

Stabilisierung durch digitale Technik: Wie CAD-Programme zur räumlichen Ordnung in der Planung beitragen

Kuppler, Anne; Alpermann, Hendrikje

Veröffentlichungsversion / Published Version

Zeitschriftenartikel / journal article

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Kuppler, A., & Alpermann, H. (2022). Stabilisierung durch digitale Technik: Wie CAD-Programme zur räumlichen Ordnung in der Planung beitragen. *Raumforschung und Raumordnung / Spatial Research and Planning*, 80(2), 186-201. <https://doi.org/10.14512/rur.42>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY Lizenz (Namensnennung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

Terms of use:

This document is made available under a CC BY Licence (Attribution). For more information see:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Stabilisierung durch digitale Technik: Wie CAD-Programme zur räumlichen Ordnung in der Planung beitragen

Anne Kuppler, Hendrikje Alpermann

Received: 23 December 2020 ■ Accepted: 29 November 2021 ■ Published online: 6 January 2022

Zusammenfassung

Planung ist allgemein als Praxis des räumlichen Ordnen anerkannt: Anhand von planerischen Instrumenten, etwa Flächennutzungsplänen und Bebauungsplänen, wird gegliedert, gelockert und verdichtet. Während Planungsinstrumente selbst und deren Interpretation, praktische Nutzung und Umsetzung bereits vielfältig untersucht sind, bleibt die technische Umsetzung und deren aktive Rolle in Planungsprozessen hingegen zumeist unbeleuchtet. Der vorliegende Beitrag widmet sich diesem Forschungsbedarf, indem er der Frage nachgeht, auf welche Art und Weise gängige Techniken – hier vor allem zeichnerische CAD-Programme – in Planungsprozessen wirken. Grundannahme ist hierbei, dass CAD-Programme Planung nicht nur ermöglichen, sondern wesentlich mitgestalten, da mithilfe von digitaler Technik eine Stabilisierung von räumlicher Organisation in Pläne eingeschrieben wird. Anhand prominenter Konzepte der *Science and Technology*

Studies wird aufgezeigt, wie CAD-Programme urbaner Komplexität eine neue materielle Form – die des Plans – geben. Sie tragen wesentlich zu einem Kernbereich der Planung bei und damit zu einer spezifischen Ordnung unserer gebauten Umwelt.

Schlüsselwörter: CAD-Programme ■ Technik und Planungspraxis ■ Ordnung ■ Science and Technology Studies

Stabilisation through digital technology: How CAD programmes contribute to spatial order in planning

Abstract

Planning is generally recognised as the practice of spatial organisation. Planning instruments, such as land-use plans and zoning plans, are used to structure development, to reduce building densities and to densify. While planning instruments themselves and their interpretation, practical use and implementation have been widely studied, in contrast technical implementation and its active role in planning processes have remained mostly unexplored. This paper addresses this research gap by considering the ways in which common techniques – primarily graphical CAD programmes – operate in planning processes. The basic assumption here is that CAD programmes not only make planning possible, but also play a significant role in shaping it, since digital technology is used to inscribe and stabilise spatial organisation in plans. Prominent concepts from *Science and Technology Studies* are used to demonstrate how CAD programmes give urban complexity a new material form – that of the plan. They contribute significantly to a core area of planning and thus to the specific ordering of our built environment.

Hinweis Die Arbeit wurde beim Kongress Neue Kulturgeographien NKG 2020 vorgestellt (Technocultures & Technoscapes, 30. Januar 2020 – 1. Februar 2020): „Modes of Ordering“: Zum Beitrag von CAD-Programmen in der Planung.

✉ **Anne Kuppler**, Arbeitsgruppe Raumplanung und Nachhaltigkeit, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Heisenbergstraße 2, 48149 Münster, Deutschland
annekuppler@uni-muenster.de

Hendrikje Alpermann, Institut de géographie et durabilité, Université de Lausanne, Mouline – Géopolis 3540, 1015 Lausanne, Schweiz
hendrikje.alpermann@unil.ch



© 2021 Kuppler; licensee oekom verlag. This Open Access article is published under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Keywords: CAD software ■ Technology and planning ■ Ordering practices ■ Science and technology studies

1 Einleitung und Problemstellung

Zeichnen, sortieren, benennen, ausblenden. *Computer Aided Design Software* (CAD-Programme) sind zum selbstverständlichen Bestandteil einer jeden planerischen Praxis geworden. Von der städtebaulichen Rahmenplanung bis hin zur formellen Bauleitplanung sind CAD-Programme in der Bau- und Planungsbranche nahezu unhinterfragt in Planungsprozesse involviert. Dazu gehört die digitale Erstellung von Skizzen, 2D- und 3D-Entwürfen sowie Feinzeichnungen auf unterschiedlichen Maßstabsebenen. CAD-Programme ermöglichen es, in hoher Geschwindigkeit eine Vielzahl an Entwürfen für städtebauliche Planungsprojekte kreativ auszuarbeiten und mit vielfältigen Merkmalen visuell auszustatten. Dabei haben CAD-Programme nicht nur zur Digitalisierung des Planungsprozesses beigetragen, vielmehr erfolgt durch ihre Funktion als Werkzeug eine spezifische Konstruktion unserer gebauten Umwelt selbst. In Anlehnung an Guggenheim (2017: 149) wird im vorliegenden Beitrag behandelt, wie digitale Planungswerkzeuge die Planungspraxis als ordnende Disziplin prägen und konstitutiver Teil jener Praxis sind. Im Zentrum steht damit die Frage, auf welche Art und Weise gängige zeichnerische CAD-Programme in der Planungspraxis Wirkmächtigkeit entfalten. Im Speziellen soll der Prozess betrachtet werden, in dem eine Stabilisierung räumlicher Organisation in Pläne eingeschrieben wird. Zur Beantwortung dieser Frage wird untersucht, wie Pläne die Herstellung räumlicher Ordnung bedingen und legitimieren (Roskamm 2016: 188–189). Grundannahme ist hierbei, dass digitale Planungswerkzeuge eine Ordnung gebauter Umwelt ermöglichen. Zudem setzen sie Grenzen durch Vorgaben der Software, über die Planinhalte vordefiniert werden.

Mit Beginn der 1990er-Jahre löste das computergestützte Konstruieren die Zeichnung mit Tusche, Feder, Papier und Leuchttisch endgültig ab. Die Umstellung von analogen auf digitale Verfahren führte zu einer weitreichenden Transformation der Arbeitsweise von Planenden. Digitale Planungswerkzeuge waren damals, und sind aktuell, Gegenstand fachspezifischer Diskussion. Anwendungsbeispiele und Neuheiten digitaler Tools, die zur Effizienz der Planungspraxis beitragen sollen, werden in den Fokus ge-

rückt und bei Fachtagungen¹ und in Fachzeitschriften² vorgestellt. Während die Veränderung der Planung durch die Umstellung auf digitale Planungswerkzeuge innerhalb der Disziplin zwar diskutiert wurde, blieb sie wissenschaftlich bisher beinahe unberücksichtigt (Mélix/Schinagl 2019: 58). Forschungen der letzten Jahre bezogen sich beispielsweise auf die Auswirkungen digitaler Kommunikation auf Planende (Kühl 2019) oder auf die Interpretation, Repräsentation, praktische Nutzung und Umsetzung von Visualisierungen und Plänen (Christmann/Singh/Stollmann et al. 2020). Als konstitutiv für die Praxis der Planung blieb digitale Technik jedoch weitestgehend unbeleuchtet. Mit dem Fokus auf der Bedeutung von Werkzeugen für die Herstellung sozialräumlicher Ordnung, genauer: auf der Wirksamkeit digitaler Visualisierungstechniken bei der Erstellung von Plänen, kann der vorliegende Artikel dazu beitragen, diese Forschungslücke zu füllen. Zudem verbindet der Beitrag theoretische Perspektiven aus dem Feld der *Science and Technology Studies* (STS) und der Organisationsforschung zur Untersuchung von Planungspraktiken und erweitert damit die deutschsprachige Theoriedebatte, indem er die Interaktionen zwischen Planenden und Technik analysiert.

Vielmehr als auf empirischen Ergebnissen liegt der Schwerpunkt des Beitrags auf der Verknüpfung von theoretischen Überlegungen der Wissenschafts- und Technikforschung mit Planungspraktiken. Dazu wird zunächst mit einem Blick auf die Geschichte der Planung ausführlich hergeleitet, wie insbesondere Visualisierungstechnik in einem Wechselverhältnis mit planerischer Handhabe steht (Kapitel 2). Dabei werden die Zusammenhänge zwischen Technik, der Entstehung von Planung als Disziplin sowie die Herstellung baulicher und gesellschaftlicher Ordnung aufgezeigt. Die Integration planerischer Visualisierungswerkzeuge in CAD-Programme wird im dritten Kapitel aufgegriffen. Im vierten Kapitel werden die dem Beitrag zugrunde liegenden theoretischen Konzepte und Grundprämissen der *Science and Technology Studies* sowie Arbeiten aus dem Bereich der Organisationsforschung mit den Schwerpunktthemen Software und Planung aufgeführt. Im fünften Kapitel wird anhand eines städtebaulichen Entwurfsprozesses aufgezeigt, in welchen Momenten und wie CAD-Programme zur Herstellung räumlicher Ordnung beitragen. Nach einer Reflexion der Analyse (Kapitel 6) wird im siebten Kapitel schließlich diskutiert, wieso der Einbezug von Technik in der Untersuchung sozialräumlicher Ordnung relevant ist.

¹ z. B. Fachtagung „Stadtplanung geht digital“; vgl. <https://www.projekt-check.de/fachtagung> (25.10.2021).

² z. B. Heft 3/2020 der Zeitschrift „Informationen zur Raumentwicklung“ zum Thema „Geoinformationen in der Raumplanung“.

2 Technik, Visualisierung, Ordnung: Die Entstehung der Planung als Disziplin

Das räumliche Ordnen von Objekten, Flächenfunktionen und implizit von gesellschaftlicher Organisation durch Pläne gehört bis heute zu den Haupttätigkeiten der Planung. Techniken der Visualisierung beeinflussen dabei nicht nur die räumliche Ordnung der gebauten Umwelt selbst, sondern prägen auch das Selbstverständnis der Planenden sowie die Methoden und Prozesse der Planung, wie der historische Rückblick zeigt.

