakonisch: „Der Markt wird immer schneller.“ (General-Anzeiger 2018e) Die Prozesse der Automatisierung und – wie die immer noch kurze Erfolgsgeschichte des so genannten Smartphones zeigt – auch der Digitalisierung beschleunigen sich enorm. Diese Beschleunigung technischer Innovation kann sich auch in größere Breitenwirkung umsetzen und damit zu weitreichender Praxisdurchdringung führen.

[5] Im Zuge einer technischen und räumlichen Reorganisation der Produktion in der Stadt entstehen neue Arbeitsteilungen und Kooperationen, die wiederum funktionale Spezialisierung, Flexibilisierung und Dezentralisierung von Unternehmen und Betrieben ermöglichen.

Bei **generativen Fertigungsverfahren**, insbesondere beim so genannten „3-D-Druck“, ist die Praktikabilität dreidimensionaler Produktausgaben in diversen Werkstoffen und an nahezu jedem beliebigen Ort bereits nachgewiesen. Diese Technik ermöglicht individuell konstruierte Produkte, in kürzerer Zeit, mit weniger Stoffeinsatz und Emissionen, auf geringerer Fläche und zu geringeren Kosten (BBSR 2017: 31). So verbindet sich produktbezogene Spezialisierung mit unternehmerischer Flexibilität.

Auch innerbetriebliche Flexibilisierung erweitert Spielräume in der Produktion. „So muss eine Produktionslinie nicht mehr auf ein Produkt festgelegt sein. Dadurch ändern sich die Anforderungen an die industrielle Fertigung. Durch IT-Unterstützung wird es möglich sein, Bearbeitungsstationen flexibel an einen sich verändernden Produktmix anzupassen.“ (BMW: 2018: Anwendungsbeispiele)

Betriebstechnische Modernisierung ermöglicht mehr Flexibilität im Produktionsprozess und beides zusammen betriebswirtschaftliche Realisierbarkeit kleinerer Stückzahlen. Kürzere Rüstzeiten sind „... gut für kleine Aufträge“, erläutert DCM-Geschäftsführer Christoph Steffen (General-Anzeiger, 2018e). So hat sich die Zeit des Druckplattenwechsels durch die Anschaffung einer neuen Druck**maschine** im Jahr 2018 von 20 auf fünf Minuten verringert.

Zukunftsforscher und Unternehmer Jörg Heynkes (2018) prognostiziert, dass **digitale Vernetzung** und **lernende Maschinen** zu mehr zeitlicher und räumlicher Flexibilität in Produktion und Distribution führen werden.

Martina Dörnemann (2017), digital mobilities consultants, hält im Zuge der **digitalen Automatisierung des Kraftverkehrs** eine signifikante Reduzierung des Flächenbedarfs, insbesondere von Kfz-Stellplätzen für möglich. Darin lägen Gestaltungsoptionen künftiger Stadtentwicklung. „Bereits für das Jahr 2030 sieht Herr Prof. Wallisser eine Integration von **autonomen Fahrzeugen** in den Stadtverkehr voraus.“ (IBA Hamburg 2016)

Ebenso wie die Automatisierung des terrestrischen Verkehrs sind auch pilotenlose Kleinflugzeuge und **Drohnen** in der Entwicklung. Solch ein vom DLR entwickeltes autonomes Frachtflugzeug steht unmittelbar vor der praktischen Erprobung. „Der ‘Air Cargo Gyrocopter’ soll Ende September zum ersten Mal abheben.“ (tagesschau.de 2018) Nach erfolgreichen Praxistests sind noch offene Sicherheits- und Genehmigungsfragen zu klären. „Das DLR wird deshalb seine Tests auf einem gesperrten Gelände durchführen. Um nicht anderem Luftverkehr im Weg zu sein, soll die Großdrohne nur bis 150 Meter Höhe fliegen“ (ebd.). Dessen ungeachtet ist der Nachweis der technischen Machbarkeit greifbar. Das Kleinfrachtflugzeug ist für eine Last von 200 kg und für eine Flugdauer bis vier Stunden konzipiert. Demgegenüber wurde der so genannte „Lilium Jet“ bereits praktisch erprobt: „Der unbemannte Erstflug eines zweisitzigen Prototyps fand im April 2017 auf dem Flugplatz Oberpfaffenhofen in der Nähe von München statt. Die Serienreife wird für die frühen 2020er Jahre angestrebt.“ (Wikipedia 2018). Ungeachtet der Genehmigungsreife für den öffentlichen Verkehrsraum zeigen die Prototypen, dass das technische System „Mini-Flugtransporter“ praktisch einsetzbar ist, in einem Zwischenschritt möglicherweise auf (privaten) Betriebsarealen größerer Produktionsunternehmen.