Lange entzog es sich wissenschaftlicher Kenntnis, dass bereits die mittelalterliche Stadtentwicklung in Europa durch damals gängige Planungstechniken beeinflusst wurde. Bis in die 2000er-Jahre bestand die Annahme, dass die älteren Gründungsstädte mit ihren schmalen und verwinkelten Gassen organisch und zufällig gewachsen seien (Saltzwedel 2001: 230). Dabei dominierte die Vorstellung, dass es kaum Konzepte, im Grunde keine Planenden sowie Werkzeuge des Planens, gegeben habe und Stadtentwicklung nicht gezielt gesteuert gewesen sei. Bei genauerer Betrachtung der Altstadt von Freiburg beobachteten Humpert und Schenk (2001) jedoch, dass sich im Grundriss der von den Zähringern im Jahr 1120 gegründeten Stadt durchaus Regelmäßigkeiten in der Anordnung der Straßen und geometrische Grundformen in deren Ausrichtung jenseits der damaligen Bebauung erkennen lassen. Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, sind mehrere Straßen von Freiburg anhand eines Kreisbogens mit einem Radius von 600 Fuß angelegt. Die Untersuchung weiterer Gründungsstädte ergab, dass sich eine Art zähringischer Stadtplan auch in Breisach, Worms oder Dinkelsbühl wiederfindet (Heineberg 2006: 205). Humpert und Schenk (2001) stellten heraus, wie die Stadtentwicklung bereits im 12. Jahrhundert durch die exakte Konstruktion mit Einmessungstechniken aktiv gestaltet wurde. Als Werkzeuge zur Einmessung wurden lange Seile mit regelmäßigen Knotenabständen verwendet, die im freien Feld als überdimensionierte Zirkel für die Ausrichtung und Anordnung von Straßen dienten. Wie das Beispiel zeigt, prägte die Verwendung der möglichen technischen Mittel die Grundrisse und damit eine spezifische räumliche Ordnung, die auf andere Zähringer Gründungsstädte übertragen wurde (Saltzwedel 2001: 230).

Während also die aktive Gestaltung von Stadtentwicklung mithilfe von Techniken bereits im Mittelalter Anwendung fand, entwickelten sich die Visualisierungstechniken von Stadt erst in der Renaissance. Dabei ist die Visualisierung der gebauten Umwelt für eine gezielte planerische Organisation und für die Regulierung der Stadtentwicklung besonders zentral (Söderström 1996: 250). Es handelt sich um eine Koproduktion von Visualisierungstechnik und Pla-

nung, die sich am Beispiel der Stadt Rom besonders gut aufzeigen lässt. Betrachtet man sehr frühe Visualisierungen Roms, sind darauf lediglich symbolische Zeichnungen von wichtigen Monumenten zu sehen. Ziel einer solchen Darstellung war es, eine grobe räumliche Orientierung und Identifizierung durch prominente Orte und Objekte der Stadt zu ermöglichen. Die Gesamtdarstellung des römischen Stadtgebietes oder einer neutralen räumlichen Struktur war durch diese Bildmittel nicht möglich (Schelbert 2012: 286–287). Im 15. Jahrhundert entwickelte Leon Battista Alberti eine Vermessungs- und Darstellungstechnik, die es erstmals erlaubte, den Stadtgrundriss Roms maßstäblich wiederzugeben. Mit einer Kreisfigur als Ausgangspunkt entwickelte er ein Gittersystem, welches die heterogene Erdoberfläche auf eine durchgängige geometrische Einheitlichkeit reduzierte (vgl. Abbildung 2). Die universal anwendbare Visualisierung ermöglichte es, „Orte anhand ihrer Koordinaten zu kartieren, in ihrer Relation zu bestimmen und deren Entfernung zu messen“ (Bagrow/Skelton 1973: 143). Albertis geometrischer Plan entwickelte sich zur Standardvisualisierung der gebauten Umwelt und trug zu einer neuen Form der städtischen Organisation bei. Fortan wurden Städte nicht mehr nur in ihrer rein symbolischen Form, sondern in ihren materiellen und naturräumlichen Gegebenheiten repräsentierbar und als Gesamtheit regulierbar (Söderström 1996: 256–258). Die Weiterentwicklung der Visualisierungstechnik steht in direkter Verbindung mit einer sich verbreitenden, organisierenden und gezielten Planung von Stadt. Das verdeutlicht das weitreichende Erneuerungsprogramm Roms unter Papst Nikolaus V. (1447–1455), dem die metrischen Darstellungstechniken Albertis zugrunde lagen. Das städtische Erneuerungsprogramm beinhaltete die bauliche Rekonstruktion ganzer Stadtteile in einem Ausmaß, welches bis dato noch nicht bekannt war: Der Plan ermöglichte es, aus der physischen Gestalt der Stadt Rom ein Machtinstrument zu entwickeln, welches die Lenkung der baulichen, spirituellen und städtischen Aktivität seiner Bewohnenden ermöglichte (Söderström 1996: 257–258).

Aus einer Perspektive, die ihr Augenmerk auf die Koproduktion von Technik und Planung legt, ist die geometrische Plandarstellung der Stadt ein geschichtliches Schlüsselmoment. Denn Albertis grundlegende Visualisierungstechnik entwickelte und verstetigte sich als normatives Standardinstrument der modernen Stadtplanung. „This instrument [the iconographic plan] also constitutes a key element in the urban planner’s laboratory, because it functioned as a matrix for the creation of other instruments which were later to become normative“ (Söderström 1996: 261).

Die Anfänge der modernen Planung werden häufig auf die Zeit der Industrialisierung und Urbanisierung zurückdatiert, die sich in den mitteleuropäischen Großstädten im 19. Jahrhundert vollzog (vgl. Albers 1992; Heineberg 2006).

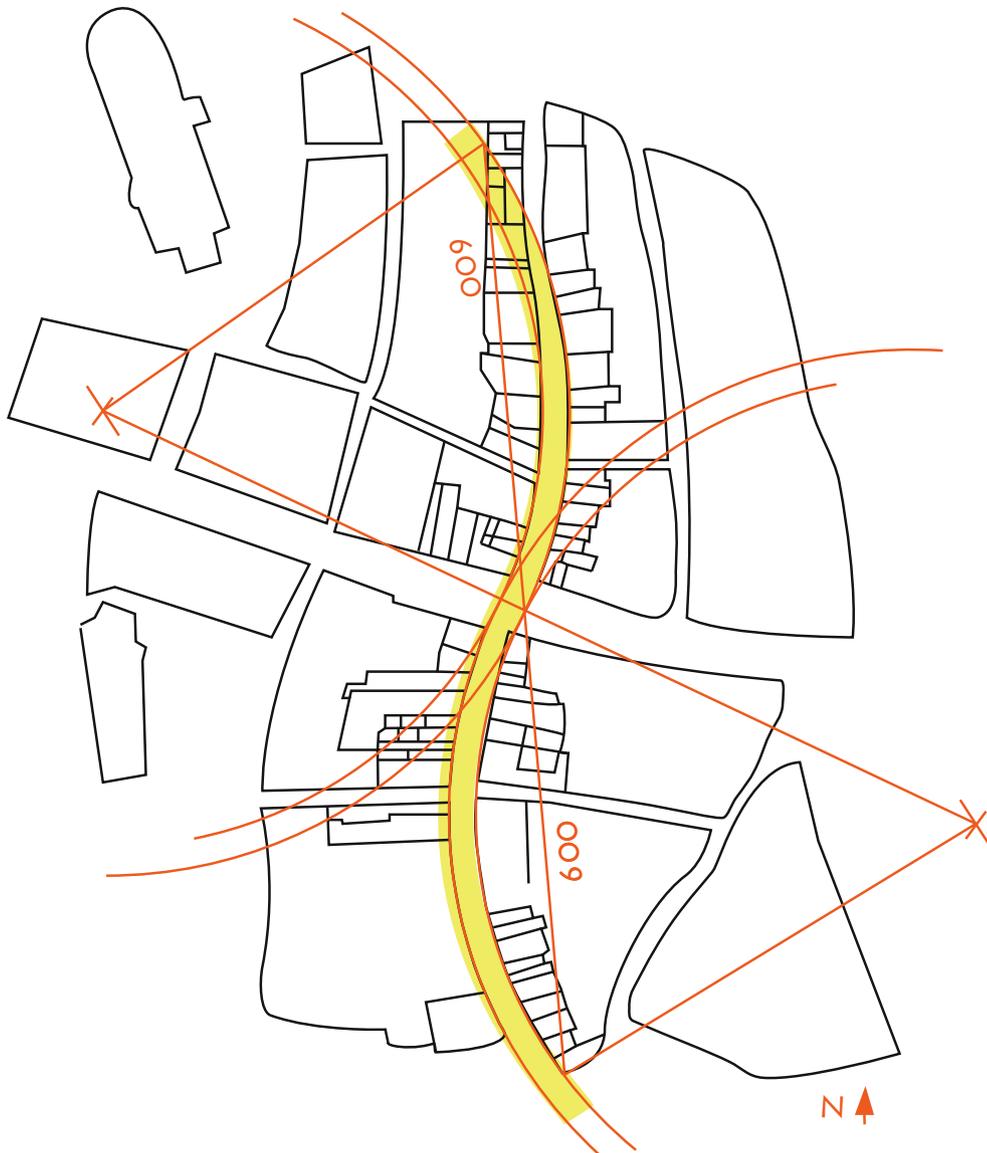


Abbildung 1 Verlauf von Salzstraße und Bertoldstraße in der Freiburger Altstadt. (Die Straßen wurden an zwei aneinanderliegenden Kreisausschnitten ausgerichtet)
Quelle: Eigene Darstellung nach Humpert und Schenk (2001: 16)

Vorerst verstetigte sich zu dieser Zeit die Grundrissplanung als Instrument planerischer Organisation im Städtebau, deren Gegenstand hauptsächlich die Straßen- bzw. Infrastrukturplanung war (Wurzer 1976: 4; Schubert 2015: 126). Wörtlich und metaphorisch verwendet Farías (2020: 173) „Grundriss“ als Begriff, um darauf hinzuweisen, wie die Planung mit technopolitischen Maßnahmen auf die prekären Lebensbedingungen in den Industriestädten reagierte. Technisch, da sich erste groß angelegte städtebauliche Programme über das gesamte Stadtgebiet erstreckten und wie in Paris zu einer umfangreichen Neugestaltung der baulichen Struktur führten. Politisch, da die städtebaulichen Erneuerungen von Napoleon III. unterstützt und gewaltsam

durchgeführt wurden, mit verheerenden Folgen für die Arbeitenden aus der Provinz, die ihre Eigentumsrechte sowie Wohn- und Sozialstruktur verloren (Wurzer 1976: 20). Die politische Lage war durch die ungleiche Verteilung von Einkommen und Vermögen in der diktatorisch geführten zweiten Republik Frankreichs instabil. Städtebauliche Planungen dienten mitunter der Machtrepräsentation sowie dem Kontrollgewinn über die städtischen Strukturen und damit der Verhinderung möglicher Aufstände (Söderström 1996:

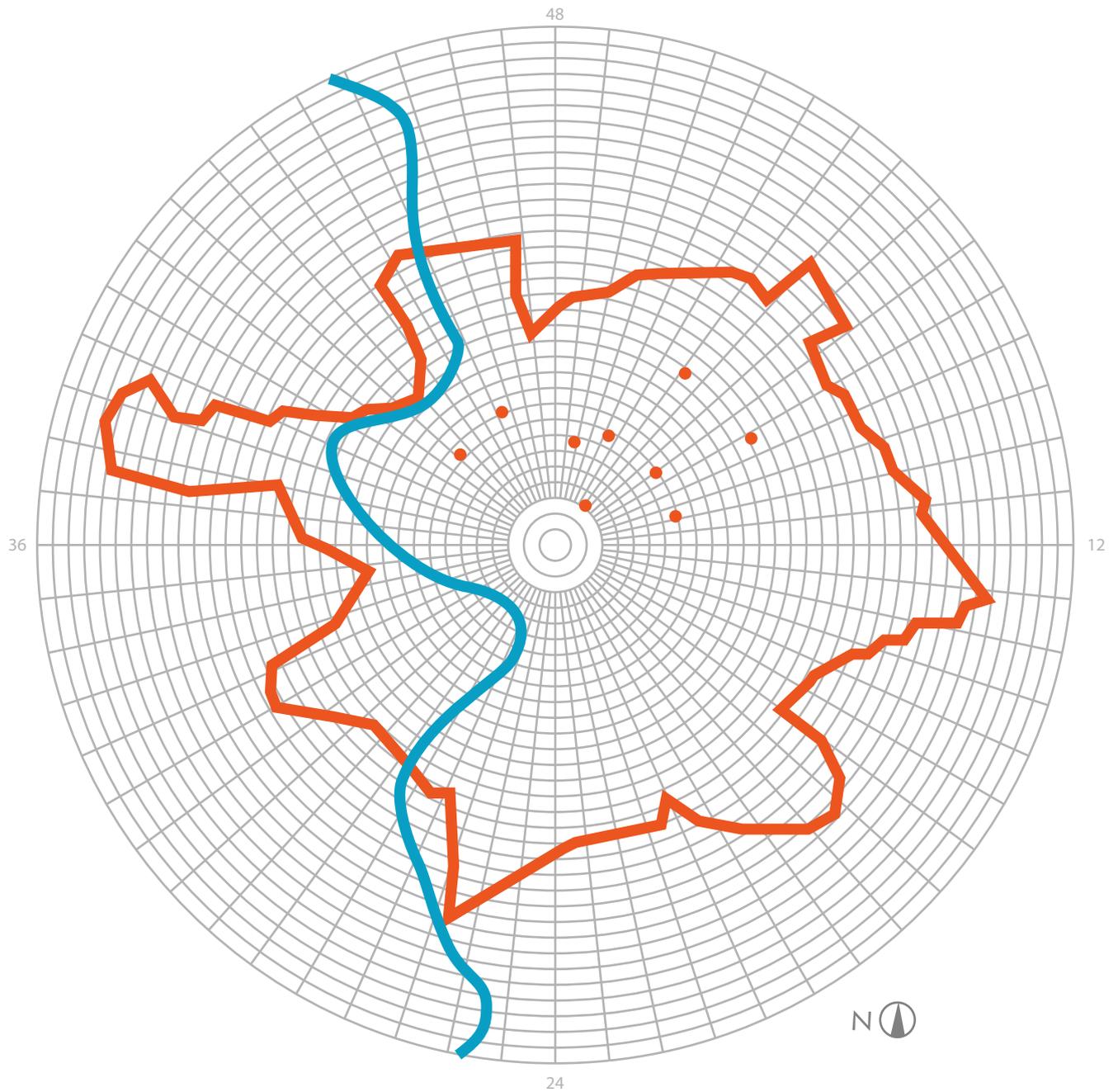


Abbildung 2 Abstrakte Rekonstruktion von Albertis geometrischer Visualisierungstechnik. (Die Messtechnik ermöglichte die Verortung des Tibers und die damaligen Bebauungsgrenzen)
Quelle: Eigene Darstellung nach Söderström (1996: 256)

274). Die „Haussmannisierung“³ (Schott 2017: 16) von Paris verdeutlicht, wie sich hierarchische Ordnungsprozesse von gebauter Umwelt in Städtebau und Architektur nicht von den politischen und gesellschaftlichen Kontexten trennen lassen.

Die technische Entwicklung war dabei konstitutiv für die Herausbildung der planerischen Praxis. Im Speziellen führte die Massenproduktion von Papier zu einer Etablierung der Disziplin und leistete so der Bürokratisierung, also Erfassung, Verwaltung und Ordnung von Stadt, Vorschub. Auch die Vervielfältigung und Mobilisierung von Plänen, wie es die Produktion des Taschenbuchformats im Jahr 1854 erlaubte, basierte auf dieser neuen Errungenschaft. Dank des „Collins Illustrated Atlas“ (Dyos 1973) wurden sozial und baulich vernachlässigte Distrikte und verruchte Orte Londons nun sichtbar und erstmals einer breiten Masse zugänglich. Das neuartige Kartenformat erweiterte und verräumlichte das Wissen über die soziale Lage der Stadt. Signifikant für die Ausübung der baulichen und sozialen Ordnung des Raums waren zudem Charles Booths umfangreiche Stadtforschungen und empirische Sozialstudien mit dem Titel „Life and Labour of the People in London“ (1889-1903). Er kartierte die sozioökonomischen Dimensionen der Stadtgesellschaft Londons, definierte Kategorien und bewertete diese (Söderström 1996: 268). Mit fortschreitender Professionalisierung wurde bewusst die soziale Ordnung durch ein wachsendes Selbstverständnis der Planenden geprägt, in dem Ordnung erhalten oder hergestellt werden muss, wo sie aus dem Gleichgewicht geraten ist.

Der Rückblick zeigt, wie technologische Neuerungen, Kategorisierung und Vervielfältigung von Plänen die Praxis der Planung prägen und bis heute in den Methoden und Verfahren der formellen und informellen Planung angewendet werden. Die formelle Planung wird mitunter durch Pläne rechtsverbindlich, während sich die informelle Planung durch Leitbilder, Konzepte oder kooperative Ansätze auszeichnet (Danielzyk/Sondermann 2018: 963). Städtebauliche Entwurfszeichnungen sind für die Fragestellung relevant, da sie häufig als Argumentationsgrundlage für die verbindliche Bauleitplanung herangezogen werden. Sie beinhalten die wesentliche gestalterische, bauliche und verkehrliche Ordnung einer städtebaulichen Entwicklung.

3 Zirkel, Schablone, Transparentpapier: Die Integration analoger Werkzeuge in CAD-Programmen

Die technische Entwicklung war für die Ausführung und die Etablierung der Planungspraxis besonders relevant; das zeigt der Blick in die Geschichte. Auch damit einhergehende spezifische Muster und sozialräumliche Organisationsformen lassen sich historisch nachvollziehen. Die alltägliche Anwendung der planerischen Werkzeuge wurde bisher jedoch kaum dokumentiert und wird daher nachfolgend aufgezeigt.

Wird in der Planung von Werkzeugen oder Instrumenten gesprochen, ist im Gegensatz zu anderen Disziplinen oftmals nicht das eigentliche Handwerkszeug gemeint, wie Tusche oder Papier. In der Planung werden die Begriffe „Werkzeug“ oder „Instrument“ häufig synonym für formelle Pläne und auch informelle Leitbilder oder Planungsmethoden verwendet. Dabei deuten etablierte Begriffe auf die Verwendung von Werkzeugen ausdrücklich hin. So bezieht sich das Reißbrett auf „reißen“, also das Einreißen, Einritzen von Zeichen auf Tafeln aus Holz (Buche). Im Englischen entwickelte sich daraus „write“ während sich im Deutschen das Lehnwort „schreiben“ etablierte.⁴ Wie zu Beginn des zweiten Kapitels dargestellt, sind Werkzeuge bereits zur Zeit der mittelalterlichen Gründungsstädte für die Gestaltung der gebauten Umwelt maßgeblich. Während im Mittelalter die Planung im Feld an den physischen Raum gebunden war, ermöglichte die Technik der Visualisierung auf Trägermaterialien wie Holz, Wachs und Papier eine orts- und zeitunabhängige Planung. Die Stadt konnte fortan am Reißbrett verhandelt werden. Reißzeug, eine Zusammenstellung von kombinierbaren Federn, Zirkeln, Nadeln und Lupen wurde verwendet, um filigrane Zeichnungen zu erstellen. Das Set aus verschiedenen Werkzeugen erleichterte das Zeichnen von geometrischen und symmetrischen Formen, das Anordnen in regelmäßigen Abständen und das Übertragen und Vergrößern von Formen. Im Arsenal des Visualisierens fanden sich neben Reißzeug und Tusche auch Messwerkzeuge und Zeichenhilfen wie Geodreiecke, Lineale und Schablonen. Seit der Antike wurden geometrische Prinzipien in Architektur und Städtebau mithilfe dieser Werkzeuge umgesetzt. Im Fachhandel für Architekturbedarf kann man diese formgebenden Werkzeuge nach wie vor erwerben, z. B. Kurvenlineale. Diese biegbaren Kunststofflineale haben den Vorteil, dass selbstgeformte Linien vorüberge-

³ Der Begriff „Haussmannisierung“ verweist auf den Architekten Georges-Eugène Haussmann (1809-1891). Unter Kaiser Napoleon III. führten seine Planungen zu starken Veränderungen des Pariser Stadtbilds.

⁴ <https://www.duden.de/sprachwissen/sprachratgeber/Die-verschiedenen-Bedeutungen-von-„reißen“-und-„schreiben“> (26.10.2021).

hend stabil bleiben und dadurch auf mehrere Pläne oder an mehreren Stellen im Plan übertragen werden können. Neben der korrekten Anwendung dieser Werkzeuge sind in Lehr- und Grundlagenbüchern des städtebaulichen und architektonischen Entwerfens weiterhin Falttechniken zu Papierplänen erklärt (z. B. Neufert 2012: 7). Transparentpapier wurde und wird noch gelegentlich verwendet, um Skizzen zu erstellen, Änderungen in bestehende Pläne einzuzichnen und in neue Pläne zu übertragen.

Ab den 1990er-Jahren wurden die verschiedenen Utensilien des planerischen Zeichnens nach und nach in die Werkzeugpaletten und Funktionen des computergestützten Zeichnens integriert. Eines der ersten CAD-Programme entstand bereits in den 1950er-Jahren: „Sketchpad“ ermöglichte die Modifikation von einfachen Strichzeichnungen mit einem Lichtstift und Steuerungsknöpfen. Bis heute wurden CAD-Programme immer weiter entwickelt, hin zu hochkomplexen Softwarelösungen, die mit allerlei intelligenten Funktionen, Verarbeitungsmechanismen, Mess- und Beschriftungsmöglichkeiten ausgestattet sind. Kreise, Linien, Messwerkzeuge, Stifte und Scheren in Werkzeugpaletten oder die Ebenenfunktion, die auf das verwendete Transparentpapier hindeuten, gehören zu den etablierten Standardanwendungen.

4 Ein soziotechnischer Blick auf Planung

Die Technisierung und Verwissenschaftlichung einer Vielzahl von Lebensbereichen ab den 1980er-Jahren ging mit einem wachsenden Forschungsinteresse an der Wirkmächtigkeit von Technik und der Produktion von Wissen einher (Höhne/Umlauf 2014: 196). Dies soll nachfolgend beschrieben werden, um den Beitrag anschließend theoretisch zu rahmen.