Solche automatisierten Hebe- und Transportvehikel ermöglichen inner- und zwischenbetrieblich neue Transportweisen. Ein Maschinenbauer aus Ratingen, TÜNKERS Maschinenbau GmbH, beschäftigt sich bereits „...mit den **Fahrerlosen**

Transportsystemen (FTS), die auch als Automated Guided Vehicles (AGV) bezeichnet werden. Mit diesem innerbetrieblichen Logistikrobotern, die unter anderem die Aufgaben von Gabelstaplern übernehmen, ist man bereits erfolgreich im Markt unterwegs.“ (Rheinische Post Verlagsgesellschaft mbH 2018: 6). Dieses Beispiel zeigt, dass Unterschiede zwischen automatisierten Fahrzeugen, Robotern und Maschinen geradezu fließend sind.

[6] Digitalisierung und Flexibilisierung des verarbeitenden Gewerbes begünstigen die nähräumliche Integration von Güterfertigung und Logistik.

Daraus ergibt sich die Option für eine Abkehr von globaler Arbeitsteilung hin zu neuer Regionalisierung von Produktion und Distribution. Solche Entwicklungen können ebenfalls zu mehr Ressourceneffizienz und Emissionsminderung beitragen.

Beispielsweise hat die Firma Henkel den Verpackungshersteller für ihre Flüssigwaschmittel in unmittelbarer Nachbarschaft. „So sitzt der Hersteller der Waschmittel-Flaschen direkt neben der Halle mit der Abfüllanlage ... und produziert genau so viele Flaschen, wie in der Abfüllung gerade gebraucht wird, so entstehen keine Reste.“ (Rheinische Post Verlagsgesellschaft mbH 2018: 12) Dazu der Leiter der Wasch- und Reinigungsmittelproduktion bei Henkel, Felix Sobotka: „Es gibt kein großes Lager und damit auch keine LKW, die mit leeren Flaschen beladen auf den Straßen fahren müssen“ (ebd.). Außer um Transportvermeidung geht es dem Unternehmen auch um stoffliche Ressourceneffizienz: „Bis 2025 sollen 100 Prozent der Verpackungen von Henkel recycelbar, wiederverwendbar oder kompostierbar sein.“ (ebd.)

Laut der Studie „Schifffahrt in Zeiten des digitalen Wandels“ hat die globale Arbeitsteilung ihren Höhepunkt bereits erreicht. Demnach wird erwartet, dass im Zuge der Digitalisierung die gesamte Produktion wieder in kleinräumigeren Zusammenhängen stattfindet und somit die Wertschöpfungsketten kürzer werden (Berenberg / HWWI 2018).

Für eine solche Trendumkehr sprechen auch jüngere Erfahrungen, dass Unternehmen, die ihre Produktion früher ganz oder teilweise in fernere Regionen verlagert hatten, solche Verlagerungen wieder rückgängig machen. „Laut einer vom VDI beauftragten Studie verlagern vor allem digitalisierte Betriebe ihre Produktion wieder zurück nach Deutschland.“ (General-Anzeiger 2017: 7) Allein im Jahr 2015 habe es rund 500 solcher Rückverlagerungen gegeben (ebd.).

Im Zuge eines sich individualisierenden Konsums werden kleinere Mengen in kleineren Betrieb-Raum-Einheiten hergestellt. Auf diese Weise können individuell gefertigte Konsumgüter auf kürzeren Wegen schneller und direkter zu den Konsumenten gelangen. Damit verbinden sich veränderte Bedingungen und Anforderungen an Produktions- und Logistikimmobilien sowie für die Arbeitswelt und den Lebensalltag generell.

Die Integration verschiedener Schritte in Produktion und Logistik (Produktionsnetzdigitalisierung) kann durch **Online-Plattformen** unterstützt werden, die „... das vernetzte Arbeiten zwischen Unternehmen und deren Dienstleistern beziehungsweise Lieferanten ermöglicht.“ (General-Anzeiger 2018d)

Das bislang intransparent und ineffizient agierende Speditionsgewerbe kann sich künftig via Online-Plattformen zu einer digital vernetzten Logistikbranche entwickeln,

die Markttransparenz mit Transporteffizienz verbindet. Dabei wird der gesamte Distributionsprozess von der Warenausgabe über die Verfolgung der Lieferung und die Wareneinstellung bis zur Abrechnung integriert. Eine solche **Logistik-Plattform** hat die SALOODO GmbH (Tochtergesellschaft der Deutsche Post DHL Group) bereits zur Operationsreife entwickelt. Mit solch digitaler Güter-Transport-Vermakelung ließen sich bis zu 37 % Leerfahrten der LKW-Rückverkehre sowie der entsprechende Ressourcenverbrauch und Schadstoffausstoß vermeiden (General-Anzeiger 2018c). Damit könnte sich auch mancher LKW-Rückstau auf überfüllten Straßen innerhalb bestehender Gewerbegebiete entspannen.

[7] Technische Neuerungen können in regionalwirtschaftliche Konzentrationsprozesse umschlagen und somit indirekt zu einem treibenden Faktor für Flächensparsamkeit, etwa in Form vertikaler Produktion werden.

„Die innovativsten Elemente der neuen kleinteiligen Unternehmen suchen die Stadt und die Nutzungsmischung, da sie darauf angewiesen sind, sich untereinander auszutauschen und zu ergänzen. An solchen urbanen Orten ist die Ressource Raum attraktiv und daher knapp und teuer. Großflächige Fabriken lohnen sich kaum bzw. müssen durch platzsparende Lösungen (z. B. Stockwerksfabriken) sparsam mit der Flächenressource umgehen.“ (IAT 2017: 19) Ein Motiv für solche Unternehmen – häufig aus der so genannten „Kreativwirtschaft“ – besteht im Partizipieren am so genannten „impliziten Wissens“ anderer bzw. einer Agglomeration innovativer Akteure an urbanen, verdichteten Orten, die damit aber eben auch ein höheres Grundstückspreisniveau aufweisen. Im Zusammenhang mit solchen Wirkungsmechanismen sprechen manche Autoren bereits vom „Comeback der Stadtfabrik“ oder einer „Renaissance der urbanen Produktion“ (ebd.: 23).

[8] Im Zuge eines verschärften Rekrutierungswettbewerbs um Fachkräfte und angesichts zunehmender Leistungsanforderungen an die Beschäftigten verändern sich Ansprüche an die Sekundärausstattung der Gewerbegebiete mit Versorgungs-, Freiraum- und Sozialinfrastrukturqualitäten.

„Außerdem findet ein Wandel von der Industriegesellschaft zur Wissensökonomie und somit zu einer Personalwende statt, in der Beschäftigte vermehrt flexible Arbeitswelten und eine ausgewogene Work-Life-Balance fordern, aber auch durch den Zwang zur Innovation vermehrt gefordert werden.“ (IAT 2017: 21)

Auch im verarbeitenden Gewerbe entsteht bei den Unternehmen Sensibilität für die Regenerationsbedürfnisse ihrer Beschäftigten, beispielsweise bei der Andritz Küsters GmbH, einer Technologielieferantin für die Papier- und Textilindustrie. „Geplant sei auch ein **Kommunikationszentrum**, ein Treffpunkt zum Arbeiten oder Relaxen für die Mitarbeiter.“ (Rheinische Post Verlagsgesellschaft mbH 2018: 13)

„Herr Prof. Bruns-Berentelg bezeichnet die Qualifizierung der Erschließungsinfrastruktur, Konnektivität sowie sozialen und Versorgungsinfrastruktur als notwendig für die Ausschöpfung der Standortpotenziale.“ (IBA Hamburg 2016: 19) Die Sekundäreigenschaften der sozialen und **Versorgungsinfrastruktur** nennt Jürgen Bruns-Berentelg von der Billebogen Entwicklungsgesellschaft mbH und der HafenCity Hamburg GmbH explizit als Anforderungen an die Gewerbegebietentwicklung auf dem Billebogen-Areal in Hamburg.