Ab den 1980er-Jahren entstanden in den Sozialwissenschaften verschiedene Pionierarbeiten mit der Annahme, dass nicht nur Menschen das Soziale bilden, sondern Praktiken, Techniken und Prozesse in die Hervorbringung des Sozialen involviert sind (z. B. Latour/Woolgar 1986; Latour 1987). Die häufig unter dem Feld der *Science and Technology Studies* zusammengefassten Forschungen analysierten erstmals die Wissenschaft an sich als Praxis und beachteten dabei nicht nur, wie sprachliche Kodifizierungen zur Herstellung von wissenschaftlichen Erkenntnissen beitragen, sondern auch den Einfluss technischer Geräte in diesem Prozess (Guggenheim 2017: 149). Forschende begannen, wirkmächtige Beziehungsgeflechte von technischen Geräten, wissenschaftlichen Erkenntnissen, Naturphänomenen und gesellschaftlicher Ordnung zu beschreiben und ihre konstitutive Funktion offenzulegen (Höhne/Umlauf 2014: 196).

In den kommenden Jahren rückten weitere Arbeitspraktiken unter Einbezug von Technik in den Fokus soziologischer und sozialwissenschaftlicher Untersuchungen (z. B. Thrift 1996; Vinck 2003). Beispielsweise wurden Mensch-Technik-Interaktionen, also die Verwobenheit von Menschen, Artefakten und Raum, in Bezug auf das Ingenieurwesen untersucht. Speziell die Beziehungen zwischen Praktiken und CAD-Programmen wurden in Arbeiten der Organisationsforschung, der ethnographischen Architekturforschung und der digitalen Innovationsforschung beschrieben. Diese Arbeiten zeigen, welche zentrale Rolle die Software für spätere Kollaborationen und Diskussionen spielen (z. B. Luff/Heath 1993), welche Effekte sie auf Kollektive haben, wie sie eingesetzt werden, um auf gemeinsame Ziele hinarbeiten (z. B. Verstegen/Houkes/Reymen 2019) oder wie mithilfe der Programme Zukunft entworfen wird (Houdart 2008: 49). Die Anthropologin Suchman (2006) leistete unter anderem mit ihrem Buch „Human-Machine Reconfigurations. Plans and Situated Actions“ wichtige Erkenntnisse für den vorliegenden Beitrag. Sie arbeitete darin heraus, wie Technologien zirkulieren und welche Effekte die Verteilung und Verbreitung von Wissen für die Herstellung räumlicher Ordnung haben. Auch in der Planungsforschung verbreiten sich Ansätze, die die Komplexität und soziotechnische Konstruktion der gebauten Umwelt in den Blick nehmen (z. B. Metzger 2014; Beauregard 2015; Rydin/Tate 2016).

Bis zur Übersetzung einiger Schlüsselwerke (z. B. Belliger/Krieger 2006; Latour 2007) fanden die Ansätze in der deutschsprachigen Forschung zunächst jedoch kaum Rezipienten (Höhne/Umlauf 2014: 198). Eine Adaption der Ansätze für Forschungen in der kritischen Stadt- und Raumforschung wurde konträr diskutiert (vgl. Belina 2014; Färber 2014; Guggenheim 2017). In der deutschsprachigen Auseinandersetzung mit Planungspraxis lagen inhaltliche Schwerpunkte auf Planungskulturen, Planungspolitiken, Partizipation sowie auf Methoden, Leitbildern und Konzepten der Planung (Müller/Lange 2016: 7). In der Planungskulturforschung wurde beispielsweise das Zusammenspiel institutioneller Muster und planerischer Praktiken untersucht. Damit wendete sich die Forschung mit dem Augenmerk auf die kulturelle Einbettung räumlicher Entwicklung von rein strukturellen planungstheoretischen Ansätzen ab (Othengrafen/Reimer/Danielzyk 2019: 162). Es entwickelt sich zudem, wenn auch weiterhin eher vereinzelt und zögerlich, eine Aufmerksamkeit auf „das Unerwartete, Irrationale, Kreative und Produktive“ (Dünckmann/Haubrich/Runkel 2019: 323) in Planungsprozessen. Die praxeologische Planungsforschung erweitert den Forschungsfokus im deutschsprachigen Raum besonders um Aspekte der Körperlichkeit und Materialität (Dünckmann/Haubrich/Runkel 2019: 325).

Die *Science and Technology Studies* sowie daraus her-

vorgehende Ansätze etablieren sich durchaus als hilfreiche Theorien der Raum- und Stadtforschung (vgl. Oßenbrügge/Vogelpohl 2014) und in inter- und transdisziplinären Forschungsprojekten. Beispielsweise werden an der Schnittstelle von Praxis und Planung inzwischen Texte veröffentlicht, welche ein hybrides Verständnis von Technik und Raum artikulieren und etwa deren Potenzial für Partizipationsprozesse aufzeigen (Radtke 2015). Besonders der Sammelband „Planung ist unsichtbar“ (Kurath/Bürgin 2019a) ist hier zu nennen, der eine relationale Planungstheorie entwirft. Lucius Burckhardt gilt als Vordenker und Anwender dieser Auffassung, denn er betrachtete das Beziehungsgeflecht von Politik, Mensch und Umwelt. Theoretisch und praktisch bestandete er die Vorstellung von Planung als objektiv handelnde Ordnungsdisziplin, ebenso wie die Neutralität ihrer Resultate (Kurath/Bürgin 2019b: 12).

Ordnungspraktiken bilden weiterhin ein zentrales Element der planerischen Praxis. Planende sind angehalten, soziomaterielle Elemente zusammenzudenken und sie zu einem abgestimmten und bestmöglichen Lösungsansatz zu verbinden. Im Kontext von Planung wird sozialräumliche Ordnung als Gefüge architektonischer, infrastruktureller, funktioneller, aber auch gesellschaftlicher Topologien verstanden. In Anlehnung an Suchman (2006: 366) definiert der vorliegende Beitrag Ordnung als Zustand, der ständiger Veränderung unterworfen ist und mit einem aktiven Prozess des Ordnen einhergeht. Unter Beteiligung von Werkzeugen und Instrumenten, die Stabilität gewährleisten können, wird Ordnung hervorgebracht, deren Fortbestand stetig erneuert werden muss (Schäfer 2013: 271).

Um zu untersuchen, wie CAD-Programme in die Ordnungspraktiken von Planenden involviert sind, wurden die Konzepte „inscription devices“ (Latour/Woolgar 1986: 51) und „modes of ordering“ (Law 1994; Suchman 2006; Mol 2010) ausgewählt. Die aus dem weiteren Feld der *Science and Technology Studies* hervorgegangenen Konzepte werden nachfolgend beschrieben.

Inscription devices sind Instrumente und Geräte, die zur Hervorbringung von wissenschaftlichen Ergebnissen beitragen. Sie übersetzen Materie (z. B. chemische Elemente) in Texte, Zahlen, Diagramme und Kurven. Wie übersetzt wird, ist in den Instrumenten und Geräten inskribiert und Ergebnis vorangegangener Diskussionen, die während der Entwicklung der Gerätschaften stattfanden. Am Ende der Transformation wird die Materie scheinbar unsichtbar und ergo nicht weiter problematisiert (Amelang 2012: 156). Im vorliegenden Beitrag werden CAD-Programme als *inscription devices* betrachtet. Ausgestattet mit spezifischen Fähigkeiten transformieren sie Planungswissen, während die Art und Weise, wie sie das Wissen in Pläne umwandeln, bereits in die Software eingeschrieben ist. Hierzu gehören Fähigkeiten wie das Markieren, Kodieren, Ordnen und Spei-

chern von Inhalten. Diese angelegten Codes entsprechen den menschlichen Fähigkeiten zu diskutieren oder zu schreiben. Im oben beschriebenen Prozess der Übersetzung können die Fähigkeiten der Geräte und die Fähigkeiten der Menschen als gleichwertig betrachtet werden (Law 2004: 32). Schreibt man CAD-Programmen Übersetzungsfähigkeiten zu, lässt sich ableiten, dass diese dazu beitragen, wie räumlich geordnet wird. Ordnung wird also als Hervorbringung verstanden, die spezifische Elemente voraussetzt und nur durch Träger, Werkzeuge und Instrumente gewährleistet ist (Latour 2007: 63). Vor diesem Hintergrund sind CAD-Programme und ihre Funktionen „[...] nicht einfach Werkzeuge der Planer_innen, sondern Aktanten, das heißt wesentlich am Prozess beteiligt, der die Praxis Planung hervorbringt“ (Guggenheim 2017: 149). Die Visualisierung durch Technik wird also als inhärenter Teil von Planungspraktiken verstanden (vgl. Kapitel 2). Suchman (2006: 202–203) verdeutlicht die Verschränkung von Technik und Praktiken anhand von zwei anschaulichen Beispielen. Im ersten Beispiel zeichnet eine Kamera die Bewegungen einer Wildtierpopulation auf. Im zweiten Beispiel nimmt eine Kamera ankommende und abfliegende Flugzeuge auf. Die Daten dieser Aufnahme werden als Grundlage für weitere Start- und Landeerlaubnisse verwendet. Während im ersten Fall die Bewegung der Tiere unabhängig von der Beobachtungstechnik stattfindet, sind die Bewegungen der Flugzeuge in die Luftfahrtpraxis an sich eingebettet. Die technische Aufzeichnung der Flugzeuge ist, so Suchman (2006: 203), „intrinsic part of the same activity that they are designed to track“. Houdart (2008: 47) arbeitete für architektonische *Renderings* heraus, wie diese integrale Bestandteile des gesamten Designprozesses und „adequate means to prefigure architectural ideals of urban and governmental organization“ sind. Übertragen auf die Planung lässt sich eine Untrennbarkeit von digitaler Visualisierungstechnik und Planung konstatieren.