[9] Die Zukunftsperspektiven für digitale Techniken im produzierenden und verarbeitenden Gewerbe erscheinen günstig. Sie bergen aber nicht nur Chancen, sondern auch Risiken.

In der so genannten „Künstlichen Intelligenz“ (KI) sehen Experten günstige Perspektiven für Industrie und Gewerbe im Bundesgebiet, etwa Professor Christian Bauckhage, Experte für lernende Maschinen vom Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (IAIS), der jedoch die Begrifflichkeit „**Künstliche Kognition**“ für treffender hält. Prof. Bauckhage kommt zu folgender Einschätzung: „Besonders gut ist die deutsche KI an der Schnittstelle zur Industrie, also in der Robotik, Logistik und Produktionsplanung.“ (General-Anzeiger 2018h) Auch der Präsident vom KI-Bundesverband e.V., Jörg Bienert, sieht in der KI vor allem Chancen für die Industrie: „Wir sollten uns auf unserer Kernkompetenzen wie Robotik und Manufacturing konzentrieren“, rät er. (General-Anzeiger 2018g)

Manche Forscher konstatieren neben Chancen auch Risiken der Digitalisierung. „Natürlich gibt es Gefahren in Teilbereichen, etwa die Möglichkeit der Überwachung, aber dem müssen wir als Bürger entgegentreten.“ So der Politikwissenschaftler Prof. Christoph Butterwegge im Interview (General-Anzeiger 2018g). Zugleich sagt er aber auch: „Genau wie bei der Erfindung des Autos oder des Computers werden auch hier die Vorteile überwiegen.“ (ebd.)

[10] Für bestehende Gewerbegebiete birgt der technische Wandel Spannungsfelder zwischen städtebaulichen Entwicklungsoptionen und Statusgefährdungen.

Neben den o. g. Chancen entstehen auch Risiken für den städtebaulichen Status quo bestehender Gewerbegebiete. Solche Neben- bzw. Kontraeffekte sind in der Regel unbeabsichtigt, häufig gar unbewusst. Sie ergeben sich beispielsweise aus Rechenzentren, die zunehmend oft auch in Gewerbe- und Industriegebieten anzutreffen sind. Einerseits stellen sie technisch-infrastrukturelle Voraussetzungen für die digitale Prozessgestaltung und Vernetzung (auch) im produzierenden Gewerbe und damit für eine Verbesserung der betreffenden Stadtverträglichkeit und Ressourceneffizienz dar. Andererseits können solche Nutzungen in Gewerbegebieten eine Grundstückspreisdynamik auslösen, die die Existenz produzierender Betriebe an diesen Standorten in Frage stellt.

Ein solcher Wirkungszusammenhang wird beispielsweise aus dem ExWoSt-Modellvorhaben Fechenheim Nord / Seckbach in Frankfurt am Main berichtet. Am Rand des dortigen Gewerbegebietes hat sich ein Rechenzentrum angesiedelt. Das betreffende Unternehmen scheint gegenüber produzierenden Betrieben über größere Finanzpotenz zu verfügen, wodurch steigende Bodenpreiserwartungen genährt werden. In der Folge beruhigt sich der ohnehin träge Grundstücksverkehr in dem Gebiet weiter, wodurch sich die Spielräume für Entwicklung, Erweiterung oder Neuansiedlung produzierender Betriebe weiter verringern. In diesem Zusammenhang sind die städtebaulichen Zukunftsaussichten des gesamten Gewerbequartiers tangiert.

Fazit

[11] Die Medienrecherche und Expertenaussagen haben signifikante Zusammenhänge zwischen technischem Wandel und Stadträumen urbaner Produktion bestätigt.

Es hat sich gezeigt, dass technische Innovationen mit stadträumlicher Wirkung im produzierenden Sektor praktikabel, betriebstauglich und marktfähig sind. Zudem legen Erfahrungen aus der Industriegeschichte nahe, dass sich der technische Wandel weiter beschleunigen wird. In der Folge könnten sich auch Zeiträume stadträumlicher Konsequenzen bzw. Anforderungen aus dem technischen Wandel in der Produktion verkürzen.

[12] Die Beschäftigung mit dem technischen Wandel im produzierenden Gewerbe aus der Perspektive der stadträumlichen Implikationen hat die Komplexität und Ambivalenz der Zusammenhänge zwischen technischen Entwicklungen und räumlichen Wirkungen verdeutlicht.

Dabei haben sich weder Faktoren gezeigt, die von vornherein das Verhältnis zwischen Optionen und Gefährdungen städtebaulicher Entwicklungen autonom bestimmen. Noch haben sich Hinweise dafür ergeben, dass technische Faktoren stadträumliche Wirkungen zwingend und endgültig determinieren. Mithin sind die Effekte des technischen Wandels für die Stadtraum- und Lebensqualität Gegenstand subjektiver und institutioneller Gestaltungseinflüsse.

Dementsprechend ist eine integrierte Sicht auf die Arten und Handlungsfelder technischer Innovation in der Produktion sowie deren stadträumlichen, infrastrukturellen und städtebaulichen Effekte erforderlich.

[13] Im Zuge des technischen und räumlichen Wandels in der urbanen Produktion zeigt sich auf Stadt- und Gebietsebene eine räumliche Differenzierung der Standortanforderungen. Dabei kristallisieren sich städtebauliche Primärtypen heraus, die in der künftigen Stadtentwicklung eigenständige und zugleich einander funktional ergänzende Rollen spielen (können):

- ***Singuläre Produktion-Raum-Einheiten***, die sich flexibel in städtebauliche Bestandskonstellationen integrieren lassen.
- ***Hybride Funktion-Raum-Konstellationen***, die sich aus ehemals homogenen Produktionsstrukturen multifunktional weiterentwickeln und mit umgebenden Stadträumen zusammenfügen.
- ***Homogene, großräumige Produktionsstrukturen*** mit persistenten Störpotenzialen, die langfristig separiert bleiben (müssen).

Solche Funktion-Raum-Differenzierung erweitert das Spektrum städtebaulicher Entwicklungsperspektiven und Interventionsoptionen. Diese begünstigen die kleinräumige Mischfähigkeit und die stadtverträgliche Integrationsfähigkeit produzierender Gewerbeeinheiten. Dadurch eröffnet sich die Perspektive einer Reurbanisierung der Produktion.

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

- Die Erkenntnisse aus der Medienrecherche bestätigen, dass im Zuge des technischen Wandels Optionen der Nachverdichtung und Flächeneffizienz entstehen. Es ist allerdings angebracht, die Potenziale der städtebaulichen Verdichtung und Flächeneffizienz im Zuge weiterer Untersuchungen genauer zu klären.
- Es ist offen geblieben, welche Mengeneffekte technische Neuerungen in der urbanen Produktion auslösen und in welchen Zeiträumen sie raumwirksam werden. Auch konnte im Rahmen dieser Medienrecherche nicht dezidiert geklärt werden, welche konkreten städtebaulichen und infrastrukturellen Ausprägungen technische Innovationen in der Produktion induzieren. Dementsprechend wären die genannten Wissenslücken durch interdisziplinäre Expertise aus Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften, Raum- und Stadtforschung zu füllen. Zu diesem Zweck wären ein vertiefendes Studium und die Auswertung von Primärquellen erforderlich, was im Rahmen dieser ersten explorierenden Medienrecherche nicht leistbar war.
- Des Weiteren wäre zu untersuchen, inwieweit der technische Wandel im produzierenden Gewerbe zur Nachhaltigkeit in Gewerbegebieten beitragen kann und inwieweit solche Nachhaltigkeitseffekte durch unerwünschte Nebeneffekte oder beabsichtigte Parallel- bzw. Folgeeffekte konterkariert werden. Erforderlichenfalls wären auch Primäruntersuchungen, etwa in Form von Fallstudien angebracht.