Neben Geräten bedarf es spezifischer ordnender Praktiken, die zur Herstellung von Ordnung führen (Latour/Woolgar 1986; Suchman 2006: 187; Mol 2010). Das Konzept „modes of ordering“ (Law 1994; Mol 2010: 260–263) eignet sich, um die Prozesse zu erfassen, in denen CAD-Programme zur Herstellung räumlicher Ordnung beitragen. Mit *modes of ordering* wird beschrieben, wie für das Herbeiführen und Aufrechterhalten von Ordnung Arbeit notwendig ist. Denn aus der Sicht der *Science and Technology Studies* ist nicht Stabilität, sondern Instabilität die Regel des Sozialen. Stabilität wird daher in soziotechnischen Arrangements erst hergestellt und aufrechterhalten. In der Konsequenz wird für die Verwendung des Verbs von Ordnung plädiert, da es die notwendige Tätigkeit unterstreicht. „Shifting away from the noun, order, it constrains the ground of a verb, ordering thus stresses that ordering involves work“ (Mol 2010: 263). Mit einem ethnomethodologisch

Tabelle 1 Analyierte Video-Tutorials (V1-V11)

Bezeichnung	Name	Autor/Institution	Jahr
V1	Urban Design Techniques. Part 1. Creating a basic urban design structure	Jon Cooper	2015
V2	AutoCAD for Site Planning - Introduction	Jaymes Dunsmore;	2014
V3	AutoCAD for Site Planning - Drawing Existing Buildings and Topography	Planetizen Courses	
V4	AutoCAD 101 - Basic Drawing Functions		
V5	How to Design a Master Plan Using AutoCAD - An Urban Design Exercise	Architecture & Living	2020
V6	Lageplan erstellen - Schritt für Schritt - ARCHICAD 24	Marvin Teerling	2021
V7	STB Vectorworks-Tutorial: 1. Überblick Programmoberfläche	Technische Universität	2016
V8	STB Vectorworks-Tutorial: 2. Einstellungen vor Zeichenbeginn	Dortmund; Städtebau,	
V9	STB Vectorworks-Tutorial: 3. Zeichnen und Hilfslinien	Stadtgestaltung und	
V10	STB Vectorworks-Tutorial: 4. Arbeiten mit Klassen und Ebenen	Bauleitplanung	
V11	STB Vectorworks-Tutorial: 6. Import Rasterbilder		

informierten Blick untersucht Suchman (2006) die Interaktion zwischen Menschen und Softwareanwendungen beim zeichnerischen Konstruieren. Anhand ihrer Beobachtungen stellt sie heraus, wie Planende nicht nur mit, sondern durch Programme arbeiten (Suchman 2006: 11). Dabei bezieht sie die Wirkmächtigkeit von Artefakten, wie die von Plänen mit ihren ordnenden Funktionen, in die komplexen sozio-technischen Arrangements des Ordnungsprozesses mit ein (Suchman 2006: 187).

Die vorgestellten Konzepte aus dem weiteren Feld der *Science and Technology Studies* und der Organisationsforschung eignen sich für die vorliegende Untersuchung, da sie CAD-Programmen im Prozess der Übersetzung eine Wirkmächtigkeit einräumen. Gleichzeitig beziehen sie die Arbeitspraktiken der Planenden in den Prozess des räumlichen Ordners mit ein. Bei der folgenden Analyse werden CAD-Programme als *inscription devices* angesehen. Es wird betrachtet, wie die Programme beim computergestützten Planzeichnen wirken. Mit einer Perspektive auf die *modes of ordering* im Zeichenprozess werden die planerischen Ordnungspraktiken sichtbar.

5 Anwendungsbeispiel: Vom Raum zum Projekt

Wie ist es nun möglich, den Einfluss von digitaler Technik im Prozess der Visualisierung und in der Herstellung räumlicher Ordnung zu untersuchen und CAD-Programme zum Sprechen zu bringen?

Vor Beantwortung dieser Frage soll erwähnt werden, dass die Beobachtung von Planenden bei der computergestützten Konstruktion und Gespräche mit Planenden über Visualisierungstechnik Anstoß für die Forschungsfrage gegeben haben. Gleichzeitig knüpft die Thematik an eine intensive theoretische Auseinandersetzung an, die dem Be-

deutungszuwachs von Technik in Planungsprozessen entsprang (vgl. Kapitel 4). Vor diesem Hintergrund orientiert sich der empirische Stil des Beitrags an Arbeiten aus den *Science and Technology Studies* sowie aus der Organisationsforschung. Darin wird der Anspruch einer „generalisierenden Symmetrie“ verfolgt, was bedeutet, dem Menschen vorerst keinen besonderen Stellenwert zuzuschreiben und die Träger, hier das CAD-Programm, direkt zu analysieren (van Loon 2014: 104). Durch Beschreibung von Praktiken, Situationen und Beispielen sollen vielmehr die Beziehungen und Verhältnisse zwischen den einzelnen Beteiligten sichtbar gemacht werden (Höhne/Umlauf 2014: 198). Es ist also nicht verwunderlich, dass viele traditionelle Arbeiten neben teilnehmenden Beobachtungen auch auf Video- und Dokumentenanalysen basieren. Die Videoanalyse ermöglicht es, Interaktionen ohne Umweg über die menschliche Sprache und ohne Einfluss der Forschenden auf eine Situation zu beobachten (Schnettler/Knoblach 2009: 275). Sie erweist sich im vorliegenden Fall als besonders sinnvoll, da der Fokus auf der Wirkungsweise des CAD-Programms beim Visualisieren liegt. Der soziokulturelle Kontext, in dem das CAD-Programm wirksam wird, bleibt bei der Untersuchung vorerst irrelevant. Insbesondere die Werkzeuge und Funktionen des Programms sind weltweit weitestgehend gleich. Eine weiterführende und daran anschließende Forschung, die eine Ausdifferenzierung und die Einbettung in den Anwendungskontext vornimmt, ist sicherlich sinnvoll. Deshalb werden Videoanalysen, die nur einen Teil der Daten abbilden können, üblicherweise durch „direkte Beobachtungen, Materialsammlungen sowie Gespräche und Interviews mit den Akteuren des Feldes ergänzt“ (Schnettler/Knoblach 2009: 275).

Für die vorliegende Untersuchung wurde in einem deduktiven Vorgehen zuerst ein Video-Tutorial (V1) aus dem Bereich des städtebaulichen Entwurfs herangezogen und unter Rückgriff auf die vorgestellten Konzepte analysiert. Nach

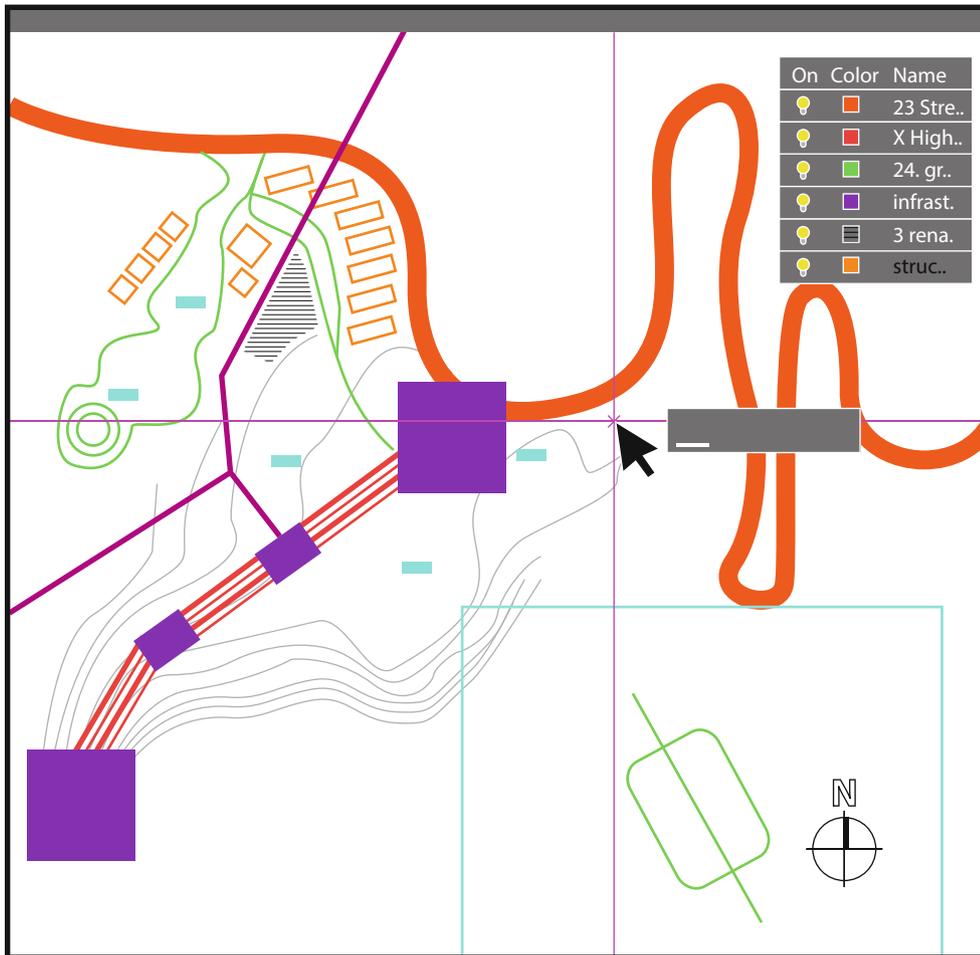


Abbildung 3 Mit CAD-Programmen lassen sich hochkomplexe Entwürfe erstellen. (Hilfslinien und Ebenen wirken beim zeichnerischen Konstruieren mit)
 Quelle: Eigene Darstellung nach CAD-Plan von P1

Auswertung der ersten Ergebnisse wurden die identifizierten Übersetzungsschritte, die Planende bei einer Entwurfszeichnung mit einem CAD-Programm durchführen, anhand von zehn weiteren Video-Tutorials nachvollzogen und die Analyse vertieft (vgl. Tabelle 1). Die ausgewählten Tutorials funktionieren als Reihen- oder Einzelvideos und basieren auf fiktiven städtebaulichen Projekten oder Planzeichnungen, anhand derer die Funktionen des Programms erklärt werden. Meistens ist lediglich der geteilte Bildschirm einer Person mit einem geöffneten CAD-Programm zu sehen: AutoCAD, ArchiCAD, CityCAD oder Vektorworks. Da sich die Tutorials in vielen Schritten ähneln, wurde ein Video ausgewählt, um die Ergebnisse exemplarisch darzustellen. An gegebener Stelle wurde auf Aspekte, die in einzelnen Videos besonders hervortraten, verwiesen.

Um eine Einbettung der Ergebnisse in den Anwendungskontext vorzunehmen, wurde die Videoanalyse ergänzt.

Dies geschah durch ein anonymisiertes Interview (P1, 7. November 2019) mit einer Planerin, die sowohl in Deutschland als auch in China in der Planung gearbeitet hat. Sie demonstrierte die Funktionsweisen des CAD-Programms am Bildschirm sowie anhand eines selbst erstellten CAD-Plans (vgl. Abbildung 3).

5.1 Grundlage planerischer Ordnung: Flexibilisierung und Digitalisierung

Das Video-Tutorial „Urban Design Techniques. Part 1. Creating a basic urban design structure“ (V1) ist seit 2015 auf der Online-Videoplattform Youtube zu sehen. Es verdeutlicht in kleinen Abschnitten, textlich und anhand der Zeichnung selbst, wie mit dem CAD-Programm eine Bebauungsstruktur erstellt werden kann. Plangrundlage ist die *Icknield Port Loop* in Birmingham im Maßstab 1:500, wie im oberen

Bereich des Plans beschriftet. Wie in den anderen Videos ist der Autor des Videos selbst, hier Jon Cooper, nie zu sehen. Nur die Benutzeroberfläche des CAD-Programms und die Maus, die sich zwischen den verschiedenen Werkzeugen und Funktionen hin- und herbewegt. In diesem Tutorial wird in den folgenden sechs Minuten eine städtebauliche Entwurfszeichnung, von der Plangrundlage bis zum städtebaulichen Entwurf, erstellt.

Die Plangrundlage für den Entwurf in Coopers Video-Tutorial liegt in digitaler Form vor. Die interviewte Planerin erzählt, dass vor der Bearbeitung eines Entwurfs häufig auch analog vorliegende Pläne eingescannt oder Luftbilder sowie von Hand gezeichnete Skizzen im CAD-Programm nachgezeichnet werden (P1; V11, 00:00-04:42). Dieser Vorgang bildet den ersten Schritt in einigen der Tutorials. Das Nachzeichnen des zu planenden Gebiets inklusive Umgebung, wie Gebäudeumrisse, Straßen und Gewässer, geschieht mithilfe der Werkzeuge im CAD-Programm. Die Rechenleistung des Programms ermöglicht, die statischen, als Pixel gebundenen Formen, in Vektoren umzuwandeln (V2, 00:55-01:28). Nach der Vektorisierung sind die Formen im Programm frei beweglich: einfach veränderbar, leicht zu vielfältigen, beliebig zu skalieren und damit optimal verwertbar für den weiteren Entwurfsprozess. Statische und zusammenhängende Elemente und Größen werden flexibel und manipulierbar. Die zerlegten Einzelteile können theoretisch durch unendlich viele Varianten neu zusammengesetzt werden. Im Video ist zu sehen, dass sich durch die Flexibilisierung ein neuer Bezug zur Umgebung herstellen lässt. Potenzielle Zugänge zum neuen Quartier lassen sich identifizieren und hervorheben, besondere Muster und Topologien werden sichtbar, bestehende Gebäude können integriert, an eine andere Stelle versetzt oder gelöscht werden (V1, 00:20-01:07). Die Flexibilisierung führt zur Freisetzung von viel kreativem Potenzial, denn in diesem Prozess ändert sich der Zustand der Plangrundlage vom Papier über die Rastergrafik hin zur flexiblen Vektorgrafik. Und während sich die physische Form ändert, finden eine Reflexion und Auseinandersetzung der Planenden mit dem realen Raum außerhalb des Programms statt.

Dieser erste Schritt der digitalen Visualisierung des Planungsgebiets ist zentraler Bestandteil der Planungspraxis. Dabei dient die digitale Visualisierung als Mediator (Rydin/Tate 2016: 8) zwischen dem Raum außerhalb des Programms und der planenden Person, die eine weitere Bearbeitung und eine räumliche Ordnung erst ermöglicht. Die Flexibilisierung geht Hand in Hand mit dem Denken in Entwurfsalternativen, Varianten und Szenarien für das Plangebiet. Gleichzeitig sind Darstellungsmöglichkeiten, ähnlich wie bei analogen Visualisierungstechniken, auf die Möglichkeiten des Werkzeugs beschränkt. Dimensionen des erlebten, hetero-

genen Raums werden in dieser Art der Grundrissvisualisierung vorerst nicht mit aufgenommen.

5.2 Ordnung als Voraussetzung von Planung: Benennen, Sortieren, Bewerten

Eine elementare Funktion des CAD-Programms ist die Option, mit Ebenen zu arbeiten. Die Ebenenfunktion bildet die flexible Handhabe der einzelnen Elemente ab, die im analogen Zeichenprozess mit Transparentpapier durchgeführt wurde. Ebenen können einzeln oder gemeinsam betrachtet werden, da sie sich ein- und ausblenden lassen, außerdem sind sie frei bearbeitbar oder gesperrt und unveränderbar (Luff/Heath 1993: 188). Durch diese Schaltfunktionen ermöglichen Ebenen nicht nur die Ordnung der Elemente in der Planzeichnung, sondern auch eine Ordnung in der Arbeitsstruktur der Planenden. Ohne Ebenen wäre die Zeichnung und Bearbeitung eines komplexen Plans kaum möglich, da einzelne Elemente schwieriger ausgewählt und bearbeitet werden könnten (vgl. Abbildung 3). Dabei gehen mit der Anwendung von Ebenen die Transformation und Entwicklung des planerischen Wissens einher: Anhand von Ebenen werden bestehende Potenziale des Plangebiets identifiziert, sortiert, benannt und bewertet. Damit ist die Gliederung in Ebenen Teil eines „set of arrangements for labelling, naming and counting“ (Law 2004: 29), wie in den Video-Tutorials zu sehen ist (V1, 00:17-02:03; V2, 00:53-01:06). Über die Ebenenfunktion (V10, 00:20-00:45) sind CAD-Programme in Ordnungspraktiken der Planenden involviert und tragen in der Anwendung selbst zur Ordnung bei (Suchman 2006: 187).

Es findet ein Übersetzungsprozess vom Raum außerhalb des Programms hin zur Ordnung über Ebenen im Programm statt. Das Programm spricht eine andere Sprache, in der die getrennten Elemente nun wieder neu in Beziehung zueinander gesetzt werden können. Dieser Vorgang wurde bereits in anderen Arbeiten zu CAD-Programmen als typische Eigenschaft von *inscription devices* identifiziert (Rydin/Tate 2016: 8; Suchman 2006: 366). Die erstellte Entwurfszeichnung folgt demnach nicht nur einer planerischen Rationalität, sondern als *inscription devices* tragen CAD-Programme zur Produktion planerischer Wirklichkeit bei: „[R]ealities are being constructed. Not by people. But in the practices made possible by networks of elements that make up the inscription device – and the networks of elements within which that inscription device resides“ (Law 2004: 21).

5.3 Ordnung durch technische Unterstützung: Neues wird hinzugefügt

Im Video-Tutorial ist zu sehen, dass das CAD-Programm neben den Ebenen-, Lade- und Speicherfunktionen eine

Auswahl an unterschiedlichen Werkzeugen bietet, die für die Zeichnung der städtebaulichen Elemente verwendet werden (V1, 00:17). Cooper orientiert seinen gestalterischen Entwurf an den räumlichen Potenzialen, die im vorangegangenen Schritt identifiziert wurden (vgl. Kapitel 5.2). Bei genauerer Betrachtung wird ersichtlich, dass das CAD-Programm beim Erstellen der neuen Elemente zeichnerisch unterstützt: Die Linien springen in rechte Winkel, Formen werden geschlossen, füllen sich mit Schraffuren oder werden im immer selben Abstand angeordnet, neue Elemente werden ausgewählt und hinzugefügt. Diese Momente der Mensch-Technik-Interaktion sind auch in den anderen Video-Tutorials zu sehen, sie wirken äußerst intuitiv (V4, 00:24-00:36). Das Programm korrigiert beim exakten Konstruieren und leitet zum nächsten Schritt an. Anstelle einer gezielten Lösungssuche für ein Problem wirkt die Zeichnung mit dem CAD-Programm wie eine natürliche Aktivität, die aus den verschiedenen Möglichkeiten, in der Verwendung von Formen und Farben, also situativ im Moment der Praktik entsteht (Luff/Heath 1993: 189–190). Fortgeschrittenen Anwendenden wird der Grad der Automatisierung ihres Tuns erst bewusst, wenn sie einer anderen Person das CAD-Programm erklären und nach einem bestimmten Werkzeug suchen und dieses benennen.

Wie in den Video-Tutorials zu sehen, wird mit CAD-Programmen das Zeichnen von geometrischen, gleichförmigen Formen und parallelen Abständen erleichtert (V3, 01:29-01:37; V9, 01:32-01:43). Diverse Zeichenutensilien wie Zirkel, Schablonen, Kurvenlineale und Abstandsberechnungen, die in der analogen Planzeichnung kombiniert werden müssen, lassen sich nun in der Verwendung des CAD-Programms vereinen. Sukzessive wird die Planzeichnung dadurch mit immer mehr Informationen, Ebenen, Maßen und Farbkodierungen angereichert. Im Entwurf sind Pläne flexibel, denn sie können mit CAD-Programmen sehr einfach unterschiedliche Varianten entwerfen und diese unter verschiedenen Namen speichern. Gleichzeitig wird mit zunehmender Detailliertheit und Komplexität der Aufwand, eine Zeichnung zu korrigieren, immer größer (P1; V2, 00:53-01:06). Eine zusätzliche Besonderheit der digitalen *modes of ordering* ist die Auswahl von Symbolen aus Katalogen (V6, 15:55-18:12). Hierbei werden alle zeichnerischen Symbole, die im Katalog vorliegen, z. B. Bäume, Straßen und Personen, auf die gleiche Art und Weise ausgewählt, eingefügt und in ihrer Größe angepasst (Houdart 2008: 55).

5.4 Ordnung durch Mobilität: Copy, Paste, Transfer

CAD-Programme erleichtern die Angleichung der Zeichnungen, auch wenn unterschiedliche Personen am selben Projekt arbeiten. Sie entsprechen einem Stil, der das Pla-

nungsbüro repräsentiert und eine Zielgruppe potenziell anspricht. CAD-Programme übernehmen bedingt durch ihre *File*-Struktur und Ebenenfunktion eine zentrale organisatorische Rolle. Dabei werden unterschiedliche Planinhalte vereinheitlicht, denn sie erleichtern die Koordination, Kommunikation und Arbeitsprozesse auch zwischen weit entfernten Orten (Suchman 2006: 199). Damit kommt ihnen in den Ordnungsstrukturen weitläufiger Netzwerke eine zentrale Bedeutung zu (Höhne/Umlauf 2014: 205–206).

Gleichzeitig ermöglicht das digitale Format, die geschaffene räumliche Ordnung sehr einfach zu kopieren und wieder einzufügen. „[The CAD-Program] makes it really easy for us to copy and paste; because we have a lot of different projects, so sometimes we use similar concepts for different projects; and we just go back to one previous project we had and then we just copy one part and paste it into some other project and make some modifications; I think many planning companies do that, it's way more efficient“ (P1). Die Aussage verdeutlicht, wie effizient sich Inhalte transferieren, multiplizieren und reproduzieren lassen. Bereits im historischen Rückblick (vgl. Kapitel 2) wurde herausgestellt, wie die Vervielfältigung von Planungswissen durch materielle Träger mit einer Etablierung und Professionalisierung der Planungsdisziplin einherging. Dabei agierten und agieren mobile Pläne in einer wichtigen Aufgabe der Planung: der Kommunikation. Gleichzeitig wird eingeschriebenes Planungswissen durch die Mobilität der Pläne vulnabel: Die Art und Weise baulicher Ordnung könnte sich unkontrolliert verbreiten. Das ist ein Grund, warum digitale CAD-Zeichnungen vorerst nur innerhalb des Büros und unter befreundeten Personen weitergegeben werden. Viele Städte in China ähneln sich unter anderem wegen der beschleunigten Mobilität der Pläne, so argumentiert die Planerin (P1). Für ein *Meeting* mit der Zielgruppe werden bis zu 100 Seiten unterschiedlicher Entwurfszeichnungen erstellt, die sich zum Teil nur in minimalen Details unterscheiden. Darunter sind auch Varianten, die sich nicht realisieren ließen: „we have a tendency to make all kinds of different plans that are kind of useless; one of our working principles is that for each presentation we have to produce, I don't know, more than one hundred pages to show that we've done a lot; and there is also a lot of conceptual plans that are not so realistic [...] we produce extra maps just to make our client happy because that's what they want“ (P1). Neben der Qualität kann also die Quantität überzeugen und aufzeigen, wie viel für ein städtebauliches Projekt gearbeitet wurde. Dabei wird ein komplexer Plan als gut empfunden, da er viel Expertise vermuten lässt. „Ein toller Plan macht nicht nur Spaß, sondern beeindruckt auch den Auftraggeber“ (V6), so heißt es in der Beschreibung zu einem der Videos. Im Gegensatz zu bildhaften Visualisierungen können Pläne ohne Kontext und Erklärung dennoch nur schwer

kommunizieren: „plans, based on conventions and graphic symbols, can hardly communicate on their own and require some specific knowledge“ (Houdart 2008: 50). In Plänen sind spezifisches Planungswissen und fortgeschrittene Kenntnisse eingeschrieben, die Partizipierende gleichermaßen beeindrucken und abschrecken können. Denn die professionelle Anwendung digitaler Gestaltungswerkzeuge erschwert gleichzeitig die Teilhabe von Laien (Al-Kodmany 2002: 209).