Literaturhinweise und Quellenangaben

- Baugesetzbuch (BBauG) in der Fassung vom 3.11.2017. Online: <http://www.gesetze-im-internet.de/bbaug/BJNR003410960.html>; Abruf am 17.7.2018
- BBSR (Hrsg.): Die neue Stadtökonomie. Strukturwandel in Zeiten der Digitalisierung, Bonn 2017
- Berenberg / HWWI (Hrsg.): Strategie 2030 – Schifffahrt in Zeiten des digitalen Wandels. Hamburg, 2018
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (Hrsg.): Plattform Industrie 4.0. Online: <https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Home/home.html>; Abruf am 17.7.2018
- Dörnemann, Martina: Autonomes Fahrerloses Fahren - Szenarien und Chancen und Risiken für die Stadt. Vortrag im BBSR-Fachgespräch zu „Wirkungen des Autonomen Fahrens“, Bonn, 31.5.2017
- Herrmann, Christoph; Juraschek, Max: Urbane Fabriken: Perspektiven für die Produktion in der Stadt. In: Deutsche Akademie für Städtebau und Landesplanung e.V. (Hrsg.): 6. Hochschultag der Nationalen Stadtentwicklungspolitik „Stadt und Region als Arbeitsort“, Berlin, 2018
- General-Anzeiger: Industrie 4.0 ist Wachstumstreiber. Bonn, 25.4.2017
- General-Anzeiger: Reine Luft aus Königswinter. Bonn, 26.4.2018a
- General-Anzeiger: Vom Selleriewaschen zum Robotereinsatz. Bonn, 26.4.2018b
- General-Anzeiger: Logistik 4.0 mit Ausrufezeichen. Bonn, 26.4.2018c
- General-Anzeiger: Die Cloud als digitales Ökosystem. Bonn, 26.4.2018d
- General-Anzeiger: Wenn die Druckmaschine auch heizt. Bonn, 25.8.2018e
- General-Anzeiger: Neuer Goldrausch im Mobilfunk. Bonn, 1.9.2018f
- General-Anzeiger: „Eine neoliberale Erzählung“. Bonn 4.10.2018g
- General-Anzeiger: „Die Menschheit steh vor einer Zeitenwende“. Bonn, 10.9.2018h
- General-Anzeiger: Schlaue Maschinen verändern die Welt. Bonn, 10.9.2018h
- Heynkes, Jörg: Die große digitale Transformation und Folgen für unsere Städte. Vortrag im BBSR-Technologiefolgengespräch, Bonn, 23.4.2018

- IBA Hamburg GmbH: Dokumentation: Zur Zukunft der Arbeit in der Stadt. Gewerbe und Industrie in urbanen Räumen. Fachveranstaltung 29. April 2016. Hamburg o.J.
- Institut Arbeit und Technik (IAT) (Hrsg.), Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen (MHKBG) (Auftraggeber), Institut Arbeit und Technik und StadtRaumKonzept (Bearbeitung): Produktion zurück ins Quartier? Neue Arbeitsorte in der gemischten Stadt. Gelsenkirchen / Dortmund, 2017
- Land, Karl-Heinz im Interview mit General-Anzeiger: Die Arbeitswelt von morgen. Bonn, 25.4.2017
- Rheinische Post Verlagsgesellschaft mbH (Verlag): Lange Nacht der Industrie. Düsseldorf 6.10.2018
- Sibum, Doris: Zukunftsthemen und Trendmoleküle. Vortrag im BBSR-Technologiefolgengespräch, Bonn, 23.4.2018
- Tagesschau.de: Wenn der Computer zum Flugkapitän wird. Online: <https://www.tagesschau.de/inland/unbemannte-frachtflugzeuge-101.html>; Abruf am 30.8.2018
- Wikipedia: Lilium Jet. Online: https://de.wikipedia.org/wiki/Lilium_Jet; Abruf am 30.8.2018a
- Wikipedia: Elektrifizierung. Online: <https://de.wikipedia.org/wiki/Elektrifizierung>; Abruf am 26.9.2018b
- Wikipedia: Automatisierung. Online: <https://de.wikipedia.org/wiki/Automatisierung>; Abruf am 3.9.2018c