5.5 Stabilisierung räumlicher Ordnung: Ein unsichtbarer Prozess

Im Video-Tutorial ist zu sehen, wie der CAD-Plan am Ende des Entwurfsprozesses bereinigt wird. „Now we have an initial layout; we can clean up the construction lines“ (V1, 03:37-03:53). Cooper blendet die zur zeichnerischen Konstruktion notwendigen Hilfslinien, verschiedene Ebenen und Entwürfe aus. Dies geschieht auch in anderen Video-Tutorials (V5, 36:00-36:55). Gleichzeitig treten planerisches Wissen, verschiedene Interessen und Aushandlungen in den Hintergrund, werden unkenntlich gemacht und stabilisieren die Planzeichnung (Law 2004: 20).

Stabilisiert wird die erstellte räumliche Ordnung zudem außerhalb des Programms. Durch den Ausdruck des CAD-Plans nimmt dieser dann eine analoge und dadurch auch stabilere Form an. In dieser wird er Investoren, Fachpublikum und Anwohnenden präsentiert. An dieser Stelle steht das Ergebnis der planerischen Ordnung im Vordergrund und lediglich dieses kann infrage gestellt oder diskutiert werden (Latour/Woolgar 1986: 51). Das Ergebnis muss nun intersubjektiv und durch Dritte anerkannt werden, damit eine Umsetzung außerhalb des Programms stattfinden kann.

Zudem werden die erstellten Pläne im formellen Verfahren der Planung in Deutschland durch die Bauleitplanung rechtlich stabilisiert. Das CAD-Programm agiert hier vor allem mit seiner Repräsentations- und Integrationsfähigkeit des Gesetzes und damit Hand in Hand mit den Ordnungsmotiven der Planung. Dadurch wird der Plan fast unumkehrbar stabil, wie die Planerin berichtet. „[A]fterwards, it’s difficult, when it becomes a law then you have to justify why you have to change [...] and normally people don’t bother to do that“ (P1).

6 CAD-Programme und die Stabilisierung räumlicher Organisation in Plänen

Zu Beginn des Beitrags wurde die Frage aufgeworfen, auf welche Art und Weise CAD-Programme in die Herstellung sozialräumlicher Ordnung involviert sind. Dieser Frage

wurde anhand einer Videoanalyse nachgegangen. Es konnten Schlüsselmomente identifiziert werden, in denen CAD-Programme während des Planungsprozesses Wirksamkeit entfalten. Um diese Wirksamkeit analysieren zu können, wurde auf die Konzepte „modes of ordering“ (Law 1994; Suchman 2006; Mol 2010) und „inscription devices“ (Latour/Woolgar 1986) zurückgegriffen. Damit erscheinen die Programme als konstitutives Element komplexer soziotechnischer Arrangements. Dabei gehen mit der Visualisierung eine Sortierung und Bewertung einher, die für das professionelle Handeln und damit für die Herstellung räumlicher Ordnung unabdingbar sind. Wie gezeigt wurde, bieten Ebenen- und Kategorisierungsfunktionen die Trennung einzelner Elemente und multiple Möglichkeiten der Neuordnung. Gleichzeitig ist die Produktion der räumlichen Ordnung an die Möglichkeiten des CAD-Programms gebunden, da planerisches Entwerfen durch Formen, Hilfslinien und Bemaßungen nach programmierten Funktionsweisen angeleitet wird. Außerdem werden womöglich erratische und vielfältige Planungsprozesse unsichtbar und Planungsnarrative reproduzieren sich durch eingeschriebene Kataloge fortwährend. Ähnliche Zusammenhänge haben etwa Latour und Woolgar (1986) für die Herstellung wissenschaftlicher Fakten herausgestellt. Im Beitrag wird argumentiert, dass CAD-Programme in der Herstellung und Reproduktion planerischer Ordnung agieren. Denn die Neuordnung und Gestaltung der gebauten Umwelt im CAD-Programm sind inhärenter Teil von Planungspraktiken.

Wie aufgezeigt, geschieht eine Stabilisierung auch außerhalb der Software, wenn die in Pläne eingeschriebene Ordnung durch weitere Beteiligte anerkannt wird. Dazu gehören die vielfältigen organisierenden Visualisierungspraktiken, die außerhalb und in Kombination mit anderen Programmen stattfinden. Diese blieben durch die vorliegende Fragestellung bewusst unberücksichtigt. Hier würde sich ein weiterführendes empirisches Projekt anbieten, denn Planende ordnen, indem sie multiple Materialien und Geräte collagieren: Sie schreiben, skizzieren, fotografieren, scannen und drucken immer wieder aus. Ziel des Beitrags ist es nicht, individuelle kreative Nutzungsmöglichkeiten zu negieren oder im Sinne eines Technikdeterminismus zu argumentieren, vielmehr liegt ihm ein hermeneutisches Interesse zugrunde. Ziel ist es zu verstehen, welche Techniken, Praktiken und Prozesse die Planung als Praxis mit hervorbringt (Guggenheim 2017: 149).

7 Zur Relevanz von Technik in planerischen Methoden und Prozessen

Weshalb ist es relevant, sich mit den Techniken der Planung zu beschäftigen? Rückblickend auf den vorliegenden Beitrag, in dem eine Betrachtung der historischen Gegebenheiten von Planung, die Darstellung vergangener und aktueller Theoriedebatten und eine detaillierte Betrachtung von CAD-Programmen im Prozess des Entwerfens stattfindet, ergeben sich verschiedene Argumente, die nun abschließend zusammengefasst werden.

Während aus historischer Sicht die Verschränkungen von Visualisierungstechnik und Planung bei genauerer Betrachtung offensichtlich werden, ist dieses wechselseitige Verhältnis im deutschsprachigen Raum für die Gegenwart bisher wenig diskutiert und wissenschaftlich erforscht. Zwar geht die deutschsprachige praxeologische Planungsforschung mittlerweile zunehmend auf Materialität und Alltagspraktiken von Planung ein (Dünckmann/Haubrich/Runkel 2019: 325), die verwendete Technik, die Planung immer stärker prägt, wird bisher jedoch kaum beleuchtet. Durch das Augenmerk auf die Herstellung und Stabilisierung räumlicher Ordnung im Alltag schließt der Beitrag an die englischsprachigen Untersuchungen aus dem weiteren Feld der *Science and Technology Studies* an und mobilisiert diese für die weitere Planungsforschung.

Dabei geht die aufgezeigte Diskussions- und Untersuchungsrelevanz weit über die Erkenntnis, dass planerische Ordnung als Hervorbringung von soziotechnischen Arrangements verstanden werden sollte, hinaus. Denn die fortschreitende Technisierung und Digitalisierung ist verknüpft mit gesellschaftspolitischen Fragen nach Sichtbarkeit, Verantwortung und Macht. So wäre es wichtig zu untersuchen, welches Wissen bei der Verwendung von kommerzieller Planungssoftware womöglich ausgeschlossen wird oder unter welchen Umständen digitale Planungswerkzeuge für wen zugänglich sind und welche Verschiebungen sich daraus ergeben. Außerdem können neue digitale Planungstools Ausdruck und Treiber von Flexibilisierung sein und potenziell neue Denkweisen eröffnen. Gleichsam verändert die Digitalisierung unsere Anforderungen an den Raum und unsere Art und Weise, Stadt und Gebäude zu entwerfen. Damit zusammenhängend stellt sich die Frage, welche Widerstände, aber auch Potenziale Planungssoftware, z. B. im Umgang mit dem Klimawandel, bietet.

Wird die Disziplin der Planung selbst und ihr Motiv der Schaffung sozialräumlicher Ordnung als historisch gewachsen und die Hervorbringung von gesellschaftspolitischen Umständen, Praktiken und analoger und digitaler Technik akzeptiert, wird klar, dass es keine rein rationale oder neutrale Planung geben kann. Eine Perspektive, die den Dualis-

mus von Sozialem und Technik auflöst, ermöglicht Planenden selbst eine Reflexion darüber, wie Digitalisierung und Technik ihre Arbeit beeinflussen.

Literatur

- Albers, G. (1992): Stadtplanung: Eine praxisorientierte Einführung. Darmstadt.
- Al-Kodmany, K. (2002): Visualization Tools and Methods in Community Planning: From Freehand Sketches to Virtual Reality. In: *Journal of Planning Literature* 17, 2, 189–211. <https://doi.org/10.1177/088541202762475946>
- Amelang, K. (2012): Laborstudien. In: Beck, S.; Niewöhner, J.; Sørensen, E. (Hrsg.): *Science and Technology Studies. Eine sozialanthropologische Einführung*. Bielefeld, 145–172.
- Bagrow, L.; Skelton, R. A. (1973): *Meister der Kartographie*. Berlin.
- Beauregard, R. A. (2015): *Planning Matter: Acting with Things*. Chicago.
- Belina, B. (2014): Warum denn gleich ontologisieren? Und wenn nicht, warum dann ANT? Kommentar zu Alexa Färbers „Potenziale freisetzen“. In: *sub|urban. zeitschrift für kritische stadtforschung* 2, 1, 104–109. <https://doi.org/10.36900/suburban.v2i1.110>
- Belliger, A.; Krieger, D. J. (Hrsg.) (2006): *ANThology: Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*. Bielefeld.
- Christmann, G.; Singh, A.; Stollmann, J.; Bernhardt, C. (2020): Visual Communication in Urban Design and Planning: The Impact of Mediatization(s) on the Construction of Urban Futures. In: *Urban Planning* 5, 2. <https://doi.org/10.17645/up.v5i2.3279>
- Danielzyk, R.; Sondermann, M. (2018): Informelle Planung. In: ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): *Handwörterbuch der Stadt- und Raumentwicklung*. Hannover, 963–974.
- Dünckmann, F.; Haubrich, D.; Runkel, S. (2019): Praktiken und Planung. In: Schäfer, S.; Everts, J. (Hrsg.): *Handbuch Praktiken und Raum*. Bielefeld, 317–340. <https://doi.org/10.14361/9783839446034-013>
- Dyos, H.J. (1973 [1854]): *Collins' illustrated atlas of London*. Leicester.
- Färber, A. (2014): Potenziale freisetzen: Akteur-Netzwerk-Theorie und Assemblageforschung in der interdisziplinären kritischen Stadtforschung. In: *sub|urban. zeitschrift für kritische stadtforschung* 2, 1, 95–103. <https://doi.org/10.36900/suburban.v2i1.109>
- Farías, I. (2020): Für eine Anthropologie des Urbanismus. In: *Zeitschrift für Volkskunde* 116, 2, 171–192. <https://doi.org/10.31244/zfvk/2020/02.01>
- Guggenheim, M. (2017): *Was macht die Planung? Theo-*

- retische Lockerungen mit ANT. Kommentar zu Lucius Burckhardts „Wer plant die Planung?“ In: *suburban. zeitschrift für kritische stadtforschung* 5, 1/2, 147–152. <https://doi.org/10.36900/suburban.v5i1/2.286>
- Heineberg, H. (2006): *Stadtgeographie*. Paderborn.
- Höhne, S.; Umlauf, R. (2014): Die Akteur-Netzwerk Theorie. Zur Vernetzung und Entgrenzung des Sozialen. In: Oßenbrügge, J.; Vogelpohl, A. (Hrsg.): *Theorien in der Raum- und Stadtforschung: Einführungen*. Münster, 195–214.
- Houdart, S. (2008): Copying, Cutting and Pasting Social Spheres. In: *Science and Technology Studies* 21, 1, 47–63. <https://doi.org/10.23987/sts.55233>
- Humpert, K.; Schenk, M. (2001): *Entdeckung der mittelalterlichen Stadtplanung: Das Ende vom Mythos der „gewachsenen Stadt“*. Stuttgart.
- Kühl, J. (2019): Planen für Praktiken. Alltagsbezüge in planerischen Abwägungen am Beispiel von urbanem Grün. In: *Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning* 77, 2, 131–145. <https://doi.org/10.2478/rara-2019-0017>
- Kurath, M.; Bürgin, R. (Hrsg.) (2019a): *Planung ist unsichtbar: Stadtplanung zwischen relationaler Designtheorie und Akteur-Netzwerk-Theorie*. Bielefeld. <https://doi.org/10.14361/9783839448533>
- Kurath, M.; Bürgin, R. (2019b): Einleitung: Planung relational denken. In: Kurath, M.; Bürgin, R. (Hrsg.): *Planung ist unsichtbar: Stadtplanung zwischen relationaler Designtheorie und Akteur-Netzwerk-Theorie*. Bielefeld, 7–35. <https://doi.org/10.14361/9783839448533-001>
- Latour, B. (1987): *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*. Cambridge.
- Latour, B. (2007): *Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft: Einführung in die Akteur-Netzwerk-Theorie*. Frankfurt am Main.
- Latour, B.; Woolgar, S. (1986): *Laboratory Life: The construction of scientific facts*. Princeton.
- Law, J. (1994): *Organizing modernity. Social Ordering and Social Theory*. Oxford.
- Law, J. (2004): *After method: Mess in Social Science Research*. London.
- Luff, P.; Heath, C. (1993): System Use and Social Organisation: Observations on Human-Computer Interaction in an Architectural Practice. In: Button, G. (Hrsg.): *Technology in working order: Studies of work, interaction, and technology*. London, 184–210.
- Mélix, S.; Schinagl, M. (2019): Imagining Space and Envisioning Futures: A Bi-Disciplinary Approach to Digital Urban Planning. In: Rugare, S.; Kruth, J. (Hrsg.): *AMPS Proceedings Series 16. Alternatives to the Present. A Conference on Architecture, Urbanism, Sociology, Development and Planning*. London, 57–63.
- Metzger, J. (2014): Spatial Planning and/as Caring for More-Than-Human Place. In: *Environment and Planning A: Economy and Space* 46, 5, 1001–1011. <https://doi.org/10.1068/a140086c>
- Mol, A. (2010): Actor-Network Theory: Sensitive Terms and Enduring Tensions. In: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie. Sonderheft* 50, 1, 253–269.
- Müller, J.; Lange, J. (2016): Wie plant die Planung. Zur Einführung. In: Lange, J.; Müller, J. (Hrsg.): *Wie plant die Planung? Kultur- und planungswissenschaftliche Perspektiven auf die Praxis räumlicher Planungen*. Berlin, 9–24.
- Neufert, E. (2012): *Bauentwurfslehre*. Wiesbaden.
- Oßenbrügge, J.; Vogelpohl, A. (Hrsg.) (2014): *Theorien in der Raum- und Stadtforschung: Einführungen*. Münster.
- Othengrafen, F.; Reimer, M.; Danielzyk, R. (2019): *Planungskultur*. In: Wiechmann, T. (Hrsg.): *ARL Reader Planungstheorie, Band 2*. Berlin, 155–304. https://doi.org/10.1007/978-3-662-57624-3_3
- Radtke, J. (2015): Das Zusammenspiel von Raum und Technik bei der Etablierung Erneuerbarer Energien. *Transformationen in der Energiewende*. In: *Raumforschung und Raumordnung* 73, 6, 389–405. <https://doi.org/10.1007/s13147-015-0368-1>
- Roskamm, N. (2016): Zur Genealogie eines Bebauungsplans. Bericht aus dem stadtplanerischen Alltag. In: Lange, J.; Müller, J. (Hrsg.): *Wie plant die Planung? Kultur- und planungswissenschaftliche Perspektiven auf die Praxis räumlicher Planungen*. Berlin, 185–193.
- Rydin, Y.; Tate, L. (2016): Introduction. In: Rydin, Y.; Tate, L. (Hrsg.): *Actor Networks of Planning. Exploring the influence of Actor Network Theory*. London, 3–23. <https://doi.org/10.4324/9781315714882>
- Saltzwedel, J. (2001): Die gekämmte Stadt. In: *Der Spiegel vom 12. November 2001*. <https://www.spiegel.de/spiegel/print/d-20660253.html> (25.10.2021).
- Schäfer, H. (2013): *Die Instabilität der Praxis: Reproduktion und Transformation des Sozialen in der Praxistheorie*. Weilerswist.
- Schelbert, G. (2012): „Spatiendo con gli occhi“: Die Rompläne des 16. bis 18. Jahrhunderts im Spannungsfeld zwischen Karte und Architekturvedute. In: Günzel, S.; Nowak, L. (Hrsg.): *KartenWissen: Territoriale Räume zwischen Bild und Diagramm*. Wiesbaden, 285–314. = *Trierer Beiträge zu den historischen Kulturwissenschaften* 5.
- Schnettler, B.; Knoblauch, H. (2009): Videoanalyse. In: Kühl, S.; Strodholz, P.; Taffertshofer, A. (Hrsg.): *Handbuch Methoden der Organisationsforschung*. Wiesbaden, 272–297. https://doi.org/10.1007/978-3-531-91570-8_14

- Schott, D. (2017): Kleine Geschichte der europäischen Stadt. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte* 67, 48, 11–18.
- Schubert, D. (2015): Stadtplanung – Wandlungen einer Disziplin und zukünftige Herausforderungen. In: Flade, A. (Hrsg.): *Stadt und Gesellschaft im Fokus aktueller Stadtforschung*. Wiesbaden, 121–176. https://doi.org/10.1007/978-3-658-07384-8_5
- Söderström, O. (1996): Paper Cities: Visual Thinking in Urban Planning. In: *Cultural Geographies* 3, 3, 249–281. <https://doi.org/10.1177/147447409600300301>
- Suchman, L. (2006): *Human-Machine Reconfigurations: Plans and Situated Actions*. Cambridge. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511808418>
- Thrift, N. (1996): *Spatial Formations*. London.
- van Loon, J. (2014): Michel Callon und Bruno Latour: Vom naturwissenschaftlichen Wissen zur wissenschaftlichen Praxis. In: Lengersdorf, D.; Wieser, M. (Hrsg.): *Schlüsselwerke der Science & Technology Studies*. Wiesbaden, 99–110. https://doi.org/10.1007/978-3-531-19455-4_8
- Verstegen, L.; Houkes, W.; Reymen, I. (2019): Configuring collective digital-technology usage in dynamic and complex design practices. In: *Research Policy* 48, 8, 103696. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.10.020>
- Vinck, D. (Hrsg.) (2003): *Everyday Engineering: An Ethnography of Design and Innovation*. Cambridge.
- Wurzer, R. (1976): Anlaß, Ziele, Durchführung und Verwirklichung von städtebaulichen Konzepten im 19. Jahrhundert. In: *Berichte zur Raumforschung und Raumplanung* 20, 3, 3–21.
- Cooper, J. (2015): *Urban Design Techniques. Part 1. Creating a basic urban design structure* <https://www.youtube.com/watch?v=c2FYFuML71Y> (27.10.2021).
- Dunsmore, J. (2014a): *AutoCAD for Site Planning – Introduction*. Planetizen Courses. <https://www.youtube.com/watch?v=fvwEkX6xJ1E&list=RDCMUCS0b8YPdtCoVAiosZkM6hw&index=2> (27.10.2021).
- Dunsmore, J. (2014b): *AutoCAD for Site Planning – Drawing Existing Buildings and Topography*. Planetizen Courses. <https://www.youtube.com/watch?v=1G4SSrarL6A> (27.10.2021).
- Dunsmore, J. (2014c): *AutoCAD 101 – Basic Drawing Functions*. Planetizen Courses. <https://www.youtube.com/watch?v=JcyAp1oicvI&list=RDCMUCS0b8YPdtCoVAiosZkM6hw&index=4> (27.10.2021).
- Technische Universität Dortmund (2016a): *STB Vectorworks-Tutorial: 1. Überblick Programmebene*. <https://www.youtube.com/watch?v=cpaallv3oKI> (27.10.2021).
- Technische Universität Dortmund (2016b): *STB Vectorworks-Tutorial: 2. Einstellungen vor Zeichenbeginn*. <https://www.youtube.com/watch?v=6IM-VQ19ozU> (27.10.2021).
- Technische Universität Dortmund (2016c): *STB Vectorworks-Tutorial: 3. Zeichnen und Hilfslinien*. <https://www.youtube.com/watch?v=6p8yw9xn1B4> (27.10.2021).
- Technische Universität Dortmund (2016d): *STB Vectorworks-Tutorial: 4. Arbeiten mit Klassen und Ebenen*. <https://www.youtube.com/watch?v=wJMhXT9NCbE> (27.10.2021).
- Technische Universität Dortmund (2016e): *STB Vectorworks-Tutorial: 6. Import Rasterbilder*. <https://www.youtube.com/watch?v=BizT7Sg6u3U&list=PLbiuWTxdfjHsZcEKr4x5qKGjPeIbJ9I8U&index=6> (27.10.2021).
- Teerling, M. (2021): *Lageplan erstellen – Schritt für Schritt – ARCHICAD 24. Architektur*. <https://www.youtube.com/watch?v=Ao3zHm--xTs> (27.10.2021).

Videos

Architecture and Living (2020): *How To Design A Master Plan Using AutoCAD – An Urban Design Exercise*. <https://www.youtube.com/watch?v=8ekQ7nFvPZo> (27.10.2021).